

УДК 621.311.25+658.264 (571.5)  
ББК 31.19

И.Ю. Иванова  
Т.Ф. Тугузова  
Н.А. Халгаева

## РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСНАБЖЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Приведен валовой, технически извлекаемый и экономически оправданный потенциалы возобновляемых природных энергоресурсов территории Байкальского региона. Представлены результаты исследований по оценке экономической эффективности применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Обоснованы масштабы использования ВИЭ для децентрализованных потребителей Байкальского региона на период до 2020 г.

*Ключевые слова:* возобновляемые природные энергоресурсы, потенциал, Байкальский регион, эффективность использования ВПЭР.

I.Yu. Ivanova  
T.F. Tuguzova  
N.A. Khalgaeva

## ROLE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN ENERGY SUPPLY TO CONSUMERS OF THE BAIKAL REGION

The paper presents gross technologically recoverable and economically sound potentials of renewable natural energy resources of the Baikal region. The results of studies on assessment of the economic efficiency of utilizing renewable energy sources (RES) are set out. The scales of RES utilization for decentralized consumers in the Baikal region for the time horizon till 2020 are substantiated.

*Keywords:* renewable energy resources (RER), potential, Baikal region, RER usage efficiency.

*Потенциал возобновляемых природных энергоресурсов.* На территории Байкальского региона сосредоточено 37% гидроэнергетического, 43% гелиоэнергетического, 30% ветроэнергетического и более 50% потенциала лесной биомассы Восточной Сибири (табл. 1). Соотношение между валовым, технически возможным и экономически оправданным потенциалами для разных видов возобновляемых природных энергоресурсов (ВПЭР) различно.

Целесообразность использования каждого ВПЭР для получения энергии значительно различается по территории и обусловлена, прежде всего, показателями потенциала.

*Гидропотенциал* Байкальского региона сосредоточен в большом количестве не только крупных, а также мелких рек и ручьев. Практически вся территория усеяна сетью множества притоков таких рек как Ангара, Иркут, Селенга, Шилка, Аргунь и др. 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.

**Потенциал возобновляемых природных энергоресурсов  
Байкальского региона**

Потенциал	Валовый	Техни- ческий	Экономи- ческий
Гидроэнергетический, млрд кВт · ч	132	41	23
Ветроэнергетический, млрд кВт · ч	142 508	356	1,8
Гелиоэнергетический, всего, млн т у.т.	228 400	1 286	0,1
из него на производства тепла		1 191	0,1
Лесная биомасса, млн т у.т.	63,6	7,0	0,6
Биомасса отходов, всего, млн т у.т.	1,7	1,6	0,8
из нее отходы агропромышленного комплекса	1,3	1,3	0,4

Источник: [1].

*Ветроэнергетический потенциал* Байкальского региона сосредоточен в основном в котловине о. 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 процента от него. Наиболее благоприятные условия для использования ветропотенциала наблюдаются в устьях рек Селенга, Баргузин, в Ольхонском районе, включая о. Ольхон.

*Гелиоэнергетический потенциал* Байкальского региона также значителен, однако основную часть технического потенциала возможно использовать только для производства тепла. Экономически оправданный потенциал этого вида ВПЭР составляет совсем незначительную долю от валового. Приход солнечной радиации на территории Байкальского региона, как и продолжительность солнечного сияния, носит достаточно обусловленный поясной характер: от 900 кВт · ч/м<sup>2</sup> на севере Иркутской области до 1400 кВт · ч/м<sup>2</sup> в южной части Республики Бурятия и Забайкальском крае. Следует отметить такие локальные зоны, как высокогорные участки Республики Бурятия (п. Ильчир) и озера Байкал (п. Хужир), которые располагают гелиоэнергетическим потенциалом, не уступающим черноморскому побережью и Кавказу.

Территория Байкальского региона богата лесными ресурсами, для которых характерно преобладание хвойных пород. Общий запас древесины на корню составляет 13 млрд м<sup>3</sup>, расчетная лесосека — 120 млн м<sup>3</sup>. Особая плотность наблюдается в Иркутской области, территория которой по показателю лесистости занимает одно из ведущих мест в России. Однако технически возможно в настоящее время использовать 11%, а экономически оправдано — лишь 1% от валового потенциала лесной биомассы региона.

