

# МЕСТО И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ЭНЕРГОПЕРЕХОДЕ СТРАНЫ

Исполнительный директор проекта “Земля касается каждого”

**В.А. ЧУПРОВ**

(Ассоциация “Охрана природы”)

В соответствии со Стратегией социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. страна должна значительно сократить парниковые выбросы и нарастить поглотительный потенциал природных экосистем. При этом достижение целей низкоуглеродного развития предполагает значительные усилия в энергетике – самом крупном эмитенте парниковых газов. Как позиционируется энергопереход и какая роль отводится в нём возобновляемой энергетике – можно оценить уже сейчас исходя из принимаемых решений и динамики развития возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ). С учётом климатических вызовов и происходящего перехода на новый энергетический уклад в России для ВИЭ открываются всё новые технологические ниши развития.

## 1. Переход на новый энергетический уклад или модернизация текущего

Решение проблемы глобального изменения климата, несущего высокие риски и для Российской Федерации, – достижение *сбалансированности между выбросами антропогенных источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов во второй половине этого века на основе справедливости и в контексте устойчивого развития*<sup>1</sup>. Поскольку порядка 70% парниковых выбро-

сов антропогенного происхождения связано с энергетикой, на глобальном уровне активно обсуждается тема энергетического перехода, которая находит воплощение в политике целого ряда стран мира. Это важное обсуждение происходит и в Российской Федерации, имеющей в балансе выбросов долю энергетике около 78%<sup>2</sup>.

Тема энергетического перехода предполагает не просто изменение

<sup>1</sup> В соответствии с Парижским соглашением Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

<sup>2</sup> Данные на 2020 г. без учёта выбросов и поглощения лесами и в результате землепользования. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. М., 2022.

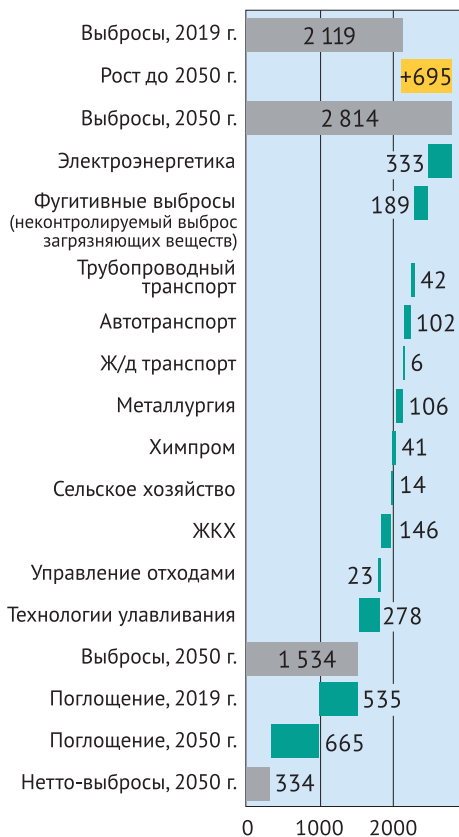
технологий на стадии генерации энергии с переходом на низкоуглеродную генерацию, а переход на качественно новый уровень, включающий в себя, помимо декарбонизации, цифровизацию и децентрализацию энергетики, электрификацию транспортного сектора, систем обогрева зданий и промышленности с отказом от технологий сжигания ископаемого топлива.

На сегодня в стране принят подход модернизации текущего энергетического уклада, но не переход к новому укладу. Такая модернизация в сочетании с использованием поглотительной способности российских лесов позиционируется как низкоуглеродная стратегия, оформленная в соответствующем документе – Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. (утв. Распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р).

Контуры предлагаемой модернизации российской энергетики были уже представлены, например, в позиции России к 26-й сессии Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Глазго в 2021 г. (рис. 1).

Из 1280 млн т выбросов, сокращаемых к 2050 г, примерно 60% связаны с энергетикой, включая транспорт. Однако при этом значительная ставка делается на уменьшение выбросов при добыче и транспортировке ископаемого топлива (так называемые фугитивные выбросы). Второе место по объёмам сокращений (278 млн т) занимают технологии улавливания выбросов. Ставка на сокращение фугитивных выбросов и технологии улавливания – прямой признак модернизации текущего

### Вклад факторов в изменение выбросов, млн т CO<sub>2</sub>-экв



### Результаты сценария

- 3.2% – среднегодовой темп роста ВВП до 2030 г.
- 3% – среднегодовой темп роста ВВП после 2030 г.
- Изменение структуры экономики, значительный эффект структурного сдвига на рост выбросов без учёта мер.

