



УНИВЕРСИТЕТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

ВЫСШАЯ ШКОЛА РАЗВИТИЯ

Институт государственного управления и политики

Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии: потенциал, использование, перспективы и барьеры

Лалджебаев Муродбек

Исаев Руслан

Саухимов Алмаз



ДОКЛАД №71, 2022



УНИВЕРСИТЕТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

ВЫСШАЯ ШКОЛА РАЗВИТИЯ

Институт государственного управления и политики

ДОКЛАД №71, 2022

Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии: потенциал, использование, перспективы и барьеры

Лалджебаев Муродбек, Исаев Руслан, Саухимов Алмаз

Краткое описание: В статье представлен комплексный лаконичный обзор потенциала, использования, перспектив внедрения и барьеров на пути к развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ), включая малую гидроэнергетику, солнечную, ветровую, геотермальную и биоэнергетику, для пяти центральноазиатских стран – Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. Оценки потенциала малой гидроэнергетики варьируются от 275 до 30 000 МВт, солнечной энергии – от 195 000 до 3 760 000 МВт, ветра – от 1500 до 354 000 МВт, геотермальной энергии – от 2 до 54 000 МВт и биоэнергетики – от 200 до 800 МВт. Однако масштабы их использования незначительны – 5–225 МВт в малой гидроэнергетике в пяти странах, и только в Казахстане внедрены крупномасштабные солнечные фотоэлектрические (>800 МВт) и ветряные (>300 МВт) мощности. Несмотря на то, что во всех названных странах существуют стратегии и программы по увеличению энергетических мощностей, меры по их реализации не осуществляются в полной мере, за исключением Казахстана и отчасти Узбекистана. Развитию возобновляемых источников энергии в регионе препятствует ряд барьеров, в том числе несовершенство нормативно-правовой базы, неразвитость инфраструктуры, проблемы с финансами, квалификацией работников, осведомленностью населения и государственной поддержкой, а также наличием данных и информации. Поскольку эти препятствия взаимосвязаны, для их преодоления необходим межотраслевой и интегрированный подход. Возобновляемые источники энергии могут способствовать странам Центральной Азии удовлетворить растущий спрос на энергию и избежать негативного воздействия на окружающую среду от использования ископаемого топлива.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, гидроэнергетика, солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия, биоэнергия, Центральная Азия.

Коды JEL: Q42

ISSN: 2664-7001

Авторское право © 2022

Университет Центральной Азии

720001, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Токтогула, 138

Тел.: +996 (312) 910 822, E-mail: ipra@ucentralasia.org

Содержание настоящего документа является исключительно предметом ответственности авторов и ни в коей мере не является отражением взглядов Университета Центральной Азии. Текст и данные настоящей публикации могут быть воспроизведены при условии указания источника.

Институт государственной политики и управления был создан в 2011 году для содействия системным и углубленным исследованиям по вопросам, связанным с социальноэкономическим развитием Центральной Азии, а также для изучения альтернативных вариантов политики.

Институт государственной политики и управления входит в состав Высшей школы развития Университета Центральной Азии (УЦА). УЦА был основан в 2000 году. Президенты Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана и Его Высочество Ага Хан подписали Международный договор и устав, учреждающие этот светский частный университет, ратифицированные соответствующими Парламентами и зарегистрированные в Организации Объединенных Наций.

Доклады Института государственной политики и управления – это рецензируемая серия, в которой публикуются материалы по широкому кругу тем, касающихся социальных и экономических вопросов, государственного управления и государственной политики в контексте Центральной Азии. Он задуман как динамичная площадка для того, чтобы авторы могли обмениваться идеями с аудиторией, интересующейся существующими и зарождающимися проблемами, стоящими перед всем регионом Центральной Азии. Комментарии к документу или вопросы по их содержанию следует направлять по адресу ipra@ucentralasia.org. Доклады могут цитироваться без получения предварительного разрешения.

Редакторы серии:

Богдан Кравченко и Роман Могилевский.

Об авторах:

Лалджебаев Муродбек, старший преподаватель кафедры наук о земле и окружающей среде Школы гуманитарных и точных наук УЦА в Хороге, Таджикистан, PhD в области природных ресурсов (Корнельский университет, США), магистр государственной политики (Школа государственной политики Ли Куан Ю, NUS). Сфера профессиональных интересов: исследования в области экономической географии, изучение методов исследования, знаний коренных народов, устойчивой энергетики и управления окружающей средой.

Исаев Руслан, доцент кафедры возобновляемых источников энергии Кыргызского государственного технического университета, кандидат технических наук (PhD) по специальности «Электростанции на основе возобновляемых источников энергии». Реализовал исследовательский проект по энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии в Школе природных ресурсов и окружающей среды в Институте энергетики Мичиганского университета, США. Автор более 40 научных работ, в том числе двух монографий и двух патентов.

Саухимов Алмаз, проректор по науке и инновациям Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева, Казахстан, PhD по специальности «Нanomатериалы и нанотехнологии» (КазНITU им. К. Сатпаева), магистр электроэнергетики (АУЭС). Сфера профессиональных интересов: развитие науки в области электроэнергетики, теплоэнергетики, возобновляемых источников энергии, информации и связи. Участвовал в Секретариате Энергетической Хартии Ассоциации Казэнерджи 2014 в Брюсселе и представил обзор государственной политики РК в области энергосбережения и повышения энергоэффективности. Автор более 40 научных и исследовательских проектов для РК и ЦА.

Содержание

1. Введение	6
2. Потенциал возобновляемых источников энергии	7
2.1. Малая гидроэнергетика.....	7
2.2. Солнечная энергия.....	9
2.3. Энергия ветра.....	10
2.4. Геотермальная энергия.....	11
2.5. Биоэнергетика.....	12
3. Использование возобновляемых источников энергии	12
3.1. Малая гидроэнергетика.....	13
3.2. Солнечная энергия.....	14
3.3. Энергия ветра.....	16
3.4. Биоэнергетика.....	17
4. Перспективы возобновляемых источников энергии	17
5. Препятствия на пути развития возобновляемых источников энергии	22
6. Заключение	26
Список использованной литературы и источников	27

Таблицы

Табл. 1: Потенциал возобновляемых источников энергии в Центральной Азии.....	7
Табл. 2: Использование возобновляемых источников энергии в Центральной Азии.....	13
Табл. 3: Барьеры на пути к возобновляемой энергии в Центральной Азии.....	24

Тезисы

- Центральная Азия отличается значительным потенциалом возобновляемых источников энергии, но их использование на данный момент находится на низком уровне;
- перспективы использования возобновляемых источников энергии значительны: Казахстан активно развивает данное направление, вслед идет Узбекистан, в остальных странах этот процесс протекает медленно;
- развитию возобновляемых источников энергии препятствуют барьеры в сфере нормативно-правового регулирования, инфраструктуры, финансов, квалификации и данных;
- для преодоления препятствий необходимо применение комплексных подходов

Сокращения

АБР	Азиатский банк развития
ВИЭ	возобновляемые источники энергии
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
РФЦ	Расчетно-финансовый центр по поддержке возобновляемых источников энергии
CADGAT	Central Asia Data Gathering and Analysis Team / Группа по сбору и анализу данных в Центральной Азии
ICSHP	International Center on Small Hydropower
IEA	International Energy Agency / Международное энергетическое агентство
IRENA	International Renewable Energy Agency / Международное агентство по возобновляемым источникам энергии
UNDP	United Nations Development Program / Программа развития ООН
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization / ООН по промышленному развитию

Принятые единицы измерения

кВт	Киловатт
кВт·ч	Киловатт-час
кВт/м ²	Киловатт на квадратный метр
МВт	Мегаватт
ГВт·ч	Гигаватт-час
ГВт·ч/год	Гигаватт-час в год
ТВт·ч	Тераватт-час
ТВт·ч/год	Тераватт-час в год
Гкал	Гигакалория
МДж	Мегаджоуль
МДж/м ²	Мегаджоуль на квадратный метр
ПДж	Петаджоуль
ТДж	Тераджоуль
м/с	Метров в секунду
м ³ /с	Кубометров в секунду
т	Тонна

1. Введение

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) определяются как источники, «полученные в результате естественных процессов» и «пополняемые более быстрыми темпами, чем они потребляются», включая «все формы энергии, производимые из возобновляемых источников устойчивым образом», такие как «биоэнергетика, геотермальная энергия, гидроэнергетика, энергия океана, солнечная энергия и энергия ветра»¹. Примечательно, что малые гидроэлектростанции (ГЭС) считаются возобновляемыми источниками энергии, тогда как категоризация крупных ГЭС как таковая является спорной². Преимущество малых гидроэлектростанций заключается в том, что они «позволяют использовать потенциал малых рек и водотоков; снизить нагрузку на речную экосистему; ...[построены] без значительного затопления земель и без полного перекрытия реки; способствуют развитию местной промышленности; ...[помогают решить] социальные проблемы; требуют меньших первоначальных крупных затрат, операционных расходов»³.

Во всем мире возобновляемые источники энергии преследуют двойную цель: удовлетворить растущий спрос на энергию и обезуглеродить энергоснабжение⁴. Этой теме посвящены многочисленные исследования, среди которых преобладают изыскания на страновом уровне, тогда как обзоров на региональном уровне меньше и они разграничены по своему охвату. Например, в региональных исследованиях в Африке изучались потенциал возобновляемых источников энергии, статус их внедрения, факторы, взаимодействие технологий и пользователей, развитие и политика⁵. В Европе, которая находится на передовом уровне развития возобновляемой энергетики, исследования сосредоточены на состоянии энергетических ресурсов и прогрессе в достижении целей возобновляемой энергетики, а также эффективности инструментов политики⁶. В исследованиях в Латинской Америке изучалась роль ВИЭ в повышении энергетической безопасности и региональной интеграции, а также инструменты политики⁷. В исследованиях в Северо-Восточной, Южной и Юго-Восточной Азии анализировались использование, развитие и политика ВИЭ, а также интеграция региональной торговли, энергетического сотрудничества и совместного использования энергетических ресурсов⁸.

По Центральной Азии (ЦА) исследователь Е. Шадрина дает обширный обзор ВИЭ, отмечая при этом, что научные работы по ВИЭ сосредоточены на анализе одной страны – Казахстан изучается более детально, в то время как исследования по Кыргызстану и Таджикистану концентрируются, в основном, на крупномасштабной гидроэнергетике и водно-энергетической взаимосвязи; в Узбекистане наблюдается растущий интерес к ВИЭ, в то же время исследования по Туркменистану ограничены⁹. Хотя проведенный Е. Шадринной обзор ВИЭ охватывает все пять стран Центральной Азии и является достаточно всеобъемлющим, ее исследование в основном посвящено использованию ВИЭ и готовности энергетических систем к распространению возобновляемой энергии, за исключением гидроэнергетики. Наша статья расширяет диапазон предыдущих исследований, предоставляя обзор потенциала, использования, перспектив и барьеров на пути к развитию ВИЭ, включая малую гидроэнергетику, солнечную,

1 Sustainable Energy for All. 2013–2014.

2 Shadrina, 2020.

3 Баум, 2008, с. 108–109.

4 Li et al., 2022.

5 Brunet et al., 2018; Bugaje, 2006; Pereira da Silva et al., 2018; Amuzu-Sefordzi et al., 2018; Aliyu et al., 2018; Ouedraogo, 2019.

6 Angheluta et al., 2019; Bersalli et al., 2020.

7 Viviescas et al., 2019; Bersalli et al., 2020.

8 Chen et al., 2014; Erdiwansyah et al., 2019; Malahayati, 2020; Quirapas et al., 2015; Ahmed et al., 2016; Murshed, 2021; Xiangchengzhen and Yilmaz, 2020.

9 Shadrina, 2020.

ветровую, геотермальную и биоэнергетику, для пяти центральноазиатских стран – Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. Таким образом, данная статья структурирована в той же последовательности, от потенциала до препятствий и от малой гидроэнергетики до биоэнергетики, при этом страны представлены в алфавитном порядке. Осуществленный нами комплексный анализ ВИЭ имеет краткий, но исчерпывающий характер и представляет интерес для ученых, специалистов-практиков, а также политиков.

