
УДК [332.1+91] 621.311.2

Регион: экономика и социология, 2018, № 1 (97), с. 250–270

Е.В. Любимова

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ЭНЕРГОИСТОЧНИКИ СИБИРИ: ДОСТИГНУТОЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В условиях динамично меняющейся ситуации с использованием в региональной экономике возобновляемых источников энергии возникает необходимость исследования текущего состояния этого процесса и складывающихся тенденций. В статье приводятся основные результаты исследования. Выявлены предпосылки увеличения мощностей генерации возобновляемой энергетики, показаны технологические новшества, ограничения использования отдельных типов возобновляемых природных источников на различных территориях Сибирского федерального округа. Приведены результаты анализа сегодняшнего состояния и планов строительства электростанций на возобновляемых источниках энергии в регионах округа. Вода и солнце – самые масштабные возобновляемые энергоисточники по использованию в Сибири в среднесрочной перспективе.

Ключевые слова: возобновляемые энергетические источники; технологии; типы электростанций; ввод мощностей; регионы

Существенной особенностью электроэнергетики Сибирского федерального округа является ее наивысшая по сравнению с другими федеральными округами доля в использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ), ведь в СФО производится более половины (55%) гидроэнергии России – ее главного ВИЭ. По стране в целом ГЭС генерируют 15–18% электроэнергии, в СФО их доля в 3 раза выше, она достигает 43–50% (табл. 1).

Пять самых крупных ГЭС страны расположены в Восточной Сибири на Енисее и Ангаре: Саяно-Шушенская, Красноярская, Братская, Усть-Илимская и Богучанская. Их суммарная установленная мощ-

Таблица 1

Производство электроэнергии в России и Сибирском федеральном округе в 2014–2016 гг.*

Показатель	2014	2015	2016
Производство электроэнергии, всего, млрд кВт·ч:			
РФ	1064	1068	1091
СФО	211	213	217
Производство электроэнергии ГЭС, млрд кВт·ч:			
РФ	175	170	187
СФО	97	93	103
Доля ГЭС в общем производстве электроэнергии, %:			
РФ	16	16	17
СФО	46	44	47

* По данным ЕМИСС (URL: <https://fedstat.ru/indicator>).

ность – 23737 МВт, среднегодовая выработка – около 100 млрд кВт·ч и конкретно они в основном и формируют гидроэнергетику СФО. В Иркутской области, Красноярском крае и Республике Хакасии также расположены пять ГЭС средней мощности (от 662 до 86 МВт): Иркутская, Курейская, Усть-Хантайская, Майнская и Мамаканская.

Новосибирская ГЭС с установленной мощностью 480 МВт – самая крупная из четырех гидроэлектростанций Западной Сибири. Три остальные – это малые ГЭС: Томская 1 МВт, Джазатор 0,63 МВт и Кайру 0,4 МВт в Республике Алтай. Алтайская Чемальская ГЭС уже выведена из эксплуатации. Еще две малые ГЭС работают в восточных районах Сибири: Енашиминская 5,4 МВт в Красноярском крае и Кызыл-Хая 0,3 МВт в Республике Тыве.

Наиболее вероятное расширение использования гидроэнергии в Сибири включает два направления: модернизацию существующих станций с некоторым увеличением установленной мощности, как это осуществлялось, например, на Новосибирской ГЭС, и строительство малых ГЭС в отдаленных районах.

Проекты строительства новых крупных ГЭС на реках Восточной Сибири вынашивались еще во времена СССР, но с его развалом их разработка была прекращена. Это

- Шилкинская ГЭС 736 МВт в Забайкальском крае;
- Туруханская ГЭС, плавно «переведенная» в Эвенкийскую ГЭС 12000 МВт, амбициозные планы строительства которой не представляются реалистичными по ряду объективных причин;
- Среднеенисейская ГЭС 7440 МВт, которая должна была завершить каскад ангарских ГЭС и стать ступенью каскада енисейских ГЭС;
- позже задуманный Нижнеангарский каскад ГЭС – Нижне-Богучанская, Выдумская, Стрелковая. Выдумская ГЭС 1320 МВт даже включена в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2020 г., однако строительство не начато;
- Мотыгинская ГЭС 1100 МВт – последний вариант освоения гидроэнергетического потенциала нижней Ангары. Существует как заявленный, но не реализованный проект ПАО «РусГидро»;
- Нижне-Курейская ГЭС 150 МВт, планировавшаяся еще до перестройки как контррегулятор расположенной выше Курейской ГЭС. Была включена в инвестиционную программу ПАО «РусГидро» с вводом в 2012 г., в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2020 г., однако ее строительство остается нерезализованным проектом правительства Красноярского края и ПАО «РусГидро»;
- Витимский каскад ГЭС в Республике Бурятия, в который может входить до семи станций. Две из них – Мокская ГЭС 1200 МВт (первоначальный проект – 2010 МВт) и ее контррегулятор Ивановская ГЭС 210 МВт включены в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2020 г., в обновленную Схему территориального планирования Российской Федерации в области энергетики до 2030 г. В настоящее время строительство Мокской ГЭС предлагается в качестве замены монгольским станциям на р. Селенга с целью предотвратить ущербы Байкалу посредством экспорта гидроэнергии в Монголию.

