

ВИЭ СНИЖАЕТ ЗАТРАТЫ на энергоснабжение

Рост цен на электроэнергию является для многих, к сожалению, как само собой разумеющееся. Это касается и физических лиц, и юридических. Обусловлено это рядом факторов, один из которых — рост стоимости природных ресурсов. И в первую очередь это заметно там, где топливная составляющая в тарифе очень высокая. Да и сама себестоимость выработки электроэнергии достигает несколько десятков рублей — для удаленных и изолированных территорий, где энергоснабжение осуществляется за счет дизельных электростанций. При этом если увеличение стоимости кВт·ч ложится полностью на потребителей, подключенных к ЕЭС России, или на добывающие и перерабатывающие предприятия, которые ведут деятельность на севере или Дальнем Востоке, то увеличение себестоимости выработки кВт·ч на ДЭС при энергоснабжении населенных пунктов — это в основном дополнительная нагрузка на региональные бюджеты. Ведь итоговая цена поставки э/э (электроэнергии) значительно ниже чем цена производства за счет различных субсидий, дотаций и компенсаций.

Можно ли рассматривать ВИЭ (возобновляемые источники энергии) как инструмент для снижения затрат, и если да, то насколько это будет эффективно и не повлияет ли на надежность энергоснабжения?

Одними из ключевых особенностей ВИЭ является то, что мы можем рассматривать мощность генерации от буквально с 1 кВт до десятков и даже сотен МВт, и поставить эту генерацию в непосредственной близости потребителю без необходимости привязки к природным ископаемым ресурсам, их наличию или подвозу.

С той или иной эффективностью, но Солнце светит по всей планете. В любом районе можно найти площадки, где ветровой потенциал будет достаточным для строительства ВЭС. К ВИЭ, конечно же, относятся и другие виды энергии: малые гидростанции, геотермальная и приливная энергетика и ряд других, но их доля в общем балансе ВИЭ не такая существенная.

К недостаткам ВИЭ необходимо отнести нестабильность выработки из-за прямой зависимости от наличия ветра в данный конкретный момент или отсутствия туч или облаков на небе, а также сложность

прогнозирования выработки на будущий период. Именно поэтому говорить о 100% надежности и возможности энергообеспечения за счет ВИЭ пока еще рано. Однако при развитии технологий накопления энергии, в том числе водородных накопителей, этот вопрос можно будет решить. А пока ВИЭ всегда идет в связке с традиционной генерацией, будь то наличие подключения к сети или резервный источник питания в виде ДГУ (дизель-генераторная установка).

Возвращаясь к экономике и целесообразности строительства ВИЭ генерации, необходимо затронуть следующие вопросы:

1. Как долго будет потребляться электроэнергия в конкретной точке?

Оборудование ВИЭ имеет довольно уникальный для традиционной энергетики ресурс — срок службы до 20–25 лет, а при надлежащем и своевременном сервисе ветроустановок они могут проработать и до 35–40 лет. Солнечные панели так же могут работать до 30 и более лет, правда, необходимо учитывать их деградацию. То есть, построив станцию и понеся капитальные затраты в течение 1–2 лет,

ЦИТАТА

Пока ВИЭ всегда идет в связке с традиционной генерацией, будь то наличие подключения к сети или резервный источник питания в виде ДГУ (дизель-генераторная установка).



Фото: Перводанная Россия. Проект «Благородный олень». Автор: Олег Пантелеев



СТЕПАНОВ Дмитрий Сергеевич — заместитель генерального директора компании «Альтрэн», заведующий базовой кафедрой «Технологии ветроэнергетики» Ульяновского государственного технического университета. Участие в рабочих группах нормативно-законодательной деятельности по ВИЭ: НП «Совет рынка», Минэнерго РФ - реализация Плана по модернизации неэффективной дизельной генерации. Участие в заседаниях Комитета по энергетике Государственной Думы РФ по вопросам микрогенерации и распределенной генерации, Аналитического центра при Правительстве РФ по вопросам модернизации неэффективной дизельной генерации, АНО «АПИ» Минвостокразвития и Арктики РФ по вопросам развития ВИЭ на Дальнем Востоке и в Арктике с докладами. Сфера интересов: развитие ветропарков, ветроизмерения, распределенная генерация, локализация компонентов ВЭУ, автономные гибридные энергосистемы на базе ВИЭ для изолированных территорий.

