

УДК 662.997.534

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/110/09>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

©*Ташиев Н. М.*, ORCID: 0000-0001-9739-7638, SPIN-код: 4962-3103, канд. техн. наук,
Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан, miali_n@mail.ru

©*Раимбек уулу Э.*, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан

©*Ашимов А. М.*, Ошский технологический университет им. М. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан

RESEARCH OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF ELEMENTS OF SOLAR POWER PLANTS

©*Tashiev N.*, ORCID: 0000-0001-9739-7638, SPIN-code: 4962-3103, Ph.D.,
Osh Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan, miali_n@mail.ru
©*Raimbek uulu E.*, Osh Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan
©*Ashimov A.*, Osh Technological University named after M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Приведены результаты исследований особенностей работы солнечных электростанций. Дано полное описание монтажа и демонтажа в сельских условиях. Анализируется совокупность особенностей возобновляемых источников энергии, а также пути решения экологических и экономических проблем. Результаты исследования показывают, что Центральная Азия имеет большой потенциал для развития «зеленой энергетики». Это позволит создать новые рабочие места и улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Abstract. The article presents the results of studies of the features of solar power plants. A full description of installation and dismantling in rural conditions is given. The set of features of renewable energy sources, as well as ways to solve environmental and economic problems, is analyzed. The results of the study show that Central Asia has great potential for the development of "green energy". This will create new jobs and improve the environmental situation in the region.

Ключевые слова: солнечная энергия, биоэнергетика, солнечная панель.

Keywords: solar energy, bioenergy, solar panel.

Чтобы преодолеть ограничения энергоснабжения и сократить выбросы, нынешняя политика устойчивого развития должна быть сосредоточена на создании централизованно сбалансированной и экологически чистой системы энергоснабжения, включающей различные возобновляемые источники энергии. В паспорте солнечной панели указаны технические характеристики, такие как мощность, ток и напряжение при различных условиях испытаний. Это ключевой аспект для сравнения эффективности солнечных

панелей. Для измерения этих параметров используются разные условия испытаний в зависимости от ценности и уровня эффективности методов [1-3].

Объект исследования — солнечная установка с фотоэлектрическими панелями. Их выбор определяется следующими факторами: возможность интеграции развития солнечных электростанций и использования фотоэлектрических панелей, работающих с помощью солнечной энергии, в электроснабжении домов, предприятий малого и среднего бизнеса; относительно невысокая цена; доступность; простота сборки, эксплуатации и обслуживания; автономность; экологическая чистота для окружающей среды; возможность использования солнечной энергии при осуществлении теплоснабжения домов.

Материалы и методы исследования

Согласно расчетам, мощность источников энергии в Центральной Азии представлена в Таблице 1.

Таблица 1

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ [1-3]

<i>Источник энергии</i>	<i>Мощность, МВт</i>
Солнечная энергия	195 000-3 760 000
Гидроэнергетика	275-30000
Ветроэнергетика	1 500-354 000
Геотермальная энергия	2-54 000
Биоэнергетика	200-800

Мощность солнечной энергии на территории Казахстана оценивается примерно в 3 760 000 МВт. В регионе 195-250 солнечных дней, а количество солнечного света и радиации составляет 1200-1700 кВт/м². В Кыргызстане — 158-230 солнечных дней, а потенциал солнечной энергии составляет 267 000 МВт. А возобновляемые источники энергии в Туркменистане — еще более высокопроизводительны. Годовая продолжительность солнечного света в некоторых регионах (Кули, Хасане и Ашхабаде) достигает 2700-3150 часов и потенциал солнечной энергии очень высок.

