



# «Зеленая» энергия на службе человечества

**Андрей КОНЕЧЕНКОВ**

*Ветроэнергетика развивается в мире очень быстрыми темпами, что свидетельствует о надеждах, которые связывают с ней ведущие мировые государства. В настоящий момент доля ветроэнергетики в мировом балансе превысила 4% от интегрального показателя и продолжает расти.*

**И**значально считалось, что солнечные и ветряные электростанции являются не более чем «туманной» альтернативой привычным ГЭС, АЭС и ТЭС. Со временем, когда показатели выработки в этих сегментах начали набирать заметный вес, пелена с глаз спала, и перед взором экспертов предстали перспективы развития именно возобновляемой энергетики, которая не зависит от ископаемого топлива и позволит хотя бы приостановить глобальное потепление, вызванное чрезмерным выбросом парниковых газов в атмосферу за счет сжигания нефти и угля.

## **Зачем это надо**

Технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) — ветра, солнца, биомассы, как любая инновация, имеют как своих сторонников, так и оппонентов. Сопровождающие развитие возобновляемой энергетики дискус-

сии о ее небезопасности, навязанные противниками ВИЭ, зачастую основаны на информации, не подкрепленной фактами. Оппоненты создают разнообразные мифы, выдвигают «аргументы» с целью если не остановить, то, по крайней мере, замедлить динамичное развитие этой технологии в мире, ссылаясь на ее дороговизну и другие, часто необоснованные факторы.

В защиту развития возобновляемой энергетики можно сказать прямолинейно — экология прежде всего. На самом деле здесь присутствует намного больше факторов, влияющих на ускоренное развитие возобновляемой энергетики на всех континентах мира. Снижение количества сжигаемых углеводородов и, как следствие, — сокращение катастрофического уровня парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу, безусловно является одной из первостепенных задач, которую поставило перед собой челове-

ство. Возобновляемые источники не загрязняют атмосферу. Но на первом месте все же стоит экономика и создание рабочих мест. Сектор ВИЭ интенсивно привлекает малый и средний бизнес, а также производителей сельхозпродукции к участию в выработке тепловой и электрической энергии.

Международное агентство по возобновляемой энергетике осенью текущего года предоставило свой отчет за 2015 год, который показывает распределение новых рабочих мест в этом сегменте (**рис. 1**). Активнее всего развивается Азия, в частности — Китай, Индия и Япония. Хорошие результаты демонстрируют США, Европа и Бразилия.

С точки зрения развития мировой энергетической стратегии будущего экология и изменение климата рассматриваются как важные, но не первостепенные факторы, стимулирующие развитие возобновляемой энергетики, хотя они тесно связаны

с экономикой энергопроектов. Затраты на строительство новых АЭС и ТЭС во много раз превышают сегодня вложения в строительство солнечных и ветровых электростанций. При этом именно возобновляемые энергоресурсы открывают перспективы инвестиций в собственную экономику, а не в импорт ископаемого топлива.

Чтобы разобраться лучше в данном вопросе, начнем обо всем по порядку.

### Экономика отрасли

Бытует мнение, что для развития возобновляемой энергетики, в том числе и ветровой, необходимо сформировать привлекательные экономические условия для инвесторов. Никто не станет вкладывать средства в заведомо убыточные сферы, сколько бы там ни говорили об экологии, парниковом эффекте и защите будущих поколений. Сторонники традиционной энергетики утверждают, что развитие альтернатив — слишком дорогое удовольствие. И без использования финансовых инструментов — от «зеленых» сертификатов до «зеленых» тарифов — развитие возобновляемой энергетики невозможно. Так зачем вообще поддерживать эти направления, если они экономически себя не оправдывают? Никто не спорит, что это доступный местный экологически чистый ресурс. Но ведь он, в конечном счете, убыточен. Так ли это?

Давайте обратимся к статистике.

Ведущие экономики мира тратят ежегодно порядка \$452 млрд в виде субсидий на добычу иско-



Рис. 1. Распределение новых рабочих мест в области возобновляемой энергетики на 2015 год (данные Международного агентства по возобновляемой энергетике)

паемого топлива. Эта сумма более чем в четыре раза превышает выделяемые средства на возобновляемую энергетику. Такую статистику представил исполнительный директор Международного энергетического агентства Фатих Бируль на ежегодной конференции Европейской ветроэнергетической ассоциации в Париже. «Я не понимаю ряд стран, которые, приняв программы по развитию возобновляемой энергетики, в то же самое время субсидируют ископаемое топливо», — добавил он.