вы на 20, 25 или 30 лет обеспечиваете себя источником выработки электроэнергии, с минимальными сервисными затратами, фактически зафиксировав стоимость электроэнергии на этот период.

2. Как эффективно будет работать ВИЭ-генерация?

И на самом деле, это очень важный вопрос, так как при более-менее равных затратах на строительство 1 кВт установленной мощности, на одной площадке можно получить эффективность от ветростанции (КИУМ) в районе 20–25%, а на удалении 500–1000 метров или 2–3 км КИУМ ВЭС будет уже 30–35%, и выработка составит на 50% больше. В основном это связано с рельефом местности.

А можно еще рассмотреть варианты с увеличением высоты башни ВЭУ, если это позволяют ограничения. Тогда можно получить эффективность на 20–30% выше. Именно поэтому этап выбора площадки, выбора оптимального оборудования, расчета выработки ВЭС очень важны и могут занимать до 2-х лет.

Если проект небольшой, то будет достаточно кабинетных исследований, при которых собирается информация о рельефе местности, шероховатости поверхности, розе ветров, среднечасовых значениях скорости ветра на необходимой высоте в течение года из различных баз данных, многолетние значения скорости ветра, предельные значения скоростей ветров и другие параметры. Если же проект планирует существенные финансовые вложения, то необходимо проведение полноценных ветровых измерений с применением специализированного оборудования.

С солнечной энергетикой немного проще. Уровень солнечной радиации рассчитывается для каждой точки, определяется оптимальный наклон панелей, а также их ориентация по сторонам света для итоговой максимальной выработки электроэнергии.

3. Какую долю можно заместить на ВИЭ-генерацию?

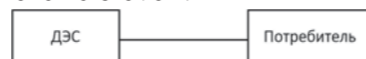
Этот вопрос также влияет на экономику проекта. Понятно, что чем больше мощности мы построим, тем будет дешевле 1 кВт установленной мощности. Ограничением же будет являться то, какой объем электроэнергии понадобится потребителю в конкретный момент и какая возможна выработка э/э от ВИЭ в этот момент. Так, если образуется излишек, то возникает вопрос: куда его направить? В накопители энергии или в сеть, если она есть, или еще

куда? И очень часто складывается ситуация, что проще всего скидывать излишки выработки на балластную нагрузку, фактически потеряв эту энергию. Следовательно, эффективность ВИЭ-генерации будет снижаться. Поэтому, на предварительном этапе также очень важны расчеты оптимальной мощности ВИЭ-генерации для снижения возможных потерь и минимизации затрат на строительство генерации.

Немаловажным вопросом является надежность всей системы, так как после строительства ВИЭ-генерации на нее появляются дополнительные нагрузки за счет необходимости быстрого переключения выдаваемой мощности от разных видов генерации или накопителей энергии.

Рассмотрим различные варианты подключения ВИЭ-генерации на примере удаленных и изолированных районов.

Типовая схема энергоснабжения представлена на схеме 1.



Сеть переменного тока, ДЭС задает частоту сети, напряжение. Синхронизация ДГУ между собой находится в контуре ДЭС.

Интеграция ВИЭ в такую сеть возможна несколькими способами, которые зависят от уровня замещения ДГУ:

1. Низкий уровень замещения.

Доля ВИЭ по мощности менее 50%, по выработке менее 20%. В данном варианте мы остаемся в стандартной схеме и не переходим на АГЭС. ДЭС работает постоянно. Работа ВИЭ снижает нагрузку на ДЭС, ВИЭ участвует в покрытии основной нагрузки. Фактически АСУ не требуется. При таком варианте экономия дизельного топлива не существенная и может не привести к окупаемости строительства генерации ВИЭ.

2. Средний уровень замещения.

Доля ВИЭ 50–100% по мощности и от 20 до 50% в выработке электроэнергии. При таком варианте ДЭС работает постоянно, с возможным отключением в пики выработки ВИЭ. При высоком уровне выработки ВИЭ подключаются вторичные нагрузки (накопители, контур обогрева, балластная нагрузка). Требуется относительно простая АСУ. Экономия топлива уже существеннее, но и возможны потери э/э из-за излишней выработки ВИЭ.

