

<https://doi.org/10.51301/jemet.2024.i4.07>

Evolution of small hydroelectric power plants: the future of energy in Kazakhstan

U. Kadylkhan*, E.A. Sarsenbayev

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: kadilkhan99u@gmail.com

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the potential of small hydropower systems (SHPS) in Kazakhstan. The study covers the current state of SHPS, emphasizing their importance in the context of modern energy needs. The advantages and disadvantages of these systems are studied in detail, highlighting key aspects of their efficiency and sustainability. The main focus is on proposals for the optimal use of SHPS, considering their role in the country's overall energy strategy and suggesting ways to overcome existing limitations. The article primarily focuses on important issues of sustainability and environmental acceptability of small hydropower projects. The results of this research can serve as a basis for forming new strategies in the energy sector, providing information to professionals and decision-makers with the necessary knowledge for the effective utilization of SHPS in Kazakhstan. This article provides a comprehensive view of the role of SHPS, emphasizing the importance of a balanced approach to their development, highlighting innovative approaches and prospects that contribute to the optimization of processes and enhancement of environmental sustainability in the field of hydropower.

Keywords: small hydropower systems, water resources, development, operation, economics, capacity.

1. Введение

Казахстан обладает обширными водными ресурсами и богатыми природными ландшафтами. В настоящее время установленная мощность объектов возобновляемой энергетики составляет 2525 МВт, в том числе: ветряные электростанции – 1107.5 МВт, малые гидроэлектростанции – 267.4 МВт, солнечные электростанции – 1148 МВт и биоэлектростанции – 1.77 МВт

В современной энергетической парадигме малые гидроэнергетические системы играют ключевую роль в обеспечении устойчивого и надежного источника электроэнергии. Эта статья, озаглавленная «Эволюция малых гидроэлектростанций: будущее энергетики в Казахстане», представляет собой анализ потенциала и перспектив развития МГЭС в Казахстане.

Основываясь на современных технологических достижениях и инновационных методах, в статье рассматривается текущее состояние МГЭС в стране и выделяются их ключевые преимущества и ограничения. Проанализировав устойчивость и экологическую приемлемость МГЭС, мы рассматриваем возможности их оптимального использования в контексте энергетической стратегии Казахстана.

Цель исследования - предложить конструктивные способы улучшения производства энергии с использованием МГЭС, принимая во внимание как потребности современного общества, так и экологические аспекты.

2. Методы и материалы

Казахстан обладает значительным потенциалом для строительства малых гидроэлектростанций благодаря

своим богатым водным ресурсам. В Казахстане насчитывается 85 022 реки; 84 694 из них имеют длину 100 км, 305 500 км, 23 - 500-1000 км. Развитие малой гидроэнергетики в Казахстане является большим приоритетом, цель - увеличить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны до 50% к 2050 году.

Казахстан, занимающий третье место среди стран СНГ по объему водных ресурсов, обладает потенциалом, оцениваемым в 170 млрд кВт*ч в год, из которых 62 млрд кВт*ч технически возможны. Годовой гидроэнергетический потенциал средних и крупных рек составляет 55 млрд кВт*ч, малых рек – 7.6 млрд кВт*ч.

Из общего объема гидроэнергетических ресурсов 90% приходится на малые водотоки, где нецелесообразно строить крупные гидроэлектростанции большой мощности. Единственным решением для широкого использования малых водных потоков является использование малых и микрогидроэлектростанций, спроектированных с учетом характеристик конкретного малого водного потока. Кроме того, некоторым малонаселенным районам нашей республики не хватает электроэнергии, поскольку эти районы находятся далеко от линий электропередач, и использование микроэлектростанций является единственным реальным способом обеспечить их энергией.

Стратегия управления водными ресурсами должна предусматривать внедрение новых технологий и организационно-экономических мер для эффективного использования водного потенциала республики.

Малые гидроэлектростанции Казахстана - это малые гидроэлектростанции мощностью менее 25 МВт, расположенные на территории Республики Казахстан.

