

Досонов Б.Р.

**КЫРГЫЗСТАНДАГЫ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫН
БУЛАКТАРЫНЫН АКТУАЛДУУ МАСЕЛЕЛЕРИ ЖАНА ШАМАЛ
ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУУ ЖОЛДОРУ**

Досонов Б.Р.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В КЫРГЫЗСТАНЕ И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОВЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

B. Dosoнов

**CURRENT ISSUES OF ELECTRICITY SOURCES IN KYRGYZSTAN
AND WAYS OF USING WIND POWER PLANTS**

УДК: 621.65/32 (575.2)

Макалада энергетика тармагын өнүктүрүүнүн перспективдүү багыттары болгон кун жана шамал энергиясын пайдалануу талкууланат. Илимий иштин максаты – инновациялык шамал станцияларын куруу маселелерин жана аларды Кыргыз Республикасынын шартында пайдалануу мүмкүнчүлүгүн изилдөө. Кээ бир мурдагы союздаш мамлекеттердин гидроресурстары боюнча маалыматтарга талдоо жүргүзүлдү. Алынган маалыматтарды иштетүү үчүн математикалык жана статистикалык анализдин ыкмалары колдонулган. Суу сактагычтардын көлөмдөрү кубометр бирдигинде кеңири каралат. Республиканын жылуулук электр станцияларынын жалпы кубаттуулугу 862 МВт же бардык өндүрүлгөн электр энергиясынын 7 пайызын түзөрү жана өлкөнүн энергия менен камсыз болушуна анчалык деле таасир бербегени далилденген. Электр энергиясынын альтернативдик булактары кеңири каралат. Теориялык жактан алганда шамалдын ылдамдыгына түздөн-түз көз каранды болгон шамал электр станцияларын куруу сунушталды. Бул горизонталдуу огу бар өнөр жай шамал станцияларына көбүрөөк тиешелүү. Шамалдын ылдамдыгы канчалык жогору болсо, шамал турбиналарынын радиусу жана аянты ошончолук кичине болот. Шамалдын оптималдуу ылдамдыгы 4 м/с ашык деп эсептелет. Биз буга чейин белгилегендей, вертикалдуу шамал электр станциялары шамалдын ылдамдыгына жана багытына азыраак көз каранды, ошондуктан аларды шамалдын ылдамдыгы аз аймактарда колдонууга болот.

Негизги сөздөр: электр энергиясы, куб метр, станция, суу сактагычтар, каскаддар, ыкмалар, шамал, гидроагрегат, ГЭСтер, потенциал.

В статье рассматривается использование энергии солнца и ветра, которые являются перспективными направлениями в развитии энергетической отрасли. Цель научной работы – изучить вопросы строительства инновационных ветровых станций и возможность их использования в условиях Кыргызской Республики. Проведен анализ данных по гидроресурсам некоторых бывших союзных стран. Для обработки полученных данных были использованы методы математического и статистического анализа. Подробно рассмотрены объемы водохранилищ в единицах измерения кубических метров. Доказано, что суммарная мощность тепловых электростанций республики равняется 862 МВт или 7 процентов от всей вырабатываемой электроэнергии, и оказывает несущественное влияние на энергообеспеченность страны. Подробно рассмотрены альтернативные источники электроэнергии. Теоретически предложены строительство ветровых электростанций, которое напрямую зависит от скорости ветра. В большей степени это относится к промышленным ветростанциям с горизонтальной осью. Чем больше скорость ветра, тем меньше радиус и площадь ветротурбин. Оптималь-

ной скоростью ветра считается более 4 м/с. Как мы уже заметили, ветровые электростанции с вертикальной в меньшей степени зависят от скорости и направления ветра, следовательно, их можно использовать в районах с небольшой скоростью ветра.

Ключевые слова: электроэнергия, кубометр, станция, водохранилища, каскад, методы, ветер, гидроагрегат, гидроэлектростанции.