Советские проекты гидроэлектростанций в Западной Сибири также остались нереализованными. Это

- Крапивинская ГЭС 300 МВт на р. Томь в Кемеровской области;
- Акташская (Чуйская) ГЭС 8,1 МВт – малая ГЭС Республики Алтай;
- Катунская ГЭС, ныне значащаяся как Алтайская ГЭС, с установленной мощностью от 140 до 1600 МВт по разным вариантам. Реализация проекта не начата, но он и не закрыт, несмотря на активное противодействие со стороны экологов, местного населения и многих экономистов.

Ряд вышеперечисленных проектов имеют мало шансов на выполнение, несмотря на попытки их реанимировать, и дело не только в высокой стоимости строительства и длинных сроках окупаемости. Строительство ГЭС, особенно крупных, несет неисчислимые ущербы окружающей среде, имеет большие негативные внешние эффекты¹, пожалуй, наибольшие сравнительно со всеми другими технологическими типами мощностей. Ряд экологических, социальных, экономических ущербов от существования ГЭС не учитываются в цене гидроэнергии. Более развитое законодательство по сравнению с законодательством советского периода ставит больше преград для социально и экологически неприемлемых проектов.

Малые ГЭС проектируются в настоящее время для удаленных труднодоступных районов Республики Алтай, не охваченных централизованным энергоснабжением или имеющих недостаточную сетевую пропускную способность. Инициировано строительство Чибитской ГЭС 24 МВт на Мажойском каскаде р. Чуя, разрабатываются проекты малой ГЭС 10 МВт на р. Уймень в Чойском районе, каскада из трех ГЭС по 12 МВт на р. Мульта в Усть-Коксинском районе. Министерство регионального развития Республики Алтай планирует ввод этих ГЭС к 2021 г.

¹ См.: Любимова Е.В. Экономические проблемы использования гидроресурсов в большой энергетике Сибирского федерального округа // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2011. – Т. 3, № 1.

Гидроэнергия – в настоящее время основной, но не единственный источник возобновляемой энергии. К ВИЭ относятся солнечная, ветровая, геотермальная, гидравлическая энергия, гидроэнергия, энергия морских течений, волн, приливов, температурного градиента морской воды, разности температур воздушной массы и океана, энергия тепла Земли, биомассы животного, растительного и бытового происхождения. Вопросы использования традиционных ГЭС в Сибирском федеральном округе изложены выше, далее рассматриваются менее традиционные ВИЭ, при этом под ВИЭ подразумевается их усеченное множество – без ГЭС. На рубеже XX и XXI вв. произошел прорыв в научных и технологических разработках по освоению возобновляемых источников энергии, в результате чего постоянно растут мировые мощности ВИЭ и инвестиции в них, однако явная конкурентоспособность по отношению к традиционным способам получения энергии еще не достигнута. Тем не менее оптимистичные исследователи рассматривают инновационное развитие возобновляемой энергетики в качестве основного компонента экономики будущего [1].

К 2020 г. Евросоюз планировал получать 20% энергии из возобновляемых источников, включая ГЭС, к 2030 г. – 27% [8], причем объем гидрогенерации практически стабилен и в настоящее время он составляет меньше половины и стремительно сокращается. В России доля ВИЭ с учетом ГЭС составляет сейчас 17,8%, без учета крупных ГЭС – менее 1%. При этом российский технический потенциал ВИЭ в 5 раз превышает годовое потребление первичных энергоресурсов в стране [2]. Экономический потенциал в 7–10 раз меньше, поскольку его величина зависит не только от технологических, но и от экономических факторов, но все равно 300 млн т угольного эквивалента (в подсчет не входит энергия ГЭС мощностью более 25 МВт) – огромный ресурс, 40% которого приходится на солнечную энергию. Этот ресурс пока практически не используется. Отчасти это можно объяснить наличием уникальной единой энергосистемы, которая, несмотря на систематические реформирования, не утратила эффективность функционирования, а также огромными запасами органического топлива, порождающими иллюзию благополучия.

Но ситуация постепенно меняется: создаются и множатся отечественные компании по производству оборудования и строительству станций ВИЭ, строятся новые станции и расширяются уже введенные. По мере развития этого процесса формируется и дорабатывается законодательная база строительства и функционирования станций ВИЭ. Постановлением Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности»² введены правила определения цены на мощность генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии, а также внесены изменения в правила квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования ВИЭ, в положение о Министерстве промышленности и торговли РФ, в правила оптового рынка электрической энергии и мощности, стимулирующие использование ВИЭ на оптовом рынке. Ситуационные корректировки этого акта проводились уже три раза. Постановлением Правительства РФ от 23 января 2015 г. № 47 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии»³ вводятся последующие изменения в стандарты раскрытия информации субъектами рынков энергии, в правила разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики, в правила оптового рынка электрической энергии, в основы ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике, в основные положения функционирования розничных рынков электрической энергии, в правила ведения реестра выдачи и погашения сертификатов, подтверждающих объем производства электрической энергии на функционирующих на основе использования ВИЭ квалифицированных генерирующих объектах.

Введенные технические нормативы и организационные стандарты обеспечивают функционирование сектора ВИЭ в энергетике стра-

² См.: *Собрание законодательства Российской Федерации*. – 2013. – № 23. – Ст. 2909.

