

где f - частота питающей сети.

Максимальная индуктивность реактора компенсирующей установки $L_{кy}$ должна полностью компенсировать реактивность установленной конденсаторной батареи на частоте питающей сети

$$\omega \cdot L_{кy} = \frac{1}{\omega \cdot C_{кy}}, \quad (13)$$

где ω - угловая частота питающей сети, $\omega=2\cdot\pi\cdot f$.

По технологическим соображениям в качестве привода для перемещения сердечника целесообразно выбрать электропривод.

Электропривод должен иметь высокую надежность, обеспечивать хорошее быстродействие и точность позиционирования. Кроме этого, он должен иметь минимальные потери и минимальные затраты на обслуживание.

С учетом вышеизложенного, электропривод может быть выполнен на базе двигателя переменного тока с постоянными магнитами [6]. Такая конструкция двигателя имеет длительную наработку на отказ и широкий модельный ряд. Электропривод используется для поступательного горизонтального движения сердечника. Вертикальное движение потребует большего момента двигателя и, как следствие, больших затрат энергии.

Следует отметить, что инерционность механической части регулятора может быть использована для повышения устойчивости регулятора при резких колебаниях нагрузки.

Таким образом, описанное устройство компенсации на основе механического регулятора может рассматриваться как способ эффективной компенсации реактивной мощности в трансформаторах.

Список литературы

1. Беспалов В.Я., Н.Ф. Котеленец. Электрические машины. - М.: Академия, 2006.- 314 с.
2. Соколов С. Е. Управляемые реакторы. Обзор технологий / С. Е. Соколов, А. Г. Долгополов // Новости электротехники, 2012, № 3, С.18–22.
3. Регулируемые шунтирующие реакторы для компенсации реактивной мощности. // Trench Austria GmbH, 2009. - 8 с.
4. Мастрюков Л. А. Новый высокоэкономичный шунтирующий реактор РОМБС-110000/750/110 для ЛЭП 750 кВ с компенсированной нейтралью / Л. А. Мастрюков // Электро, 2005, № 6, С.21–27.
5. Марикин А. Н., Мирощенко А. В., Кузьмин С. В. Устройство поперечной компенсации реактивной мощности с изменяющейся индуктивностью /Современные технологии – транспорту, 2015, №3, С. 77-84.
6. Бочкарев И.В., Галбаев Ж.Т. Электромагнитные механизмы с постоянными магнитами и схемы их управления для систем автоматики. – Б.: Изд-во «Илим», 2008. – 274 с.

УДК 627.111:621.311.212-022.53

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МОЩНОСТЕЙ ВОДОТОКОВ ДЛЯ ВЫБОРА НАИЛУЧШИХ ТИПОВ МИКРОГЭС

Жабудаев Турукмен Жусунбекович к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: turukmen@mail.ru

Аннотация. Показан пример выбора рационального типа микроГЭС с требуемой мощностью для потребителя с учетом необходимости изучения и установления особенностей изменения гидрологических параметров малых горных водотоков в зависимости от: уклона, водности, характера русла и т.д.

Ключевые слова: микроГЭС, гидрологические параметры, структурная модель, вычислительный модуль, урочища, створ.

CALCULATION STREAMS POWER POTENTIAL TO SELECT THE MOST TYPES OF MICRO HYDROPOWER PLANTS

Zhabudaev Turukmen PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I.Razzakov e-mail: turukmen@mail.ru

Abstract. An example of rational choice type micro hydropower plants with the required power for the consumer, taking into account the need to explore and establish the characteristics of changes in hydrological parameters of small mountain streams, depending on: the slope, water availability, the nature of the channel, etc.

Keywords: micro hydropower plants, hydrological parameters, structural model, a computational module, tracts, river station.

Гидроэнергетика занимает важное место в энергобалансе Кыргызской республики (КР). В настоящее время около 90% электроэнергии страны производится на гидроэлектростанциях (ГЭС).

