

# Достижения и проблемы возобновляемой энергетики стран СНГ

## Achievements and problems of renewable energy in the CIS countries

Виталий БУТУЗОВ

Профессор, д. т. н., Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина  
E-mail: ets@nextmail.ru

Vitaly BUTUZOV

Professor, Doctor of Technical Sciences,  
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin  
E-mail: ets@nextmail.ru

СЭС Пашкинского месторождения

Источник: «Зарубежнефть»



### Региональными лидерами возобновляемой энергетики России в 2022 г. были Астраханская область, Ставропольский край и Ростовская область

#### Введение

В развитии возобновляемой энергетики (ВЭ) важную роль играет достоверная статистика. Такая информация доступна на сайтах международных энергетических агентств. Межгосударственное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) в 2023 г. объединяло 169 государств, каждое из которых ежегодно предоставляло статистические отчеты.

Аннотация. Представлены результаты развития возобновляемой электрогенерации (ВЭ) стран СНГ в 2022 г. по данным межгосударственного агентства IRENA и национальных операторов. Описаны законодательная база, структура управления, особенности формирования тарифов, финансирование и национальные программы развития ВЭ. Показаны структуры видов ВЭ государств содружества и результаты развития по итогам 2022 г. Описаны научные школы и подготовка кадров. Подчеркнута необходимость совершенствования статистики ВЭ.

*Ключевые слова:* возобновляемая электрогенерация (ВЭ), национальные операторы, установленная мощность, ГЭС, СЭС, ВЭС, ГеоЭС, БиоЭС, законы, национальные программы, структуры ВЭ, статотчетность, производство оборудования, научное обеспечение, подготовка кадров.

Abstract. The results of the development of renewable electricity generation (RE) in the countries of CIS in 2022 are presented. according to the interstate agency IRENA and national operators. The legislative framework, management structure, features of tariff formation, financing and national programs for the development of renewable energy are described. The structure of types of renewable energy in the Commonwealth states and the results of development based on the results of 2022 are shown. Scientific schools and personnel training are described. The need to improve RE statistics is emphasized.

*Keywords:* renewable electricity generation (RE), national operators, installed capacity, HPP, SPP, WPP, GeoPP, BioPP, laws, national programs, RE structures, statistical reporting, equipment production, scientific support, personnel training.

В 2023 г. на сайте [www.irena.org](http://www.irena.org) [1] по итогам 2022 г. суммарная установленная мощность мировой возобновляемой электроэнергетики оценивалась в 3372 ГВт (100%). На рис. 1 приведена диаграмма распределения мощностей следующих видов генерации: гидроэнергетика (ГЭС) – 1256 ГВт (37,2%); солнечная энергетика (СЭС) – 1052 ГВт (31,2%); ветроэнергетика (ВЭС) – 900 ГВт (26,7%); геотермальная энергетика (ГеоЭС) – 15 ГВт (0,4%); биоэлектрогенерация (БиоЭС) – 149 ГВт (4,4%). Подготовку статистической информации в агентстве IRENA осуществляет Центр знаний, политики и финансов (Knowledge Policy and Finance Center) по отчетам национальных операторов. Статистика по ВЭ международного энергетического агентства IEA, сайт [www.iea.org](http://www.iea.org) [2] в целом существенно не отличается от данных агентства IRENA. Международная экспертная организация REN 21 (Renewable Energy Policy Network for the 21 st Century, сайт [www.ren21.org](http://www.ren21.org) [3]) в своих отчетах в основном проводит экспертные оценки.

В таблице 1 и на рис. 2 (по данным агентства IRENA) представлены значения суммарных установленных мощностей возобновляемой электрогенерации стран СНГ по итогам 2022 г., а на рис. 3 – диаграмма распределения мощностей по видам генерации.

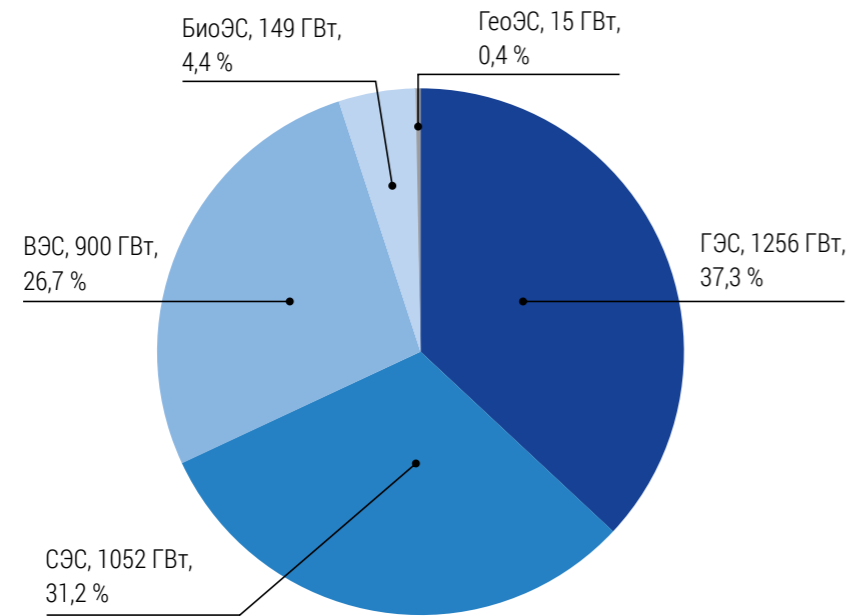


Рис. 1. Диаграмма распределения установленных мощностей ВЭ стран мира в 2022 г. (IRENA), всего 3372 ГВт (100%)

### Возобновляемая электрогенерация России

В основе развития ВЭ РФ – план «ДПМ – ВИЭ-2.0» со строительством до 2035 г. ветровой, солнечной, малой гидроэнергетики с суммарной установленной мощностью до 12 ГВт, который был утвержден Распоряжением Правительства РФ № 1446-Р от 21.06.2021 г. (ДПМ – договор предоставления мощностей). Меры по декарбонизации экономики, по Распоряжению Правительства № 3052-Р

от 29.10.2021 г. в том числе регламентируют развитие технологий генерации энергии на основе ВИЭ. Распоряжением Правительства РФ № 2765-Р от 01.10.2021 г. был утвержден федеральный проект «Чистая энергетика» с проведением конкурсов проектов ВИЭ и созданием отечественной сертификации электроэнергии на основе ВИЭ. Распоряжением Правительства РФ от 24.03.2022 г. № 594-Р были внесены изменения в основные направления государственной политики развития ВЭ до 2035 г. Минэнерго РФ поручено до 10 марта, сле-

Таблица 1. Установленные мощности возобновляемой энергетики стран СНГ в 2022 г. (IRENA) в МВт

Страна	Суммарная установленная мощность возобновляемой электрогенерации, МВт	Виды ВЭ, МВт				
		ГЭС	СЭС	ВЭС	ГеоЭС	БиоЭС
Российская Федерация (РФ)	58235	52754	1816	2218	74	1373
Украина	16760	6662	8062	1761	-	275
Республика Казахстан (РК)	5954	2807	2031	1108	-	8
Республика Узбекистан (РУз)	2301	2048	252	1	-	-
Республика Таджикистан	5274	5274	-	-	-	-
Грузия	3132	3080	23	29	-	-
Республика Армения	1583	1345	235	3	-	-
Азербайджанская Республика	1294	1177	51	66	-	-
Киргизская Республика	2780	2780	-	-	-	-
Туркменистан	2	2	-	-	-	-
Республика Беларусь (РБ)	632	96	273	122	-	141
Республика Молдова	-	-	-	-	-	-
Всего:	97947	78025	12743	5308	74	1797

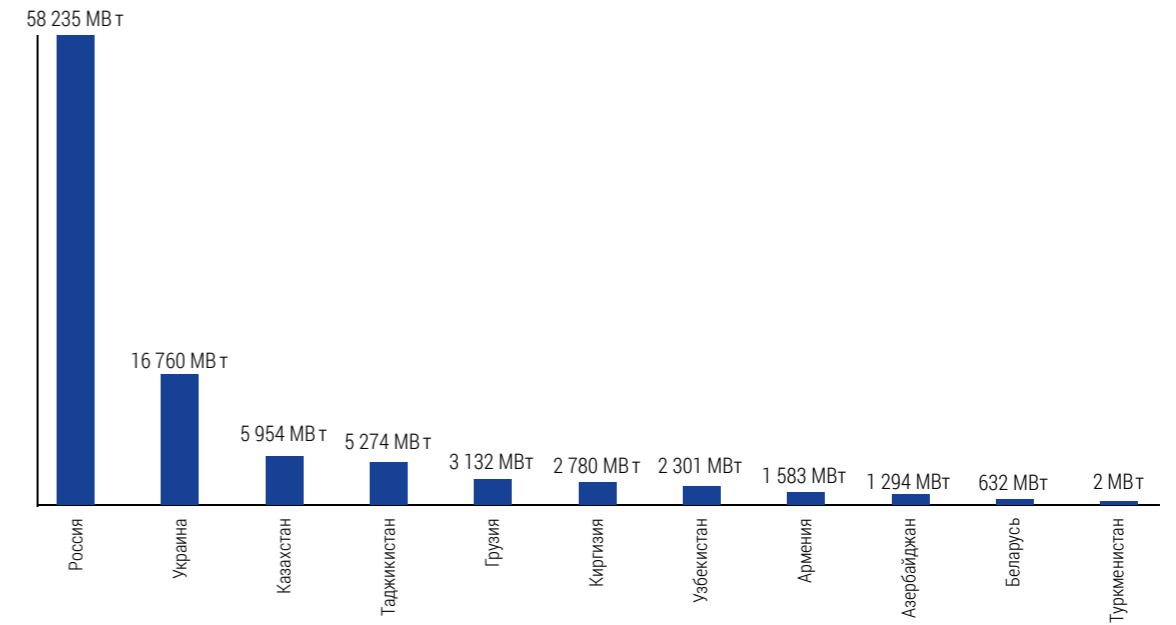


Рис. 2. Значение суммарных мощностей ВЭ стран СНГ в 2022 г. (IRENA)

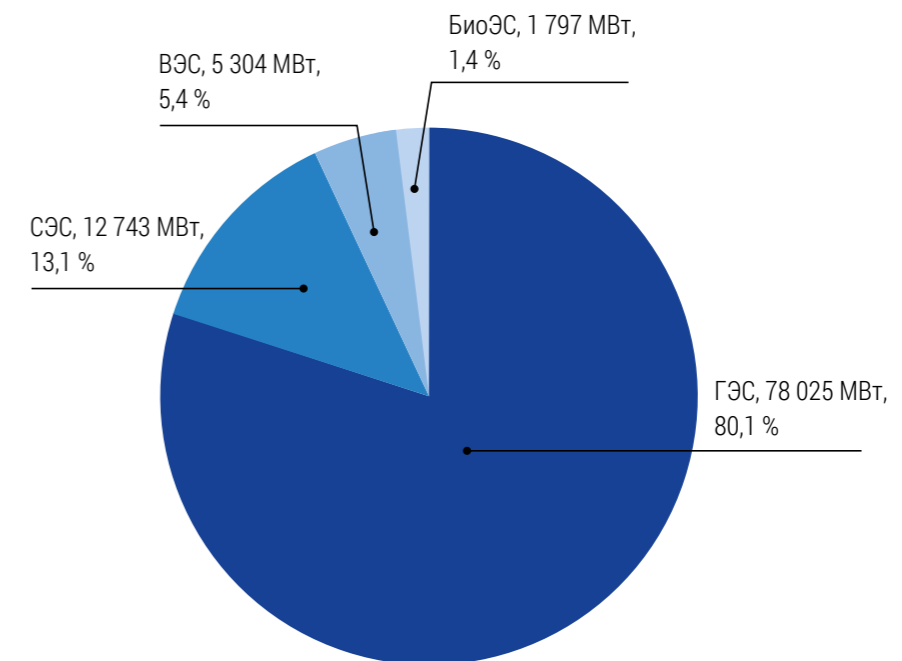


Рис. 3. Диаграмма распределения видов ВЭ стран СНГ (IRENA), всего 97947 МВт (100%)

**По экспертным данным, суммарное значение установленной мощности фотоэлектрических станций отдельных потребителей сравнимо со значением мощности СЭС, работающих в энергосистеме**

дующего за отчетным годом, готовить информацию об анализе цен на электроэнергию на основе ВИЭ, о введенных в эксплуатацию установленных мощностях электрогенерации на оптовом и розничном рынках, а также объектов микрогенерации.

