

Евгения ШАВИНА
Виктор ПРОКОФЬЕВ

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ПОРТФЕЛЕ ПРОЕКТОВ ДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ

Дата поступления в редакцию: 25.02.2021.

Для цитирования: Шавина Е. В., Прокофьев В. А., 2021. Возобновляемые источники энергии в портфеле проектов добывающих компаний. – Геоэкономика энергетики. № 1. С. 67–87. DOI: 10.48137/2687-0703_2021_13_1_67

Международные нефтегазовые компании всё больше становятся активными участниками рынка возобновляемых источников энергии в рамках реализации стратегии энергетического перехода. В основном компании преследуют цели диверсификации своей деятельности и повышения устойчивости как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе в условиях изменяющейся конъюнктуры мирового энергетического рынка. Российские нефтегазовые компании пока не ставят перед собой задачи активного развития ВИЭ как отдельного направления бизнеса. Проекты ВИЭ, в которых они участвуют, направлены в основном на обеспечение нужд в электроэнергии в рамках основной деятельности. При этом нефтегазовые компании могли бы позиционировать себя не только как потребители зелёной энергии, но и как активные участники рынка на ранних стадиях его развития. Авторами исследованы направления зелёных инвестиций добывающих компаний. Несмотря

ШАВИНА Евгения Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры политической экономики и истории экономической науки ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова». Адрес: Российская Федерация, г. Москва, 117997, Стремянный пер., 36. E-mail: evgeniyashavina@gmail.com. SPIN-код: 7310-5921. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0043-5974>.

ПРОКОФЬЕВ Виктор Анатольевич, магистр ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина». Адрес: Российская Федерация, г. Москва, 119991, Ленинский просп., 65, корп. 1. E-mail: ghjr12@mail.ru. SPIN-код: 1430-7719.

Ключевые слова: энергетический баланс, возобновляемые источники энергии, зелёные инвестиции, технологии CCUS, гибридные механизмы, децентрализованная генерация, аккумуляторы, имидж компаний.

на осознание серьёзности климатической повестки, компании инвестируют всего 3–5% бюджета в чистые технологии. Опыт зарубежных компаний свидетельствует об использовании ВИЭ исключительно для собственных нужд энергопотребления, удалённых от централизованных систем снабжения объектов. Вместе с тем было определено, что проекты ВИЭ в зависимости от размера окупаются за 10–15 лет. Кроме этого, набирают популярность гибридные механизмы, сочетающие элементы ВИЭ и традиционной дизельной генерации. Уже апробируются технологии, сочетающие солнечные/ветровые электростанции и аккумулирующие мощности. Разработки в области ВИЭ позволяют снизить их стоимость, что, в конечном итоге, влияет на эффект масштаба в распространении чистой и доступной энергии.

Введение

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей народного хозяйства, определяет основные направления внешнеэкономической деятельности и способствует экономическому объединению стран. В связи с этим эффективное развитие энергетики является основой устойчивого мирового развития.

Перед мировым сообществом в последнее двадцатилетие остро встала угроза глобального изменения климата (преимущественно за счёт излишней эмиссии CO_2), а также проблема ограниченности традиционных энергоресурсов из углеводородного сырья. Одно время был сделан упор на развитие атомной энергетики, и сейчас её доля в производстве электроэнергии достаточно велика. В 2019 г. доля в мировой генерации составила 5%. Однако крупные техногенные аварии и угроза радиации являются сдерживающим фактором в развитии атомной энергетики. Именно поэтому произошла переориентация в пользу экологически чистой возобновляемой энергии.

Солнце, геотермальные источники, ветер и биотопливо относятся к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ). По данным Международного энергетического агентства, с 2012 по 2020 г. доля ВИЭ возросла с 5 до 15% мирового производства электроэнергии (с 1050 до 2604 Mtoe) [IEA, 2020a: 105–110]. Привлекательность ВИЭ обусловлена не только экологичностью, но и рядом других причин. В частности, сильная энергозависимость от углеводородов скандинавских стран, таких как Швеция и Дания, которые не имеют столь существенных запасов, как, например, Россия, стали «капитанами» в развитии альтернативных источников энергии. Преимущество ВИЭ заключается в том, что вырабатываемая электроэнергия становится почти бесплатной при достижении срока окупаемости. Однако возобновляемые источники энергии характеризуются неустойчивыми государственными субсидиями и отсутствием возможности работы в базовом режиме электропотребления. Поэтому безусловной истиной остаётся тот факт, что углеводородная энергетика была и будет востребована.

Развитие возобновляемых источников энергии в региональном разрезе

Вызванное переходом на ВИЭ падение загрузки тепловых электростанций послужило причиной развития законодательства в европейских странах в сторону внедрения рынка мощности, который позволит традиционной генерации получать плату не за выработку, а за готовность к работе, для того чтобы покрывать условно постоянные издержки.

Программа «20—20—20» Европейского союза подразумевала доведение доли ВИЭ в потреблении энергии до 20% к 2020 г. В октябре 2013 г. Европейская комиссия подготовила подробный отчёт о затратах на субсидии для энергетики в 28 странах. Согласно докладу, в 2012 г. ветряные и солнечные электростанции получили субсидии на 10,1 и 14,4 млрд евро соответственно, а производители гидроэнергетики и энергии из биомассы — по 5,2 и 8,3 млрд евро. Для сравнения, Китай к 2020 году повысил долю ВИЭ до 15%, Египет — до 10%.

Китайское правительство уделяет особое внимание этому энергетическому сектору. Так, согласно Энергетической стратегии на 2014—2020 гг., доля возобновляемых источников энергии в национальном энергетическом балансе страны должна была увеличиться до 15% в 2020 г. К слову, в 2015 г. она составляла уже 12%. Китай обладает одним из крупнейших в мире потенциалом для производства солнечной и ветровой энергии. Ещё в 2016 г. Китай обогнал США по использованию возобновляемых источников энергии (20% от общемирового показателя). Олицетворением успешного развития солнечной энергетики в Китае является восточная провинция Цзянсу, в которой работает более 160 предприятий, занимающихся производством солнечного электрооборудования, а также получением электроэнергии и тепла из солнечного излучения.

В 2016 г. на долю Китая приходилось 28,9% мирового производства гидроэнергии. Китай произвёл столько же гидроэнергии, сколько Канада, Соединённые Штаты, Бразилия и Российская Федерация вместе взятые. Все эти страны наравне с Китаем находятся в списке стран — лидеров по производству гидроэнергетики. Наиболее ярким примером развития гидроэнергетики в Китае является крупнейшая в мире гидроэлектростанция «Три ущелья» мощностью 22,5 млн кВт. Однако помимо экономических выгод от эксплуатации гидроэлектростанции такого уровня не следует забывать о наличии ряда экологических последствий, таких как эрозия русла рек, повышенная сейсмическая опасность, ухудшение качества воды, разрушение берегов водохранилищ и многих других.