**Рис. 1.** Сокращение выбросов в соответствии

уклада, но не перехода на новый технологический уклад в энергетике.

Несмотря на консервативный подход в отношении энергетического перехода, реализуемая сегодня политика тем не менее предполагает

## МЕРЫ, ИНВЕСТИЦИИ И ЭФФЕКТЫ

Мера	Инвестиции, трлн руб.		Эффект к 2050 г., млн т CO <sub>2</sub> -экв.
	Годы 2022–2030	Годы 2031–2050	
<b>Все меры, в том числе:</b>	<b>6.2</b>	<b>82.6</b>	<b>-1945</b> из них -1280 – выбросы
<b>Электроэнергетика:</b> замена угольной генерации, рост выработки за счёт низкоуглеродной и безуглеродной генерации.	3	23.3	-333
<b>Фугитивные выбросы:</b> снижение утечек топлива на 88%.	0.3	2.1	-189
<b>Внедрение технологий улавливания</b>		35	-278
<b>Промышленность:</b> НДТ с низкими показателями выбросов; <b>металлургия и химпром:</b> низкоуглеродное производство с применением водорода.	1.3	9.8	-147
<b>ЖКХ:</b> классы энергоэффективности А, А+ для новых зданий, повышение эффективности систем тепло-холодоснабжения.	0.1	1.1	-146
<b>Транспорт:</b> электрификация газотранспортной системы, ж/д транспорта, легкового, общественного и грузового автотранспорта, развитие зарядной инфраструктуры.	0.3	2.5	-108
<b>Газопроводная система:</b> перевод газопроводных систем на электротурбины.	0.2	1.2	-42
<b>Управление отходами:</b> раздельный сбор и использование отходов, внедрение системы утилизации отработавшего промышленного оборудования.	0.5	3.5	-23
<b>Сельское хозяйство:</b> оптимизация системы удобрений, точное земледелие (концепция ведения дел в сельском хозяйстве).	0.1	0.9	-14
<b>Поглощение:</b> меры по борьбе с лесными пожарами, интенсификация лесовосстановления, уточнение оценок.	0.4	3.2	-665

### Институциональные меры

- Архитектура регулирования климатических проектов.
- Появление рынка обращения и стоимости углеродных единиц, интегрированного в международный оборот.
- Обязательная цена на CO<sub>2</sub> (500–700 руб. за т CO<sub>2</sub>-экв.) для углеродоёмких отраслей в РФ (после 2030 г.).

с Целевым (интенсивным) сценарием Стратегии низкоуглеродного развития

некоторые заделы для перехода к энергетике качественно нового уровня, например, в части внедрения углеродной отчётности и реестра выбросов парниковых газов, элементов углеродного рынка, рын-

ка зелёных сертификатов и зелёного финансирования (зелёная таксономия), в части инвестирования в электротранспорт, водородную энергетику и технологический задел ветровой и солнечной энергетики.

Резюмируя вышесказанное, можно привести оценку генерального директора АНО «Центр энергетических систем будущего “Энерджинет”» Д. Холкина, в соответствии с которой Россия пытается перейти от сценария “у нас и так самый зелёный баланс, а остальные климатические обязательства мы как-нибудь закроем за счёт признания особого вклада наших природных богатств”, к сценарию приоритетного развития атомной энергетики, ГЭС, ВИЭ, газовой энергетики... Это хорошее решение, так как обеспечивает изменение “статус-кво” отрасли, приводит к изменению энергетического баланса, формирует спрос на промышленное развитие и, в определенной степени, технологические инновации. Но – и это важно – данный вариант развития событий базируется на технологическом пакете старого уклада. Его реализация не отвечает в полной мере на стратегические запросы развития экономики и общества<sup>3</sup>.

## 2. Динамика развития ВИЭ

Один из индикаторов энергетического перехода – переход на низкоуглеродную генерацию на основе возобновляемых источников энергии.