В своем недавнем заявлении Кристин Лагард, директор-распорядитель Международного валютного фонда, оценила общую сумму субсидий на поддержку добычи углеводородов в размере \$5,3 трлн. Европейская ветроэнергетическая ассоциация подсчитала, что на каждый евро, выделяемый на возобновляемую энергетику в рамках

существующих в мире механизмов поддержки — таких как, например, «зеленый» тариф, — шесть евро идет в сегмент ископаемого топлива.

Несколько лет назад Немецкая ветроэнергетическая ассоциация провела исследование, результаты которого демонстрируют уровень себестоимости различных видов энергии (детальнее об этом — в авторской статье «Закон, изменение климата и «зеленая» энергетика», *СИБ 6, 2015, с. 82–86*). Следует отметить, что в Германии, как и в других странах мира, существует такое понятие, как «общественная стоимость электроэнергии» — затраты, которые несет общество за производство того или иного вида энергии, включая государственные субсидии, воздействие технологии на климат и окружающую среду, а также ядерные риски. Из этого анализа следует, что в настоящее время в Германии стоимость ве-



Тузловская ВЭС (фото автора)



ВЭС Старый Самбор (фото автора)

## Самый большой в мире плавающий ветрогенератор

В Японии сегодня большое внимание уделяется разработкам так называемых «плавающих» ВЭУ. Подобные ВЭУ устанавливаются далеко от побережья, на глубоководье. Одной из причин «ухода в море» японских ВЭС можно назвать не только поиск лучшего ветра, но и социально-экологический аспект. Профсоюзы рыбаков Японии препятствуют размещению ВЭС в прибрежном мелководье.

Крупнейшая в мире плавающая ВЭУ мощностью 7 МВт была установлена в 2015 году на испытательной площадке в 23 км от Фукусимы. Ветряная турбина была прикреплена ко дну с помощью четырех 20-тонных якорей. Через год, летом 2016-го, в этом регионе была установлена еще одна ветротурбина мощностью 5 МВт.

Секрет устойчивости конструкции — в цепях, соединяющих турбину с якорями. Если в результате прохождения высокой волны глубина резко меняется, то турбина свободно перемещается в допустимых пределах, что позволяет избежать повреждения всей ее конструкции.

Усилия по созданию ветрогенератора являются прямым следствием землетрясения и цунами 2011 года, которые послужили аварией на атомной электростанции Фукусима, которая нанесла ущерб, оцениваемый в сумму \$80 млрд. До момента землетрясения около 30% всей вырабатываемой в Японии энергии приходилось на долю ядерных станций, но после аварии все 48 японских ядерных реакторов постепенно были приостановлены, и теперь

сделан упор на разработку возобновляемой энергетики — солнечной, ветряной и т.п.

Плавающий ветрогенератор является первой частью большого экспериментального проекта, частично финансируемого японским правительством. В рамках этого проекта будет создана плавающая ветроэлектростанция, в состав которой будут входить три ветрогенератора и одна плавающая электрическая подстанция, которая служит для передачи полученной энергии на берег.

Всего в регионе Фукусимы работают в тестовом режиме три ветротурбины суммарной мощностью 14 МВт.



Крупнейшая в мире плавающая ВЭУ мощностью 7 МВт на испытательной площадке в 23 км от Фукусимы

тровой электроэнергии (с учетом «зеленого» тарифа) уступает лишь природному газу и гидроэнергетике. При этом стоимость выработки электроэнергии из угля и даже атомными электростанциями выше — прежде всего за счет государственных дотаций.

Тем не менее, чтобы убедительно ответить на вопрос «зачем это надо», следует принимать во внимание всю совокупность факторов, которые в конечном итоге привели мировое сообщество к пониманию необходимости движения в сторону ВИЭ.

На конференции сторон Рамочной конвенции ООН по вопросам изменения климата (COP22), проходившей с 7 по 18 ноября 2016 года в городе Марракеш (Королевство Марокко), 48 стран мира заявили, что не позднее 2050 года готовы реализовать свои амбициозные планы по переходу на 100% использования возобновляемых источников энергии. Среди них такие страны, как Бангладеш, Филиппины, Эфиопия,

Португалия, Дания, Швеция, Республика Маршалловы Острова и ряд других малых островных государств. В этом процессе подтвердили свое участие муниципальные власти более 300 городов, а также 81 корпорация и тысячи малых и средних предприятий. Следует признать, что не всем странам это по силам. Ведь мы имеем дело с глобальным процессом, который связан с перестройкой всей экономики и требующий значительных инвестиций.