Россия старается не отставать от передовых стран в развитии ВИЭ: в частности, весной 2013 г. Правительство РФ запустило программу поддержки зелёной энергетики, которая включала в себя комплект постанов-

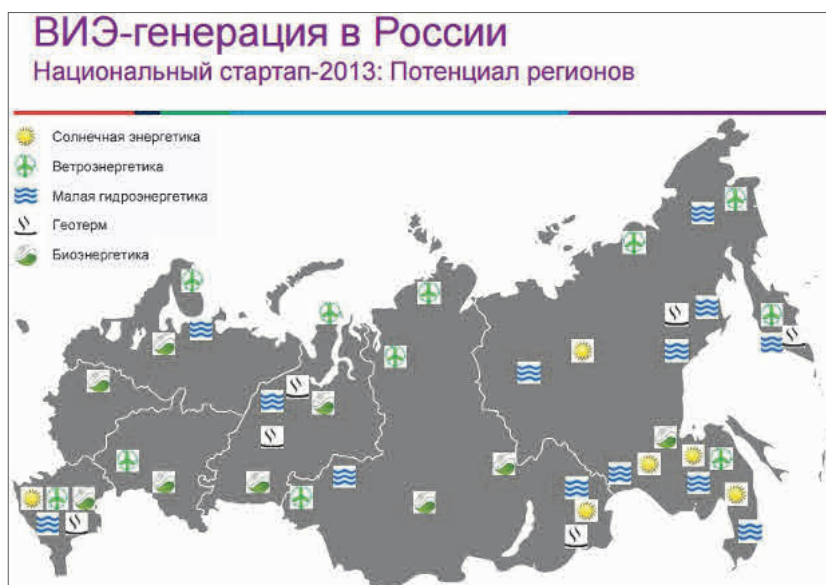


Рис. 1. Регионы потенциальной/фактической ВИЭ-генерации в России¹

Источник: [Руснано, 2013]

лений о механизмах стимулирования ВИЭ на оптовом рынке. В результате реализации этой программы:

- был принят отбор инвесторов ВИЭ-объектов на основе конкурса (организуется *NREL*, НП «Совет рынка», Ассоциация солнечной энергетики России, Российское энергетическое агентство);
- установлен целевой уровень локализации объектов ВИЭ на период 2014–2020 гг.;
- определён необходимый объём мощностей ВИЭ (ветряных, солнечных и других) [Постановление Правительства РФ, 2013].

К концу 2020 г., по разным оценкам, в стране действовало около 1,5 ГВт солнечных станций, 3,6 ГВт ветряков и 900 МВт малых ГЭС. Экономический потенциал ВИЭ составляет около 25%, т. е. около четверти всей необходимой энергии РФ может получать из возобновляемых источников (рис. 1).

Совокупная электрическая мощность России оценивается в 200 ГВт. По сценарию Энергетической революции Гринпис, до 2040 г. мощность ВИЭ-генерации может возрасти до 40 ГВт, в том числе ветростанций –

¹ Руснано. Российская возобновляемая энергетика: Национальный стартап – 2013, 2013 // http://www.rusnano.com/upload/images/sitefiles/files/Presentation_Energy_Efficiency_ENES2013.pdf, дата обращения 01.02.2021.

на 20 ГВт, теплоэлектростанций на основе биомассы — на 13 ГВт, остальных источников — на 7 ГВт. Планируется, что электростанции на основе ВИЭ смогут производить до 13% совокупной электроэнергии [Энергетическая революция, 2019]².

Зелёные инвестиции нефтегазовых компаний

Интересен опыт применения ВИЭ добывающими компаниями. Профессор экономики Университета нефти и минеральных ресурсов короля Фахада в Саудовской Аравии М. Дж. Пикл написал в ноябре 2019 г. доклад, в котором обсуждался вопрос о том, превращаются ли нефтяные компании в энергетические компании. В своей книге под названием «Стратегии нефтяных компаний на основе возобновляемых источников энергии. От нефти к энергии?» он подчеркнул, что ветер и солнечная энергия принимают всё более важную роль в энергетической отрасли и что нефтяные компании «прогрессивно позиционируют себя готовыми к энергопереходу» [Murray, 2020].

На волне декарбонизации нефтегазовые компании активно «озеленяют» свои активы: они покупают мощности по генерации энергии за счёт ВИЭ, вкладывают в технологии производства биотоплива, ужесточают контроль за выбросами метана, делают ставку на технологии улавливания CO₂ и его последующей закачки в пласт [Спрос и межтопливная конкуренция..., 2015: 38—48]. Крупные компании чаще всего рассматривают несколько инструментов одновременно, осуществляя так называемые зелёные инвестиции. Несмотря на понимание серьёзности проблемы изменения климата и следование целям устойчивого развития, крупнейшие нефтегазовые компании *BP*, *Shell*, *Chevron*, *Total*, *Eni* и *Exxon* потратили всего от 3 до 5% своего совокупного бюджета на зелёные энергетические проекты в 2019 г.

BP стала первым нефтяным гигантом, который в 1980 г. инвестировал значительный капитал в возобновляемую энергетику (ветровую и солнечную). После инцидента с разливом нефти *Deep Water Horizon* в Мексиканском заливе в 2010 г. *BP* закрыла большую часть своих инвестиционных проектов в зелёную энергетику, которые, как считается, стоили от 8 до 10 млрд долл. Но компания по-прежнему имеет более 2200 ГВт ветровых мощностей в США и начала реинвестировать в возобновляемые источники энергии в последние годы. Она потратила 200 млн долл. в 2017 г. на приобретение 43% акций компании *Lightsource* (после ребрендинга *Lightsource BP*), которая является крупнейшим производителем энергии на основе солнца в Европе. В 2018 г. фирма реализовала три инвестиционных проекта, чтобы подготовиться к низкоуглеродному будущему:

² Энергетическая революция. Энергетический сценарий для стран с переходной экономикой, 2019 // <http://surl.li/onhh>, дата обращения 01.02.2021.

1) 20 млн долл. было вложено в *StoreDot* — израильский разработчик быстрозаряжающихся батарей;

2) 5 млн долл. *BP* инвестировала в американскую компанию *FreeWire*, которая производит инфраструктуру быстрой зарядки электромобилей;

3) 160 млн долл. было потрачено на приобретение *Chargemaster* — ведущей сети зарядных пунктов в Великобритании. Это позволило нефтяной компании объединить сеть зарядных пунктов *Chargemaster* с 1200 автозаправочными станциями.