2. Потенциал возобновляемых источников энергии

Потенциал ВИЭ, как показано в таблице 1, весьма значителен в центральноазиатском регионе. Потенциал малой гидроэнергетики колеблется от 275 до 30 000 МВт, солнечной фотоэлектрической энергии – от 195 000 до 3 760 000 МВт, энергии ветра – от 1500 до 354 000 МВт, геотермальной энергии – от 2 до 54 000 МВт¹⁰ и биоэнергетики¹¹ – от 200 до 800 МВт¹². Подробная информация для каждого источника энергии и страны представлена ниже.

Таблица 1. Потенциал возобновляемых источников энергии в Центральной Азии

Страна	Малая гидроэнергетика	Солнечная фотоэлектрическая энергия		Энергия ветра		Геотермальная энергия	Биоэнергетика
	МВт	МВт	ТВт ч/год	МВт	ТВт ч/год	ТВт ч/год	МВт
Казахстан	4800 (≤35 МВт) 2707 (≤10 МВт)	3 760 000	6684	354 000	11 388	54 000	300
Кыргызстан	900 (≤30 МВт) 275 (≤10 МВт)	267 000	537	1500	256	171	200
Таджикистан	30 000 (≤30 МВт)	195 000	410	2000	146	45	300
Туркменистан	1300	655 000	1484	10 000	1992	нет данных	незначительный
Узбекистан	1180 (≤10 МВт)	593 000	1195	1600	1685	2	800

Источники данных: а) The World Small Hydropower..., 2016 (для малой гидроэнергетики); б) Renewable Energy Snapshots, 2014 г. (для солнечной фотоэлектрической, ветровой и биоэнергетики); в) Eshchanov et al., 2019 (для солнечных фотоэлектрических систем и энергии ветра); г) Jorde et al., 2009 (для геотермальной энергии в Казахстане); д) Botpaev et al., 2011 (для геотермальной энергии в Кыргызстане); е) Doukas et al., 2012 (для геотермальной энергии в Таджикистане); ж) Jorde and Biegert, 2009а (для геотермальной энергии в Узбекистане).

2.1. Малая гидроэнергетика

Согласно данным UNIDO и ICSHP за 2016 г., в ЦА используются различные количественные определения малой гидроэнергетики: в Казахстане – 35 МВт, Кыргызстане и Таджикистане – 30 МВт, Узбекистане – 10 МВт как верхний предел установленной мощности, Туркменистан аналогичного определения не дает¹³. В Таджикистане также различают мини- (0,1–1 МВт)

10 Botpaev et al., 2011, Doukas et al., 2012; Jorde et al., 2009; Jorde and Biegert, 2009а.

11 Термин «биоэнергетика» используется здесь для обозначения энергии, полученной из биологических источников (органических материалов) в твердой (биомасса), жидкой (биотопливо) и газообразной (биогаз) форме, которая доступна и используется в ЦА-регионе.

12 Renewable Energy Snapshots, 2014; The World Small Hydropower..., 2016. Следует отметить, что оценка потенциалов для каждой страны представляет собой проблему согласованности, поскольку оценки варьируются в зависимости от исследований, а методология, используемая в процессе оценки, не всегда прозрачна (Gassner et al., 2017).

и микро- (<100 кВт) гидроэлектростанции. Наряду с этим М. Каратаев и М. Кларк определяют для Казахстана малые (1–10 МВт) и средние (10–50 МВт) электростанции¹⁴. Центральноазиатский регион обладает значительным потенциалом для малой гидроэнергетики (см. табл.1).

Для справки: «Валовой теоретический гидроэнергетический потенциал определяется как годовая энергия, которая потенциально доступна, если весь естественный сток до моря (или до границы региона при расчете регионального потенциала) во всех местах можно использовать без каких-либо потерь энергии. Технический потенциал гидроэнергетики определяется как годовой объем энергии, который может быть выработан при существующих технологиях, независимо от экономических и других ограничений. Экономический потенциал гидроэнергетики определяется как годовая энергия, которую можно вырабатывать по ценам, конкурентоспособным по сравнению с другими источниками энергии»¹⁵. Та же логика применима и к другим источникам энергии.

В **Казахстане** предполагаемый потенциал малой гидроэнергетики составляет 4800 МВт для электростанций мощностью до 35 МВт и 2707 МВт для мощностей менее 10 МВт¹⁶. Что касается годовой выработки, общий потенциал малой гидроэнергетики оценивается в 65 млрд кВт·ч, из которых 21 млрд кВт·ч считается технически осуществимым, а 7,5 млрд кВт·ч – экономически целесообразным¹⁷.

В **Кыргызстане** потенциал малой гидроэнергетики оценивается примерно в 900 МВт для станций мощностью до 30 МВт и 275 МВт для станций мощностью до 10 МВт¹⁸. Другой источник оценивает общий гидроэнергетический потенциал 172 рек и водотоков, исследованных в стране, с расходом от 1,5 до 5 м³/с в более 80 млрд кВт·ч/год, в то время как технически осуществимый потенциал оценивается в 5–8 млрд кВт·ч/год¹⁹. Однако доля малой гидроэнергетики не уточняется. Еще один источник приписывает потенциал выработки в 80 млрд кВт·ч/год 252 рекам специально для малой гидроэнергетики, что, вероятно, является преувеличением²⁰.

Таджикистан имеет потенциал в 30 000 МВт, самый высокий из всех стран, для станций мощностью до 30 МВт²¹.

Потенциал малой гидроэнергетики в **Туркменистане** оценивается примерно в 1300 МВт (хотя четкого определения нет)²².

В **Узбекистане** потенциал малой гидроэнергетики оценивается в 1180 МВт для станций мощностью до 10 МВт²³, другие источники оценивают в 5931 ГВт·ч/год²⁴ и 8000 ГВт·ч/год²⁵.

13 The World Small Hydropower..., 2016.

14 Karatayev, Clarke, 2016. Учитывая такое разнообразие и то, что не во всех отчетах и исследованиях четко сформулировано определение малой гидроэнергетики в ЦА, цифры, приведенные в данной статье, следует интерпретировать с должной осторожностью, особенно при проведении агрегированных сравнений между странами.

15 Zhou et al., 2015.

16 The World Small Hydropower..., 2016.

17 Energy Charter Secretariat, 2013a.

18 The World Small Hydropower..., 2016.

19 Исаев, Толомушев, 2016.

20 Baybagyshov, Degembaeva, 2019.

21 The World Small Hydropower..., 2016.

22 The World Small Hydropower..., 2016.

23 The World Small Hydropower..., 2016.

24 Kochnakyan et al., 2013.

25 Jorde and Biegert, 2009a.

2.2. Солнечная энергия

Самый высокий солнечный потенциал оценивается в **Казахстане** – в 3 760 000 МВт солнечной фотоэлектрической энергии²⁶. По оценке CADGAT (Группа по сбору и анализу данных в Центральной Азии), потенциал составляет 6684 ТВт·ч/год²⁷. При 2200–3000 часов солнечного света в год солнечная радиация составляет 1200–1700 кВт/м²²⁸ или, согласно другому источнику, 1300–1800 кВт/м²²⁹. Валовой, технический и экономический потенциал солнечной энергии в Казахстане оценивается в 1 млрд ГВт·ч, 1 млн ГВт·ч и 10 ГВт·ч соответственно³⁰. Другой источник оценивает общий годовой потенциал выработки солнечной энергии в Казахстане в 3,9–5,4 млрд кВт·ч³¹.

В **Кыргызстане** потенциал солнечной фотоэлектрической энергии составляет 267 000 МВт³². При солнечной радиации 1000–1700 кВт/м² (или 1500–1900 кВт/м²)³³ потенциал солнечной энергии оценивается в 490 ГВт·ч/год для тепловой и 22,5 ГВт·ч/год для электрической энергии³⁴. Другие источники оценивают потенциал в 16 726 ПДж или 4 646 111 ГВт·ч³⁵ или 537 ТВт·ч/год, согласно базе данных CADGAT³⁶. Еще один источник оценивает потенциал в 700 000 ГВт·ч/год для электроэнергии и около 2 млрд Гкал/год для производства тепла³⁷.

В **Таджикистане** потенциал солнечной фотоэлектрической энергии оценивается в 195 000 МВт³⁸. При солнечном сиянии от 2100 до 3170 часов в год³⁹, 280–330 солнечных дней в году и солнечной радиации 280–1120 МДж/м²⁴⁰ или 0,9–8 кВт/м²⁴¹ солнечный потенциал составляет, по разным оценкам, 25 000 ГВт·ч/год⁴², 410 000 ГВт·ч/год⁴³ или 410 ТВт·ч/год⁴⁴. Солнечная радиация оценивается в 1640–1690 кВт/м²⁴⁵.

В **Туркменистане**, 80% территории которого покрыто пустыней Каракум, а годовая продолжительность солнечного света в некоторых регионах (например, Кули, Гасан и Ашхабад) колеблется от 2700 до 3150 часов, солнечный потенциал значительный⁴⁶. Потенциал солнечной фотоэлектрической энергии оценивается в 655 000 МВт⁴⁷ или 1484 ТВт·ч/год⁴⁸. В среднем, продолжительность солнечного сияния составляет 2925 часов в год, и солнечная радиация варьируется от 1700 до 1900 кВт/м²⁴⁹. Другой источник оценивает радиацию в 2000 кВт/м² и энергетический потенциал в 100 млрд тонн условного топлива в год, но не указывает, какое топливо подразумевается, то есть нефть, газ, уголь или другое⁵⁰.

26 The World Small Hydropower..., 2016.

27 Eshchanov et al., 2019.

28 Karatayev, Clarke, 2016.

29 Republic of Uzbekistan: Solar Energy, 2014; Energy Charter Secretariat, 2013a.

30 Jorde et al., 2009.

31 Energy Charter Secretariat, 2013a.

32 The World Small Hydropower..., 2016.

33 Kazakhstan and Kyrgyzstan: Opportunities..., 1997.

34 Republic of Uzbekistan: Solar Energy, 2014; Стамалиев, 2013; Temiraliev, 2015.

35 Botpaev et al., 2011.

36 Eshchanov et al., 2019.

37 Kiseleva et al., 2015.

38 The World Small Hydropower..., 2016.

39 Andreenkov et al., 2019.

40 Doukas et al., 2012.

41 Jorde and Biegert, 2009b.

42 Doukas et al., 2012.

43 Republic of Uzbekistan: Solar Energy, 2014.

44 Eshchanov et al., 2019.

45 Obozov, Loscutoff, 1998.

46 Shadrina, 2019.

47 The World Small Hydropower..., 2016.

48 Eshchanov et al., 2019.

49 Republic of Uzbekistan: Solar Energy, 2014.

50 Korpeyev, 2007.

В **Узбекистане** потенциал солнечной фотоэлектрической энергии составляет 593 000 МВт⁵¹. Солнечный потенциал оценивается от 525 и 760 ГВт·ч⁵² до колоссальных 2 508 000 ГВтч/год⁵³, 2 000 000 ГВт·ч/год⁵⁴ и 1195 ТВт·ч/год⁵⁵. Согласно К. Джорде и А. Бигерту, при 250 солнечных днях в году валовой потенциал солнечной энергии составляет 593 млн ГВт·ч, а технически осуществимый потенциал – 2 000 000 ГВт·ч/год⁵⁶. Азиатский банк развития (АБР) оценивает солнечную инсоляцию в Узбекистане от 1800 до 2000 кВт/м² в год⁵⁷.

2.3. Энергия ветра

Казахстан обладает самым высоким потенциалом энергии ветра – 354 000 МВт⁵⁸. В более раннем отчете представлены очень скромные оценки 1000–2000 МВт технически осуществимого и 250 МВт экономически осуществимого потенциала⁵⁹. Производство ветровой энергии оценивается в 2 млрд ГВт·ч в совокупности, а также 1,82 млн ГВт·ч технически и 1710 ГВт·ч экономически обоснованного потенциала⁶⁰. Другой источник оценивает их в 1820 млрд кВт·ч, 3,3–6,6 млрд кВт·ч и 820 млн кВт·ч соответственно⁶¹. CADGAT оценивает потенциал энергии ветра в Казахстане в 11 388 ТВт·ч/год⁶². На наш взгляд, эти оценки кажутся чрезвычайно завышенными. Другой источник оценивает экономический потенциал в около 760 ГВт⁶³. Для развития ветроэнергетики наиболее перспективными считаются Джунгарские ворота, Мангистауская область, Каратауская область и Чу-Илийские горы⁶⁴. Так, Джунгарские ворота, где средняя скорость ветра колеблется от 7 до 9 м/с⁶⁵, могут обеспечивать около 1,3 трлн кВт·ч электроэнергии в год⁶⁶ (опять же чрезвычайно высокая оценка).