Несмотря на то, что потенциал для развития гидроэнергетики КР велик, в ближайшее время не предвидится интенсивного строительства ГЭС, что связано с экономическими проблемами (отсутствие инвесторов, низкий тариф на электроэнергию и т.д.).

Снижение надёжности электроснабжения, особенно в сельских районах, повышение стоимости топлива и его транспортировки в удалённые районы являются факторами, побуждающими местные администрации искать пути для смягчения энергозависимости от ОАО «Электрические станции» КР и влияющими на выбор схем энергоснабжения с использованием местных, в особенности возобновляемых энергоресурсов.

Одним из наиболее эффективных направлений использования малых местных энергоресурсов возобновляемых источников энергии в КР является использование энергии небольших водотоков, обладающих значительным потенциалом при сравнительной простоте их использования, с помощью малых и микроГЭС. При этом необходимо отметить, что экономический потенциал малой гидроэнергетики превышает экономический потенциал таких возобновляемых источников энергии, как: ветер, солнце и биомасса вместе взятых.

В этой связи возрастает интерес к использованию энергии малых рек и водотоков. Тем более, гидроэнергетические проекты требуют больших капиталовложений, иногда в несколько раз превышающие этот показатель для электростанций на газе, но, в то же время, расходы при производстве электроэнергии намного ниже. Строительство малых ГЭС требует меньших начальных инвестиций, поэтому более реально в современных экономических условиях.

Выбор типа микроГЭС в зависимости от гидрологических параметров водотока покажем на основе проведенных расчетов на примере некоторых рек.

1. *Пример для пояснения структурной модели вычислительного модуля (BM₁), [1, (1),(2)].*

Множество рек $A^{Pек} = \{A_1^{Pек}, A_2^{Pек}, A_3^{Pек}, A_4^{Pек}\}$,

где $A_1^{Pек}$ = «Корумду», которой соответствует карта с именем $K_1^{Pек}$ (рис. 1);

$A_2^{Pек}$ = «Кара-Булак», которой соответствует карта с именем $K_2^{Pек}$ (рис. 2);

$A_3^{Pек}$ = «Арам-Суу Вост.», которой соответствует карта с именем $K_3^{Pек}$ (рис. 3);

$A_4^{Pек}$ = «Ой-Кайынг», которой соответствует карта с именем $K_4^{Pек}$ (см. рис. 4).

Отображение $S^{Pек}$ представлено в виде табл. 1.

Таблица 1 - Отображение $S^{Рек}$

i	$A^{Рек}$	$K^{Рек}$
1	Корумду	$K_1^{Рек}$
2	Кара-Булак	$K_2^{Рек}$
3	Арам-Суу Вост.	$K_3^{Рек}$
4	Ой-Кайынг	$K_4^{Рек}$



Рис. 1. Карта $K_1^{Рек}$ реки $A_1^{Рек}$ = «Корумду»