В настоящей статье под ВИЭ подразумеваются возобновляемые источники энергии в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р “Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года”

<sup>3</sup> “Кто не готов к будущему, остаётся в прошлом” <https://www.eprussia.ru/epr/477-478/6529979.htm>

(далее – Распоряжением), где в показатели развития ВИЭ не включаются гидроэлектростанции установленной мощностью более 25 МВт.

Согласно Распоряжению, приняты следующие целевые показатели развития ВИЭ в части доли производства и потребления электроэнергии в электробалансе:

в 2010 г. – 1.5%;

в 2015 г. – 2.5%;

в 2024 г. – 4.5%;

в 2035 г. – не менее 6%.

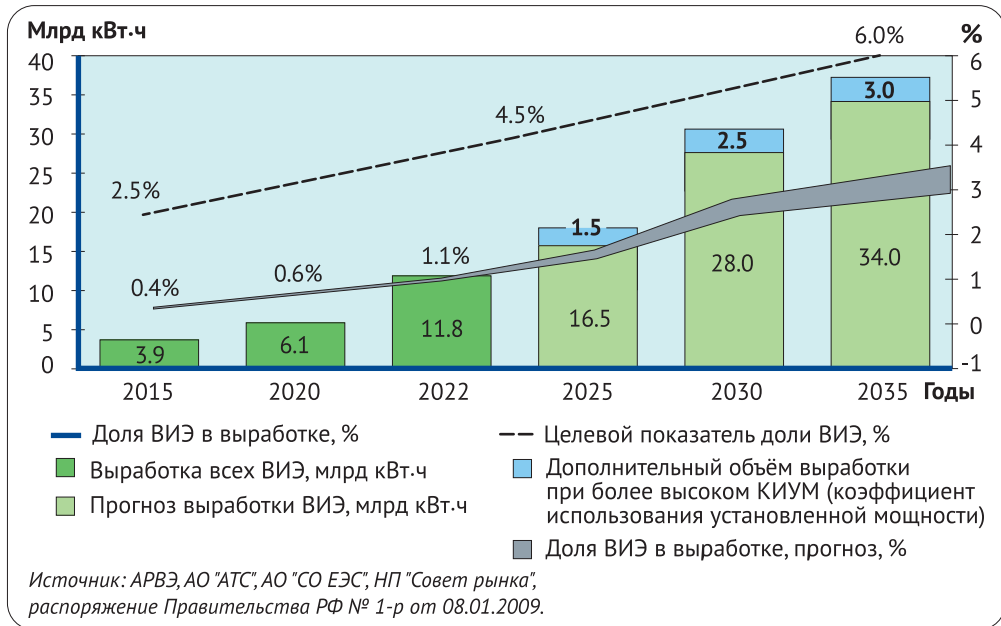
В соответствии с данными Ассоциации развития возобновляемой энергетики (далее – АРВЭ)<sup>4</sup>, на 2023 г. динамика ВИЭ выглядит следующим образом (рис. 2).

Из представленных данных видно, что динамика ВИЭ пока не успевает за целевыми показателями Распоряжения: показатель 4.5% к 2024 г. выглядит недостижимым, так как к 2022 г. доля ВИЭ в общем электробалансе едва превысила барьер в 1%.