Крупнейшая нефтегазовая компания Европы *Royal Dutch Shell* в 2019 г. заявила о планах к 2050 г. сократить чистые выбросы углекислого газа в 2 раза по сравнению с уровнем 2016 г. *Barclays* оценил необходимый объём инвестиций для достижения цели *Shell* в 180 млрд долл. [Rainforth, 2019]. Сама компания свои капиталовложения в зелёную энергетику оценивает в 1–2 млрд долл. в год при общем объёме годовых инвестиций 25–30 млрд. В компании разработана и реализуется стратегия «Новая энергия», которая охватывает несколько областей, включая электричество, ветер и солнечную энергию, зарядку электромобилей, а также инициативы по поощрению принятия водородных топливных элементов электрических транспортных средств.

В 2016 г. компания потратила 2 млрд долл. на создание низкоуглеродного бизнеса по выработке энергии и электроэнергии. В 2017 г. компания приобрела британского поставщика электроэнергии и газа *First Utility*, а также крупнейшую в Европе компанию по зарядке электромобилей *NewMotion*. В 2018 г. *Shell* купила 44% акций американской *Silicon Ranch*, занимающейся солнечной энергетикой, за 200 млн долл. и осуществила инвестиции в 20 млн долл. в индийскую компанию *Husk Power Systems*, производящую электроэнергию в сельской местности из рисовой шелухи.

Французская компания *Total* планирует инвестировать 500 млн долл. в год в экологически чистые энергетические технологии. Эта цифра составляет около 3% от общего объёма капитальных затрат с планами нарастить долю до 20% в течение ближайших 20 лет. *Total* стремится стать мировым интегрированным лидером в области солнечной энергии. За последние 10 лет компания осуществила ряд стратегических инвестиций, которые включали 1,4 млрд долл. инвестиций на приобретение 60% акций в США солнечной фирмы *SunPower* в 2011 г. *Total* стремится стать мировым интегрированным лидером в области солнечной энергии, имеет 1,6 ГВт мощности и планирует увеличить её до 5 ГВт в течение ближайших пяти лет. В 2016 г. она приобрела французского производителя аккумуляторов *Saft* за 1,1 млрд долл. и купила бельгийскую зелёную электростанцию *Lampiris* за 224 млн долл. *Total* приобрела 74% акций французского ритейлера электроэнергии *Direct Energie* за 1,7 млрд долл. в 2018 г., что вывело компанию вперёд в качестве одного из ведущих поставщиков коммунальных услуг во Франции.

Итальянская компания *Eni* также активно инвестирует в технологии ВИЭ. В 2014 г. компания запустила первую в мире конверсию традиционного нефтеперерабатывающего завода в биоперерабатывающий (*biorefinery*), который производит реактивное топливо, зелёный дизель, зелёную нефть и сжиженный нефтяной газ. С перспективой на рост своих береговых и морских ветровых мощностей *Eni* сформировала партнёрские отношения с базирующейся во Франции *GE Renewable Energy* и норвежской энергетической компанией *Equinor*. Чистые источники энергии играют ключевую роль в корпоративной стратегии фирмы, и она нацелена на поставку 1 ГВт установленной возобновляемой мощности в период с 2018 по 2021 г., инвестируя 1,2 млрд евро (1,3 млрд долл.) с долгосрочной целью достижения 5 ГВт к 2025 г.

Американская *ExxonMobil* — один из трёх мировых лидеров в нефтедобыче — провозгласила курс на снижение выбросов парниковых газов. С 2000 г. компания уже вложила более 9 млрд долл. в зелёные проекты, в том числе в развитие технологий биотоплива и систем улавливания двуокиси углерода (*CCS*). *Exxon* имеет интересы примерно в трети мировых мощностей *CCS* и захватила 6,9 млн т двуокиси углерода для секвестрации (процесса отделения газа от атмосферы) в 2015 г. В 2019 г. компания объявила о планах по разработке технологии для улавливания углерода, которая производит энергию, выделяет и концентрирует CO_2 для хранения, что приводит к потенциальному снижению затрат.

Инвестиции *Chevron* в возобновляемые источники энергии были относительно скудными, и цель перехода к более чистым технологиям не была поставлена. Американская фирма инвестировала в солнечные, ветровые и геотермальные проекты в течение последних 20 лет, но после низкой прибыли основное внимание по-прежнему уделяется её нефтегазовой деятельности. В 2018 г. *Chevron* запустила Фонд будущей энергетики, первоначальный объём которого составил 100 млн долл., отведённых для инвестиций в прорывные технологии, которые сократят выбросы углекислого газа и обеспечат более чистую энергию.

Индонезийская *Pertamina* и китайская *Sinopec* выразили готовность развивать ВИЭ. Национальная компания Омана *PDO* заявила, что до 20% её выручки через 10 лет будет формироваться из новых направлений бизнеса, таких как солнечная и ветряная энергия, а также энергия волн. Зелёные инвестиции *Saudi Aramco* могут составить порядка 50 млрд долл. до 2030 г., или 1,7% от всех инвестиций компании.

Российские компании не отстают в области экологических инициатив. В России нефтегазовые компании реализуют большинство проектов в рамках стратегических партнёрств со специализированными игроками или используют возобновляемые источники для собственных нужд и снижения затрат на электроэнергию. Например, на ямальских проектах ПАО

«НОВАТЭК» использует солнечные панели и ветрогенераторы, а ПАО «НК „Роснефть“» в регионе установило автономную гибридную электростанцию. В Сочи ПАО «НК „Роснефть“» установило на своих АЗС солнечные панели.

ПАО «НК „Роснефть“» называет борьбу с изменениями климата одной из своих приоритетных целей: за пять лет его зелёные инвестиции составили, по собственным данным, более 240 млрд руб. (около 3,2 млрд долл. по курсу на конец октября 2020 г.). В ближайшие пять лет компания намерена вложить в экологические проекты ещё 300 млрд руб. (более 4 млрд долл.). Направления работы: борьба с выбросами парниковых газов и эмиссией углекислого газа, развитие энергоэффективности, повышение производства газа и уровня утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ, высвобождаемого из нефтяных пластов в процессе добычи).

10,9 млрд руб., или 4,56% от общих энергозатрат компании, сэкономило ПАО «НК „Роснефть“» в 2019 г. благодаря программе энергосбережения. Инвестиции в эту программу в 2019 г. составили 2,05 млрд руб. Зелёные инвестиции компании будут направлены на строительство 170 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций до 2035 г.

Специалисты ОАО «ТомскНИПИнефть» совместно со специалистами ООО «СамараНИПИнефть» (входят в корпоративный научно-проектный комплекс ПАО «НК „Роснефть“») оценили экономический потенциал применения ВИЭ для удалённых объектов компании, который оценивается на данной стадии проработки в диапазоне от 150 до 500 млн руб. в ближайшие пять лет³.