Согласно данным агентства IRENA [1], суммарная установленная мощность ВЭРФ в 2022 г. составила 58,23 ГВт (100%), в том числе ГЭС – 52,75 ГВт (90,6%); ВЭС – 2,22 ГВт (3,8%); СЭС – 1,82 ГВт (3,1%); БиоЭС – 1,37 ГВт (2,4%); ГеоЭС – 0,07 (0,1%) (рис. 4). По отчету Системного оператора (СО) ЕЭС РФ [4], суммарная установленная мощность ВЭ в объединённой энергоси-

стеме составила 55,71 ГВт (100%), в том числе ГЭС – 50 ГВт; ВЭС – 2,3 ГВт; СЭС – 2,12 ГВт; ГеоЭС – 0,074 ГВт [7] (рис. 5). В обзоре Ассоциации российской возобновляемой энергетики [5] описаны основные тенденции развития ВЭ. По ее данным, ветроэнергетика России в 2022 г. имела суммарную установленную мощность 2,28 ГВт, в том числе на оптовом рынке 2,168 ГВт (24 ВЭС), в технологически изолированных территориальных энергосистемах 0,0228 ГВт. В 2022 г. ООО «Энел-Рус-Винд Кола» ввела в эксплуатацию I очередь Кольской ВЭС в Мурманской области (170,4 МВт), а АО «Ветро ОГК – 2» – Берестовскую ВЭС в Ставропольском крае (60 МВт). На розничном рынке АО «Калининградская генерирующая компания» ввела в эксплуатацию Зеленоградскую ВЭС (0,6 МВт). В 2022 г. фирмы «Vestas», ПАО «Энел-Рус», «Сименс-Гамеса» сворачивали свои производства и организации по монтажу ветроагрегатов. Успешную деятельность продолжало АО «НовоВинд» ГК «Росатом» с производством комплектующих в г. Вологодске.

Солнечная электрогенерация России в 2022 г. по данным СО ЕЭС РФ имела установленную мощность 2,12 ГВт. Основным отечественным производителем фотоэлектрических модулей (ФЭМ) и инвестором сооружения СЭС являлось ГК «Хевел». Значительные объемы производства ФЭМ и сооружения СЭС обеспечивало ООО «Солар-Системс», которое в 2017–2020 гг. построило на оптовом рынке 20 СЭС, а в 2022 г. – три СЭС на розничном рынке в Башкортостане, Краснодарском крае и Ульяновской области. В 2021 г. ООО «Солар-Системс» подписало соглашение с китайской фирмой Wuxi Suntech Power о строительстве в РФ завода по производству ФЭП и ФЭМ с годовой программой 300 МВт. В 2023 г. в Калининградской области ГК «Росатом» построил завод ЭНКОР по производству 1,3 ГВт в год кремниевых пластин и 1 ГВт в год ФЭМ. В 2022 г. в России на оптовом рынке были построены СЭС общей установленной мощностью 137,6 МВт. ООО «Грин Энерджи Рус» (ГК «Хевел») завершило сооружение Дергачевской СЭС (2 и 3 очередь) в Саратовской обл. – 35 МВт; Южно-Сухокумской (Ногайской) СЭС в Дагестане – 15 МВт; Читинской СЭС (2 очередь) в Забайкальском крае – 15 МВт; Черновской СЭС (1 и 2 очереди) в Забайкальском крае – 35 МВт. ООО «Фортум – Новая Генерация 2» ввела в эксплуатацию Аршанскую СЭС (Элистинскую) в Калмыкии – 37,6 МВт. На розничном рынке было завершено строительство ООО «Курай

Анадырская ВЭС на мысе обсервации Анадырского района

Источник: projects.fedpress.ru

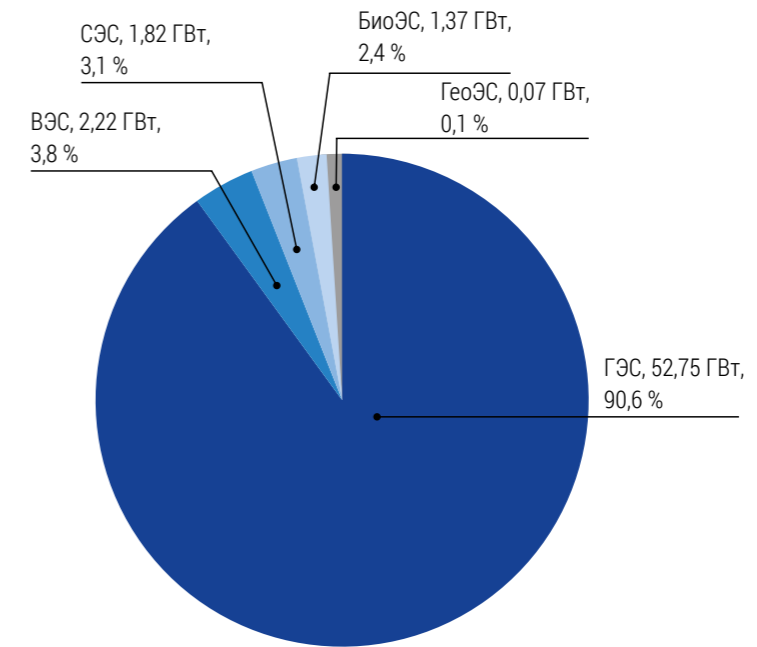


Рис. 4. Диаграмма распределения установленной мощности видов ВЭ РФ в 2022 г., IRENA, всего 58,23 ГВт (100%)

лем фотоэлектрических модулей (ФЭМ) и инвестором сооружения СЭС являлось ГК «Хевел». Значительные объемы производства ФЭМ и сооружения СЭС обеспечивало ООО «Солар-Системс», которое в 2017–2020 гг. построило на оптовом рынке 20 СЭС, а в 2022 г. – три СЭС на розничном рынке в Башкортостане, Краснодарском крае и Ульяновской области. В 2021 г. ООО «Солар-Системс» подписало соглашение с китайской фирмой Wuxi Suntech Power о строительстве в РФ завода по производству ФЭП и ФЭМ с годовой программой 300 МВт. В 2023 г. в Калининградской области ГК «Росатом» построил завод ЭНКОР по производству 1,3 ГВт в год кремниевых пластин и 1 ГВт в год ФЭМ. В 2022 г. в России на оптовом рынке были построены СЭС общей установленной мощностью 137,6 МВт. ООО «Грин Энерджи Рус» (ГК «Хевел») завершило сооружение Дергачевской СЭС (2 и 3 очередь) в Саратовской обл. – 35 МВт; Южно-Сухокумской (Ногайской) СЭС в Дагестане – 15 МВт; Читинской СЭС (2 очередь) в Забайкальском крае – 15 МВт; Черновской СЭС (1 и 2 очереди) в Забайкальском крае – 35 МВт. ООО «Фортум – Новая Генерация 2» ввела в эксплуатацию Аршанскую СЭС (Элистинскую) в Калмыкии – 37,6 МВт. На розничном рынке было завершено строительство ООО «Курай

Солар» Агидельской СЭС (1 и 2 очереди) в Башкортостане – 9,98 МВт, ООО «Лукойл-Кубаньэнерго» СЭС на территории Краснодарской ТЭЦ – 2,35 МВт. В изолированных энергосистемах (ТИТЭС) ООО «Группа ЭНЭЛТ» и ООО «КЭР» были построены в Якутии в Верхоянске энергокомплексы на основе газопоршневых агрегатов и СЭС (АГУЭ) в населенных пунктах: Хонну, Сасыр, Тебюляк, Кулун-Елбют общей мощностью 2,96 МВт. ООО «Хевел Энергосервис» построило АГУЭ в п. Марково на Чукотке мощностью 0,8 МВт, в Тыве (с. Тоора-Хем) – 1 МВт.

Малая гидроэнергетика России имела в 2022 г. суммарную установленную мощность 1220 МВт. На оптовом рынке ПАО «РусГидро» была введена в эксплуатацию Красногорская МГЭС-2 в Карачаево-Черкессии мощностью 24,9 МВт, а на розничном – Малая Краснополянская ГЭС в Краснодарском крае – 1,5 МВт (ООО «Лукойл-Экоэнерго»). Геотермальная электрогенерация трех ГеоЭС на Камчатке имела установленную мощность 74 МВт, а выработка электрической энергии в 2022 г. составила 1637 млн кВт·ч. Паужетская ГеоЭС (11 МВт) снизила производство, а Мутновская ГеоЭС с установленной мощностью 50 МВт с вводом в эксплуатацию новой геотермальной скважины увеличила свою долю в энергобалансе

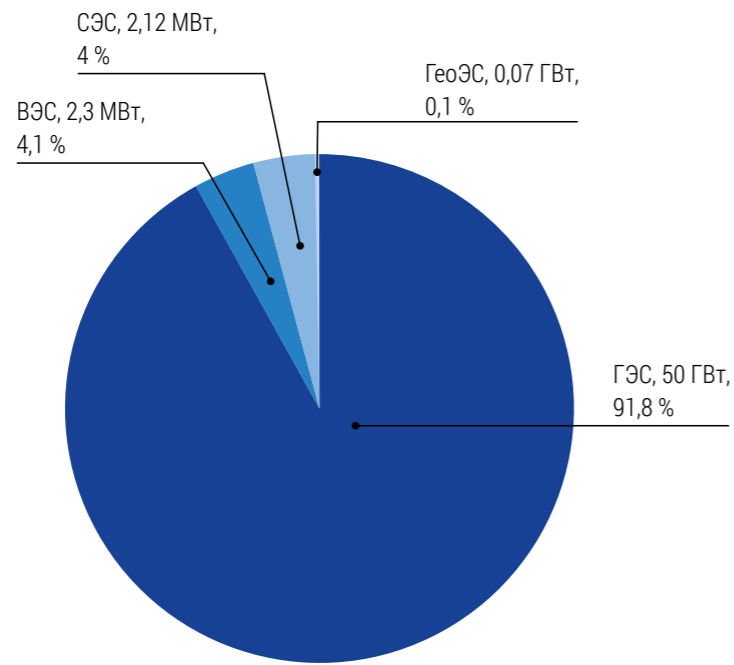


Рис. 5. Диаграмма распределения установленной мощности видов ВЭ РФ в 2022 г., СО ЕЭС РФ, всего 55,71 ГВт (100%)

Камчатки до 24,7%. Биоэнергетика России, по данным агентства IRENA, в 2022 г. имела установленную мощность 1373 МВт (отчетность Минэнерго и топлива РФ – 2002 г.). На 01.11.2023 г. достоверная статистика по электрогенерации РФ на основе биомассы отсутствовала.

