

# К ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЕ

Развитие казахстанской ветроэнергетики постепенно становится частью всемирного процесса, который направлен на увеличение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом энергопроизводстве. В период с 2014 по 2020 год ожидается начало массового строительства ветроэлектростанций. В настоящее время в Казахстане уже начата работа по строительству ветропарков. Несмотря на то, что сейчас доля ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии равна 0,5%, в 2014 году этот показатель должен составить 1%, а к 2020 году – 3%.

Технически возможно и экономически целесообразно развивать рынок ветроэнергетики и степному, продуваемому ветрами Казахстану. По общепринятым мировым оценкам, для устойчивого развития экономических процессов необходим 18-20%-й резерв генерирующих мощностей. В начале ноября в Жамбылской области первые в стране два ветряка мощностью 750 кВт каждый появились на Кордайском перевале, – там, где постоянно дуют горные ветры. Постепенно устраняются организационные и финансовые барьеры, растет интерес инвесторов. Например, немецкий концерн Vestas Wind Systems A/S, известный производитель ветрогенераторов, рассматривает вопрос о готовности вложить в казахстанскую ветроэнергетику 200 млн евро для строительства ветроэлектростанций. Предполагается, что в рамках тенденции увеличения казахстанского содержания часть оборудования для ветропарков предоставят отечественные производители.



# РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

Важным шагом в развитии ВИЭ стало принятие в 2012 году закона РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». Данный закон придал правовую основу государственной поддержке ВИЭ, что поможет стимулировать поступление инвестиций в этот сектор.

Согласно исследованию финской компании VTT, энергосистема Казахстана имеет централизованное балансирование. Это способствует использованию энергии ветра в общем производстве электроэнергии, так как позволяет обеспечить максимальный эффект по сглаживанию нестабильности ветровой энергии. Прогнозные сценарии по установленным мощностям предусматривают выработку около 250 МВт в год в 2015 году и около 2000 МВт в год – к 2030 году. Уровень интеграции ветроэнергии в общее производство электроэнергии будет составлять менее 1% от общего производства электрической энергии в 2015 году и около 4% – к 2030 году.

Возобновляемые источники энергии в течение последних лет рассматриваются Казахстаном в качестве одного из векторов развития энергетического комплекса. Об этом свидетельствует и усиление внимания к процессу их внедрения со стороны государства и ряда бизнес-структур. Однако формирование устойчивого комплекса ВИЭ в Казахстане обуславливает значительные финансовые вливания при непосредственном участии государства, без которых возобновляемая энергетика останется фактически на нулевом уровне. Вместе с тем процесс развития ветроэнергетики принимает

бессистемный характер по принципу: строю, где мне выгодно, а не там, где нужно государству. В основном инвестор стремится туда, где развиты электрические сети. И это в принципе понятно, потому что затраты на выдачу мощности невыгодно нести никому.

Закон Республики Казахстан от 04.07.2009 «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» возлагает возведение инфраструктурной части объектов по использованию возобновляемых источников энергии до точки подключения на собственника объекта, использующего возобновляемые источники энергии, с включением затрат в стоимость проекта. При этом что именно входит в инфраструктурную часть, закон не определяет, поэтому остается пространство для вольного толкования объемов инфраструктуры как собственниками объекта, так и экспертными и контролирующими организациями. Кроме того, подготовлены дополнения к этому закону, смысл которых заключается в установлении предельно допустимой цены на единицу производимой энергии. Таким образом, уравнивается цена для всех ветроэлектростанций вне зависимости от их географического расположения.

Представляется, что было бы объективнее рассматривать цену киловатта из двух составляющих:

- первая, основная составляющая – стоимость, складывающаяся на самой ветроэлектростанции с учетом стоимости ветроагрегатов, связующих электрических линий, строительно-монтажных и других работ, непосредственно связанных с возведением и эксплуатацией объекта;
- вторая составляющая – стоимость, связанная с затратами на осуществление выдачи мощности, которые, что совершенно очевидно, будут различаться для каждого конкретного объекта.

При таком подходе, когда основная составляющая цены может быть ограничена пределом, а вторая устанавливается в индивидуальном порядке, сохранится интерес инвесторов, которые на сегодняшний день снизили активность, ожидая ограничений по цене. Еще больший интерес инвесторов возникнет, если инфраструктура выдачи мощности будет представлена в готовом виде. Например, почему в Джунгарский коридор не идут инвесторы? Потому что для выдачи мощности необходимо осуществить сетевое строительство, превосходящее по стоимости строительство генерирующих

мощностей. И таких примеров много – имеется превосходный энергоспотенциал, но схемная ситуация не дает его освоить.