Приоритетом для ПАО «НК „Роснефть“» является обеспечение реализации положений стратегии «Роснефть-2022», которая в том числе нацелена на повышение эффективности проектных решений, позволяющих снизить капитальные и эксплуатационные затраты на объекты энергетики. Одним из вариантов решения проблемы электроснабжения удалённых объектов нефтегазодобычи является применение автономных энергоустановок на основе ВИЭ, преобразующих энергию солнца и ветра в электрическую. Специалисты «Роснефти» определили «экономически эффективный радиус» для ряда отдельных региональных зон присутствия компании, расстояние от объекта нефтегазодобычи до ближайшего источника электроэнергии, при котором применение ВИЭ становится экономически выгодным. Для практического подтверждения результатов будут проведены опытно-промышленные испытания (ОПИ) системы электроснабжения на основе ВИЭ с учётом предложений по оптимизации.

³ «Роснефть» расширяет географию использования возобновляемых источников энергии, 2019 // <https://nangs.org/news/renewables/rosnefty-rasshiryaet-geografiyu-ispolyzovaniya-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii>, дата обращения 01.02.2021.

С 2018 г. в России по решению президента РФ начала действовать программа налоговых стимулов для Самотлорского месторождения. Благодаря увеличению объёма инвестиций добычу удалось стабилизировать, снизив темп падения до 1%, обводнённость нефти снизилась до 95%. Лицензия на разработку Самотлорского месторождения продлена до 2038 г., а проектом предусмотрена его дальнейшая разработка вплоть до 2099 г. На данном месторождении целесообразно рассмотреть вопрос использования солнечных панелей для целей добычи.

Проекты ВИЭ пока менее рентабельны, чем инвестиции в нефть и газ, и нефтегазовые компании пытаются увеличить доходность за счёт эффекта масштаба, разработки новых технологий и привлечения проектного финансирования. В долгосрочном плане инвестиции в ВИЭ должны сделать их более устойчивыми [Каткова, 2020].

Отметим, что помимо преимуществ синергии с основным бизнесом нефтегазовые компании имеют возможность использовать наработанный опыт управления капитальными проектами строительства, а также подходы к работе в сложных климатических условиях.

В России развитие рынка ВИЭ ограничено низким уровнем мер государственной поддержки и рентабельности проектов. Однако существует потенциал реализации проектов ВИЭ в зонах децентрализованной электрификации. Нефтегазовые компании могут стать частью становления рынка в России при условии снятия или ослабления регуляторных барьеров, ограничивающих их в одновременной генерации и сбыте, а также участвовать в проектах за рубежом.

Участие в проектах ВИЭ самостоятельно или в рамках стратегических партнёрств позволит усилить имиджевую составляющую российских нефтегазовых компаний на мировом рынке, а также создать технологическую базу для соответствия требованиям изменяющегося баланса энергопотребления. Далее рассмотрим опыт применения ВИЭ в не менее энергоёмком угледобывающем производстве.

Опыт горнодобывающих компаний в осуществлении проектов ВИЭ

Затраты на электроэнергию являются одними из самых больших расходов для горнодобывающих компаний, что составляет около 30% от общих денежных эксплуатационных расходов, поэтому эффект от сокращения части потребления энергии может быть значительным. Этот эффект целесообразно оценить на основе чистой стоимости установки, эксплуатации и обслуживания системы электроснабжения ($LCOE$), разделённой на ожидаемый срок службы электроэнергии, обычно измеряемой в долл/МВт.

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (*IRENA*) прогнозирует, что стоимость электроэнергии от солнечных и ве-

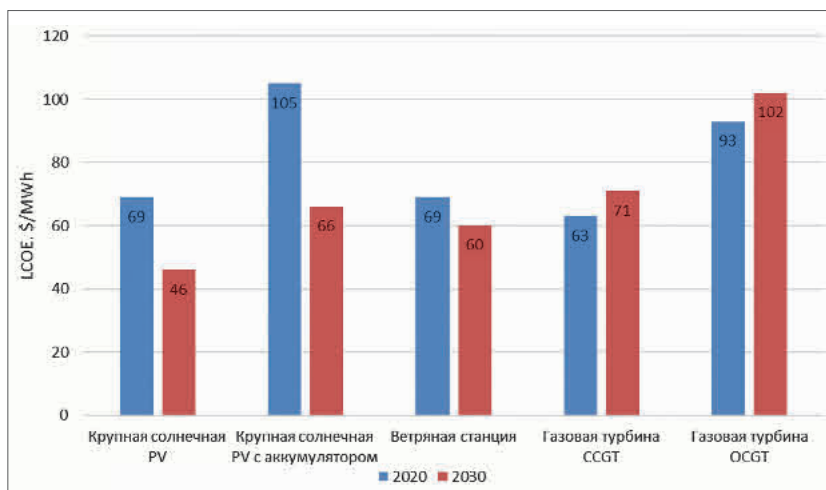


Рис. 2. Стоимость установки и эксплуатации электростанций в расчёте на МВт в мире в 2020 и 2030 гг., долл./МВт·ч

Составлено автором по Independent Review..., 2017: 104

тровых энергетических технологий может сократиться с 26 до 59% в период с 2020 по 2025 г. (рис. 2) [REN21, 2020: 78–80].

Рассмотрим опыт компании *El Toqui Wind Farm* в Чили. Компания изолирована от региональной сетевой системы и занимается производством цинка, свинца, серебра и золота. Из-за высоких затрат, связанных с эксплуатацией пяти дизельных генераторов, она ещё в 2010 г. инвестировала в небольшой ветропарк в качестве дополнительного источника энергии, который был построен и введён в эксплуатацию менее чем за год [El Toqui, 2020]. В 2019 году общая выработка электроэнергии из дизельных, гидравлических и ветропарковых источников на руднике достигла 42,24 ГВт·ч при общей стоимости 6,3 млн долл. Из них ветропарк произвёл 3,4 ГВт·ч электроэнергии при средней стоимости 21,6 долл./МВт, что составляет 8,1% от общего объёма выработки электроэнергии. Это по сравнению со средней стоимостью 254,5 долл./МВт для дизельного поколения. Несмотря на ценовую привлекательность использования возобновляемых источников, многие компании скептически к ним относятся ввиду их надёжности. *El Toqui* данная проблема была решена локализацией ветростанции в горном районе на открытой местности и использованием исключительно для собственных целей, кроме того, компания сохранила резервные углеводородные мощности.