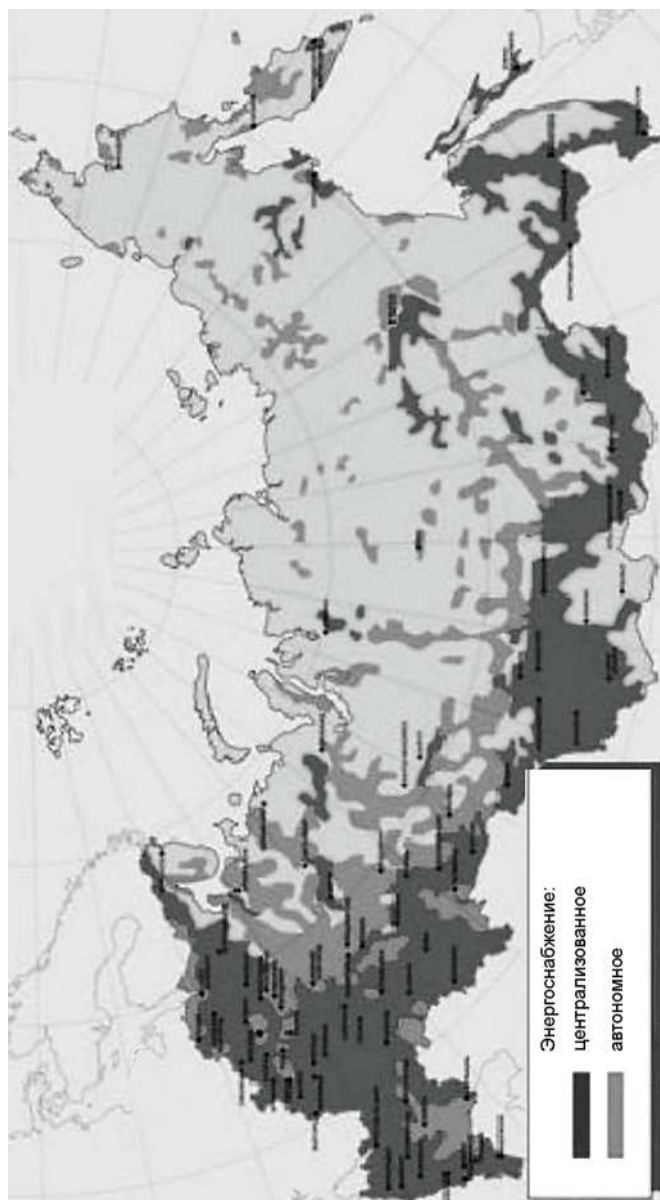
³ См.: *Собрание законодательства Российской Федерации*. – 2015. – № 5. – Ст. 827.

ны. Важнейшими отчетно-плановыми документами, содержащими наиболее достоверную информацию о состоянии топливно-энергетических комплексов регионов и их перспективах, в том числе и в сфере ВИЭ, являются схемы и программы развития электроэнергетики субъектов Федерации на пятилетие, регламенты составления и утверждения которых задаются Постановлением Правительства РФ от 17 октября 2009 г. № 823 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики»⁴. Документы пятилетней перспективы обновляются ежегодно. В нашем анализе повсеместно и многократно приводятся данные энергетических программ субъектов Федерации СФО.

Обширным плацдармом для использования ВИЭ является азиатская часть России. На ее огромные пространства приходится большая часть потенциала ВИЭ. Азиатские районы страны кардинально отличаются от европейских тем, что зона централизованного энергоснабжения, в которой конкурентоспособность ВИЭ сомнительна (за исключением энергии ГЭС), покрывает мизерную часть их территории (см. рисунок). Но и в централизованной зоне существует множество удаленных районов, связанных с ЕЭС маломощными изношенными сетями большой дальности, передач энергии по которым недостаточно для надежного и полного покрытия местных потребностей в электроэнергии. Там, где в потреблении превалирует доля удаленных мощностей, возникают риски региональной энергетической безопасности. Во всех этих зонах в подавляющем большинстве используются дизельные установки и дорогое привозное топливо. Бюджеты всех уровней вынуждены субсидировать дизельную генерацию, и в результате некоторые регионы (например, Республика Алтай, Республика Тыва) тратят около половины своего бюджета на топливо. В этих зонах конкурентоспособность ВИЭ значительно повышается. Тем более что активно проводимые по всему миру научные изыскания способствуют повышению КПД, снижению стоимости получаемой энергии, параллельно создается и совершенствуется облако обеспечивающих производств.

В силу своих многочисленных особенностей ВИЭ не могут применяться повсеместно [3]. Соответственно, не все из обширного

⁴ См.: *Собрание законодательства Российской Федерации*. – 2009. – № 43. – Ст. 5073.



Территории централизованного и автономного электроснабжения в России

Источник: [7]

множества ВИЭ могут быть применены в СФО вообще и в его различных регионах, в частности из-за неравномерности их географического размещения. Ветряные станции, например, эффективны только в местах стабильных сильных ветровых потоков, солнечные – при определенной продолжительности годового солнечного сияния, причем сияния с определенной мощностью излучения, которая меняется в зависимости от широты, убывая в северном направлении. А такие типы ГЭС, как приливные, волновые или осмотические, вообще неприменимы в Сибири, так как ее морские побережья большую часть года находятся подо льдом.

Наиболее перспективные направления использования ВИЭ в Сибири – гидроэнергетика в виде малых ГЭС, солнечная энергетика, ветроэнергетика, использование органических отходов, низкопотенциального тепла. В мире разработано и внедряется большое разнообразие технологических решений внутри каждого из этих направлений [9; 10].

