АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

МИФЫ И СКАЗАНИЯ О ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ



АРВЭ – 2022



АЛЕКСЕЙ ЖИХАРЕВ
Директор
Ассоциации развития
возобновляемой
энергетики, партнер
VYGON Consulting

Несмотря на все сложности, вызванные глобальным энергетическим кризисом и напряженной геополитической обстановкой, Россия остается верна цели по достижению углеродной нейтральности к 2060 году. В нашей стране предпринимается все возможное для выполнения поставленных климатических задач. Зеленая энергетика несет в себе значительный резерв по декарбонизации национальной экономики, а потому является неотъемлемой составляющей устойчивого развития нашей страны.

02

К сожалению, в условиях текущего кризиса все чаще и громче звучат голоса скептиков и критиков ВИЭ. Одним из главных контраргументов против развития зеленой энергетики стал постулат о якобы виновности ВИЭ-генерации в энергокризисе и высоких ценах на энергоносители в Европе и других странах мира. При этом важно понимать, что именно резкий рост цен на углеводороды, наблюдаемый за последний год, стал важнейшим стимулом для ускорения развития ВИЭ во всем мире, государства ищут стабильности и устойчивости в энергоснабжении.

Критики развития ВИЭ в России, где основную долю в энергобалансе занимает генерация на основе углеводородов, голословно заявляют о возможности достижения углеродной нейтральности без развития возобновляемой энергетики. Часто критикуется и зависимость отечественной отрасли ВИЭ от импортных материалов и компонентов, что в условиях санкционного давления затрудняет строительство новых электростанций. Не утихают споры и вокруг негативного влияния объектов возобновляемой генерации на окружающую среду и ограниченности полезных ископаемых для производства ВИЭ-оборудования.

Увы, все эти мифы и сказания сопровождают нашу отрасль уже не первый год, вводя в заблуждение лиц, принимающих решения как на уровне государств, так и корпораций, и сдерживая темпы реализации стратегических целей Российской Федерации по достижению углеродной нейтральности.

Ассоциация развития возобновляемой энергетики постаралась собрать основные легенды, на которые ссылаются скептики, предлагающие пересмотреть подходы к энергопереходу. Мы обсудили их с ключевыми стейкхолдерами и экспертами отрасли, провели всесторонний анализ статистических данных, проанализировали отраслевые обзоры и научные изыскания, в том числе ведущих международных экспертных организаций. Результатом этой непростой работы стал информационный буклет, посвященный разрушению мифов.

Уверен, что эта просветительская работа поможет развеять если не все, то многие предубеждения о роли возобновляемой энергетики и приумножит количество сторонников ее развития. Вместе и в согласии мы сможем решить проблему изменения климата.

ЭКСПЕРТЫ



ИРИНА ГАЙДА
эксперт проектного центра по энергопереходу и ESG-принципам, Сколковский институт науки и технологий (Сколтех)



ЕЛЕНА ДУБОВИЦКАЯ
директор Центра устойчивого развития Московской школы управления СКОЛКОВО, кандидат экономических наук



МАКСИМ ДЯКИН
старший консультант VYGON Consulting



АЛЕКСЕЙ ЖИХАРЕВ
директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики, партнер VYGON Consulting



АЛЕКСЕЙ КНИЖНИКОВ
эколог-эксперт



ДМИТРИЙ КОБЫЛКИН
председатель комитета Государственной Думы Федерального Собрания РФ по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды



ФЕДОР ОПАДЧИЙ
председатель правления АО «Системный оператор Единой энергетической системы»



ЕВГЕНИЙ ПЕТРОВ
руководитель Федерального агентства по недропользованию (Роснедра)



ВЛАДИМИР СИДОРОВИЧ
директор информационно-аналитического центра «Новая энергетика», кандидат экономических наук



МАРИЯ СТЕПАНОВА
директор эксперт-бюро «ЭнергиаВита», кандидат экономических наук



МАКСИМ ТИТОВ
исполнительный директор Исследовательского центра энергетической политики и международных отношений (ИЦ ЭНЕРПО), Европейский университет в Санкт-Петербурге



ИГОРЬ ШАХРАЙ
генеральный директор ООО «Юнигрин Энерджи»



МИХАИЛ ЮЛКИН
основатель и генеральный директор ООО «КарбонЛаб», эксперт Международного центра устойчивого энергетического развития под эгидой ЮНЕСКО



ЕВГЕНИЯ ФРАНКЕ
руководитель аналитического отдела АРВЭ, автор



ЛИЛИЯ БАБИЧЕВА
аналитик АРВЭ, автор





ГЕЯ
БОГИНЯ ЗЕМЛИ

МИФ 1

Европа отказывается от зеленых приоритетов развития на фоне энергетического кризиса

«Европейские страны отходят от зеленой политики» — подобные заявления в последнее время часто звучат в СМИ. После энергокризиса 2021 года речи про отказ от энергоперехода стали звучать значительно громче.

РЕАЛЬНОСТЬ

Решение о сдвиге сроков вывода из эксплуатации угольной и атомной генерации было принято исключительно на период действия режима чрезвычайной ситуации в газоснабжении. При этом долгосрочные стратегические цели по объемам ввода генерирующих объектов ВИЭ в ЕС корректируются только в сторону увеличения (рис. 1). Утвержденный в 2018 году целевой показатель доли ВИЭ-генерации в общем объеме энергопотребления к 2030 году, составляющий 32%, в 2021 году в рамках пакета мер Fit for 55 был повышен до 40% (плановая совокупная установленная мощность ВИЭ-генерации — 1 067 ГВт). В мае 2022 года Европейская комиссия (ЕК) опубликовала План по ускорению энергоперехода (REPowerEU)[1] с предложением о повышении целевой доли ВИЭ до 45% (плановая совокупная установленная мощность ВИЭ-генерации — 1 236 ГВт).

Весной 2022 года европейские государства одно за другим стали актуализировать свои энергетические стратегии. Теперь в них фигурируют еще более амбициозные цели по декарбонизации и темпам развития ВИЭ, чем ставились при подписании «Зеленой сделки» (рис. 2). Актуальные обновленные национальные обязательства ЕС по достижению доли выработки электроэнергии за счет ВИЭ-генерации в объеме 63%[2] должны быть обеспечены к 2030 году. При этом ряд стран ЕС планирует к 2030 году почти на 100% перейти на электроэнергию ВИЭ.

Рис. 1. Целевая доля ВИЭ-генерации в структуре потребления первичной энергии в ЕС к 2030 году, %

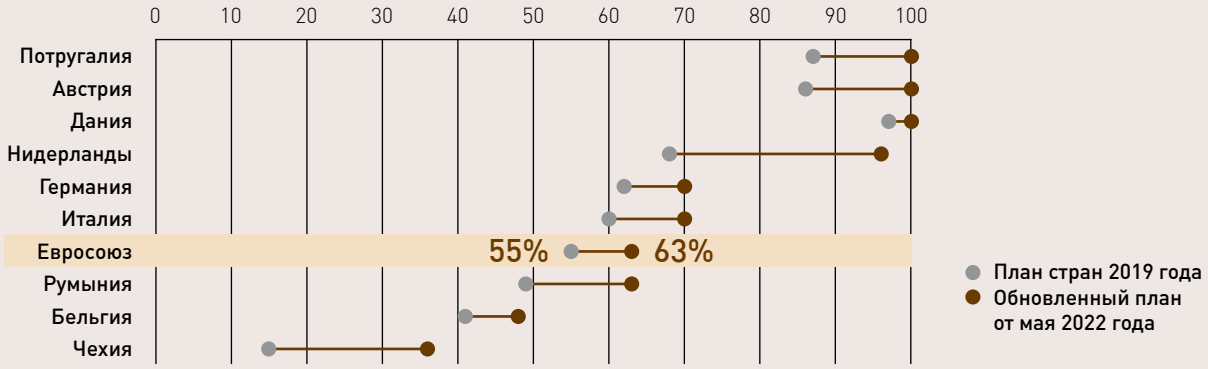


Источник: Европейский парламент, Европейский совет, Европейская комиссия

[1] The European Commission (2022). REPowerEU Plan.

[2] Здесь учтена доля ВИЭ-генерации исключительно в выработке электроэнергии. Показатель потребления первичных энергоресурсов учитывает потребление природного газа, угля, нефтепродуктов, гидроэнергии, атомной энергии и возобновляемых источников энергии в секторах электро- и теплогенерации, транспорте и промышленности.

Рис. 2. Целевая доля ВИЭ в выработке электроэнергии в странах ЕС к 2030 году, %



Источник: Ember, NDC стран



МАРИЯ СТЕПАНОВА

директор эксперт-бюро «ЭнергиаВита», кандидат экономических наук

В Европе стратегические цели не меняются. И мотивация к их достижению только усиливается, в том числе благодаря взаимоотношениям со странами — экспортерами углеводородов. Ближайшие тактические шаги, конечно, уже иные, чем виделось 2–3 года назад, было бы странно, если бы было иначе. Но это не должно нас обманывать. Давайте признаем, энергопереход для Европы — это не просто уйти от углеводородов, а уйти прежде всего от внешней зависимости от них. Такая цель никогда не скрывалась и прямо указывалась в энергостратегиях соответствующих стран задолго до планов 20-20-20, «Зеленой сделки», REPowerEU и других. В этой оптике конъюнктурный возврат к углю и атому смотрится иначе и не только ничего не меняет в стратегической цели, но и нам в России дает толчок для размышлений.

Можно спорить о лоббировании интересов отдельных стран, навязывании выгодной себе политики и прочее, но глобально энергопереход как сдвиг от углеводородов и от централизованных к распределенным решениям и гибкости в энергетике в любом случае имеет место. Туда вложены огромные инвестиции, идеологической подложкой являются климатические риски, запущена машина мировой обеспокоенности и решимости действовать. Новый технологический стек в энергетике рано или поздно станет господствующим. Вопрос, как учесть специфику России и наши возможности по углеводородам, в чем наши интересы в этой партии с учетом меняющихся запросов потребителей внутреннего рынка, а не только внешних; с учетом эффектов для бюджета, развития производств, их конкурентоспособности, рабочих мест и так далее. Но обманывать себя мифами точно вредно.



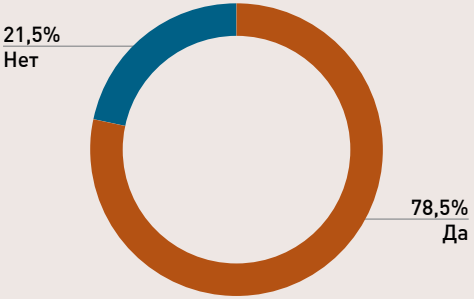
ИРИНА ГАЙДА
эксперт проектного центра по энергопереходу и ESG-принципам, Сколковский институт науки и технологий (Сколтех)

Выбор Евросоюза в пользу старого доброго угля вместо враждебного российского газа этой весной вызвал лавину сообщений о кончине зеленых амбиций Европы. Буквально вчера одна за другой закрывались шахты, и вот риторика кардинально изменилась: что угодно будет лучше для европейцев, чем российские углеводороды, несмотря на то, что уголь в несколько раз более «грязный» и опасный с точки зрения здоровья населения.