The article discusses the use of solar and wind energy, which are promising directions in the development of the energy industry. The purpose of the scientific work is to study the issues of construction of innovative wind stations and the possibility of their use in the conditions of the Kyrgyz Republic; An analysis of data on the hydro resources of some former allied countries was carried out. To process the obtained data, methods of mathematical and statistical analysis were used. The volumes of reservoirs in units of cubic meters are considered in detail. It has been proven that the total capacity of the republic's thermal power plants is 862 MW or 7 percent of all electricity generated, and has an insignificant impact on the country's energy supply. Alternative sources of electricity are considered in detail. Theoretically, the construction of wind power plants has been proposed, which directly depends on wind speed. This applies to a greater extent to industrial wind farms with a horizontal axis. The higher the wind speed, the smaller the radius and area of the wind turbines. The optimal wind speed is considered to be more than 4 m/s. As we have already noted, vertical wind power plants are less dependent on wind speed and direction, therefore, they can be used in areas with low wind speeds.

Key words: electricity, cubic meter, station, reservoirs, cascade, methods, wind, hydraulic unit, hydroelectric power stations.

Актуальность. Глобальное потепление, таяние ледников и продолжительные засушливые сезоны в Кыргызстане за последние 10-15 лет, заставляют думать о возобновляемых источниках энергии в качестве альтернативы [1, с. 19-27]. Вопреки бытующему мнению, оказалось, что гидроэнергетические ресурсы в республике не безграничны. По сути, они полностью возобновляемы только в определенные благоприятные периоды времени. Поэтому, наряду со строительством мини ГЭС, использование энергии солнца и ветра являются перспективными направлениями развития энергетической отрасли [2, с. 77].

Цель статьи: Изучить вопросы строительства инновационных ветровых станций и возможность их использования в условиях Карасуйского района Ошской области Кыргызской Республики.

Задачи статьи:

1. Обоснование актуальности строительства ветровых электростанций в Кыргызстане.

2. Изучение сильных и слабых сторон ветровых электростанций. Сравнение станций с горизонтальной и вертикальной осью.

3. Изучение особенностей природных явлений в Кыргызстане, в частности, горно-долинных ветров в Ошской области в зависимости от рельефа местности.

Введение. По гидроресурсам Кыргызстан занимает 3-е место среди стран СНГ после России и Таджикистана. Гидроэнергетический потенциал Кыргызстана составляет около 142 млрд кВт электроэнергии в час. Полное освоение этих ресурсов является главной стратегической программой развития энергетики республики. На одной только реке Нарын и ее притоках можно построить более 30 станций с ежегодной выработкой порядка 16 млрд кВт.ч. электроэнергии [3, с. 92-101].

Само по себе строительство крупных ГЭС грандиозное и дорогостоящее мероприятие, требующее колоссальных финансовых, технических и трудовых ресурсов. Например, строительство гидроэлектростанции Камбар-Ата-1 оценивается в 2,9 млрд долла-

ров США. Эта «стройка века» мощностью 1,86 млрд кВт.ч. с годовой выработкой 5,64 млрд кВт.ч. электричества могла бы полностью избавить страну от энергетической зависимости. Ввод первого агрегата станции прогнозируется только к 2028 году при благоприятном стечении всех обстоятельств, связанных со строительством, не говоря о финансовых возможностях республики и необходимости привлечения инвесторов [4, с. 75-82].

Состояние энергетической отрасли Кыргызстана. В настоящее время основу энергетической отрасли в стране составляют 5 крупных гидроэлектростанций, расположенных на нижнем течении реки Нарын. На их долю приходится три четверти всей вырабатываемой в республике электроэнергии. Их суммарная мощность составляет 2870 МВт.

Задействованы также Ат-Башинская ГЭС мощностью 40 МВт, Камбар-Атинская ГЭС-2 с проектной мощностью 360 МВт, но сегодня у него вырабатывает энергию только один агрегат мощностью 120 МВт. Кроме того, имеются две ТЭЦ с общей мощностью 862 МВт. На долю мини ГЭС приходится 38,4 МВт мощности [5]. Все данные о существующих в республике электростанциях показаны на рисунке 1.