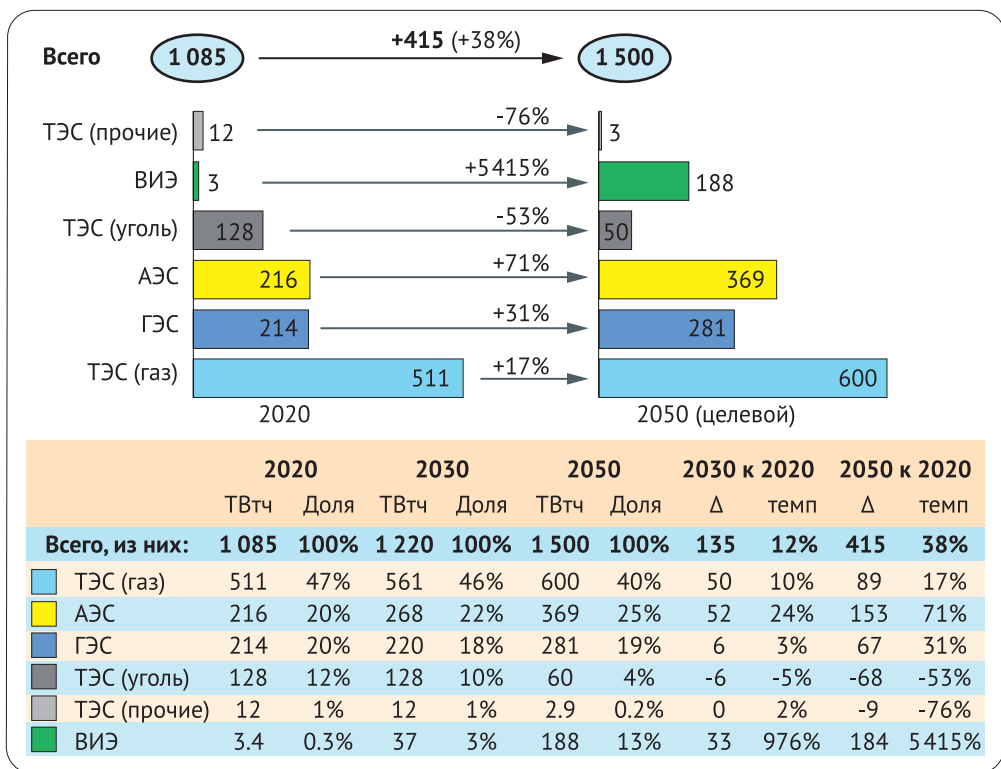
Как следует из показателей генерации в российской электроэнергетике, представленных в 2021 г. к 26-й сессии Конференции сторон в Глазго, предполагаемые показатели ВИЭ в операционном плане Стратегии низкоуглеродного развития должны достичь 3%-ной отметки только к 2030 г. (см. рис. 3), в то время как, в соответствии с Распоряжением, 4.5%-ная доля ВИЭ в производстве электроэнергии должна была быть достигнута уже в 2024 г.

Более того, как следует из заявления министра энергетики Н. Шульгинова, сделанного в июне

<sup>4</sup> Здесь и далее доклад АРВЭ “Рынок возобновляемой энергетики России: текущий статус и перспективы развития” [https://www.rreda.ru/upload/iblock/719/b1283yr9mdg1n7bzzf5f01jzqx3ku48l/202307\\_RREDA\\_Annual\\_RES\\_report\\_v4.pdf](https://www.rreda.ru/upload/iblock/719/b1283yr9mdg1n7bzzf5f01jzqx3ku48l/202307_RREDA_Annual_RES_report_v4.pdf)



**Рис. 2.** Текущая и прогнозная доля ВИЭ в выработке электроэнергии в России



**Рис. 3.** Выработка электроэнергии в 2020 г. и в 2050 г. в Целевом сценарии, ТВт · ч

2023 г., даже эти консервативные показатели – 3% к 2030 г. и 13% к 2050 г. – могут быть пересмотрены в сторону дальнейшего понижения: “Мы сегодня пересматриваем некоторые наши предложения по объёму производства на солнечных и ветряных электростанциях, на малых ГЭС в том числе. У нас был такой прогноз в связи со стратегией низкоуглеродного развития... Мы его сегодня пересматриваем... Мы от 5% к 2035 году и 12% к 2050 году производства перейдём, скорее всего, к 3% и 9%”.<sup>5</sup>

С чем же связаны фактическое отставание в развитии ВИЭ и неготовность к переходу к новому укладу в энергетике в целом?

### 3. Факторы развития ВИЭ в электроэнергетике

**3.1. Политический фактор.** Российская Федерация стала одним из участников глобального политического процесса сокращения парниковых эмиссий и адаптации к изменению климата. Часть этого процесса – принятие национальных целей углеродной нейтральности и Стратегии низкоуглеродного развития. В целом, в стране есть понимание важности перехода на низкоуглеродные технологии в целях сохранения конкурентоспособности на мировых рынках.