Но не спешим пока хоронить энергопереход. Уголь понадобится на тот период, пока не будет построено достаточного количества ветряков, солнечных электростанций, электролизеров, линий электропередачи, не масштабирована водородная инфраструктура. Отказ от российского газа завязан в первую очередь на ускорении и усилении мер энергоперехода, а также на усилении разворота на восток и даже на юг — в некогда забытую Африку, которой еще недавно отказывали в инвестировании в газовые проекты из-за их недостаточной экологичности.

Заявленные в европейском плане REPowerEU (по снижению зависимости от поставок российского газа) цифры выглядят, на первый взгляд, малореалистичными либо труднодостижимыми, и понятно, что на коротком горизонте мы будем наблюдать рост электрогенерации на угольных станциях. С другой стороны, готовность Европейского союза форсировать сокращение энергопотребления, электрификацию транспортного сектора и переход на низкоуглеродные источники энергии только усилилась. На фоне высоких цен на углеводороды для технологий энергоперехода открылось еще больше возможностей. Более того, сейчас возник замечательный политический повод, чтобы «продать» электорату неизбежное повышение цен на энергоносители: если раньше это подавалось под вывеской «Мы боремся за хорошую планету», то сейчас это уже нечто большее: «Мы боремся за хорошую планету и наши ценности.

Должна ли Россия придерживаться взятых обязательств по достижению углеродной нейтральности?*



- Да, игнорируя энергопереход и экологическую повестку, Россия может технологически отстать от всего мира
- Нет, необходимость глобального энергоперехода является фейком, в котором Россия не должна участвовать

* Данные получены по итогам опроса 473 респондентов





АПОЛЛОН
БОГ СОЛНЦА

МИФ 2

Высокая доля ВИЭ в энергобалансе ЕС стала главной причиной энергокризиса и беспрецедентного роста цен на энергоносители

В течение последнего десятилетия доля ВИЭ-генерации в структуре выработки электроэнергии ЕС стабильно повышалась и к середине 2022 года достигла 41,0%[3]. С конца 2021 года цены на газ и электроэнергию на спотовых рынках и, соответственно, для конечных потребителей бьют все рекордные уровни. Средняя биржевая цена EPEX Paris выросла в период с августа 2021 по август 2022 года почти на 500%, до 46,5 цента/кВт·ч[4]. При этом средняя биржевая цена 2021 года в три раза превышала уровень 2020 года. Отмечая однонаправленную динамику этих показателей, отдельные эксперты утверждают, что в первую очередь активное развитие энергомощностей СЭС и ВЭС привело к стремительному росту цен на электроэнергию.

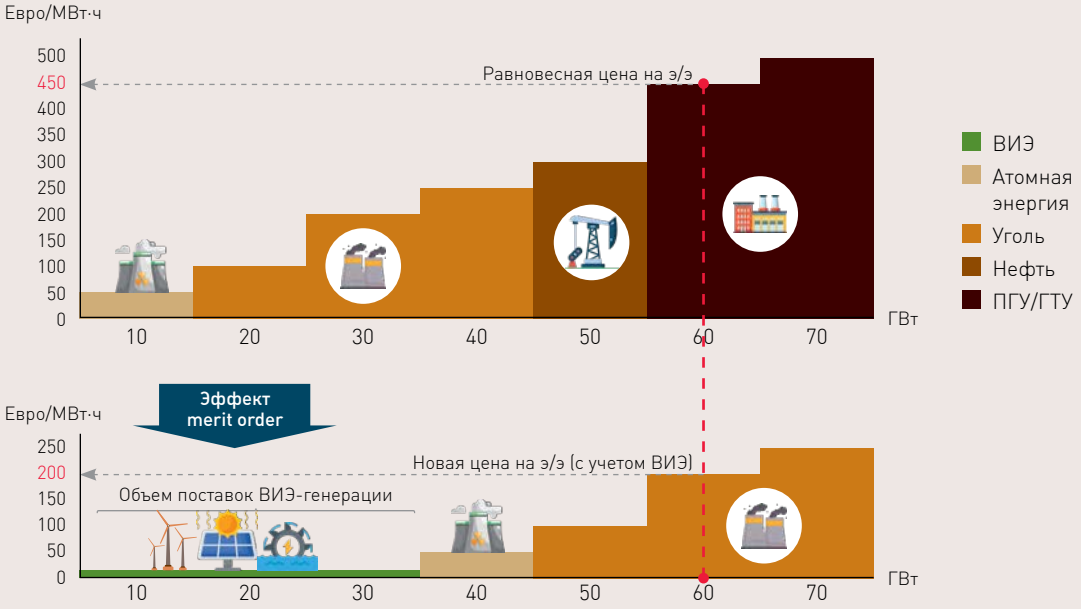
РЕАЛЬНОСТЬ

Функционирование оптовых рынков электроэнергии ЕС основано на маржинальной модели ценообразования, а равновесная цена электроэнергии привязана к цене самого дорогого генератора, необходимого для удовлетворения прогнозируемого спроса. ВИЭ-генерация, не имея топливных затрат, увеличивает ценопринимающую ступень кривой предложения, приводя к снижению равновесной цены на электроэнергию. Замыкающими на европейском рынке являются газовые мощности. На фоне резкого роста цен на газ — топлива для газовых электростанций — маржинальные рыночные цены стали устанавливаться на еще более высоких значениях, приводя к беспрецедентному росту совокупных системных затрат, ведь именно по маржинальной цене потребители оплачивают потребляемую электроэнергию (рис. 3).

Активное восстановление мировой экономики после кризиса, связанного с пандемией коронавируса, вызвало рост спроса на многие виды сырья и товаров, спровоцировав рост спроса на все виды энергии, и нарушило рыночный баланс. Эти явления стали одной из главных причин так называемого энергокризиса 2021 года, когда цены на природный газ в Европе взлетели, казалось бы, к исторически максимальным значениям. После февраля 2022 года изменение геополитической ситуации в мире вызвало повторный скачок цен на газ. Цена фьючерса на природный газ с поставкой на год вперед в Германии 26 августа 2022 года превысила рекордные 300 евро за мегаватт-час, что соответствует приросту более чем на 600% по сравнению с августом 2021 года[5]. Беспрецедентный рост цен на природный газ приводит к рекордным ценам на электроэнергию на оптовых рынках, а впоследствии и для всех потребителей.

[3] IEA (2022). Monthly Electricity Statistics.
[4] EPEX Spot Market Data.
[5] EEX Market Data.

Рис. 3. Изменение равновесной цены на спотовом рынке при внедрении ВИЭ в энергосистему (эффект merit order)



Источник: АРВЭ, FfE München



ЕЛЕНА ДУБОВИЦКАЯ
директор Центра устойчивого развития Московской школы управления СКОЛКОВО, кандидат экономических наук

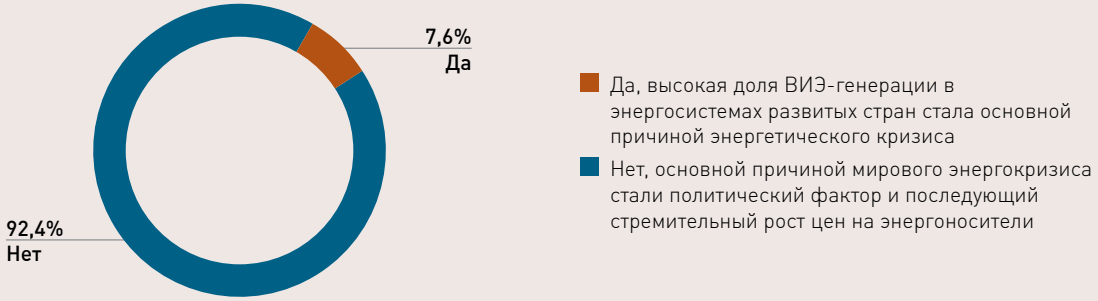
«По результатам некоторых исследований, ВИЭ-генерация может оказывать понижающий эффект на цену электроэнергии. Так, согласно исследованию, проведенному университетом Эрлангена-Нюрнберга им. Фридриха-Александра, внедрение ВИЭ в энергосистему уже сэкономило немецким потребителям в общей сложности 70 млрд евро за 2011–2018 годы. Полный отказ от традиционных источников энергии в краткосрочной перспективе вряд ли возможен и привел бы к еще более жесткому экономическому кризису. Вместе с тем в долгосрочной перспективе внедрение возобновляемых источников энергии и одновременный вывод из эксплуатации нерентабельных угольных электростанций могли бы обеспечить устойчивое снижение цен.»



АЛЕКСЕЙ ЖИХАРЕВ
директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики, партнер VYGON Consulting

«С 2018 года ВИЭ-генерация в ЕС стабильно обеспечивает чуть более трети всей выработки электроэнергии (в 2022 году уже свыше 40%). Кризисная ситуация при этом возникла только в 2021 году, и главной причиной или предпосылкой развития энергокризиса в Европе стала несбалансированность спроса и предложения, которая была вызвана стремительным восстановлением мировой экономики после кризиса из-за пандемии. Ситуация усугубилась и экстремальными погодными условиями — продолжительная и морозная зима привела к истощению запасов газа. Дополнительный всплеск цен вызвали и антироссийские санкции, а в последующем и террористический акт на «Северном потоке», Европа может недополучить до 100 млрд куб. метров в годовом исчислении, замещаются эти объемы более дорогим СПГ и углем. Важно понимать, что если бы в Европе не было такого количества ВИЭ и все энергопотребление и его значительный прирост пришлись бы на газовые или угольные мощности, то цены взлетели бы еще выше. Отсюда выходит, что причины энергокризиса заключаются отнюдь не в ВИЭ.»

Является ли ВИЭ-генерация главной причиной протекающего мирового энергокризиса?







ВУЛКАН
БОГ-КУЗНЕЦ,
БОГ ОГНЯ

МИФ 3

Ограниченность сырьевых ресурсов, в том числе редкоземельных металлов, является непреодолимым барьером для энергоперехода

Глобальное ускорение темпов ввода объектов ВИЭ-генерации, переход на электромобили и развитие систем накопления энергии приведут к значительному росту спроса на полезные ископаемые и их дефициту, считают скептики. Зачастую по этой причине утверждается, что энергопереход невозможен.