Сокращение выбросов парниковых газов напрямую связано с ограничением развития промышленности, и поэтому развитые страны не спешат себя загонять в тупиковую ситуацию, хотя при этом готовы инвестировать в «зеленую» энергетику в больших объемах, оказывая поддержку странам, наиболее уязвимым от происходящих климатических изменений. Например, ветроэнергетика может помочь территориям, страдающим от сокрушительных засух. Все это произойдет благодаря тому, что в отличие от других

энергетических ресурсов, ветер не использует воду для генерирования электроэнергии. Например, в США только в 2014 году ветроэнергетика сэкономила 272 млн м<sup>3</sup> воды!

Украина — одна из первых стран, ратифицировавших Парижское соглашение по климату и, как член Энергетического сообщества, имплементировавшая Директиву ЕС 2009/28/ЕС о продвижении возобновляемой энергетики, взяв на себя ответственность по достижению обязательной доли возобновляемой энергии в производстве электроэнергии в 2020 году на уровне 11%. Однако отсутствие инвестиций, связанных с политическими и экономическими рисками, вряд ли позволят нашей стране достичь этих показателей к зафиксированному сроку.

### Ветроэнергетика в цифрах

Ветроэнергетика развивается в мире очень быстрыми темпами, что свидетельствует о надеждах, которые

связывают с ней ведущие мировые государства. В настоящий момент ее доля в мировом балансе превысила 4%, обогнав при этом установленную мощность всех действующих в мире АЭС на 33%, и продолжает расти.

Выше уже говорилось о необходимости учета всех факторов, которые делают производство электроэнергии из ветра выгодным для общества. Прежде всего это привлечение инвестиций и новых технологий в национальную экономику. Если можно вкладывать в развитие своей страны, то почему бы это не делать. И здесь важным фактором является дополнительная прибыль, которую могут получить фермеры. В Европе строительство объектов возобновляемой энергетики разрешено в том числе и на землях сельскохозяйственного назначения. Для этого владелец ветростанции может арендовать необходимую площадь, за счет чего землевладелец получит дополнительный доход. Но аренда не единственная форма взаимодействия. Во многих странах жители сельских населенных пунктов являются одновременно и акционерами ветряных станций. Активно формируются также ветроэнергетические кооперативы, которым выделяются долгосрочные кредиты под строительство энергообъектов.

Приведем некоторые данные, которые демонстрируют темпы развития ветроэнергетики в мире. Так, согласно правительственной программы бывшего президента Обамы, в США к 2050 году 35% электроэнергии будет вырабатываться за счет энергии ветра. Франция, которая сейчас производит две трети электроэнергии на атомных

≈4% мирового производства электроэнергии

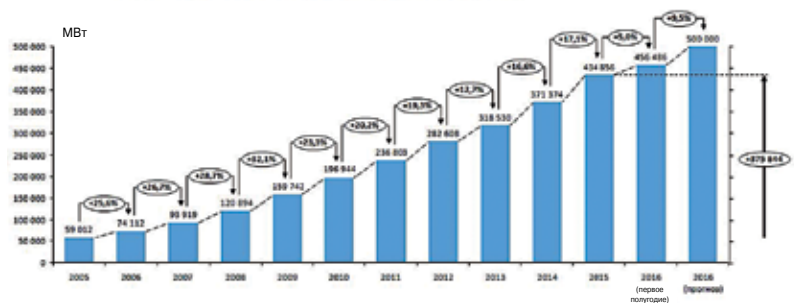


Рис. 2. Суммарная установленная мощность мирового ветроэнергетического сектора с 2005 по 2016 год; (Источник: WWEA/2016)

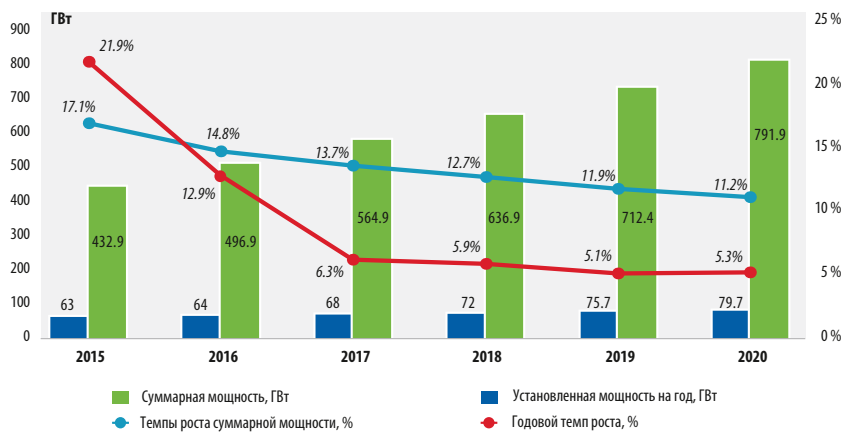


Рис. 3. Прогноз развития рынка мировой ветроэнергетики на 2016–2020 годы; (Источник: GWEC/2016)

станциях, приняла Закон об энергетическом переходе. В частности, к 2025 году планируется сократить долю АЭС с 75% до 50%, а к 2030 году долю ВИЭ в электропроизводстве поднять до 40%. Ветроэнергетика стран Европейского союза опередила гидроэнергетику, достигнув 15,6% в общей установленной энергетической мощности, став третьим наибольшим источником генерирования электроэнергии.