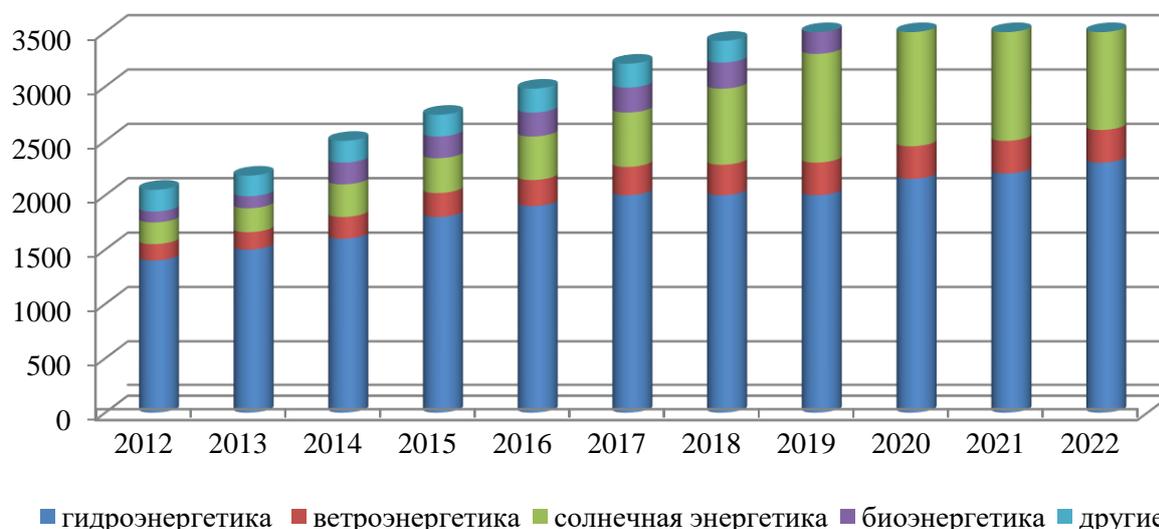


Рисунок 1. Установленная мощность по видам ВИЭ в мире за последнее десятилетие, ГВт

Потенциал солнечной фотоэлектрической энергии в Таджикистане оценивается в 195 000 МВт. Световой день от 2100 до 3170 часов в году, ясных дней в году 280-330. Потенциал солнечной фотоэлектрической энергии в Узбекистане составляет 593 000 МВт. Солнечный потенциал оценивается в 2 000 000 ГВтч и 1195 ТВтч в год [4-8].

Доля возобновляемых источников энергии сегодня составляет почти 40% от общего производства электроэнергии в мире [9].

Суммарная установленная мощность возобновляемых источников энергии в 2022 г оценивается в 3381,8 ГВт, что вдвое превышает установленную мощность по сравнению с 2012 г [9]. Большая часть вновь установленной мощности составляет 25% ветровой и 65% солнечной энергии (Рисунок 1).

Результаты и их обсуждение

Аналогичный анализ провело IEA, которое установило, что в 2019 г на производство солнечной энергии будет приходиться 3% мировой электроэнергии. Эта цифра представляет собой второе абсолютное поколение возобновляемых технологий. По данным организации, в 2020 г количество солнечных систем увеличится на 20%, что представляет собой увеличение общей доли производства электроэнергии. IEA прогнозирует, что мощность возобновляемых источников увеличится еще на 2400 ГВт в течение следующих пяти лет, что составит 91% от общей новой установленной мощности [9].

В настоящее время большое значение в обеспечении электроэнергией не только крупных потребителей, но и удаленных и стационарных потребителей, недоступных для получения электроэнергии, имеют солнечные электростанции. Одним из основных отличий солнечной электростанции, подключенной к сети, является то, что она включает в себя возможность подачи электроэнергии непосредственно от фотоэлектрических панелей в центральную сеть электроснабжения. Фотоэлектрическая установка (солнечная панель) предназначена для непосредственного преобразования солнечной энергии в электрическую энергию (Рисунок 2).

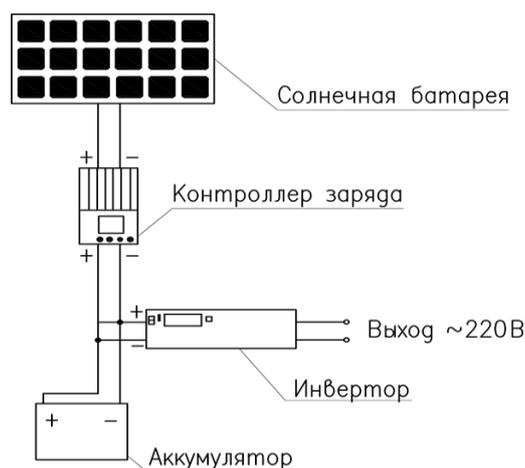


Рисунок 2. Общая схема функционирования автономной солнечной электростанции

На Рисунке 2 показано, что вырабатываемая электроэнергия в фотоэлектрических панелях (солнечная батарея) направляется в контроллер заряда, где производится распределение в сторону системы накопления энергии в целях накопления выработанной электроэнергии, которая, как правило, потребляется в период отсутствия солнца. Далее накопленная электроэнергия направляется в инвертор, где электрический ток преобразовывается при напряжении 220 Вольт или 380 Вольт в зависимости от количества