Ветряные электростанции (ВЭС), состоящие из соединенных между собой ветрогенераторов, размещают в местах со скоростью ветра более 5 м/с. Различают несколько типов ВЭС: наземные, прибрежные, шельфовые, плавающие, парящие, горные. Наземный – наиболее распространенный в настоящее время тип ВЭС, остальные типы и за рубежом существуют в единичных экземплярах. Поскольку скорость ветра возрастает с высотой, ВЭС предпочитают строить на возвышениях, например их размещают в башнях высотой 30–60 м. Один мегаватт установленной мощности российских ВЭС в 2–2,5 раза дороже, чем у среднестатистической тепловой электростанции (ТЭС). Самая мощная ВЭС Ганьсу 7965 МВт находится в Китае. Крупнейшие ВЭС России расположены в Калининградской области, Анадыре, Башкортостане и имеют мощности 5,1, 2,5 и 2,2 МВт соответственно. В Сибирском федеральном округе ВЭС в сфере общественного пользования представлены слабо. Известны ВЭС 0,012 и 0,015 МВт в Прибайкальском регионе на территории Республики Бурятия и Иркутской области [5], комбинированные ветро-дизельные станции в селах Беле (0,01 МВт) и Кок-Паш (0,009 МВт) Республики Алтай [6].

Низкопотенциальную тепловую энергию используют *тепловые насосы*. Эти установки предназначены для получения тепла, работа-

ют от электросети. Для передачи в систему отопления 1 кВт·ч тепловой энергии установке необходимо 0,2–0,4 кВт·ч электроэнергии. Здесь также накоплено огромное технологическое разнообразие. В зависимости от источника отбора тепла насосы могут быть геотермальными (используют тепло земли, наземных либо подземных грунтовых вод), воздушными, использующими вторичное тепло. По виду теплоносителя во входном и выходном контурах их делят на восемь типов: «грунт – вода», «вода – вода», «воздух – вода», «грунт – воздух», «вода – воздух», «воздух – воздух», «фреон – вода», «фреон – воздух». Тепловые насосы имеют локальный характер применения, т.е. используются для обогрева отдельных строений, бассейнов. Геотермальные электростанции (ГеоТЭС) вырабатывают электрическую и тепловую энергию из тепловой энергии подземных источников, например гейзеров. Развитие геотермальной энергетики останавливает высокая цена установок, однако за счет исключительно низких эксплуатационных затрат цена электроэнергии ГеоТЭС может оказаться ниже по сравнению с энергией из других возобновляемых источников. В России действует около пяти ГеоТЭС мощностью 2,5–50 МВт, расположены они не на сибирских землях. Самая мощная ГеоТЭС мира – Олкария IV 140 МВт выстроена в Кении.

В области использования солнечной энергии технический прогресс оказался наибольшим. Из всех видов энергии из возобновляемых источников солнечная обладает наибольшим валовым экономическим потенциалом, а количество электростанций, где она используется, в мире тоже самое большое. Человечество придумало множество технологических типов *солнечных электростанций (СЭС)*: фотоэлектрические, башенные, тарельчатые, с параболическими концентраторами, аэростатные. В Японии и США разрабатываются проекты создания орбитальной солнечной электростанции с установленной мощностью 1–1,6 ГВт, которая будет работать круглосуточно без перерывов на плохую погоду. Множество технических трудностей, до сих пор не разрешенных полностью, доводят предполагаемую стоимость такой станции до 22 млрд (мнение японских разработчиков) – 1 трлн (мнение американцев) долл. США. Из-за кратковременности и неопределенности солнечного свечения широкое распространение

получают солнечные элементы, комбинированные с другими источниками энергии. За последние 30 лет мощность вводимых СЭС увеличилась в мире с 1 до 550 МВт, а их интенсивное технологическое развитие описать полностью уже достаточно сложно. Вот некоторые его основные направления:

- *кремниевые элементы.* До 90% установленных солнечных панелей работают на кремнии сверхвысокой чистоты, преобразуя в электрическую энергию 10–45% улавливаемой солнечной. Повышение эффективности до 45% обеспечивают дорогие многопереходные устройства, используемые в основном в космической промышленности, в которых солнечные концентраторы посредством линз и зеркал фокусируют солнечный свет на переходных ячейках. Эффективность более дорогих монокристаллических элементов выше – до 25% без концентратора. Их «нарезают» из большого кристалла кремния. Менее дорогие и чаще применяемые поликристаллические кремниевые ячейки имеют эффективность 17–18%;
- *солнечные системы из теллурида кадмия.* Это единственная технология пленочной фотовольтаики с затратами ниже, чем при использовании систем из кристаллического кремния. Эффективность теллурида кадмия составляет около 15% с потенциалом роста до 21%;
- *солнечные системы на основе селенида меди-индия и селенида меди-индия-галлия.* Ожидается рост их эффективности до 20%. Модули такого состава предпочтительнее других при низкой освещенности;
- *органически-неорганические гибриды.* Речь идет о ячейках, сенсибилизированных красителем, органической фотовольтаике, перовскитах, неорганических квантовых точках. Гибридные ячейки состоят из недорогих материалов (органических полимеров, малых молекул, неорганики) и могут изготавливаться на гибких основаниях посредством рулонной печати. Гибкие, работающие при разной освещенности, более дешевые, чем уже традиционные кремниевые ячейки, гибридные ячейки в перспективе будут иметь широкое применение.

