

И. Ю. ИВАНОВА, Т. Ф. ТУГУЗОВА, Н. А. ХАЛГАЕВА

Институт систем энергетики СО РАН, г. Иркутск

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассмотрены валовой, технически извлекаемый и экономически оправданный потенциалы возобновляемых природных энергоресурсов территории Байкальского региона. Обоснована целесообразность применения возобновляемых источников энергии для децентрализованных потребителей. Показано влияние экологического фактора на эффективность применения возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: энергетический потенциал, гидроэнергетические ресурсы, ветроэнергетические ресурсы, гелиоэнергетические ресурсы, лесные ресурсы.

We examine the gross, technically extractable and economically justified potentials of the renewable natural energy resources on the territory of the Baikal region. The advisability of using renewable energy sources by decentralized consumers is substantiated. The influence of the ecological factor on the utilization efficiency of renewable energy sources is demonstrated.

Keywords: energy potential, hydropower resources, wind-power resources, solar power resources, forest resources.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Приоритетными видами возобновляемых природных энергоресурсов (ВПЭР) Байкальского региона, в который входят Иркутская область, Республика Бурятия и Забайкальский край, являются гидро-, гелио-, ветроэнергетические и лесные. На территории региона сосредоточено 43 % гелиоэнергетического и 30 % ветроэнергетического потенциалов, 37 % потенциала малых водотоков и более 50 % потенциала лесной биомассы Восточной Сибири (см. таблицу) [1].

Соотношение между валовым, технически возможным и экономически оправданным потенциалами для разных ВПЭР различно. Целесообразность использования каждого вида ресурса для получения энергии значительно различается по территории и обусловлена прежде всего показателями потенциала, в том числе экономическими.

Гидроэнергетический потенциал региона сосредоточен в большом количестве не только крупных, но и малых рек и ручьев. К категории малых относятся реки длиной не более 100 км и площадью бассейна в пределах 1–2 тыс. км². Технически возможный потенциал энергии малых водотоков региона составляет 31 %, а экономически оправданный — 17 % от валового, что говорит о достаточно высокой эффективности использования этого вида ресурса [1]. Малые водотоки никак не задействованы в гидроэнергетике региона. Однако на них вполне возможно строительство мини- и микро-ГЭС (МГЭС) для энергоснабжения изолированных от энергосистемы населенных пунктов, которые в основном расположены на этих водотоках. Возможно сооружение как бесплотинных (деривационных и русловых), так и плотинных МГЭС мощностью до нескольких мегаватт, рассчитанных на пропуск основной части весеннего паводка и сглаживание пиков летних и осенних паводков.

Ветроэнергетический потенциал региона сосредоточен в основном в котловине оз. Байкал. Несмотря на значительную величину валового потенциала этого вида ВПЭР в регионе, технически возможно в настоящее время использовать 0,2 %, а экономически оправдано — лишь тысячную долю

Потенциал возобновляемых природных энергоресурсов Байкальского региона

Энергоресурс	Вид потенциала		
	валовой	технический	экономический
Гидроэнергетический, млрд кВт·ч	132	41	23
Ветроэнергетический, млрд кВт·ч	142 508	356	1,8
Гелиоэнергетический, млн т у. т.	228 400	1286	0,1
Лесная биомасса, млн т у. т.	63,6	7,0	0,6
Биомасса отходов, млн т у. т.			
всего	1,7	1,6	0,8
отходы агропромышленного комплекса	1,3	1,3	0,4

