

ISSN 2518-1467 (Online),  
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

## ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

5

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2017

SEPTEMBER  
СЕНТЯБРЬ  
ҚЫРКҮЙЕК

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Ресей)  
**Абишев М.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Аппель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуқанов Д.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Байпақов К.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Велихов Е.П.** проф., РҒА академигі (Ресей)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Қалимолдаев М.Н.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., корр.-мүшесі (Молдова)  
**Мохд Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалықов Ж.У.** проф., академик (Қазақстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Ресей)  
**Поняев А.И.** проф. (Ресей)  
**Сагиян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Умбетаев И.** проф., академик (Қазақстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Юлдашбаев Ю.А.** проф., РҒА корр.-мүшесі (Ресей)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде  
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д. х. н., проф. академик НАН РК  
**М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Абиев Р.Ш.** проф. (Россия)  
**Абишев М.Е.** проф., член-корр. (Казахстан)  
**Аврамов К.В.** проф. (Украина)  
**Апель Юрген** проф. (Германия)  
**Баймуканов Д.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Байпаков К.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Байтулин И.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Банас Иозеф** проф. (Польша)  
**Берсимбаев Р.И.** проф., академик (Казахстан)  
**Велихов Е.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Гашимзаде Ф.** проф., академик (Азербайджан)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Давлетов А.Е.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Джрбашян Р.Т.** проф., академик (Армения)  
**Калимолдаев М.Н.** академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Лаверов Н.П.** проф., академик РАН (Россия)  
**Лупашку Ф.** проф., чл.-корр. (Молдова)  
**Моход Хасан Селамат** проф. (Малайзия)  
**Мырхалыков Ж.У.** проф., академик (Казахстан)  
**Новак Изабелла** проф. (Польша)  
**Огарь Н.П.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Полещук О.Х.** проф. (Россия)  
**Поняев А.И.** проф. (Россия)  
**Сагиян А.С.** проф., академик (Армения)  
**Сатубалдин С.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Таткеева Г.Г.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умбетаев И.** проф., академик (Казахстан)  
**Хрипунов Г.С.** проф. (Украина)  
**Юлдашбаев Ю.А.** проф., член-корр. РАН (Россия)  
**Якубова М.М.** проф., академик (Таджикистан)

**«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

**M. Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abiyev R.Sh.** prof. (Russia)  
**Abishev M.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Avramov K.V.** prof. (Ukraine)  
**Appel Jurgen,** prof. (Germany)  
**Baimukanov D.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Baipakov K.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Baitullin I.O.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Joseph Banas,** prof. (Poland)  
**Bersimbayev R.I.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Velikhov Ye.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Gashimzade F.** prof., academician ( Azerbaijan)  
**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)  
**Davletov A.Ye.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Dzhrbashian R.T.** prof., academician (Armenia)  
**Kalimoldayev M.N.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief  
**Laverov N.P.** prof., academician of RAS (Russia)  
**Lupashku F.** prof., corr. member. (Moldova)  
**Mohd Hassan Selamat,** prof. (Malaysia)  
**Myrkhalykov Zh.U.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Nowak Isabella,** prof. (Poland)  
**Ogar N.P.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Poleshchuk O.Kh.** prof. (Russia)  
**Ponyaev A.I.** prof. (Russia)  
**Sagiyani A.S.** prof., academician (Armenia)  
**Satubaldin S.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Tatkeyeva G.G.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umbetayev I.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Khripunov G.S.** prof. (Ukraine)  
**Yuldashbayev Y.A.,** prof. corresponding member of RAS (Russia)  
**Yakubova M.M.** prof., academician (Tadjikistan)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**ISSN 2518-1467 (Online),**

**ISSN 1991-3494 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**M. T. Kaziev**

M. Auezov South Kazakhstan State University, Kazakhstan.  
E-mail: kaziev1948@bk.ru

## **UNIVERSAL SOLAR ENERGY INSTALLATION**

**Abstract.** The goal of this work – the development of universal solar energy installation that converts solar radiation at the same time into two energy types that are most necessary for consumers - electrical and thermal energy. In the developed solar energy installation is used a parabolic-cylindrical shape of the solar battery. This allows concentrating in focus line of the battery, which is not photo-modulated by solar radiation and convert it into thermal energy. As a result, such a solar battery 100% converts the falling solar radiation into two types of energy simultaneously. Installation is convenient to use in remote places deleted from the electric lines.