3. Высокий уровень замещения.

Доля ВИЭ по мощности составляет от 100 до 400%, по выработке

от 50 до 150% от потребления. ДЭС становится резервным источником генерации. Необходимы дополнительные решения для поддержания уровней частоты и напряжения. Требуется интеллектуальная АСУ.

Варианты интеграции ВИЭ

1. Для систем с низким и средним уровнем замещения.

Наиболее распространенный вариант, когда каждый отдельный источник генерации ВИЭ имеет отдельное подключение к сети, представлен на схеме 2.

Управлять такой системой сложно, излишняя выработка от ВИЭ может привести к переходу работы ДЭС в неэффективные режимы, что предотвращается отключением генерации ВИЭ и приводит в итоге к снижению эффективности ВИЭ-генерации.

2. Для систем со средним и высоким уровнем замещения.

Наиболее популярной схемой подключения ВИЭ в таких системах является вариант, представленный на схеме 3.

В этом случае параметры сети задает ДЭС, но все виды генерации ВИЭ, а также накопители, подключены через одну инверторную станцию. При значительной мощности накопителей энергии излишнюю выработку можно сохранять, повышая эффективность системы.

Но, на наш взгляд, наиболее оптимальная схема интеграции ВИЭ заключается в создании единой системы (полноценная АГЭС — автономная гибридная энергосистема) с объединением всех видов генерации по постоянному току. В своей работе компания «Альтрэн», предлагает партнерам именно ее. АГЭС представлена на схеме 4.

При такой схеме АГЭС достигается максимальный эффект экономии топлива, создается единая система управления генерацией, есть возможность максимально эффективно использовать все виды генерации в пиковой работе за счет подключения к тепловой генерации (когенерация).

Возвращаясь к вопросу экономики, а именно стоимости кВт·ч от ВИЭ, можно лишь привести примеры, так как для каждого конкретного потребителя будут свои уникальные условия расположения, свои ветровые и солнечные характеристики, своя, уникальная стоимость строительства.

В сентябре 2021 года прошел конкурсный отбор по программе ДПМ2 по новым условиям. Компания Фортум выиграла основные свои объемы со средней ценой 2,2–

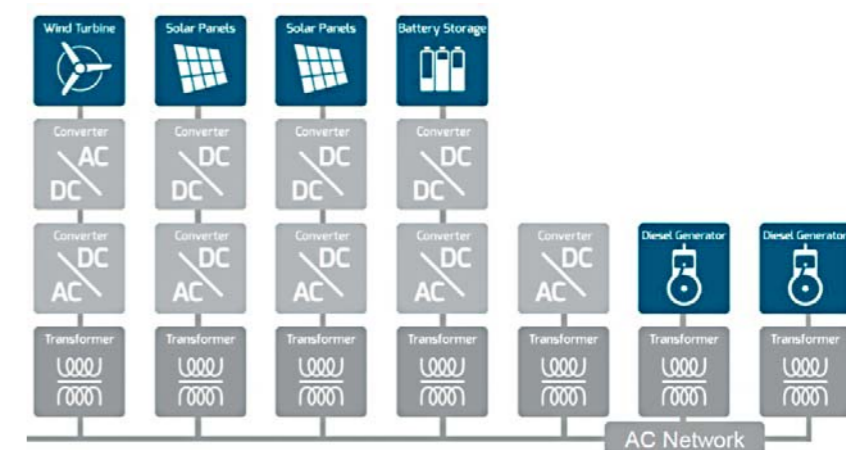


Схема 2.



Схема 3.

