Научная статья
Original article
УДК 621.31

ИССЛЕДОВАНИЕ МОНИТОРИНГ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

RESEARCH MONITORING AND OPTIMIZATION OF SOLAR PANELS

Вороков Ислам Русланович, Магистр 2 года обучения, институт «Информатики, электроники и робототехники», кафедра «Информационные технологии в управлении техническими системами», Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, Россия, г. Нальчик

Vorokov Islam Ruslanovich, Master of 2 years of study, Institute of "Computer Science, Electronics and Robotics", Department of "Information Technologies in the Management of Technical Systems", Kabardino-Balkarian State University. Kh. M. Berbekova, Russia, Nalchik

Аннотация: В настоящее время солнечная энергетика является довольно перспективным направлением альтернативной энергетики. Потенциальные возможности энергетики, основанной на применении непосредственно солнечного излучения, чрезвычайно велики. Использование всего 0,0005% энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а 0,5% - полностью покрыть потребности на перспективу. Энергетика является той отраслью экономики, которая является индикатором уровня развития производства, науки и страны в целом. Человечество за всю историю своего существования израсходовало примерно

950 трлн кВт/ч энергии всех видов, причем 2/3 от этого приходится на последние 30 лет. Поэтому проблема освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии становится все более актуальной.

S u m m a r y: Currently, solar energy is a rather promising direction of alternative energy. The potential possibilities of energy based on the use of direct solar radiation are extremely large. The use of only 0.0005% of the Sun's energy could provide all the current needs of the world's energy, and 0.5% could fully cover the needs for the future. Energy is the branch of the economy that is an indicator of the level of development of production, science and the country as a whole. Humanity has spent approximately 950 trillion kWh of energy of all kinds in the entire history of its existence, and 2/3 of this falls on the last 30 years. Therefore, the problem of developing unconventional and renewable energy sources is becoming more and more urgent.

Ключевые слова: КПД, солнечная панель, фотоэлементы, электроны, инвертор, теплоноситель, диоды.

Keywords: Efficiency, solar panel, solar cells, electrons, inverter, coolant, diodes.

Введение. Значительные запасы углеводородного природного сырья, традиционно развитая гидроэнергетика, а также относительно мягкий климат определили концепцию промышленного жилищного и сельскохозяйственного строительства в южных регионах РФ. Дешевые энергоресурсы стимулировали в южных регионах РФ повсеместный отказ от затрат на эффективную теплоизоляцию в пользу возведения облегченных конструкций. Экономия на энергосбережении и использовании альтернативной энергетики привела к отставаниям в важнейших технологиях зеленой энергетике. В США - с 1978 года действует закон поощряющий энергосбережение и развитие возобновляемых источников энергии. В Европе программы по инвестициям в развитие зелёной альтернативной энергетики работают с 1991 года. В лидерах Германия, Швеция, Италия. По всему миру более 170 стран планируют

использовать ВИЭ 150 из них уже успешно внедряют свои госпрограммы стимулирующие инвестиции в чистую энергию.

Российский проект закона о микрогенерации от 07 ноября 2018 поддержали Законодательное Собрание Красноярского края, Алтайское краевое и Парламент Кабардино-Балкарской Республики. Закон принят Государственной думой и после подписания данного закона президентом В.В.Путиным открывается практическая возможность в России микрогенерации - производства электричества частными лицами в малых объёмах, до 15 кВт. С ростом цен на энергоносители стала очевидным необходимость развития альтернативной энергетики и технологий энергосбережения.

Материалы и методы.

Солнечная батарея - объединение фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток, в отличие от солнечных коллекторов, производящих нагрев материала -теплоносителя.

Принцип работы заключается в эффекте полупроводников (рисунок 1). Основой являются кремниевые пластины. Кремний является одним из самых эффективных полупроводников из известных человечеству на данный момент. При нагревании фотоэлемента (верхней кремниевой пластины блока преобразователя) электроны из атомов кремния высвобождаются, после чего их захватывают атомы нижней пластины. Согласно законам физики, электроны стремятся вернуться в свое первоначальное положение. Соответственно, с нижней пластины электроны двигаются по проводникам (соединительным проводам), отдавая свою энергию на зарядку аккумуляторов и возвращаясь в верхнюю пластину [1].

Эффективность фотоэлементов, созданных при помощи монокристаллического метода нанесения кремния, является существенно выше, поскольку в такой ситуации кристаллы кремния имеют меньше граней, что позволяет электронам двигаться прямолинейно[2]..