**Key words:** solar radiation; photons; photocells; solar battery; constant, alternating current.

УДК 621

**М. Т. Казиев**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Казахстан

## **СОЛНЕЧНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА**

**Аннотация.** Цель работы – разработка солнечной универсальной энергетической установки, преобразующей солнечное излучение одновременно в два самых нужных для потребителей вида энергии – электрическую и тепловую энергии. В разработанной солнечной энергетической установке используется параболоцилиндрическая форма солнечной батареи. Это позволяет сконцентрировать в фокусной линии батареи непоглощённое фотомодулями солнечное излучение и преобразовать его в тепловую энергию. В результате такая солнечная батарея 100% преобразует падающее солнечное излучение одновременно в два вида энергии. Установку удобно использовать в труднодоступных местах, удалённых от линий электропередач.

**Ключевые слова:** солнечное излучение; фотоны; фотоэлементы; солнечная батарея; постоянный, переменный ток.

Сейчас основными источниками энергии во всём мире являются природные источники – уголь, нефть, газ. Это невозобновляемые источники и со временем исчезнут. Поэтому необходимо, в первую очередь, рационально, экономно расходовать имеющиеся природные запасы таких источников энергии, во-вторых, искать новые источники энергии.

Одним из направлений рационального, экономного расходования природных источников, является создание и широкое внедрение на практике энергетических установок использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [1]. К таким источникам относятся энергия солнца, ветра, гидроэнергия, энергия геотермальных вод. Это так называемые альтернативные источники энергии. В соответствии со стратегическим планом развития республики Казахстан до 2020 года [2] доля ВИЭ, в общем, энергопотребление должна составить 1,5 % к 2015 году и более 3 % к 2020 году.

В Казахстане перспективно использовать солнечную энергию, так как длительность солнечного излучения в Республике велика и составляет 2200÷3000 часов в год. Особенно богаты солнечной энергией южные районы Казахстана.

Энергия солнечного излучения - неисчерпаемый источник энергии. Эта энергия является экологически чистой. Использование её не даёт никаких отходов. Следует иметь в виду, что количество солнечной энергии, поступающей на Землю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов. Но эта энергия рассеяна.

В настоящее время разработаны разнообразные конструкции солнечных энергетических установок. В них солнечную энергию преобразуют в теплоту, механическую работу, в электрический ток [3].

Уже хорошо проработаны в техническом и технологическом отношении солнечные установки горячего водоснабжения и отопления жилых домов. Например, 47 % жилых домов в Германии эксплуатируют такие установки. Главными элементами установок являются плоский солнечный коллектор (воспринимает солнечное излучение) и тепловой аккумулятор (хранит и распределяет полученную тепловую энергию). В этих установках солнечный коллектор размещают на крыше и стенах зданий. Принцип их работы следующий. Солнечное излучение падает на плоский солнечный коллектор и нагревает теплоноситель, текущий в трубках коллектора. Теплоноситель отдаёт тепло воде в тепловом аккумуляторе. Нагретая вода из аккумулятора используется для горячего водоснабжения и отопления.

Преобразование солнечной энергии в механическую работу осуществляют в следующей последовательности. Солнечная энергия вначале в теплоприёмнике нагревает жидкое рабочее тело, переводя его в перегретый пар. Для получения высоких температур нагрева рассеянную солнечную энергию концентрируют. Перегретый пар совершает термодинамический цикл и превращает тепловую энергию в механическую работу в паровой турбине или двигателе Стирлинга. Полученную в турбине механическую работу используют, например, для транспортировки воды, вращения вала привода различных механизмов или преобразуют в электрогенераторе в электрический ток. В качестве рабочих тел используют воду, фреоны, газы (водород, гелий). В настоящее время солнечные установки такого типа уже эксплуатируют на практике. Например, солнечная электрическая станция (СЭС) башенного типа [4].