Региональными лидерами ВЭ России в 2022 г. были Астраханская область – 625 МВт, в том числе СЭС – 285 МВт; ВЭС – 340,2 МВт; Ставропольский край – 615,3 МВт, в том числе СЭС – 100 МВт, ВЭС – 510 МВт; Ростовская область – 607,3 МВт, в том числе СЭС – 234,1 МВт, ВЭС – 216,6 МВт.

Научными исследованиями в области возобновляемой энергетики занимались институт ОИВТ РАН (солнечная, водородная, биоэнергетика, геотермальная энергетика), научное учреждение РАН-ВИМ (бывший ВИЭСХ), (солнечная и биоэнергетика), а также 5 вузов:

- 1) НИУ МЭИ (Москва) – гидроэнергетика, солнечная и ветровая энергетика;
- 2) лаборатория ВИЭ МГУ (Москва) – климатические базы данных, экономика ВИЭ, биоэнергетика;
- 3) НОЦ «ВИЭ» СПбПУ (Санкт-Петербург) – ветро- и солнечная энергетика в арктических условиях;
- 4) кафедра АЭС и ВИЭ, УРФУ (Екатеринбург) – солнечная, ветровая, биоэнергетика;

- 5) кафедра электрических станций сетей и электроснабжения, ЮУрГУ (Челябинск) – солнечная и ветровая энергетика.

Из анализа деятельности научных школ ВЭ РФ следует, что отсутствует координирующая национальная организация по комплексному исследованию проблем ВИЭ. Финансирование НИОКР по ВИЭ недостаточно. Академические учреждения финансируют работы по ВИЭ в рамках их общих бюджетов, а вузовские организации – из бюджетов образовательной деятельности. Данные по установленной мощности и выработанной электроэнергии публикуются в отчетах «Системного оператора ЕЭС РФ» [4]. При сравнении диаграмм распределения установленной мощности в 2022 г. агентства IRENA (рис. 4) и СО ЕЭС РФ (рис. 5) выявлены существенные расхождения. Так, в отчете СО ЕЭС РФ отсутствуют данные по установленной мощности БиоЭС. В обзорах Ассоциации российской возобновляемой энергетики (АРВЭ) [5] при этом приводятся факты ввода в эксплуатацию только отдельных БиоЭС, а значение суммарной установленной мощности БиоЭС в РФ (1,37 ГВт), по данным д. т. н. П. П. Безруких, было актуально в 2002 г. В РФ отсутствует статистика ввода в эксплуатацию фотоэлектрических станций (ФЭС) отдельных потребителей, не рабо-

тающих в составе единой энергосистемы страны. По экспертным данным, суммарное значение установленной мощности таких ФЭС сравнимо со значением мощности СЭС, работающих в энергосистеме. В современных условиях отчеты о вводе в эксплуатацию должны дополняться данными таможенных и налоговых служб. Примером такой методики могут служить результаты обработки материалов по солнечной теплогенерации (рис. 6). Структура основных потребителей солнечной теплогенерации была принята по классификации общепризнанной в мире экспертной организации АЕЕ INTEC [6]. При этом были учтены площади производственных солнечных коллекторов, построенных гелиоустановок, отчетные данные таможенных и налоговых органов по зарубежным солнечным коллекторам и гелиоустановкам.

Подготовкой специалистов по ВИЭ (бакалавров и магистров) в 2022 г. в РФ занимались 17 вузов с годовым выпуском более 300 человек. Обучение ученых осуществляли аспирантуры 4 вузов и одного учреждения РАН с ежегодным выпуском 50 человек. Общая численность преподавателей по ВИЭ составляла до 150 человек. Программы и методики обучения по ВИЭ утверждались каждым вузом в отдельности. В РФ был один специализированный журнал по ВИЭ, а статьи по этой теме пу-

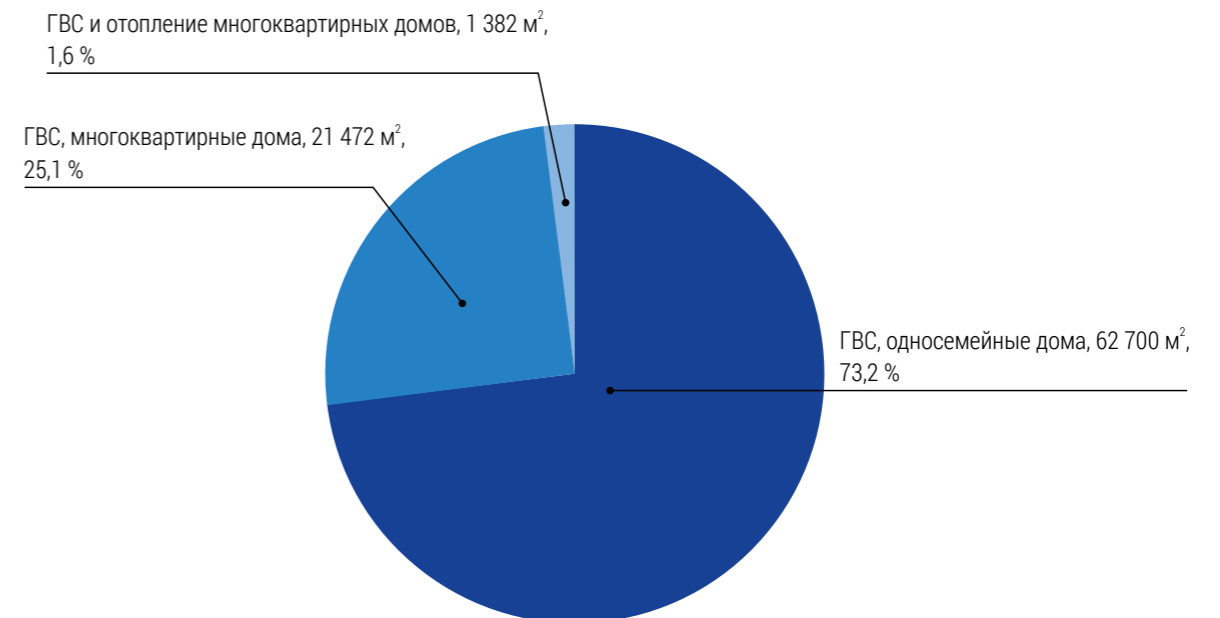
## В Беларуси в 2022 г. суммарная установленная мощность электрогенерации на основе ВИЭ составляла 631 МВт, в том числе МГЭС – 96 МВт; ВЭС – 112 МВт; СЭС – 269 МВт; БиоЭС – 120 МВт

бликовались в 13 научно-технических журналах. За последние 5 лет были напечатаны 610 статей по ВИЭ. Научно-техническая общественность была объединена в нескольких организациях, в том числе: Ассоциации по возобновляемой энергетике (АРВЭ), Ассоциации по ветроэнергетике, комитете ВИЭ Союза научных и инженерных организаций.

## Возобновляемая электрогенерация Беларуси

В основе развития ВЭ РБ – закон № 204-Ф от 24.02.2021 г. «О возобновляемых источниках энергии» и госпрограм-

Рис. 6. Диаграмма распределения площадей гелиоустановок РФ в 2022 г. с учетом зарубежных поставок солнечных коллекторов, всего 85600 м<sup>2</sup> (100%)



ма «Энергосбережение на 2021–2025 гг.», утвержденная постановлением СМ РБ № 103 от 24.02.2021 г. К концу 2023 г. этой программой было предусмотрено сооружение электрогенерации на основе ВИЭ общей мощностью 129,5 МВт, в том числе ВЭУ – 29,8 МВт; МГЭС – 29,1 МВт; СЭС – 10 МВт; БиоЭС – 15 МВт; электрогенерации на ТБО – 40 МВт, на биоотходах – 83 МВт, биогазе – 37 МВт. Эта программа предполагает сооружение теплонасосных установок (ТНУ) на 17 объектах общей тепловой мощностью 28,6 МВт [7]. Реализация государственной политики в области ВИЭ поручена Департаменту энергоэффективности госкомитета Совета Министров по стан-



СЭС в Беларуси  
Источник: carposting.ru

дартизации, а статотчетность предоставляется по форме «4-Энергосбережение». Научным сопровождением занимается лаборатория ВИЭ Института энергетики НАН Республики Беларусь с секторами био-, солнечной энергетики и утилизации отходов. Научно-техническую общественность страны объединяет ассоциация «Возобновляемая энергетика» ([www.energobelarus.by](http://www.energobelarus.by)), а статьи публикуются в журналах «Энергетическая стратегия» и «Энергоэффективность».

По данным агентства IRENA, в Беларуси в 2022 г. суммарная установленная мощность электрогенерации на основе ВИЭ составляла 631 МВт (100%), в том числе МГЭС – 96 МВт; ВЭС – 112 МВт;

СЭС – 269 МВт; БиоЭС – 120 МВт (Рис. 7). В январе 2023 г. Департамент энергоэффективности Белоруссии сообщил о достижении суммарной установленной мощности ВЭ – 631,5 МВт, в том числе 108 ВЭУ – 122 МВт; 84 СЭС – 273 МВт; 54 ГЭС – 96 МВт, 31 биогазовой установки – 40 МВт, 11 мини-ТЭЦ на дровах – 100 МВт. Доля ВЭ в общем энергобалансе РБ составила 8,1% [7]. В 2023 г. Правительство Белоруссии приступило к реализации рекомендаций агентства IRENA: по доработке концепции энергетической безопасности в части увеличения доли ВИЭ в общем энергобалансе; дополнению закона о теплоснабжении разделом ВИЭ; оценке потенциала биомассы и геотермальных ресурсов; разработке стандарта доступа ВЭ на рынок электроэнергии; прогнозированию выработки электроэнергии СЭС и ВЭС и т. п.

В солнечной энергетике Белоруссии при её общей установленной мощности 269 МВт около половины составляла мощность СЭС «Малая Речица» (109 МВт), построенная в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС в Черниковском районе Могилевской области. Крупными СЭС являются также станции «Беларусьнефть» (55 МВт) и «Солар II» в Гомельской области. В ветроэнергетике РБ одна треть ВЭУ установлены в г. Новопрудске Гродненской области. На станции работают ВЭУ китайских производителей с единичной мощностью от 1,5 до 3,3 МВт. В биоэлектрогенерации из 31 биогазовой установки самой мощной – 4,8 МВт – является БиоЭС СПК «Рассвет» в Могилевской области [8].