В **Кыргызстане** потенциал энергии ветра составляет 1500 МВт⁶⁷. По другим источникам, этот ветровой потенциал составляет 44,6 ГВт·ч⁶⁸, 7210 ПДж или 2 002 778 ГВт·ч⁶⁹ и 256 ТВт·ч/год⁷⁰. Еще один источник оценивает потенциал в 4 920 000 т нефтяного эквивалента и добавляет, что в районах со скоростью ветра 8 м/с ветряные турбины могут работать примерно 5,5 тыс. часов в год на полной мощности⁷¹.

В **Таджикистане** потенциал энергии ветра разными источниками оценивается в 2000 МВт⁷², 2 ГВт⁷³ и 1 ГВт⁷⁴, тогда как потенциал годовой выработки составляет 146 ТВт·ч/год⁷⁵.

51 The World Small Hydropower..., 2016.

52 Avezova et al., 2017.

53 Kochnakyan et al., 2013.

54 Kiseleva et al., 2015.

55 Eshchanov et al., 2019.

56 Jorde and Biegert, 2009a.

57 Republic of Uzbekistan: Solar Energy, 2014.

58 The World Small Hydropower..., 2016.

59 Energy Charter Secretariat, 2013a.

60 Jorde et al., 2009.

61 Energy Charter Secretariat, 2013a.

62 Eshchanov et al., 2019.

63 Karatayev, Clarke, 2014.

64 Case Study 2013.

65 Kazakhstan and Kyrgyzstan: Opportunities..., 1997.

66 Energy Charter Secretariat, 2013a.

67 The World Small Hydropower..., 2016.

68 Стамалиев, 2013; Temiraliev, 2015.

69 Botpaev et al., 2011.

70 Eshchanov et al., 2019.

71 Обозов, Исаев, 2015.

72 The World Small Hydropower..., 2016.

73 Renewable Energy Snapshots, 2014.

74 Karimov et al., 2013.

75 Eshchanov et al., 2019.

В **Туркменистане** потенциал энергии ветра оценивается в 10 000 МВт⁷⁶. Другой источник оценивает валовой потенциал энергии ветра в 500 000 МВт, из которых 10 000 МВт технически осуществимы⁷⁷. Оценка CADGAT составляет 1992 ТВт·ч/год⁷⁸. И. Р. Корпеев оценивает потенциал ветра в 5,5 млрд т условного топлива⁷⁹ – опять же без указания вида топлива.

В **Узбекистане** потенциал энергии ветра оценивается в 1600 МВт⁸⁰. По одной из оценок потенциал составляет более 1 ГВт·ч⁸¹, по другой – до 4652 ГВт·ч⁸². Р. Захидов и М. Кремков оценивают потенциал в более 520 ГВт с 1,07 ГВт·ч годовой выработки⁸³, К. Джорде и А. Бигерт – в 100 МВт и 800 ГВт·ч годовой выработки⁸⁴. Однако оценка CADGAT составляет 1685 ТВт·ч/год⁸⁵.

2.4. Геотермальная энергия

В **Казахстане** оценочный валовой потенциал геотермальной энергии составляет 54 000 ТВт·ч, технический потенциал – 54 ТВт·ч, экономический потенциал – 0,54 ТВт·ч в год⁸⁶. На основании работы Э. Богуславского и др.⁸⁷ извлекаемая энергия из 13 осадочных бассейнов оценивается в 23 460–25 270 ПДж/год⁸⁸.

В **Кыргызстане** геотермальные источники могут потенциально дать 615 ПДжили 170833 ГВт·ч энергии⁸⁹. Хотя на её территории выявлено более 100 месторождений гидроминералов (например, горячие источники), среди геотермальных источников преобладают низкотемпературные (до 55–60°C), а технически и экономически обоснованные потенциалы оцениваются в 170 и 22 ГДж/год⁹⁰ соответственно.

Исследователь И. Норматов⁹¹ предоставляет обширный обзор геотермальных водных ресурсов в **Таджикистане** для более 200 минеральных источников, обсуждая их физико-химический состав и географическое расположение, но не оценивая их энергетический потенциал. Другой источник указывает, что геотермальная энергия в Таджикистане потенциально может производить 45 000 ГВт·ч электроэнергии в год⁹².

Информация по геотермальной энергии в **Туркменистане** отсутствует.

В **Узбекистане** валовой потенциал геотермальной энергии оценивается в 2000 ГВт·ч/год⁹³.

76 The World Small Hydropower, 2016.

77 Balliyev et al., 2009.

78 Eshchanov et al., 2019.

79 Korpeyev, 2007.

80 The World Small Hydropower..., 2016.

81 Avezova et al., 2017.

82 Kochnakyan et al., 2013.

83 Zakhidov, Kremkov, 2015.

84 Jorde and Biegert, 2009a.

85 Eshchanov et al., 2019.

86 Jorde et al., 2009.

87 Boguslavsky et al., 1999.

88 Jóhannesson et al., 2019.

89 Botpaev et al., 2011.

90 Baybagyshov, Degembaeva, 2019; Dikambaev, 2019.

91 Normatov, 2010.

92 Doukas et al., 2012.

93 Jorde and Biegert, 2009a.

2.5. Биоэнергетика

В **Казахстане** биоэнергетический потенциал оценивается в 300 МВт⁹⁴, в то время как потенциал производства электроэнергии за счет биоэнергетики составляет 35 000 ГВт·ч/год, а потенциал производства тепла составляет 44 млн Гкал/год⁹⁵. Другая оценка составляет 2 328 920 ГВт·ч/год от переработки древесных отходов, соломы зерновых культур, отходов крупного рогатого скота и сточных вод⁹⁶. При большом сельскохозяйственном секторе и использовании только 10% сельскохозяйственных отходов существует большой неиспользованный потенциал биоэнергетики⁹⁷. Потенциальная мощность сельскохозяйственных отходов составляет до 35 млрд кВт·ч электроэнергии и 44 млн Гкал тепла⁹⁸.

В **Кыргызстане** биоэнергетический потенциал оценивается, по разным источникам, в 200 МВт⁹⁹, 1300 ГВт·ч¹⁰⁰ или 1,6 млрд м³ биогаза¹⁰¹. Другие источники оценивают потенциал в 53 ПДж или 14 722 ГВт·ч¹⁰². Потенциал сельскохозяйственной биомассы оценивается в 9732 ТДж/год¹⁰³, а энергия лесов и отходов деревообрабатывающей промышленности составляет 2292 ТДж/год¹⁰⁴.

В **Таджикистане** биоэнергетический потенциал оценивается в 300 МВт¹⁰⁵, а источники биоэнергетики могут потенциально производить около 2000 ГВт·ч электроэнергии в год¹⁰⁶.

По **Туркменистану** информация о биоэнергетическом потенциале недоступна.

Самый высокий биоэнергетический потенциал оценивается в **Узбекистане** – в 800 МВт¹⁰⁷ с годовым потенциалом в 1496 ГВт·ч¹⁰⁸ и до 6 млрд м³ биометана¹⁰⁹. Благодаря производству хлопка и наличию более 3 млн т стеблей хлопка в год валовой биоэнергетический потенциал оценивается в 27 000 ГВт·ч/год, а его технический потенциал – в 2000 ГВт·ч/год (из глюкозы и редуцирующих сахаров или биоэтанола)¹¹⁰. Для биогаза, производимого животноводством и птицеводством, городскими сточными водами и другими органическими отходами, технический потенциал оценивается в 8,9 млн м³ или 55,2 ГВт·ч/год¹¹¹.

3. Использование возобновляемых источников энергии

Хотя потенциал ВИЭ высок, масштабы их использования в ЦА незначительны. Информация об установленной мощности в малой гидроэнергетике, солнечной и ветровой энергии и биоэнергетике очень скудна, для геотермальной энергии она и вовсе недоступна. Это создает

94 The World Small Hydropower..., 2016.

95 Karatayev, Clarke, 2014.

96 Jorde et al., 2009.

97 Shadrina, 2020.

98 Energy Charter Secretariat, 2013a.

99 The World Small Hydropower..., 2016.

100 Temiraliev, 2015.

101 Орозалиев, 2013.

102 Botraev et al., 2011; Стамалиев, 2013.

103 Baybagyshow, Degembaeva, 2019; Dikambaev, 2019.

104 Dikambaev, 2019.

105 The World Small Hydropower..., 2016.

106 Doukas et al., 2012.

107 The World Small Hydropower..., 2016.

108 Kochnakyan et al., 2013.

109 Avezova et al., 2017.

110 Jorde and Biegert, 2009a.

111 Jorde and Biegert, 2009a.

проблему для точной оценки прогресса в освоении возобновляемых источников энергии. Тем не менее на национальном уровне некоторый прогресс заметен, при поддержке международных организаций. Казахстан и Узбекистан предприняли попытки реализации проектов по производству электроэнергии в крупном масштабе, Кыргызстан и Таджикистан медленно осваивает ресурсы в ВИЭ, по Туркменистану нет достоверной информации¹¹².

Таблица 2. Использование возобновляемых источников энергии в Центральной Азии

Страна	Малая гидроэнергетика	Солнечная фотоэлектрическая энергия	Энергия ветра	Биоэнергетика
	<i>MВт</i>	<i>MВт</i>	<i>MВт</i>	<i>MВт</i>
Казахстан	225	884	384	8
Кыргызстан	46	незначительный	незначительный	нет данных
Таджикистан	25	незначительный	незначительный	нет данных
Туркменистан	5	незначительный	5	нет данных
Узбекистан	71	незначительный	незначительный	нет данных

Источники данных: 1) Информация по производству... за I полугодие 2020 г. (по малой гидроэнергетике, солнечной энергии, энергии ветра, биоэнергетике в Казахстане); 2) Gassner et al., 2017 (по малой гидроэнергетике в Кыргызстане); 3) The World Small Hydropower..., 2016 (по малой гидроэнергетике в Таджикистане, Туркменистане и Узбекистане); 4) Eshchanov et al., 2019 (по энергии ветра в Туркменистане).

3.1. Малая гидроэнергетика

Установленная мощность малой гидроэнергетики составляет незначительную долю предполагаемого потенциала в ЦА.

В **Казахстане** текущая установленная мощность составляет 224,6 МВт¹¹³. В 2018 г. в Казахстане, впервые в центральноазиатском регионе, были проведены аукционы по развитию энергетики¹¹⁴, в 2018 и 2019 гг. на малую гидроэнергетику на аукционах было выделено 89,08 МВт¹¹⁵. В конце 2019 г. при установленной мощности 222,2 МВт¹¹⁶ малые ГЭС произвели 1105,3 млн кВт·ч электроэнергии¹¹⁷. В I квартале 2020 г. установленная мощность возросла до 224,6 МВт, а произведенная электроэнергия составила 104,55 млн кВт·ч¹¹⁸. В первой половине 2020 г. Министерство энергетики Казахстана сообщило о производстве 331,39 млн кВт·ч¹¹⁹.

В **Кыргызстане** установленная мощность малых ГЭС составляет 45,6 МВт¹²⁰, что соответствует 1,1% от общей мощности гидроэнергетики¹²¹.

В **Таджикистане** установленная мощность малой гидроэнергетики составляет лишь 25 МВт,

112 UNECE Renewable Energy Status Report 2017, табл. 2.

113 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

114 Дятел, 2018; Nabiyeva, 2018.

115 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results, 2020.

116 Приветственное слово министра энергетики РК Н. Ногаева, 2020; Информация по производству... за 2019 г.; Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results, 2020.

117 Информация по производству... за 2019 г.

118 Информация по производству... за I квартал 2020 г.

119 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

120 Gassner et al., 2017.

121 Исаев, Омуралиев, 2017.

т. е. менее 1% от потенциала¹²², а выработка электроэнергии в 2016 г. составила 27,9 млн кВт·ч¹²³. В 2009 г. была принята программа строительства 189 малых ГЭС (общей мощностью 103,6 МВт и производительностью 0,8 ТВт·ч/год), однако по состоянию на 2013 г. в эксплуатацию введена только 51 станция¹²⁴.