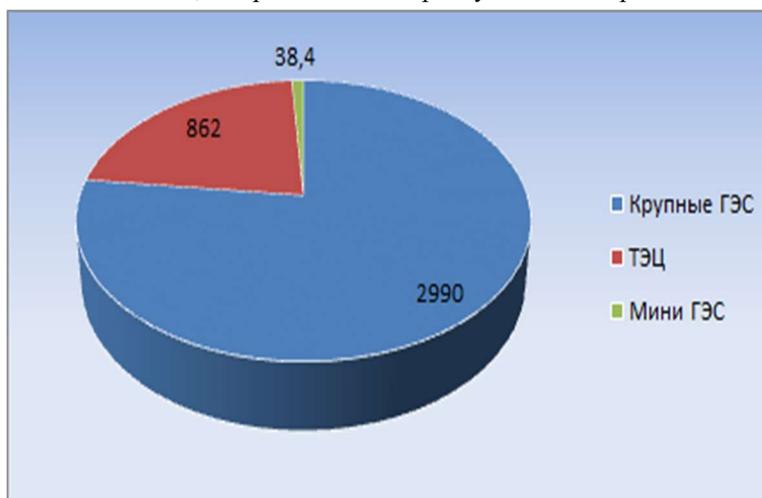


Рис. 1. Доля различных видов электростанций в Кыргызстане (МВт).

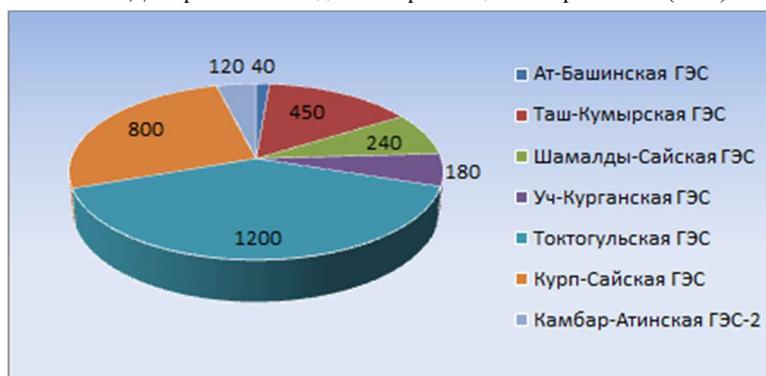


Рис. 2. Мощности крупных гидроэлектростанций республики (МВт).

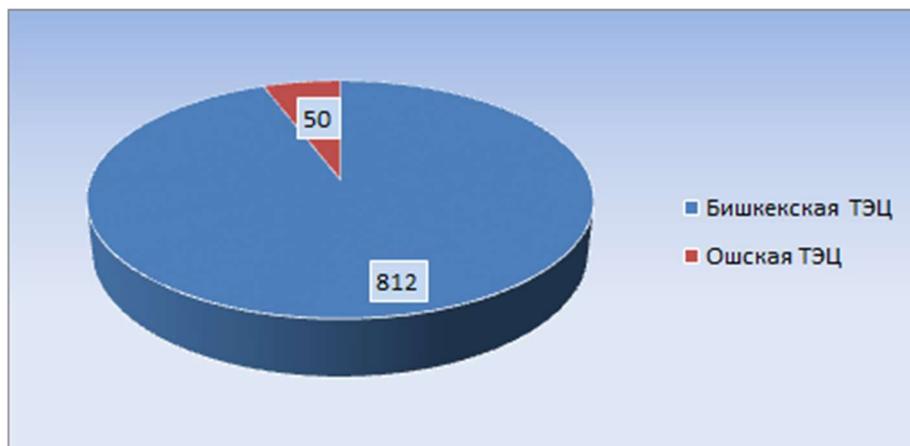


Рис. 3. Мощности тепловых электростанций (МВт).

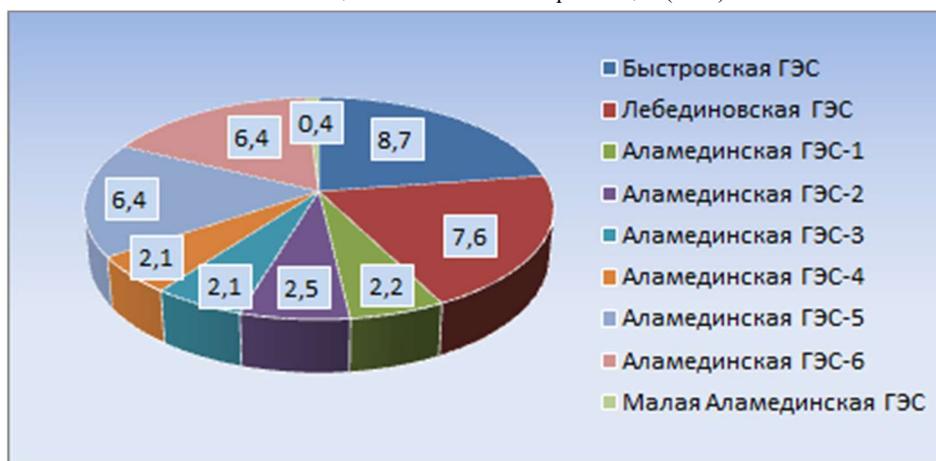


Рис. 4. Мощности мини ГЭС (МВт).