### Возобновляемая электрогенерация Казахстана

По данным агентства IRENA, суммарная установленная мощность ВЭ Казахстана в 2022 г. составляла 5954 МВт (100%), в том числе ГЭС – 2807 МВт (47,2%); ВЭС – 1108 МВт (18,6%); СЭС – 2031 МВт (34,1%); БиоЭС – 8 МВт (0,1%). На рис. 8 представлена диаграмма распределения этих мощностей.

По данным Минэнерго страны, суммарная установленная мощность 130 электростанций на основе ВИЭ Казахстана в 2022 г. составляла 2388 МВт при годовой выработке электрической энергии 5111 млн кВт·ч. Работали 44 системных СЭС с общей установленной мощностью 1148 МВт и выработкой 1763 млн кВт·ч/

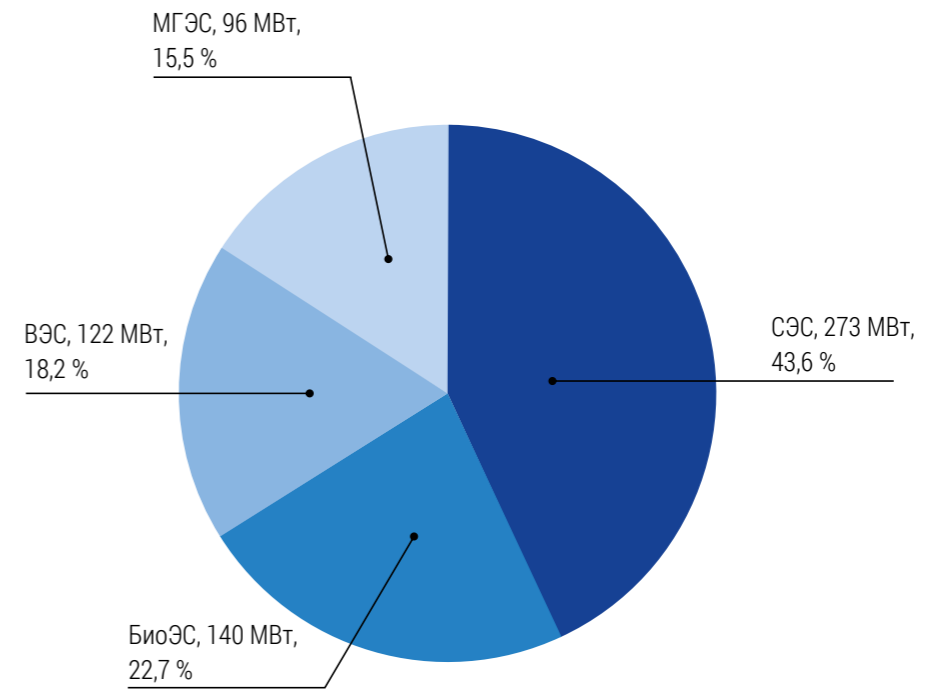


Рис. 7. Диаграмма распределения установленных мощностей ВЭ Беларуси в 2022 г. по данным агентства IRENA, всего 631 МВт (100%)

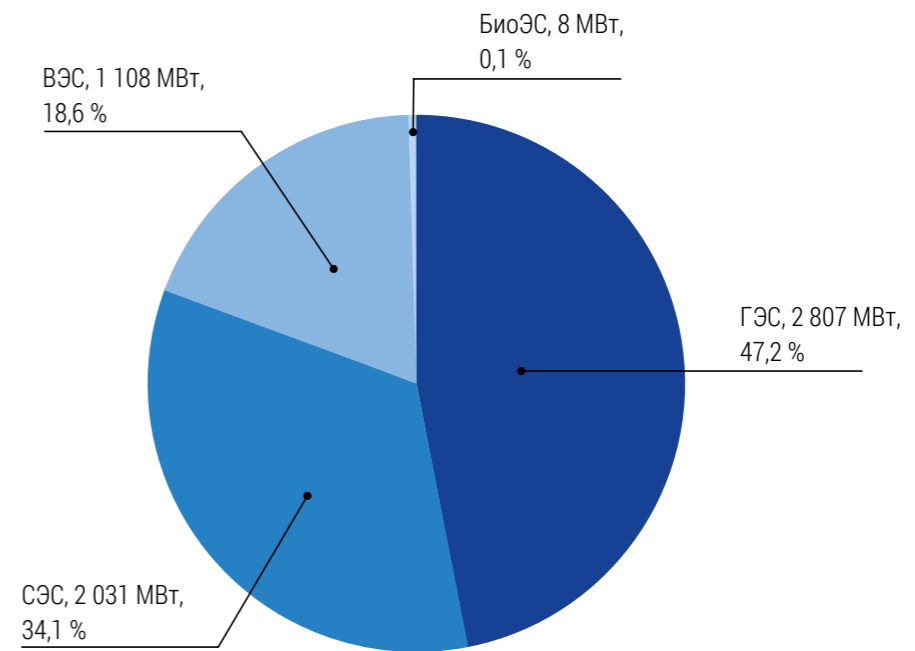


Рис. 8. Диаграмма распределения установленных мощностей ВЭ Казахстана (IRENA) в 2022 г., всего 5954 МВт (100%)

год. 46 системных ВЭС имели общую мощность 958 МВт и выработку 2411 млн кВт·ч/год. Всего 37 малых ГЭС с общей установленной мощностью 280 МВт выработали 934 млн кВт·ч/год. Общая мощность трех БиоЭС составляла 1,77 МВт. Доля выработки электростанций на ВИЭ в 2022 г. достигла 4,53% от общей выработки электроэнергии в стране [9]. Ресурсная база электрогенерации на ВИЭ Казахстана представлена в отчете USAiD (Агентство США по международному развитию), ветровой энергии в Атласе 2009 г., солнечной – в Атласе, разработанных казахстанскими специалистами.

Госрегулирование ВЭ в Казахстане осуществляется в соответствии с законом № 165-IV от 04.07.2004 г. «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» и концепцией перехода Республики Казахстан к «зеленой» энергетике от 30.05.2013 г. Основные принципы госрегулирования: гарантированный сбыт электроэнергии по специальным тарифам и обеспечение налоговых льгот. Структурой госрегулирования являлось ТОО «Расчетный финансовый центр возобновляемой энергетике» (РФЦ). У генераторов ВЭ электроэнергия приобреталась ТОО «РФЦ» по аукционным ценам. Оптовые энергопоставляющие организации закупали у него электроэнергию по установленному государством тарифу поддержки ВИЭ и реализовали по, так называемому, «предельному тарифу со сквозной надбавкой на ВИЭ». На аукционных торгах 2022 г., при общей заявленной мощности электрогенерации на ВИЭ 440 МВт, было отобрано 15 проектов, в том числе: ВЭС – 400 МВт, СЭС – 40 МВт. В 2022 г. были введены в эксплуатацию 12 объектов ВИЭ суммарной мощностью 385 МВт. Налоговые льготы состояли

**В солнечной энергетике Белоруссии при её общей установленной мощности 269 МВт около половины составляла мощность СЭС «Малая Речица», построенная в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС**



СЭС в Казахстане  
Источник: polyset.kz

из пониженных значений НДС, земельного и подоходного налогов. Инвестиционные льготы достигали 30% сметной стоимости. Государственные натурные гранты включали земельные участки и здания. Для домашних хозяйств, не подключенных к электросетям, при мощности до 5 кВт практиковался возврат государством до 50% инвестиций в ВЭ [8]. Основными инвесторами сооружения СЭС и ВЭС в Казахстане являлись: Total Eren SA – 178 МВт; SolarNet – 176 МВт; ГК «Хевел» – 170 МВт; UG Energy Ltd – 150 МВт; Universal Energy Co.Ltd – 130 МВт; АО «Самрук-Энерго» – 125 МВт. Подготовку специалистов по ВИЭ (бакалавров, магистров, инженеров) вели 3 учебных заведения: Алматинский университет энергетике и связи (бакалавры); Казахстано-немецкий университет в г. Алматы (бакалавры, магистры); Рудненский индустриальный институт (инженеры).

### Возобновляемая электрогенерация Узбекистана

В основе развития ВЭ Узбекистана – закон № ЗРУ-538 от 21.05.2019 г. «Об использовании возобновляемых источников энергии». Органом государственного и хозяйственного управления является Министерство энергетики. Указом президента страны № УП-220 от 09.09.2022 г. «О дополнительных мерах по внедрению

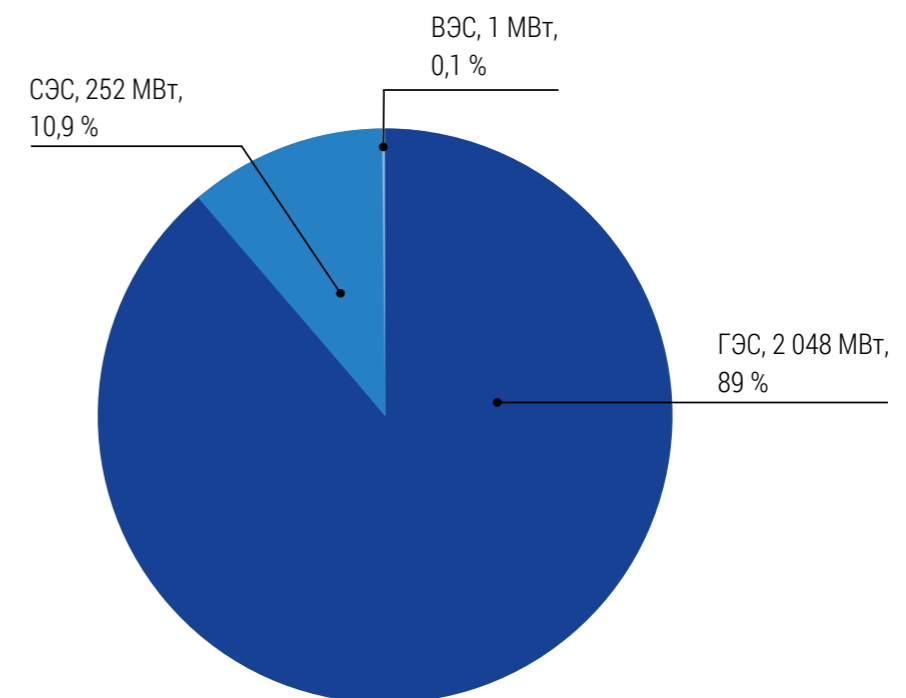
энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии малой мощности» установлены задания по проектированию и вводу в эксплуатацию объектов фотоэнергетики и солнечного горячего водоснабжения (ГВС) социальных, государственных учреждений, односемейных и многоквартирных домов, торгово-развлекательных центров. Предусмотрены налоговые преференции и компенсационные выплаты владельцам гелиоустановок из специально созданного Внебюджетного межотраслевого фонда энергосбережения при Минэнерго. Контроль за выполнением мероприятий возложен на соответствующие Государственные инспекции. Ближайшее будущее развития ВЭ определено Постановлением Президента Узбекистана № ПП-57 от 16.02.2023 г. «О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в 2023 г.».