РЕАЛЬНОСТЬ

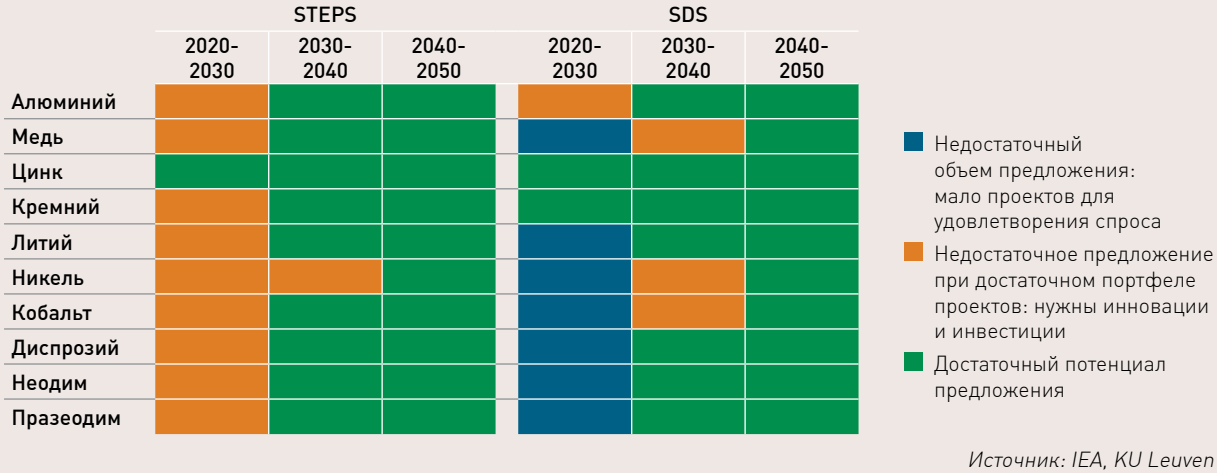
По данным МЭА[6] и исследования, проведенного McKinsey & Company[7], недостатка запасов минеральных ресурсов, необходимых для производства фотоэлектрических систем, ветроустановок и электронакопителей, в мире нет, но доступное предложение может не успевать за глобальными климатическими амбициями, и поэтому горнодобывающий сектор как поставщик сырья должен будет расти опережающими темпами, несмотря на длительные сроки реализации и высокую капиталоемкость проектов.

По прогнозам МЭА, пик спроса на медь, никель, литий, кобальт и редкоземельные элементы (неодим, празеодим, диспрозий) придется на 2030 год, но существует определенная возможность смягчения ожидаемой проблемы поставок за счет применения финансовых стимулов, направленных на ускорение реализации сырьевых проектов (рис. 4). Ожидается, что глобальный спрос снизится после 2030 года, поскольку к этому времени темпы прироста объемов внедрения экологически чистых энергетических технологий несколько замедлятся, а уже после 2040 года добавится дополнительный фактор сокращения спроса в проектах добычи за счет достижения значительных объемов переработки отходов сектора возобновляемой энергетики.

Россия обладает значительными запасами всех необходимых для развития возобновляемой энергетики редких и редкоземельных металлов, но пока предпочитает не закрывать потребности своими разработками и импортировать их. Так, по оценкам АКРА, в России залегает около 900 тыс. т лития. Кроме того, по официальным данным, Россия обладает большими объемами оцененных запасов меди — 62 тыс. т, никеля — 7,5 млн т, редкоземельных металлов — 21 млн т, кобальта — 250 тыс. т и др. металлов[8].

[6] IEA (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions.
[7] McKinsey & Company (2022). The raw-materials challenge: How the metals and mining sector will be at the core of enabling the energy transition.
[8] АКРА (2018). Рынок металлов, используемых в производстве аккумуляторов: прогноз до 2022 года.

Рис. 4. Глобальный сырьевой потенциал предложения для удовлетворения спроса (2020–2050 гг.)



Источник: IEA, KU Leuven



ЕВГЕНИЙ ПЕТРОВ
руководитель
Федерального агентства
по недропользованию
(Роснедра)

«Сегодня всем очевидно, что мир меняется вокруг нас: документ ООН «Повестка дня на период до 2030 года», Парижское соглашение по климату, энергетический переход и технологическая революция ведут к кардинальной трансформации мировых рынков и серьезным сдвигам в добывающих отраслях.

Новая экономика, — экономика 4-го энергоперехода, перехода от традиционных ископаемых видов топлива к возобновляемым источникам энергии, — демонстрирует растущий спрос на энергоресурсы и полезные ископаемые, такие как платина, литий, никель, кобальт, медь, редкоземельные металлы и другие.

Альтернативная энергетика требует огромного количества критического минерального сырья. Потребуется рост добычи практически всех критических минералов на несколько порядков. И Россия обладает всеми необходимыми ресурсами для этого. Так, запасы перечисленных выше меди, кобальта, платиноидов при любых сценариях развития российской экономики удовлетворят необходимые потребности на десятилетия вперед. А значит, нас ожидает рост геологоразведки и создания технологий извлечения компонентов уже из твердых полезных ископаемых и гидроминерального сырья. Развитие возобновляемой энергетики станет в перспективе одним из факторов, способствующих расширению минерально-сырьевой базы России.»

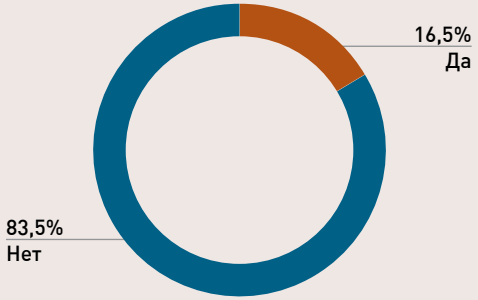


ЕЛЕНА ДУБОВИЦКАЯ
директор Центра устойчивого развития Московской школы управления СКОЛКОВО, кандидат экономических наук

«Сегодня можно наблюдать, насколько активно Китай инвестирует в разработку месторождений с редкоземельными металлами, а также наращивает мощности по переработке сырья, необходимого для возобновляемой энергетики, по всему миру. За такой экспансией может последовать снижение цен на сырье, которое во многом уже наблюдается в кремниевых и литиевых технологиях.

Энергопереход потребует в ближайшем будущем более интенсивных действий в реализации проектов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, что будет сопровождаться расширением НИОКР в таких сферах, как эффективное использование материалов и новые технологии переработки, разведки и открытия новых месторождений, увеличением масштабов переработки продуктов, поддержкой долгосрочных инвестиций в новые проекты и укреплением международного сотрудничества между производителями и потребителями.»

Станет ли ограниченность ресурсов непреодолимым барьером для развития возобновляемой энергетики?



- Да, дефицит ресурсов и последующий рост цен приведет к снижению эффективности проектов ВИЭ-генерации по сравнению с традиционной энергетикой
- Нет, человечество часто сталкивается с ограниченностью ресурсов и успешно решает эту проблему за счет новых технологий (эффективность, новые материалы, экономика замкнутого цикла)





БОРЕЙ
БОГ СЕВЕРНОГО ВЕТРА

МИФ 4

Ветроэнергетика приводит к массовой гибели птиц и летучих мышей

Поскольку движущиеся части ВЭУ могут являться причиной гибели птиц и летучих мышей, а объемы вводов в эксплуатацию объектов ветрогенерации ежегодно растут, влияние ветроэнергетики на смертность представителей фауны также в центре внимания и является предметом регулярной критики.

РЕАЛЬНОСТЬ

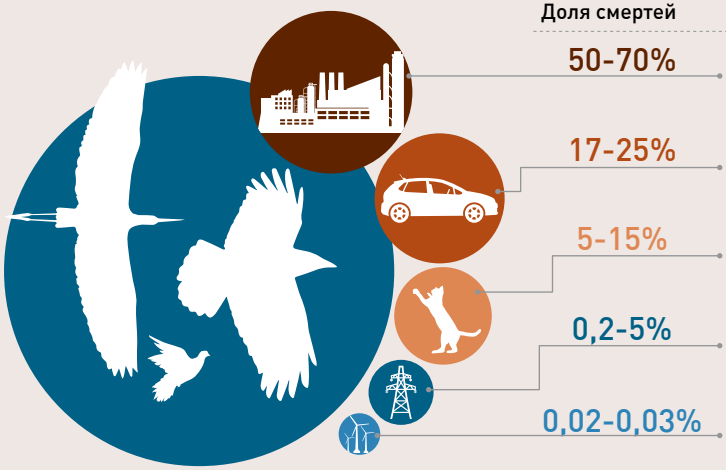
Ветроэнергетические установки (ВЭУ) являются причиной гибели лишь небольшого числа птиц — эта величина находится на уровне погрешности от количества птиц, гибнущих от других антропогенных факторов, даже кошки убивают пернатых в 300–600 раз больше[9]. По различным оценкам, проведенным в Германии (Ассоциация охраны природы NABU), США (American Bird Conservancy, U.S. Fish & Wildlife Service) и др. странах, движущиеся части ВЭУ являются причиной менее 0,1% всех смертей птиц, связанных с деятельностью человека (рис. 5). Гораздо более высокий уровень смертности отмечается вследствие столкновения со стеклами зданий, транспортными средствами, линиями электропередачи и пр.[10, 11]

В большинстве стран при проектировании ветропарков необходимо учитывать особые зоны обитания или путей миграции птиц, в которых размещение ветропарков и прочих промышленных объектов может быть ограничено. Чтобы избежать столкновения птиц с ветроэнергетическими установками, башни оборудуются специальными устройствами, издающими звук для отпугивания пернатых, а лопасти ветроколеса имеют полосы контрастного цвета. Также все больше крупных ветроэлектростанций (ВЭС) оснащаются камерами и программными технологиями, которые направлены на предотвращение столкновений с птицами путем отключения ВЭУ до того, как они окажутся слишком близко к лопастям ветроколеса.

Немаловажным является тот факт, что различные экологические и орнитологические организации не только не препятствуют развитию ветроэнергетики, а являются сторонниками развития ветроэнергетики и совместно с региональными и федеральными органами власти участвуют в разработке решений, гарантирующих, что позитивные эффекты от развития ветровой энергетики превалируют над негативными. Такой сбалансированный подход приносит пользу и птицам, и летучим мышам, помогая бороться с изменением климата, а также защищая важные среды обитания представителей дикого мира.

[9] ABC (2021). How Many Birds Are Killed by Wind Turbines?
[10] Paul J. Saunders (2020). Land Use Requirements of Solar and Wind Power Generation: Understanding a Decade of Academic Research.
[11] U.S. Department of Energy (2015). Wind Vision: A New Era for Wind Power in the United States.