В **Туркменистане** установленная мощность малой гидроэнергетики наименьшая среди стран ЦА – 5 МВт, или 0,4% от потенциала.

В **Узбекистане** установленная мощность составляет 71 МВт для ГЭС мощностью до 10 МВт с годовой выработкой электроэнергии 4,6 ТВт·ч¹²⁵.

3.2. Солнечная энергия

В **Казахстане**, по данным Министерства энергетики Казахстана, по состоянию на первое полугодие 2020 г. установленная мощность солнечных электростанций составила 883,6 МВт¹²⁶, в то время как информационно-аналитический журнал Qazaq Solar (2020, № 3) сообщает о 797,6 МВт в I квартале 2020 г.¹²⁷. На конец 2019 г. установленная мощность составила 541,7 МВт¹²⁸, однако Е. Шадрина оценивает установленную солнечную энергию в 209 МВт¹²⁹, тогда как CADGAT сообщает о девяти проектах с 107,1 МВт солнечных фотоэлектрических систем, установленных в 2019 г.¹³⁰. По данным Qazaq Solar (2019, № 1), в 2019 г. в Казахстане был введен в эксплуатацию ряд крупных солнечных электростанций, а именно: «Нургиса» с 100 МВт в Алматинской области, «Жангиз Солар» с 30 МВт в Восточно-Казахстанской области и «Сарань» с 100 МВт, «Агадырь» с 50 МВт и «Гулышат» с 40 МВт в Карагандинской области¹³¹. Кроме того, в 2019 г. действовало 27 солнечных электростанций общей мощностью 449,6 МВт¹³². Введение в строй новых солнечных электростанций позволяет предположить, что оценки, представленные Е. Шадриной и CADGAT, довольно устарели ввиду быстрого развития сектора возобновляемых источников энергии в Казахстане. Ряд других солнечных станций были указаны как строящиеся, а именно: «Шу» с 100 МВт, «Мистраль Энерджи» с 50 МВт, «Шолаккорган» с 50 МВт, «Байконур Солар» с 50 МВт и «Задария» с 14 МВт¹³³. Хотя информация о том, были ли введены в эксплуатацию какие-либо из этих станций, отсутствует, установленная мощность (883,6 МВт), указанная в начале этого раздела, примерно вдвое превышает сумму (449,6 МВт), указанную А. Соспановой¹³⁴, что позволяет предположить, что мощность значительно увеличилась. На аукционах развития энергетики в 2018–2019 гг. было успешно продано 356,5 МВт солнечной энергии¹³⁵. Между тем производство электроэнергии на солнечных электростанциях в 2019 г. составило 563,14 млн кВт·ч¹³⁶, а в I квартале 2020 г. производство составило 196,17 млн кВт·ч¹³⁷, которое увеличилось до 603,41 млн кВт·ч в первом полугодии 2020 г.¹³⁸.

122 The World Small Hydropower..., 2016.

123 Отчет о результатах..., 2018.

124 Energy Charter Secretariat, 2013b.

125 The World Small Hydropower..., 2016.

126 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

127 Информация по производству... за I квартал 2020 г.

128 Приветственное слово министра энергетики РК Н. Ногаева, 2020; Информация по производству... за 2019 г.; Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019.

129 Shadrina, 2020.

130 Eshchanov et al., 2019.

131 Календарь событий солнечной энергетики Казахстана, 2019.

132 Айнура Соспанова, 2019.

133 Шалабаев, 2019.

134 Айнура Соспанова, 2019.

135 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results, 2020.

136 Информация по производству... за 2019 г.

137 Информация по производству... за I квартал 2020 г.

138 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

В **Кыргызстане** крупномасштабная солнечная энергетика отсутствует, но в домохозяйствах используются малые солнечные фотоэлектрические и тепловые установки. CADGAT сообщает о солнечных тепловых коллекторах мощностью 0,5 МВт на коммунальном предприятии «Бишкектеплоэнерго» в г. Бишкеке и 15 единицах домов с солнечными фотоэлектрическими батареями мощностью 300 Вт в отдаленном селе Кен-Суу Джумгалского района Нарынской области¹³⁹. Солнечные батареи мощностью 1,5–3 кВт были установлены в 19 сельских медпунктах по всей стране при поддержке UNIDO (ООН по промышленному развитию), UNDP (Программа развития ООН) и ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения)¹⁴⁰. Один из источников сообщает, что в стране было установлено более 60 000 м² тепловых коллекторов¹⁴¹. Вероятно, в отдаленных сельских районах установлено множество небольших домашних фотоэлектрических систем, но исчерпывающей информации о них нет. Примечательно, что в Кыргызстане производятся плоские солнечные коллекторы, известно, что два промышленных предприятия производили кремний, который используется в фотоэлектрических модулях¹⁴², однако достоверной информации по масштабам таких производств нет.

В **Таджикистане** солнечная энергия остается неразвитой, за исключением небольших фотоэлектрических панелей и домашних солнечных систем, которые предоставляются, в основном, неправительственными организациями для обеспечения домохозяйств в отдаленных районах электрическим освещением. В 2009–2014 гг. в 13 удаленных районов было поставлено 2433 единицы солнечных систем с общей установленной мощностью 88,7 кВт¹⁴³. Никаких крупных солнечных проектов не рассматривалось¹⁴⁴ и, похоже, в ближайшее время не планируется.

Для **Туркменистана** CADGAT сообщает о солнечных опреснительных установках, «солнечных деревнях» во многих местах и возможности производства кремния из каракумских песков для фотоэлектрических преобразователей. Однако информация об установленных мощностях отсутствует¹⁴⁵.

При содействии Азиатского банка развития (АБР) была подготовлена дорожная карта по развитию солнечной энергетике для **Узбекистана**. Инициировано несколько проектов по строительству крупных солнечных фотоэлектрических станций в Сурхандарьинской, Наманганской и Навоийской областях. Были рассмотрены проекты по установке солнечных фотоэлектрических станций мощностью 100 МВт в Самарканде и еще одной солнечной фотоэлектрической станции мощностью 100 МВт в Сурхандарьинской области при содействии АБР, однако впоследствии АБР отменил все солнечные проекты¹⁴⁶. CADGAT сообщает о трех небольших солнечных станциях, установленных в 2016 г.: Бухарско-Кандымская солнечная электростанция (1,2 МВт), Наманганская пилотная солнечная электростанция (0,4 МВт) и Ташкент – Международный институт солнечной энергии (0,2 МВт)¹⁴⁷. По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), в 2018 г. в Узбекистане было установлено 4 МВт мощности, в которых произведено 5 ГВт·ч электроэнергии¹⁴⁸.

139 Eshchanov et al., 2019.

140 The Kyrgyz Republic: Energy Sector Review in 2018.

141 Dikambaev, 2019.

142 Botpaev et al., 2011.

143 The World Small Hydropower..., 2016.

144 Doukas et al., 2012.

145 Eshchanov et al., 2019.

146 Nabiyeva, 2018.

147 Eshchanov et al., 2019.

148 Uzbekistan Renewable Energy Statistical Profile, 2020.

3.3. Энергия ветра

В **Казахстане** установленная мощность ветровых электростанций составила 335,9 МВт в I квартале 2020 г.¹⁴⁹ и увеличилась до 383,9 МВт в первой половине 2020 г.¹⁵⁰ (на конец 2019 г. она составляла 283,8 МВт¹⁵¹). По данным Е. Шадринной, в 2019 г. в эксплуатации находилось 14 ветровых электростанций с общей установленной мощностью 180 МВт¹⁵², в то время как А. Соспанова сообщает о 18 электростанциях с общей мощностью 281,8 МВт¹⁵³. Следует также отметить, что вышеупомянутый аукцион развития энергетики в Казахстане включал 609,84 МВт ветровой энергии¹⁵⁴. При поддержке Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) недалеко от г. Астаны (ныне Нур-Султан) был построен ветроэнергетический парк мощностью 50 МВт. В 2016 г. исследователями М. Каратаевым и М. Кларком сообщалось о строительстве ветровой электростанции в Акмолинской области с установленной мощностью 45 МВт и 172,2 млн кВт·ч годовой выработки¹⁵⁵. По данным CADGAT, с 2012 по 2017 гг. было введено в эксплуатацию 9 ветровых электростанций с суммарной установленной мощностью 134,3 МВт¹⁵⁶. В 2019 г. ветровыми электростанциями выработано 717,4 млн кВт·ч электроэнергии, в I квартале 2020 г. – 247,08 млн кВт·ч, а в первом полугодии 2020 г. – 496,26 млн кВт·ч¹⁵⁷.

Об установленных ветровых электростанциях в **Кыргызстане** в источниках не сообщается.

В 2016 г. при инвестициях международных организаций в двух сельских районах **Таджикистана** было построено 9 ветряных турбин общей установленной мощностью 5,1 кВт¹⁵⁸. По данным на 2019 г., в сельских районах Таджикистана построено 10 небольших ветряных мельниц с совокупной установленной мощностью 100 кВт¹⁵⁹.

По данным CADGAT, в **Туркменистане** есть один ветроэнергетический блок с установленной мощностью 5 МВт для местной школы¹⁶⁰.

При содействии Всемирного банка был разработан атлас ветров **Узбекистана**, и в 2018–2019 гг. на рассмотрении находились инвестиции в пилотную ветровую электростанцию мощностью 750 кВт в Бостанлыкском районе Ташкентской области¹⁶¹, о строительстве которой сообщала CADGAT¹⁶². Планировалось строительство ветровой электростанции мощностью 100 МВт (местонахождение не указано)¹⁶³, но статус этой ветровой электростанции неизвестен. По данным IRENA, в 2018 г. была установлена ветровая турбина мощностью 1 МВт, но данных о годовой выработке не предоставлено¹⁶⁴.

Вполне вероятно, что в странах ЦА еще построены небольшие ветровые установки, но подробной информации об этом нет.

149 Информация по производству... за I квартал 2020 г.

150 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

151 Приветственное слово министра энергетики РК Н. Ногаева, 2020; Информация по производству... за 2019 г.; Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results.

152 Shadrina, 2020.

153 Айнура Соспанова, 2019.

154 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results.

155 Karatayev, Clarke, 2016.

156 Eshchanov et al., 2019.

157 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

158 The World Small Hydropower..., 2016.

159 Eshchanov et al., 2019.

160 Там же.

161 Information digest of press of Uzbekistan # 108. 2017; The development of renewable energy, 2018.

162 Eshchanov et al., 2019.

163 Avezova et al., 2017.

164 Uzbekistan Renewable Energy Statistical Profile, 2020.

3.4. Биоэнергетика

С самого начала следует сказать, что в ЦА твердую биомассу (древесину, солому, стебли хлопка, навоз животных и т. д.) сжигают для приготовления пищи и обогрева в сельской местности, однако достоверная информация об объемах биоэнергии по странам отсутствует. В данной статье представлена информация о коммерческом освоении биомассы, которое отличается от традиционного использования биомассы в домашнем секторе.

В **Казахстане** использование биоэнергии поощряется правительством и международными организациями, но внедрение и освоение идет медленно, в первом полугодии 2020 г. установленная мощность составила 7,82 МВт¹⁶⁵. В 2020 г. Е. Шадрина сообщала о разворачивании производства биотоплива мощностью 1,3 МВт¹⁶⁶, однако А. Соспанова еще год назад насчитывала три биоэнергетические станции с установленной мощностью 2,4 МВт¹⁶⁷. Другие источники также подтверждают 2,4 МВт на конец 2019 г.¹⁶⁸. Биогазовая установка мощностью 360 кВт в Костанайской области, построенная в 2011 г., вырабатывает 3 млн кВт·ч электроэнергии в год¹⁶⁹. Примечательно, что аукционы развития энергетики 2018–2019 гг. включали в себя 15,4 МВт биоэнергетических проектов¹⁷⁰. В 2019 г. количество электроэнергии, произведенной на станциях биоэлектроэнергии, составило 14,9 млн кВт·ч¹⁷¹, в I квартале 2020 г. оно составило 0,62 млн кВт·ч, а в первой половине 2020 г. – 2,5 млн кВт·ч¹⁷².