Так, безусловным фактором для развития низкоуглеродной повестки, в том числе продвижения ВИЭ, является введение трансграничного углеродного регулирования (ТУР) в странах импортёрах российского

сырья и продукции. Речь в первую очередь идёт о Carbon Adjustment Boarder Mechanism, который распространяется на всех экспортёров в страны ЕС.

Реализация механизмов ТУР может стимулировать введение углеродных платежей внутри страны с последующим перераспределением полученных средств в пользу низкоуглеродных источников энергии, включая ВИЭ<sup>6</sup>.

**3.2. Фактор технологической зрелости.** Благодаря экономической и административной поддержке со стороны государства на оптовом рынке (рис. 4), ветровые и солнечные станции состоялись технологически.

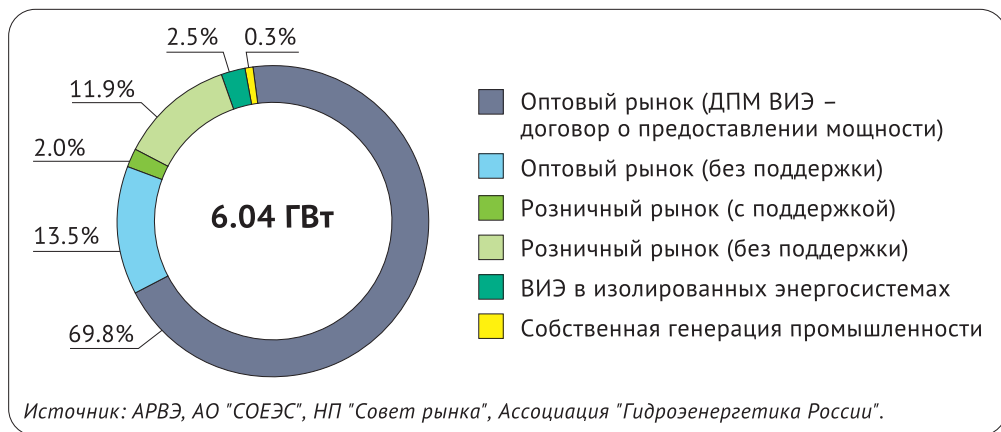
Можно сказать, что в отрасли был создан технологический задел с высокой степенью локализации. Более того, в стране появились мощности для производства солнечных модулей, в том числе в целях экспорта.

**3.3. Экономический фактор.** Экономические факторы работают как в сторону повышения (например, вопросы локализации), так и в сторону понижения себестоимости генерации на основе ВИЭ (удешевление технологии в связи с масштабированием и т.д.).

В целом факторы снижения себестоимости оказываются сильнее. Так, по прогнозам руководителя направления регулирования энергорынков Yugon Consulting Н. Посыпанко, сделанным в 2020 г., к 2030 г. цена электроэнергии ветряных электростанций снизится до 5.2 руб./кВт · ч, солнечных – до 7.5 руб./кВт · ч, тогда как на АЭС

<sup>5</sup> “Минэнерго понизило прогноз доли ВИЭ в энергобалансе РФ до 3% к 2035 г. и 2050 г. к 9%” <https://www.bigpowernews.ru/markets/document109514.phtml>

<sup>6</sup> “В Минэкономики оценили перспективы ввода платы за углерод” <https://www.rbc.ru/economics/11/02/2024/65c5ea969a79478354a9fc83?from=cop>



**Рис. 4.** Совокупная установленная мощность электростанций на основе ВИЭ в России на 2023 г., ГВт

она вырастет до 7.5 руб./кВт · ч, на парогазовых установках – до 5.3 руб./кВт · ч.<sup>7</sup>

Эти прогнозы пока соответствуют наблюдаемой динамике. В соответствии с более свежими прогнозами АРВЭ уже к 2028 г. по результатам конкурсных отборов диапазон одноставочных цен СЭС и ВЭС составит 6.3–6.9 и 2.0–4.0 руб. за кВт · ч соответственно (рис. 5).

Для сравнения, одноставочная прогнозная цена электроэнергии первого блока Курской АЭС после запуска в 2026 г. составит 6.73 руб. за 1 кВт · ч, второго блока (с запуском в 2028 г.) – 7.15 руб.<sup>8</sup>

Таким образом, государственная поддержка на оптовом рынке помогла не просто сформировать технологический задел, но и обеспечить такое развитие ВИЭ, которое выводит ветровые и солнеч-

ные станции в экономический паритет с вновь вводимыми мощностями в традиционной энергетике.