По данным агентства IRENA, в 2022 г. установленная электрическая мощность ВЭ составляла 2301 МВт, в том числе ГЭС – 2048 МВт, СЭС – 252 МВт, ВЭС – 1 МВт (рис. 9). На 24.10.2023 г., по данным д. т. н. Рашидова Ю. К., в соответствии с Указом Президента Узбекистана № УП-220 от 09.09.2022 г. на 8800 объектах социальной сферы и госучреждений

были установлены фотоэлектрические установки (ФЭУ) общей мощностью 174,4 МВт и гелиоустановки ГВС общей тепловой мощностью 9,16 МВт, на 11651 зданиях частных предпринимателей – ФЭУ мощностью 134,1 МВт. На 35523 односемейных домах были смонтированы ФЭУ мощностью 69,2 МВт и гелиоустановки ГВС тепловой мощностью 4,37 МВт, а на 329 зданиях МКД – 3,38 МВт ФЭУ и гелиоустановок ГВС – 3,38 МВт. Суммарная установленная электрическая мощность указанных ФЭУ составила 381 МВт (100%), а тепловая мощность гелиоустановок ГВС – 13,53 МВт.

По данным агентства IRENA, в 2022 г. установленная электрическая мощность фотоэнергетики Узбекистана составляла 252 МВт. Эти данные включали в основном две системные СЭС мощностью по 100 МВт в Нурабадском районе Самаркандской и в Карманинском районе Навоийской областей. В стадии строительства еще три СЭС общей мощностью 600 МВт, в том числе 100 МВт «Чугонота» в г. Самарканде, 200 МВт «Гузур» и «Шеробод» в Сурхандаринской области, 300 МВт «Гузур» в Кашкадарьинской области. В 2023 г. в г. Янгиюле Ташкентской области приступил к работе завод компании Enter Solar Green Energy по производству фотоэлектрических мо-

Рис. 9. Диаграмма распределения видов возобновляемой электрогенерации Узбекистана в 2022 г., IRENA, всего 2301 МВт (100%)



**Суммарная установленная мощность возобновляемой энергетики Казахстана в 2022 г. составляла 5954 МВт, в том числе ГЭС – 2807 МВт; ВЭС – 1108 МВт; СЭС – 2031 МВт; БиоЭС – 8 МВт**

дулей (до 200 МВт в год). Нормативные документы по ФЭС в 2022 г. пополнились нормами проектирования ШНК 2.04.15–22 «Фотоэлектрические станции (системы)» [10]. В 2022 г. суммарная установленная мощность ГЭС составляла 2048 МВт. Развитием и эксплуатацией гидроэнергетики в стране занимается АО «Узбекгидроэнерго». В 2023 г. эксплуатировались 50 ГЭС общей установленной мощностью 2245 МВт и строилось 9 станций общей мощностью 490 МВт. В Узбекистане созданы совместные предприятия с Китаем, Южной Кореей для производства гидроэнергетического оборудования [11].

На основании данных 90 метеостанций Узбекистана, в 2015 г. АО «Узбекэнерго» совместно с зарубежными организациями был создан Национальный атлас ветров [12]. В 2010–2012 гг. по проектам АО «Узбекгидропроект» были построены 2 ВЭС. Первая – вблизи Чарвакского водохранилища Ташкентской области с установленной мощностью 170 кВт с корейским ветроагрегатом, вторая – у пос. Юбилейного Ташкентской области мощностью 750 кВт с китайским ветроагрегатом. По данным Минэнерго Узбекистана ([www.minenergo.uz](http://www.minenergo.uz)), в 2023 г. велось строительство ВЭС мощностью 500 МВт в Тамдымском районе Навоийской области, двух ВЭС по 500 МВт в Бухарской области и ВЭС мощностью 100 МВт в Караузьякском районе Каракалпакии.

Основными научными организациями по развитию ВЭ являются Научно-исследовательский институт возобновляемой энергетики Минэнерго Республики Узбекистан (с 2022 г.) и НПО «Физика – Солнце» Физико-технического института Академии наук, в состав которого входят: институт энергетики и автоматики, институт матери-

аловедения, лаборатории полупроводниковых солнечных элементов, гелиополигон, международная ассоциация солнечной энергетики с учебным центром. Научными исследованиями в области ВЭ занимаются также 12 вузов, в том числе 10 из них – подготовкой бакалавров и магистров по специальности «Альтернативные источники энергии»: В г. Ташкенте с 1965 г. издается специализированный международный научный журнал «Гелиотехника» (английская версия Apple Solar Energy), входящий в международную базу данных Scopus. Владелец – Springer Nature Switzerland AG ([www.springer.com](http://www.springer.com)). Основная тематика журнала: солнечная теплогенерация, фотоэлектрические и термофотоэлектрические модули и установки на их основе, солнечная сушка продуктов и опреснение воды, солнечные сушилки и концентраторы. Главный редактор – д. т. н. Ж. С. Ахатов (ФТИ АН Уз). В Узбекистане в области ВЭ работают представительства ведущих международных организаций: Агентства США по международному развитию (программа Power Central Asia), Программы развития ООН (ПРООН), Азиатского банка развития, Глобального экологического фонда (ГЭФ), Всемирного банка, Регионального центра Центральной Азии (РЦЦА). Профильные институты Академии наук РУз успешно сотрудничают с международными и российскими академическими и вузовскими организациями, в том числе с инсти-

СЭС в Узбекистане

Источник: Пресс-служба Минэнерго Узбекистана

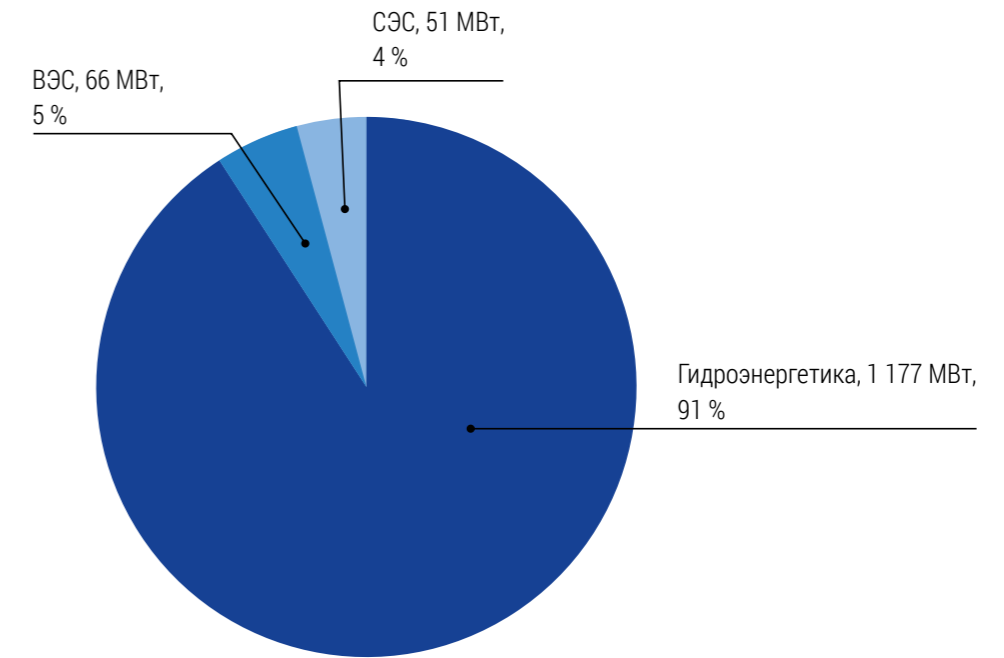


Рис. 10. Диаграмма установленной мощности ВЭ АР в 2022 г. по агентству IRENA, всего 1294 МВт (100%)

тутом ОИВТ РАН, МГУ (лаборатория ВИЭ), МЭИ. В 2023 г. Министерства образования и науки России и Узбекистана утвердили совместный план действий по проведению научных исследований, созданию лабораторий по испытанию и производству солнечных модулей, разработке дорожной карты по подготовке инженерно-технических кадров на 2023–2025 гг.

### Возобновляемая электрогенерация Азербайджанской Республики

На рис. 10 представлена диаграмма распределения установленной мощности ВЭ Азербайджанской Республики (АР) в 2022 г. агентства IRENA. При суммарном значении 1294 МВт (100%) большая часть приходится на гидроэнергетику – 1177 МВт (91%). Мощности СЭС и ВЭС составляли 51 МВт (4%) и 66 МВт (5%).

Состояние возобновляемой электрогенерации Азербайджана в 2020 г. описано Р.К. Мирзоевым и С.М. Мирзоевой в статье [13]. В 2012–2015 гг. были построены экспериментальный гибридный полигон «Гобустан» общей установленной мощностью 5,5 МВт в составе ВЭС – 2,7 МВт; СЭС – 1,8

МВт; БиоЭС на биогазе – 1 МВт; и энергокомплекс «Самух» общей мощностью 14 МВт в составе ВЭС – 5 МВт; СЭС – 5 МВт; ГеоЭС – 2 МВт; БиоЭС на биогазе – 2 МВт.

В стране были построены ВЭС общей установленной мощностью 212,9 МВт: Пиракешкуль – 80 МВт; Хызы / Ситалчай – 5,3 МВт; Хызы / Шурабад – 48 МВт; Ени Яшма – 50 МВт; Мутвит – 8 МВт; Яшна Биглари – 3,6 МВт; ВЭС экологического парка «Центр экологических исследований» – 10 МВт; Хокмели – 8 МВт. С учетом ВЭС энергокомплексов, суммарная установленная мощность ВЭС составляла 220,6 МВт.

