

ОБЗОР ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Иноятова К.Л.¹, Гулахмадов А.А.^{1*}, Холназаров М.Б.²

¹Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

²Таджикский национальный университет

*Автор-корреспондент. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Аннотация. В статье приводится ряд возможностей для строительства комплекса гидроэнергетических сооружений, в том числе гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Оценивается гидроэнергетическая возможность по проектированию ГАЭС/ГАЭС в гидроэнергетических комплексах водохозяйственных систем в условиях стран Центральной Азии. Также приведены данные по обзору гидроэнергетического потенциала и технические возможности его использования. Выявлено, что гидропотенциал для строительства больших ГАЭС/ГАЭС существует у таких стран как Таджикистан и Кыргызстан. А для стран низовья рек Амударья и Сырдарья приемлемо строительство малых ГАЭС и широкое применение ВИЭ.

Ключевые слова: гидроэнергетические сооружения, гидроаккумулирующая электростанция, гидропотенциал ЦА, Амударья, Сырдарья.

Введение

В настоящее время одной из важных задач современности является комплексное и рациональное использование земельных и водных ресурсов. Особо актуальна проблема водоснабжения и распределения водных ресурсов с развитием всех отраслей промышленности и быта. Согласно последним отчётам, в мире проживает 7,6 миллиарда человек и эта цифра из года в год постоянно растёт. Этот рост населения повышается вместе с тенденциями расширения урбанизации (более 54%), что приводит к быстрой индустриализации, особенно в неразвитых регионах, где более высокие потребности в энергии. В свою очередь данная проблема требует своевременного решения. На сегодняшнее время широко используется получение энергии, в частности электроэнергии благодаря возобновляемым источникам энергии (солнечная энергия, энергия водных ресурсов, ветровая энергия и многое другое), которая нашла широкое применение в совокупности комплексного применения. Выработка энергии на основе природных ресурсов таких, как уголь, нефть или газ признаны

нерациональными, также являются неотъемлемой частью работоспособности других отраслей промышленности и жизнедеятельности человечества. В 21-м веке с быстрым темпом развития, индустриализации и урбанизации основной задачей является получение и обеспечение бесперебойной подачи электроэнергии, с применением высокотехнологичных систем, технологий и оборудования, оказывая минимально возможное воздействие на местную флору и фауну. Таким образом, использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с технологиями 21 -го века, является важнейшим вопросом для обсуждения, и требующего своевременного решения [1,2].

Гидроэнергетика общеизвестна как один из старейших способов сбора энергии природы и её дальнейшей капитализации. Гидроэнергетика - область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию. Преимуществами гидроэнергетики является использование возобновляе-

мой энергии природы, получая при этом очень дешёвую электроэнергию. Работа гидроэнергетических сооружений не сопровождается вредными выбросами в атмосферу и быстро (относительно ТЭЦ/ТЭС) выходят на режим выдачи рабочей мощности после включения станции (легко регулируемы).

Более того, 71% поверхности Земли покрыто водой. Энергия воды, в основном, является преобразованной солнечной энергией. Из общей солнечной энергии, поставляемой Солнцем на Землю, она составляет всего 4%. Однако, технически осуществимое преобразование энергии воды в электроэнергию по сравнению с прямым преобразованием энергии го-

раздо более эффективно, что делает этот источник энергии очень интересным для массового применения.

Впервые для выработки электричества гидроэнергию использовал в 1878 году англичанин Уильям Армстронг для питания единственной электродуговой лампы в своей художественной галерее. Первая электростанция была запущена в 1882 году на Фокс-Ривер в городе Эплтон, штат Висконсин, США. Общая выработка гидроэлектроэнергии за последние 5 лет оценивается в 4102 ТВтч, что является наибольшим вкладом, когда-либо полученным из возобновляемых источников энергии.

