

Список литературы

1. Жабудаев Т.Ж. Структурная модель алгоритма расчета микроГЭС с учетом гидрологических параметров малых водотоков. [Текст] / Асанов М.С., Обозов А.Дж., Жабудаев Т.Ж.// Известия КГТУ. - Бишкек, 2013. - №29. - С. 67-72.
2. Жабудаев Т.Ж. Построение модели и алгоритма расчета параметров микроГЭС с учетом гидрологических особенностей малых водотоков. Дисс. на соискание уч. степени к.т.н., 2013.

УДК 502.174.3: 627.8.09

ПОТЕНЦИАЛ И РЕСУРСЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

*Исаев Руслан Эстебесович, к.т.н., доцент, e-mail: karesisaev@rambler.ru,
Толмушев Алмаз Эмилбекович, преподаватель, topaz_at@mail.ru, КГТУ им. И. Раззакова,
Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66*

Цель статьи - оценка возможностей развития возобновляемых источников энергии в Кыргызской Республике. Приводятся методологические подходы в оценке потенциала и даны качественные и количественные характеристики потенциала солнечной, ветровой энергии, энергии биомассы и малых горных водотоков. На основе изучения потенциала определены приоритеты в использовании ВИЭ.

Ключевые слова: нетрадиционные возобновляемые источники энергии, биомасса, низкопотенциальные источники, малые ГЭС, продолжительность солнечного сияния, среднегодовая скорость ветра, энергетический потенциал.

POTENTIAL AND RESOURCES OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE KYRGYZ REPUBLIC AND PROBLEMS OF THEIR DEVELOPMENT

*Isaev Ruslan Estebesovich, PhD (Engeneering), Associate Professor,
e-mail: karesisaev@rambler.ru,
Tolomushev Almaz Emilbekovich, lecturer, topaz_at@mail.ru, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, av.
Ch. Aitmatov, 66, KSTU named after I. Razzakov.*

The purpose of the article is the assessment of opportunities for the development of renewable energy sources in the Kyrgyz Republic. The methodological approaches of potential assessment are given, and the qualitative and quantitative characteristics of potential solar, wind energy, biomass energy and small mountain streams are shown. On the basis of the study of potential the priorities of the renewable energy application are identified.

Keywords: non-conventional renewable energy, biomass, low-potential sources, small HPP, duration of sunshine, average wind speed, energy potential.

Кыргызская Республика имеет значительный потенциал нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, использование которых может повысить обеспеченность собственными топливно-энергетическими ресурсами и снизить зависимость от импорта. К нетрадиционным возобновляемым источникам энергии (НВИЭ) на территории КР относятся энергия солнца, ветра, геотермальных вод, малых водотоков, биомассы и др (рис. 1). Имеющиеся ресурсы возобновляемых источников энергии теоретически могут покрыть 50,7% потребной энергии в Кыргызстане. При этом технические возможности на

сегодняшний день составляют 20%, экономически оправданные - 5,6%, и практическое использование сейчас находится на уровне менее чем в 1%.

По оценке, потенциальные энергоресурсы нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, реально доступные при нынешнем уровне развития техники и технологий, составляют 840,2 млн. т.у.т. в год, от общего потребления 20,3% (рис. 2) /5/. Оценка потенциала использования ВИЭ говорит о том что, в Кыргызстане 250 солнечных дней в году, а среднегодовой объем солнечной энергии составляет около 2500 кВт·ч/м². На сегодняшний день реально сооружение 92-х новых малых ГЭС с суммарной мощностью 178 МВт и среднегодовой выработкой до 1,0 млрд кВт·ч электроэнергии. При внедрении биогазовых технологий можно получать 5 млн. т удобрений и 200 млн м³ газа в год.