В башенных СЭС в центре станции стоит башня высотой от 18 до 24 метров. На вершине башни установлен теплоприёмник – резервуар с водой. Резервуар имеет покрытие, хорошо поглощающее солнечное излучение. Вокруг башни по окружностям на некотором расстоянии размещено большое количество гелиостатов (зеркал, отражающих солнечные лучи на теплоприёмник с водой). Гелиостаты подключены к системе позиционирования. Эта система автоматически меняет ориентацию зеркал в зависимости от положения солнца, с целью постоянного направления солнечных лучей на теплоприёмник с водой. В результате рассеянное солнечное излучение концентрируется на теплоприёмнике, где нагревает воду до кипения и перегревает пар. Полученный перегретый водяной пар с температурой 550 °С вращает ротор паровой турбины. Ротор турбины вращает ротор электрогенератора, который вырабатывает электрический ток. На паре с таким параметром работают обычные тепловые электрические станции – ГРЭС, ТЭЦ. Самая мощная башенная солнечная электростанция мира находится в штате Аризона США. Её мощность 247 МВт. Главными недостатками башенных СЭС являются их высокая стоимость, большая занимаемая площадь и многоступенчатость преобразования солнечной энергии.

Разработан и прямой способ преобразования солнечной энергии в электрическую энергию. Этот способ основан на использовании известного физического явления – фотоэффекта.

Основной узел, такой СЭС – солнечная батарея. Батарея состоит из фотомодулей. Фотомодули изготавливают в заводских условиях. В них идёт прямое преобразование солнечного излучения в электрический ток. Солнечные фотомодули состоят из полупроводниковых кремниевых элементов. КПД таких элементов достигает 6÷20 %. Впервые такие элементы были разработаны под руководством советского академика А.Ф. Иоффе и использованы в солнечных батареях искусственных спутников земли. В дальнейшем совершенствование полупроводниковых фотоэлементов продолжил академик Ж.И. Алфёров, который в 2000 году получил Нобелевскую премию по физике за открытие гетероструктурных полупроводников. Фотомодули на основе гетероструктурных элементов позволяют поднять КПД солнечных батарей до 70 %. Считается, что будущее солнечной энергетики за прямым преобразованием солнечного излучения в электрический ток на солнечных батареях. Многие страны мира активно осваивают изготовление солнечных фотомодулей, напри-

мер, Германия, Китай. В связи с возрастающим развитием солнечной энергетики в Казахстане (в Республике действуют 2 завода по выпуску фотомодулей – г. Астана, г. Усть-Каменогорск [5]) использовать солнечные энергетические установки такого типа будет перспективно. Очень важным для развития солнечной энергетики является создание недорогих фотомодулей, удобных в применении.

Солнечные фотомодули состоят из двух слоёв полупроводниковых материалов. Верхний слой является полупроводником типа – **n** (электронная проводимость). На него падает солнечное излучение. Нижний слой – это полупроводник типа – **p** (дырочная проводимость). Попадание солнечных лучей (фотонов) на **n** слой за счёт фотоэффекта (выбивание с внешних орбит электронов) образует в нём свободные электроны. Они начинают переходить через границу (**p-n**) между слоями. В результате на границе возникает разность потенциалов, которая приводит к возникновению в цепи электрического тока. Модули объединяют в солнечные батареи, используя последовательное, параллельное соединение с целью получения заданных величин напряжения и силы тока на выходе из солнечной батареи. Все фотоэлементы располагают на каркасе солнечной батареи из непроводящего материала. При небольшой мощности солнечные электрические станции модульного типа экономичнее, чем башенные.

Наибольшее распространение в солнечной энергетике получили кремневые полупроводниковые фотомодули. Их КПД лежит в пределах  $10\div 20\%$ . Это означает, что из  $100\%$  энергии падающего солнечного излучения, только  $10\div 20\%$  преобразуется в электрический ток. Остальные  $80\div 90\%$  излучения отражается назад и рассеиваются в атмосферу.

Чтобы не терять отражённую солнечную энергию, предлагается использовать её для одновременного получения тепловой энергии, например, горячей воды [6]. Схема такой универсальной солнечной установки показана на рисунке 1.