Говоря о возобновляемых источниках энергии, стоит обратить особое внимание на два аспекта их надёжности. Первый связан с эффективностью самой технологии, в то время как второй относится к преодолению скепти-

ческого отношения: «Как быть, когда ветер не дует или солнце не светит?» Жизнеспособность сочетания солнца или ветра с источниками энергии на ископаемом топливе была продемонстрирована различными прототипами, некоторые из которых оказались технически надёжными даже в экстремальных условиях, таких как Арктика [Шавина, Прокофьев, 2020: 99]. В качестве примера можно взять ветропарк *Diavik*. Расположенная на острове в отдалённом субарктическом озере в Северной Канаде ферма мощностью 9,2 МВт является самой северной в мире крупномасштабной гибридной системой ветродизеля [Wind Energy Helps Reduce..., 2013]. Проект был разработан, принадлежит и управляется *Diavik Diamond Mines Inc.*, совместным предприятием *Rio Tinto* и *Harry Winston Diamond*. Целями его создания были диверсификация энергоснабжения, снижение расходов на топливо, ограничение выбросов углекислого газа и социальная миссия компании. Последняя цель, возможно, будет достигнута путём безвозмездной сдачи фермы местным жителям Северо-Западных территорий после закрытия шахты примерно в 2023 г. Для того чтобы выдержать суровый субарктический климат, ветровые турбины были специально разработаны с опорой на канадский опыт в технологии холодного ветра и продемонстрированы для работы при температурах до -40°C , превысив промышленный стандарт -30°C .

Горнодобывающие компании используют ВИЭ для собственных нужд в небольших объёмах, поскольку существующие механизмы для них непривлекательны. Многие горнодобывающие компании не хотят вкладывать собственный капитал для покрытия крупных первоначальных расходов или брать на себя обязательства по долгосрочным соглашениям о покупке электроэнергии (*Power purchase agreement – PPA*), которые соответствуют физическому сроку службы возобновляемых активов 20–30 лет. Инвесторы, разработчики, отраслевые ассоциации и правительства стран реагируют на это, предлагая индивидуальные финансовые решения и краткосрочные РРА. Поэтому целесообразно рассмотреть такие направления масштабирования ВИЭ, как децентрализованная генерация в регионах, не подключённых к единой системе электроснабжения, и развитие гибридных систем, включая аккумуляторы энергии.

Децентрализованная генерация электроэнергии

Около 40 субъектов РФ не имеют собственных нефтеперерабатывающих мощностей, в них более 1000 населённых пунктов не имеют доступа к централизованной системе газо- и электроснабжения, в связи с чем потребность в энергии может быть замещена ВИЭ.

Исследование [*Supporting Renewables’...*, 2015: 1024–1036] основывается на наблюдении за тем, что вблизи горных районов ирригационные пло-

тины часто покрывают различные потребности, не связанные с энергетикой (например, в орошении, питьевой воде). Преобразование этих плотин в объекты мелкомасштабной гидроэнергетики (ГЭС на малых реках) может иметь двоякий эффект: это может увеличить местный энергетический портфель с использованием возобновляемых источников энергии, которые можно регулировать и которыми можно управлять [Энергетический напор, 2020]. Кроме того, гидроэнергетика может обеспечить дополнительную гибкость местной системы и через эксплуатацию водохранилища, с тем чтобы обеспечить подключение дополнительных солнечных фотоэлектрических мощностей. Разработанный методологический подход был опробован в отдалённых населённых пунктах горной Греции, где плотина, заполняемая землёй, обеспечивает оросительную воду. Результаты показывают значительное увеличение проникновения возобновляемых источников энергии и расширение автономности их генерации на удалённых территориях.

В России, например, на Камчатке доля производства электрической энергии Мутновскими геотермальными станциями в общем балансе ЦЭУ Камчатского края находится в пределах 27–30% [Геотерм, 2018]. Однако по-прежнему значительную долю составляет генерация ТЭС, в результате величина ночных разгрузок турбоагрегатов Мутновских ГеоЭС составляет свыше 60% от их установленной мощности, из-за чего в среднем за год теряется 12,3% геотермального пара [Dunikov, 2018: 738–741]. Томаров Г. В. с коллегами предложили снизить потери пара, возникающие из-за диспетчерского регулирования, за счёт бинарных технологий [Повышение эффективности..., 2016: 34–35].

Но актуальными являются вопросы эффективного хранения электроэнергии, а также экологичности производства аккумуляторов и их последующей утилизации.

Мощности по хранению энергии

По оценкам ведущих инвестиционных банков, для снижения мирового потребления нефти всего на 2% к 2035 году необходимо будет построить в 2020–2030 гг. предприятия по выпуску аккумуляторов мощностью производства более 500 ГВт·ч аккумуляторного заряда. При этом запланированные к вводу до 2020 года мощности не превышают 35 ГВт·ч, т. е. требуется 15-кратное увеличение мощностей [Gatti, 2020].

Производство аккумуляторов в таких масштабах будет требовать принципиально других объёмов потребления никеля, лития, кобальта. Основным поставщиком того же кобальта, одного из ключевых компонентов аккумуляторов на рынке электромобилей, будет Демократическая Республика Конго (более 50% мирового производства и запасов). Вопрос для об-

суждения: энергобезопасность развитых стран увеличится или уменьшится при переносе принятия решений в новые географии в сравнении с сегодняшней распределённой моделью принятия решений [Kavanagh, 2020].

Tesla в партнёрстве с французской аккумуляторной компанией *Neoen* строит крупнейшую в мире литий-ионную батарею в Южной Австралии, регионе со значительной горнодобывающей деятельностью, чтобы помочь государству решить проблемы энергетической надёжности [Campbell, 2017]. Аккумуляторная ферма *PowerPack* будет хранить энергию с третьей ступени ветропарка *Hornsedale* и сможет обеспечить 129 МВт·ч энергии в регионе для балансировки нагрузки и поставки аварийной резервной мощности.

На 2016 г. установленная мощность систем хранения энергии составляла только 3% (150 ГВт) от общего количества мировых генерирующих мощностей, при этом 95% приходится на гидроаккумулирующие станции [IEA, 2020b: 55–70].

Исследовательский интерес представляют также гибридные решения. Так, медный рудник *DeGrussa* компании *Sandfire Resources* в Западной Австралии начал свою работу в 2016 г. с крупнейшим на сегодняшний день проектом комбинированной солнечной батареи и аккумулятора энергии [Crespo, 2016]. Проект стоимостью 40 млн долл. был профинансирован Корпорацией по финансированию чистой энергии и частично за счёт гранта Австралийского агентства по возобновляемым источникам энергии.

С технической стороны разработчики также предлагают добывающим компаниям большую гибкость. Например, некоторые из них прототипируют мобильные возобновляемые решения, которые могут быть демонтированы и перемещены на другие объекты после закрытия шахты. Например, австралийское подразделение британской строительной компании *Laing O'Rourke* первоначально разработало модульную солнечную батарею, чтобы сократить расходы на дизельное топливо на собственных удалённых строительных площадках [Vorrath, 2017]. Основываясь на своём первоначальном успехе, компания создала дочернюю компанию *SunSHIFT*, которая при поддержке Австралийской ассоциации возобновляемых источников энергии продвигает на рынке электроэнергии мобильные энергоустановки и беспроводную передачу энергии.