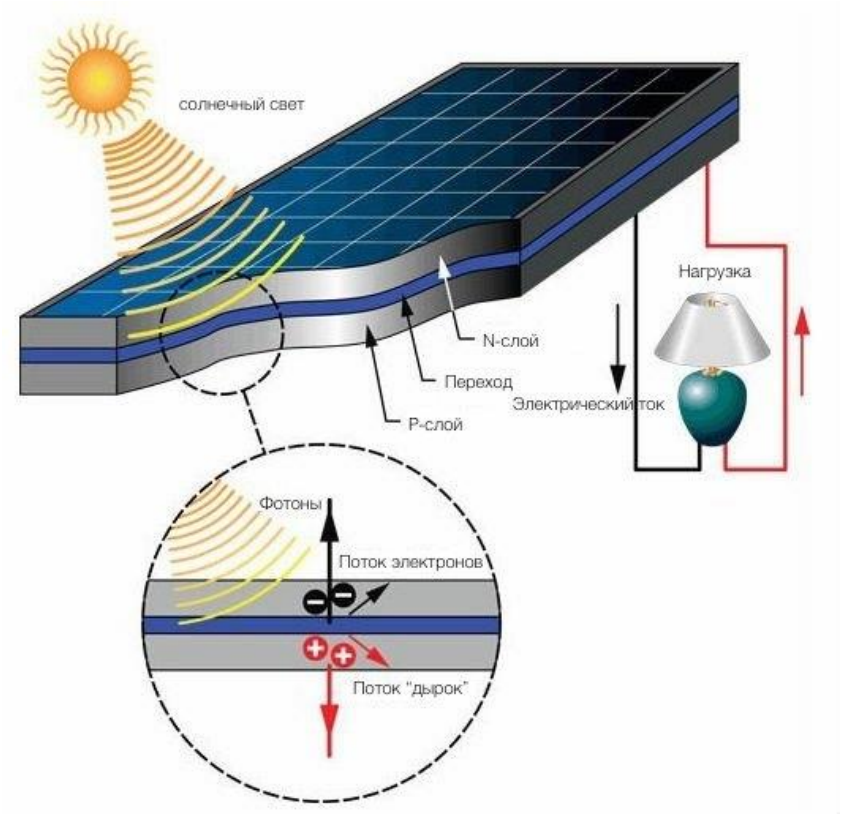


Рисунок 1. Принцип работы солнечных батарей.

Процесс вырабатывания электроэнергии происходит следующим образом:

- Воздействие солнечных лучей на первую приводит к недостаче электронов.
- При воздействии на вторую пластину, та получает избыток электронов.
- К пластинам подведены полосы из меди, проводящие ток.
- Полосы подключаются к преобразователям напряжения с встроенными АКБ.

Устройство солнечных батарей

Основу конструкции устройства составляют:

- Корпус панели;
- Блоки преобразования;
- Аккумуляторы;
- Дополнительные устройства.

Корпус выполняет исключительно функцию скрепления конструкции, не имея больше никакой практической пользы. Основными элементами являются блоки преобразователей. Это и есть фотоэлемент, состоящий из материала-полупроводника, которым является кремний. Можно сказать, что состоят солнечные батареи, устройство и принцип работы которых всегда одинаковый, из каркаса и двух тонких слоев кремния, который может быть нанесен на поверхность, как монокристаллическим, так и поликристаллическим методом.

Для работы солнечных батарей, используются аккумуляторы. Как правило, используется два аккумулятора - основной и резервный. Основной накапливает электроэнергию, сразу же направляя ее в электрическую сеть. Резервный аккумулятор - направляет ее в сеть, когда напряжение падает. Среди дополнительных устройств можно выделить контроллеры, которые отвечают за распределение электроэнергии в сети и между аккумуляторами. Как правило, они работают по принципу простого реостата.

Очень важными элементами солнечных батарей являются диоды. Данный элемент устанавливается на каждую четвертую часть блока преобразователей, защищая конструкцию от перегрева из-за избыточного напряжения. Если диоды не установлены, то существует большая вероятность того, что после первого дождя система выйдет из строя.

Устройство солнечной батареи достаточно сложное. Правильная схема солнечной батареи поможет добиться максимальной эффективности (рисунок 2). Подключать блоки преобразователей необходимо при помощи параллельно-последовательного способа, что позволит получить оптимальную мощность и максимально эффективное напряжение в электрической сети [3].