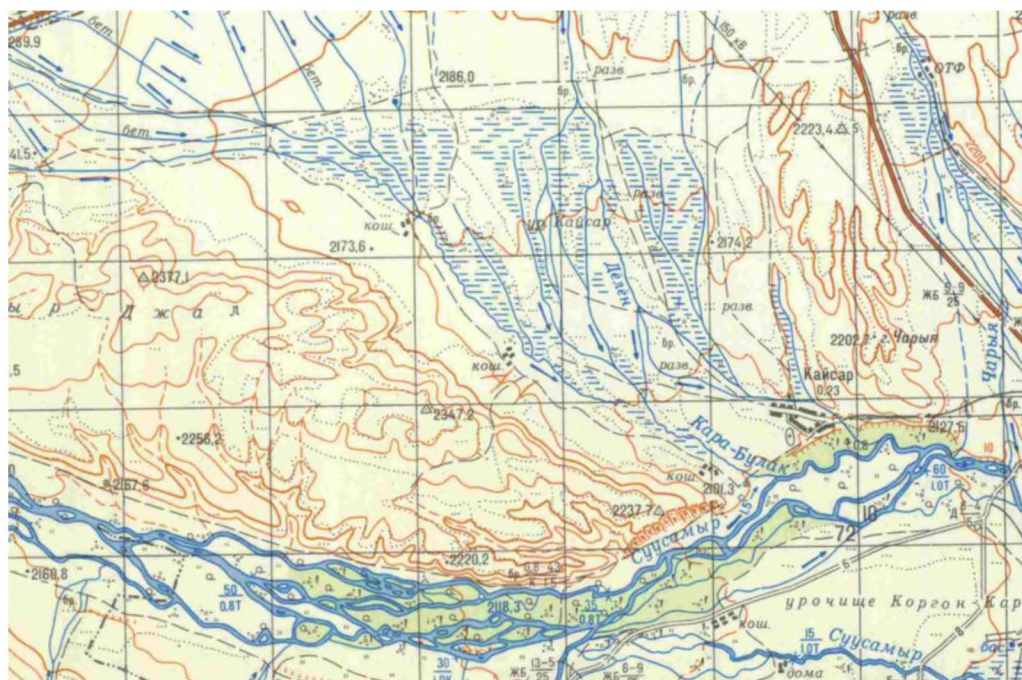


Рис. 2. Карта $K_2^{Рек}$ реки $A_2^{Рек}$ = «Кара-Булак»

2. Пример для пояснения структурной модели вычислительного модуля (BM_2), [1, (3),(4)].

В качестве примера выберем реку $A_1^{Рек} = \text{«Корумду»}$ (рис. 1). На карте $K_1^{Рек}$ рассматриваемой реки $A_1^{Рек} = \text{«Корумду»}$ урочища показаны в виде

■ Множество урочищ $A^{Ур} = \{A_1^{Ур}, A_2^{Ур}, A_3^{Ур}\}$,

где $A_1^{Ур} = \text{«Айгырджал 1»}$, на карте $K_1^{Рек}$ показана в виде прямоугольника с координатой $x=665, y=325$;