Согласно докладу министра энергетики Кыргызской Республики от 4 августа 2022 года в июне месяце данного года стартовало строительство гидроэлектростанции Камбар-Ата-1, одной из крупнейших в Центральной Азии, которая призвана обеспечить энергетическую безопасность и независимость нашей страны. Сроки строительства составят от 8 до 10 лет. Сдать в эксплуатацию первый гидроагрегат ГЭС планируется уже через четыре года. Камбар-Атинская ГЭС-1, мощность которой составит порядка 1900МВт, а ежегодная выработка электрической энергии - 5,6 млрд кВт.ч. Она станет крупнейшим объектом из всего состава каскада Камбар-Атинских ГЭС, располагающихся на среднем течении реки Нарын [6].

Водоохранилище объемом 4,65 млрд кубометров позволит осуществлять сезонное регулирование стока реки Нарын в интересах энергетики, компенсируя снижение зимней энергоотдачи Нижненарынского каскада (Токтогульская, Курпсайская, Ташкумырская, Шамалдысайская, Учкурганская гидроэлектростанции). Поэтому важным преимуществом Камбаратинской ГЭС-1 станет независимость работы от ограничений в зимнее время, поскольку вода, сбрасываемая

со станции, будет накапливаться в Токтогульском водохранилище. Кроме того, при запуске Камбар-Аты-1 будут созданы условия для работы ГЭС Камбар-Ата-2 на полную мощность, так как это позволит использовать второй и третий агрегаты [7].

Обоснование альтернативных источников энергии. Объем воды в Токтогульском водохранилище как лакмусовая бумага отражает показатель энергетической обеспеченности республики. Достаточно воды – достаточно электрической энергии вырабатывает Нарынский каскад. Оптимальный объем этого искусственного резервуара – 16-19 млрд кубических метров воды. В августе прошлого года дефицит воды составлял 2,4 млрд. м³, что стало предвестником энергетического кризиса, с вводом ограничений в энергопотребление и вероятностью отключений электроэнергии в зимнее время [8, с. 165-185].

И в этом году ситуация не улучшилась – объем воды в водохранилище продолжает снижаться. Несмотря на увеличение потоков воды в весеннее и летнее время, по самым пессимистическим прогнозам, к октябрю он может составить всего 13,5 млрд. кубометров. Хотя такого объема воды достаточно для

полноценной работы гидроэлектростанций, но в зимнее маловодие рек уровень воды снизится. По прогнозам, если не покупать электроэнергию, то он может упасть до 7 млрд кубометров, что может привести к еще большему кризису в энергетической отрасли. Следовательно, импорт электричества все же ожидаем. Следует отметить, что суммарная мощность тепловых электростанций республики равняется 862 МВт или 7 процентов от всей вырабатываемой электроэнергии, и оказывает незначительное влияние на энергообеспеченность страны [9, с. 85].

Но что делать, если сезоны маловодья рек продолжатся, а ввод мощностей Камбар-Ата-1 задержится? Выходом из ситуации видится строительство мини ГЭС на малых реках, использование солнечной и ветровой энергии.

Сегодня в республике предпочтение отдается первым двум видам источников энергии, тогда как ветровые установки не привлекают специалистов якобы из-за дороговизны и большего срока окупаемости. Однако, мини гидроэлектростанции также зависят от погодных условий, как и крупные ГЭС, а солнечные батареи ничуть не дешевле ветровых станций в расчете на единицу вырабатываемой энергии. К тому же, солнечные батареи вырабатывают электричество только в дневное время, тогда как ветровые установки

задействованы круглые сутки [10, с. 36-43].