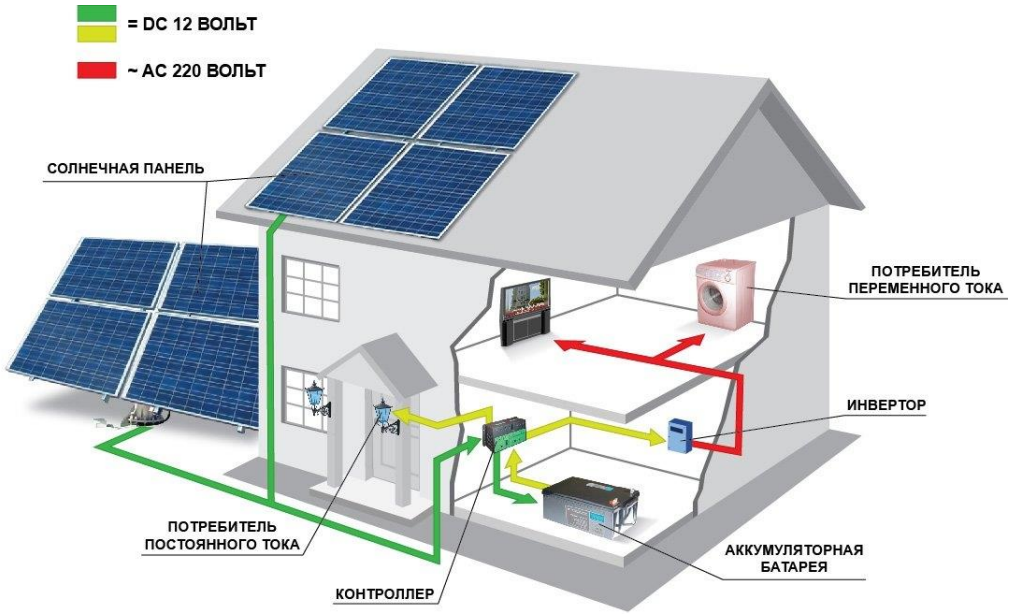


Рисунок 2. Схема подключения солнечных батарей к жилому дому.

Солнечная батарея в пасмурной погоде вырабатывает куда меньше энергии, чем солнечная. Солнечное напряжение, вырабатываемое элементом солнечного света, зависит от того, как падает на него световой поток, т.е. напряжение, при росте освещенности, возрастает только до определенного уровня, и дальше не увеличивается. Для кремниевого элемента это напряжение составляет 0,6 В, и для повышения напряжения солнечной батареи (панели) элементы соединяются последовательно [4]. Запас по напряжению обеспечивает заряд аккумулятора при падении светового потока в пасмурную погоду или заходе солнца за облака и вследствие наличия у солнечного элемента внутреннего сопротивления, снижающего напряжение на выходе при подключении нагрузки, а также для обеспечения зарядки аккумулятора до требуемых 14,4 В.

Солнечные элементы имеют нижний предел чувствительности по освещению, ниже которого он вообще перестает вырабатывать энергию (рисунок 3). Для кремниевых кристаллических солнечных модулей этот предел примерно 150-200 Вт/м^2. Для тонкопленочных модулей он немного ниже в пределах 100-200 Вт/м^2. Поэтому считается, что тонкопленочные солнечные панели работают в пасмурную погоду лучше, чем кристаллические.