Во многих случаях разработчики также готовы работать с коммерческими и промышленными клиентами, такими как горнодобывающие компании, для создания инновационных индивидуальных решений, таких как солнечная тепловая энергетическая система по заказу *Perthbased Agrimin Limited* для её проекта по добыче калия в Западной Австралии. Завод будет использоваться для нагрева воды, которая является ключевой частью переработки удобрений [Fitzgerald, 2017].

В качестве универсального вторичного энергоносителя может рассматриваться набирающий популярность водород. Он может играть ключевую

роль в долгосрочном и сезонном хранении электроэнергии в сетях, использующих в основном локальные возобновляемые источники энергии и местное сырьё [Andrews, Shabani, 2012: 1190–1203]. Один из наиболее перспективных путей развития водородной энергетики связан с использованием водорода, произведённого электролизом, в качестве аккумулятора энергии ВИЭ. При этом всё большую популярность приобретает технология *Power-to-Gas (P2G)*, основанная на добавлении водорода в природный газ с целью использования существующей газовой инфраструктуры для хранения и транспортировки водорода [Gahleitner, 2013: 2050–2061].

Эффективным инструментом в области хранения энергии являются хранилища CO_2 . В настоящий момент двуокись углерода непосредственно используется в пищевой, сталелитейной, химической промышленности. Вместе с тем можно использовать углекислый газ для выработки метана в обратной реакции или использовать энергию от его нагнетания в газовых турбинах. Пока данные технологии находятся на начальной стадии развития и являются высокзатратными [Прокофьев, 2020: 317–322].

Заключение

По итогам исследования можно сделать вывод, что энергетическим компаниям следует развивать направления деятельности, связанные с альтернативными источниками энергии. Перевод всё большего количества мощностей на использование ВИЭ может способствовать не только сокращению затрат, но и повышению репутации.

Добывающие предприятия (угольные, нефтегазовые) имеют возможность снизить затраты на энергию до 25% на существующих объектах и на 50% на новых в рамках эффективной программы управления энергией. Экономический эффект от использования ими ВИЭ в зависимости, например, от размера электростанций может составить от 1 до 10 млрд долл., при этом средняя окупаемость проектов составит от 5 до 15 лет. Помимо экономии средств компании получают возможность сокращения выбросов и выполнения социальных обязательств.

Для работников ВИЭ решают вопросы здоровья и безопасности за счёт большей автоматизации, что в итоге способствует следованию компании целям устойчивого развития.

В целом можно сказать, что энергия на основе ВИЭ должна стать повседневной практикой всех добывающих компаний. Помимо экономической эффективности достигается важный экологический эффект и связанный с ним социальный, поскольку в будущем эту энергию можно будет внедрить в местные энергосистемы. Несомненным плюсом использования ВИЭ для энергетических компаний является отсутствие непредсказуемого колебания цен, которое имеет место в нефтегазовом секторе. Данный мо-

мент является положительным для нефтяных спекулянтов, но не для производящих компаний и населения. С другой стороны, компании получают осознанный механизм дифференцированных цен в зависимости от сезона, светового дня и т. д.

Список литературы

Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» // <http://base.garant.ru/70388616/#help#ixzz4NFn8ssJv>, дата обращения 01.02.2021.

Митрова Т. А., Кулагин В. А. Мельникова С. И., Грушевенко Д. А., Грушевенко Е. В., 2015. Спрос и межтопливная конкуренция на европейском нефтегазовом рынке // Энергетическая политика. № 5. С. 38–48.

Прокофьев В. А., 2020. Инновационная активность нефтегазового комплекса // Сборник трудов 74-й Международной молодёжной научной конференции «Нефть и газ – 2020». М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина. С. 317–322.

Томаров Г. В., Шипков А. А., Никольский А. И., Семенов В. Н., 2016. Повышение эффективности использования геотермальных ресурсов на основе применения комбинированного энергоблока с бинарной установкой на сбросном сепарате Мутновской ГеоЭС // Теплоэнергетика. № 6. С. 31–35.

Шавина Е. В., Прокофьев В. А., 2020. Потенциал развития арктических регионов России // Геоэкономика энергетики. Т. 10. № 2. С. 96–116.

Patsialis Th., Kougias I., Kazakis N., Theodossiou N., Droege P., 2016. Supporting Renewables' Penetration in Remote Areasthrough the Transformation of Non-Powered // Dams. Energies. 9. 1054. P. 1024–1036. DOI: 10.3390/en9121054.

Andrews J., Shabani B., 2012. Re-envisioning the role of hydrogen in a sustainable energy economy // International Journal of Hydrogen Energy. Т. 37. № 2. P. 1184–1203.

Dunikov D. O., 2018. Cycle improvement and hydrogen steam superheating at Mutnovsky geothermal power plant // Case Studies in Thermal Engineering. Т. 12. P. 736–741.

Gahleitner G., 2013. Hydrogen from renewable electricity: An international review of power-to-gas pilot plants for stationary applications // International Journal of Hydrogen Energy. Т. 38. № 5. P. 2039–2061.

Алиев Т., Грищенко Н., Кияшко Р., 2020. Энергичный напор // Российская газета. Экономика Северного Кавказа. № 264 (8318) // <https://rg.ru/2020/11/24/reg-skfo/v-skfo-realizuiut-piat-proektov-malyh-ges-moshchnosti-70-megavatt.html>, дата обращения 01.02.2020.

Ермоленко Г. В., 2017. Анализ деятельности ведущих нефтегазовых компаний в области возобновляемой энергетики // ВШЭ // <http://surl.li/pxsl>, дата обращения 01.02.2021.

Каткова Е., 2020. Почему нефтегазовые корпорации переходят на зелёные технологии. // Ведомости // <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2020/10/30/845036-neitralnie-uglevodorodi>, дата обращения 01.02.2021.

Усов А., 2019. Возобновляемые источники энергии как новый шаг развития для нефтегазовых компаний // KPMG // <https://home.kpmg/ru/ru/home/insights/2019/12/renewable-energy-sources-for-oil-and-gas.html>, дата обращения 01.02.2021.

Campbell S., 2017. All the details on Tesla's giant Australian battery // <https://www.gizmodo.com.au/2017/07/all-the-details-on-teslas-giant-australian-battery/>, дата обращения 01.02.2021.

Cormak D., Wood M., Swart A., Davidse A., 2017. Renewables in Mining // Deloitte. Though Leadership Series. Vol. 2 // <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/gx-renewables-in-mining-final-report-for-web.pdf>, дата обращения 01.02.2021.

Crespo P., 2016. Australia's largest off grid array reaches full operation // <http://energyandmines.com/2016/06/australias-largest-offgrid-array-reaches-full-operation/>, дата обращения 01.02.2021.