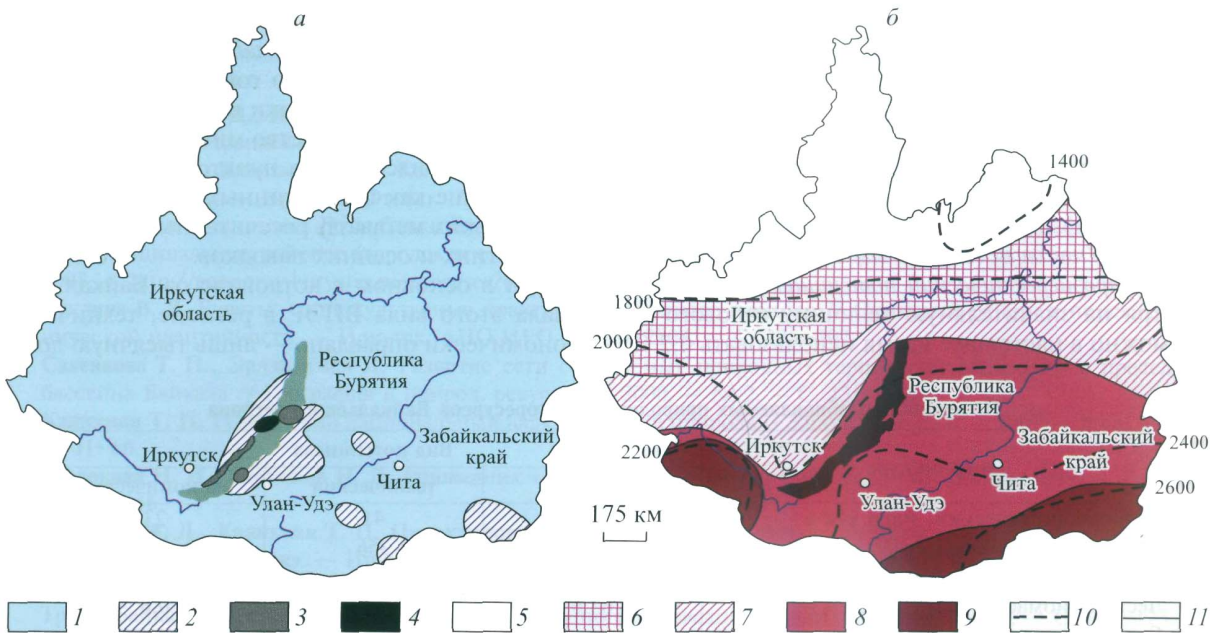
процента от него [1]. Основной показатель целесообразности использования ветропотенциала для энергетических целей — средняя многолетняя скорость. При ее значениях менее 4 м/с применение ветроэнергетических установок (ВЭУ) заведомо не оправдано, поскольку скорость ветра, необходимая для начала вращения ветроколеса, у большинства ветроустановок равна 3,5–4 м/с. Наиболее благоприятные условия для использования ветропотенциала имеются в устьях рек Селенга и Баргузин, а также в Ольхонском районе Иркутской области, включая о. Ольхон (см. рисунок) [2, 3].

Гелиоэнергетический потенциал региона также значителен, однако более 90 % технического потенциала возможно использовать только для производства тепла. Экономически оправданный потенциал этого вида ВПЭР составляет совсем незначительную долю от валового. Использование гелиоэнергетического потенциала для энергетических целей считается целесообразным, если годовой приход солнечной радиации составляет не менее 1200 кВт·ч/м², а продолжительность солнечного сияния — более 2000 ч/год.

Приход солнечной радиации на территории Байкальского региона, как и продолжительность солнечного сияния, носит выраженный поясной характер и изменяется от 900 кВт·ч/м² на севере Иркутской области до 1400 кВт·ч/м² в южной части Республики Бурятия и Забайкальском крае [4, 5] (см. рисунок, б). Особо можно выделить такие локальные зоны, как высокогорные участки Республики Бурятия (пос. Ильчир), а также о. Ольхон (оз. Байкал), которые располагают гелиоэнергетическим потенциалом, не уступающим черноморскому побережью и Кавказу.

Байкальский регион богат *лесными ресурсами*, при этом характерно преобладание хвойных пород. Общий запас древесины на корню составляет 13 млрд м³, расчетная лесосека — 120 млн м³ [1]. Особая плотность лесных насаждений наблюдается в Иркутской области, территория которой по показателю лесистости занимает одно из ведущих мест в России. Наибольшим значением показателя лесистости (более 90 %) характеризуются Жигаловский, Усть-Кутский, Усть-Удинский, Чунский районы области [6]. Однако в настоящее время технически возможно использовать 11 %, а экономически оправдано — лишь 1 % от валового потенциала лесной биомассы региона.