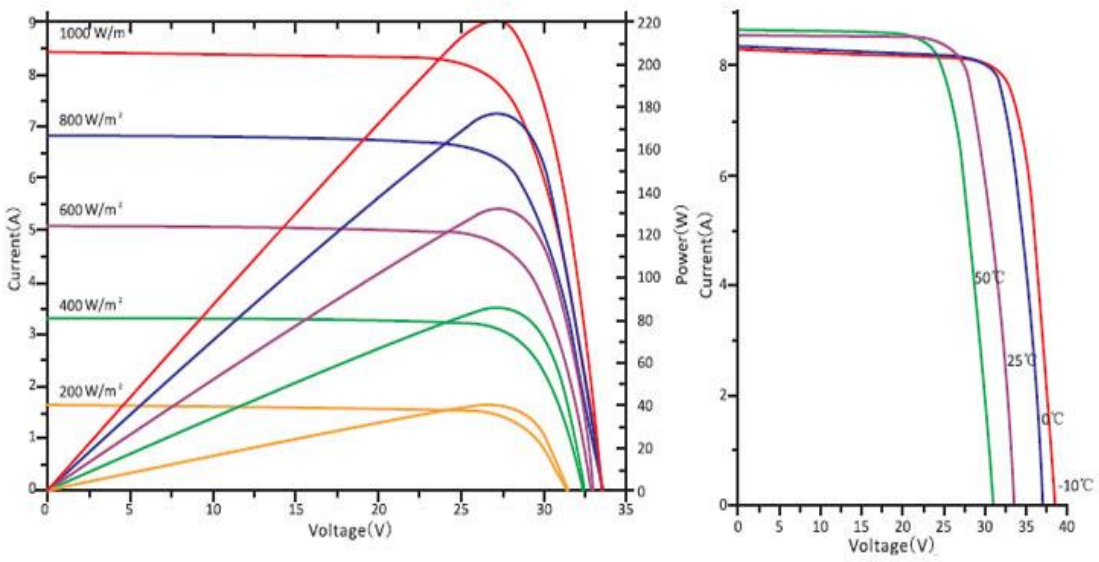


Рисунок 3. График чувствительности по освещению.

Ниже представлены графики среднечасовой выработки электроэнергии солнечных батарей в ясный солнечный день, пасмурный день, снежный покров и в переменную облачность (рисунок 4):

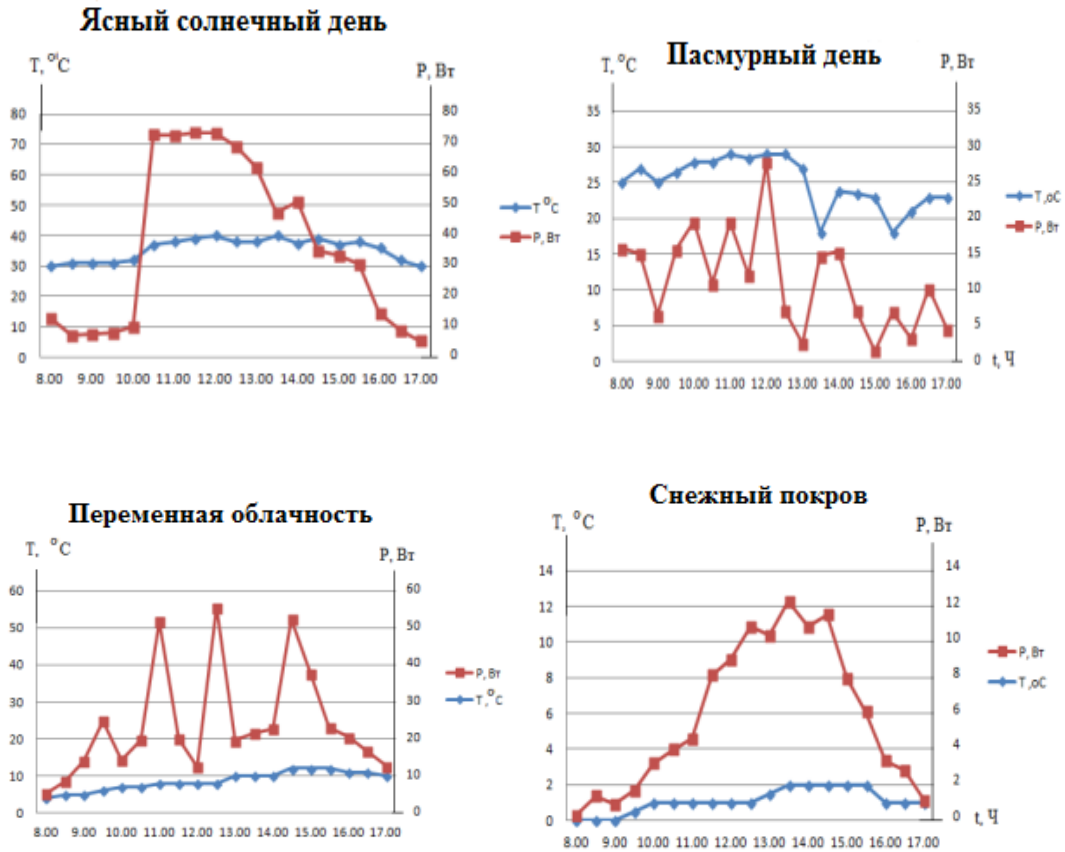


Рисунок 4. Среднечасовая выработка электроэнергии солнечной батареей в зависимости от времени, погодных условий и сезонов года.

Из рисунка 4 видно, что максимум интенсивности солнечной радиации в солнечный день составляет примерно 367 Вт/м2, в пасмурный день 148 Вт/м2, со снежным покровом 52 Вт/м2 и в день переменной облачности 200 Вт/м2[5]..