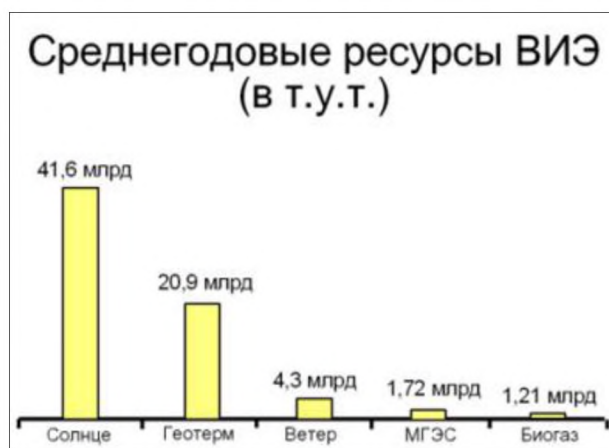


Рис. 1

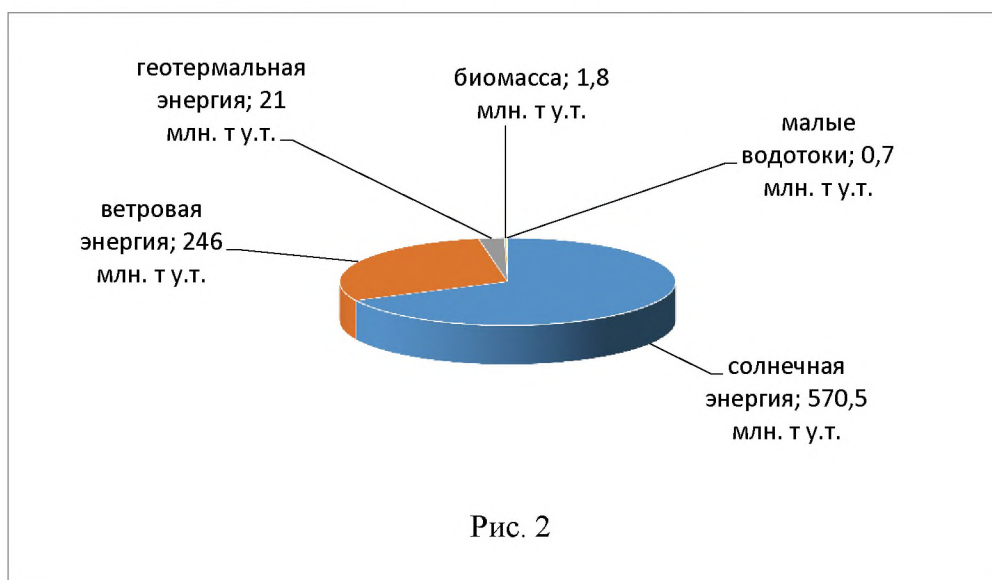


Рис. 2

В настоящее время практическое использование НВИЭ незначительно и в энергобалансе страны они составляют лишь 0,17%.

В Кыргызской Республике на высотах до 2000 м над уровнем моря, в зоне постоянного проживания населения прямая солнечная радиация на нормальную к лучу поверхность при средних условиях облачности в полдень колеблется от 0,3 – 0,4 кВт/м² зимой до 0,6 кВт/м² летом (в день от 2,19 – 2,72 кВт·ч зимой до 6,53 – 6,75 кВт·ч летом). Средняя годовая продолжительность солнечного сияния составляет 2500 – 2600 часов. 1 м² солнечного теплового коллектора может дать 500 – 600 Вт/час летом и 300 – 400 Вт/час зимой и может генерировать в год 1028 – 1278 кВт·ч (3700 – 4600 МДж) энергии /6/.

Анализ полученных результатов показывает, что на продолжительность солнечного сияния существенно влияют облачность и состояние закрытости горизонта. Например, в узкой долине Чон Кызыл-Суу продолжительность солнечного сияния составляет 1698 ч, на станции Долон, расположенной практически на той же высоте, но на перевале 2655 ч. Из табл. 6 также видно, что высота местности над уровнем моря для значений продолжительности солнечного сияния существенного значения не имеет. Расчет среднегодовой продолжительности солнечного сияния по данным табл. 1 для Кыргызстана составляет 2630 ч.