Успехи ученых и разработчиков привели к тому, что отдельные технологии солнечной энергетики в некоторых регионах стали конкурентоспособными. Самая мощная в мире СЭС Topaz Solar Farm 550 МВт выстроена в Калифорнии при затратах в размере 2 млрд долл.

В России на конец 2016 г. действовало более 10 СЭС общественного пользования в зоне централизованного электроснабжения с установленной мощностью от 0,1 до 50 МВт и более 15 СЭС в изолированных районах, включая Крым (13 СЭС), а также неучтенное количество малых солнечных установок для локального частного использования.

С организации в 2009 г. компании «Хевел» – совместного предприятия ГК «Ренова» и ОАО «Роснано» начался этап развития российской солнечной энергетики, основанной на отечественных разработках. Компания построила в Новочебоксарске завод по производству солнечных модулей, создала Научно-технический центр тонкопленочных технологий в энергетике – научную организацию по исследованиям и разработкам в сфере солнечной энергетики. Дочерняя компания ООО «Авелар Солар Технолоджи» (АСТ) занимается проектированием, строительством и эксплуатацией солнечных электростанций различной мощности и автономных гибридных энергоустановок. Это она построила в Сибири первую крупную СЭС – первая очередь Кош-Агачской СЭС 5 МВт была введена в эксплуатацию в 2014 г.

«Хевел» – пока самый значимый, но не единственный строитель СЭС в Сибири. Абаканская СЭС (5,2 МВт, 2015 г.) в Республике Хакасии – успешная реализация проекта АО «ЕвроСибЭнерго»⁵, более чем наполовину основанного на российском оборудовании и комплектующих. В ходе работы над проектом «ЕвроСибЭнерго» организовало собственное инновационное производство по выращиванию слитков мультикристаллического кремния в г. Ангарске Иркутской области, производство по сборке инверторов в г. Дивногорске Красноярского края. На рынке строителей СЭС (и других типов станций на ВИЭ) в Сибирском федеральном округе также заявили о себе ООО «Комп-

⁵ АО «ЕвроСибЭнерго» – крупнейшая частная энергокомпания России, собственник электростанций с общей установленной мощностью 19,5 ГВт, из которых более 15 ГВт приходится на крупные ГЭС Ангаро-Енисейского каскада. На 100% принадлежит компании «En+ Group».

лексИндустрия», ООО «МРЦ «Энергохолдинг» и ООО «Грин Энерджи Рус», которые роднит сравнительно недавняя регистрация в Москве и величина уставного капитала в 10 тыс. руб.

На 1 января 2017 г. в СФО насчитывалось три солнечных станции общего пользования мощностью более 5 МВт – Кош-Агачская (10 МВт) и Усть-Канская (5 МВт) в Республике Алтай, Абаканская (5,2 МВт) в Республике Хакасия, несколько мелких СЭС мощностью 0,01–0,08 МВт в Иркутской области, Республике Хакасии, Республике Алтай [5]. Маломощные СЭС, как правило, обеспечивают энергией мелкие локальные объекты: отдаленные турбазы, заповедники и т.п. Первая в России автономная гибридная солнечно-дизельная энергоустановка с мощностью 100 кВт и выше работает с 2013 г. в Республике Алтай в с. Яйлю (0,1 МВт). С 2015 г. в Забайкальском крае запущена экспериментальная солнечная установка мощностью 0,15 МВт. Все большее распространение, в частности на Алтае, получают локальные системы горячего водоснабжения на основе использования солнечной энергии – так называемые солнечные коллекторы [6].

2017 г. – год начала существенного увеличения мощностей солнечной энергетики Сибири. Как прогнозировали особо прозорливые исследователи топливно-энергетического комплекса восточных регионов страны [4], с этого года начинается пятилетний период роста спроса на возобновляемые энергоресурсы, а в следующее семилетие ожидается получение полного эффекта от масштабного использования в ТЭК новых технологий, а также еще более значительное увеличение использования ВИЭ.

В соответствии с решениями Правительства РФ начиная с 2013 г. в стране ежегодно проводится конкурс инвестиционных проектов по строительству объектов солнечной, ветровой генерации и гидрогенерации (миниГЭС) в зоне централизованного электроснабжения. Администратор торговой системы (АТС)⁶ ежегодно публикует его итоги⁷. Конкурсный отбор проектов осуществляется совокупно для всех ценовых зон оптового рынка на каждый из четырех последую-

⁶ АТС – организатор оптовой торговли электроэнергией, отвечающий за сбор информации о фактическом производстве электрической энергии и мощности и об их потреблении на оптовом рынке.

⁷ URL: <http://www.atsenergo.ru/vic> .

щих календарных годов отдельно для каждого вида генерирующих объектов. За последние 5 лет было отобрано семь проектов малых ГЭС, 70 проектов ВЭС и 105 проектов СЭС. До 2022 г. в Сибирском федеральном округе новых миниГЭС и ВЭС в зоне централизованного электроснабжения не предвидится. Противоположная ситуация наблюдается в сфере солнечной энергетики: на долю СФО приходятся каждый четвертый проект и 30% от заявленного прироста мощностей солнечной генерации. Размещение СЭС по территории округа показано в табл. 2. Удельные капитальные вложения на 1 кВт установленной мощности почти достигают (но не всегда) предельных величин капитальных затрат, установленных распоряжениями Правительства РФ.