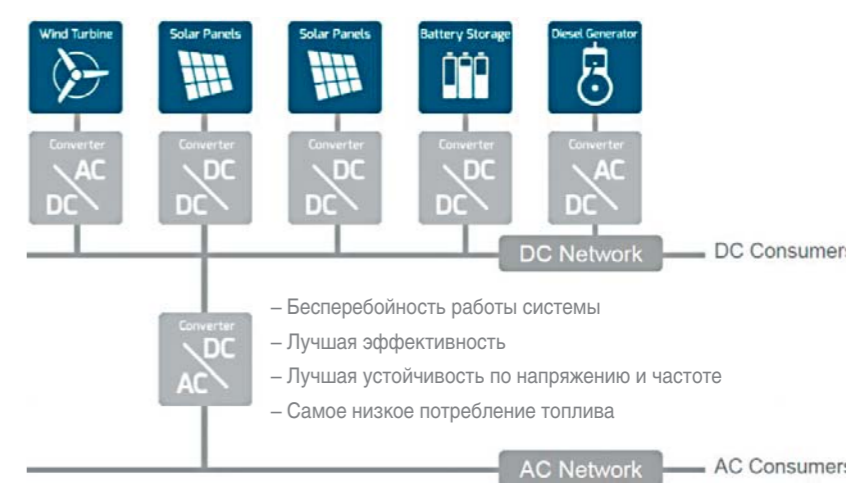


Схема 4.

2,3 рубля за 1 кВт·ч, структуры Росатома свои объемы получили с обязательством поставки электроэнергии по цене 5,1 рубля за 1 кВт·ч. Данные цены должны включать все необходимые затраты на строительство, сервисное сопровождение, а также возврат инвестиций с определенной доходностью в течение 15 лет с обязательством использовать при строительстве ВЭС

локализованное в России оборудование. Причем цена продажи э/э будет индексироваться, а не зафиксирована на все 15 лет.

Промышленные компании, задумывающиеся о собственной ВИЭ-генерации и не ограниченные в требованиях локализации, могут рассматривать любое предложение. Китайские производители в этом плане продолжают сотрудничество с Россией, а именно Китай является лидером по количеству производителей ветроэнергетического оборудования в ТОП-10. Но это только для крупных ветропарков от десятков МВт и единичной мощностью ВЭУ от 3–4 МВт. В этом случае возможна оптимизация стоимости доставки оборудова-

ния и строительства ветростанции. И тогда владелец станции, построивший ее для собственных нужд, фиксирует для себя себестоимость выработки кВт·ч уже не на 15 лет, а на 20–25. В этом случае вполне реальные цены в 2–4 рубля за кВт·ч. А если сравнить ее со стоимостью электроэнергии из сети, например, через 5–10 лет? Ответ о выгоде для тех, кто думает о будущем, будет вполне очевидным.

Другая ситуация для объектов ВИЭ, строящихся для удаленных и изолированных территорий. Крупногабаритное оборудование очень сложно и дорого, а иногда и вовсе не целесообразно завозить на площадку. Поэтому на этих территориях в основном рассматриваются ветроустановки единичной мощностью от 100 до 500 кВт. Они более компактные. Некоторые модификации перевозятся в стандартных морских 20ft и 40ft контейнерах. Монтаж можно осуществить без привлечения тяжелой крановой техники. Но при этом они должны работать в сложных климатических условиях до -40°C , а также при влажном морском воздухе.

Именно на таких решениях специализируется наша компания. И здесь, для примера, можно привести оценочную стоимость строительства одного кВт установленной мощности ветровой генерации от 300 до 500 тыс. рублей. КИУМ (коэффициент использования установленной мощности) ветроустановки, при скоростях ветра от 6 м/с варьируется от 30 до 40%. Срок службы оборудования составляет 20–25 лет при надлежащем сервисе. Следовательно, LCOE (конечная стоимость э/э) кВт·ч от ветроустановки, при скоростях ветра выше 6 м/с варьируется от 10 до 20 рублей с учетом сервиса. Расчеты по себестоимости выработки от солнечной генерации приводят практически к таким же показателям 10–20 рублей. КИУМ СЭС варьируется от 10 до 16%, но капитальные затраты составляют от 120 до 220 тыс. рублей за 1 кВт установленной мощности. Ключевой вопрос при выборе СЭС или ВЭС — уровень солнечной инсоляции и среднегодовая скорость ветра на конкретной площадке.

Нефтегазовые и другие добывающие компании, имеющие на своем балансе ДЭС, могут рассчитывать свои проекты исходя из всего срока службы оборудования АГЭС, тем более, строя генерацию ВИЭ, они снижают углеродный след, повышают свою социальную и экологическую ответ-



Фото: Первозданная Россия. Проект «Река Ада — жемчужина Приморья». Автор: Андрей Ершов

ственность. И даже с учетом последних мировых событий, эти факторы остаются значимыми при рассмотрении перспектив строительства ВИЭ-генерации.