По данным [18], работали СЭС: Кангарли – 5 МВт; Сумгайтская – 2,1 МВт; Сахильская – 1,9 МВт; Суруханская – 1,6 МВт; Пироллахи – 1,1 МВт, ФЭС отдельных зданий – 0,6 МВт. Общая установленная мощность СЭС в статье оценивалась в 42 МВт. В 2023 г. была введена в эксплуатацию Гарадагская СЭС мощностью 240 МВт. Суммарная мощность ГЭС в той же статье оценивалась в 1135 МВт, в том числе крупных 1110,4 МВт и 13 малых ГЭС – 24,6 МВт. В 2012 г. был построен самый большой в СНГ Бакинский завод утилизации ТБО с установленной мощностью электрогенерации 35 МВт. На биогазе работают электростанции энергокомплексов «Гобустан» (1 МВт) и «Самух» (2 МВт). С учетом

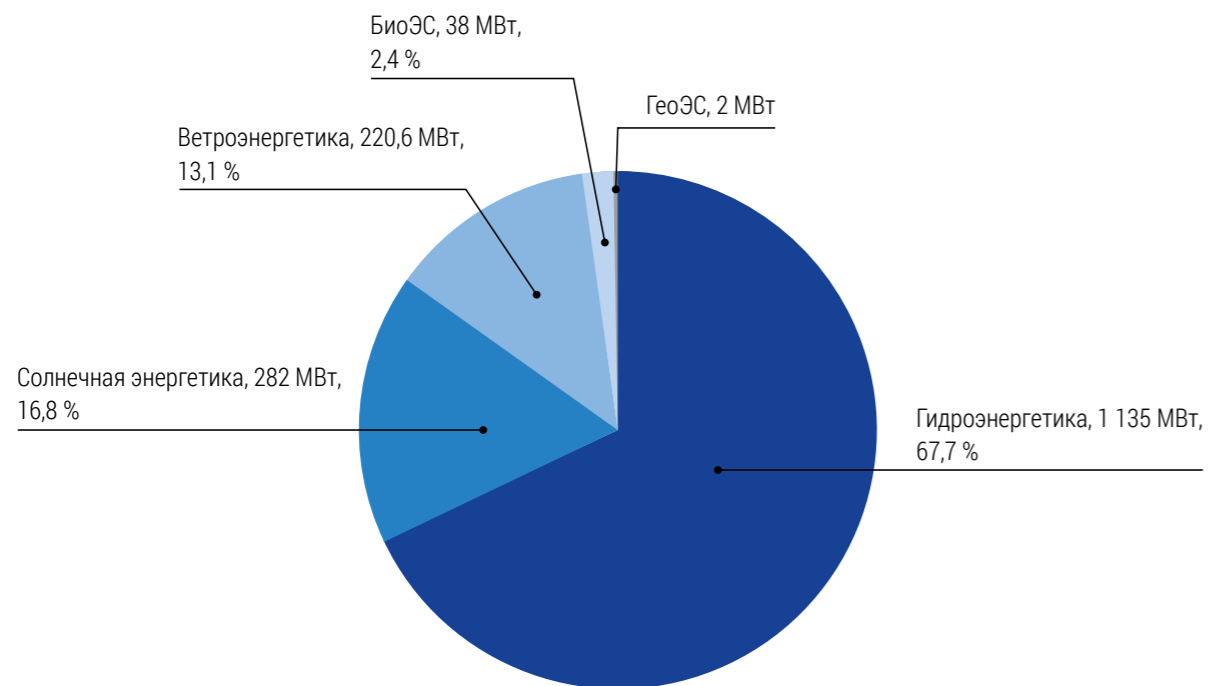


Рис. 11. Диаграмма установленной мощности ВЭ АР в 2023 г, всего 1677,6 МВт (100%)

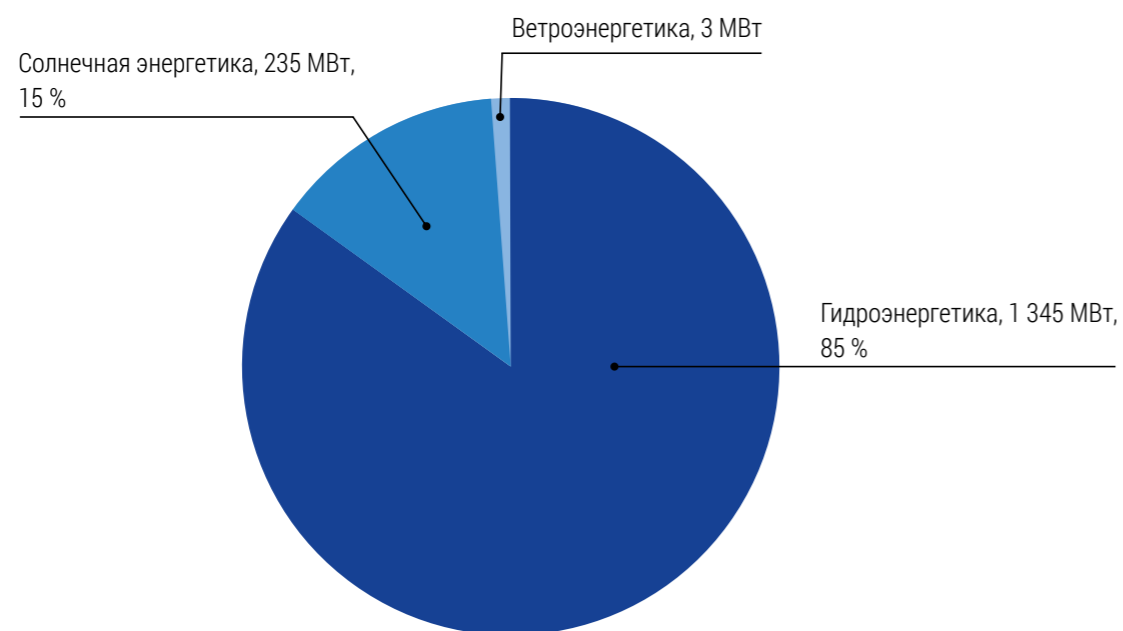


Рис. 12. Диаграмма распределения установленной мощности ВЭ РА в 2022 г. (IRENA), всего 1583 МВт (100%)

вышеизложенного на рис. 11 представлена диаграмма установленной ВЭ АР в 2023 г.

В основе использования ВИЭ – закон АР «Об использовании возобновляемых источников энергии» от 31 мая 2021 г. Органом управления развития ВИЭ является Госагентство по возобновляемым источникам энергии при Министерстве энергетики. Ведущей научной и образовательной организацией в области ВИЭ является Бакинская высшая школа нефти (БВШН), в которой в 2016 г. создан учебный и исследовательский центр

ства IRENA. Развитие ВЭ в Азербайджане осуществляется в соответствии с законом № ЗР-122 от 09.11.2004 г. Госорганом управления ВЭ является Фонд возобновляемой энергетики и энергоэффективности. В энергобалансе РА основным энергоисточником являются ГЭС общей установленной мощностью 1345 МВт, состоящие в основном из двух каскадов: Воротанского и Севан-Разданского. Первая ВЭС – «Лори-1» мощностью 2,64 МВт – была построена в 2005 г. Согласно статье



СЭС в Армении

Источник: dialogorg.ru

по подготовке инженеров по ВИЭ. Данная работа выполняется в сотрудничестве с университетами г. Ахена (ФРГ) и британского Уорвика. При содействии британской компании British Petroleum сотрудниками БВШН Э. Гасымовым и Р. Аббасовым в 2023 г. был подготовлен первый в АР учебник «Введение в использование возобновляемых источников энергии», одобренный Минобрнауки и образования республики.

### Возобновляемая энергетика Республики Армения

На рис. 12 представлена диаграмма распределения мощностей ВЭ Республики Армения (РА) в 2022 г. по данным агент-

[14], в 2021 г. работала Гагаркуникская ВЭС Zod Wind мощностью 20 МВт. Солнечная энергетика была представлена несколькими тысячами ФЭС единичной мощностью до 500 кВт. В 2022 г. были построены 2 СЭС «Барев Арев» мощностью по 6,1 МВт с устройствами слежения за солнцем. В 2023 строились системные СЭС «Маррик-1» мощностью 55 МВт и СЭС «Айг-1» в Арагацотнске мощностью 200 МВт. В 2008 г. была построена первая в РА Лусакертская БиоЭС в Нор Гезы на биогазе птицефабрики установленной мощностью 0,85 МВт. В 2016 г. были пробурены 2 разведочные геотермальные скважины глубиной 1500 м и 1682 м на месторождениях Джермахбюр и Каркар для сооружения Ге-

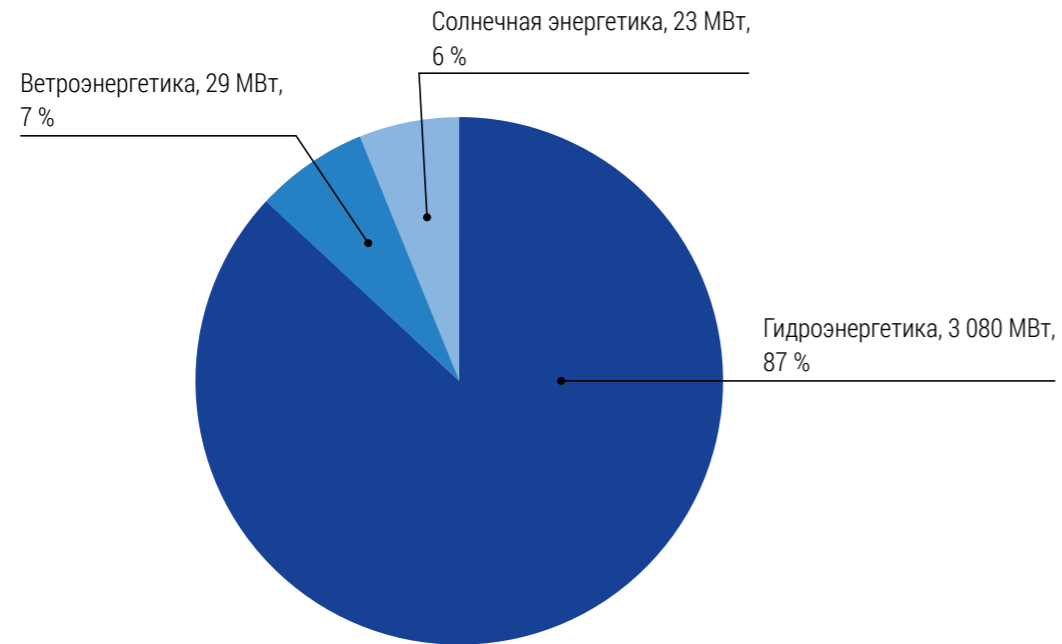


Рис. 13. Диаграмма распределения установленной мощности ВЭ Грузии в 2022 г. по данным агентства IRENA, всего 3132 МВт

оЭС мощностью 30–50 МВт [15]. Научными исследованиями по возобновляемой энергетике в РА занимаются ЗАО «НИИ энергетики» и Институт экономики НАН РА. Подготовка кадров по ВИЭ в РА в 2022 г. не велась.

### Возобновляемая электроэнергетика Грузии

На рис. 13 приведена диаграмма распределения установленных мощностей Грузии в 2022 г., по данным агентства IRENA.

В советские годы в Грузии была одна из передовых научных школ развития ВИЭ. Было выполнено распределение регионов

республики по потенциалу солнечной, ветровой, геотермальной энергии. Грузия была пионером по развитию солнечной теплогенерации: разработана оптимальная конструкция солнечного коллектора и освоено серийное производство, работало специализированное монтажное управление. Впервые в СССР в Грузии было освоено использование тепловых насосов в солнечных и геотермальных системах теплоснабжения.

В 2022 г. в Грузии в области ВИЭ работало АО «Фонд развития энергетики Грузии» Министерства экономики и устойчивого развития ([www.seeca.eu](http://www.seeca.eu)). В основе энергетики Грузии – 94 ГЭС большой мощности и 959 микро ГЭС с суммарной мощностью 57 МВт. В 2022 г. работала ВЭС в Гори мощностью 20 МВт. Солнечная энергетика была представлена ФЭС небольшой единичной мощности.

### Возобновляемая энергетика Туркменистана

По данным агентства IRENA, в 2022 г. Туркменистан имел установленную мощность ВЭ на основе ГЭС – 2 МВт. Первая из них – Гиндукушская ГЭС была построена в 1903 г. на реке Мургаб (1,2 МВт). В советские годы Туркмения была лидером в СССР по солнечной энергетике.