В настоящее время в эксплуатации находятся 17 малых гидроэлектростанций. Информация об этих ГЭС представлена в рисунке 1.

№	Название ГЭС	Установленная мощность, МВт	Параметры
1	Алматинский каскад	49,15	Расположен в Алматинской области, на реках Большая и Малая Алматы. Состоит из 11 малых ГЭС
2	Ленингорский каскад	11,78	Расположен в Восточно-Казахстанской области, на реках <u>Громотуха</u> и Тихая. Состоит из двух действующих ГЭС
3	Каратайский ГЭС	10,71	В здании ГЭС установлено 3 вертикальных гидроагрегата с радиально-осевыми турбинами
4	Каратайская ГЭС-2	4	В здании ГЭС установлено два гидроагрегата мощностью по 2 МВт
5	Каратайская ГЭС-3	4,4	В здании ГЭС установлены три гидроагрегата.
6	Каратайская ГЭС-4	3,5	Проект ГЭС разработан ТОО "Казгидро". Собственник станции — ТОО "Каскад Каратайских ГЭС".
7	Каскад ГЭС на реке Иссык	5	Расположен в <u>Енбекшиказахском</u> районе Алматинской области. Включает в себя 3 ГЭС - действующую, <u>строющуюся</u> и проектируемую.
8	Иссыкская ГЭС-2	5,1	Расположена на 0,7 км ниже селазитной плотины <u>Иссыкского</u> озера на территории Иле-Алатауского государственного национального природного парка
9	Талгарская ГЭС	3,2	Расположена на реке Талгар. В здании ГЭС установлены 3 гидроагрегата с горизонтальными радиально-осевыми турбинами
10	Сергеевская ГЭС	2	Расположена на реке Ишим, в качестве напорного сооружения используется плотина <u>Сергеевского</u> водохранилища. В здании ГЭС установлены две гидротурбины с генераторами ВГСП 213/29-14 мощностью по 1 МВт.
11	Меркенская ГЭС-3	1,5	Расположена на реке Мерке в <u>Меркенском</u> районе <u>Жамбылской</u> области.
12	Зайсанская ГЭС	2	В здании ГЭС установлены 2 гидроагрегата с горизонтальными радиально-осевыми турбинами РО-662-ГМ-59
13	Аксукая ГЭС	2	
14	Успенская ГЭС (Успенковская ГЭС)	2,5	В здании ГЭС установлены 2 гидроагрегата с вертикальными поворотнo-лопастными турбинами
15	Антоновская ГЭС	1,6	В здании ГЭС установлены 2 гидроагрегата с вертикальными поворотнo-лопастными турбинами
16	Георгиевская ГЭС	1,7	
17	Урджарская ГЭС	0,175	В здании ГЭС установлен 1 гидроагрегат с горизонтальной радиально-осевой турбиной

Рисунок 1. Информация о 17 малых гидроэлектростанциях

К 2025 году в Казахстане планируется построить 8 водохранилищ и 13 малых гидроэлектростанций

Рост энергопотребления населения опережает рост мощности электростанций. Важным стимулом для развития возобновляемой энергетики является проблема электроснабжения удаленных потребителей и небольших населенных пунктов, особенно через локальные сети, где потери электроэнергии могут составлять 30-35%. В этих условиях частичная децентрализация энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии может стать экономически целесообразной и во многих случаях альтернативой централизованному энергоснабжению, особенно в местах (районах), где ощущается нехватка энергии.

Наиболее перспективным альтернативным источником маломощной энергии для районов с водотоками являются микрогидроэлектростанции, характеризующиеся мобильностью, эффективностью, высокой надежностью и качеством вырабатываемой электроэнергии.

Основными функциями микроэлектростанций являются: выработка электрической энергии промышленной частоты и напряжения с передачей ее непосредственно потребителю, автоматическая стабилизация частоты при изменении параметров расхода воды, автоматическая адаптация устройства к уровню потребляемой пользова-

телем энергии, отвод неиспользуемой энергии (балластная нагрузка или параллельная работа с линией электропередачи). При необходимости вырабатываемая энергия автоматически направляется на балластный груз, которым может служить комнатный или водонагреватель, водяной насос, щелочная батарея.