Fitzgerald B., 2017. Solar thermal energy to power remote potash mine in western Australia // <http://www.abc.net.au/news/rural/2017-03-28/agrimin-potash-mineaims-for-70-per-cent-solar/8391136>, дата обращения 01.02.2021.

Gatti D., 2020. Redox Flow Batteries 2020–2030: Forecasts, Challenges, Opportunities: Technical and market analysis of Vanadium, Organic, and earth abundant flow batteries, from residential to grid scale applications // <https://www.idtechex.com/en/research-report/redox-flow-batteries-2020-2030-forecasts-challenges-opportunities/723>, дата обращения 01.02.2021.

Kavanagh Th., 2020. Battery recycling // Argus Media // <https://www.argusmedia.com/ru/news/2157581-battery-recycled-materials-to-srpass-mining-by-2035?backToResults=true>, дата обращения 01.02.2021.

Lewis B., 2017. Miners increase green energy use to power their pits // <http://www.reuters.com/article/us-miners-climat-echange-renewables-idUSKCN18C28B>, дата обращения 01.02.2021.

Murray J., 2020. How the six major oil companies have invested in renewable energy projects // NS Energy // <https://www.nsenergybusiness.com/features/oil-companies-renewable-energy/>, дата обращения 01.02.2021.

Rainforth L., 2019. Oil in 3D: the demand // <https://www.investmentbank.barclays.com/content/dam/barclaysmicrosites/ibpublic/documents/our-insights/oil/oil-in-3d.pdf>, дата обращения 01.02.2021.

Ritchie H., Roser M., 2017. Renewable Energy // <https://ourworldindata.org/renewable-energy>, дата обращения 01.02.2021.

Vorrath S., 2017. «Mobile Solar» Plants to Challenge Diesel for Use in Mines // <https://onestepoffthegrid.com.au/mobile-solar-plants-challenge-diesel-use-mines-construction-sites/>, дата обращения 01.02.2021.

АО «Геотерм», 2018. Раскрытие информации: годовые отчёты // <http://www.geotherm.rushydro.ru/disclosure/annual-reports/>, дата обращения 01.02.2021.

Руснано. Российская возобновляемая энергетика: Национальный стартап – 2013, 2013 // http://www.rusnano.com/upload/images/sitefiles/files/Presentation_Energy_Efficiency_ENES2013.pdf, дата обращения 01.02.2021.

Энергетическая революция. Энергетический сценарий для стран с переходной экономикой, 2019 // <http://surl.li/onhh>, дата обращения 01.02.2021.

«Роснефть» расширяет географию использования возобновляемых источников энергии, 2019 // <https://nangs.org/news/renewables/rosneft-rasshiryat-geografiyu-ispolyzovaniya-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii>, дата обращения 01.02.2021.

El Toqui Wind Farm, Chile, South America // <http://www.vergnet.com/project/chile-el-toqui/>, дата обращения 01.02.2021.

IEA, 2020a, World Energy Outlook 2020 // <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>, дата обращения 01.02.2021.

IEA, 2020b. Renewables 2020 Analysis and forecast to 2025 // https://fuelsdigest.com/wp-content/uploads/2020/11/renewables_2020-pdf.pdf, дата обращения 01.02.2021.

Independent Review into the Future Security of the National Electricity Market, 2017 // <https://www.energy.gov.au/sites/default/files/independent-review-future-nem-blueprint-for-the-future-2017.pdf>, дата обращения 01.02.2021.

REN21, 2020 // <https://www.ren21.net/gsr-2020/>, дата обращения 01.02.2021.

Wind Energy Helps Reduce Carbon Footprint, Canadian Wind Energy Association (CanWEA), 2013 // <https://canwea.ca/wp-content/uploads/2013/12/canwea-casestudy-DiavikMine-e-web2.pdf>, дата обращения 01.02.2021.

EUGENIA V. SHAVINA,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Political Economy and History, Plekhanov Russian University of Economics.

E-mail: evgeniyashavina@gmail.com

Address: 36, Stremyanny lane, Moscow, 117997, Russian Federation

SPIN-code: 7310-5921

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0043-5974>

VIKTOR A. PROKOF'EV,

Master's Degree Student of National university of Oil and Gas (Gubkin University).

Address: 65, Leninsky Ave., Moscow, 119991, Russian Federation.

E-mail: ghjr12@mail.ru

SPIN-code: 1430-7719

RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE PROJECT PORTFOLIO OF EXTRACTIVE COMPANIES

DOI: 10.48137/2687-0703_2021_13_1_67

Received: 15.02.2021.

For citation: *Shavina E., Prokof'ev V., 2021. Renewable Energy Sources in The Project Portfolio of Extractive Companies. – Geoeconomics of Energetics. № 1 (13). P. 67–87. DOI: 10.48137/2687-0703_2021_13_1_67*

Keywords: energy balance, renewable energy, green investments, CCUS technologies, hybrid mechanisms, decentralized generation, batteries, image of companies.

Abstract

International oil and gas companies are increasingly becoming active participants in the renewable energy market (RES) as part of the implementation of the energy transition strategy. Basically, companies pursue the goal of diversifying their activities and increasing sustainability both in the short and long term in the context of the changing environment in the global energy market. Russian oil and gas companies do not yet set themselves the task of actively developing renewable energy sources as a separate line of business. The renewable energy projects in which they participate are mainly aimed at meeting the needs for electricity in the framework of their core activities. At the same time, oil and gas companies could position themselves not only as consumers of «green» energy, but also as active market participants in the early stages of its development. The authors investigated the directions of «green» investments of extractive companies. Despite realizing the seriousness of the climate agenda, companies invest only 3–5%

of the budget in clean technologies. The experience of foreign companies testifies to the use of renewable energy sources exclusively for their own energy consumption needs at facilities remote from centralized supply systems. At the same time, it was determined that renewable energy projects, depending on the size, pay off in 10–15 years. In addition, hybrid mechanisms are gaining popularity, combining elements of renewable energy sources and traditional diesel generation. Technologies combining solar/wind power plants and storage capacities are already being tested. Development in the field of renewable energy allows to reduce their cost, which ultimately affects the economies of scale in the dissemination of clean and affordable energy.

References

Resolution of the Russian Government of May 28, 2013 № 449 «On the mechanism to stimulate the use of renewable energy sources in the wholesale market of electric energy and power» // <http://base.garant.ru/70388616/#help#ixzz4NFn8ssJv>, accessed 01.02.2021. (In Russ.)

Mitrova T. A., Kulagin V. A., Melnikova S. I., Grushevenko D. A., Grushevenko E. V., 2015. Demand and inter-fuel competition in the European oil and gas market // *Energy policy*. № 5. P. 38–48. (In Russ.)