Для устойчивого и рационального развития ветроэнергетики в Казахстане необходима Генеральная схема размещения ветроэлектрических станций, которая учитывала бы интересы потребителей, сетевых предприятий и инвесторов, а прежде всего – интересы энергетической безопасности государства.

Исследования ветроэнергетического потенциала по регионам Казахстана, проведенные в рамках проекта Программы развития ООН по ветроэнергетике, показывают наличие хорошего ветрового потенциала для строительства ВЭС в южной зоне (Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская области), западной (Мангистауская и Атырауская области), северной (Акмолинская область) и центральной (Карагандинская область) зонах и могут быть основой для Генеральной схемы. Профессором, доктором технических наук В. Г. Николаевым разработаны методические подходы и критерии формирования генеральной схемы размещения и использования ветроэлектрических станций. Согласно предлагаемой методике, основу генеральной схемы составляют ВЭС, размещенные в энергетически дефицитных районах, где расчетная себестоимость вырабатываемой ими электроэнергии ниже или равна себестоимости существующих и вновь строящихся тепловых электростанций на газе и угле, составляющих основу электроэнергетики страны. Суммарная мощность таких ВЭС, построенных до 2020 года, составит от 5 до 7 ГВт. Генеральная схема размещения ВЭС в Казахстане (далее – Генсхема) является обязательным условием формирования государственной политики, правовой базы и системы экономической поддержки отечественной ветроэнергетики. Генсхема размещения ВЭС основывается на следующих положениях.

1. В качестве типовых для крупномасштабной промышленной выработки электроэнергии в Казахстане должны выбираться наиболее энергетически и экономически эффективные ВЭС мощностью 30 – 50 МВт на базе современных ВЭУ номинальной мощности 2 – 3 МВт.

2. ВЭС должна размещаться в районах, где себестоимость вырабатываемой ими электроэнергии ниже себестоимости существующих и вновь строящихся электростанций на органическом топливе – основы





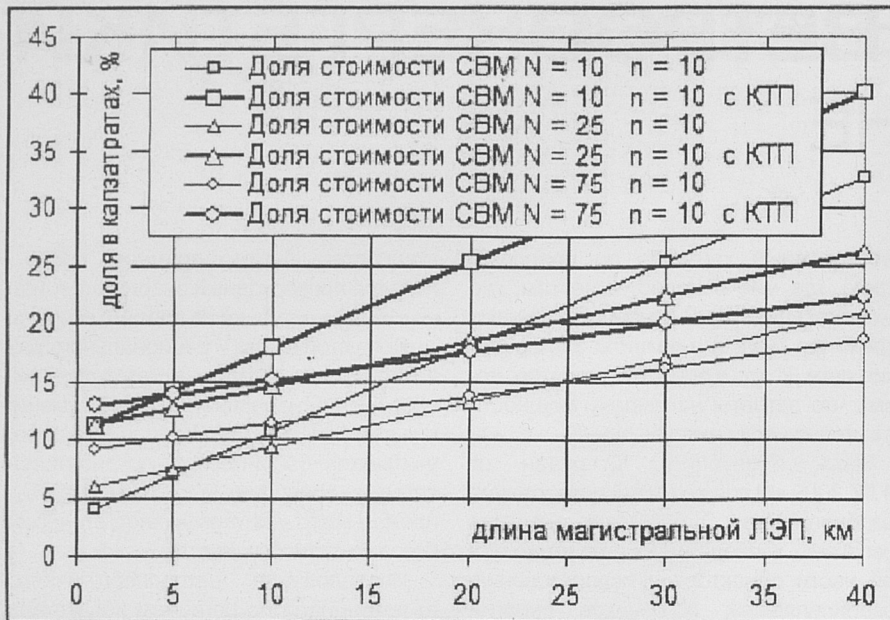


Рис. 1. Зависимость долей стоимости электросетей ВЭС из  $N_{ВЭУ}$  от длины магистральной линии электропередачи (ЛЭП)  $L_{ВЭС}$  при расстоянии между ВЭУ  $nD$  ( $n$  – число роторов,  $D$  – их диаметр)