Другим фактором, вызывающим недоверие к ветровым установкам, является изменчивость погоды, безветренная, тихая погода со слабым ветром, постоянные изменения направления ветра, заставляющие использовать дорогостоящее дополнительное устройство для определения направления ветра, чтобы направлять генератор навстречу воздушному потоку. Однако этот недостаток оказывает существенное влияние только на станции с горизонтальной осью. Для ветровых установок с вертикальной осью этот фактор не имеет значения. Они работают даже при слабом ветре и при любом направлении потоков воздуха [11, с. 3-12].

Производительность ветровых электростанций напрямую зависит от скорости ветра. В большей степени это относится к промышленным ветростанциям с горизонтальной осью. Чем больше скорость ветра, тем меньше радиус и площадь ветротурбин. Оптимальной скоростью ветра считается более 4 м/с. Как мы уже заметили, ветровые электростанции с вертикальной в меньшей степени зависят от скорости и направления ветра, следовательно, их можно использовать в районах с небольшой скоростью ветра. На рисунке 5 показана зависимость радиуса и площади ветротурбин станций с горизонтальной осью.

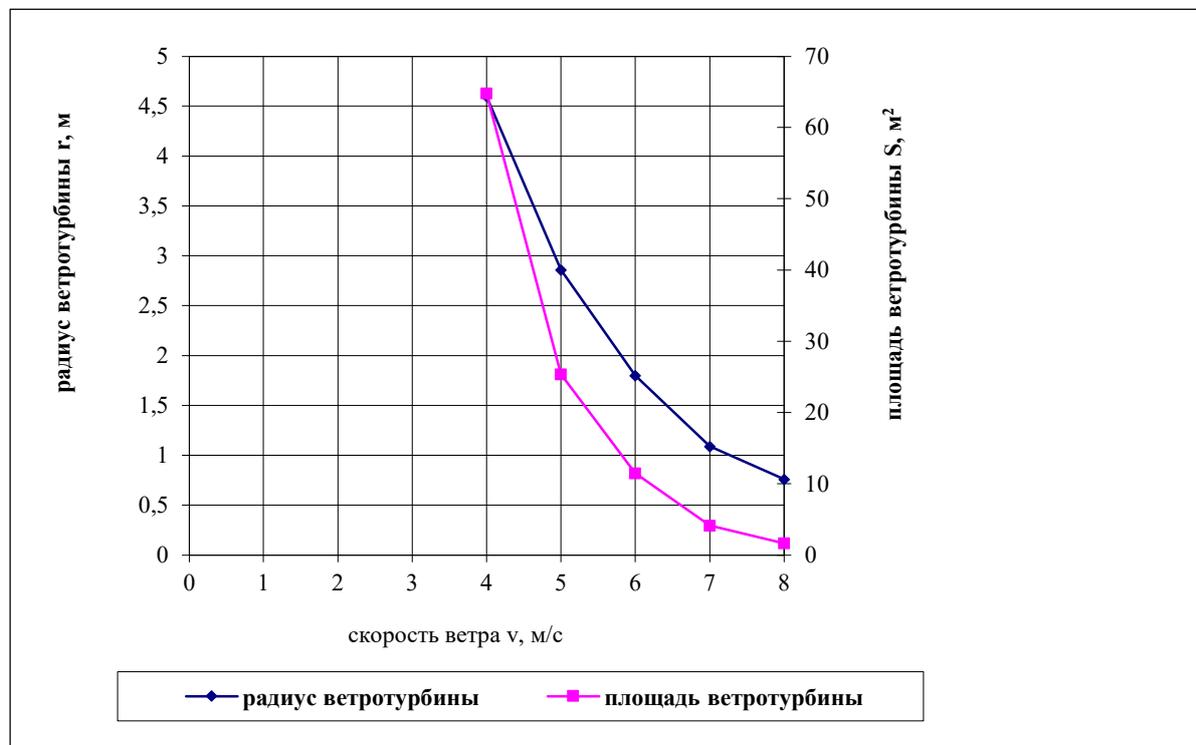


Рис. 5. Зависимость радиуса и площади ветротурбин ветровых электростанций с горизонтальной осью от скорости ветра.

Необходимо также учесть, что в узких ущельях происходит увеличение скорости ветра, если они ориентированы по направлению ветра. Следовательно, увеличивается и сила потоков воздуха. Это обстоятельство также можно использовать для выработки электроэнергии, расположив ветровые станции на выходе из ущелий. При этом такой комплекс может работать автономно, даже без подключения к всеобщей электрической сети, что актуально для трудно-

доступных поселений, мест зимовий и летнего выпаса домашних животных.