В **Кыргызстане** ежегодно производимые на фермах 2,5 млн т отходов животноводства можно использовать для производства биогаза (метана) и органических удобрений¹⁷³. Производство биогаза различного масштаба постепенно увеличивалось (60 установок к 2011 г.) за счет доступности сырья и использования технологий для этой цели, чему способствуют некоммерческие и коммерческие организации¹⁷⁴. В настоящее время насчитывается до 100 современных средних (емкость биореактора 20–150 м³) биогазовых установок и около 20 кустарных самодельных биогазовых установок (емкость биореакторов от 3 до 10 м³). По мнению отечественных исследователей, в Кыргызстане за 10–12 лет можно построить до 10 000 фермерских и подсобных биогазовых установок¹⁷⁵.

Информация об установленных мощностях (в энергетическом выражении) в **Таджикистане**, **Туркменистане** и **Узбекистане** недоступна.

4. Перспективы возобновляемых источников энергии

Перспективы развития ВИЭ рассматриваются в положительном ключе, поскольку страны ЦА начинают осознавать необходимость использования ВИЭ для удовлетворения растущего спроса на энергию при одновременном стремлении к устойчивому развитию (например, сокращению выбросов CO²). Наиболее активен в этом отношении Казахстан, но остальные республики также приняли некоторые стратегии и программы для дальнейшего использо-

165 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

166 Shadrina, 2020.

167 Айнур Соспанова, 2019.

168 Приветственное слово министра энергетики РК Н. Ногаева, 2020; Информация по производству... за 2019 г.; Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results.

169 Karatayev, Clarke, 2016.

170 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results.

171 Информация по производству... за 2019 г.

172 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

173 Obozov and Isaev, 2015.

174 Botpaev et al., 2011.

175 Obozov and Isaev, 2015.

вания возобновляемых источников энергии. Однако текущие процессы в этой сфере свидетельствуют о том, что реально достичь поставленных целей может пока только Казахстан, в остальных же странах ЦА намерения могут остаться на бумаге из-за ряда препятствий, обсуждаемых в следующем разделе.

В **Казахстане** в 2009 г. был принят закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии»¹⁷⁶, в который в 2017 г. были внесены поправки, вводящие механизм фиксированных тарифов для аукционных торгов¹⁷⁷. Помимо того, чтобы снизить в экономике долю ископаемых видов топлива, в частности угля (на который приходится более 70% выработки электроэнергии¹⁷⁸), правительство Казахстана в 2013 г. приняло Национальную концепцию перехода к «зеленой» экономике до 2050 года, которая, среди прочего, направлена на увеличение доли ВИЭ в производстве электроэнергии до 3% к 2020 г., до 30% к 2030 г. и до 50% к 2050 г.¹⁷⁹. Были выдвинуты планы построить к 2020 г. 41 малую гидроэлектростанцию общей мощностью 539 МВт¹⁸⁰, где ключевыми факторами коммерческого интереса были «низкая стоимость, надежность и экологичность»¹⁸¹. Казахстан стал первой страной в ЦА, проводящей аукционы по ВИЭ¹⁸², которые поощряют конкуренцию, ведущую к снижению тарифов (например, на 40% для солнечной энергии¹⁸³) и привлечению инвестиций крупных международных банков (например, ЕБРР, АБР) и международных частных компаний¹⁸⁴. В 2018–2019 гг. в аукционах приняли участие 145 компаний из 12 стран – Казахстана, России, Китая, Турции, Нидерландов, Франции, Объединенных Арабских Эмиратов, Болгарии, Италии, Германии, Малайзии и Испании¹⁸⁵. За два года было проведено 28 аукционов на общую сумму 1255 МВт установленной мощности, а общая мощность, успешно выставленная на аукцион, составила 1070,82 МВт, в том числе: ветровая энергия – 609,84 МВт, солнечная энергия – 356,5 МВт, малая гидроэнергетика – 89,08 МВт и биоэнергетика – 15,4 МВт¹⁸⁶. Повышению международного интереса к энергетическому сектору также способствовало проведение выставки EXPO–2017 в г. Астане (ныне Нур-Султан)¹⁸⁷. Однако, как отмечает Е. Шадрина, реализация программ и стратегий возобновляемых источников энергии отстает¹⁸⁸, поскольку «объекты ВИЭ отличаются нестабильностью генерации, есть проблемы обеспечения баланса мощностей в энергосистеме и интеграции в электрические сети»¹⁸⁹, а цель выработки 3% из возобновляемых источников энергии к 2020 г. не была достигнута (к концу 2019 г. доля производства электроэнергии из возобновляемых источников составила 2,3% (2400 млн кВтч) за счет увеличения выработки на 77% по сравнению с 2018 г.)¹⁹⁰. Так, общая установленная мощность ВИЭ на первое полугодие 2020 г. составила 1500 МВт¹⁹¹ (с 1414 МВт на I квартал 2020 г.¹⁹²) вместо ожидаемых 1660 МВт, которые были определены для достижения к концу года целевого показателя в 3%. Фактическая установленная мощность ВИЭ на конец 2020 г. достигла лишь 1634,7 МВт¹⁹³.

176 Айнуур Соспанова, 2019; Закон РК № 165-IV от 4.07.2009 г.

177 Кажиев, 2020.

178 Молдабаев, 2020.

179 Karatajev, Clarke, 2014. Заметим, что цель увеличить производство электроэнергии на 50% до 2050 г. включает также ядерную энергетику.

180 The World Small Hydropower..., 2016.

181 Karatajev, Clarke, 2016, с. 498.

182 Дятел, 2018; Nabiyeva, 2018.

183 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results.

184 Айнуур Соспанова, 2019, с. 11.

185 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results.

186 Там же.

187 Айнуур Соспанова, 2019.

188 Shadrina, 2020.

189 Приветственное слово министра энергетики РК К. Бозумбаева, 2019.

190 Приветственное слово министра энергетики РК Н. Ногаева, 2020.

191 Информация по производству... за 1 полугодие 2020 г.

192 Информация по производству... за I квартал 2020 г.

193 Информация по производству... за 2020 г.

Тем не менее, принимая во внимание активное внедрение ВИЭ, которому способствуют аукционы, в дальнейшем поставленные цели могут быть достижимы. Например, «к 2025 г. общая установленная мощность, как ожидается, составит не менее 3000 МВт, поскольку уже подписаны соглашения о покупке электроэнергии с покупателем (РФЦ)¹⁹⁴ на 2600 МВт и двусторонние соглашения на 190 МВт, а также соглашения еще на 210 МВт в процессе»¹⁹⁵. Также стоит отметить, что заявок было в 3,4 раза больше в 2018 г. и в 3,2 раза в 2019 г., чем выставленная на аукцион мощность, а это означает, что спрос на разработку превысил предложение выставленной на аукцион мощности, демонстрируя, таким образом, позитивный взгляд на внедрение ВИЭ¹⁹⁶. Однако имеют место и скептические прогнозы, согласно которым доля ВИЭ в общей выработке энергии в Казахстане составит 4,3% к 2025 г., не достигнув 6%¹⁹⁷.

На стратегическом уровне в **Кыргызстане** были разработаны Национальная стратегия развития до 2040 года, Стратегия устойчивого развития до 2040 года и Концепция «зеленой» экономики; однако в них не хватает конкретной информации в отношении целей, измерений, результатов, бюджета и обязанностей соответствующих структур, что препятствует их реализации¹⁹⁸. Закон «О возобновляемых источниках энергии», принятый в 2008 г., создал законодательную базу для «зеленых» тарифов на возобновляемую энергию¹⁹⁹. Тарифы рассчитаны на возмещение и покрытие инвестиционных затрат на срок до восьми лет. Однако закон еще не реализован в полной мере, а несколько подзаконных актов, например, об определении расчета и тарифов, всё еще находятся в стадии разработки и обсуждения на уровне правительства.

Наряду с тем, что Кыргызстан уделяет особое внимание крупным ГЭС, в период с 2010 по 2025 гг. запланировано строительство и реконструкция 132 малых ГЭС общей мощностью 275 МВт²⁰⁰. В 2008 г. планировалось реконструировать 24 станции (200 МВт)²⁰¹. По мнению исследователей Р. Исаева и А. Толомушева, в республике можно построить 92 новые малые ГЭС общей мощностью 178 МВт и среднегодовой выработкой до 1 млрд кВт·ч электроэнергии. Кроме того, на ирригационных водохранилищах возможно строительство семи ГЭС с установленной мощностью 75 МВт и среднегодовой выработкой электроэнергии около 220 млн кВт·ч. Эти станции будут выполнять важную роль в электроснабжении отдаленных населенных пунктов в горных и сельских районах с развитой гидрографической сетью. Удельные затраты на строительство новых малых ГЭС во многом зависят от расположения станции и производителей оборудования и составляют 800–1500 долларов США.

Стоимость производства электроэнергии на реконструируемых малых ГЭС составит 2–8 центов за кВт·ч, на новых построенных малых ГЭС – 3,5–3,6 цента за кВт·ч, на малых гидроэлектростанциях с оросительными водохранилищами – 0,6–1,1 цента за кВт·ч²⁰². В исследовании, проведенном UNDP (Региональным бюро ПРООН для Европы и СНГ), затраты на производство возобновляемой энергии оцениваются в 19 центов за кВт·ч для малых ГЭС, в 21 цент за кВт·ч для энергии ветра и биоэнергии, в 24 цента за кВт·ч для геотермальной энергии и в 32 цента за кВт·ч для солнечной энергии²⁰³. Чтобы сделать производство электроэнергии из возоб-

194 Расчетно-финансовый центр по поддержке возобновляемых источников энергии (РФЦ) осуществляет централизованную куплю-продажу электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников энергии и поставленной в электрические сети единой электроэнергетической системы Казахстана (Financial Settlement Center of Renewable Energy LLP, 2019).

195 Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results, p. 4.

196 Там же.

197 Молдабаев, 2020.

198 Shadrina, 2020.

199 Закон КР от 31 декабря 2008 г. № 283.

200 The World Small Hydropower..., 2016.

201 Байм, 2008.

202 Isaev, Tolomushev, 2016.

203 Slay, 2011.

новляемых источников конкурентоспособным, требуются тарифы для специфических технологий и увеличение частных инвестиций, поскольку текущий тариф на электроэнергию (1 цент за кВт·ч) значительно ниже предполагаемых инвестиционных затрат.

Для условий Кыргызстана наиболее перспективными сферами применения ВИЭ можно считать объекты, расположенные в отдаленных горных и сельских районах, не имеющих централизованного энергоснабжения. Наиболее технически подготовленными к широкому практическому применению являются развитие теплоснабжения за счет солнечной радиации, биогазовые технологии и электроснабжение, основанное на использовании энергии ветра, малых рек и солнечных фотоэлектрических станций.

По мнению ряда исследователей, промышленные предприятия Кыргызстана могут производить (с годовым приростом 10–15%): солнечные коллекторы – 100–150 тыс. м²/год; микрогидроэлектростанции – 2–2,5 МВт/год; ветровые станции – 250–300 кВт/год; фотоэлектрические преобразователи на существующей базе – до 2–3 МВт/год; биогазовые установки – 70–100 млн м³/год²⁰⁴.

В **Таджикистане** разработано несколько ключевых стратегических документов развития страны, таких как Национальная стратегия развития до 2030 года, Программа среднесрочного развития на 2016–2020 годы, Генеральный план развития энергетического сектора и Концепция перехода к устойчивому развитию до 2022 года; однако, несмотря на признание диверсификации источников энергии, они сосредоточены главным образом на гидроэнергетике, лишь вскользь упоминая энергию солнца, ветра, биомассы и биогаза, к тому же отдельные несоответствия между документами являются серьезным недостатком²⁰⁵. Тем не менее Таджикистан рассматривает и другие ВИЭ, особенно малую гидроэнергетику. Еще в 2007 г. была принята Специальная программа использования ВИЭ в Таджикистане на 2007–2015 годы, которая ввела комплекс мер по более широкому использованию ВИЭ: солнца, ветра, биомассы, малых ГЭС и геотермальных электростанций²⁰⁶. В 2010 г. был принят закон «Об использовании возобновляемых источников энергии», за которым последовал ряд подзаконных актов, регулирующих вопросы подключения к сети, измерения, передачи, налоговых льгот и тарифов²⁰⁷. Согласно Долгосрочной программе строительства малых ГЭС на 2009–2020 годы, в обозначенный период должны быть построены 189 станций общей мощностью 103,18 МВт и производительностью 0,8 ТВт·ч/год²⁰⁸. Однако к 2016 г. была введена в эксплуатацию только 41 станция, 20 находились в стадии строительства, а остальные 128 не были введены в эксплуатацию по неизвестным причинам²⁰⁹. Министерство энергетики и водных ресурсов РТ и АБР провели технико-экономическое обоснование установки солнечных панелей в 138 отдаленных сельских поселениях, однако планы по солнечной, ветровой, геотермальной и биоэнергетике еще предстоит разработать²¹⁰.