Распределение *биомассы отходов* агропромышленного комплекса и органических отходов населенных пунктов на территории региона носит локальный характер как по имеющемуся потенциалу, так и по его использованию. Основная часть отходов сосредоточена в сельской местности с развитым животноводством и растениеводством. Использование отходов для производства электрической и тепловой энергии позволит предприятиям агропромышленного комплекса повысить свою энергетическую безопасность и снизить эмиссию вредных веществ в окружающую среду.



Распределение ветрового потенциала (а) и гелиоэнергетического потенциала (б) по территории Байкальского региона.

Зоны со среднегодовой скоростью ветра, м/с: 1 — 1–3; 2 — 3–3,5; 3 — 3,5–5; 4 — 6. Зоны с годовой суммарной солнечной радиацией, падающей на горизонтальную поверхность, кВт·ч/м²: 5 — 900–1000; 6 — 1000–1100; 7 — 1100–1200; 8 — 1200–1300; 9 — 1300–1400. Границы: 10 — зон по продолжительности солнечного сияния (ч/год), 11 — субъектов РФ.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Возобновляемые природные энергоресурсы могут использоваться для производства электрической и тепловой энергии в возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Такие источники, за исключением крупных ГЭС, в Байкальском регионе в настоящее время не применяются. Основная причина — их капиталоемкость и низкое значение коэффициента использования установленной мощности, связанное с неравномерностью и неопределенностью проявления энергоресурсов. В силу тех же причин применение ВИЭ следует рассматривать в качестве не замещающего традиционное энергоснабжение, а дополняющего энергоисточника с целью вытеснения части органического топлива.

В то же время ВИЭ могут найти довольно широкое применение для энергоснабжения прежде всего изолированных от энергосистемы населенных пунктов, что позволит сократить объемы потребления органического топлива, снизить себестоимость производства энергии, уменьшить негативное влияние энергетики на природную среду и улучшить комфортность, стиль и качество жизни населения.

К основным факторам, влияющим на эффективность применения возобновляемых источников энергии, относятся: интенсивность, продолжительность и изменчивость возобновляемых природных энергоресурсов, стоимость возобновляемого источника энергии и вытесняемого топлива. Проведенные исследования для условий Байкальского региона показывают, что для достижения экономической эффективности проектов сооружения возобновляемых источников энергии удельные капиталовложения в них должны быть существенно снижены: для МГЭС и ВЭУ — в 1,5–2 раза, для систем солнечного теплоснабжения (ССТ) — в 2–2,5 раза, для фотоэлектрических преобразователей — в 4–5 раз [7]. Однако такое снижение потребует достаточно много времени для организации производства оборудования с использованием новых технологий на базе отечественных мощностей.

При современном уровне стоимостных показателей себестоимость электрической и тепловой энергии, производимой ВИЭ, превышает тарифы для населения в 2–8 раз. Для обеспечения экономической эффективности проектов сооружения возобновляемых источников энергии необходима государственная поддержка в виде надбавок на компенсацию тарифов. Величина этих надбавок для разных типов ВИЭ различна и оценивается авторами в размерах 5–15 руб/кВт·ч и 1500–1800 руб/Гкал. Экономически целесообразный ввод возобновляемых источников энергии в Байкальском регионе к 2020 г. оценивается в размере 10–15 МВт, в основном за счет сооружения малых и мини-ГЭС суммарной мощностью 5–8 МВт.

Среди первоочередных проектов можно выделить следующие: в Иркутской области — МГЭС в Усть-Кутском, Казачинско-Ленском, Нижнеудинском, Катангском районах, ВЭУ в Ольхонском районе; в Республике Бурятия — МГЭС в Курумканском, Закаменском и Баргузинском районах, ВЭУ в Кабанском и Баргузинском районах; в Забайкальском крае — МГЭС в Тунгокоченском, Красночуйском и Тунгиро-Олёкминском районах. Применение ВИЭ в таких масштабах потребует порядка 400–1000 млн руб. капитальных вложений, но позволит к концу периода ежегодно вытеснять 3–8 тыс. т дизельного топлива на сумму 70–200 млн руб. Кроме того, на территории региона целесообразно строительство мини-ТЭЦ на древесных отходах в районах лесозаготовок и деревообработки.