Если же брать ДЭС, работающие под осуществление энергоснабжения населенных пунктов, то ситуация с экономикой здесь интереснее. Себестоимость выработки 1 кВт·ч на ДЭС в ИТТ (изолированные и труднодоступные территории) варьируется от 30 до 200 рублей. Существующая нормативная база дает возможность частным инвесторам заходить в проекты модернизации ДЭС в ИТТ с генерацией ВИЭ, обеспечивая возврат инвестиций по энергосервисному контракту (ЭСК) через экономию топлива.

То есть полученная экономия от снижения потребления дизтоплива будет направляться инвестору в течение срока действия ЭСК. Топливная составляющая в тарифе варьируется от 35 до 70%. По нашим данным, с учетом того, что срок действия ЭСК значительно меньше срока службы оборудования, а также с учетом высокой стоимостью заемных денежных средств и требованиями к IRR проекта не ниже 15–20%, экономически привлекательными для инвестирования в строительство АГЭС являются около 20% всех объектов. Так как по окончании действия ЭСК, объект генерации переходит в собственность владельцу ДЭС, с учетом уже компенсированных затрат на строительство генерации ВИЭ, то фактически себестоимость кВт·ч будет складываться из стоимости сервисных работ и составит

от 2 до 3 рублей на протяжении еще 10–15 лет работы ВЭС.

Последние пару лет Корпорация Развития Дальнего Востока активно продвигает Программу по привлечению частных инвестиций в развитие распределенной генерации. На наш взгляд, данные расчеты наглядно показывают, что если в ходе реализации этой программы будут предусмотрены субсидии, в том числе компенсация части капитальных затрат, рассчитанные исходя из всего срока службы оборудования (20–25 лет) и стоимости выработки кВт·ч в пределах 2–3 рублей после окончания инвестиционного проекта, то количество экономически привлекательных проектов значительно увеличится. Можно будет говорить о создании нового направления в энергетике. А это в свою очередь повлечет к снижению затрат региональных бюджетов на субсидирование северного завода и к снижению зависимости от дорогостоящего привозного дизельного топлива.

В заключении можно добавить, что последние тенденции показывают: стоимость как самого дизельного топлива, так и его доставка до удаленных локаций только растет. Следовательно, затраты на энергоснабжение в ИТТ будут тоже лишь возрастать. И построив один раз, но на 20–25 лет ВИЭ генерацию, подойдя грамотно к выбору площадки, оборудования, сделав все необходимые предварительные расчеты, потребитель получит надежное решение с положительным экономическим эффектом.

Д. С. Степанов



Гибридное off-grid решение



ООО «Альтрэн» (г. Ульяновск, Россия) — проектная компания и резидент Ульяновского наноцентра ULNANOTECH, создана в 2015 г. Ключевая специализация компании — ветроэнергетика. Занимается проектами ВИЭ-генерацией в распределенной энергетике для промышленных компаний и автономными энергосистемами на удаленных и изолированных территориях, с внедрением лучших мировых достижений в этой области энергетике.

Ульяновский наноцентр ULNANOTECH (Ульяновск, Россия) — входит в инвестиционную сеть нанотехнологических центров Фонда инфраструктурных и образовательных программ. Занимается инвестированием и сопровождением технологического предпринимательства на ранних стадиях, поиском технологий, созданием и продажей технологических стартапов. Имеет статус технопарка высоких технологий.

Пять лет назад команда Ульяновского наноцентра и ее дочерняя компания «Альтрэн» принимали активное участие в становлении новой для страны отрасли — ветроэнергетики. Результатом совместных усилий группы РОСНАНО, федеральных и местных органов власти и институтов развития стало появление в Ульяновске первого в России коммерческого ветропарка «Фортум», мощностью 35 МВт с последующим увеличением до 85 МВт. В конце 2018 года наноцентр, совместно с РОСНАНО и Vestas, запустили в Ульяновской области совместное предприятие по производству композитных лопастей для турбин ветроэнергетических установок мощностью от 3,6 до 4,2 МВт, в 2021 году наноцентр успешно вышел из проекта продав свою долю.