Рис. 5. Доля и объем смертности птиц от различных антропогенных факторов



Доля смертей	Количество смертей
50-70%	**Промышленные и жилые здания** • 108 млн — Германия (+ сельское хозяйство — 170 млн) • до 988 млн — США
17-25%	**Транспортные средства (в т. ч. авиация)** • 70 млн — Германия • 340 млн — США
5-15%	**Домашние и уличные кошки, охота** • 61 млн — Германия • 55 млн — США
0,2-5%	**Опоры и ЛЭП / Телекоммуникационные вышки** • 1-3 млн — Германия • 64 млн — США
0,02-0,03%	**Ветроэнергетические установки** • 0,1 млн — Германия • 0,2-0,5 млн — США

Источник: NABU, American Bird Conservancy, U.S. Fish & Wildlife Service



АЛЕКСЕЙ КНИЖНИКОВ
эколог-эксперт

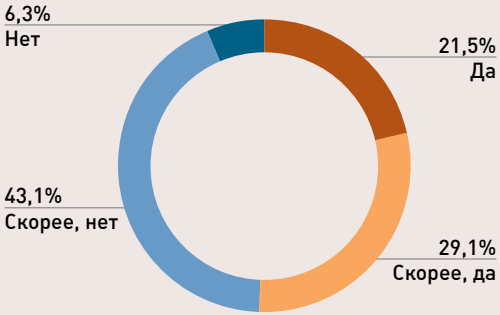
«На заре развития масштабных проектов ветрогенерации определенные проблемы с гибелью птиц из-за ветряков были. Дело в том, что устойчивые и мощные воздушные переносы важны как для миграции птиц, так и для эффективной работы ветрогенераторов. В этой связи уже давно отказываются от строительства ветропарков на маршрутах пролета птиц. Но следует отметить, что большинство экологических ассоциаций являются сторонниками развития ветроэнергетики и утверждают, что преимущества и положительные эффекты для экологии от безуглеродной ветровой генерации компенсируют опасность для дикой природы, и при соблюдении полного спектра защитных мер вымирание птиц или летучих мышей из-за развития ветроэнергетики практически исключено. А чтобы не повторять ошибки, через которые прошли другие страны, нам нужно активно использовать механизм экологической экспертизы при проектировании ветропарков.»

Оказывают ли объекты ВИЭ-генерации негативное воздействие на окружающую среду (гибель птиц, влияние на микроклимат, эмиссия паров ядовитых веществ)?



- Да, неудобные факты, несомненно, скрываются
- Любое промышленное производство оказывает негативное влияние на окружающую среду, вся разница в том, что технологии ВИЭ оказывают минимальное воздействие по сравнению с другими
- Нет, ВИЭ-генерация основана на абсолютно «чистых» технологиях

Может ли Россия достичь углеродной нейтральности без дополнительного внедрения объектов солнечной и ветровой генерации?



- Да, использования объектов атомной генерации и крупных ГЭС вполне достаточно для достижения углеродной нейтральности
- Скорее, да, только это будет сложнее, дороже и исключит развитие отечественных ВИЭ-технологий
- Скорее, нет, так как для этого еще необходимы технологии улавливания CO_2 и водородная энергетика, которые также нужно развивать
- Нет, только ускоренное развитие ВИЭ-генерации позволит достичь целей декарбонизации





ГЕЯ
БОГИНЯ ЗЕМЛИ

МИФ 5

Россия может достичь углеродной нейтральности преимущественно за счет поглощающей способности лесов, дополнительного развития ВИЭ не требуется

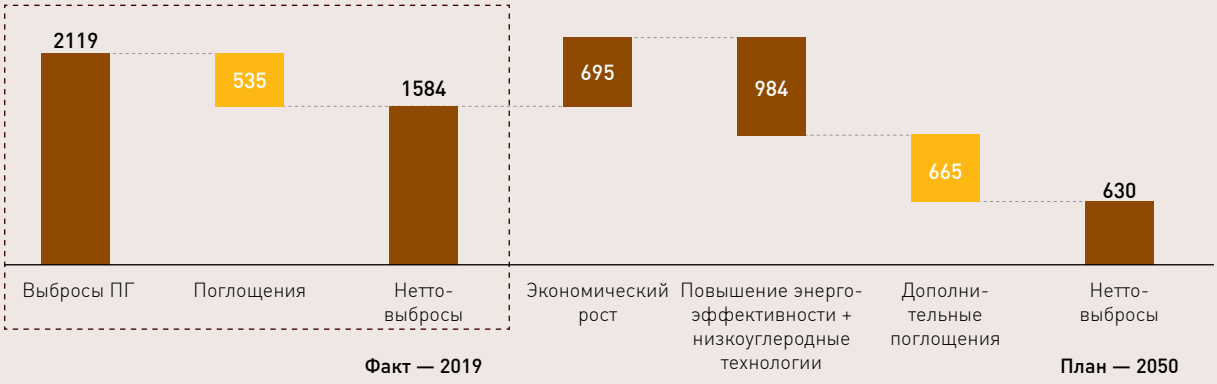
Поскольку лесные массивы России занимают одну пятую часть площади лесов мира и являются одним из возобновляемых природных ресурсов, некоторые эксперты полагают, что именно они могут стать главным инструментом снижения выбросов парниковых газов в стране.

РЕАЛЬНОСТЬ

В «Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года»[12] обозначены целевые объемы выбросов парниковых газов к 2030 и 2050 году (рис. 6), достижение которых должно быть обеспечено за счет повышения энергоэффективности, внедрения, тиражирования и масштабирования низко- и безуглеродных технологий, а также повышения поглощающей способности лесов с 535 млн т CO_2-экв. в 2019 году до 1 200 млн т CO_2-экв. в 2050 году.

«Центр энергоэффективности — XXI век» (ЦЭНЭФ) провел комплексный прогнозный анализ возможных траекторий достижения углеродной нейтральности в России к 2060 году с учетом событий 2022 года[13]. Авторы приходят к выводу, что установленная в Стратегии социально-экономического развития РФ цель по снижению нетто-выбросов за счет удвоения чистого стока в секторе ЗИЗЛХ[14] не только крайне амбициозна, но и не реализуема. Как альтернатива ЦЭНЭФ разработаны три сценария, охватывающие резко расширяющуюся зону

Рис. 6. Вклад основных факторов в динамику выбросов парниковых газов по целевому сценарию низкоуглеродного развития, млн т CO_2-экв.



Источник: Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года; СКОЛКОВО (2022). Сценарии декарбонизации в России.

[12] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года».
[13] Центр энергоэффективности — XXI век (2022). Углеродная нейтральность в России: траектории до 2060 года.
[14] ЗИЗЛХ — деятельность в области землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства.

неопределенности и определяющие пути, которые могут привести Россию к углеродной нейтральности к 2060 году. Так, декарбонизацию экономики Росси обеспечивают только сценарии 4D и 4F[15], которые подразумевают долю переменных ВИЭ (ВЭС и СЭС) в совокупной выработке электроэнергии к 2060 году не менее 24% и 30% соответственно.

Леса действительно являются одним из ключевых элементов в системе поглощения парниковых газов и углеродном регулировании. Однако надеяться, что вместо интенсивной работы с источниками выбросов меры в лесном и сельском хозяйстве позволят поглотить все выбросы, не стоит. Как указано в Стратегии развития лесного комплекса России, проблемы сохранения и использования лесов становятся все более сложными[16]. Для достижения цели увеличения поглощающей способности лесов в текущей ситуации нужна кардинальная смена подхода к ведению лесного хозяйства. Старовозрастные леса хранят в почвах огромное количество углерода, и при рубке древостоев в этих лесах возникает эмиссия парниковых газов. Эксперты отмечают, что с 2001 по 2020 г. Россия теряла в среднем 1,3 млн га в год лесного покрова. Лесные пожары также значительно сокращают потенциал поглощения лесами парниковых газов, и уже сейчас требуется активное лесовосстановление. Важно отметить, что новые леса растут медленно, а повышение температурного режима может привести к повторному повреждению и в восстановленных лесах[17, 18].



ДМИТРИЙ КОБЫЛКИН

Председатель комитета Государственной Думы Федерального Собрания РФ по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды

“Стратегия по ограничению роста выбросов парниковых газов в атмосфере за счет увеличения поглощающей способности лесов — разумная и правильная. Однако эти меры не могут заменить действия по сокращению антропогенных выбросов в секторах экономики, где они происходят. В стратегии низкоуглеродного развития России отмечается, что устойчивое развитие предполагает внедрение технологий, использующих энергию солнца, ветра, воды, а также развитие технологий атомной и водородной энергетики. Последнее направление для России особенно перспективно. У нас для этого есть компетенции, ресурсы и технологии.”

---

[15] Сценарий 4D (Development Driven by Decarbonization and Democratization) подразумевает ослабление санкций и активную политику декарбонизации в России, что по итогам поможет стране получить рыночные ниши в некоторых регионах мира для ряда продуктов с низким или нулевым углеродным следом, а также получить доступ к программному обеспечению и оборудованию, необходимым для производства низкоуглеродной продукции. Сценарий 4F базирует на сценарии 4D, но также учитывает более интенсивное использование ископаемого топлива в химической промышленности.

[16] Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года».

[17] Совет Федерации (28.02.2022). Парламентские слушания на тему «Роль лесного хозяйства в достижении Россией углеродной нейтральности. Законодательное обеспечение: проблемы и пути решения».