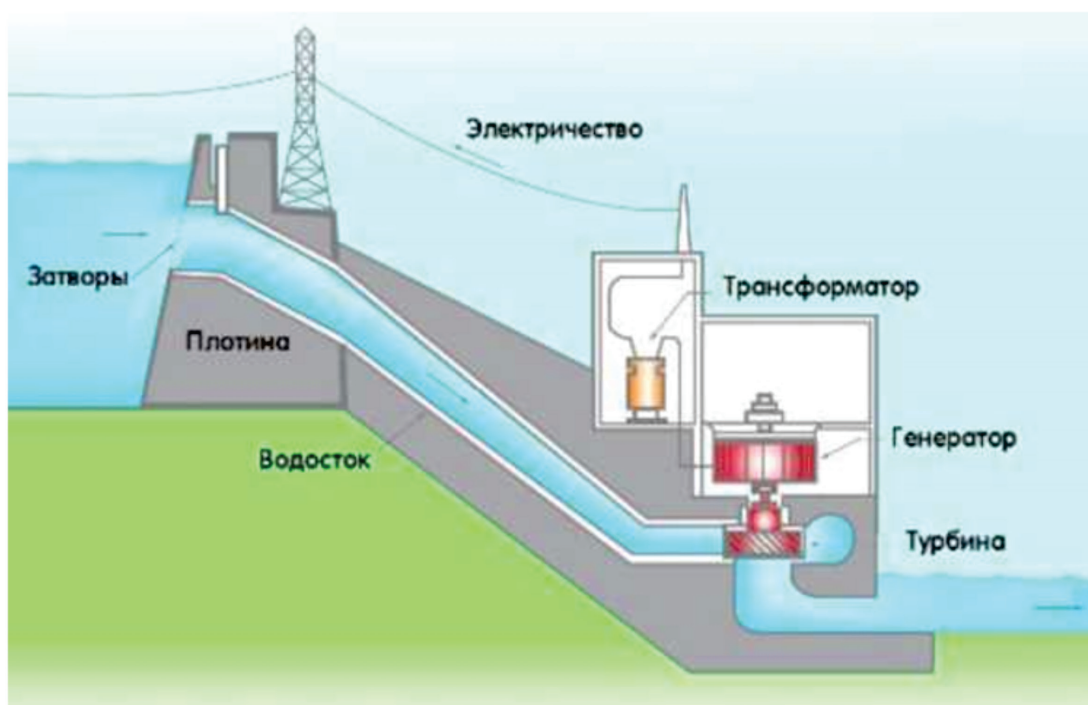


Рисунок 1. Состав сооружений гидроэлектростанций.

По оценкам было введено в эксплуатацию 31,5 ГВт гидроэнергетических мощностей, включая гидроаккумулирующие, в результате чего общая установленная мощность в мире достигла 1246 ГВт. 6,4 ГВт мощности гидроаккумулирующих электростанций были введены в эксплуатацию, что почти вдвое превышает объём, установленный в 2015 году. Как

зрелая технология, гидроэнергетика обеспечивает 16,4% мирового производства электроэнергии. Что касается аккумулирования энергии, гидроэнергетика (включая гидроаккумулирующие электростанции, ГАЭС) составляет от 96 до 99% всего мирового эксплуатируемого хранилища электроэнергии с установленной мощностью более 162,2 ГВт [3,4].

ГАЭС использует в своей работе либо комплекс генераторов и насосов, либо обратимые гидроэлектроагрегаты, которые способны работать как в режиме генераторов, так и в режиме насосов. Во время ночного провала энергопотребления ГАЭС получает из энергосети дешёвую электроэнергию и расходует её на перекачку воды в верхний бьеф (насосный режим). Во время утреннего и вечернего пиков энергопотребления ГАЭС сбрасывает воду из верхнего бьефа в нижний, вырабатывает при этом дорогую пиковую электроэнергию, которую отдаёт в энергосеть (генераторный режим).

Гидропотенциал стран Центральной Азии

Страны Центральной Азии обладают значительным технически эксплуатируемым гидроэнергетическим потенциалом, оцениваемым в 510,1 ТВтч/год, из которых используется менее 10%. Гидроэнергетический потенциал региона значительно варьируется от страны к стране, в зависимости от наличия водных ресурсов. Обширные засушливые и полусухие равнины в Казахстане, Узбекистане и Туркменистане обладают минимальным гидроэнергетическим потенциалом или вообще не имеют его. Горные регионы востока и юго-востока Центральной Азии, включая Таджикистан (61,1% от общего потенциала), Кыргызстан (19,4%) и частично Казахстан (12,1%), характеризуются большим запасом воды обильных осадков. В Кыргызстане и Таджикистане более 90% вырабатываемой электроэнергии обеспечивается гидроэлектростанциями. Таджикистан занимает восьмое место по гидроэнергетическому потенциалу в мире. Сейчас используется лишь 4-5% гидроэнергетического потенциала [5,6].

Евразийский банк развития (ЕАБР) в рамках проекта водно-энергетического комплекса Центральной Азии работает над решением проблем эффективного использования водных ресурсов и опти-

мального развития производства электроэнергии региона. Также следует обратить особое внимание на растущую роль гидроэнергетики, особенно в развивающихся странах. Во-первых, ГЭС требуют значительных капиталовложений, но они предлагают чрезвычайно низкие эксплуатационные расходы и длительный срок эксплуатации - 40-50 лет, который часто может быть продлён до 100 лет при некоторой реконструкции. Результатом являются чрезвычайно конкурентоспособные производственные затраты на электроэнергию. Во-вторых, гидроэнергетика снижает зависимость от импортного топлива, которое сопряжено с рисками волатильности цен, неопределённости поставок и требований к иностранной валюте. В-третьих, гидросистемы могут предложить множество сопутствующих преимуществ, включая хранение питьевой воды и водных ресурсов для орошения, обеспечение готовности к засухе, защиту от наводнений, аквакультуру и возможности для отдыха, среди прочего [7].

Именно с гидроэнергетикой и водоснабжением связаны серьёзные инфраструктурные проблемы в регионе Центральной Азии на сегодняшнее время. Водные ресурсы Центральной Азии включают в себя четыре бассейна: Каспийского моря, реки Обь, озера Балхаш и Аральского моря. Первые три бассейна находятся в Казахстане, а четвёртый простирается на территории всех стран региона. Они обладают такими гидрографическими особенностями, как:

а) неравномерность распределения водных запасов. В основном они сосредоточены в Таджикистане и Кыргызстане. Туркменистан и Узбекистан обладают весьма скудными запасами воды;

б) в регионе много трансграничных рек, пересекающих несколько государств (Амударья, Сырдарья, Чу, Талас, Или, Тарим и Иртыш).