Рассматриваемый в данной статье регион республики расположен в восточной части Ферганской долины. Рельеф местности характеризуется как сложная, с переходом долинных участков к предгорным склоновым долинам с глубоко врезанными ущельями. В таблице 1 приведены характеристики режимов ветров на территории Памира-Алая.

Таблица 1

Характеристики режимов ветров на территории Памира-Алая

Ветровые районы	Уровень скоростей (м/с)	Повторяемость (случаев в год)	Продолжительность, час.
Предгорная равнина с Ферганской и Гиссарской долинами	23 - 26	10 - 20	2 - 5
Межгорные обширные долины и котловины	23 - 30	10 - 20	2 - 5
Узкие долины и ущелья	до 23	5 - 10	1 - 3
Закрытые участки верхней части склонов и гребневой зоны	31 - 37	15 - 25	5 - 10
Открытые участки склонов и гребневой зоны	38 - 45	30 - 40	15 - 20
Зона привалков	27 - 34	10 - 20	2 - 5

Согласно данным метеостанций, расположенных в Южном регионе Кыргызстана, в большинстве из них наиболее высокая среднемесячная скорость ветра приходится на период с апреля по октябрь месяцы. Особняком стоят Лейлекский район Баткенской области и Кара-Суйский район Ошской области, где наблюдаются стабильно сильные ветры со среднемесячной скоростью от 5,5 до 8,6 м/с и от 3,6 до 10,2 м/с, соответственно. При этом сравнительно низкая среднемесячная скорость ветра в Кара-Суйском районе приходится только на январь месяц. Пики показателей наблюдаются в мае месяце во всех метеостанциях. Данные о среднемесячной и годовой скорости ветра по Южному региону республики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Среднемесячная и годовая скорость ветра (м/с) по Южному региону Кыргызстана

№	Метеостанция	Месяцы												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1.	Сары-Таш	3,8	1,6	2,3	7,0	6,7	6,3	6,5	5,4	6,3	6,7	3,7	4,2	5,04
2.	Ош	1,6	1,7	2,0	2,4	2,6	2,7	2,2	2,1	2,1	2,0	1,7	1,5	2,0
3.	Исфана	7,0	7,3	7,4	7,0	8,5	6,8	6,3	6,0	5,5	7,6	7,2	8,6	7,1
4.	Узген	3,7	3,6	5,2	5,1	6,6	7,2	6,7	5,9	5,6	6,6	5,2	4,8	5,5
5.	Наукат	3,6	1,6	2,4	5,1	5,6	3,8	3,1	3,5	3,0	2,3	2,1	2,2	3,2
6.	Кара-Суу	3,6	6,5	7,1	8,7	10,2	9,0	7,6	7,3	6,4	7,3	7,5	4,9	7,2

Из данных таблицы можно сделать вывод, что за исключением города Ош, все регионы юга страны пригодны для строительства ветровых электростанций, а наиболее перспективными в этом плане являются Лейлекский и Кара-Суйский районы.

Наши наблюдения подтверждается и тем фактом, что недавно рассмотрен пилотный проект о строительстве двух ветровых электростанций с общей мощностью в 200 МВт, и одну из них, с мощностью 100 МВт, решено строить в Лейлекском районе. Другая электростанция будет построена в Тонском районе Иссык-Кульской области.

Выводы:

1. В настоящее время энергетическая самостоятельность Кыргызстана всецело зависит от объема воды в Токтогульском водохранилище. Достаточно воды в нем, достаточно вырабатывается электроэнергии в Нарыньском каскаде ГЭС. Выходом из ситуации является строительство Камбар-Атинской ГЭС-1,

однако, это дорогостоящее строительство на долговременную перспективу. Поэтому всерьез рассматривается вопрос об альтернативных источниках электроэнергии: мини ГЭС, солнечные батареи, ветровые электростанции.

2. Эффективность ветровых электростанций напрямую зависит от скорости ветра. Но это утверждение в большей степени относится к станциям с горизонтальной осью. Ветровые электростанции с вертикальной осью менее притязательны в этом плане, они могут работать и при малом ветре, и при любом направлении ветровых потоков.