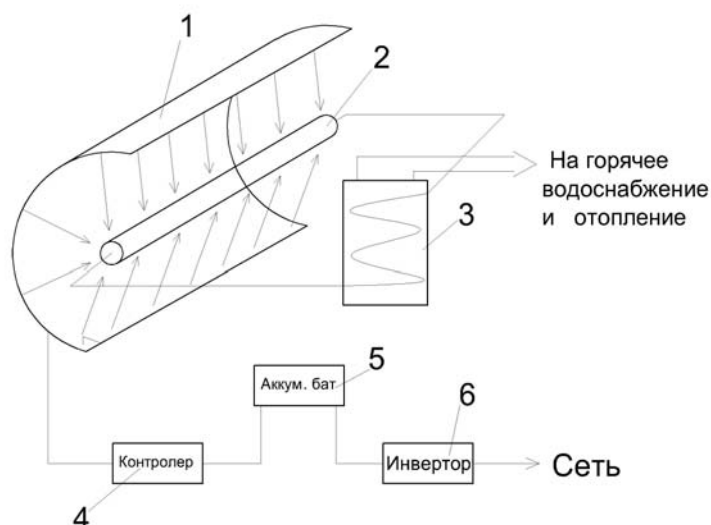


Рисунок 1 – Схема универсальной солнечной установки: 1 – параболическая солнечная батарея; 2 – теплоприёмник; 3 – тепловой аккумулятор; 4 – контроллер; 5 – аккумуляторная батарея; 6 – инвертор

Она отличается тем, что для нагрева воды до нужных температур форма солнечной батареи, воспринимающей солнечное излучение, сделана параболической и покрыта гибкими фотомодулями. Такая форма солнечной батареи будет фокусировать отражённое солнечное излучение в линию, что обеспечит стократную её концентрацию. В фокусной линии параболической батареи помещён теплоприёмник – металлическая трубка для нагрева теплоносителя. Конструкция теплоприёмника поглощающего тепло отражённого солнечного излучения показана на рисунке 2. Солнечная установка работает следующим образом. Падающее на батарею солнечное излучение будет одновременно напрямую преобразовываться в два вида энергии.  $10\div 20\%$  падающего солнечного излучения фотомодулями преобразуется в постоянный электрический ток.  $80\div 90\%$  отражённого излучения параболической формой батареи 1, будет концентрироваться на теплоприёмнике 2.

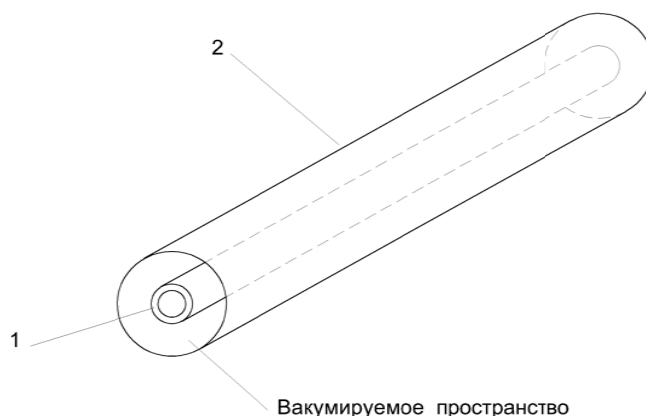


Рисунок 2 – Теплоприёмник:  
1 – металлическая трубка нагрева теплоносителя; 2 – стеклянная наружная трубка

Энергия сконцентрированного отражённого солнечного излучения нагреет теплоноситель в металлической трубке теплоприёмника до  $60\div 70$  °С. Горячий теплоноситель в тепловом аккумуляторе 3 нагреет воду. Её можно будет использовать и для горячего водоснабжения и для отопления.

Постоянный электрический ток от фотомодулей, контролёром 4, будет накапливаться в аккумуляторной батарее 5. Контролёр регулирует режим подзарядки и разряда аккумуляторной батареи. Если использовать постоянный ток, то выполнение разводки тока по точкам потребления потребует проводов большого диаметра. В результате проводка будет дорогой. Поэтому полученный постоянный ток через инвертор 6 сразу преобразуется в переменный ток и подключается к бытовой электрической сети. Избыток получаемого постоянного тока будет накапливаться в аккумуляторной батарее 5.

Для защиты солнечных фотомодулей от атмосферных осадков (дождь, снег), экскрементов птиц, сверху фотоэлементы следует покрыть стеклянной пластиной.

Попадание влаги на фотомодули вызывает окисление и разрушение соединительных контактов между ними. Стекло свободно пропускает солнечное электромагнитное излучение. Такую стеклянную поверхность удобно периодически чистить (мыть) и таким образом постоянно поддерживать эффективную работу солнечной батареи.

Параболоцилиндрическую солнечную батарею следует снабдить механизмом, обеспечивающим постоянную ориентацию воспринимающей поверхности батареи по направлению к солнцу.