С точки зрения распределения гидро-ресурсов все пять стран Центральной Азии можно разделить на две группы:

а) страны с недостаточными гидро-ресурсами - Казахстан, Узбекистан, Туркмения. Они заинтересованы в использовании стоков рек в оросительном режиме;

б) страны, богатые водными ресурсами - Кыргызстан и Таджикистан. Они в большей степени заинтересованы в гидротехническом использовании рек.

Рациональное и взаимовыгодное использование водно-энергетических ресурсов стран Центральной Азии, включая развитие инфраструктурных связей, может быть достигнуто при наличии согласованной водно-энергетической стратегии. Стратегическое положение региона также позволяет ему стать центром для торговли электроэнергией между Восточной Азией и Европой. Это особенно актуально с учётом общих границ с такими странами Южной Азии с быстрорастущим спросом на электроэнергию, как Афганистан и Пакистан.

Последние тенденции в регионе обнадеживают и позволяют предположить, что улучшение геополитических условий расширит возможности для реализации существенных экономических выгод от торговли электроэнергией. По мере усиления связности и синхронизации региональной сети и изыскания возможностей для торговли электроэнергией страны Центральной Азии могут также рассмотреть вопрос о создании секретариата по региональной энергетической кооперации с участием высокопоставленных представителей министерств энергетики стран региона, на который будет возложена задача по продвижению региональной энергетической повестки для Центральной Азии.

Национальная гидрологическая стратегия развития стран Центральной Азии

Центральная Азия активно движется к устойчивому будущему, интегрируя воз-

обновляемые источники энергии в свои национальные энергетические стратегии. Страны региона предпринимают планомерные шаги для увеличения доли зелёной энергии, чтобы удовлетворить внутренние потребности и экспортные амбиции, поскольку потребности и запросы растут внутри региона повсеместно, а ресурсы, как всем известно, исчерпаемы.

Казахстан: Лидер по возобновляемой энергии. Казахстан активно развивает свою ветровую и солнечную энергетику. В первой половине 2024 года страна произвела 3.896 млрд кВт·ч электроэнергии из возобновляемых источников, что на 16% больше по сравнению с тем же периодом прошлого года. Основную долю зелёной энергии составили ветряные электростанции (2,325 млрд кВт·ч), солнечные электростанции (974,9 млн кВт·ч) и гидроэлектростанции (595,36 млн кВт·ч). Однако Казахстан также рассматривает возможность строительства атомной электростанции, которая могла бы обеспечить внутренние потребности страны. Климатические и географические условия Казахстана с его обширными продуваемыми ветрами степями создают благоприятные условия для развития ветроэнергетических установок. По данным Министерства энергетики, энергетический потенциал в стране составляет не менее 920 млрд кВт·ч в год [8,9].

Узбекистан: Новые горизонты для зелёной энергии. Узбекистан активно привлекает международные инвестиции для развития зелёной энергетики. В 2024 году в стране были запущены несколько крупных проектов совместно с международными партнерами, такими как PowerChina и саудовской компанией ACWA Power. Страна строит первую в стране установку по производству зелёного водорода.

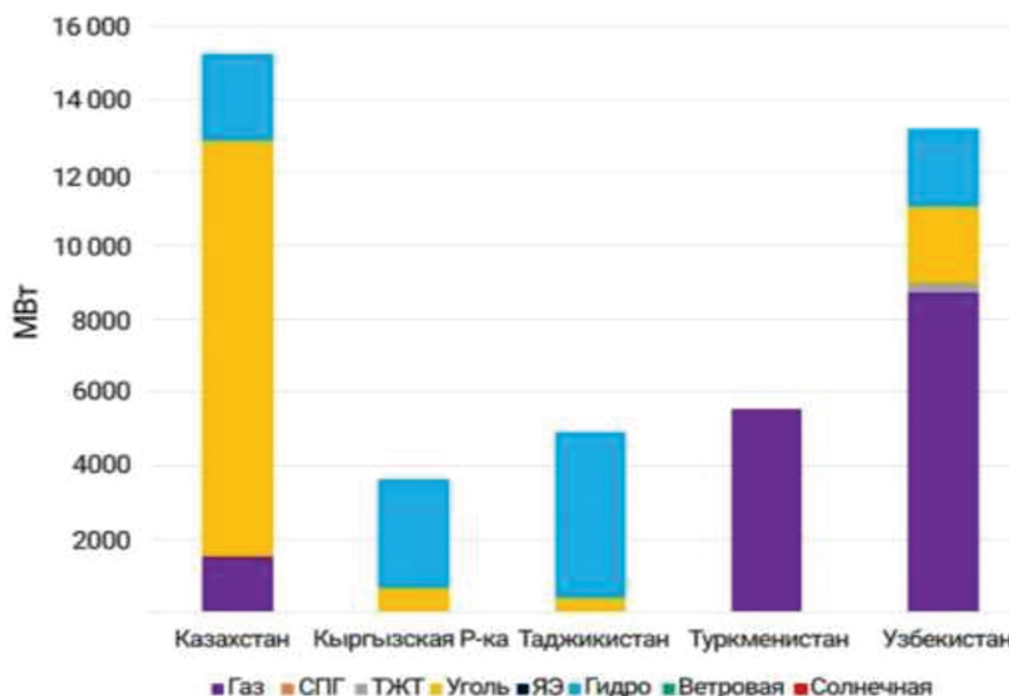


Рисунок 2. Структура генерации электроэнергии в ЦА.