По **Туркменистану** перспективы развития ВИЭ оценить довольно сложно в связи с отсутствием информации и поддерживающей политики²¹¹. Тем не менее в Национальной программе социально-экономического развития на 2011–2030 годы уделяется внимание диверсификации энергетики, однако в документе не достает действенных мер или распределения

204 Obozov et al., 2013.

205 Shadrina, 2020.

206 Energy Charter Secretariat, 2013b.

207 Там же.

208 Doukas et al., 2012; Energy Charter Secretariat, 2013b.

209 Energy Charter Secretariat, 2013b.

210 The World Small Hydropower..., 2016.

211 Eshchanov et al., 2019.

ответственности между соответствующими структурами за ее реализацию²¹². Было озвучено предложение о создании девяти малых ГЭС с потенциальной мощностью около 57 МВт, однако данная инициатива не получила дальнейшего развития²¹³.

В конце января 2022 г. **Узбекистаном** принята Стратегия развития Нового Узбекистана на период 2022–2026 годы. Она разработана в продолжение предыдущего программного документа – Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития на 2017–2021 годы. В новой Стратегии конкретное внимание уделяется развитию ВИЭ и разработке проектов перехода к «зеленой» экономике²¹⁴. В 2019 г. был принят Закон «О возобновляемых источниках энергии», в котором определяется государственная поддержка сектора ВИЭ, однако в нем отсутствует подробная информация о видах поддержки и связанных с ней процедурах²¹⁵. До этого закона правовая сторона в данной сфере была представлена, в основном, решениями высокого уровня по продвижению использования ВИЭ²¹⁶. При Министерстве экономики РУ создана Республиканская комиссия по энергоэффективности и развитию ВИЭ. Международный институт солнечной энергии в Ташкенте, созданный в 2012 г. при поддержке АБР, получил значительные полномочия по изучению возможности использования ВИЭ и разработке технологий. Более широкому использованию ВИЭ способствует ряд принятых документов: Указ президента РУ «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» от 1 марта 2013 г., Указ президента РУ «О Программе мероприятий по снижению энергопотребления, внедрению энергосберегающих технологий в промышленности и социальной сфере на 2015–2019 годы» от 5 мая 2015 г., Постановление правительства РУ «О мерах по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, энергоэффективности в секторах экономики и социальной сфере на 2017–2021 годы»²¹⁷. В период с 2016 по 2020 гг. планировалось построить четыре новые малые ГЭС общей мощностью 23,5 МВт и реконструировать 11 станций (мощность не указана)²¹⁸. Ожидается, что доля ВИЭ увеличится с 13 до 20% к 2025 г. и до 25% к 2030 г. за счет строительства 5 ГВт солнечных фотоэлектрических и 3 ГВт ветровых электростанций²¹⁹. Однако статус реализации этих проектов остается неизвестным.

С целью замещения более 5–6 млрд м³ природного газа в год доля ВИЭ, по прогнозам ряда экспертов, достигнет 19–23%, что в основном ожидается от использования солнечной энергии²²⁰. В 2017 г. было заявлено об установке в срок до 2021 г. пяти солнечных станций мощностью 100 МВт²²¹. Строительство этих пяти станций в Самаркандской, Сурхандарьинской, Кашкадарьинской, Навоийской и Наманганской областях было запланировано государственной энергетической компанией «Узбекэнерго» за счет кредитов АБР²²². В 2018 г. сделано еще одно объявление о строительстве серии крупных солнечных фотоэлектрических станций общей мощностью 1 ГВт и стоимостью 1,3 млрд долларов США²²³. В 2019 г. был обнародован проект инвестиционного документа, в котором предложены планы ветровых электростанций установленной мощностью 500 МВт в сотрудничестве с компанией из Абу-Даби²²⁴. Существует также сценарий, в котором «установленная мощность может достичь 3 ГВт в 2030 г.: с генерированием 5 ТВт·ч и годовым доходом около 50 млн долларов США, созданием 2700

212 Shadrina, 2020.

213 См.: Доклад ЕЭК ООН, 2015.

214 Указ Президента РУ от 29 января 2022 г.

215 Унербаева, 2020.

216 Там же.

217 Information digest of press of Uzbekistan # 108. 2017.

218 The World Small Hydropower..., 2016.

219 Арзуманян, 2020.

220 Avezova et al., 2017.

221 Nabiyeva, 2018.

222 Eshchanov et al., 2019.

223 Eshchanov et al., 2019.

224 Uzbekistan intends to build..., 2019.

прямых рабочих мест и потребностью в 900 млн долларов США ежегодных инвестиций», в то время как совокупные инвестиции оцениваются примерно в 7 млрд долларов США²²⁵. Более того, согласно «Государственному плану действий по возобновляемым источникам энергии» 810 проектов на сумму 5,3 млрд долларов США должны быть реализованы до 2025 г., что увеличит долю солнечной и ветровой энергии с 1% до 2,3% и 1,3% соответственно и установит конкретные целевые показатели по солнечной фотоэлектрической энергии на уровне 100 МВт в 2018 г., 200 МВт в 2019 г., 300 МВт в 2021 г. и 450 МВт в 2025 г.²²⁶. Однако единственным заметным прогрессом, по-видимому, является строительство ветряной электростанции мощностью 100 МВт в Навоийской области, в то время как три из пяти солнечных проектов были отложены и никаких свидетельств реализации крупномасштабных проектов в области ВИЭ нет²²⁷.

5. Препятствия на пути развития возобновляемых источников энергии

Барьеры, стоящие на пути развития ВИЭ в ЦА, обсуждались в ряде публикаций, на основе которых мы приводим сводные данные в таблице 3. Примечательно, что основные категории проблем не сильно изменились за последние два десятилетия, когда исследователь Джиоти Пайнули выявил препятствия на пути внедрения ВИЭ, такие как: сбой рыночного механизма, рыночные перекосы, экономические и финансовые препятствия, институциональные барьеры, технические препятствия и социальные барьеры²²⁸. Конечно, некоторый прогресс был достигнут, о чем говорилось выше, в отношении использования, а также политики и планов.

Хотя все эти категории важно учитывать, мы подчеркиваем важную проблему, которая упускается из виду в других исследованиях, а именно: ограниченная доступность точных данных и информации о ВИЭ, за заметным исключением малой гидроэнергетики. Как показано выше в разделах о потенциале и использовании, оценки различаются в зависимости от исследований, поскольку методы, лежащие в основе этих цифр, четко не указаны. Очевидно, что оценка общей, технической и экономической осуществимости требует больших затрат, однако без точной информации оценка может привести к неоптимальным решениям и растрате ценных ресурсов. Качество и уровень детализации информации об экологических, социальных и управленческих возможностях и рисках создают дополнительные проблемы для обновления в ВИЭ. Существует острая необходимость в исследованиях инновационных технологий использования ВИЭ, особенно в связи с тем, что страны ЦА продвигаются к внедрению таких технологий, которые должны быть адаптированы к местным условиям. Более того, мониторинг и последующие меры по планам использования ВИЭ и их реализации необходимы для обеспечения того, чтобы проекты выполнялись соответствующим образом и любые препятствия устранялись вовремя, чтобы они не ставили под угрозу усилия по внедрению технологий.

Чтобы преодолеть эти барьеры, правительства стран ЦА могут начать с признания существования таких препятствий и принятия мер по их устранению. По сути, каждый описанный барьер также указывает на способы его устранения. Другими словами, правительства

225 Avezova et al., 2017, p. 46.

226 Nabyeva, 2018.

227 Eshchanov et al., 2019.

228 Painuly, 2001.

и соответствующие заинтересованные стороны могут рассмотреть возможность устранения барьеров, представленных в таблице 3, поскольку каждый пункт отражает области, в которых следует разработать или улучшить политику. Например, в разделе «Данные и информация» необходимо сочетание политики, инвестиций, технологий и усилий по наращиванию потенциала для систематического сбора, обработки, анализа и предоставления данных в доступном формате. Что еще более важно, каждый пункт следует рассматривать не изолированно, а в отношении к другим областям, потому что многие препятствия взаимосвязаны и, следовательно, для эффективного их преодоления необходим синергетический подход. Такой системный подход требует работы внутри и между секторами, от энергетики до воды, от финансов до образования, и это лишь некоторые из них. Устранение обозначенных барьеров поможет странам ЦА достичь более высокого уровня энергетической безопасности за счет диверсификации источников энергии, предоставления доступа к ним большему количеству людей и экологизации энергоснабжения.

Таблица 3. Барьеры на пути к возобновляемой энергии в Центральной Азии

Область	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Нормативно-правовая база	<p>Продолжается поддержка ископаемого топлива для внутренних поставок и экспорта.</p> <p>Отсутствует регулирование технических спецификаций.</p> <p>Частые изменения законодательства отпугивают инвесторов.</p> <p>Институциональные инвесторы не имеют полномочий на «зеленые» или ответственные инвестиции.</p> <p>Медленный переход от политических идей к действию.</p>	<p>Отсутствие четких рамочных условий для инвесторов и четких правил и правоприменения.</p> <p>Отсутствие ответственного госоргана и разделения функций между заинтересованными сторонами.</p> <p>Отсутствие измеримых и привязанных к срокам целей.</p> <p>Чрезмерный упор на крупномасштабную гидроэнергетику.</p> <p>Монополию в генерации и передаче еще предстоит реструктурировать.</p>	<p>Неопределенность в отношении участия частного сектора, независимых производителей электроэнергии в соответствии с нормативно-правовой базой.</p> <p>Несоответствие в разработке и принятии нормативно-правовой базы.</p> <p>Перекрывающиеся и нечеткие роли и обязанности различных учреждений.</p> <p>Чрезмерный упор на крупномасштабную гидроэнергетику при недостаточном учете других источников возобновляемой энергии.</p> <p>Монополия на энергетическом рынке, а разделение государственной электроэнергетической компании еще не реализовано</p>	<p>Отсутствие нормативной базы по ВИЭ.</p> <p>Отсутствие стратегии / дорожной карты по развитию источников возобновляемой энергии.</p> <p>Отсутствие промежуточных действий с измеримыми целями.</p> <p>Отсутствие ответственного органа.</p> <p>Отсутствие реального рынка энергии из-за вертикально интегрированного производства, передачи и распределения электроэнергии одной монополистической государственной компанией.</p> <p>Отсутствие надлежащего управления, прозрачности и подотчетности во всех учреждениях энергетического сектора</p>	<p>Отсутствие долгосрочной стратегии развития.</p> <p>Отсутствие полезных ориентиров.</p> <p>Закон о ВИЭ принят недавно, но нормативно-правовая база еще не сформирована.</p> <p>Монополия государственной электроэнергетической компании еще не разделена.</p>
Инфраструктура	<p>Проблема транспортировки электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников, по системе передачи и в центры потребления страны.</p> <p>Отсутствие технических требований по интеграции объектов ВИЭ в сеть и стандартов на оборудование ВИЭ.</p>	<p>Устаревшая и перегруженная энергетическая инфраструктура.</p> <p>Сложный горный рельеф и отсутствие дорог для транспортировки оборудования, например, для крупных ветроэлектростанций.</p>	<p>Ветхая энергетическая инфраструктура.</p> <p>Сложный горный рельеф и отсутствие дорог для транспортировки оборудования, например, для крупных ветроэлектростанций.</p>	Нет информации.	Устаревшая энергетическая инфраструктура.
Финансы	<p>Девальвация/обесценение местной валюты по сравнению с долларом США.</p> <p>Отсутствие финансирования научных исследований в области ВИЭ.</p> <p>Высокие капитальные затраты на новое оборудование ВИЭ.</p>	<p>Низкие цены на традиционную энергию.</p> <p>Низкие тарифы на электроэнергию.</p> <p>Отсутствие финансовых ресурсов и низкая финансовая поддержка со стороны государства.</p>	<p>Низкие тарифы на электроэнергию ниже окупаемости в сочетании с экономическими потерями из-за неоплаты счетов за электроэнергию.</p> <p>Отсутствие финансирования и механизма управления средствами.</p>	Из-за существующих бесплатных квот на коммунальные услуги вложение инвестиций в ВИЭ частными компаниями не преследуется и не поощряется.	<p>Отсутствие финансирования и инвестиций в энергетический сектор.</p> <p>Низкие цены на электроэнергию.</p>