*Биомасса отходов* агропромышленного комплекса и органических отходов населенных пунктов характеризуется локализованностью 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 предприятием агропромышленного комплекса повысить свою энергетическую безопасность при снижении эмиссии вредных веществ в окружающую среду.

*Масштабы использования возобновляемых источников энергии.* Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), за исключением крупных ГЭС, на территории Байкальского региона в настоящее время не при-

меняются. Основной причиной является их капиталоемкость и низкое значение коэффициента использования установленной мощности, связанное с неравномерностью и неопределенностью проявления энергоресурсов, а также неплотным графиком нагрузки мелких изолированных потребителей.

В то же время ВИЭ могут найти довольно широкое применение для энергоснабжения изолированных от энергосистем потребителей, что позволит:

- сократить объемы потребления органического топлива;
- снизить себестоимость производства энергии;
- уменьшить негативное влияние энергетики на природную среду;
- улучшить комфортность, стиль и качество жизни населения.

При применении ВИЭ следует говорить не столько о замещении традиционных схем энергоснабжения потребителей, сколько об их рациональном сбалансированном дополнении с целью вытеснения части органического топлива.

К основным факторам, влияющим на эффективность применения возобновляемых источников энергии, относятся:

- интенсивность, продолжительность и изменчивость возобновляемых природных энергоресурсов;
- стоимость возобновляемого источника энергии;
- стоимость 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 малых ГЭС (МГЭС) и ветроэлектрических станций (ВЭС) — в 1,5–2 раза, систем солнечного теплоснабжения (ССТ) — в 2–2,5 раза, фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) — в 4–5 раз. Однако для такого снижения потребуется достаточно длительный промежуток времени для организации производства оборудования на базе отечественных мощностей с использованием новых технологий. В настоящее время необходима государственная поддержка в виде субсидий производителям оборудования, либо надбавки на компенсацию тарифов на производимую энергию в размерах 10–15 р./кВт·ч и 1500–1800 р./Гкал.

В Стратегии развития топливно-энергетического комплекса Восточной Сибири и Дальнего Востока, разработанной ИСЭМ СО РАН, суммарный ввод мощностей возобновляемых источников энергии в Байкальском регионе к 2020 г. составит 5–13 МВт, в основном, за счет сооружения малых и мини-ГЭС — 3–8 МВт (табл. 2).

Среди первоочередных проектов:

- в Иркутской области — МГЭС в Усть-Кутском, Казачинско-Ленском, Нижнеудинском, Катангском районах; ВЭС в Ольхонском районе;
- в Республике Бурятия — МГЭС в Курумканском, Закаменском и Баргузинском районах; ВЭС в Кабанском и Баргузинском районах;
- в Забайкальском крае — МГЭС в Тунгокоченском, Красночикойском и Тунгиро-Олекминском районах.

Применение ВИЭ для энергоснабжения потребителей Байкальского региона в таких масштабах потребует 400–1000 млн р. капитальных вложений, но позволит к концу периода ежегодно производить 11–30 млн кВт·ч электроэнергии, тем самым, вытесняя 3–8 тыс. т дзельного топлива на сумму 70–200 млн р.

**Вводы мощностей возобновляемых источников энергии  
для энергоснабжения изолированных потребителей  
Байкальского региона, МВт**

Субъект РФ, тип ВИЭ	Период				Всего 2010–2020	
	2010–2015		2016–2020			
	1	2	1	2	1	2
Байкальский регион, всего	1,9	4,5	2,7	8,5	4,6	13,0
В том числе:						
МГЭС	1,4	2,6	1,5	5,7	2,9	8,3
ВЭС	0,5	1,9	1,2	2,8	1,7	4,7
В том числе:						
Иркутская область, всего	0,6	1,3	0,6	2,2	1,2	3,5
В том числе:						
МГЭС	0,4	0,6	0,3	1,2	0,7	1,8
ВЭС	0,2	0,7	0,3	1,0	0,5	1,7
Республика Бурятия, всего	1,0	2,2	1,4	5,0	2,4	7,2
В том числе:						
МГЭС	0,7	1,2	0,7	3,5	1,4	4,7
ВЭС	0,3	1,0	0,7	1,5	1,0	2,5
Забайкальский край, всего	0,3	1,0	0,7	1,3	1,0	2,3
В том числе:						
МГЭС	0,3	0,8	0,5	1,0	0,8	1,8
ВЭС	–	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5