В результате реформ в сфере «зелёной» энергетики, к настоящему времени в Узбекистане введены в эксплуатацию 10 солнечных и ветровых электростанций общей мощностью 2,4 гигаватта. В первом полугодии 2024 года благодаря этим электростанциям в стране произведено 1,6 млрд киловатт «зелёной» энергии, в результате чего удалось сэкономить полмиллиарда кубометров газа.

Кыргызстан и Таджикистан: Растущие страны. Кыргызстан и Таджикистан обладают значительным потенциалом в области гидроэнергетики. Обзоры запасов минеральных залежей, содержащих РЗЭ, и разграничение областей интереса показывают, что эти страны могут быть домом для значительных неразведанных ресурсов, что ещё больше увеличит их вклад в переход к зелёной энергетике.

В Кыргызстане гидроэлектростанции составляют более 90% от общего объёма производства электроэнергии. Таджикистан также активно развивает гидроэнергетику и предпринимает шаги для увеличения использования возобновляемых источников энергии.

Одновременно с выработкой электроэнергии гидроэнергетика Таджикистана параллельно решает и другую проблему - регулирование речного стока для ирригации, причём, для всего региона Центральной Азии в целом. Уже сегодня Таджикистан за счёт Кайраккумского водохранилища практически полностью обеспечивает сезонное регулирование стока реки Сырдарьи в интересах Узбекистана и Казахстана. В бассейне реки Амударьи такие же функции обеспечивает Нурекское водохранилище. По общим потенциальным запасам гидроэнергоресурсов Таджикистан занимает восьмое место в мире после Китая, России, США, Бразилии, Заира, Индии и Канады. Что же касается удельных показателей, то по гидроэнергопотенциалу на душу населения (87,8 тыс.кВт.ч.в год/чел.) он занимает второе место, а по потенциальным запасам гидроэнергии на один квадратный километр территории (3682,7 тыс. кВт.ч. в год/км²) первое место в мире, намного опережая другие страны[10].

Таблица 1. Потенциальные запасы гидроэнергоресурсов РТ.

Бассейны рек	Среднегодовая мощность, мВт.ч	Среднегодовая энергия, млрд кВт.ч/год	Доля в общем объёме, %
Пяндж	17900	86.30	57.4
Зарафшан	1635	8.74	5.8
Каферниган	1600	5.10	3.4
Вахш	9225	33.65	22.4
Сурхоб	2100	8.70	5.8
Оби Хингоу	2610	7.76	5.2
Итого	35070	150.25	100.0

Источник: Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан

Туркменистан: Потенциал развития. Туркменистан активно инвестирует в солнечные и ветровые проекты, также подписав обязательства по сокращению выбросов метана в рамках Глобального обязательства по реализации метана, демонстрируя приверженность устойчивому развитию.

Обзор текущего водно-энергетического состояния стран Центральной Азии

Энергетические ресурсы распределены в Центральной Азии неравномерно и каждая страна использует свои естественные преимущества. В странах, обладающих значительными нефтегазовыми и угольными ресурсами (Казахстан, Туркменистан и Узбекистан), основной объём электроэнергии производится на тепловых электростанциях.

Таблица 2. Суммарный формируемый естественный речной сток в бассейне Аральского моря (среднегодовой сток, км³ в год).

Страны	Речной бассейн		Бассейн Аральского моря	
	Сырдарья	Амударья	км ³	%
Казахстан	2.516	-	2.516	2.2
Кыргызстан	27.542	1.654	29.196	25.2
Таджикистан	1.005	58.732	59.737	51.5
Туркменистан	-	1.405	1.405	1.2
Узбекистан	5.562	6.791	12.353	10.6
Афганистан и Иран	-	10.814	10.814	9.3
Всего	36.625	79.396	116.021	100

Источник: НИЦ МКВК

В Кыргызстане и Таджикистане - горных странах с высоким гидроэнергетическим потенциалом - значительную долю вырабатываемой электроэнергии обеспечивают гидроэлектростанции (более 90%). Центральная Азия обладает большими запасами урана, что позволяет Казахстану и Узбекистану занимать ведущие

позиции в мире по объёмам его производства. В настоящее время в регионе ещё нет действующих АЭС. Узбекистан осуществляет реализацию проекта первой в регионе АЭС с вводом в эксплуатацию в 2028 г.