Область	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан
Квалификация кадров	Отсутствие повышения потенциала и профессионального развития. Отсутствие квалифицированного персонала для разработки, проектирования, финансирования, строительства, эксплуатации и обслуживания проектов в области ВИЭ. Изменение надзора за энергетическим сектором, ведущее к потере институциональной памяти.	Необходимо улучшение технического потенциала для местных компаний по строительству и обслуживанию. Отсутствие квалифицированных специалистов.	Отсутствие местного опыта в разработке проектов и обслуживании станций/оборудования. Отсутствие институционального потенциала для выполнения нормативных требований.	Нет информации.	Отсутствие кадровых ресурсов, владеющих технологиями ВИЭ.
Осведомленность и государственная поддержка	Растущее понимание роли ВИЭ на политическом уровне, но недостаточное на уровне населения.	Низкая осведомленность населения, государственных органов, организаций и учреждений о преимуществах ВИЭ	Недостаточная осведомленность о потенциальном значении технологий ВИЭ для улучшения энергетической безопасности.	Нет информации.	Отсутствие четких механизмов поддержки развития ВИЭ.
Данные и информация	Отсутствие актуальных, подробных и надежных исследований валового, технического и экономического потенциала ВИЭ, а также прогноза потребления ВИЭ. Отсутствие качества и уровня детализации информации об экологических, социальных и управленческих возможностях и рисках. Отсутствие исследований инновационных технологий ВИЭ. Отсутствие мониторинга и контроля за планами и реализацией ВИЭ.				

Источники данных: Dikambaev, 2019; Energy Charter Secretariat, 2013a, 2013b; Karatayev et al., 2016; Karatayev and Clarke, 2014; Kashkinbekov, 2017; Сайт Ассоциации ВИЭ «Qazaq Green», 2020; Shadrina, 2020; The World Small Hydropower..., 2016.

6. Заключение

В данной статье представлен краткий, но в то же время всеобъемлющий обзор потенциала, использования, перспектив и препятствий на пути к возобновляемым источникам энергии, включая малую гидроэнергетику, солнечную, ветровую, геотермальную и биоэнергетику, для пяти центральноазиатских стран: Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана. Оценки потенциала маломасштабной гидроэнергетики варьируются от 275 до 30 000 МВт, солнечной энергии – от 195 000 до 3 760 000 МВт, энергии ветра – от 1500 до 354 000 МВт, геотермальной энергии – от 2 до 54 000 МВт и биоэнергетики – от 200 до 800 МВт. Несмотря на то, что, по оценкам экспертов, в регионе имеется значительный потенциал возобновляемых источников энергии, его использование существенно отстает (например, всего 5–225 МВт в малой гидроэнергетике в пяти странах).

Из всех стран Казахстан имеет наивысшие темпы роста использования возобновляемых источников энергии, особенно крупномасштабных солнечных фотоэлектрических (>800 МВт) и ветровых (>300 МВт) установок, с участием международных частных компаний. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в странах ЦА в основном положительные (за исключением Туркменистана). Казахстан лидирует в согласовании политики и реализации, в то время как Кыргызстан и Таджикистан разработали некоторые законодательные (и нормативные) основы для внедрения возобновляемых источников энергии, а Узбекистан сделал первый шаг в этом направлении, недавно приняв закон о возобновляемых источниках энергии.

Вместе с тем разворачиванию возобновляемых источников энергии в регионе препятствуют существующие барьеры в нормативно-правовой базе, инфраструктуре, финансах, кадрах, осведомленности и поддержке, а также доступности данных и информации. Эти препятствия взаимосвязаны, и поэтому для их эффективного преодоления необходим системный подход, охватывающий все секторальные подразделения. В конечном счете, развитие возобновляемых источников энергии в центральноазиатском регионе является насущным требованием для удовлетворения спроса на энергию в растущем жилом и коммерческом секторах и во избежание значительного воздействия на окружающую среду.

Основываясь на обзоре, представленном в данной статье, следующим важным шагом для исследования будет более подробное изучение технологий возобновляемых источников энергии, используемых в каждой из рассматриваемых нами стран, критическая оценка эффективности этих технологий во всех типах систем преобразования возобновляемой энергии, наряду с оценкой потенциала и возможностей для местного производства оборудования. Это может помочь специалистам, принимающим решения, в каждой стране выбрать наиболее оптимальные технологии. Еще одним интересным направлением для будущих исследований может стать использование научных работ о региональном сотрудничестве, особенно по водно-энергетической взаимосвязи в ЦА-регионе (например, Menga, 2018) для выявления взаимовыгодных договоренностей в торговле возобновляемыми источниками энергии между странами. В этом отношении изучение опыта других стран и регионов (например, Murshed, 2021) может дать ценную информацию о том, какие механизмы следует адаптировать, а каких следует избегать. Поскольку в ближайшие 5–10 лет начнется внедрение разнообразных возобновляемых источников энергии, будут весьма уместны дальнейшие исследования для оценки воздействия этих разработок на энергетические потребности, экологические показатели и социально-экономическое благополучие каждой страны.

Библиография

1. Айнуp Соспанова: Принятие в Казахстане закона о ВИЭ стало ключевым событием десятилетия // Qazaq Solar. 2019. № 1. P. 10–14.
2. Арзуманян А. USAID поддерживает развитие возобновляемой энергетики в Центральной Азии // Qazaq Solar. 2020. № 3. С. 26–34.
3. Баум Л. Энергетика Кыргызской Республики: современное состояние, проблемы и реформы // Центральная Азия и Кавказ. 2008. № 6(60). С. 101–112.
4. Доклад ЕЭК ООН о состоянии возобновляемой энергетики 2015 / REN 21. С. 130 // URL: https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/gere/publ/2015/REN21_UNECE_Status_Russian.pdf.
5. Дятел Т. «Хевел» нашел солнце в Казахстане (19.10.2018) // URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3773720>.
6. Закон КР «О возобновляемых источниках энергии» от 31 декабря 2008 г. № 283 (по сост. на 24.07.2019 г.) / Министерство юстиции КР // URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30375721.
7. Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 г. № 165-IV ЗРК (по сост. на 07.03.2022 г.) // URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30445263&pos=463;-60#pos=463;-60.
8. Информация по производству электрической энергии объектами ВИЭ за 2019 год // Qazaq Solar. 2020. № 2. С. 8.
9. Информация по производству электрической энергии объектами ВИЭ за I квартал 2020 год // Qazaq Solar. 2020. № 3. С. 18.
10. Информация по производству электрической энергии объектами ВИЭ за 1 полугодие 2020 года / Министерство энергетики Казахстана (03 августа 2020) // URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/54280?lang=ru>.
11. Информация по производству электрической энергии объектами ВИЭ за 2020 год / Министерство энергетики Казахстана (10 февраля 2021) // URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/128245?lang=ru>.
12. Исаев Р. Э., Омуралиев А. М. Новые энергетические технологии на основе возобновляемых источников энергии // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. Бишкек, 2017. № 3 (43). С. 266–274.
13. Исаев Р. Э., Толмушев А. Э. Потенциал и ресурсы возобновляемых источников энергии в Кыргызской Республике и проблемы их освоения // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. Бишкек, 2016. № 3 (39). Ч. II. P. 112–119.
14. Кажиев Б. Эволюция механизмов поддержки использования возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан // Qazaq Solar. 2020. № 2. С. 12–16.

15. Календарь событий солнечной энергетики Казахстана: Открытие солнечных станций // Qazaq Solar. 2019. № 1. Р. 8.
16. Молдабаев К. Особенности балансирования энергосистемы Казахстана с ростом ВИЭ: в поисках путей решения // Qazaq Solar. 2020. № 2. Р. 18–29.
17. Обозов А. Дж., Исаев Р. Э. Потенциал использования возобновляемых источников энергии для диверсификации топливно-энергетического комплекса Кыргызстана // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. Ташкент, 2015. № 1–2. С. 217–221.
18. Орозалиев Р. Развитие возобновляемых источников энергии [Презентация] / Министерство энергетики и промышленности КР. Бангкок, 2013.
19. Отчет о результатах единовременного выборочного обследования «О состоянии энергетического хозяйства и эффективности его использования в 2016 году» (Results of one-off sample survey on «The state of the energy facilities and efficiency of use in 2016») / Агентство по статистике при президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2018.
20. Приветственное слово министра энергетики Республики Казахстан Каната Бозумбаева // Qazaq Solar. 2019. № 1. С. 5.
21. Приветственное слово министра энергетики Республики Казахстан Нурлана Ногаева // Qazaq Solar. 2020. № 2. С. 5.
22. Сайт Ассоциации ВИЭ «Qazaq Green» (2020) // URL: <https://spaq.kz/eng/zhurnal-qazaq-solar>.
23. Стамалиев А. Развитие сектора возобновляемой энергетики в Кыргызской Республике. Алматы, 2013 // URL: <https://docplayer.com/31314745-Razvitie-sektora-vozobnovlyaemoy-energetiki-v-kyrgyzskoy-respublike.html>.
24. Указ Президента РУ «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» от 29 января 2022 г. // URL: <https://yuz.uz/ru/news/2022-2026-yillarga-moljallangan-yangi-ozbekistonning-taraqqiyot-strategiyasi-togrisida>.
25. Унербаева А. 10 фактов о возобновляемых источниках энергии в Узбекистане // Qazaq Solar. 2020. № 3. С. 56–59 // URL: <https://qazaqgreen.kz/uploads/8Ahg6R1alq.pdf>.
26. Шалабаев Т. Солнце бьет по ценам // Qazaq Solar. 2019. № 1. Р. 26–33.
27. Ahmed S., Mahmood A., Hasan A., Sidhu G. A. S., Butt M. F. U. A comparative review of China, India and Pakistan renewable energy sectors and sharing opportunities // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. May. Vol. 57. P. 216–225 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.191>.
28. Aliyu A. K., Modu B., Chee Wei Tan. A review of renewable energy development in Africa: A focus in South Africa, Egypt and Nigeria // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. January. Vol. 81. Part 2. P. 2502–2518 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.055>.
29. Amuzu-Sefordzi B., Martinus K., Tschakert P., Wills R.. Disruptive innovations and decentralized renewable energy systems in Africa: A socio-technical review // Energy Research & Social Science. 2018. December. Vol. 46. P. 140–154 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.014>.

30. Andreenkov E., Shunaev S., Saforzoda A. H. Prospect of Using Solar Power Generation in Territory of Tajikistan // Presented at the International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), IEEE, Sochi, Russia, 2019. P. 1–5 // URL: <https://doi.org/10.1109/ICIEAM.2019.8742993>.
31. Angheluta S. P., Burlacu S., Diaconu A., Curea C. S. The Energy from Renewable Sources in the European Union: Achieving the Goals // European Journal of Sustainable Development. 2019. Vol. 8. № 5. P. 57–65 // URL: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n5p57>.
32. Avezova N., Khaitmukhamedov A., Vokhidov A. Uzbekistan renewable energy short overview: Programs and prospects // IJESG. 2017. Vol. 2. P. 43–46. // URL: <https://doi.org/10.23884/IJESG.2017.2.2.03>.
33. Balliyev K., Jorde K., Biegert A., Country Chapter: Republic of Turkmenistan. Regional Reports on Renewable Energies. 30 Country Analyses on Potentials and Markets in West Africa (17), East Africa (5), Central Asia (8) / Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GtZ) (Ed.). Frankfurt/Eschborn, Germany. 2009. P. 155–170.
34. Baybagyshov E., Degembaeva N. Analysis of usage of the renewable energy in Kyrgyzstan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 249 // URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/249/1/012021>.
35. Bersalli G., Menanteau P., El-Methni J. Renewable energy policy effectiveness: A panel data analysis across Europe and Latin America // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2020. Vol. 133 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110351>.
36. Boguslavsky E., Vainblat A., Daukeev G., Movchan I., Pevzner L., Smyslov A., Khakhaev B. Geothermal resources of sedimentary basins in the Republic of Kazakhstan // Bulletin d'Hydrogéologie. 1999. Vol. 17. P. 123–131.
37. Botpaev R., Budig C., Orozaliev J., Vajen K., Akparaliev R., Omorov A., Obozov A. Renewable Energy in Kyrgyzstan: State, Policy and Educational System // Presented at the ISES Solar World Congress 2011 / International Solar Energy Society. Kassel, Germany, 2011. P. 1–9 // URL: <https://doi.org/10.18086/swc.2011.12.01>.
38. Brunet C., Savadogo O., Baptiste P., Bouchard M. A. Shedding some light on photovoltaic solar energy in Africa – A literature review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2018. Vol. 96. P. 325–342 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.004>.
39. Bugaje I. M. Renewable energy for sustainable development in Africa: a review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2006. Vol. 10. P. 603–612 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2004.11.002>.
40. Case Study 2013: Wind Atlas of Kazakhstan / IRENA. Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2013.
41. Chen W.-M., Kim H., Yamaguchi H. Renewable energy in eastern Asia: Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan // Energy Policy. 2014. Vol. 74. P. 319–329 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.019>.