В 1980-е гг. заместитель директора ЭНИН Г. М. Кржижановского – д. ф.-м. н. В. А. Баум организовал в Ашхабаде НПО «Солнце», которое исследовало тепловые, опреснительные, концентрирующие гелиоустановки. В Ашхабаде также работала Туркменская лаборатория фотоэнергетики Всесоюзного НИИтоков (ВНИИТ, руководитель к. ф.-м. н. Б. А. Базаров), в которой под руководством Б. В. Тарнижевского была создана первая в мире концентрирующая фотоэлектрическая установка.

В основе современного развития ВЭ – закон Туркменистана № 334-VI от 13.03.2021 г. «О возобновляемых источниках энергии» и Национальная стратегия развития возобновляемой энергетики до 2030 г., утвержденная Указом Президента Туркменистана № 2007 от 04.12.2020 г. Основной научной организацией является научно-производственный центр «Возобновляемые источники энергии» Государственного энергетического института Туркменистана в г. Мары с лабораториями ФЭП, концентрации солнечной энергии и гелиотехники, биоэнергетики. В энергетическом институте также ведется подготовка бакалавров и магистров по специальности «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

### Возобновляемая энергетика Таджикистана

По данным агентства IRENA, в 2022 г. установленная мощность возобновляемой энергетики Таджикистана на основе ГЭС составляла 5274 МВт. В республике работало более 300 МГЭС. Деятельность данного вида энергетики регулировалась законом «Об использовании возобновляемых источников энергии» от 12.01.2010 г. Работала Ассоциация возобновляемой энергетики Таджикистана. Первая ВЭС этого государства мощностью 220 кВт была построена в 2020 г. в Мургабе Горно-Бадахшанской области. ОАО «Системоавтоматика» (Душанбе) разработала и смонтировала десятки ФЭС мощностью до 120 кВт, тепловые гелиоустановки площадью до 1500 м<sup>2</sup>. ООО «Технологияхоу Сабз» (с. Балджувон, одноименного района) построило 425 ФЭС, в том числе 300 – для домохозяйств, 50 – для школ и медпунктов, 40 – для солнечных насосных, 35 – для объектов бизнеса, а также 15 – МГЭС. При Таджикском техническом университете им. академика М. С. Осими (Душанбе) работает образовательно-технологический центр по внедрению технологий ВИЭ.

СЭС в Туркмении

Источник: [business.com.tm](http://business.com.tm)



**В 2022 г. установленная мощность солнечных электростанций Узбекистана достигала 252 МВт в основном за счет двух системных СЭС мощностью по 100 МВт в Нурабадском и в Карманинском районах**

## Возобновляемая энергетика Кыргызстана

По данным агентства IRENA, в 2022 г. установленная мощность ВЭ Кыргызской Республики (КР) составляла 2780 МВт и была представлена в основном гидроэнергетикой. В 2018 г. был принят закон о возобновляемых источниках энергии. В Министерстве энергетики и промышленности Киргизии работал отдел «Возобновляемые источники энергии» и НИИ энергетики и экономики. Исследованиями занимались кафедра ВИЭ Кыргызского государственного университета им. И. Раззахова и Ошский государственный университет. В республике работала Ассоциация возобновляемых источников энергии и Центр развития ВИЭ и энергоэффективности. В г. Бишкеке были построены солнечно-топливные котельные с общей площадью солнечных коллекторов около 1000 м<sup>2</sup>, поставлены тысячи солнечных водонагревателей и тепловых насосов, на приобретение которых были предусмотрены налоговые преференции.

## Возобновляемая энергетика Молдовы

По данным Минэнерго Республики Молдова (РМ), на 01.01.2024 г. общая установленная мощность ВЭ составляла

343 МВт, в том числе фотоэнергетика 192,4 МВт, ветроэнергетика – 126,8 МВт; гидроэнергетика – 16,7 МВт; биоэнергетика – 6,9 МВт (рис. 14).

Доля ВЭ в общей структуре установленной мощности энергетики страны в 2023 г. составляла 16,8%. Действует закон № 10 от 26.02.2016 г. «О продвижении энергии из возобновляемых источников энергии» и положение о гарантиях происхождения электрической энергии, произведенной из возобновляемых источников энергии от 28.09.2017 г.

В солнечной энергетике активно развиваются СЭС частных лиц и организаций единичной мощностью до 200 кВт. Из общего значения мощности СЭС – 192,4 МВт, в 2023 г. работали ФЭС 5051 потребителя суммарной мощностью 115,3 МВт при соотношении физических и юридических лиц – 74/26.

## Научные школы возобновляемой энергетики

В 2022 г. из всех стран СНГ традиции советских научных школ ВЭ удалось сохранить в основном 3 странам: России, Украине, Узбекистану. Исследования выполняются в академических и образовательных учреждениях. Российские институты работают по всем направлениям ВЭ. Среди стран СНГ они лидируют по фо-



ВЭС, Ставропольский край

Источник: pexels.com

тоэнергетике, геотермальной энергетике, биоэнергетике. На Украине более 30 лет работает институт НАН «Возобновляемые источники энергии», издается специализированный научный журнал. В Узбекистане традиции академических институтов развивает вновь организованное НИИ возобновляемых источников энергии при Минэнерго Узбекистана. Деятельность научных школ стран СНГ не координируется должным образом исполнительным комитетом электроэнергетического совета СНГ. Сотрудничество между национальными академиями наук по ВЭ ограничено личными контактами ученых.

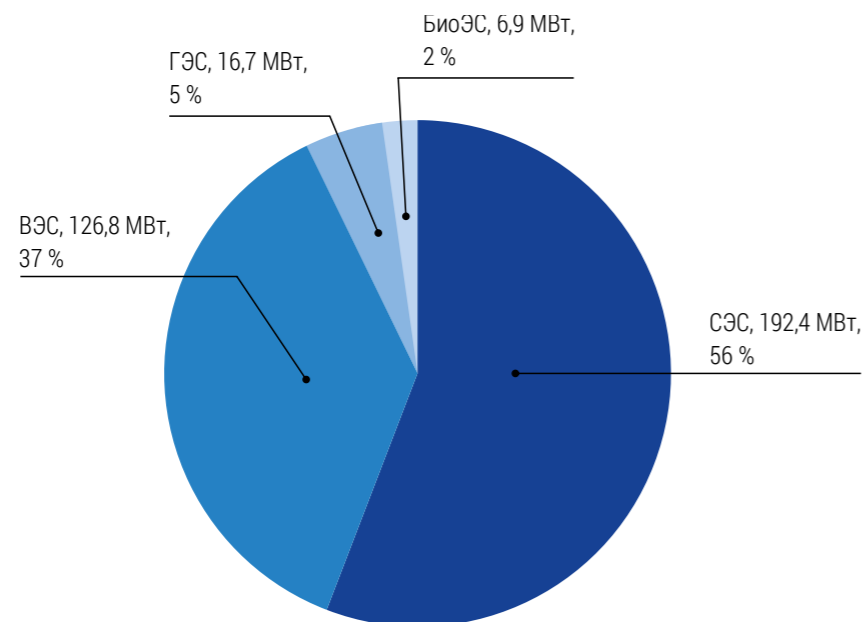
Из научных достижений последних лет следует выделить работы российских ученых (Института вулканологии и сейсмологии РАН) по исследованию геотермальных скважин со сверхкритическими параметрами флюидов, сооружение циркуляционной геотермальной системы теплоснабжения в п. Ханкала г. Грозного (Грозненский нефтяной институт им. Миллионщикова). В области фотоэнергетики на основании фундаментальных работ Санкт-Петербургского ФТИ РАН ГК «Хевел» удалось создать производство замкнутого цикла фотоэлектрических модулей (ФЭМ) в Удмуртии, а в г. Калининграде в 2023 г. завершили сооружение предприятия ЭН-

КОР по изготовлению кремниевых ФЭМ. Ведущей научной организацией РАН в области создания биотоплив является институт ИВТАН (д. т. н. В. М. Зайченко).

На основании разработок украинского НИИ возобновляемой энергетики НАН удалось создать экономические условия и технические решения по масштабному сооружению фотоэлектрических станций жилых домов и частной коммерческой застройки. Академические и образовательные учреждения Узбекистана разработали единственную в СНГ актуализированную систему нормативных документов по проектированию фотоэлектрических и тепловых солнечных установок.

**В основе возобновляемой энергетики Грузии 94 ГЭС большой мощности и 959 микро ГЭС с суммарной мощностью 57 МВт. В 2022 г. работала ВЭС в Гори мощностью 20 МВт и несколько единичных СЭС**

Рис. 14. Диаграмма распределения установленной мощности ВЭ РМ в 2023 г. по данным Минэнерго, всего 343 МВт (100%)





Паужетская ГеоЭС

Источник: Wikipedia

Важным показателем научной деятельности являются публикации в международных специализированных журналах. Из 378 международных периодических изданий с публикациями по возобновляемой энергетике [16] наибольшую цитируемость в базе данных Web of Science имели журналы как по комплексу проблем использования ВИЭ: Renewable Sustainable Energy Reviews («Обзор возобновляемой и устойчивой энергетики», Великобритания); так и по ее отдельным видам: Solar Energy («Солнечная энергетика», США); Wind Energy («Ветроэнергетика», Нидерланды); Geothermal Energy («Геотермальная энергетика», ФРГ); Biomass Bioenergy («Биомасса и биоэнергетика», Великобритания). Из указанных журналов в составе редколлегий только в трех первых состоят представители стран СНГ, а публикации ученых весьма редки.

В странах СНГ в 2022 г. специализированные научные журналы по ВИЭ имелись на Украине («Возобновляемая энергетика»), в Узбекистане («Гелиотехника» (Scopus); «Альтернативная энергетика», Карши), в России («Альтернативная энергетика и экология»). В России статьи по ВИЭ за последние 5 лет (610) были опубликованы в 13 журналах [17] и в основном научном журнале содержания «Энергети-

ка». «Известие высших учебных заведений и учреждений СНГ» ежегодно по проблемам ВИЭ публикует до 5 статей. Представительство ученых СНГ в международных профессиональных сообществах по ВИЭ (International Renewable Energy Alliance): ISES (солнечной энергетике); IGA (геотермальной); WWEA (ветроэнергетики); WBA (биоэнергетики) весьма ограничено. Фактически отсутствуют представители России в ассоциациях ISES и IGA.

Полноценная подготовка инженерных и научных кадров организована только в России и Узбекистане. В России обучением бакалавров и магистров в 2022 г. занимались 17 вузов с ежегодным выпуском более 400 чел. [18], а в Узбекистане 12 вузов (более 300 чел.). Основными проблемами этой деятельности являются: сложности трудоустройства выпускников, несоответствие международным стандартам, отсутствие координации программ и методик обучения. Интересен опыт МГУ по созданию специализированных программ обучения по ВИЭ для студентов гуманитарных вузов. При обучении по известным зарубежным учебным пособиям в большинстве стран СНГ используют собственные учебники (в России – более 50). Некоторые из них учитывают специфику подготовки по основной специальности,

например, нефтяной промышленности, но в большинстве своем представляют компиляцию известных книг. Координация учебно-методической работы по использованию ВИЭ в странах СНГ не осуществляется.