Таблица 1. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния по данным метеостанций Кыргызстана за многолетний период

№ п/п	Станции	Высота над ур. м., м	ПСС, ч
1	Бишкек	766	2590
2	Джалал-Абад	769	2787
3	Ош	888	2750
4	Талас	1217	2772
5	Чолпон-Ата	1616	2804
6	Рыбачье	1660	2881
7	Пржевальск	1716	2670
8	Пржевальск (арго)	1771	2660
9	Чаткан	1937	2849
10	Нарын	2039	2537
11	Суусамыр	2061	2660
12	Дароут-Курган	2470	2833
13	Чон-Кызыл-Суу	2555	1698
14	Долон	3040	2655
15	Каракольская	3080	2965
16	Сары-Таш	3155	2596
17	Ала-Бель	3213	2455
18	Туя-Ашуу	3235	2193
19	Тянь-Шань	3600	2606

Значения уровня солнечной радиации на горизонтальную поверхность и характер изменения в годовом цикле для четырех актинометрических станций: Бишкек, Чолпон-Ата, Суусамыр, Тянь-Шань приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения среднемесячных многолетних данных уровня солнечной радиации на горизонтальную поверхность, МДж/м²

Месяц	Станции			
	Бишкек	Чолпон-Ата	Суусамыр	Тянь-Шань
Январь	284,5	201,1	259,8	335,2
Февраль	284,9	289,1	343,6	423,3
Март	381,3	477,7	542,7	515,6
Апрель	523,7	590,8	515,6	754,2
Май	670,4	720,7	645,3	842,2
Июнь	158,4	729,1	699,1	808,7
Июль	154,2	762,6	716,4	741,6
Август	674,6	641,1	691,3	678,8
Сентябрь	523,7	515,4	540,5	578,2
Октябрь	360,3	372,9	372,9	481,8
Ноябрь	213,7	222,3	255,6	347,8
Декабрь	180,2	159,2	226,3	293,3
За год	5610,0	5682,0	5809,1	6800,7
Высота над уровнем моря, м	766	1616	2061	3601
Период наблюдений, лет	30	13	24	30

Сравнительный анализ величин уровня суммарной солнечной радиации показывает, что на территории Кыргызстана, характеризующейся горной местностью и большим перепадом высот, с увеличением высоты над уровнем моря, величина солнечной радиации растет. Эта особенность характерна для условий Кыргызстана.

Оценка запасов ветроэнергетического потенциала сделана по обобщенным статистическим данным метеостанций и методике расчета запасов ветроресурсов по известным среднегодовым скоростям ветра. Определено, что ветровой потенциал Кыргызской Республики составляет $49,2 \cdot 10^5$ т.у.т.

В табл. 3 приведены средние месячные и годовая скорость ветра (м/с) для некоторых районов Кыргызстана, вычисленные из на основании ежегодных месячных значений скорости ветра за период 1936-1980 гг. Статистическая ошибка расчета скорости ветра составляет 0,05 – 0,01 м/с. Как видно из табл. 3, достаточным ветропотенциалом обладают Балыкчы, Тюя-Ашу сев., где многолетняя среднегодовая скорость немного превышает 4,0 м/с.

Таблица 3. Средние месячная и годовая скорость ветра

Станция	Высота флюгера (м)	Месяц (скорость указана в м/с)												Год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Фрунзе	11,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,1	2,2	2,1	1,9	2,0	1,9	1,7	1,6	1,9
Тюя-Ашу сев.	11	5,2	5,3	5,0	4,0	3,0	3,0	2,8	2,7	3,2	4,6	5,0	5,0	4,1
Талас	10,6	2,1	2,2	2,2	2,5	2,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,2	2,0	2,0	2,3
Чолпон-Ата	10,6	1,9	2,0	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,7	1,9	2,1	2,0	1,8
Балыкчы	11,0	3,7	4,3	4,5	4,8	4,3	3,6	3,3	3,6	4,0	4,4	4,3	3,6	4,1
Нарын	10,2	1,2	1,4	1,6	2,1	2,2	2,4	2,5	2,4	2,3	1,9	1,4	1,2	1,9

В зоне постоянного проживания населения среднемесячные скорости ветра составляют не более 2 – 2,5 м/сек. При этом зимой повторяемость ветров со скоростью 0 – 1 м/сек составляет 50% и более. Устойчивые ветра со скоростью 4 м/сек и более наблюдаются на водоразделах, в удалении от мест постоянного проживания населения.