В Китае за 2014–2015 годы введено в действие 55 ГВт новых

ветроэнергетических мощностей, что сопоставимо с общей установленной мощностью всей энергосистемы Украины. В нашей стране на сегодня введено в строй лишь 438 МВт (без учета Крыма). Лишь 50 МВт, размещенных в Луганской области, попавших в зону военных действий, не могут сегодня генерировать электроэнергию, но поддерживаются в рабочем состоянии. А вот во Франции этот показатель составляет 10 000 МВт, что более чем в двадцать раз выше.



Ботиевская ВЭС (фото автора)

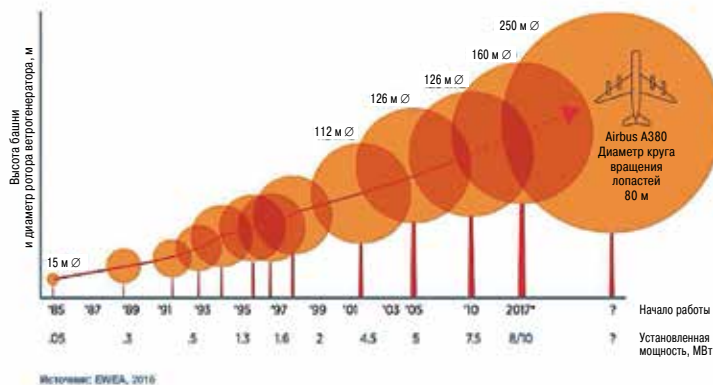


Рис. 4. Современные ветряные генераторы поднимаются на высоту до 150 м

Национальным планом предусмотрено, что установленная мощность всех ВЭС к 2020 году должна достигнуть 2028 МВт. Однако все завязано на инвестициях, уровень которых так или иначе, но определяется общей политической и экономической ситуацией в стране. Хотя достичь этого показателя Украине вполне по силам.

## Перспективы ветроэнергетики

Всемирная ветроэнергетическая ассоциация (World Wind Energy Association) представила показатели роста отрасли за последние 11 лет (рис. 2). На конец 2016 года общая установленная мощность ветряных электростанций достигнет 500 ГВт. Всемирный Совет по ветроэнергетике (Global Wind Energy Council) спрогнозировал, что если развитие будет продолжаться такими же темпами, как и до этого, то к 2030 году доля ветра в производстве электроэнергии может достигнуть 20% от ее общего производства (рис. 3). При этом установленная мощность ветряных станций составит 2100 ГВт.

Экономические показатели впечатляют. Но и технические достижения способны приятно удивить. Так, из года в год наблюдается тенденция роста высоты ветротурбин, которые поднимаются сейчас на огромную высоту (рис. 4). В Украине, например, в следующем году будет установлен ветрогенератор

высотой 136 м. В Европе сегодня башни ветрогенераторов достигают 150 м. Диаметр лопастей при этом также становится больше, турбины — тихоходнее, но выработка электроэнергии значительно увеличивается.

С увеличением высоты подъема турбины ветрогенератора повышается энергоэффективность решений. За негативными примерами ходить далеко не надо. Например, в Крыму коэффициент установленной мощности ветротурбин мощностью 107,5 кВт и высотой 18 м составляет не более 2%. Современные агрегаты с высотой башни от 100 до 120 м, которые установлены сегодня в Николаевской, Запорожской и Херсонской областях, работают с коэффициентом 40–45%.

## Цена электроэнергии снижается

С развитием технологий их стоимость всегда падает. Это общее правило. Есть свежие европейские прогнозы снижения цен на ветряную электроэнергию на период до 2020 года. Самая дешевая — наземная ветроэнергетика (ее стоимость упадет с нынешних 75 \$/МВт\*ч до 50 \$/МВт\*ч). Системы морского базирования (т.н. офшорные ВЭС), конечно, более дорогие. Стоимость электроэнергии для них должна упасть со 140–220 \$/МВт\*ч до 90–140 \$/МВт\*ч.