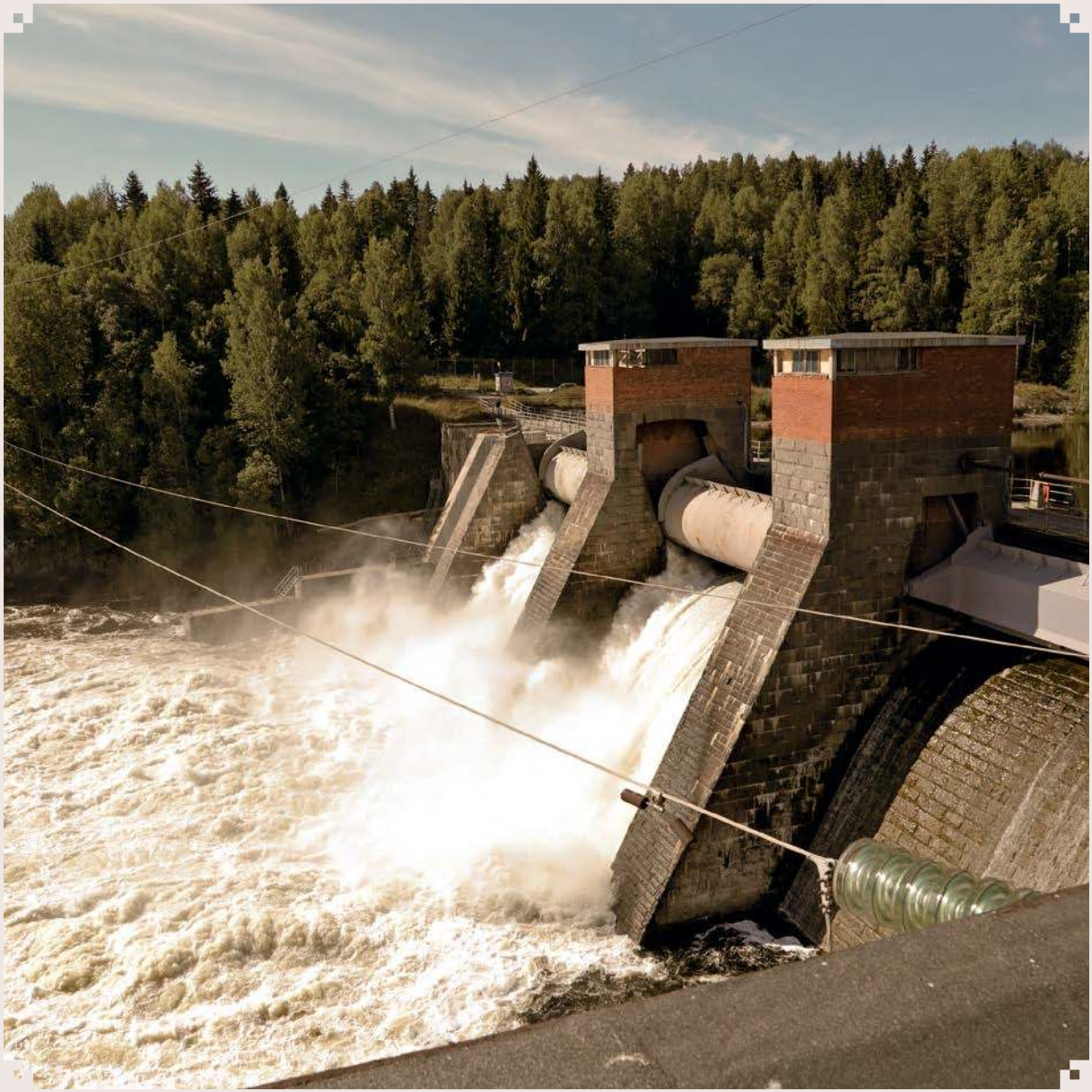
[18] Агроинвестор (2022). Путь к углеродной нейтральности. Какую роль будет играть сельское хозяйство в декарбонизации экономики.



МИХАИЛ ЮЛКИН

основатель и генеральный директор ООО «КарбонЛаб», эксперт Международного центра устойчивого энергетического развития под эгидой ЮНЕСКО

“Достижение углеродной нейтральности не самоцель. Нет ничего проще, чем сократить объемы промышленного производства, отказаться от экономического роста, уменьшить масштабы лесных рубок и все силы бросить на борьбу с лесными пожарами и на засаживание новыми саженцами лесных гарей и ветровалов. Цель все-таки не в этом, а в том, чтобы обеспечить опережающее социально-экономическое развитие и повышение благосостояния всех жителей страны на основе применения низкоэмиссионных технологий, видов топлива и источников энергии. Цель в том, чтобы занять достойное место в международном разделении труда и в глобальных цепочках создания стоимости в условиях декарбонизации мировой экономики и ее перевода на низкоэмиссионный путь развития с нулевым воздействием на климатическую систему. Сегодня уже совершенно ясно, что уголь и ископаемые углеводороды в этом не помогут. Дальнейшие инвестиции в ископаемую энергетику, добычу угля, нефти и газа будут только тормозить развитие. Надо совсем другое. Надо заниматься декарбонизацией экспорта и внутреннего рынка и делать это быстро. Развитие ВИЭ — это та точка, с которой надо начинать. Она создает основу для зеленого развития всех остальных секторов. Она также стимулирует спрос на новые технологии, включая новые системы хранения и передачи энергии, системы интеграции распределенных источников энергии, геотермальные и водородные технологии и многое другое. Более того, в условиях глобального изменения климата и таяния мерзлоты, которая, как мы теперь знаем, не является вечной, переход на ВИЭ — это еще и главное направление обеспечения энергетической и экономической безопасности. Все мы помним катастрофу, которая произошла в 2020 году на Таймыре. Если процесс размерзания грунта начнет интенсивно происходить на Ямале, без тепла и света останется значительная часть европейской части России. ГЭС и АЭС не смогут заместить выпадающие энергетические мощности, работающие на природном газе. А перевод на уголь вряд ли можно считать хорошим решением. Причем не только с климатической, но прежде всего с экономической и экологической точек зрения. Чтобы избежать этого неблагоприятного сценария, надо вкладывать в ВИЭ. Не только в солнце и ветер, но и в биоэнергетику на основе утилизации органических отходов сельского хозяйства, пищевой промышленности и ТКО. Это не значит, что не надо заниматься лесом. Но нейтрализацию выбросов CO_2 путем дополнительного поглощения CO_2 в лесах и болотах надо рассматривать не как основную меру, а как крайнюю меру, позволяющую если не декарбонизировать, то хотя бы нивелировать трудноустранимые источники выбросов парниковых газов.”





ПОСЕЙДОН
БОГ ВОДЫ

МИФ 6

Цели по локализации производства оборудования российской отраслью ВИЭ не достигнуты, а уход с рынка зарубежных игроков делает невозможным ее дальнейшее развитие

Предпосылками для формирования подобной позиции послужили заявления ряда иностранных компаний о закрытии производств или приостановке инвестиций в новые проекты строительства объектов ВИЭ-генерации в России.

РЕАЛЬНОСТЬ

Санкции, несомненно, негативно сказались на российской экономике, но на сегодняшний день ведущие участники рынка возобновляемой энергетики сохраняют свой потенциал для реализации всех ранее запланированных проектов и усиливают компетенции в производстве высокотехнологичного оборудования. Ведется активная работа по перенастройке цепочек поставок и привлечению новых инвесторов в промышленное производство оборудования для ВИЭ-генерации. Важно подчеркнуть, что по состоянию на конец 2022 года по программе ДПМ ВИЭ построено около 4000 МВт объектов ВИЭ-генерации, и абсолютно все эти объекты прошли квалификацию с подтверждением соответствия требованиям по локализации. А это значит, что эти проекты обеспечили свой вклад в прирост ВВП с мультипликатором выше 2,2, задействовав широкую линейку локальных поставщиков.

С 2021 года российские группы компаний «Хевел» и «Юнигрин Энерджи» в целях выполнения обязательств по углублению локализации и увеличения объемов промышленного экспорта оборудования ВИЭ реализуют проект крупнейшего в России промышленного комплекса по серийному производству высокотехнологичной продукции для солнечной генерации: кремниевых пластин (1,3 ГВт в год) и фотоэлектрических преобразователей (более 1 ГВт в год) на территории Калининградской области (завод «ЭнКОР»). Успешная реализация инвестиционного проекта дополнительно создаст 745 высокотехнологичных рабочих мест (с дальнейшей перспективой увеличения до 1150 к 2030 году).

Завод ООО «Хевел» в Новочебоксарске — первый в России завод полного цикла по производству высокоэффективных фотоэлектрических преобразователей и модулей нового поколения — успешно проходит модернизацию в целях расширения линейки продукции и повышения ее конкурентоспособности на внешних рынках. За прошедшие 8 лет удалось увеличить мощность завода с 97 до 350 МВт в год, КПД ячейки увеличен с 9% до более 24,5%, снизить себестоимость продукции на 53%, в результате чего стоимость электроэнергии на объектах солнечной энергетики снизилась на 85%.

В секторе ветроэнергетики реализуется программа по углублению локализации и расширению промышленной кооперации с отечественными поставщиками. На базе АО «НоваВинд» (ГК «Росатом») ведется разработка программно-аппаратного комплекса по управлению ветроэнергетической установкой; к 2024 году планируется полное импортозамещение и создание промышленного производства неодимовых магнитов полного цикла. Кроме того, ожидается увеличение степени локализации в рамках программы ДПМ ВИЭ 2.0 с 68% до 80–85%. На сегодняшний день в ветроэнергетический проект Госкорпорации «Росатом» вошло порядка 70 российских компаний — поставщиков продукции и услуг в ветроэнергетике, создано более 2000 новых рабочих мест.



ИРИНА ГАЙДА

эксперт проектного центра по энергопереходу и ESG-принципам, Сколковский институт науки и технологий (Сколтех)

«Не стоит недооценивать как вызовы, так и возможности импортозамещения в российской отрасли ВИЭ. Исторически нашими партнерами были европейские компании. Сейчас список технологических партнерств расширился и сдвинулся на Восток. Но это еще и хороший момент, требующий долгосрочных и последовательных инвестиций в собственное производство и энергетическое машиностроение, его усиления и доведения до уровня глобальной конкурентоспособности. У отечественного сектора ВИЭ здесь есть очень хороший научный задел, в том числе у моих коллег в Skoltech и во многих других ведущих вузах страны.

В текущем моменте внимание лиц, принимающих решения, сместилось в большей степени на преодоление краткосрочных проблем, так как повестка энергоперехода и декарбонизации экономики по природе своей достаточно долгосрочная и требует горизонта планирования в районе 10-15-20 лет. Это одновременно и в плюс, и в минус: все понимают, что прямо сейчас нужно решать тактические задачи, а с другой стороны, что невозможно забыть про повестку энергоперехода, потому что мы иначе просто не успеем ее реализовать. И несмотря на наблюдаемое сейчас замедление запуска и реализации российских проектов ВИЭ, российские компании, подтвердившие свою приверженность этому направлению, будут присутствовать в данном процессе. Потенциальные инвесторы ведут активную работу по привлечению новых партнеров в проекты локализации производства оборудования в РФ, а российские вендоры, в свою очередь, работают над компенсирующими мероприятиями для смягчения всех негативных факторов и даже стараются наращивать темпы, а также выражают склонность к осторожному консенсусу относительно того, что российский рынок продолжает двигаться в направлении энергоперехода.»

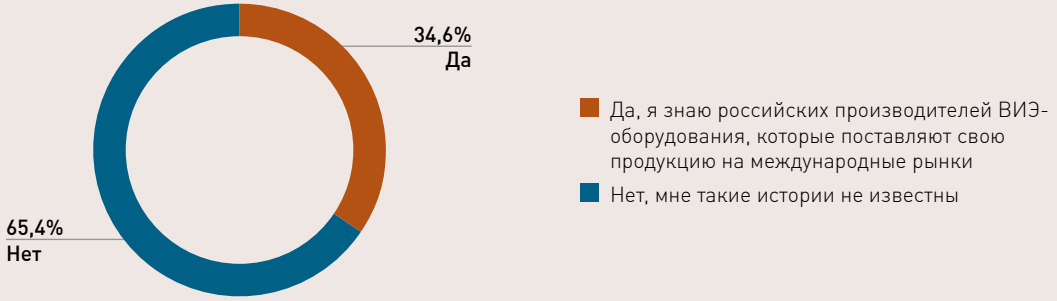


ИГОРЬ ШАХРАЙ
генеральный директор
ООО «Юнигрин Энерджи»

“Сегодня сформирован единый инфраструктурный кластер, обеспечивающий производство компонентов как для солнечной энергетики, так и для смежных отраслей. Так, в России начали производить сложные газы, водородные смеси, наши ученые разработали токопроводящую серебряную пасту, соединительную проволоку для технологии SmartWire, идет работа по запуску производства специального стекла. В следующем году на заводе «ЭнКОР» в Калининградской области будет локализовано производство кремниевых пластин. Это снизит себестоимость и обеспечит гибкость при переходе на новые форматы ячеек. Работа по углублению локализации идет непрерывно — с момента запуска первого производства. В этом году было разработано автоматизированное оборудование, которое на заводе «ЭнКОР» уже будет заменять оборудование ряда европейских поставщиков.