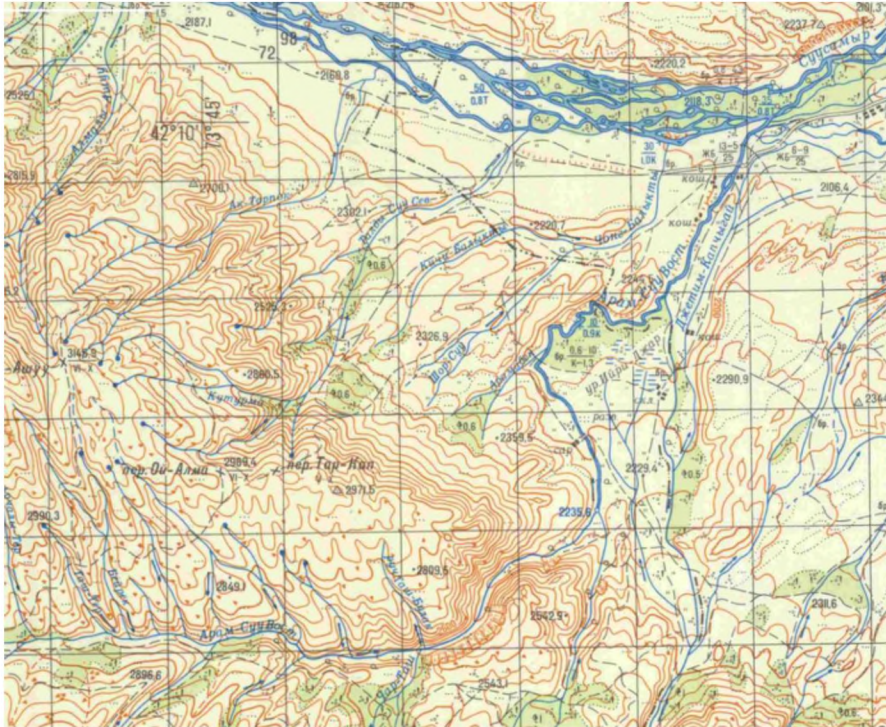


Рис. 3. Карта $K_3^{Рек}$ реки $A_3^{Рек} = \text{«Арам-Суу Вост.»}$

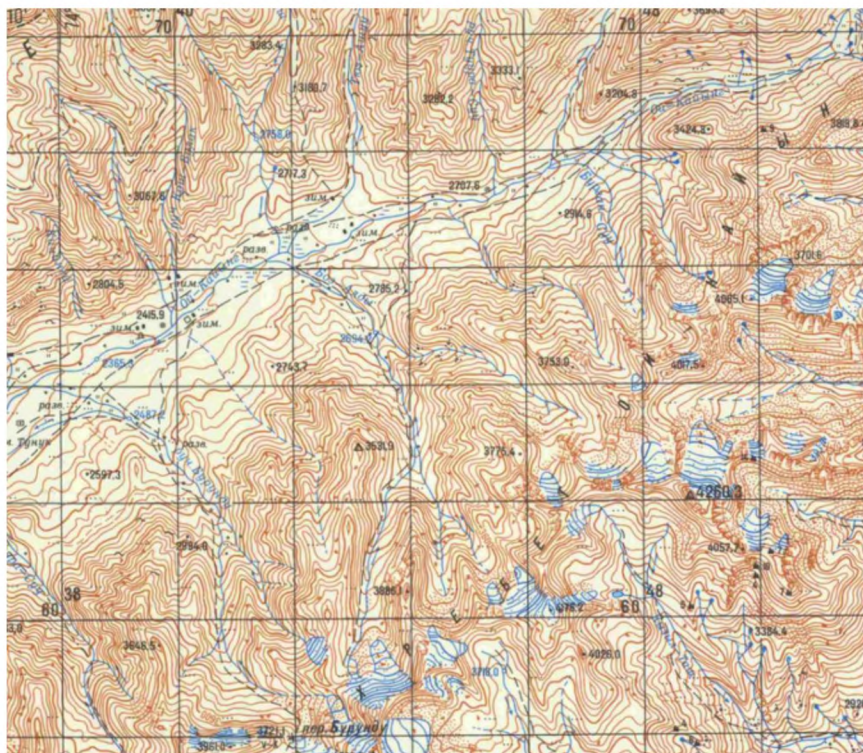


Рис. 4. Карта $K_4^{\text{рек}}$ реки $A_4^{\text{рек}}$ «Ой-Кайынг»

$A_2^{\text{ур}}$ «Айгырджал 2», на карта $K_1^{\text{рек}}$ показана в виде прямоугольника с координатой $x=594$, $y=450$;

$A_3^{\text{ур}}$ «Айгырджал 3», на карта $K_1^{\text{рек}}$ показана в виде прямоугольника с координатой $x=544$, $y=436$.

Отображение $S^{\text{ур}}$ представлено в виде табл. 2.

Таблица 2 - Отображение $S^{\text{ур}}$

i	$A^{\text{ур}}$	x	y	b	h	v	H
1	Айгырджал 1	665	325	2,0	0,48	0,18	11
2	Айгырджал 2	594	450	2,8	0,6	0,84	9
3	Айгырджал 3	544	436	2,4	0,6	0,28	12

3. Пример для пояснения структурной модели модуля формирования базы данных о существующих типах микроГЭС (BM_3), [1, (5),(6)].

Структурная модель, описанная с помощью выражений [1, (5),(6)] представлено в виде табл. 3.

4. Пример для пояснения структурной модели вычислительного модуля (BM_4).