Относительно высокая плотность солнечного излучения в южной части региона создает предпосылки для использования солнечной энергии, прежде всего для теплоснабжения потребителей. Конкурентоспособность систем солнечного теплоснабжения во многом зависит от стоимостных показателей. Однако важным фактором, влияющим на эффективность использования солнечной энергии для целей энергоснабжения, является снижение антропогенного воздействия энергоисточников на органическом топливе на природную среду. Особенно это относится к небольшим котельным, сжигающим уголь, на которых зачастую вообще отсутствуют системы очистки уходящих газов. Каждые 100 м² площади систем солнечного теплоснабжения позволяют вытеснить 33–36 т угля. Это эквивалентно 5–5,5 т суммарных выбросов в атмосферу основных ингредиентов, таких как зола, сажа, окислы серы, азота, угарный газ. При ужесточении экологических требований для котельных посредством введения экологического налога экономическая эффективность систем солнечного теплоснабжения значительно повысится.

Без учета экологической составляющей себестоимость производства тепла на котельных и в системах солнечного теплоснабжения сопоставима только при капиталовложениях в ССТ меньше 100 дол/м². Введение экологического налога в размере ущерба, наносимого природной среде, увеличивает максимальные экономически эффективные значения капиталовложений в ССТ почти в два раза — до 200 дол/м² — и значительно повышает их конкурентоспособность [8].

При общей неконкурентоспособности в современных ценовых условиях энергоснабжения с использованием ВИЭ не следует забывать о социальном факторе, который невозможно оценить в денежном эквиваленте. Солнечный нагрев позволяет обеспечить горячее водоснабжение, которое зачастую отсутствует в небольших сельских объектах образования и здравоохранения, не говоря уже о животноводческих стоянках и метеостанциях. Применение ВИЭ актуально также в зонах особого природопользования (заповедниках, национальных парках, турбазах, домах отдыха, санаториях и т. д.), где введены жесткие ограничения на загрязнение окружающей среды.

ВЫВОДЫ

Несмотря на значительные показатели валового и технического потенциалов возобновляемых природных энергоресурсов на территории Байкальского региона, целесообразность их использования невелика, и в основном это гидроэнергетический потенциал за счет применения МГЭС. Главная причина отсутствия экономически эффективных возобновляемых источников энергии на территории региона — их высокая капиталоемкость. Экономически целесообразный ввод ВИЭ к 2020 г. оценивается в размере 10–15 МВт, из них МГЭС 5–8 МВт.

Вместе с тем эффективность применения систем солнечного теплоснабжения значительно повышается при учете ущерба, наносимого природной среде котельными на органическом топливе. Важен и социальный фактор, который влияет на улучшение быта и комфортности проживания в небольших населенных пунктах. Применение ВИЭ может не иметь альтернативы в зонах особого природопользования, где введены жесткие ограничения на загрязнение окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Справочник** по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям) / Под ред. П. П. Безруких. — М.: ИАЦ Энергия, 2007. — 272 с.
2. **Справочник** по климату СССР. Вып. 22: Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. Ч. 3: Ветер / Отв. ред. Н. С. Брекен. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 232 с.
3. **Справочник** по климату СССР. Вып. 23: Бурятская АССР и Читинская область. Ч. 3: Ветер / Отв. ред. И. М. Постовая. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 188 с.
4. **Справочник** по климату СССР. Вып. 22: Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. Ч. 1: Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние / Отв. ред. Н. С. Брекен. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. — 72 с.
5. **Справочник** по климату СССР. Вып. 23: Бурятская АССР и Читинская область. Ч. 1: Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние / Отв. ред. В. И. Залозная, Н. Г. Постникова. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. — 64 с.
6. **Леса** и лесное хозяйство Иркутской области / Ващук Л. Н., Попов Л. В., Красный Н. М. и др. — Иркутск, 1997. — 228 с.
7. **Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф., Симоненко А. Н.** Эффективные направления развития малой энергетики на востоке России // Энергетическая политика. — 2009. — Вып. 2. — С. 45–52.
8. **Иванова И. Ю., Попов С. П., Тугузова Т. Ф.** Эффективность и масштабы использования возобновляемых источников энергии для изолированных потребителей // Изв. РАН. Энергетика. — 2006. — № 3. — С. 110–114.

Поступила в редакцию 11 октября 2010 г.