С 2017 года российские гетероструктурные солнечные элементы экспортируются. Сегодня объемы экспорта только в страны Азии достигают 30% от годовых объемов производства.”

Вы знакомы с историями успеха отечественных производителей ВИЭ-оборудования на мировом рынке?







АПОЛЛОН
БОГ СОЛНЦА

МИФ 7

Мир ожидает тонны токсичных отходов солнечных модулей, технологии утилизации которых отсутствуют

По прогнозам МЭА, к 2050 году фотоэлектрические модули (ФЭМ) станут лидирующей технологией генерации экологически чистой электроэнергии, обеспечивая одну треть мирового производства электроэнергии. В то же время ожидается, что ежегодно из эксплуатации будут выводиться около 3–7 ГВт фотоэлектрических систем к 2030 году и до 200 ГВт к 2040 году (11–15 млн т отходов)[18]. Подобные прогнозы вызывают дискуссию о возможности эффективной утилизации и вторичной переработки завершивших свой жизненный цикл солнечных модулей.

РЕАЛЬНОСТЬ

В мире активно разрабатываются методы переработки отработавших свой ресурс солнечных модулей, чтобы исключить их захоронение. В Евросоюзе солнечные модули утилизируются в соответствии с Директивой об отходах электрического и электронного оборудования[20], согласно которой для повторного использования извлекается 65–70% массы солнечных модулей. В других странах с быстрорастущими рынками солнечной энергетики еще отсутствуют специальные правила обращения с фотоэлектрическими отходами, однако, например, в Индии и Австралии требования по переработке будут внедрены в ближайшей перспективе, в Японии были опубликованы добровольные рекомендации по правильной утилизации ФЭМ[21].

Кроме того, в большинстве стран отработавшие солнечные панели классифицируются как общие или промышленные отходы и регулируются стандартными требованиями, касающимися переработки и утилизации отходов. Они относятся к категории электронного мусора и составляют лишь доли процента в мировом объеме электронных отходов[22]. Это в свою очередь свидетельствует о том, что солнечная энергетика пока генерирует крайне малую долю отходов.

За последнее десятилетие появились многочисленные технологии, позволяющие в лабораторных условиях обеспечить степень вторичного использования материалов ФЭМ в объеме до 96%, на уже запущенных проектах по переработке данный показатель уже составляет 80%. Наиболее распространенные методы переработки ФЭМ позволяют восстановить и повторно использовать стекло, алюминий, медь и полупроводники. С учетом того, что большая часть веса ФЭМ приходится на стекло (75%) и раму, которые относительно легко извлечь, есть значительные стимулы для повышения степени переработки[23]. Уже сейчас есть целый ряд компаний, специализирующихся на переработке использованных или бракованных ФЭМ, например, Retina (Чехия), First Solar (США), Veolia (Франция) и др.



[19] IEA (2022). World Energy Outlook.
[20] European Union. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) (recast 2018).
[21] Lunardi M. et al (2018). A Review of Recycling Processes for Photovoltaic Modules.
[22] Shaibani M. (2020). Solar Panel Recycling: Turning Ticking Time Bombs into Opportunities. // PV Magazine.
[23] VDMA (2022). International Technology Roadmap for Photovoltaic, ITRPV, 13-е изд.



АЛЕКСЕЙ КНИЖНИКОВ
эколог-эксперт

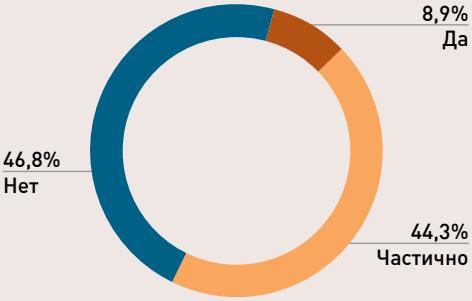
Современные солнечные модули, которые сейчас производятся в мире, в том числе российские, практически не содержат вредные примеси или тяжелые металлы. «Солнечный» кремний легируется тяжелыми металлами (например, никелем), но в ничтожном количестве. На миллиард атомов кремния приходится несколько атомов примеси. Это важно знать, потому что противники солнечных батарей очень раздувают количество легирующих примесей. Сами кремниевые пластины в природе практически инертны.

В России первые большие заводы по производству оборудования для солнечной энергетики появились относительно недавно, поэтому у нас изначально были только полностью безопасные для человека технологии производства.

Кроме того, срок эксплуатации солнечных модулей эквивалентен сроку эксплуатации или безремонтному промежутку эксплуатации оборудования любого другого типа генерации и может превышать 30 лет. Например, старейшая фотоэлектрическая система Европы, установленная на крыше Высшей школы южной Швейцарии 40 лет назад, продолжает выработку электроэнергии.

Возраст первой промышленной солнечной электростанции в России — всего 8 лет, то есть первые партии модулей, которые будет необходимо утилизировать, появятся в России не раньше 2040 года. Кроме кремниевой пластины, в состав модуля входят стекло, металлическая рамка и клеммная коробка. Все технологии по переработке модулей уже существуют, но их развитие в России напрямую связано с объемами строительства ВИЭ-генерации, которые могли бы в перспективе обеспечить объектам по утилизации должную загрузку.

Оказывает ли внедрение ВИЭ-генерации с переменным характером выработки негативное влияние на надежность энергосистемы?



- Да, любой объем ВИЭ-генерации оказывает негативное влияние на надежное функционирование энергосистемы, и с этим ничего не поделать
- Негативное влияние погодозависимой ВИЭ-генерации на надежность энергосистемы возникает при доле ВИЭ в выработке электроэнергии свыше 20–30%
- Нет, вопрос не в доле возобновляемой электроэнергии, а в сбалансированности, даже при 100%-ной доле ВИЭ-генерации энергосистема может быть надежной при наличии развитых технологий хранения энергии



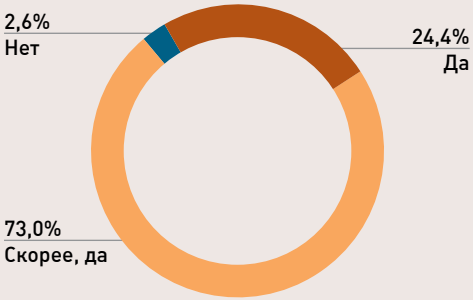
МАКСИМ ТИТОВ
исполнительный директор Исследовательского центра энергетической политики и международных отношений (ИЦ ЭНЕРПО), Европейский университет в Санкт-Петербурге

“Исходя из представленных данных о том, что отработавшие свой срок эксплуатации солнечные панели относятся к категории электронного мусора и составляют лишь доли процента в мировом объеме электронных отходов, мы можем заключить, что значительной роли вопрос их переработки не играет.

Уверен, что к середине столетия вопрос переработки солнечных панелей будет успешно решен несколькими способами, один из которых — увеличение процента извлечения полезных материалов для повторного использования с нынешних 80 процентов до более значительной величины, а другой — задача по обеспечению переработки должна быть возложена на производителя или поставщика панелей.

Ну и еще один важный аргумент в этой дискуссии: в 1954 году была запущена первая в мире атомная электростанция — и вот уже 68 лет, как мы вынуждены постоянно решать вопрос захоронения отходов от деятельности АЭС. Однако это не мешает нам считать данный способ получения электроэнергии надежным и важным источником электроэнергии, необходимым для обеспечения энергобаланса и энергобезопасности в мире.”

Возможна ли утилизация оборудования объектов ВИЭ-генерации и/или их повторное использование в экономике замкнутого цикла?



- Да, даже существующие технологии позволяют эффективно вовлекать ВИЭ-оборудование в экономику замкнутого цикла
- Скорее, да, проблема, вероятно, будет решена в будущем, но на сегодня в мире нет технологий, позволяющих эффективно перерабатывать данное оборудование
- Нет, человечеству придется столкнуться с проблемой невозможности переработки ВИЭ-оборудования по экономическим и технологическим причинам



Борей
Бог северного ветра

Миф 8

ВИЭ-генерация экономически неконкурентоспособна с другими технологиями производства электроэнергии

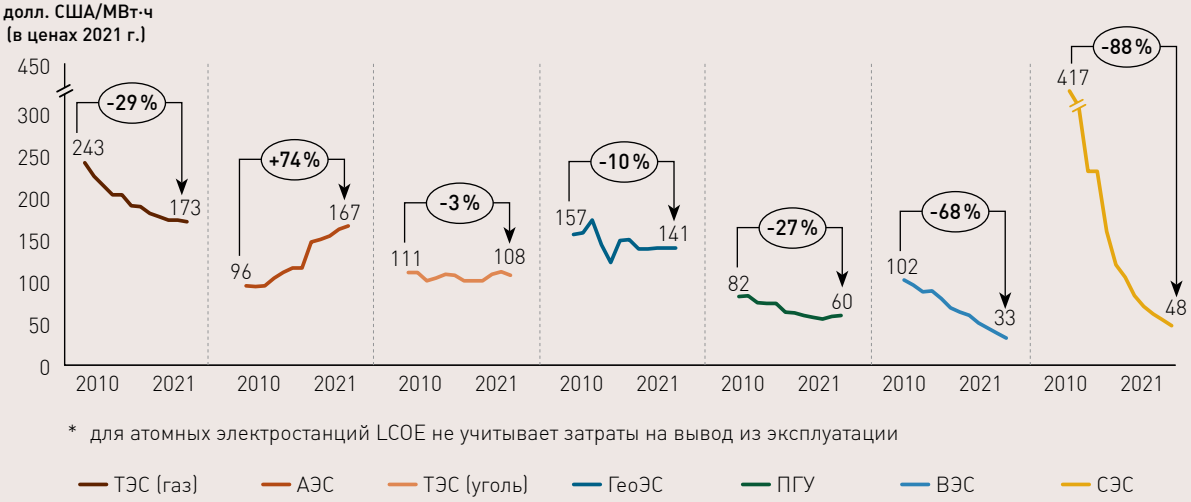
За последние годы отрасль ВИЭ сделала значительный технологический и экономический рывок в своем развитии, но до сих пор сохраняются дискуссии о ценовом паритете ВИЭ с традиционными типами генерации.