Оценка перспектив использования энергии ветра была осуществлена по данным 54 метеопостов расположенных на территории Республики. По характеру распределения и интенсивности скорости ветра метеостанции объединены по районам и зонам. К первой зоне относятся равнины Приферганья, Чуйская и Таласская долины, которые характеризуются относительно ровным действием скоростей.

Наибольшая амплитуда колебания средних годовых значений скорости ветра не превышает 0,8 м/с. Ко второй потенциальной зоне отнесены котловины: Иссык-Кульская, Кочкорская и т.д., где среднее значение скоростей колеблется в интервале 1,6-3,5 м/с. Третья зона - межгорные долины широкого простираия и другие долины - это котловины и долины внутреннего Тянь-Шаня, его периферии и Приферганье. Диапазон средней скорости ветра находится в пределах 1,8-4,2 м/с. Четвертая и пятая группа станций расположены на склонах, долинных склонах, гребневых зонах и перевалах, где максимальная скорость ветра превышает 6 м/с. Особое место в электропотреблении принадлежит периферийным долинам Ферганской, Чуйской и Таласской. Их особенностями являются плотная населенность территории и крайне низкая скорость ветропотока 1,8 - 3,6 м/с. С учетом вышеперечисленного территория Кыргызской Республики разбита на пять географических зон. Наиболее плотно населенные долины со среднегодовой скоростью ветра обобщены и приведены в табл. 4.

Таблица 4. Зоны среднегодовой скорости ветра

Зона	Тип рельефа и район	Число станций	Высота над уровнем моря, км	Средняя скорость ветра, м/с
1	Равнины и долины:	22	0,5–1,2	2,0–3,2
	1 Приферганье	9	0,6–1,1	2,3–3,1
	2 Чуйская	2	0,8–1,2	2,4–3,2
	3 Таласская	11	0,5–1,2	2,0–2,4
2	Межгорные долины:	14	1,9–3,6	2,3–3,7
	1 Долины широкого простираия	7	2,0–3,5	3,0–3,7
	2 Другие долины	7	1,9–3,6	2,3–3,0
3	Котловины:	20	1,0–3,1	1,8–5,1
	1 Иссык-Кульская	9	1,7–2,0	2,0–5,1
	2 Другие котловины	11	1,0–3,1	1,8–2,4
4	Склоны и долины на сколах	18	1,9–3,2	1,9–6,2
5	Гребневые зоны	5	2,2–3,2	3,0–9,0

В районах со скоростью ветра 8 м/с ВЭУ могут работать около 5,5 тыс. ч в год с выдачей полной мощности. На гребнях, боковых водоразделах и зонах развития местных ветров годовая производительность работы ВЭУ составит около 3,5 тыс. ч. Данные табл. 9 показывают, что среднегодовые скорости ветра не превышают 9 м/с. Пункты районирования 2,3,4 являются наиболее благоприятными для альпийского животноводства и скотоводства, где протекает деятельность работников сельскохозяйственной отрасли, фермеров, животноводов, геологов, пчеловодов, дорожных строителей и т.д. всего более 150 тыс.

По оценкам из 2 млрд. кВт·ч в год валового потенциала энергии ветровых потоков Кыргызстана технически обоснованными являются не более 140 млн. кВт·ч, экономически оправданными для освоения можно считать не более 4 млн. кВт·ч. Это объясняется специфическими условиями распределения разы ветров в высокогорных условиях Кыргызстана.

Местные источники биомассы включают биомассу от сельскохозяйственного выращивания скота и солому, потенциал использования которых оценивается в 9,732 тыс. ТДж. Однако уровень их использования находится на крайне низком уровне путем потребление сухого навоза (кизяка) для обогрева жилых помещений. Но отопление при этом неэффективно, так как используются примитивные кухонные печи, что приводит к значительному внутреннему и внешнему загрязнению.

Представленная ниже табл. 5 демонстрирует расчеты технически доступного готового к использованию энергетического потенциала биомассы в Кыргызстане.