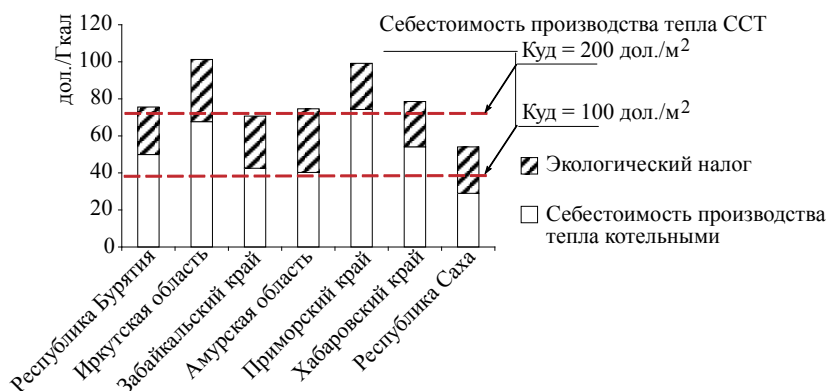
Примечание: 1 — умеренный сценарий, 2 — стратегический сценарий.

Кроме того, на территории региона целесообразно применение солнечных коллекторов для организации горячего водоснабжения на объектах сельского хозяйства, животноводческих стоянках и метеостанциях, а также строительство мини-ТЭЦ на древесных отходах в районах лесозаготовок и деревообработки.

**Экологический фактор применения ВИЭ.** Важным фактором, влияющим на эффективность использования солнечной энергии для целей энергоснабжения, является снижение антропогенного воздействия на природную среду энергоисточников на органическом топливе. Каждые 100 м<sup>2</sup> площади систем солнечного теплоснабжения позволяет вытеснить 33–36 т угля. Это эквивалентно 5–5,5 т суммарных выбросов в атмосферу основных ингредиентов, таких как зола, сажа, окислы серы, азота, угарного газа.

При ужесточении экологических требований для котельных, посредством введения экологического налога, экономическая эффективность систем солнечного теплоснабжения значительно повысится. На рисунке представлены результаты укрупненных расчетов себестоимости производства тепла системами солнечного теплоснабжения, котельными на угле и экологического налога в восточных регионах.

Себестоимость производства тепла на котельных и в системах солнечного теплоснабжения сопоставима только при капиталовложениях в ССТ меньше 100 дол./м<sup>2</sup>. Введение экологического налога в размере ущерба, наносимого природной среде, увеличивает максимальные экономически эффективные значения капиталовложений в ССТ почти в два раза — до 200 дол./м<sup>2</sup>.



Себестоимость производства тепла ССТ и котельными на угле с учетом экологического налога

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 реализовать горячее водоснабжение, которое зачастую отсутствует даже для объектов образования и здравоохранения. Применение ВИЭ также актуально в зонах особого природопользования (заповедники, национальные парки, турбазы, дома отдыха, санатории и т.д.), где введены жесткие ограничения на загрязнение окружающей среды.

### Список использованной литературы

1. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям). — М.: «ИАЦ Энергия», 2007. — 272 с.

### Bibliography (transliterated)

1. Spravochnik po resursam vobnovlyaemykh istochnikov energii Rossii i mestnym vidam topliva (pokazateli po territoriyam). — M.: «IATs Energiya», 2007. — 272 s.

### Информация об авторах

*Иванова Ирина Юрьевна* — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, e-mail: nord@isem.sei.irk.ru.

*Тугузова Татьяна Федоровна* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, e-mail: tuguzova@isem.sei.irk.ru.

*Халгаева Надежда Александровна* — научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, e-mail: khalgaeva@isem.sei.irk.ru.

### Authors

*Ivanova Irina Yuriyevna* — PhD in Economics, Principal Researcher, Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, e-mail: nord@isem.sei.irk.ru.

*Tuguzova Tatyana Fyodorovna* — PhD in Technical Sciences, Senior Researcher, Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, e-mail: tuguzova@isem.sei.irk.ru.

*Khalgaeva Nadezhda Aleksandrovna* — Researcher, Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, e-mail: khalgaeva@isem.sei.irk.ru.