Таблица 2

Характеристики проектов солнечных электростанций, отобранных за период 2013–2017 гг. для ценовых зон СФО оптового рынка электроэнергии*

Регион	Число проектов	Суммарная установленная мощность, МВт	Организация – заявитель проекта
Алтайский край	3	60	«Авелар Солар Технолоджи», «Грин Энерджи Рус»
Забайкальский край	5	75	«Авелар Солар Технолоджи», «КомплекcИндустрия», «Грин Энерджи Рус»
Иркутская обл.	1	15	МРЦ «Энергохолдинг»
Омская обл.	6	90	«Авелар Солар Технолоджи», «Грин Энерджи Рус»
Республика Алтай	4	20	«Авелар Солар Технолоджи»
Республика Бурятия	7	100	«Авелар Солар Технолоджи», «КомплекcИндустрия», «Грин Энерджи Рус»
Республика Хакасия	1	5,2	«ЕвроСибЭнерго»

* Источник: <http://www.atsenergo.ru/vie> .

В январе 2017 г. запущена автономная гибридная энергоустановка в с. Менза для энергоснабжения трех отдаленных поселков Забайкальского края. Она состоит из солнечных модулей общей мощностью 0,12 МВт, двух дизельных генераторов по 200 кВт каждый и накопителя энергии емкостью 300 кВт·ч. Станция запущена в рамках государственно-частного партнерства компаниями «Россети» и «Хевел». СЭС Менза является пилотным проектом, реализованным в рамках Национального проекта в энергетике «Создание локальных и интегрируемых в ЕЭС источников энергоснабжения на базе фотоэлектрических гетероструктурных модулей нового поколения», который предполагает строительство до 2021 г. около 100 автономных гибридных установок по всей стране. Другой ввод СЭС в крае, запланированный на 2017 г. – 10 МВт в Нерчинске, по-видимому, не состоится. Как следует из изменений, внесенных в программу развития электроэнергетики Республики Алтай на 2018–2022 гг., оборудование, предназначенное для этой станции и Омской СЭС3 10 МВт, установлено на Майминской СЭС 20 МВт в Республике Алтай. В 2018 г. в зоне централизованного энергоснабжения Забайкальского края ожидается ввод СЭС Балей 15 МВт и СЭС Орловский ГОК 15 МВт, в 2021 г. – СЭС Агинская 20 МВт, через год – СЭС Борзя Западная 15 МВт.

В 2017 г. продолжилось шествие солнечной энергетики по Республике Алтай. В сентябре введены в эксплуатацию Онгудайская СЭС 5 МВт и уже упоминавшаяся Майминская СЭС 20 МВт, построенная на гетероструктурных модулях производства ГК «Хевел». В результате Россия наряду с Японией и Южной Кореей вошла в перечень стран, использующих технологию гетероперехода в промышленных масштабах. Теперь суммарная мощность объектов солнечной генерации в Республике Алтай составила 40 МВт. Это немало для остродефицитного по электроэнергии субъекта Федерации, где максимальная зимняя нагрузка достигает 120 МВт. Регион является единственным в стране субъектом Федерации, собственная генерация которого в подавляющем большинстве функционирует на основе ВИЭ. В 2019 г. мощность СЭС в Республике Алтай вырастет еще на 70 МВт за счет второй очереди Майминской СЭС (5 МВт), СЭС с. Иня (25 МВт), СЭС с. Амур (40 МВт) в соответствии с соглашением 2016 г. между правительством Республики

Алтай и ГК «Хевел». К 2022 г. после строительства нескольких газовых электростанций и СЭС с. Манжерок мощностью 25 МВт ожидается переход республики на самообеспечение по электроэнергии.

В ноябре 2017 г. ООО «АСТ» сдало в эксплуатацию первую солнечную электростанцию в Республике Бурятия – Бичурскую СЭС 10 МВт. Кроме нее в зоне централизованного электроснабжения планируется соорудить в 2018 г. четыре СЭС по 15 МВт – Гусиноозерскую, Кабанскую, Мухоршибирскую и Тарбагатай, а в 2021 г. Удинскую СЭС 30 МВт. Планы правительства республики еще шире. В соответствии с подписанным в 2017 г. соглашением между группой компаний «Хевел» и правительством Республики Бурятия по развитию солнечной энергетики в регионе планируется строительство солнечных электростанций общего пользования общей мощностью 150 МВт и автономных гибридных энергоустановок общей мощностью 2,5 МВт.

В ряде регионов Сибирского федерального округа, в которых нет солнечных станций общего пользования, планируется их строительство:

- в изолированной зоне Томской области – СЭС 0,021 МВт в 2018 г.;
- в зоне централизованного снабжения Омской области – Нововаршавской и Русско-Полянской СЭС по 15 МВт в 2019 г., Павлоградской СЭС 20 МВт в 2022 г.;
- в централизованной зоне Иркутской области – СЭС Заря 15 МВт в 2018 г.;
- в зоне оптового рынка электроэнергии Алтайского края – двух СЭС в городах Горняк и Змеиногорск по 10 МВт в 2019 г., СЭС Алейской 25 МВт в 2020 г. и СЭС Курьинской 15 МВт в 2022 г.