Структурная модель расчета потенциальных мощностей в соответствующих створах рек при разных типах гидротурбин, описанная с помощью выражений [1, (7)-(9)] позволила создать библиотеку моделей для расчета потенциальных мощностей для каждого i – го створа рек при использовании различных типов турбин $A_j^{\text{тур}}$, $\forall j \in I_{\text{тур}}$: определение мощности

Таблица 3 – Параметры микроГЭС

j	$A^{\text{гэс}}$	$H^{\text{гэс}}$	$Q^{\text{гэс}}$	N	U	w	z	r
1.	Луч -1	5	0,04	1	220	50	75600	3,7
2.	Луч - 2	6,5	0,05	2	220	50	136050	3,4
3.	Луч -4	8,5	0,085	4	380	50	259350	3,2
4.	Луч -10	10	0,145	10	380	50	585000	2,9
5.	МикроГЭС 10Пр	10,0	0,21	10,0	230	50	712500	3,5
6.	МикроГЭС 15Пр	12,0	0,30	15,0	400	50	787500	2,6
7.	Инверсия 7,5 ПР	4,5	0,21	7.5	230	50	420000	2,8
8.	МикроГЭС 50Пр	10,0	0,9	50,0	400	50	3750000	3,7
9.	МикроГЭС 100Пр	18,0	1,2	100,0	400	50	6900000	3,4
10.	МикроГЭС 20ПрД	18	0,17	20	400	50	812600	2,0
11.	МикроГЭС 50Д	25	0,26	50	230, 400	50	3823000	3,8
12.	Шар-Булак 1,0	4	0,009	1,0	220	50	45600	2,2
13.	Шар-Булак 1,7	7	0,02	1,7	220	50	72000	2,1
14.	Шар-Булак 5	8	0,03	5,0	220/380	50	105600	1,1
15.	МикроГЭС ПР5-Г-20	5	0,16	5,0	220/380	50	72000	0,7
16.	Инверсия 10 ПР	10	0,215	10	230	50	465000	2,3
17.	Инверсия 22 ПР	4.5	0,81	20	230	50	870000	2,2
18.	Инверсия 50 ПР	10	0,9	50	230	50	1878000	1,8
19.	Инверсия 90 ПР	10	1,22	90	230	50	2991000	1,6

покажем на примере $A_2^{Рек}$ = «Кара-Булак», которой соответствует карта с именем $K_2^{Рек}$ (рис. 2). Рассматривается потенциальная мощность водотока с учетом установки n микроГЭС. Гидрологические параметры приведены в табл. 4.

Таблица 4 - Гидрологические параметры водотока

$A^{Ур}$	x	y	b	h	v	H
<i>Кара-Булак</i>	541	503	2,1	0,42	0,56	9

Результаты расчета определения мощности при разных типах турбин р. Кара-Булак приведены в табл. 5.

Таблица 5 – Мощность микроГЭС при разных типах гидротурбин

j	$A^{ГЭС}$	Расчетные формулы, кВт	Результаты расчета, кВт
1.	микроГЭС «Луч» с турбиной типа «Банки».	$N_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$ $\eta_T = 0,7$ $Q = h \cdot b \cdot v \cdot f$	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,7 = 18,31$ $Q = 0,42 \cdot 2,1 \cdot 0,56 \cdot 0,6 = 0,29$
2.	микроГЭС фирмы «Инсет» с пропеллерной турбиной.	$N_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$ $\eta_T = 0,84$	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,84 = 21,97$
3.	микроГЭС фирмы «Инсет» с диагональной турбиной.	$N_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$ $\eta_T = 0,86$	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,86 = 22,5$
4.	микроГЭС «Шар-Булак» с турбиной типа «Банки».	$N_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$ $\eta_T = 0,8$	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,8 = 20,93$
5.	микроГЭС фирмы «Инверсия» с пропеллерной турбиной.	$N_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$ $\eta_T = 0,86$	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,86 = 22,5$

5. Пример для пояснения структурной модели вычислительного модуля (BM_5).