Таблица 5

	Леса и отходы от деревообрабатывающей промышленности	Биомасса сельского хозяйства	Общая
Энергетический потенциал (ТДж)	2 292	9 732	12 024
Энергетический потенциал (т.у.т.)	54 689	232 212	286 901

Особенности технологического рынка республики и рыночные барьеры снижают доступный потенциал до уровня в 1 676 ТДж.

Потенциальные возможности внедрения биогазовых технологий в Кыргызстане значительно превышают нынешний уровень использования данных технологий. По данным Национального статистического комитета в Кыргызстане на 2005 год насчитывается 1,5 млн.

голов крупного рогатого скота и лошадей, 4,0 млн. свиней и овец, и 3,0 млн. птицы. Ежегодное количество отходов животноводства составляет более 4 млн. тонн, из которых в фермерских хозяйствах накапливается около 2,6 млн. тонн. Это означает, что биомасса, включая сжигание бытовых отходов, сельскохозяйственная биомасса, и в меньшей степени, биомасса леса могут покрыть полностью тепловые запросы сельских бытовых потребителей. Такими способами сельские сообщества могут перейти с преобладающего электрического отопления на полное отопление биомассой. В последнее время в связи с неэффективной системой управления энергетическими ресурсами в стране отмечается дефицит электроэнергии.

Отходы от животноводства, которые могут быть использованы после переработки в биогазовых установках, составляют 2500 тысяч тонн в год.

На данном уровне ВВП и организованного сбора и размещения, Кыргызская Республика производит около 300 миллионов тонн муниципальных и промышленных отходов, которые могут быть использованы в качестве топлива. Раздельный сбор и получение газа из органических компонентов может быть рассмотрено как наиболее подходящая технология для использования энергии этих возобновляемых источников. На настоящий момент управление муниципальными отходами организовано как простой сбор и размещение отходов на свалках более или менее подходящие для этой цели. Однако, за несколько лет безразличия, большинство свалок в стране используются после срока жизни. Отсутствуют установки обезвреживания сточных вод и использования биогазовых биопродуктов.

Перспективы использования в хозяйственной деятельности геотермальной энергии определяется глубиной залегания геотерм в 100°C . Тянь-Шань является альпийской горной системой с высокой тектонической активностью и неоднородным строением земной коры. Соответственно геотермальный поток характеризуется высокой изменчивостью в пространстве. Среднее значение геотермального теплового потока в республике равно 55 мВт/м^2 при диапазоне изменений $13 - 134 \text{ мВт/м}^2$. Среднее значение градиента на глубине около 1 км составляет 25°C/км , а диапазон их изменения $7^{\circ} - 40^{\circ}\text{C/км}$. В целом отмечается увеличение геотермических градиентов с юга на север и с запада на восток. Высокими геотермическими градиентами $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C/км}$ и более характеризуются Таласо-Чаткало-Кураминская и Восточно-Кыргызская аномальные зоны. Наименьшие глубины залегания изотермы 100°C (2,5 км), установлены на Северо-Чуйской и Бар-Барскаунской площадях Восточно-Кыргызской зоны. Эта глубина доступна для освоения уже в настоящее время. В Таласо-Чаткало-Кураминской зоне глубина залегания изотермы 100°C оценивается в 3 км и более (рис. 3) /1/.

Технические возможности использования потенциала геотермальной энергии ограничены в пределах освоения 170 ГДж в год, или 27% разведанных источников. Экономически целесообразным для освоения являются лишь 22 ГДж в год, главной причиной чего является крайне низкий термический потенциал известных источников геотермальной энергии.

Низкопотенциальные источники геотермальной энергии Республики могут быть использованы в целях горячего водоснабжения и отопления. К примеру, источник в ущелье Ак-Суу может быть использован для отопительных нужд г. Кара-Кол, так как расположен на небольшом расстоянии в 10 км. Температура источника имеет стабильную круглогодичную температуру 55°C с расходом $83 \text{ м}^3/\text{час}$. Конкурирующие способы отопления города требуют больших капиталовложений для удовлетворения бытовых нужд города. Так же перспективными для использования являются такие месторождения как Ысык-Ата и Джергалан.