РЕАЛЬНОСТЬ

По оценкам IRENA, по итогам прошедшего десятилетия совокупное снижение LCOE для новых проектов СЭС и ВЭС составило 88% и 68% соответственно. Это значительно повысило уровень конкурентоспособности ВИЭ по сравнению с существующими вариантами генерации на основе ископаемых видов топлива и атомной энергии. В 2021 году среднемировая стоимость производства электроэнергии на новых промышленных СЭС оказалась на 11% ниже, чем на самой дешевой новой электростанции на основе ископаемого топлива, в наземной ветроэнергетике этот показатель ниже на 39%. Даже в 2021 году, несмотря на рост цен на сырьевые товары и оборудование, мировая средневзвешенная нормированная стоимость электроэнергии (LCOE), выработанной на объектах солнечной и ветровой генерации, продолжила снижаться[24]. Для промышленных фотоэлектрических проектов, введенных в эксплуатацию в 2021 году, показатель LCOE снизился в годовом исчислении на 13%, до 0,048 долл. США/кВт·ч, для новых проектов наземных ветроэлектростанций — на 15% до 0,033 долл. США/кВт·ч.

Аналогичные данные приводятся в ежегодном исследовании компании Lazard[25]. По оценкам авторов, несмотря на замедление темпов снижения стоимости для технологий ВИЭ, именно они демонстрируют наибольшую конкурентоспособность на фоне традиционной генерации и уже с 2017 года являются наиболее дешевыми источниками электроэнергии (рис. 7).

Рис. 7. Динамика средних мировых показателей LCOE по технологиям, долл. США/МВт·ч



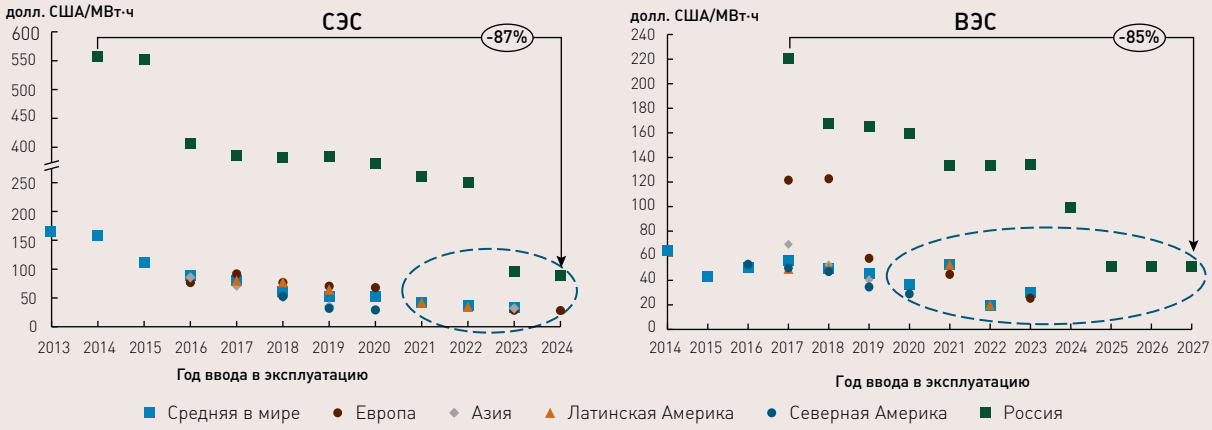
Источник: IRENA, Lazard

[24] IRENA (2022). Power Generation Costs 2021.
[25] LAZARD (2021). Levelized Cost of Energy Analysis — Version 15.0.

С конца 2021 года из-за роста транспортных расходов и цен на сырье, по причине постковидного восстановления мировой экономики стоимость фотоэлектрических модулей и ветроэнергетических установок начала расти. По оценкам МЭА[26], к марту текущего года цена на поликремний выросла более чем в четыре раза, сталь — на 50%, медь — на 70%, транспортные расходы выросли почти в пять раз. Однако цены на ископаемое топливо (преимущественно природный газ) и электроэнергию растут гораздо более быстрыми темпами с конца 2021 года и бьют исторические рекорды. В условиях кризиса цен на ископаемое топливо экономические выгоды от строительства возобновляемых энергомощностей становятся еще ощутимее. Примечательно, что даже для недавно заключенных долгосрочных контрактов в ЕС цены для проектов ветровой и солнечной генерации значительно ниже, чем средние оптовые цены на электроэнергию в первом полугодии 2022 года. Например, по итогам аукциона в Испании в декабре 2021 года цены на фотоэлектрических и ветровых проектах составили 35–37 долл. США/МВт·ч, что в 10 раз ниже текущих оптовых цен на электроэнергию в Испании.

В России, несмотря на то что в течение 8 лет реализации программы поддержки ВИЭ стоимость российских проектов оставалась значительно выше мировых аналогов, на последнем конкурсном отборе инвестиционных проектов в рамках ДПМ ВИЭ в 2021 году цены опустились до лучших мировых показателей[27]. За время реализации программы поддержки ДПМ ВИЭ стоимость электрической энергии ВЭС и СЭС снизилась на 85%, и тренд на падение заявленной в таких проектах цены электроэнергии будет сохраняться как минимум до 2030 года (рис. 8).

Рис. 8. Динамика средних одноставочных цен электроэнергии СЭС и ВЭС по результатам отборов, долл. США/МВт·ч (номинальные цены)



Источник: IEA, АРВЭ

[26] IEA (2022). Renewable Energy Market Update.
[27] IEA. Average auction prices by project commissioning date.



ФЕДОР ОПАДЧИЙ
Председатель правления АО «Системный оператор Единой энергетической системы»

Глобальный вектор зеленого развития энергетики и активное развитие технологий вызывают повышенное внимание к вопросам конкурентоспособности ВИЭ-генерации. Однако при оценке ценового паритета ВИЭ-генерации нельзя впадать в крайности — рассматривать исчезающе малые объемы ВИЭ в структуре генерации или наоборот — пытаться посчитать конкурентоспособность по сценарию 100% перехода на зеленую генерацию.

Для энергосистемы стоимость энергии, производимой объектами ВИЭ, складывается не только из стоимости строительства самих объектов, но и из стоимости интеграционных мероприятий. В себестоимость проектов ВИЭ необходимо включать резервирование другой генерацией и развитие магистральной сети при значимом росте объемов ВИЭ.

В каждый момент времени объем производства электроэнергии должен совпадать с объемом потребления. В традиционной энергосистеме баланс обеспечивается изменением загрузки традиционных электростанций. Чем больше доля ВИЭ в энергобалансе, тем выше стоимость интеграционных мероприятий. Если вы захотите полностью отказаться от традиционной генерации и перейти к покрытию 100% потребления только за счет солнечной и ветрогенерации, то для поддержания баланса (например, в зимнюю неделю безветрия) вам потребуются системы хранения энергии с огромной емкостью, и стоимость интеграционных мероприятий при текущем уровне развития и стоимости технологий хранения энергии будет бесконечно велика.

В то же время при доле ВИЭ в общем балансе производства электроэнергии, измеряемой процентами, для современной энергосистемы, такой как ЕЭС России с крупными ГЭС, ГАЭС и высокоманевренными ПГУ, стоимость электроэнергии ВИЭ будет близка к долгосрочной одноставочной цене самих объектов ВИЭ.

Понятно, что при сегодняшней рыночной стоимости энергии старой генерации, которая давно окупила CAPEX, энергия на основе ВИЭ не так скоро сможет соревноваться с ней на равных. В то же время конкурентоспособность ВИЭ как новых объектов генерации можно сравнивать с одноставочной ценой, формируемой по результатам конкурсных отборов традиционной генерации. Например, средняя одноставочная цена по результатам отборов проектов ПГУ — 3,66 руб. за кВт·ч, что соизмеримо с ценами, которые мы видим по результатам отборов ДПМ ВИЭ 2.0.

Если же мы говорим в общем случае про конкурентоспособность и про ценовой паритет, то мы должны оценивать сравнимые объекты. При оценке долгосрочной себестоимости производства электроэнергии на тепловой электростанции мы не должны забывать о необходимости стоимостного учета мер по ограничению выбросов CO_2, а при оценке ВИЭ не должны забывать о стоимости поддержания в энергосистеме требуемых объемов ресурсов регулирования и поддержания резервов. Например, сравнивать величины «одноставка ТЭС + плата за выброс» и «одноставка ВИЭ + плата за мощность в резерве (ТЭС/накопитель длительного хранения) + плата за регулирование (ГЭС/ГАЭС/накопитель).

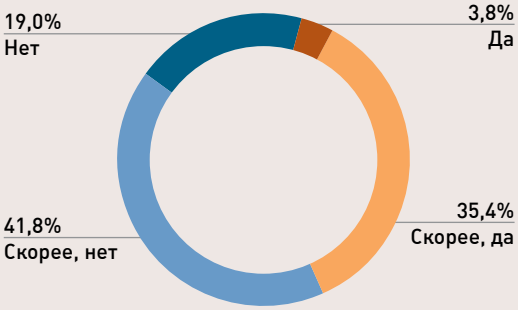


АЛЕКСЕЙ ЖИХАРЕВ
директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики, партнер VYGON Consulting

Текущий энергокризис – самое яркое подтверждение того, что цены на углеводороды практически неконтролируемо могут достигать любых уровней. То, что они могут вырасти в 10 раз на горизонте полугода, думаю, никто не мог себе представить. В то же время мы всегда можем быть уверены в том, что переменные затраты на объектах ВЭС, СЭС и ГЭС будут близки к нулю. Возможность прогнозировать свои затраты уже является значительным преимуществом. На долгосрочном горизонте LCOE ВИЭ-генерации демонстрирует уверенный понижающий тренд, даже несмотря на определенный всплеск в уровне капитальных затрат в объекты ВИЭ-генерации, наблюдаемый за последний год в связи с резким превышением спроса доступного предложения, которое серьезно пострадало от ковидных ограничительных мер. И это — другое важное конкурентное преимущество, прочие технологии не могут похвастать таким повышением эффективности.

Ну и наконец, важно помнить об углеродном следе электрической энергии. Если к цене каждого киловатт-часа, вырабатываемого на угольных или газовых электростанциях, прибавлять цену углеродных выбросов, которые на примере Европы могут быть вполне ощутимыми и превышать 100 евро за тонну CO_2, то ВИЭ-генерация становится еще более конкурентоспособна и устойчива к долгосрочным рискам изменений в углеродном регулировании.

ВИЭ-генерация неконкурентоспособна по отношению к другим технологиям производства электроэнергии (LCOE)?