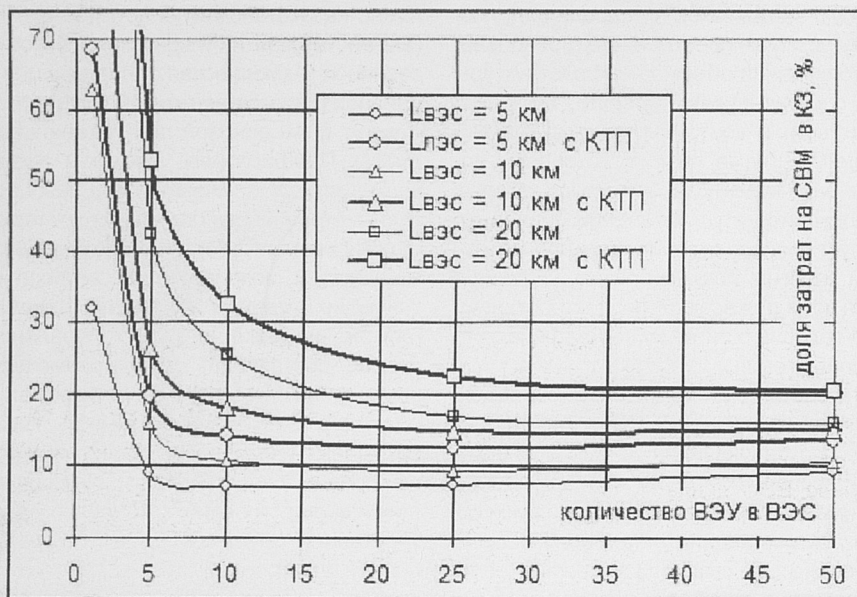


Рис. 2. Зависимость долей стоимости системы выдачи мощности ВЭС от числа ВЭУ (2 МВт) и длины магистральной ЛЭП  $L_{ВЭС}$

электроэнергетики Казахстана в настоящее время и в перспективе. Ресурсным условием для этого является наличие ветрового энергипотенциала, обеспечивающего работу ВЭС с коэффициентом использования установленной мощности более 30%.

3. Экономические условия пункта 2 определены с учетом прогноза капитальных и эксплуатационных затрат на ВЭС

и возможных сценариев развития макроэкономических факторов в Казахстане (инфляции, стоимости электроэнергии и топлива).

Для определения экономически эффективных ВЭС предложен метод, основанный на расчете возможных объемов выработки электроэнергии ВЭС, отвечающий двум критериям. Согласно первому критерию, себестоимость электроэнергии

от ВЭС должна быть ниже, чем вырабатываемая наиболее экономичными в данном районе альтернативными вновь строящимися электростанциями. Вторым критерием должен стать целесообразный суммарный объем вводимых ВЭС, отвечающих первому критерию, который ограничивается значением 20% от ожидаемой к 2030 году потребности региона (области) в электроэнергии с учётом технологических ограничений по вводу ВЭС. При этом из-за хозяйственно-финансовой разобщенности региональных энергетических компаний в целях сведения к минимуму потери электроэнергии ВЭС на ее транспортировку основную часть электроэнергии, которую вырабатывают ВЭС, расположенные на территории региона, потреблять выгоднее всего в этом же регионе. Пороговое значение себестоимости 1 кВт·ч электроэнергии, определяющее достаточную экономическую эффективность ВЭС, принято считать равным 6 евро. Себестоимость электроэнергии ВЭС возрастает с ростом затрат на строительство ЛЭП напряжением 35 – 220 кВ от ВЭС до действующих трансформаторных подстанций (ПС) и дорог от ВЭС до ближайших автострад, пропорционально их протяженности (рис. 1 и 2). Дополнительные расходы возникают при необходимости возведения ПС. В этом случае капитальная и эксплуатационная составляющие себестоимости электроэнергии ВЭС с учетом коэффициента использования установленной мощности более 30% равны в сумме 4,5 – 5,0 евроцентам за 1 кВт·ч. Поэтому итоговые затраты на магистральные ЛЭП, дороги и ПС не должны превышать 1,5 – 1,0 евроцента за 1 кВт·ч, в противном случае ограничивается максимальная удаленность ВЭС от существующих подстанций и ЛЭП. Предельные значения протяженности магистральных ЛЭП и дорог для ВЭС с различными базовыми ВЭУ определены с помощью стоимостной модели ВЭС (табл. 1).

Средняя мощность ВЭС принята равной 50 МВт при средней мощности ВЭУ 2 МВт и расстоянии между ветроэнергетическими установками, равном 10 диаметрам ветроколеса ВЭУ. Энергетическая эффективность ВЭС рассчитана, исходя из коэффициента использования установленной мощности, равной 30%. С учетом более густой дорожной сети по сравнению с сетью высоковольтной соотношение протяженности строящихся для ВЭС ЛЭП и дорог принято 3:1.