Данная модуль BM_3 [2, (3.14)] на основе баз данных $S^{Ур}$ ((см. BM_2 , [1, (3),(4)] и $S^{ГЭС}$ ((см. BM_3 , [1, (5),(6)] производит выбор наилучших типов из множества микроГЭС.

Для выбранного створа $i = 2$ реки $A_2^{Рек}$ = «Кара-Булак» выбраны наилучшие турбины (табл. 6), которые соответствуют по напору и расходу, а на рис. 5 показаны в виде диаграммы.

Таблица 6 – Подходящие микроГЭС для данного водотока

j	$A^{ГЭС}$	Результаты расчета, кВт
1	микроГЭС «Луч» с турбиной типа «Банки».	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,7 = 18,31$
4	микроГЭС «Шар-Булак» с турбиной типа «Банки».	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,8 = 20,93$
5	микроГЭС фирмы «Инверсия» с пропеллерной турбиной.	$N_T = 9,81 \cdot 0,29 \cdot 9 \cdot 0,86 = 22,5$

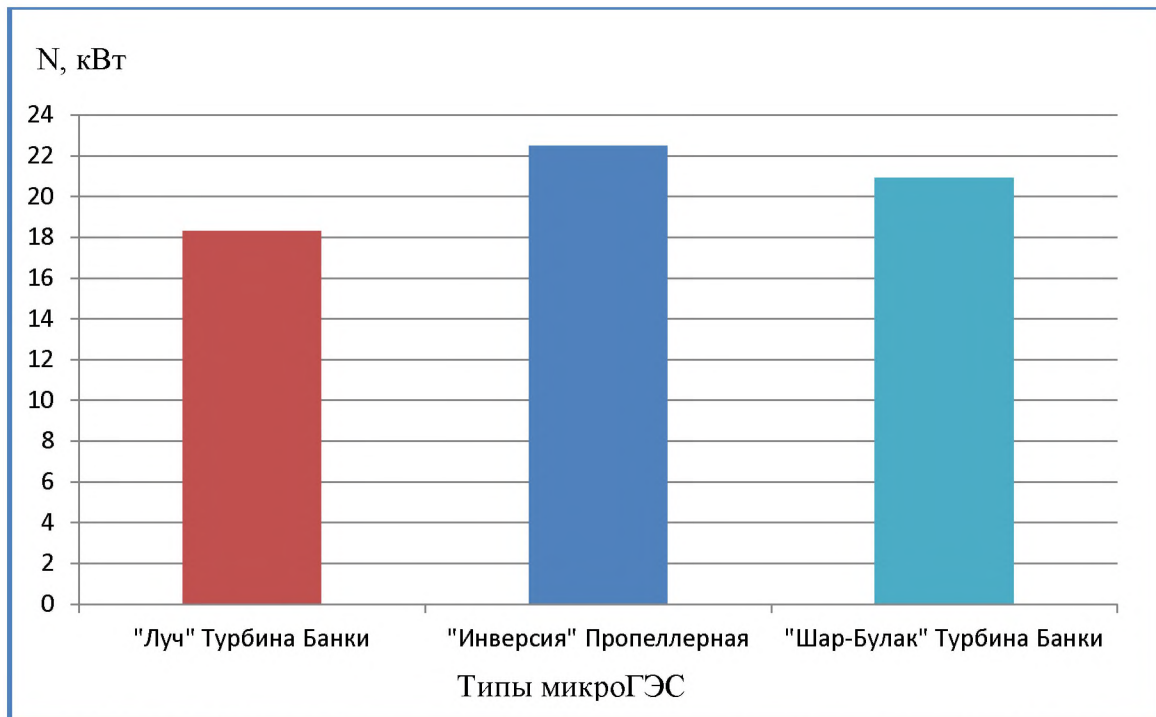


Рис. 5. МикроГЭС с наиболее рациональными типами гидротурбин для р. Кара-Булак

На рис. 6 показано изображение экрана выбранного створа $i = 2$ реки $A_2^{\text{Рек}} = \text{«Кара-Булак»}$, где приведены подходящие к данному створу микроГЭСы с техническими параметрами.