Инвестиции в возобновляемую энергетику распределены неравномерно. Если говорить о Европейском союзе, то в 2015 году вложения в развитие наземных ветряных станций составили €13,1 млрд (33%), морского базирования — €13,3 млрд



Ветроэлектростанция Камицу — первая офшорная ВЭС, построенная в Японии и выстоявшая после цунами во время аварии на АЭС в префектуре Фукусима в 2011 году

## Самый большой в мире подводный «ветрогенератор»

В скором времени на морское дно близ побережья Уэльса будет установлен первый в мире промышленный подводный электрический генератор DeltaStream мощностью 400 кВт, который начнет вырабатывать электрическую энергию за счет подводных течений, отливов и приливов.

Генератор DeltaStream, разработанный и изготовленный компанией Tidal

Energy (TEL) из Кардиффа, весит 150 тонн и установлен на треугольной конструкции, размером 16×20 м. На краях подводной платформы установлены по три горизонтальные турбины, ротор которых имеет диаметр 15 м. Установка генератора на поверхности морского дна не требует проведения дорогостоящих бурильных работ и оказывает минимальное воздей-

ствие на морскую окружающую среду.

В случае успешного прохождения 12-месячной программы испытаний в море будут установлены еще девять генераторов DeltaStream, формируя первую в мире подводную электростанцию, суммарной мощностью в 10 МВт, которая будет подключена к общей энергосистеме Великобритании.



Подводный электрический генератор DeltaStream мощностью 400 кВт,

(34%). На третьем месте по уровню инвестиций — солнечная энергетика — €5,9 млрд (15%). В целом же в возобновляемой энергетике наибольшие инвестиции идут именно в ветряную отрасль — 67%.

В Украине предприятия сегодня покупают электроэнергию по цене примерно €0,08/кВт\*ч. А стоимость ветряной энергии («зеленый» тариф) составляет €0,102/кВт\*ч. Как видим, разница небольшая. Но ветроэнергетика живет только за счет «зеленого» тарифа. Она не получает субсидий, бюджетных дотаций, прочих дополнительных вливаний и преференций в отличие от традиционной энергетики. Если сегодня посчитать затраты на добычу угля, то стоимость выработки такой электроэнергии выходит в два раза выше, чем ветряной.

Ветроэнергетические технологии представлены на всех континентах мира, создавая реальную конкуренцию «ископаемой» и атомной энергетике. География успешно реализованных ветроэнергетических проектов включает прибрежные зоны морей и океанов, пустыни и горные хребты. Ветрогенераторы генерируют «зеленую» электроэнергию при низких и высоких температурах: от +50 °С до -40 °С.

### Факторы успеха

Какие же факторы сегодня способствуют развитию возобновляемой энергетики в Украине в целом и ветровой в частности? Прежде всего это «зеленый» тариф и привязка к твердой валюте. Если взять, например, Казахстан, который является второй страной из бывшего Союза по производству ветровой энергии, то подобной привязки у них нет. В результате банки, которые уже готовы были выдавать кредиты под новые проекты, остановили финансирование из-за резкой девальвации тенге.

В Украине же принят закон, который гарантирует «зеленый» тариф до 2030 года. В 2015 году отменены жесткие требования к местной составляющей, но при этом был введен бонус, который по каждому виду возобновляемой энергии учитывает количество использованных местных комплектующих. Если вы, к примеру, произвели башню, то дополнительно получаете 5% к «зеленому» тарифу. Если произвели сборку, то получаете еще 5%. Так формируются стимулы для развития отрасли.

Следует также сказать, что в странах ЕС термин «Ветроэнергетика» уже не используется. Там говорят «Ветроэнергетическая промышленность». И этому есть объяснение. В 2015 году полученная прибыль в странах ЕС от производства ветротурбин составила €35 млрд. Развитие любой отрасли так или иначе связано с развитием собственной промышленности. Ветроэнергетика здесь не является исключением, а лишь доказывает то, что эта отрасль очень перспективна для стран, где есть ветровой потенциал, которым владеет Украина. Нам есть чему поучиться и сделать соответствующие выводы.

*Будущее, несомненно, за возобновляемыми источниками энергии. Это магистральный путь, который выбрало человечество в своем движении. С каждым годом мы будем видеть все новые достижения в различных секторах ВИЭ, которые в корне изменят доминировавшую до последнего времени парадигму технического прогресса, опирающуюся на использование ископаемых источников энергии. Мир будет другим, и он будет лучше.*

**Андрей КОНЕЧЕНКОВ,**  
глава правления УВЭА, вице-президент Всемирной  
ветроэнергетической ассоциации (WWEA),  
[www.uwea.com.ua](http://www.uwea.com.ua)