фаз при максимальном отклонении напряжения до $\pm 15\%$ при частоте 50 Гц в пределах изменения $\pm 0,4$ Гц в соответствии с действующими требованиями и условиями к показателям качества электроэнергии. К примеру, полупроводники (кремниевые пластины), которые используются для изготовления элементов, обладают положительными и отрицательными заряженными электронами и состоят их двух слоев, а именно: n-слой (-) и p-слой (+). Излишние электроны под воздействием солнечного света выбиваются из слоев и занимают пустые места в другом слое. Данный процесс заставляет свободные электроны постоянно двигаться, переходя из одной пластины в другую вырабатывая электрическую энергию, которая накапливается в системе накопления энергии или передается в сетевой инвертор в зависимости от типа солнечной электростанции. В последнее время массово внедряются технологии в виде возможности удаленного мониторинга функционирования солнечной электростанции с применением сети Wi-Fi и подключением в стационарный смартфон. Данная технология позволяет не только контролировать режимы работы солнечной электростанции, но и производить мониторинг и регистрировать данные работы электроустановки, что позволяет в облегченном формате производить научно-исследовательские работы по изучению работы солнечной электростанции в локальных условиях. Выбор и эксплуатация монокристаллических панелей является целесообразным и эффективным с точки зрения высокого КПД. Однако применение поликристаллических панелей является наиболее возможной и целесообразной в виду разницы по КПД (16%) и низкой стоимости, которая дешевле, чем монокристаллические панели на 20%, что полностью соответствует требованиям к эксплуатации автономных станций гибридного электроснабжения для значительного слоя потребителей (Таблица 2, 3).

Таблица 2

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗНЫХ ВИДОВ
 ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<i>Поликристаллические панели</i>	
Малые затраты при производстве и малая подверженность высоким значения температуры окружающей среды.	Низкий КПД, так как чистота кремния в поликристалле ниже, чем в монокристалле и низкая плотность производимой электро-энергии.
<i>Монокристаллические панели</i>	
Высокий КПД (до 22%), высокая плотность производимой электро-энергии, значительный период эксплуатации – от 25 лет, большая эффективность генерации при низкой освещенности.	Высокая стоимость (дороже на 18-20%, чем поликристаллические).
<i>Тонкопленочные панели</i>	
Возможность скрытой установки, меньшая стоимость приобретения, высокая гибкость и малая толщина, низкая зависимость от величины освещенности и затемненности, минимальное количество брака и дефектов.	Низкая плотность производимой электро-энергии, что и увеличивает суммарную площадь фотоэлектрических модулей данного типа, высокая масса из-за защищенности с 2 сторон стеклами.

Таблица 3

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СЕТЕВОЙ И АВТОНОМНОЙ СЭС

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<i>Сетевая электростанция</i>	
Относительно низкие капитальные затраты необходимости в приобретение системы накопления энергии	Отсутствие невозможность работы при пасмурной погоде Невозможность электроснабжения в ночной период

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
Простота монтажа Возможность работы по «зеленому тарифу» Простота в эксплуатации	Высокие требования к функционалу контроллера и инвертора Высокие требования к противоаварийной автоматике
<i>Автономная электростанция</i>	
Возможность электроснабжения в ночной период Средние требования к противоаварийной автоматике Полная автономность электростанции Независимость от центральных источников питания Простой монтаж Отсутствие перенапряжений и всплесков токов	Необходимость приобретения системы накопления энергии Необходимость периодической замены аккумуляторов

Выводы

1. Применение информационно-вычислительных программных комплексов: *Power Energy*; *Microsoft Office Excel*; *MathCad 14* позволяет с максимальной точностью вычислять параметры технико-экономического обоснования разных видов солнечных электростанций в зависимости от физико-технических параметров, географического расположения объекта, гидрометеорологических параметров.

2. Совместная работа солнечной электростанции с внешними источниками питания в электроснабжении крупных потребителей является целесообразным, энергетически и экономически эффективным.

3. Солнечная электростанция имеет следующие преимущества: легкость монтажных работ, возможность работы по «зеленому тарифу» и т.д. Однако имеются значительные недостатки, такие как: невозможность электроснабжения в ночной период, высокие требования к противоаварийной автоматике, зависимость от центральных источников питания и т.д.