3. Кара-Суйский район Ошской области относится к регионам с достаточно привлекательными условиями для строительства ветровых электростанций. Ветровые потоки здесь устойчивы и стабильны весь год за исключением отдельных периодов времени.

4. Благоприятен и рельеф местности. Долин-

ные участки переходят к предгорным долинам с множеством ущелий. В узких ущельях происходит увеличение скорости ветра, если они ориентированы по направлению ветра. Следовательно, увеличивается и сила потоков воздуха. Это обстоятельство также можно использовать для выработки электроэнергии, расположив ветровые станции на выходе из ущелий. При этом такой комплекс может работать автономно, даже без подключения к всеобщей электрической сети, что актуально для труднодоступных поселений, мест зимовий и летнего выпаса домашних животных.

Литература:

1. Жарков С.В. Некоторые способы использования энергии ветра в системах энергоснабжения. // Жарков С.В. В сборнике: Труды конференции молодых ученых СЭИ СО РАН. материалы XXIV конференции научной молодежи Сибирского энергетического института. - 1994. - С. 19-27.
2. Замиров А. Снабжение VIP городков солнечными батареями // Замиров А. Наука и инновационные технологии. - 2016. №1 (1). - С. 77.
3. Любимова Т.П. Моделирование распространения тепловых загрязнений в крупных водных объектах. // Любимова Т.П., Паршакова Я.Н. Вода и экология: проблемы и решения. - 2019. - № 2 (78). - С. 92-101.
4. Минин В.А. Перспективы использования энергии ветра в западном секторе Арктики. // Минин В.А. Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2022. - №5. - С. 75-82.
5. Пак К.Е. Автономная ветроэнергетическая станция Пака Калифа. // Пак К.Е., Пак Д.К. Патент на изобретение RU 2319038 С1, 10.03.2008. Заявка №2006125932/06 от 17.07.2006.
6. Михаленко В.Н. Реконструкция природной среды и климата Кавказа и Юга Европейской России за последнее тысячелетие по данным ледниковых кернов Эльбруса. // Михаленко В.Н. Отчет о НИР № 17-17-01270. / Российский научный фонд. 2018.
7. Резникова К.В. Исследование отношения населения Красноярского Края к изменению климата и новым источникам энергетических ресурсов. // Резникова К.В. Отчет о НИР №17-16-24601. Российский гуманитарный научный фонд. - 2017.
8. Парсентьев О.С. Обзор отечественных и зарубежных энергетических систем и рынков электроэнергии, минимизация потерь электроэнергии при транспортировке ее через распределительные электрические сети напряжением 6-35 кв Луганского региона Российской Федерации, модернизируемые на класс напряжения 27,5 кв. // Парсентьев О.С. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2023. - №4 (70). - С. 165-185.
9. Андреев Т.И. География возобновляемых источников энергии. // Андреев Т.И., Березкин М.Ю., Бушуев В.В., Габдрахманова Т.С., Грибков С.В., Дегтярев К.С., Зайченко В.М., Залиханов А.М., Киселева С.В., Нефедова Л.В., Нечаев А.М., Нигматулин Р.И., Нигматулин Р.И., Показеев К.В., Рафикова Ю.Ю., Синюгин О.А., Соловьев А.А., Соловьев Д.А., Чекарев К.В., Чернова Н.И. и др. - Москва, 2021. - С. 85.
10. Абасов Н.В. Системные исследования в энергетике: ретроспектива научных направлений СЭИ-ИСЭМ // Абасов Н.В., Апарцин А.С., Беляев Л.С., Бережных Т.В., Войтов О.Н., Гамм А.З., Глазунова А.М., Головшиков О.В., Голуб И.И., Гришин Ю.А., Дзюбина Т.В., Еделева О.А., Епифанов С.П., Ефимов Д.Н., Зоркальцев В.И., Иванова И.Ю., Илькевич Н.И., Каганович Б.М., Калинина Ж.В., Кейко А.В. и др. Вехи полувекового пути (к 50-летию института, 1960-2010). - Новосибирск, 2010.
11. Пашенко Ф.Ф. Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики. // Научные, Технические и экономические проблемы, Пашенко Ф.Ф., Торшин В.В. Проблемы машиностроения и автоматизации. 2010. № 4. - С. 3-12.