42. Dikambaev S. Draft National Sustainable Energy Action Plan of the Kyrgyz Republic / UNECE. Bishkek, 2019.
43. Doukas H., Marinakis V., Karakosta C., Psarras J., Promoting renewables in the energy sector of Tajikistan // Renewable Energy. 2012. Vol. 39. P. 411–418 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.09.007>.
44. Energy Charter Secretariat. Investment Climate and Market Structure Review in the Energy Sector of Kazakhstan (Organization report) / Energy Charter Secretariat. Brussels, 2013a.
45. Energy Charter Secretariat. In-Depth Energy Efficiency Review: Tajikistan / Energy Charter Secretariat. Brussels, 2013b.
46. Erdiwansyah, Mamat R., Sani M. S. M., Sudhakar K. Renewable energy in Southeast Asia: Policies and recommendations // Science of The Total Environment. 2019. Vol. 670. P. 1095–1102 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.273>.
47. Eshchanov B., Abylkasymova A., Aminjonov F., Moldokanov D., Overland I., Vakulchuk R. Renewable Energy Policies of the Central Asian Countries / Central Asia Regional Data Review. 2019. Vol. 16. P. 1–4 // URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16609.56166/1>.
48. Financial Settlement Center of Renewable Energy LLP: About us (2019) // URL: <https://rfc.kegoc.kz/en/about>.
49. Gassner K., Merle-Beral E., Terenteva O., Rosenthal N., Hankinson D. Small Hydro Power Plant in the Kyrgyz Republic: Assessment of Potential and Development Challenges (Organization report) / World Bank and International Finance Corporation. ESMAP. Washington, D.C. 2017 // URL: <https://doi.org/10.1596/29025>.
50. Information digest of press of Uzbekistan # 108. 2017 / Consulate-General of the Republic of Uzbekistan in Bangkok // URL: http://www.uzbinbkk.com/show_content_detail.php?cid=6885.
51. Jóhannesson T., Axelsson G., Hauksdóttir S., Chatenay C., Benediktsson D. Ö., Weisenberger T. B. Preliminary review of geothermal resources in Kazakhstan (Organization report) / ÍSOR. Verkís, Reykjavík, 2019.
52. Jorde K., Biegert A. Regional Reports on Renewable Energies. 30 Country Analyses on Potentials and Markets in West Africa (17), East Africa (5), Central Asia (8) / Country Chapter: Republic of Uzbekistan, in: Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GtZ) (Ed.). Frankfurt/ Eschborn, Germany, 2009a. P. 171–191.
53. Jorde K., Biegert A. Regional Reports on Renewable Energies. 30 Country Analyses on Potentials and Markets in West Africa (17), East Africa (5), Central Asia (8) / Country Chapter: Republic of Tajikistan, in: Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit – GTZ (Ed.). Frankfurt/ Eschborn, Germany, 2009b. P. 133–154.
54. Jorde K., Biegert A., Daniyarova G. Regional Reports on Renewable Energies. 30 Country Analyses on Potentials and Markets in West Africa (17), East Africa (5), Central Asia (8) / Country Chapter: Republic of Kazakhstan, in: Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit – GTZ (Ed.). Frankfurt/ Eschborn, Germany, 2009. P. 54–73.

55. Karatayev M., Clarke M. L. A review of current energy systems and green energy potential in Kazakhstan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 55. P. 491–504 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.078>.
56. Karatayev M., Clarke M. L. Current Energy Resources in Kazakhstan and the Future Potential of Renewables: A Review // *Energy Procedia*. 2014. Vol. 59. P. 97–104 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.354>.
57. Karatayev M., Hall S., Kalyuzhnova Y., Clarke M. L. Renewable energy technology uptake in Kazakhstan: Policy drivers and barriers in a transitional economy // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 66. P. 120–136 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.057>.
58. Karimov K. S., Akhmedov K. M., Abid M., Petrov G. N. Effective management of combined renewable energy resources in Tajikistan // *Science of The Total Environment*. 2013. P. 461–462, 835–838 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.095>.
59. Kashkinbekov A. Presentation of Association of Renewable Energy of Kazakhstan. Presented at the Astana EXPO-2017. Astana, Kazakhstan, 2017. P. 12.
60. Kazakhstan and Kyrgyzstan: Opportunities for Renewable Energy Development (№ 16855 KAZ). ESMAP. Washington, D.C., 1997.
61. Kiseleva S. V., Kolomiets Yu. G., Popel' O. S. Assessment of solar energy resources in Central Asia // *Applied Solar Energy*. 2015. Vol. 51. P. 214–218 // URL: <https://doi.org/10.3103/S0003701X15030056>.
62. Kochnakyan A., Khosla S. K., Buranov I., Hofer K., Hankinson D., Finn J. Uzbekistan Energy: Power Sector. Issues Note (Report No. ACS4146) / World Bank. Washington, D.C., 2013.
63. Korpeyev I. R. Priority directions of developing renewable energy in Turkmenistan // *Applied Solar Energy*. 2007. Vol. 43. P. 254–257 // URL: <https://doi.org/10.3103/S0003701X07040159>.
64. Li Li, Jian Lin, Nianyuan Wu, Shan Xie, Chao Meng, Yanan Zheng, Xiaonan Wang, Yingru Zhao. Review and outlook on the international renewable energy development // *Energy and Built Environment*. 2022. April. Vol. 3. Issue 2. P. 139–157 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.12.002>.
65. Malahayati M. Achieving renewable energies utilization target in South-East Asia: Progress, challenges, and recommendations // *The Electricity Journal*. 2020. June. Vol. 33. Issue 5 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.tej.2020.106736>.
66. Menga F. *Power and Water in Central Asia*. 1st ed. / Routledge Advances in Central Asian Studies. Routledge, New York, 2018.
67. Murshed M. Can regional trade integration facilitate renewable energy transition to ensure energy sustainability in South Asia? // *Energy Reports*. 2021. Vol. 7. P. 808–821 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.egypr.2021.01.038>.
68. Nabiyeva K. Central Asia's Green Horizons // *PV Magazine International*. 2018 // URL: <https://www.pv-magazine.com/2018/06/02/the-weekend-read-central-asias-green-horizons/>.

69. Normatov I. Geothermal Water Resources of the Republic of Tajikistan and a Perspective on Their Use // Proceedings World Geothermal Congress 2010 / International Geothermal Association (IGA). Bali, Indonesia, 2010. P. 1–6.
70. Obozov A. J., Loscutoff W. V. Opportunities for Renewable Energy Sources in Central Asia Countries / National Renewable Energy Laboratory (NREL). Golden, CO, USA, 1998 // URL: <https://doi.org/10.2172/663593>.
71. Obozov A., Isaev R., Valiyev V., Ha Y. Prospects of use of renewable energy resources and energy-efficient technologies for heating supply in Azerbaijan and Kyrgyzstan. Baku, 2013.
72. Ouedraogo N. S. Opportunities, Barriers and Issues with Renewable Energy Development in Africa: a Comprehensible Review // Current Sustainable/Renewable Energy Reports. 2019. Vol. 6. P. 52–60 // URL: <https://doi.org/10.1007/s40518-019-00130-7>.
73. Painuly J. P. Barriers to renewable energy penetration; a framework for analysis // Renewable Energy. 2001. Vol. 24. P. 73–89 // URL: [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(00\)00186-5](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00186-5).
74. Pereira da Silva P., Cerqueira P. A., Ogbe W. Determinants of renewable energy growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from panel ARDL // Energy. 2018. Vol. 156. P. 45–54 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.068>.
75. Quirapas M. A. J. R., Lin H., Abundo M. L. S., Brahim S., Santos D. Ocean renewable energy in Southeast Asia: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 41. P. 799–817 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.016>.
76. Renewable energy auctions in Kazakhstan: 2018–2019 results (Organization report) / Kazakhstan Electricity and Power Market Operator (KOREM) JSC and USAID. Nur-Sultan, 2020.
77. Renewable Energy Snapshots / UNDP in Europe and Central Asia (July 23, 2014) // URL: http://www.eurasia.undp.org/content/rbec/en/home/library/environment_energy/renewable-energy-snapshots.html.
78. Republic of Uzbekistan: Solar Energy Development (Technical Report № UZB TA 8008) / Asian Development Bank. Manila, 2014.
79. Shadrina E. Non-Hydropower Renewable Energy in Central Asia: Assessment of Deployment Status and Analysis of Underlying Factors // Energies. 2020. Vol. 13 // URL: <https://doi.org/10.3390/en13112963>.
80. Shadrina E. Renewable Energy in Central Asian Economies: Role in Reducing Regional Energy Insecurity (ADB Working Paper Series No. 993) / Asian Development Bank Institute. Tokyo, 2019.
81. Slay B. Energy and Communal Services in Kyrgyzstan and Tajikistan: A Poverty and Social Impact Assessment (NGO report) / UNDP Regional Bureau for Europe and CIS. Bratislava, Slovakia, 2011.
82. Sustainable Energy for All. 2013–2014: Global Tracking Framework Report / International Energy Agency (IEA), World Bank Group. Washington, D.C., 2014.

83. Temiraliev U. Energy sector of Kyrgyz Republic: Overview [Презентация]. Kyrgyzstan, 2015.
84. The development of renewable energy: Plans and prospects. Commercial (14.01.2018) // URL: <https://investment.uz/2018/01/14/the-development-of-renewable-energy-plans-and-prospects/>.
85. The Kyrgyz Republic: Energy Sector Review in 2018 / UNECE. Bishkek, 2018.
86. The World Small Hydropower Development Report 2016 / United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and International Center on Small Hydro Power (ICSHP). Vienna and Hangzhou, 2016.
87. UNECE Renewable Energy Status Report 2017 / UNECE & REN21. Geneva and Paris, 2017.
88. Uzbekistan intends to build wind power stations with a capacity of 500 MW (21.06.2019) // URL: <http://www.uzdaily.com/en/post/50444>.
89. Uzbekistan Renewable Energy Statistical Profile / IRENA. Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2020.
90. Viviescas C., Lima L., Diuana F. A., Vasquez E., Ludovique C., Silva G. N., Huback V., Magalar L., Szklo A., Lucena A. F. P., Schaeffer R., Paredes J. R. Contribution of Variable Renewable Energy to increase energy security in Latin America: Complementarity and climate change impacts on wind and solar resources // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. Vol. 113 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.039>.
91. Xiangchengzhen M., Yilmaz S. Renewable energy cooperation in Northeast Asia: Incentives, mechanisms and challenges // Energy Strategy Reviews. 2020. Vol. 29 // URL: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100468>.
92. Zakhidov R. A., Kremkov M. V. The wind power potential of Uzbekistan // Applied Solar Energy. 2015. Vol. 51. P. 336–337 // URL: <https://doi.org/10.3103/S0003701X15040210>.
93. Zhou Y., Hejazi M., Smith S., Edmonds J., Li H., Clarke L., Calvin K., Thomson A. A comprehensive view of global potential for hydro-generated electricity // Energy & Environmental Science. 2015. Vol. 8. Issue 9. P. 2622–2633 // URL: <https://doi.org/10.1039/C5EE00888C>.