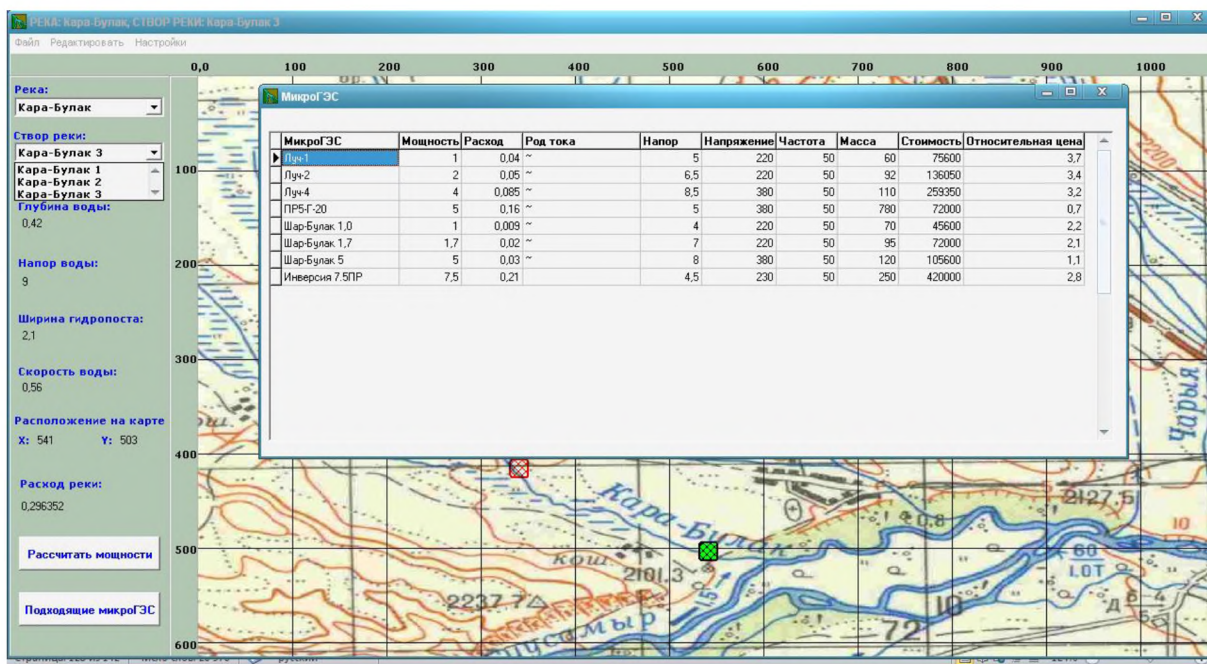


Рис. 6. Изображение экрана подходящие микроГЭС р. Кара-Булак

Из множества микроГЭС для данного створа реки $A_2^{\text{Рек}} = \text{«Кара-Булак»}$ подходящими микроГЭС являются: Луч -1, Луч - 2, Луч -4, ПР5-Г-20, Шар-Булак 1,0, Шар-Булак 1,7, Шар-Булак 5 и Инверсия 7,5ПР. Потребитель в зависимости от собственной нагрузки может выбрать один из предлагаемых типов микроГЭС для удовлетворения своих потребностей. При выборе микроГЭС потребитель должен учитывать фактор сезонности уровня воды, постоянства и скорость воды, объема воды, так как в некоторых местах вода зимой замерзает.

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,
Толомушев 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 возобновляемых источников 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