Повышение температуры и нагрев солнечных элементов в солнечных модулях оказывает отрицательное влияние на работу солнечных батарей снижая фотоэффект и выработку электроэнергии (таблица 1). Охлаждаемые или вентилируемые солнечные батареи имеют более высокий КПД. В морозную, но ясную погоду солнечные батареи вырабатывают больше энергии, чем в жаркую погоду (хотя общий кумулятивный эффект снижается из-за короткого светового дня). Известно, что аэрозоли, пылевые бури оседают на рабочую поверхность солнечных батарей, снижая эффективность их работы. Чем чище рабочая поверхность солнечной батареи тем больше количество фотонов поглощаются солнечными элементами и тем больше коэффициент преобразования световой энергии в электрическую [7].

Таблица1. Влияние различных световых условий на выработку фотоэлектрических модулей (в % от полной мощности)

Условие	**% от «полного» солнца**
Яркое солнце - панели расположены перпендикулярно солнечным лучам	100%
Легкая облачность	60-80%
Пасмурная погода	20-30%
За оконным стеклом, один слой, стекло и модуль перпендикулярны солнечным лучам	91%
За оконным стеклом, 2 слоя, стекло и модуль перпендикулярны солнечным лучам	84%
За оконным стеклом, один слой, стекло и модуль под углом 45° солнечным лучам	64%
Искусственный свет в офисе, на поверхности письменного стола	0.4%

Искусственный свет внутри яркого помещения	1.3%
Искусственный свет внутри жилого помещения	0.2%

Выводы. В заключении стоит отметить, что в условиях повышенной облачности и, в частности, в пасмурную погоду приводит к значительному уменьшению эффективности работы солнечных батарей [8]. Чем больше солнечного света попадает на солнечную батарею, тем мощнее система. Таким образом, крыша должна быть обращена на юг, восток или запад. Солнечная энергия является экологически чистой и дешевой, что обеспечивает окупаемость оборудования. Как установлено при анализе, за рубежом развиты системы преобразующие энергию солнца в тепловую или электрическую энергию. В быту требуется не только тепловая, но и электрическая энергия. Очевидно, что структура потребляемой энергии для средней городской и сельской семьи различна. Применительно к средней сельской усадьбе по структуре энергопотребления необходимо делать выводы только на основании специального анализа.

Литература

1. В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К.Малинин Солнечная энергетика. Методы расчетов. Москва: «Солнечная энергетика» МЭИ, 2008. – 317 с.

2. Стэн Гибилиско. Альтернативная энергетика без тайн. Перевод с английского. – Москва: Эксмо-Пресс, 2010. – 368 с.

3. Паращук, Д. Ю. Современные фотоэлектрические и фотохимические методы преобразования солнечной энергии: препринт / Д. Ю. Паращук; МГУ. - М.: УНЦ ДО НИИЯФ МГУ, 2009.

4. Кашкаров, А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 144 с.

5. Айванхов К солнечной цивилизации / Айванхов, Микаэль Омраам. - М.: Наука**,** 2011. - 160 с.

6. Статья в журнале «Солнечные батареи» [Электронный ресурс]. URL: https://solar-energ.ru/kak-rabotayut-solnechnye-batarei-printsip-ustrojstvo-materialy.html

7. Статья в журнале «Ваш солнечный дом» [Электронный ресурс]. URL: https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techorient.htm

Literature

1. V.I. Vissarionov, G.V. Deryugina, V.A. Kuznetsova, N.K.Malinin Solar energy. Calculation methods. Moscow: "Solar Energy" MEI, 2008. – 317 p.

2. Stan Gibilisco. Alternative energy without secrets. Translated from English. – Moscow: Eksmo-Press, 2010. – 368 p.

3. Parashchuk, D. Yu. Modern photovoltaic and photochemical methods of solar energy conversion: preprint / D. Yu. Parashchuk; MSU. - M.: UNC TO NIIYAF MSU, 2009.

4. Kashkarov, A. P. Wind generators, solar panels and other useful structures / A.P. Kashkarov. - M.: DMK Press, 2011. - 144 p.

5. Ayvankhov To the solar civilization / Ayvankhov, Mikael Omraam. - M.: Nauka, 2011. - 160 p.

6. Article in the journal "Solar panels" [Electronic resource]. URL: https://solar-energ.ru/kak-rabotayut-solnechnye-batarei-printsip-ustrojstvo-materialy.html

7. Article in the magazine "Your sunny house" [Electronic resource]. URL: https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techorient.htm

© Вороков И.Р., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Вороков И.Р., ИССЛЕДОВАНИЕ МОНИТОРИНГ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.