Prokof'ev V. A., 2020. Innovative Activity of the Oil and Gas Complex // *The Work Collection of the 74th International Youth Scientific Conference «Oil and Gas – 2020»*. M.: I. M. Gubkin's RSU Oil and Gas Publishing Center (NIU). P. 317–322. (In Russ.)

Tomarov G. V., Shipkov A. A., Nikolsky A. I., Semenov V. N., 2016. Improving the efficiency of the geothermal resources usage on the basis of the combined power unit with a binary unit at the waste separator of the Mutnovskaya GeoPP // *Heat energy*. № 6. P. 31–35. (In Russ.)

Shavina E. V., Prokof'ev V. A., 2020. The potential for development of Russia's Arctic regions // *Geoeconomics of Energetics*. Vol. 10. № 2. P. 96–116. (In Russ.)

Patsialis Th., Kougias I., Kazakis N., Theodossiou N., Droege P., 2016. Supporting Renewables' Penetration in Remote Areasthrough the Transformation of Non-Powered // *Dams. Energies*. № 9. 1054. P. 1024–1036. DOI: 10.3390/en9121054. (In Eng.)

Andrews J., Shabani B., 2012. Re-envisioning the role of hydrogen in a sustainable energy economy // *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 37. № 2. P. 1184–1203. (In Eng.)

Dunikov D. O., 2018. Cycle improvement and hydrogen steam superheating at Mutnovsky geothermal power plant // *Case Studies in Thermal Engineering*. Vol. 12. P. 736–741. (In Eng.)

Gahleitner G., 2013. Hydrogen from renewable electricity: An international review of power-to-gas pilot plants for stationary applications // *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 38. № 5. P. 2039–2061. (In Eng.)

Aliev T., Grishchenko N., 2020. Energetic pressure // *Russian newspaper. Economy of the North Caucasus*. № 264 (8318) // <https://rg.ru/2020/11/24/reg-skfo/v-skfo->

realizuiut-piat-proektov-malyh-ges-moshchnostiu-70-megavatt.html, accessed 01.02.2020. (In Russ.)

Ermolenko G. V., 2017. Analysis of the activities of leading oil and gas companies in the field of renewable energy // <http://surl.li/pxsl>, accessed 01.02.2020. (In Russ.)

Katkova E., 2020. Why oil and gas corporations are switching to green technologies // <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2020/10/30/845036-neitralnie-uglevodorodi>, accessed 01.02.2020. (In Russ.)

Usov A., 2019. Renewable energy as a new development step for oil and gas companies // KPMG // <https://home.kpmg/ru/ru/home/insights/2019/12/renewable-energy-sources-for-oil-and-gas.html>, accessed 01.02.2021. (In Russ.)

Campbell S., 2017. All the details on Tesla's giant Australian battery // <https://www.gizmodo.com.au/2017/07/all-the-details-on-teslas-giant-australian-battery/>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Cormak D., Wood M., Swart A., Davidse A., 2017. Renewables in Mining // Deloitte. Though Leadership Series. Vol. 2 // <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Energy-and-Resources/gx-renewables-in-mining-final-report-for-web.pdf>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Crespo P., 2016. Australia's largest off grid array reaches full operation // <http://energyandmines.com/2016/06/australias-largest-offgrid-array-reaches-full-operation/>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Fitzgerald B., 2017. Solar thermal energy to power remote potash mine in western Australia // <http://www.abc.net.au/news/rural/2017-03-28/agrimin-potash-mineaims-for-70-per-cent-solar/8391136>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Gatti D., 2020. Redox Flow Batteries 2020–2030: Forecasts, Challenges, Opportunities. Technical and market analysis of Vanadium, Organic, and earth abundant flow batteries, from residential to grid scale applications // <https://www.idtechex.com/en/research-report/redox-flow-batteries-2020-2030-forecasts-challenges-opportunities/723>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Kavanagh Th., 2020. Battery recycling // Argus Media // <https://www.argusmedia.com/ru/news/2157581-battery-recycled-materials-to-surpass-mining-by-2035?backToResults=true>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Lewis B., 2017. Miners increase green energy use to power their pits // Reuters. 2017. May 16 // <http://www.reuters.com/article/us-miners-climat-echange-renewables-idUSKCN18C28B>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Murray J., 2020. How the six major oil companies have invested in renewable energy projects // NS Energy // <https://www.nsenergybusiness.com/features/oil-companies-renewable-energy/>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Rainforth L., 2019. Oil in 3D: the demand // Barclays // <https://www.investmentbank.barclays.com/content/dam/barclaysmicrosites/ibpublic/documents/our-insights/oil/oil-in-3d.pdf>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Ritchie H., 2017. Renewable Energy // OurWorldInData // <https://ourworldindata.org/renewable-energy>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Vorrath S., 2017. Mobile Solar Plants to Challenge Diesel for Use in Mines, Construction Sites // One Step Off the Grid. 2017. April 20 // <https://onestepoffthegrid.com.au/mobile-solar-plants-challenge-diesel-use-mines-construction-sites/>, accessed 01.02.2021 (In Eng.)

Geotherm JSC. 2018. Geotherm. Disclosure: Annual Reports <http://www.geotherm.rushydro.ru/disclosure/annual-reports/>, accessed: 01.02.2021. (In Russ.)

Rusnano. Russian Renewable Energy: National Startup – 2013, 2013 // http://www.rusnano.com/upload/images/sitefiles/files/Presentation_Energy_Efficiency_ENES2013.pdf, accessed 01.02.2021. (In Russ.)

The energy revolution. Energy scenario for Transition economies, 2019 // <http://surl.li/onhh>, accessed 01.02.2021. (In Russ.)

Rosneft expands the geography of the use of renewable energy sources, 2019 // <https://nangs.org/news/renewables/rosneft-rasshryaet-geografiyu-ispolzovaniya-vozobnovlyayemyh-istochnikov-energii>, accessed 01.02.2021. (In Russ.)

El Toqui Wind Farm, Chile, South America // <http://www.vergnet.com/project/chile-el-toqui/>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

IEA, 2020a, World Energy Outlook 2020 // <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

IEA, 2020b. Renewables 2020 Analysis and forecast to 2025 // https://fuelsdigest.com/wp-content/uploads/2020/11/renewables_2020-pdf.pdf, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Independent Review into the Future Security of the National Electricity Market, 2017 // <https://www.energy.gov.au/sites/default/files/independent-review-future-nem-blueprint-for-the-future-2017.pdf>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

REN21, 2020 // <https://www.ren21.net/gsr-2020/>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)

Wind Energy Helps Reduce Carbon Footprint, Canadian Wind Energy Association (CanWEA), 2013 // <https://canwea.ca/wp-content/uploads/2013/12/canwea-casestudy-DiavikMine-e-web2.pdf>, accessed 01.02.2021. (In Eng.)