По мере ускорения экономического развития потенциал генерации электро-

энергии в регионе ЦА значительно усилился. В результате объём генерирующих мощностей на конец 2020 г. увеличился на 27,7% по сравнению с 1992 г. (или на 11,7 ГВт) и составил 53,8 ГВт (0,7% мировых мощностей, что, тем не менее, практически в два раза меньше показателя 1,5% за 1992 г.). По объёмам прироста генери-

рующих мощностей Казахстан, Таджикистан и Узбекистан стали лидерами в регионе. Благодаря высокой инвестиционной активности в энергосекторе прирост мощностей за период 1992–2020 гг. в этих странах составил, соответственно, 4,5 ГВт.

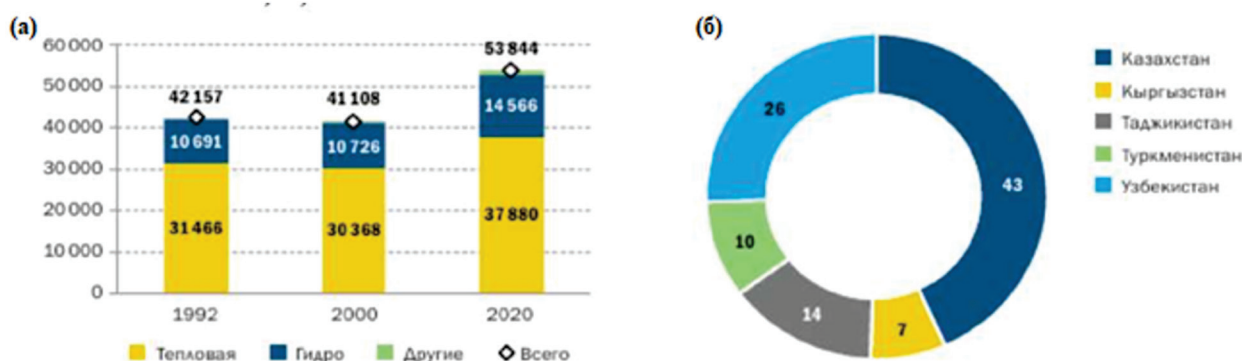


Рисунок 3. (а) Установленные мощности в ЦА, МВт,
(б) Структура установленных мощностей в ЦА в 2020 г., %.

В Кыргызстане и Таджикистане, в силу географической специфики и значительного потенциала гидроэлектроэнергии, тепловые электростанции не получили должного развития. В энергетической структуре этих государств генерирующих мощностей на долю этих станций приходится соответственно 19,2% (0,7 ГВт) и 8,4% (0,7 ГВт) в 2020 г. Гидроэлектростанции (ГЭС) обеспечили 15,8 ГВт (или 29,3% производственных мощностей) Центральной Азии на конец 2020 г. В региональной структуре мощностей ГЭС в большей степени сконцентрированы в Таджикистане (44,7% ГЭС региона) и Кыргызстане (19,6%). В этих странах ГЭС обеспечивают 92,7% и 91,8% совокупного объёма выработанной электроэнергии. С 1992 по 2020 г. обе страны увеличили объёмы генерирующих мощностей ГЭС. В Таджикистане за этот период мощности возросли на 74,1% - с 4 до 7 ГВт. Среди крупнейших проектов, реализованных в этот период, - запуск Сангтудинской ГЭС-1, Сангтудинской ГЭС-2, а также

двух агрегатов Рогунской ГЭС. Кыргызстан проявлял активность в первые десять лет независимости, но затем в течение длительного периода, вплоть до 2020 г., объёмы мощностей ГЭС практически не менялись. Единственный крупный реализованный проект - ввод нового агрегата 120 МВт на Камбаратинской ГЭС-2 в 2010 г. На данный момент реализуются проекты модернизации Токтогульской и Уч-Курганской ГЭС. Центральная Азия в целом обладает большим потенциалом развития и производства электроэнергии из ВИЭ. Регион ЦА нуждается в дополнительном увеличении объёмов выработки электроэнергии (через увеличение генерирующих мощностей и модернизацию существующих), в оптимизации энергопотребления и обеспечении транспортировки новых объёмов электроэнергии до потребителей, а также в выходе на новые рынки (через строительство новых электролиний). В контексте текущих климатических изменений в регионе ожидаются сокращение ледникового питания,

а также перемены в уровне обеспечения водными ресурсами потребностей эконо-

мик стран ЦА (Ясинский, Мироненков, Сарсембеков, 2012).

Таблица 3. Ресурсный потенциал энергетики стран ЦА.

	Казахстан		Кыр- гыстан		Таджи- кистан		Турк- менистан		Узбе- кистан		ЦА	
	2000	2020	2000	2020	2000	2020	2000	2020	2000	2020	2000	2020
Уголь млрд тонн	34.1	34.1	1.34	1.27	0.67	1.0	н.д	н.д	2	2	38.11	38.37
Нефть млн тонн	2760	2760	11.5	1.2	5.4	10	75	75	350	350	3261.9	3205.2
Газ млрд м ³	1841	1841	6.54	6.2	9.2	10	2860	2860	2000	2000	6716.74	671.2
Уран тыс.тонн	601	601	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	н.д	83.7	83.7	684.7	684.7
Гидро, млрд кВт.ч/год	27	27	52	99	317	317	2	2	15	15	413	460
НВИЭ, включая МГЭС, млрд кВт.ч/год	66	66	н.д	н.д	18.4	18.4	н.д	н.д	н.д	н.д	84.4	84.4

Источник: составлено по данным ООН, национальных ведомств

Для решения вопросов энергоснабжения все страны планируют использовать сложившиеся преимущества и активно наращивать потенциал в первую очередь традиционных для страны генерирующих мощностей в средне- и долгосрочной перспективе. В связи с изменением климата и загрязнением окружающей среды в регионе всё же усилилось значение «зелёной» энергетики: практически во всех странах были разработаны меры политики и законы, касающиеся развития возобновляемых источников энергии.