3. Результаты и обсуждение

С внедрением малых гидроэлектростанций возможно развитие малого и среднего бизнеса в таких сферах, как туризм, переработка сельскохозяйственной продукции, лекарственных трав, ягод, развитие пчеловодства, а также насосных станций водных объектов.

Малые гидроэлектростанции имеют не только экологическое значение, но и приносят стране ряд экономических и энергетических выгод. Основными преимуществами гидроэлектростанций являются низкая стоимость вырабатываемой электроэнергии, быстрая окупаемость (стоимость примерно в 4 раза ниже, а окупаемость в 3-4 раза быстрее, чем на тепловых электростанциях), высокая маневренность, что очень важно во время пиковых нагрузок, возможность накопления энергии.

Строительство и эксплуатация МГЭС способствуют созданию новых рабочих мест и стимулируют экономический рост в регионах, где они расположены. Это могут быть рабочие, инженеры, исследователи и многие другие профессии, которые помогают снизить безработицу и повысить уровень жизни. Разработка МГЭС способствует инновациям и исследованиям в области энергетики. Это может способствовать разработке новых технологий и подходов для повышения эффективности и снижения вредного воздействия на окружающую среду.

Отсутствие конкуренции в производстве, распределении и продаже электроэнергии, что является результатом монополии государственных энергетических компаний и слабого развития малой и средней энергетики.

Пробелы в законодательстве, сложная процедура получения разрешений на право строительства гидроэлектростанции, необходимость получения различных лицензий на любой вид деятельности, связанный с электроэнергией: производство, передачу, распределение, продажу, импорт, экспорт. Налицо чрезмерное регулирование отрасли государством, необходимо сократить количество лицензий и упростить процедуры получения разрешений, а также устранить существующие пробелы в законодательстве. Проблема отсутствия конкуренции в производстве, распределении и продаже электроэнергии может быть решена путем поддержания малого и среднего энергопроизводства.

4. Выводы

Малые гидроэлектростанции, несомненно, играют важную роль в обеспечении устойчивого энергоснабжения Казахстана. Они способствуют разнообразию энергетической инфраструктуры страны и снижают зависимость от традиционных источников энергии. Важно отметить, что МГЭС обеспечивают чистую энергию без выбросов парниковых газов, что помогает снизить воздействие на окружающую среду и соответствует международным обязательствам в области климата.

С экономической точки зрения, МГЭС способствуют росту занятости, снижению зависимости от импорта

энергоносителей и стабильности энергоснабжения в регионах. Они также могут служить источником инноваций и исследований в энергетической отрасли.

В целом, МГЭС представляет собой важное звено в стратегии Казахстана по обеспечению устойчивого энергетического будущего. Принимая во внимание баланс между экологической ответственностью, экономическими выгодами и современными технологиями, они могут стать ключевым элементом обеспечения чистой и устойчивой энергетики для страны в долгосрочной перспективе.

В этой статье подчеркивается важность дальнейших исследований и мониторинга, а также сотрудничества с экологическими организациями и общественностью для обеспечения устойчивости и успеха МГЭС в Казахстане.

References / Литература

- [1] Hakimullin, B.R., Gumerov I.R. & Zainullin R.R. (2017). Ecologo-economic characteristics of direct use of solar energy.

Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-problemy-sovremennyh-gidroelektrostantsiy>

- [2] Borisova, S. (2020). Great future of small HPPs. Central Asia Monitor. Retrieved from: <https://camonitor.kz/35401-bolshoe-budushee-malyh-ges.html>
- [3] Anonymous. (2018). Prospects for the development of small HPPs in Kyrgyzstan. Vestnik mezhdunarodnyh organizacij: obrazovanie, nauka, novye tehnologii, 13(3), 104–107
- [4] Anonymous. (n.d.). Mini-HPPs and small HPPs. Retrieved from: <http://bourabai.ru/toe/ministation.htm>
- [5] Anonymous. (2016). Small hydropower in Russia. Clean Energy. Retrieved from: <http://www.cleandex.ru/articles/2016/01/18/hydropower8>
- [6] Eurasian Development Bank. (2011). Current state and prospects of development of small hydropower in CIS countries

Шағын гидроэлектростанциялардың эволюциясы: Қазақстандағы энергетиканың болашағы

Ұ. Қадылхан*, Е.А. Сарсенбаев

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

*Корреспонденция үшін автор: kadilkhan99u@gmail.com

Андатпа. Бұл мақалада Қазақстандағы шағын гидроэнергетикалық жүйелердің әлеуетін жан-жақты талдау ұсынылған. Зерттеу шағын ГЭС-тің қазіргі жағдайын қамтиды, олардың қазіргі энергетикалық қажеттіліктер контекстіндегі маңыздылығын көрсетеді. Бұл жүйелердің артықшылықтары мен кемшіліктері егжей-тегжейлі зерттеледі, олардың тиімділігі мен тұрақтылығының негізгі аспектілері ерекшеленеді. Елдің жалпы энергетикалық стратегиясындағы рөлін ескере отырып және қолданыстағы шектеулерді жеңу жолдарын ұсына отырып, Мсрр-ді оңтайлы пайдалану бойынша ұсыныстарға назар аударылады. Мақалада шағын гидроэнергетикалық жобалардың тұрақтылығы мен экологиялық қолайлылығының маңызды мәселелеріне назар аударылады. Осы зерттеудің нәтижелері Қазақстанда шағын ГЭС-ті тиімді пайдалану үшін қажетті білімі бар мамандар мен шешім қабылдаушыларға ақпарат бере отырып, энергетика секторында жаңа стратегияларды қалыптастыру үшін негіз бола алады. Бұл мақала шағын ГЭС рөліне жан-жақты көзқарас береді және оларды дамытуға теңдестірілген көзқарастың маңыздылығын көрсетеді, сонымен қатар гидроэнергетикадағы процестерді оңтайландыруға және экологиялық тұрақтылықты арттыруға ықпал ететін инновациялық тәсілдер мен перспективаларға баса назар аударады.

Негізгі сөздер: шағын су электр станциялары, су ресурстары, әзірлеу, пайдалану, үнемдеу, қуат.

Эволюция малых гидроэлектростанций: будущее энергетики в Казахстане

Ұ. Қадылхан*, Е.А. Сарсенбаев

Satbayev University, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: kadilkhan99u@gmail.com

Аннотация. В статье представлен всесторонний анализ потенциала малых гидроэнергетических систем (МГЭС) в Казахстане. Исследование охватывает текущее состояние МГЭС, подчеркивая их важность в контексте современных энергетических потребностей. Подробно изучаются преимущества и недостатки этих систем, выделяются ключевые аспекты их эффективности и устойчивости. Основное внимание уделяется предложениям по оптимальному использованию МГЭС, принимая во внимание их роль в общей энергетической стратегии страны и предлагая пути преодоления существующих ограничений. В статье основное внимание уделяется важным вопросам устойчивости и экологической приемлемости проектов малой гидроэнергетики. Результаты этого исследования могут послужить основой для формирования новых стратегий в энергетическом секторе, предоставляя информацию специалистам и лицам, принимающим решения.

мающим решения, обладающим необходимыми знаниями для эффективного использования МГЭС в Казахстане. В данной статье дается всесторонний взгляд на роль МГЭС и подчеркивается важность сбалансированного подхода к их развитию, обращается внимание на инновационные подходы и перспективы, которые способствуют оптимизации процессов и повышению экологической устойчивости в области гидроэнергетики.

Ключевые слова: *малые ГЭС, водные ресурсы, развитие, эксплуатация, экономика, мощность.*

Received: 05 October 2024

Accepted: 16 December 2024

Available online: 31 December 2024