В условиях экономической и юридической раздробленности и различия интересов хозяйствующих в электроэнергетике компаний (генерирующих, сетевых и сбытовых), а также чтобы избежать

**Предельно допустимая удаленность ВЭС мощностью 50 МВт от ЛЭП и дорог**

Предельно допустимая удаленность ВЭС	Тип базовых ВЭУ				
	Vestas V-80 2 MW	Siemens SWT-82 2,3MW	Suzlon S-88 2,1 MW	Enercon E-82 2,05MW	Furhlander FL2500-91
От ЛЭП, км	29,5	30,1	26,4	32,4	31,2
От основных дорог, км	9,8	10,0	9,1	10,8	10,4



распыления средств и трудовых ресурсов, стартовый этап реализации Генсхемы (первые 2 – 3 ГВт) следовало бы проводить на территории двух-трех регионов, осваивая предварительно технологию производства ветроэнергетической техники, её монтажа, эксплуатации и ремонта.

Одними из таких регионов являются северные районы Южно-Казахстанской и Жамбылской областей.

Творческая группа специалистов (Я. Васильев, И. Вильковский, Б. Нуржанов, Т. Койшиев, С. Бураев, А. Трофимов, Б. Маринушкин, О. Далабаев) во главе с академиком НАН РК Э. Госсенным обосновала сооружение Каратауско-Угамского энергокомплекса, со строительством ВЭС, ГЭС и СЭС.

В этом регионе, по заданию фирмы ТОО «ТПФ «НАР», в 2012 году ТОО «Институт «Казсельэнергопроект» завершил разработку ТЭО «Строительство ВЭС «Байдибек-1» мощностью 210 МВт». Начало реализации проекта сдерживается затягиванием решения вопроса установления предельно-допустимой цены на единицу производимой энергии.

В 2013 году завершён первый этап строительства Кордайской ВЭС мощностью 21 МВт, которая была запроектирована ТОО «Институт «Казсельэнергопроект» по заданию ТОО «Vista International». Завершение строительства ВЭС ожидается в 2014 году.

#### ВЫВОДЫ

1. Масштабы использования ветроэлектрических станций в Республике

Казахстан, с учетом установленных их экономических преимуществ перед традиционными генерирующими источниками и имеющимися в стране возобновляемыми энергетическими ресурсами ограничены лишь технологическими соображениями и потребностью в электроэнергии.

2. Наиболее перспективными регионами по совокупности способствующих развитию ветроэнергетики факторов представляются:

в южной зоне – Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская области;  
в западной зоне – Мангистауская и Атырауская области;  
в северной зоне – Акмолинская область;  
в центральной зоне – Карагандинская область.

3. Энергетически и экономически эффективное широкомасштабное использование ВЭС является перспективным инновационным направлением электроэнергетики, которое выгодно и для производителей, и для потребителей электроэнергии, выгодно оно и для государства.

4. Республика Казахстан располагает достаточным экономическим потенциалом для стимулирования активного вовлечения возобновляемых источников энергии в энергобаланс страны.

5. Для устойчивого рационального развития ветроэнергетики в Казахстане необходима генеральная схема размещения ветроэлектрических станций, которая учитывала бы интересы потребителей, сетевых предприятий и инвесторов, а прежде

всего – интересы энергетической безопасности государства.

6. Для обеспечения инвестиционной привлекательности отрасли расчет тарифа на отпуск электроэнергии от ВЭС должен рассчитываться с учетом затрат на сооружение повышающей подстанции и ВЛ, а также затрат на реконструкцию существующих электрических сетей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаев В. Г., Ганага С. В., Кудряшов Ю. И. Национальный кадастр ветроэнергетических ресурсов России и методические основы их определения. – М.: Атмограф, 2008. – 590 с.

2. Николаев В. Г. Ресурсное и технико-экономическое обоснование широкомасштабного развития и использования ветроэнергетики в России. – М.: Атмограф, 2011.

Э. Ф. Госсен,

академик НАН РК, лауреат Ленинской премии

Б. М. Маринушкин,

академик Международной академии информатизации

А. С. Трофимов,

генеральный директор ТОО «Институт «Казсельэнергопроект»,

Заслуженный энергетик Казахской ССР и Казахстана

ТОО «Институт «Казсельэнергопроект» (КазСЭП) по проектированию электросетевых и энергетических объектов (с февраля 2005 г. – ТОО «Институт «Казсельэнергопроект»»), образованный в 1937 году, является генеральным проектировщиком электроснабжения сельских территорий, городов, райцентров и промышленных потребителей Республики Казахстан и ответственным за разработку региональной технической политики, а также за стратегию формирования и оптимального развития электрических распределительных сетей напряжением 0,38 – 220 кВ.