Кыргызстан стал также первой страной в Центральной Азии, которая приняла рамочный закон о возобновляемых источниках энергии, содержащий общие принципы регулирования ВИЭ. На данный момент на стадии обсуждения находится «Концепция развития топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики до 2040 г.». Концепция предполагает создание резерва установленных мощностей в энергосистеме выше

кризисных пороговых значений, для чего потребуется поэтапная реализация ряда проектов по сооружению перспективных ГЭС, ТЭС и энергоустановок ВИЭ. С учётом сильного износа оборудования предполагается реабилитация и реконструкция существующих мощностей. В концепции прорабатывается возможность увеличения объёмов производства электроэнергии в два раза - до 34,6 ТВтч к 2040 г. В структуре перспективных проектов в энергетике Кыргызстана практически все проекты связаны с реализацией потенциала гидроэлектроэнергии и развитием ГАЭС. Так, на данный момент в Кыргызстане рассматривается девять крупных проектов по развитию генерирующих мощностей (восемь ГЭС и одна ТЭС) и 63 небольших проекта малых ГЭС на общую сумму 12 568,9 млн долл. Крупнейшим перспективным проектом в Кыргызстане и ЦА является строительство Камбаратинской ГЭС-1 мощностью 1,9 ГВт и стоимостью 2,9 млрд долл., которая

будет иметь стратегическое значение для всего водно-энергетического комплекса региона. Предполагается, что помимо решения вопросов энергетической безопасности Кыргызстана, проект позволит обеспечить переход к сбалансированному режиму использования водно-энергетических ресурсов Нарын-Сырдарьинского

бассейна. Строительство плотины Камбаратинской ГЭС-1 - третьей по высоте в СНГ после строящейся Рогунской ГЭС и Нурекской ГЭС в Таджикистане - будет реализовано на реке Нарын, на 14 км выше уже построенной Камбаратинской ГЭС-2 (см. рисунок 4).



Рисунок 4. Каскад ГЭС на реке Нарын.

Камбаратинская ГЭС-1 является частью гидроэнергетического комплекса, проект которого был разработан Среднеазиатским отделением института «Гидропроект» (Ташкент) в начале 1980-х гг. В 1982 г. было составлено технико-экономическое обоснование проекта, в 1988 г. была утверждена проектная документация. В Таджикистане энергетический сектор является важнейшим компонентом реализации Стратегии развития Таджикистана до 2030 г., а также инвестиционной Программы реабилитации производственной базы и внедрения новых технологий. В секторе реализуются организационные и технические мероприятия, в том числе реформирование структуры управления энергосистемы с разделением по видам деятельности, повышение генерирующего потенциала, предусматривающего строительство новых и модернизацию действующих генерирующих станций; развитие

транспортной инфраструктуры энергосистемы; повышение энергоэффективности с использованием современных автоматизированных систем диспетчерского управления и учёта энергии. Закон об использовании возобновляемых источников энергии регулирует деятельность в области ВИЭ. Согласно Стратегии развития Таджикистана до 2030 г., в области гидроэнергетики будут завершены реформы, направленные на обеспечение условий для функционирования рыночных механизмов, которые создадут конкурентную среду. Некоторые малые ГЭС бездействуют из-за нехватки воды: летом она разбирается на орошение, в зимнее время отсутствует необходимый сток. Массовое строительство малых ГЭС, как показывает опыт Таджикистана, экономически нецелесообразно и малоэффективно. Их можно строить в труднодоступных небольших населённых пунктах или

туристических местах отдыха, удалённых от основных линий электропередачи. В энергетике Таджикистана, как и в случае Кыргызстана, практически все перспективные проекты связаны с реализацией потенциала гидроэлектроэнергии и развитием ГЭС. Таджикистан находится на восьмом месте по величине гидроэнергетического потенциала в мире. В настоящее время гидроэнергетический потенциал задействован лишь на 4-5%. Новые проекты и направлены на устранение дисбаланса избыточного энергоснабжения в летние месяцы и дефицита энергии зимой.