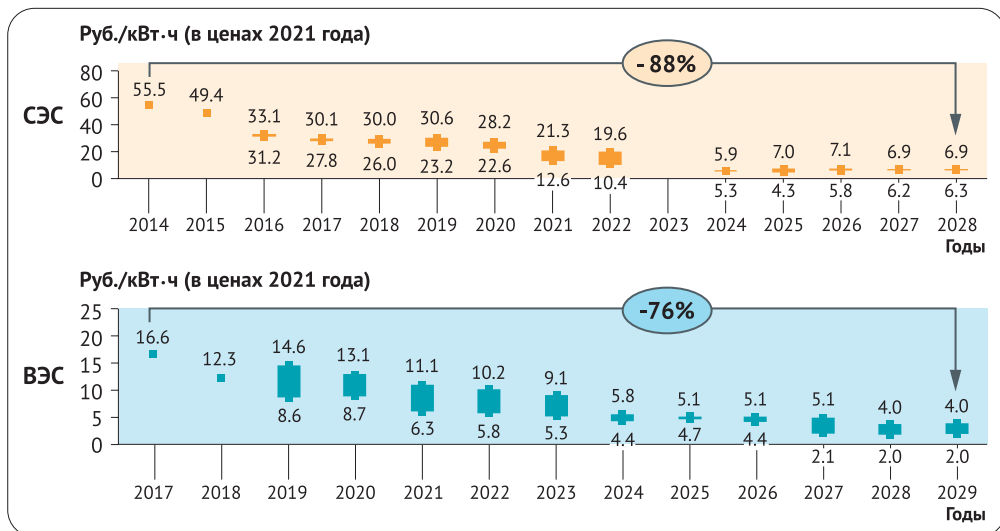
**3.4. Факторы, связанные с технологическим встраиванием погодозависимых ВИЭ в энергетическую систему.** Появление погодозависимых ВИЭ в балансе электрогенерации ведёт к необходимости их учёта и диспетчеризации. В зависимости от доли таких ВИЭ (это ветровые и солнечные станции) реагирование на появление погодозависимой генерации может быть минимальным, если доля составляет несколько процентов. В таком случае не требуется изменения процедур планирования и управления режимом эксплуатации объектов генерации.

Если же доля вырастает до примерно 10%, влияние ВИЭ становится заметным. Тогда становится важным наличие системы прогнозирования нагрузки мощности ВИЭ, чтобы регулирующие электростанции могли своевременно компенсировать выпадение ВИЭ.

При превышении 10%-ного уровня меняется режим работы традицион-

<sup>7</sup> Зелёная энергия в России вскоре может стать дешевле традиционной. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/05/26/831097-zelenaya-energiya-v-rossii-vskore-mozhet-stat-deshevle-traditsionnoi>

<sup>8</sup> Нынче дорог каждый атом. "Совет рынка" оценил платежи потребителей за новые АЭС: <https://www.kommersant.ru/doc/5524836>



**Рис. 5.** Динамика одноставочных цен СЭС и ВЭС по результатам конкурсных отборов ДПМ ВИЭ

ных электростанций, и в результате может понадобиться совершенствование сетевой инфраструктуры.

В соответствии со Схемой и программой развития электроэнергетических систем России на 2024–2029 гг. (СиПР) в период 2024–2029 гг. предполагается ввести около 5 ГВт ВЭС и СЭС дополнительно к 4.4 ГВт на начало 2023 г. С учётом динамики общей установленной мощности предполагается рост доли мощности ВИЭ с 1.78% до 3.6% в общем балансе установленной мощности<sup>9</sup>, то есть, казалось бы, встраивание ВИЭ в энергосистему находится на начальном уровне, не требующем реагирования.