Группа компаний «Хевел» подписала в 2017 г. соглашение с правительством Республики Тывы о сотрудничестве в сфере электроснабжения, предусматривающее установку гибридных солнечно-дизельных станций 1,6 МВт для снабжения электроэнергией 18 населенных пунктов на изолированных территориях республики.

В 2009 г. Правительство РФ утвердило Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффек-

тивности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года⁸, в котором установило в качестве целевого показателя развития ВИЭ их долю в производстве электроэнергии в размере 4,5% к 2020 г. Современное состояние генерации ВИЭ не позволяет утверждать, что такая цель реалистична. Она и была откорректирована распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2015 г. № 1472-р⁹. В новой версии документа – Основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года устанавливается целевое значение показателя объема производства и потребления электрической энергии с использованием ВИЭ (кроме гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт) в размере 4,5% уже к 2024 г. Взятый сегодня разгон позволяет надеяться, что цель достижима. Представляется, что она достижима, если будут приложены серьезные усилия, в основном со стороны государственных органов, как в производственной сфере, так и в экономике.

Как видно из нашего анализа, особенностью текущего этапа использования ВИЭ в Сибирском федеральном округе является полное превалирование солнечной генерации. В пятилетних планах развития электроэнергетики субъектов Федерации СФО предусмотрено строительство одного типа ВИЭ – СЭС, за исключением Республики Алтай, где планируется также строительство нескольких малых ГЭС. Потенциал ВИЭ в Сибири намного больше – в отношении как энергии солнца, так и других природных источников. Не позволяют в настоящее время его использовать

- *слабая отечественная база производства оборудования для станций ВИЭ.* Сегодняшний рывок в российской солнечной энергетике стал возможен благодаря единственному заводу ГК «Хевел». Необходимы отечественные разработки и производство оборудования для более широкого спектра ВИЭ, нужно со-

⁸ См.: *Собрание законодательства Российской Федерации.* – 2009. – № 4. – Ст. 515.

⁹ См.: *Собрание законодательства Российской Федерации.* – 2015. – № 31. – Ст. 4741.

здавать облако обеспечивающих производств внутри страны, что особенно актуально в условиях современных санкций и откровенно враждебного отношения правительств ряда стран – основных производителей соответствующего оборудования;

- *недостаточное стимулирование использования ВИЭ.* Работа в этом направлении ведется, но судя по результатам недостаточная. Необходимо тщательно изучить опыт преуспевших в использовании ВИЭ. В Евросоюзе второй по масштабу генерации возобновляемый источник после гидроэнергии – это геотермальная энергия. И ведь точно известно, что Европейский континент не изобилует долинами гейзеров. Предварительное изучение вопроса показало, что здесь сработали не только природные факторы и технологические решения, но и экономические механизмы. Слепое копирование этого опыта может принести больше вреда, чем пользы, поскольку экономические реалии наших стран сильно различаются, однако подсказки относительно направлений продвижения полезны.

Наш анализ показывает стремительную динамику увеличения мощностей СЭС в южной части Сибири, в основном в районах, где отсутствует централизованное электроснабжение или присутствует, но оно недостаточное, или ненадежное, или дорогое. Выгоды от нового строительства СЭС очевидны, однако *оценивать полный экономический эффект рационально после нескольких лет эксплуатации объектов.* Показателен пример, описанный в работе [6]: новый собственник дома посчитал, что затраты на автономное электрообеспечение меньше, чем на централизованное, и, утеплив здание и построив его под новые энергоустановки, поставил солнечные батареи и ветрогенератор с дизелем в качестве резервных источников. Первым подводным камнем стало то, что ни один из аккумуляторов отечественных и зарубежных производителей не сохранил заявленной мощности дольше одного года. А это достаточно дорогостоящий элемент установки, неожиданное сокращение планируемого срока службы которого сделало сомнительной предполагавшуюся экономию.

Выявленный динамизм процессов внедрения новых энергисточников в повседневную жизнь обуславливает *необходимость постоян-*

ного мониторинга строительства и эксплуатации мощностей ВИЭ в стране, и особенно в Сибири, где проблемы электроснабжения большинства территорий имеют особую остроту [4].

*Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН в рамках приоритетного направления XI.172. (проект XI.172.1.1).
Номер регистрации 0325-2016-0010 в ИСГЗ ФАНО*

Список источников

1. Бучнев А.О. Регулирование и стимулирование развития возобновляемых источников энергии // Государственная служба. – 2015. – № 5 (97). – С. 108–111.
2. *Возобновляемые источники энергии: теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика* / Венге К., Геске М., Ломбарди П. и др.; отв. ред. З.А. Стычинский, Н.И. Воропай. – Магдебург: Университет Отто фон Герике, 2010. – 211 с.
3. Попель О.С. Перспективные ниши и технологии использования возобновляемых источников энергии в России // Ползуновский вестник. – 2012. – № 4. – С. 164–172.
4. Санеев Б.Г. Топливо-энергетический комплекс Востока России: современное состояние и перспективы // Регион: экономика и социология. – 2013. – № 2 (78). – С. 251–265.
5. Санеев Б.Г., Иванова И.Ю., Тугузова Т.Ф. Использование возобновляемых источников энергии как одно из приоритетных направлений совершенствования систем энергоснабжения труднодоступных территорий восточных регионов // Возобновляемая энергетика XXI век: Энергетическая и экономическая эффективность: Мат. Междунар. конгр. REENCON-XXI 2016 г. / Под ред. Д.О. Дуникова, О.С. Попея. – М.: ОИВТ РАН, 2016. – С. 136–142.
6. *Стратегия низкоуглеродного развития России: возможности и выгоды замещения ископаемого топлива «зелеными» источниками энергии* / Сафонов Г.В., Стеценко А.В., Дорина А.Л. и др. – М.: Теис, 2016. – 48 с.
7. Фортвов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. – М.: Интеллект, 2011. – 167 с.
8. Cañete M.A. The European Union leading in renewable. Math. COP21. Le Bourge, 2015. 28 p. – URL: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/cop21-brochure-web.pdf> (дата обращения: 09.03.2016).
9. Jacobson M.Z., Delucchi M.A. How to get all energy from wind, water and solar power by 2030 // Scientific American. – 2009. – Nov. – P. 58–65.
10. Twidell J., Weir A. Renewable Energy Resources. – 3d rev. ed. – Taylor & Francis, 2015. – 696 p.