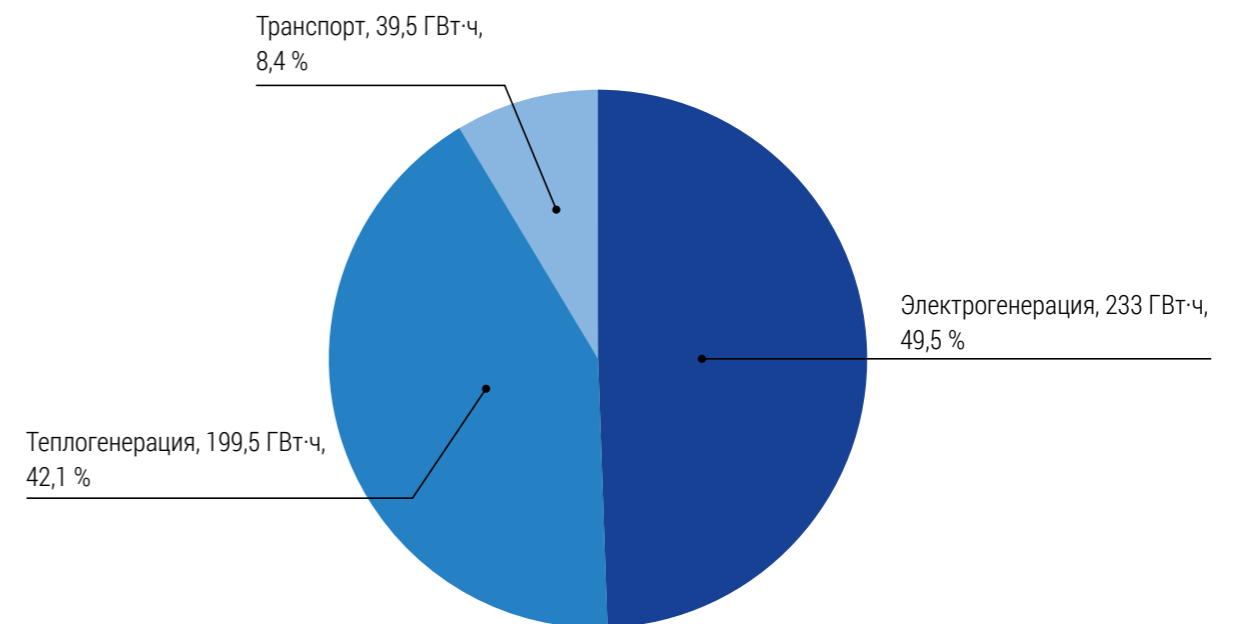
Подготовка научных кадров является важнейшим индикатором перспективности направлений науки. Только в 3 странах СНГ сохранилось обучение аспирантов по научной специальности – «Энергоустановки на основе возобновляемых (альтернативных) видов энергии» [19]. В России в 2022 г. ее содержание было распределено по специальностям 2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы»; 4.3.2 – «Энерготехнологии, электрооборудование и электроснабжение агропромышленного комплекса»; 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение». За последние 20 лет по проблемам ВИЭ в РФ были защищены 117 кандидатских и 13 докторских диссертаций [19]. В Узбекистане аналогичная работа осуществляется академическими учреждениями (Физико-технический институт, НПО «Физика – Солнце» АН РУз) и ведущими вузами.

Существенным недостатком деятельности научных школ стран СНГ является низкое качество статистики по возобновляемой энергетике. Правительство РФ Распоряжением № 594-Р от 24.03.2022 г.

## По данным агентства IRENA, в 2022 г. установленная мощность возобновляемой энергетики Таджикистана на основе гидроэлектростанций составляла 5274 МВт. В республике работало более 300 МГЭС

поручило Министерству энергетики создать такую систему. При адаптации опыта известных международных методик подготовки статистики по ВИЭ особое внимание заслуживает 20-летняя деятельность экспертной группы AGEE – Stat, в ежегодных сборниках [20] которой по методикам ФРГ и Евросоюза приводятся данные по Германии, 28 странам Европы и мира в целом. Обработка отчетов статуправления ФРГ сопровождается научным анализом и согласованием результатов с ведущими специализированными ассоциациями. На основании топливно-энергетического баланса ФРГ по первичному топливу определяется доля энергетики на основе ВИЭ, а затем структура выработки энергии по отдельным видам (рис. 15). Основными видами

Рис. 15. Диаграмма структуры выработки энергии на основе ВИЭ в ФРГ в 2021 г.



энергопотребления являлись электрогенерация (49,5%) и теплогенерация (42,1%).

Во всех странах СНГ в 2023 г. (кроме Беларуси) имелись только данные по электрогенерации. По теплогенерации были известны только экспертные оценки.

## Выводы

1. В основе деятельности управления ВЭ России и Казахстана – рыночные принципы, Беларуси – административные, а в Узбекистане, других странах содружества – сочетание административных и рыночных.
2. Источниками финансирования развития ВЭ России и Казахстана в основном являются средства инвесторов, которые погашаются потребителями через государственную тарифную политику. В Беларуси источник финансирования – государственные бюджетные средства, а в Узбекистане – сочетание бюджетных средств и частных инвестиций.

Ушаковская ВЭС  
Источник: «Янтарьэнерго»



3. В странах содружества отсутствует полный цикл производства оборудования ВЭ. В России, Казахстане и Узбекистане работали предприятия по добыче и выплавке кремния, производству ФЭМ. В России законодательно закреплено требование по локализации производства оборудования ВЭ и построены соответствующие производства (ФЭМ; ВЭУ).
4. В отличие от других стран содружества в России отсутствует федеральный закон об использовании ВИЭ, а развитие возобновляемой электрогенерации регламентируют поправки и дополнения к закону «Об электроэнергетике». Национальная программа «ДПМ – ВИЭ-2.0» с горизонтом планирования до 2035 г. интегрирована с программами развития безуглеродной экономики и экологии «Чистая энергетика».
5. Сохранены традиции советских научных школ по ВИЭ в России, Узбекистане, Украине. В этих странах созданы коллаборации академических, вузовских организаций и НИИ при министерствах энергетики. Издаются специализированные научные журналы: «Альтернативная энергетика» (РФ), «Возобновляемая энергетика» (Украина), «Гелиотехника» (Узбекистан). Отсутствует координация работы научных учреждений со стороны исполкома электротехнического совета СНГ.
6. Лидерами научного обеспечения возобновляемой энергетики среди стран СНГ является Россия и Узбекистан. При сотрудничестве вузовских организаций практически отсутствует координация между академическими учреждениями. Недостаточно полно научные организации предоставлены в редакциях международных журналов, специализированных ассоциациях.
7. Массовой подготовкой инженерных и научных кадров занимаются РФ и Узбекистан (до 1000 бакалавров и магистров ежегодно), в аспирантурах обучаются более 100 человек. Актуальна синхронизация и актуализация программ обучения, учебно-методических материалов.



Российская сборка солнечных панелей

Источник: russia-reborn.ru

## Использованные источники

1. Международное агентство Irena. URL: [www.irena.org](http://www.irena.org). Renewable Energy Capacity Statistics 2023 mc-cd 8320d4-36al-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Mar/IRENA\_RE\_Capacity-Statics\_2023.pdf.
2. IEA, Международное энергетическое агентство. URL: [www.iea.gov](http://www.iea.gov), energy statistics data tools.
3. Международное экспертное сообщество REN21. URL: [ren21\\_2023\\_jun\\_global-status-report-energy-supply.pdf](http://ren21_2023_jun_global-status-report-energy-supply.pdf)
4. «Системный оператор ЕЭС РФ». Отчет о функционировании ЕЭС России в 2022 году. URL: [www.so.ets.ru](http://www.so.ets.ru).
5. Информационный бюллетень АРВЭ «Рынок возобновляемой энергетики России: текущий статус и перспективы развития». – М. Июль, 2022. URL: [www.irreda.ru](http://www.irreda.ru).
6. Бутузов В. А. Солнечная теплогенерация в России. Цифры и факты // Энергосбережение. 2023. № 8. С. 42–47.
7. Крецов В. Беларусь и стратегия экономики ТЭР. // Энергоэффективность. 2022. № 6. С. 2–5.
8. Оганесов И. А., Горустович Т. Г., Королевич Н. Г. О некоторых вопросах развития биогазовых технологий в Республике Беларусь. Энергоэффективность. 2020. № 6. С. 29–32.
9. ТОО «Расчетно-финансовый центр по поддержке ВИЭ». URL: [www.rfc.kegoc.kz](http://www.rfc.kegoc.kz).
10. ШНК 2.04.15.22. Фотоэлектрические станции (системы). Нормы проектирования // Министерство строительства и коммунального хозяйства РУз. Ташкент. 2022.
11. Фотоэлектрические станции (системы). Нормы проектирования. ШНК 2.04.15.22 Министерство строительства и коммунального хозяйства. Ташкент. 2022.
12. Елистратов В. В., Мухаммандиев М. М. Комплексное использование гидроэнергетических источников Узбекистана в контексте изменения климата // Applied Solar Energy. 2023. Т. 59. Вып 1. С. 87–94.
13. Захидов Р., Кремков М. Ветроэнергетический потенциал Узбекистана // Гелиотехника. 2015. Т. 51. № 4. С. 336–337.
14. Мирзоев Р. К., Мирзоева С. М. Перспективы развития альтернативной и возобновляемой энергетики в Азербайджане // Вестник наук. 2022. № 11 (56) Т. 1. Энергетика и альтернативная энергия. С. 1–11.
15. Паникян С. Р. Энергетика Армении: сегодня и завтра // Энергетика за рубежом. 2022. № 4. С. 42–45.
16. Маркаров А., Давтян В. Развитие возобновляемой энергетики в Армении: вызовы диверсификации // Геоэкономика энергетики. 2021. № 3 (15).
17. Лазарев В. С., Скалабан А. В. Основные мировые научные журналы в помощь в выполнении исследований по проблеме «Возобновляемые источники энергии, местные и вторичные энергоресурсы» // Энергетика. Известие высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2016. Т. 59. № 5.
18. Бутузов В. А. Возобновляемая энергетика России: научнотехнические статьи, материалы конференций, диссертации в 2018–2022 гг. // СОК (Сантехника, отопление, вентиляция). 2023. № 9.
19. Бутузов В. А., Амерханов Р. А., Григораш О. В. Энергетика на основе возобновляемых источников энергии: подготовка специалистов в российских вузах // Энергосбережение и водоподготовка. 2022. № 3. С. 4–16.
20. Бутузов В. А., Амерханов Р. А., Григораш Р. А., Будников Д. А. Российские научные кадры для энергетики на основе ВИЭ // Энергосбережение и водоподготовка. 2022. № 3.
21. BMWK. Zeitreihen Eneuerbare Energien. URL: [https://www.erneuerbare-energien.ole./EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare\\_Energien\\_in\\_Zahlen/Zeitreihen/Zeitreihen.html](https://www.erneuerbare-energien.ole./EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/Zeitreihen.html) (zugriffen 4. Oktober 2022).