4. Автономная солнечная электростанция имеет следующие преимущества: возможность электроснабжения в ночной и пасмурный период, средние требования к противоаварийной автоматике, независимость от центральных источников питания, но учитываются следующие недостатки: обязательное наличие системы накопления энергии, что повышает удельную стоимость всего объекта.

Таким образом, в рамках проведенного исследования рекомендуется проведение изучения особенностей функционирования автономной солнечной электростанции.

Список литературы:

1. Ташиев Н. М., Жусупов И. М., Торогул У. О. Шамал энергиясын колдонуунун кейгөйлөрүн талдоо жана изилдөө // Известия Ошского технологического университета. 2021. №2-2. С. 104-108.

2. Ташиев Н. М., Бокоев К. А. Техничко-экономические показатели получения порошков сельхозпродуктов с помощью солнечной энергии // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №5. С. 404-410. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/46>

3. Арзумян А. USAID поддерживает развитие возобновляемой энергетики в Центральной Азии // *Qazaq Solar*. 2020. № 3. С. 26–34.

4. Баум Л. Энергетика Кыргызской Республики: современное состояние, проблемы и реформы // Центральная Азия и Кавказ. 2008. № 6(60). С. 101–112.

5. 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. V. 57. P. 216-225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.191>

6. Angheluta S. P. et al. The Energy from Renewable Sources in the European Union: Achieving the Goals // *European Journal of Sustainable Development*. 2019. V. 8. №5. P. 57-57. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n5p57>
7. Laldjebaev M., Isaev R., Saukhimov A. Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and barriers // *Energy Reports*. 2021. V. 7. P. 3125-3136. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.05.014>
8. Jorde K., Biegert A. *Regional Reports on Renewable Energies*. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit – GTZ (Ed.). Frankfurt/ Eschborn, Germany. 2009. P.133–154.
9. Dave Jones. *Global electricity review 2021*. Global Trends. EMBER. 2021.

References:

1. Tashiev, N. M., Yusupov, I. M., & Torogul', Yu. O. (2021). Analiz i issledovanie problem ispol'zovaniya energii vetra. *Izvestiya Oshskogo tekhnologicheskogo universiteta*, (2-2), 104-108. (in Kyrgyz).
2. Tashiev, N., & Bokoyev, K. (2022). Technical and Economic Indicators of Solar Production of Agricultural Powders. *Bulletin of Science and Practice*, 8(5), 404-410. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/46>
3. Arzumanyan A. (2020). USAID podderzhivaet razvitie vozobnovlyaemoi energetiki v Tsentral'noi Azii. *Qazaq Solar*, (3), 26–34. (In Russian).
4. Baum, L. (2008). Energetika Kyrgyzskoi Respubliki: sovremennoe sostoyanie, problemy i reformy. *Tsentral'naya Aziya i Kavkaz*, (6), 60. (In Russian).
5. Ahmed, S., Mahmood, A., Hasan, A., Sidhu, G. A. S., & Butt, M. F. U. (2016). A comparative review of China, India and Pakistan renewable energy sectors and sharing opportunities. *Renewable and Sustainable Energy reviews*, 57, 216-225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.191>
6. Angheluta, S. P., Burlacu, S., Diaconu, A., & Curea, C. S. (2019). The Energy from Renewable Sources in the European Union: Achieving the Goals. *European Journal of Sustainable Development*, 8(5), 57-57. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n5p57>
7. Laldjebaev, M., Isaev, R., & Saukhimov, A. (2021). Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and barriers. *Energy Reports*, 7, 3125-3136. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.05.014>
8. Jorde, K., & Biegert, A. (2009). *Regional Reports on Renewable Energies*. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit – GTZ (Ed.). Frankfurt. (pp.133–154).
9. Dave Jones (2021). *Global electricity review 2021*. Global Trends. EMBER.

Работа поступила
в редакцию 02.12.2024 г.

Принята к публикации
11.12.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Ташиев Н. М., Раимбек уулу Э., Ашимов А. М. Исследование электрических характеристик элементов солнечных электростанций // *Бюллетень науки и практики*. 2025. Т. 11. №1. С. 61-66. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/110/09>

Cite as (APA):

Tashiev, N., Raimbek uulu, E., & Ashimov, A. (2025). Research of Electrical Characteristics of Elements of Solar Power Plants. *Bulletin of Science and Practice*, 11(1), 61-66. (In Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/110/09>