Информация об авторе

Любимова Екатерина Владимировна (Россия, Новосибирск) – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник. Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17, e-mail: kat@ieie.nsc.ru).

DOI: 10.15372/REG20180112

Region: Economics & Sociology, 2018, No. 1 (97), p. 250–270

E.V. Lyubimova

RENEWABLE POWER SOURCES OF SIBERIA: THE REACHED AND PROSPECTS

In a dynamically changing situation with the use of renewables in regional economy, a need arises to research the current state of this process and the developing tendencies. The article presents the main results of the research. We reveal prerequisites for an increase in renewable power generation capacities, show technologic innovations and restrictions to the use of certain renewables in various territories of the Siberian Federal District. The article gives results of the analysis of the current state and construction plans of power stations based on renewable power sources in district regions. In the medium term, water and sun are the largest power sources in scale in Siberia.

Keywords: renewable power sources; technologies; types of power stations; input of capacities; regions

The publication is prepared within the priority XI.172 (project No. XI.172.1.1) according to the research plan of the IEIE SB RAS

References

1. *Buchnev, A.O.* (2015). Regulirovanie i stimulirovanie razvitiya vozobnovlyemykh istochnikov energii [Regulation and stimulation of renewable energy sources development]. *Gosudarstvennaya sluzhba [Public Administration]*, 5 (97), 108–111.
2. *Wenge, K., M. Heske, P. Lombardi et al.; Z.A. Stychinsky & N.I. Voropay* (Eds.). (2010). *Vozobnovlyaemye istochniki energii: teoreticheskie osnovy, tekhnologii, tekhnicheskie kharakteristiki, ekonomika [Renewable energy sources. Theoretical Foundations of technology, performance, economy]*. Magdeburg, Otto von Guericke University Publ., 211.

3. *Popel, O.S.* (2012). Perspektivnye nishi i tekhnologii ispolzovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii v Rossii [Prospective niches and technologies for the use of renewable]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Bulletin], 4, 164–172.

4. *Saneev, B.G.* (2013). Toplivno-energeticheskiy kompleks Vostoka Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Fuel and energy complex of the Eastern Russia: current state and prospects]. *Region: ekonomika i sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology], 2 (78), 251–265.

5. *Saneev, B.G., I.Yu. Ivanova, T.F. Tuguzova; D.O. Dunikov & O.S. Popel* (Eds.). (2016). Ispolzovanie vozobnovlyaemykh istochnikov energii kak odno iz prioritnykh napravleniy sovershenstvovaniya sistem energosnabzheniya trudnodostupnykh territoriy vostochnykh regionov [The use of renewable energy sources as one of the priority trends for improving power supply systems in hard-to-reach areas of eastern regions]. *Vozobnovlyаемая энергетика XXI век: Energeticheskaya i ekonomicheskaya effektivnost. Mat. Mezhdunar. kongr. REENCON-XXI 2016 g.* [2016 International Congress REENCON-XXI «Renewable Energy XXI century: energy and economic efficiency»]. Moscow, JIHT RAS, 136–142.

6. *Safonov, G.V., A.V. Stetsenko, A.L. Dorina et al.* (2016). Strategiya nizko-uglerodnogo razvitiya Rossii: vozmozhnosti i vygody zameshcheniya iskopaemogo topliva «zelenymi» istochnikami energii [Strategy of Low-Carbon Development of Russia. Opportunities and Benefits of Replacement of Fossil Fuel with «Green» Power Sources]. Moscow, Teis Publ., 48.

7. *Fortov, V.E. & O.S. Popel.* (2011). *Energetika v sovremennom mire* [Energy Sector in the Modern World]. Moscow, Intellect Publ., 167.

8. *Cañete, M.A.* (2015). The European Union leading in renewables. *Math. COP21. Le Bourge*, 28. Available at: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/cop21-brochure-web.pdf> (date of access: 09.03.2016).

9. *Jacobson, M.Z. & M.A. Delucchi.* (2009). How to get all energy from wind, water and solar power by 2030. *Scientific American*, November, 58–65.

10. *Twidell, J. & A. Weir.* (2015). *Renewable Energy Resources*. 3d rev. ed. Taylor & Francis, 696.

Information about the author

Lyubimova, Ekaterina Vladimirovna (Novosibirsk, Russia) – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher at the Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (17, Ac. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: kat@ieie.nsc.ru).

Рукопись статьи поступила в редколлегию 27.11.2017 г.

© Любимова Е.В., 2018