В Узбекистане в соответствии с постановлением Президента Республики Узбекистан от 27.03.2019 № ПП-4249 «О стратегии дальнейшего развития и реформирования электроэнергетической отрасли Республики Узбекистан» в энергетическом секторе были реализованы масштабные реформы. Приняты документы, нацеленные на внедрение энергосберегающих технологий, развитие возобновляемых источников энергии, привлечение прямых иностранных инвестиций в энергетическую отрасль и расширение использования альтернативных топливно-энергетических ресурсов. В мае 2019 г. одобрен закон об использовании возобновляемых источников энергии, предоставляющий налоговые льготы производителям электроэнергии из ВИЭ. В соответствии с «Концепцией обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020- 2030 гг.» тепловая энергетика продолжает оставаться основным источником генерации электрической энергии республики. Предполагается её развитие с применением энергоэффективных технологий. В период 2020-2030 гг. будет уделено особое внимание развитию генерации на основе ВИЭ, особенно солнечной энергии. Предусмотрено строительство 3 ГВт ветровых и 5 ГВт солнечных электростанций. В общей сложности Узбекистан планирует удво-

ить потенциал генерирующих мощностей к 2030 г. Узбекистан первым среди стран региона приступил к освоению технологий водородной энергетики. Удаленные территории можно снабжать электроэнергией за счёт автономных водородных энергоустановок. Создание необходимой инфраструктуры для развития возобновляемых источников энергии требует выполнения большого объёма научно-исследовательских работ.

Выводы

Гидроэнергетика и рациональное управление водными ресурсами играют важнейшую роль в устойчивом развитии стран Центральной Азии. Особенно это актуально для Таджикистана, который обладает значительным гидроэнергетическим потенциалом благодаря многочисленным горным рекам, занимая восьмое место по гидроэнергетическому потенциалу во всём мире. Однако перед страной стоят серьёзные вызовы, связанные с уменьшением площади ледников, усиливающие необходимость принятия активных мер по защите водных ресурсов и обеспечению энергетической безопасности.

Внедрение ГАЭС в Республике Узбекистан мощностью 14,2 МВт и годовой экономической эффективностью 30526,973 млрд. сум на Туямуюнском гидроузле даёт возможность за год выработать 97,554 млн. кВт-час электроэнергии, экономии 14633,114 т.у.т. органических топлив и валютных средств в размере 117,065 млн. долл. США при сокращении покупки пиковой электроэнергии у соседних энергосистем. Также Узбекистан имеет большой гидроэнергетический потенциал для строительства электростанций источником энергии, в которых является возобновляемые источники энергии. На 2030-2050 гг. планируется строительство ВИЭ и множество гидроузлов МГЭС. Строительство ГАЭС в условия Казахстана является нерациональным, так как

преимущественно развитие других типов ВИЭ играет огромную роль на сегодняшний день, покрытие как пиковых, так и суточных норм в электроэнергии весьма возможно строительством ВИЭ и применением солнечных панелей для получения солнечной энергии.

Литература

1. Аламанов, С.; Лелевкин, В.М.; Подрезов, О.А.; Подрезов, А.О. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии; Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирный фонд дикой природы (WWF): Москва/Бишкек, Россия, 2006.
2. Любимцева, Э.; Хенебри, Г. М. Изменение климата и окружающей среды в засушливой Центральной Азии: последствия, уязвимость и адаптации. J. Arid Environ. 2009, 73, 963–977.
3. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Гидроаккумулирующие электрические станции. Монография. Т.: Издательство «Fanvatehnologiya», Ташкент, 2018, 212 стр.
4. Мухаммадиев М.М., Клычев Ш.И. Использование гидроаккумулирующих электростанций в Узбекистане. Международный журнал «Гелиотехника», №6, 2018.
5. Любимцева, Э.; Хенебри, Г. М. Изменение климата и окружающей среды в засушливой Центральной Азии: последствия, уязвимость и адаптации. J. Arid Environ. 2009, 73, 963–977.
6. Джураев К.С. и др. Перспективы строительства ГАЭС в Узбекистане Журнал «Вестник ТашГТУ», №1, Ташкент, 2019.
7. Хагг, В.; Браун, Л.Н.; Кун, М.; Несгаард, ТИ Моделирование гидрологического ответа на изменение климата в ледниковые водосборы Центральной Азии. J. Hydrol. 2007, 332, 40–53.
8. www.cowater.uz
9. Ма, J.; Xie, S.-P. Региональные закономерности изменения температуры поверхности.
10. Дельгадо-Бакерисо, М.; Элдридж, ДЖ; Трэверс, СК; Вэл, Дж.; Оливер, И.; Биссетт, А. Влияние климатических изменений на наземные и подземные сообщества. Glob. Chang. Biol. 2018, 24, 4330–4339.

ШАРҲИ ИҚТИДОРИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ОСИЁИ МАРКАЗӢ

Иноятлова К.Л.¹, Гулахмадов А.А.^{1*}, Холназаров М.Б.²

¹Институт масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

²Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

*Муаллифи масъул. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Шарҳи мухтасар. Дар мақола як қатор имкониятҳои сохтмони комплекси инициоти гидроэнергетикӣ, аз ҷумла пойгоҳҳои барқии обкашӣ оварда шудааст. Иқтисодии лоиҳаи нерӯгоҳҳои барқӣ обӣ/пойгоҳҳои барқии обкашӣ дар комплексҳои гидроэнергетикӣ системаҳои хоҷагии об дар шароити кишварҳои Осӣёи Марказӣ арзёбӣ мешавад. Инчунин маълумот оид ба баррасии иқтисодии гидроэнергетикӣ ва имкониятҳои техникӣ истифодаи он оварда шудааст. Муайян карда шуд, ки Тоҷикистон ва Қирғизистон барин кишварҳо барои сохтмони станцияҳои электрикӣ обӣ/ ГЭС-ҳои азим потенциали обӣ доранд. Ва барои мамлакатҳои поёноби Амударё ва Сир сохтмони станцияҳои электрикӣ оби хурд ва васеъ истифода бурдани манбаҳои барқароршавандаи энергия қобили қабул аст.