Гидроэнергетический потенциал Кыргызской Республики в настоящее время используется по мощности лишь на 11%. Общая величина потенциальных гидроэнергетических ресурсов составляет 28 828 тыс. кВт по мощности и 249 млрд. кВт·час по выработке электроэнергии в год при средней водности. В бассейне р. Нарын

сосредоточено 44% гидроэнергетических ресурсов республики, в бассейне Ферганской долины – 23%, в бассейне р. Чу – 8,1%, в бассейне р. Сары-Джас – 6,6% и других речных бассейнах – 18,3%. Технически доступный потенциал составляет около 20% от общего и по укрупненной оценке оценивается в 5500 – 5800 МВт, при суммарной установленной генерирующей мощности 2950 МВт.

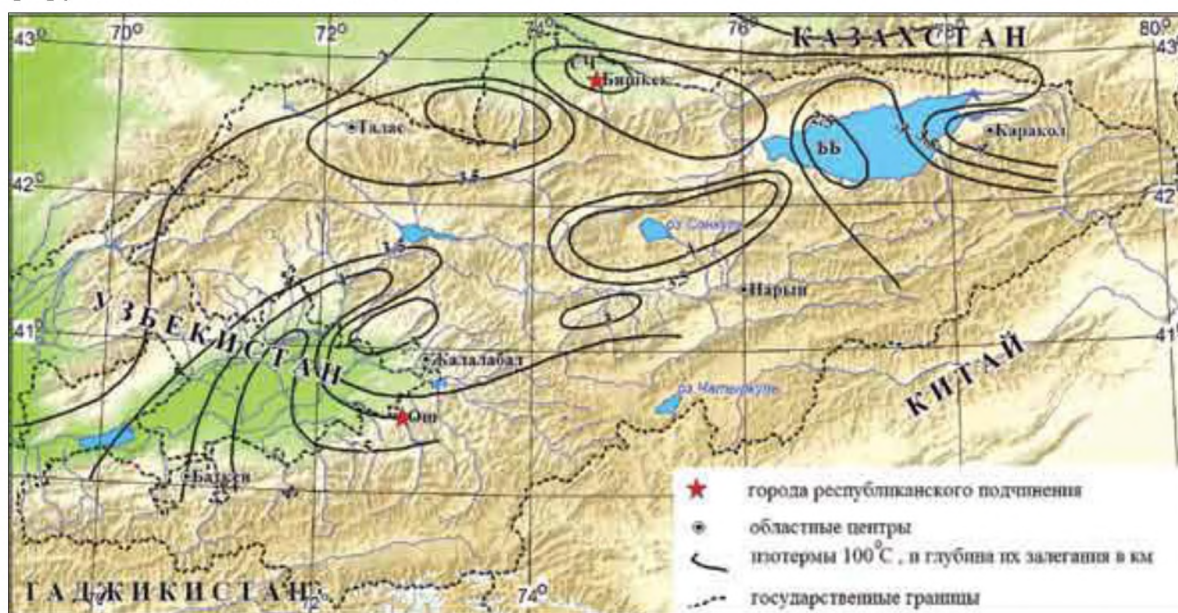


Рис. 3 Карта изотерм +100°C, глубина залегания от поверхности показана цифрами в км. Обозначения: СЧ – Северо-Чуйская, ББ – Бар-Барскаунская площади наименьшей глубины залегания изотермы

Источник: Институт сейсмологии НАН КР

Одним из факторов развития гидроэнергетики должно стать восстановление и строительство малых ГЭС. Суммарный гидроэнергетический потенциал обследованных на территории республики 172 рек и водотоков с расходом воды от 1,5 до 5 м³/сек превышает 80 млрд. кВт·ч в год, из них технически приемлемый к освоению гидроэнергетический потенциал составляет 5-8 млрд. кВт·ч в год. Практически осуществимым на сегодняшний день является сооружение 92-х малых ГЭС общей мощностью - 22 МВт (себестоимость 8÷28 тыйын/кВт.ч, срок окупаемости 7-10 лет при тарифах 1,0÷1,5 цента). В настоящее время освоение гидроресурсов малых рек в Республике составляет всего 3%, не используются для производства электроэнергии ресурсы ирригационных водохранилищ, многих каналов и рек.