- Да, возобновляемая энергетика никогда не сможет конкурировать на равных с традиционными видами генерации
- Скорее, да, возобновляемая энергетика еще не скоро сможет на равных конкурировать с другими видами генерации
- Скорее, нет, возобновляемая энергетика уже становится конкурентоспособной с другими видами генерации, но только там, где есть поддержка для ее развития
- Нет, современные ВИЭ-проекты конкурентоспособны на протяжении всего жизненного цикла, и уже сейчас можно говорить о достижении ценового паритета с традиционной генерацией





ГЕЯ
БОГИНЯ ЗЕМЛИ

МИФ 9

Переменная выработка электроэнергии объектами солнечной и ветровой генерации оказывает негативное влияние на надежность и безопасность энергосистемы

Влияние погодозависимого характера выработки электроэнергии объектами СЭС и ВЭС на стабильность электроэнергетической системы и возможность эффективной интеграции ВИЭ в энергосистему являются дискуссионными темами уже на протяжении десятилетий.

РЕАЛЬНОСТЬ

Масштабное развитие ВИЭ-генерации является одним из наиболее важных факторов трансформации электроэнергетических систем во всем мире. Мировым лидером по доле выработки электроэнергии объектами ветровой и солнечной генерации в энергобалансе страны является Дания — около 52%. В то же время энергосистема Дании характеризуется одним из самых безопасных режимов работы в Европе, а надежность электроснабжения в стране составляет 99,99%[28]. В мире проведены многочисленные исследования по оптимальной интеграции ВИЭ в энергосистему, в которых уточняется, что универсального решения для интеграции системно значимых объемов ВИЭ не существует. Однако с учетом опыта лидирующих в развитии возобновляемой энергетики стран мира Россия имеет уникальную возможность изучить лучшие практики и выработать свой подход. Страны с самыми высокими долями выработки электроэнергии на основе СЭС и ВЭС по итогам 2021 года представлены на рис. 9[29].

Рис. 9. Наибольшие доли солнечной и ветровой генерации в общем объеме выработки электроэнергии в странах мира в 2021 году, %



Источник: BP

Мировой опыт показывает, что для анализа возрастающего воздействия растущей доли переменной ВИЭ-генерации (СЭС и ВЭС) можно выделить 4 фазы (этапа) интеграции[30], описывающих разный уровень воздействия объектов ВИЭ на работу электроэнергетических систем (рис. 10).

На начальных этапах интеграции переменная ВИЭ-генерация не оказывает непосредственного влияния на энергосистему и стабильность сети, и специальных мер для ее интеграции не требуется. По мере увеличения доли СЭС и ВЭС в энергосистеме в большей мере становятся востребованы ресурсы регулирования для компенсации внутричасовых изменений нагрузки ВИЭ. Начиная с третьего этапа, требуется значительная трансформация работы энергосистемы и внедрение новых передовых технологий и инструментов управления: при этом открываются широкие возможности для активного применения механизма управления спросом, систем накопления энергии, «умных» сетей, а таже участия ВИЭ-генерации в оказании системных услуг и др. Кроме того,

[28] Danish Energy Agency. Security of electricity supply in Denmark.
[29] BP (2022). Statistical Review of World Energy.
[30] IEA (2018). System Integration of Renewables.

возникает необходимость решать вопросы стандартизации технических требований к оборудованию ВИЭ и усовершенствовать системы прогнозирования выработки ВИЭ[31, 32]. В настоящее время в Дании этап 4 является самой высокой достигнутой на практике фазой интеграции ВИЭ. По оценкам МЭА, при достаточном уровне развития подобных решений энергосистема способна справляться с нагрузкой в любое время, даже если основными источникам генерации являются СЭС и ВЭС[33].

Рис. 10. Основные этапы системной интеграции переменных ВИЭ

Этап 1 (доля ВИЭ < 3%)	Этап 2 (3–15%)	Этап 3 (15–50%)	Этап 4 (>50%)
• Доля выработки ВЭС и СЭС в балансе энергосистемы не значительна. • Влияние переменного режима загрузки ВИЭ незаметно на фоне естественных отклонений потребления в энергосистеме. • Особенности работы инверторного оборудования не оказывают влияния на режим работы сети. • Нет необходимости в дополнительных источниках поддержания баланса, только решение локальных задач по выдаче мощности.	• Есть небольшие изменения в графиках работы существующих генераторов. • Возникает вероятность воздействия на локальные сети, возможны сетевые ограничения, обусловленные изменением потоков мощности в сети. • Потенциальные сложности в основном связаны с соответствием спроса и предложения электроэнергии на основе ВИЭ.	• Гибкость энергосистемы становится существенной с большими колебаниями в балансе генерации / потребления. • Большие изменения в графиках работы, сокращение числа генераторов, работающих по заданному графику. • Значительные изменения в потоках мощности передающей сети, увеличение потоков мощности между сетями разных классов напряжения. • Проблемы в основном зависят от наличия «гибких» источников.	• Вопросы устойчивости становятся существенными. ВИЭ покрывают значительную долю спроса в определенные моменты времени. • Небольшое число электростанций работают по графику, все электростанции должны регулировать производство электроэнергии в соответствии с ВИЭ. • Способность сети противостоять возмущениям снижается. • Проблемы в основном зависят от способности сети противостоять возмущениям.

Источник: IEA

[31] IRENA (2017). Planning for the Renewable Future: Long-term modelling and tools to expand variable renewable power in emerging economies.
[32] IRENA (2019). Innovation landscape for a renewable-powered future.
[33] IEA (2021). Conditions and requirements for the technical feasibility of a power system with a high share of renewables in France towards 2050.



ВЛАДИМИР СИДОРОВИЧ

директор Информационно-аналитического центра «Новая энергетика», кандидат экономических наук

Солнечная и ветровая энергетики развиваются постепенно, и системные операторы также постепенно учатся эффективно управлять переменной выработкой ВИЭ.

Эмпирические данные свидетельствует, что повышение доли солнца и ветра в энергосистемах не ведет к снижению показателей надежности. Например, в Германии рост доли выработки на основе переменных возобновляемых источников сопровождается повышением системной надежности — показатель SAIDI регулярно снижается. Если в 2006 году при крайне незначительной доле ВИЭ SAIDI равнялся 21,53 минуты, то в 2020 году он достиг рекордно низкой отметки 10,73. Число случаев внеплановых отключений потребителей в последние годы также находится ниже среднего уровня периода 2006-2018 гг.

В международных сравнениях Дания и ФРГ, страны с чрезвычайно высокой долей переменных ВИЭ, входят в число мировых лидеров по системной надежности.



МАКСИМ ТИТОВ

исполнительный директор Исследовательского центра энергетической политики и международных отношений (ИЦ ЭНЕРПО), Европейский университет в Санкт-Петербурге

Здесь все поставлено с ног на голову, как часто бывает в вопросах мифологии. Давайте разберемся, что первично и что вторично: полагаю, что надежность и безопасность энергосистемы находятся под угрозой, когда система зависит слишком сильно от одного источника энергии и одной технологии, а также от слишком сильной централизации этой системы. Когда в центре системы находится один источник и от него, как по краям паутины, расположены потребители, риск для системы и для потребителей как раз очень велик. И напротив, переход к распределенным системам, где есть разные источники, работающие на разном сырье, а система может оперативно реагировать на изменение условий, тогда ее уровень устойчивости к шокам и надежность работы, безусловно, повышается. Научите систему учитывать возможные перемены в работе источников, сбалансируйте их разными типами источников, и вы получите очень надежную и устойчивую систему.



МАКСИМ ДЯКИН
старший консультант
VYGON Consulting

Надежность энергосистемы может рассматриваться в двух аспектах — долгосрочная и краткосрочная надежность.

В России долгосрочная надежность энергосистемы характеризуется интегральным показателем балансовой надежности ЕЭС, нормативное значение которого установлено на уровне 0,996, что с определенными допущениями свидетельствует о длительности возможных ограничений электроснабжения потребителей — не более 35 часов в год.

В зарубежной практике для оценки вклада ВИЭ-генерации в догосрочную надежность энергосистем используют показатель capacity value (также capacity credit) — «ценность мощности». «Ценность мощности» — доля установленной мощности ВИЭ-генерации, которая может заменить существующую традиционную генерацию при покрытии нагрузки без снижения совокупной надежности энергосистемы.

Аналитики VYGON Consulting, используя один из классических методов аппроксимирующей оценки — метод Гарвера, показатель балансовой надежности 0,996 и фактические графики нагрузки ВИЭ-генерации в различных географических областях, оценили, что, например, в ОЭС Юга интеграция до 10 ГВт ВИЭ (5 ГВт ВЭС и 5 ГВт СЭС) не только не потребует ввода дополнительных резервных мощностей, но и допустит вывод из эксплуатации до 715 МВт ТЭС без снижения долгосрочной надежности объединенной энергосистемы. При этом доля выработки ВИЭ в энергобалансе ОЭС Юга достигнет 18%, что соответствует переходу к 3-му этапу интеграции ВИЭ. Текущие объемы ВИЭ в ОЭС Юга (2,6 ГВт) значительно меньше учтенных в расчетах 10 ГВт — это свидетельствует о том, что данная объединенная энергосистема сохраняет значительный потенциал интеграции ВИЭ.

Важным условием краткосрочной надежности при значительных объемах интеграции ВИЭ является способность системы устойчиво проходить значительные колебания нагрузки ВИЭ-генерации. Указанная способность обеспечивается необходимым объемом оперативных резервов. Анализ графиков загрузки ВИЭ-генерации в ЕЭС России показывает, что максимальное отклонение фактической нагрузки ВИЭ от плановой, учтенной системным оператором в диспетчерском графике, иногда действительно может достигать существенных значений — до 17%. Но по мере увеличения количества объектов ВИЭ-генерации и их территориального распределения данное значение снижается за счет взаимной компенсации отклонений и при развитии систем прогнозирования может опуститься ниже 4%.

Таким образом, потенциал интеграции ВИЭ в ЕЭС России значителен и позволяет в действующей конфигурации энергосистемы продвигаться к 3-му этапу интеграции без значительной перестройки системы и с сохранением ее надежности, как долгосрочной, так и краткосрочной.



“Невежественные утверждают,
мудрые сомневаются и размышляют”

Аристотель

“Человеческая наука заключается больше в том,
чтобы уничтожать ошибки, чем в открытии истин”

Сократ

“Мудрость — цель человеческой души, и по мере того,
как она прогрессирует в своем знании, она,
в свою очередь, отодвигает горизонт неизвестного”

Гераклит

А Р В Э

АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

123610, Москва, Краснопресненская набережная,
д.12, подъезд 6, офис 1002.
Телефон: +7 (495) 115-10-34
E-mail: info@rreda.org
Web: https://rreda.ru
https://rreda.org