Калидвожаҳо: инициоти гидроэнергетикӣ, нерӯгоҳи барқӣ обкашӣ, гидропотенсиали Осӣёи Марказӣ, Амударё, Сирдарё.

OVERVIEW OF HYDROPOWER POTENTIAL OF CENTRAL ASIAN COUNTRIES

Inoyatova K.L.¹, Gulakhmadov A.A.^{1*}, Kholnazarov M.B.²

¹Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan

²Tajik National University

*Corresponding author. E-mail: agulakhmadov@gmail.com

Abstract. This article presents several possibilities for the construction of a complex of hydropower facilities, including pumped storage power plants (PSPPs). The hydropower potential for designing HPPs/PSPPs in hydropower complexes of water management systems in the conditions of Central Asian countries is assessed.

Additionally, an overview of data of hydropower potential and technical capabilities for its use are also provided. It is revealed that the hydro potential for the construction of large HPPs/PSPPs exists in such countries as Tajikistan and Kyrgyzstan. For the countries of the lower reaches of the Amu Darya and Syr Darya rivers, the construction of small HPPs and the widespread use of renewable energy sources are acceptable.

Keywords: hydropower facilities, pumped storage power plant, hydro potential of Central Asia, Amu Darya, Syr Darya.

Маълумот оид ба муаллифони. Иноятлова Камола Лавзаровна – Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Докторант (PhD). Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734025, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 33. Тел.: (+992) 93 444 7352, E-mail: kamola.ikl@gmail.com; Гулаҳмадов Аминҷон Абдучабборович - Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, муовини директор, доктори илмҳои техника. Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, 734025, ш. Душанбе, кӯч. Бофанда, 5/2. Тел.: (+992) 88 547 1616, E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Холназаров Музаффар Бойназарович – номзоди илмҳои иқтисодӣ, докторанти кафедраи иқтисоди миллӣ ва беҳатарии иқтисодии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: 734005, Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Тел.: (+992) 77 707 6561, E-mail: m17.07.1989@mail.ru.

Сведения об авторах. Иноятлова Камола Лавзаровна – Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, студент докторант (PHD). Адрес: 734042, Республика Таджикистан, ш. Душанбе, улица проспект Рудаки, 33. Тел.: (+992)934-44-73-52, E-mail: kamola.ikl@gmail.com; Гулаҳмадов Аминҷон Абдуджабборович - Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАН Таджикистана, заместитель директора, доктор технических наук. Адрес: 734042, Республика Таджикистан, ш. Душанбе, улица Бофанда, 5/2. Тел.: (+992) 88 547 1616, E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Холназаров Музаффар Бойназарович – кандидат экономических наук, докторант кафедры национальной экономики и экономической безопасности Таджикского национального университета. Адрес: 734005, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992) 77 707 6561, E-mail: m17.07.1989@mail.ru.

Information about the authors. Inoyatova Kamola Lavzarovna - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, PhD student. Address: 734042, Republic of Tajikistan, City of Dushanbe, Rudaki Avenue Street, 33. Tel.: (+992) 93 444 7352, E-mail: kamola.ikl@gmail.com; Gulakhmadov Aminjon Abdujabborovich - Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Deputy Director, Doctor of Technical Sciences. Address: 734042, Republic of Tajikistan, City of Dushanbe, Bofanda Street, 5/2. Tel.: (+992)885-47-16-16, E-mail: agulakhmadov@gmail.com; Kholnazarov Muzaffar Boynazarovich - Candidate of Economic Sciences, Postdoc of the Department of National Economy and Economic Security, Tajik National University. Address: 734005, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Phone: (+992) 77 707 6561, E-mail: m17.07.1989@mail.ru.

УДК 536.7

РЕНТГЕНОФАЗОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКОВОЙ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ИЗВЕСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧАМАНЗОР ЯВАНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Зарипов Дж.А.^{1,*}

¹Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими

*Автор-корреспондент. E-mail: jz-1972@mail.ru

Аннотация. Прогресс во многих областях науки, техники и особенно технологии практически невозможен без необходимых достоверных данных, используемых при постановке задач проектировании и эксплуатации материалов и жидкостей. К сожалению, до настоящего времени такие сведения весьма скупы даже для элементов, а имеющиеся данные носят разрозненный и часто противоречивый характер. Развитие современной науки и техники предъявляет все возрастающие требования к уровню, качеству и разнообразию адсорбционных свойств материалов. В связи с этим особое значение приобретают производство, в частности получение, использование, эффективность, рентгенофазовый анализ порошкообразного