Необходимо отметить, что около 90% потенциальной энергии малых водотоков сосредоточено в верхних и средних русловых участках, где расположены многие рассредоточенные энергопотребители. Таким образом, экономически обоснованным является применение микроГЭС мощностью от 0,5 до 2 кВт.

В Кыргызстане можно произвести в год следующее оборудование: солнечных коллекторов - 100-150 тыс. м², микроГЭС - 2-2,5 МВт, ветроагрегатов - 250-300 кВт, фотоэлектрические преобразователи до 2-3 МВт, биогазовых установок - 70,100 млн. м³. В сложившихся социально-экономических условиях применение установок ВИЭ способно дать ежегодное количество энергии в пределах 17,700–26,400 т.у.т. (без учета малых ГЭС). Однако их освоение находится лишь на начальной стадии использования. Уровень использования составляет менее 0,15% от энергоемкости Республики.

Выводы: Оценивая в целом возможности развития ВИЭ можно констатировать, что на современном этапе эта ниша практически никак еще серьезно не затронута. Освоение ресурсов и практические и усилия в этой области представляются весьма перспективными, открывающими больше возможности для решения очень важных и нужных задач для страны.

Список литературы

1. Второе Национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, Бишкек-2008.
2. Proc. EuroSun 2008, Lisbon (PT), 7. - 10.10.2008 Comparison of meteorological data from different sources for Bishkek city, Kyrgyzstan Ruslan Botpaev, Alaibek Obozov, Janybek Orozaliev, Christian Budig, Klaus Vajen.
3. Обозов А.Дж., Ботпаев Р.М. Возобновляемые источники энергии: Учебное пособие для вузов/ – Б., КГТУ, 2010. -270 с.
4. Веденев А.Г., Веденева Т.А., ОФ «Флюид» Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. — Б. Типография «Евро», 2006. — 90с.
5. Отчет «Оценка возможностей регионального сотрудничества в области использования возобновляемых источников энергии стран центрально-азиатского региона (на примере Кыргызской Республики), Азиатский банк развития, Программа центральноазиатского регионального экономического сотрудничества (ЦАРЕС).
6. Положение дел по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии. Перспективы их использования и потребности в подготовке кадров. Алматы, ЮНЕСКО, 2010.
7. Нефедова Л.В. Метод типологии территорий на основе комплексной оценки потенциала ресурсов возобновляемых источников энергии. Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ», МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет.
8. Продвижение использования возобновляемых источников энергии в Кыргызской Республике на примере проекта «Словацко-Кыргызское сотрудничество по развитию рыночных отношений в сфере возобновляемых источников энергии» - FoRES, Абдырасулова Н. А., Лысенко Ю.Г., Общественный Экологический Фонд «ЮНИСОН».

УДК 001.892: 502.174.3(575.2)

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИЭ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Исаев Руслан Эстебесович, к.т.н., доцент, e-mail: karesisaev@rambler.ru,
Толумушев Алмаз Эмилбекович, преподаватель, topaz_at@mail.ru
720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан,*

Цель статьи - обзор и анализ существующих научных разработок ВИЭ и их адаптации для условий Кыргызской Республики. Освещены вопросы практического использования ВИЭ в условиях Кыргызской Республики. Приводится информация об оборудовании, производимом на промышленных предприятиях. Также выявлены существующие барьеры на пути масштабного практического использования ВИЭ и предложены инструменты для их преодоления.

Ключевые слова: солнечный коллектор, водонагревательная установка, ветроэнергетическая установка, биогазовая установка, автономный дом, микроГЭС.

PRACTICAL EXPERIENCE OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES IMPLEMENTATION IN THE KYRGYZ REPUBLIC

*Isaev Ruslan Estebesovich, PhD (Engeneering), Associate Professor, e-mail: karesisaev@rambler.ru,
Tolomushev Almaz Emilbekovich, lecturer, topaz_at@mail.ru,
Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, av. Ch. Aitmatov, 66, KSTU named after I. Razzakov*