Тем не менее для отдельных частей ЕЭС, например, для Объединённой энергетической системы (ОЭС) Юга, вопрос интеграции ВИЭ уже требует диспетчеризации, в том числе ввода ограничений выработ-

ки ВИЭ<sup>10</sup>. По данным АРВЭ, в течение 2022 г. для ветроэлектростанций, функционирующих в рамках договора о предоставлении мощности ВИЭ, на 49 часов выдавались команды на разгрузку электростанций. Для функционирующих в рамках ДПМ ВИЭ солнечных электростанций команды на ограничение выдачи мощности в сеть отдавались с апреля по сентябрь 2022 г. (за исключением июля) совокупно в течение 20 часов за год.

И самое главное – встаёт вопрос об отсутствии мощности со стороны СЭС в ночные часы и гарантированной мощности от ВЭС.

Для существующей энергетической системы, где надёжность обеспечивается системой перетоков, появление неустойчивых ВИЭ – вызов. Ситуация осложняется в связи с привязкой электрической мощности ТЭЦ к тепловой нагрузке.

<sup>9</sup> Схема и программа развития электроэнергетических систем России на 2024–2029 гг. (утв. приказом Минэнерго России от 30.11.2023 № 1095).

<sup>10</sup> “Ограничение выработки СЭС и ВЭС является нормальной практикой”. <https://peretok.ru/opinion/24103/>



Таким образом, из всех перечисленных факторов только один становится ключевым барьером для более активного развития ВИЭ – это фактор встраивания погодозависимых электростанций в сложившуюся энергетическую инфраструктуру. Здесь нужно отметить, что технологически такое встраивание возможно, о чём говорит мировой опыт.

Но даже возможность технологического встраивания не означает автоматического “передела” рынка в пользу более дешёвой генерации на основе ВИЭ, так как традиционная энергетика – это сложившаяся и устойчиво работающая инфраструктура с устоявшимся социальным и географическим распределением, инфраструктура, чей статус закреплён на законодательном уровне и защищён мощными бизнес-элитами.

#### 4. Стимулирование развития ВИЭ за счёт новых технологических ниш

Несмотря на технологическую зрелость и экономическую эффективность, ВИЭ оказываются запертыми в узкой технологической нише в пределах показателей сетевых потерь электроэнергии (порядка 10% от всего её производства).

С учётом выбранной стратегии достаточно консервативной модернизации текущего уклада и понижения прогнозов для ВИЭ на ближайшее десятилетие встаёт вопрос о новых драйверах и новых технологических нишах для ВИЭ.

Среди таких ниш можно обозначить технологию адаптации к изменению климата за счёт крышных солнечных станций и технологии, связанные с энергоснабжением транспорта на электротяге. Это технологии, реализуемые на розничном рынке электроэнергии, который, по оценке АРВЭ, имеет значительный

потенциал и при должной поддержке обеспечит в следующие 10 лет ввод дополнительно до 3 ГВт.

По другим оценкам, только масштабирование технологии крышной сетевой фотовольтаики может обеспечить рост мощности ВИЭ в объёме нескольких гигаватт и внести вклад в достижение целевых показателей ВИЭ, поставленных Правительством. В частности, в 2018 г. представители Министерства энергетики заявляли, что в России может появиться программа “Один миллион солнечных крыш”. На тот момент потенциал суммарной установленной пиковой мощности крышных СЭС оценивался в 3.5 ГВт<sup>11</sup>. Реализация этой технологии на розничном рынке электроэнергии может помочь снизить актуальность проблемы волн жары, не требуя дополнительной диспетчеризации и балансировки этой мощности в сети.

В части развития электротранспорта, по оценкам АРВЭ, уже к 2030 г. электрификация транспорта приведёт к формированию дополнительного спроса на электроэнергию в объёме 2.5–4 млрд кВт · ч. Здесь, по мнению АРВЭ, необходимо соблюдать правило: каждый новый киловатт · час потребления электротранспорта должен обеспечиваться дополнительной выработкой безуглеродной генерации, в первую очередь на основе ВИЭ.

Безусловно, такое узконишевое развитие ВИЭ – не единственное решение. Национальные обязательства по декарбонизации в сочетании с давлением внешнего рынка могут и будут стимулировать и другие подходы для развития ВИЭ.

<sup>11</sup> В России может появиться программа “Миллион солнечных крыш” // РИА Новости: сетевое издание. URL: <https://ria.ru/20180321/1516916168.html>. – Дата публикации: 21.03.2018 (дата обращения: 01.05.2023).