При нагревании теплоносителя в металлической трубке теплоприёмника возможны потери теплоты в окружающую среду. Для сведения к минимуму таких потерь металлическая трубка с теплоносителем помещена внутрь стеклянной трубки. В пространстве между стеклянной трубкой и металлической трубкой с теплоносителем создан вакуум. Наружная прозрачная стеклянная трубка будет свободно пропускать солнечное излучение к металлической трубке с теплоносителем. Отсутствие конвективной среды вокруг металлической трубки сведёт к минимуму потери теплоты в окружающую среду за счёт теплопроводности и конвекции.

В разработанной солнечной установке используют гибкие фотомодули [7]. Эти фотомодули плотно укладывают на параболоцилиндрическую поверхность солнечной батареи. При выборе заводского фотомодуля для солнечной батареи решающим критерием, как правило, является стоимость одного ватта пиковой мощности (Втп). Выбран гибкий фотомодуль, изготовленный на Украине:

- мощность модуля 100 Ватт;
- напряжение 12 В;
- размеры  $1200 \times 560 \times 3,5$  мм;
- срок службы 25 лет;
- стоимость модуля \$ 131,9.



Обычно модули мощностью до 150 Ватт создают напряжение 12 вольт, а модули мощностью более 150 Ватт производят напряжение в 24 вольта. Спроектируем солнечную батарею, выдающую в сеть 24 вольт напряжения. Для получения такого напряжения необходимо последовательно соединять по 2 выбранных гибких фотомодуля мощностью 100 Вт. Такой двойной модуль будет выдавать в сеть напряжение 24 вольт. Двойные фотомодули соединяют параллельно.

Модули из кристаллического кремния – самые распространенные в настоящее время, производят в среднем 100–120 ватт на 1 м<sup>2</sup>. Отсюда следует, что для получения больших мощностей необходимы солнечные батареи больших размеров (площади).

Мощность выбранного гибкого фотомодуля составляет

$$W = \frac{100}{1,09 \cdot 0,672} = 136,1 \text{ Ватт/м}^2,$$

где 1,09 – коэффициент, учитывающий потери в соединениях между модулями; 0,672=1,2×0,560 – площадь поверхности фотомодуля.

Таким образом, мощность одного квадратного метра выбранного фотомодуля выше средних значений.

Количество энергии, вырабатываемое солнечным модулем, рассчитывают по формуле:

$$W_M = \frac{k \cdot P \cdot E}{1000} \text{ кВтч}, \quad (1)$$

где К – коэффициент потерь мощности в модуле (в расчётах будем принимать К = 0,85, это средний показатель); Р – мощность модуля (по заводскому паспорту), Вт; Е – среднеемесячное значение инсоляции за выбранный период времени года, кВтч/м<sup>2</sup>; 1000 – расчётная инсоляция падающего на землю солнечного излучения (одинакова при расчёте любого фотоэлемента), Вт/м<sup>2</sup>.

Количество электрической энергии, вырабатываемое солнечной батареей, рассчитывают по формуле:

$$W_B = \frac{k \cdot \sum P \cdot E}{1000}, \text{ кВтч}, \quad (2)$$

где  $\sum P$  – суммарная мощность фотоэлектрических модулей в солнечной батарее, Вт/м<sup>2</sup>.

$$\sum P = N \cdot P, \text{ Вт/м}^2 \quad (3)$$

где N – число модулей в солнечной батарее, шт; Р – мощность одного модуля, Вт/м<sup>2</sup>.

Если задано количество энергии, вырабатываемое солнечной батареей  $W_B$ , то суммарную мощность модулей батареи можно найти из формулы (2)

$$\sum P = \frac{1000 \cdot W_B}{k \cdot E}$$

Количество модулей из формулы (3)

$$N = \frac{\sum P}{P}$$

Спроектируем универсальную солнечную установку для климатических условий города Шымкента. Солнечную батарею укомплектуем 20-ю гибкими фотомодулями. Расположение модулей показано на рисунке 11. Всего на батарее размещено 20 фотомодулей. В средней части батареи, куда будет падать тень от нагревательной трубки, фотомодулей не будет. Батарея снабжена устройством обеспечивающим ориентацию её таким образом, чтобы тень от теплообменной трубки всегда падала в середину батареи.

Как было отмечено выше, каждые два модуля соединены последовательно (получается 10 пар) и пары соединены параллельно. Это обеспечивает то, что батарея будет выдавать напряжение 24 вольта и вырабатывать 2000/24 = 83.33 А·ч электрической энергии (2000 Вт – мощность установки по электрической энергии).

Мощность солнечной инсоляции в городе Шымкенте по месяцам представлена в таблице 1.

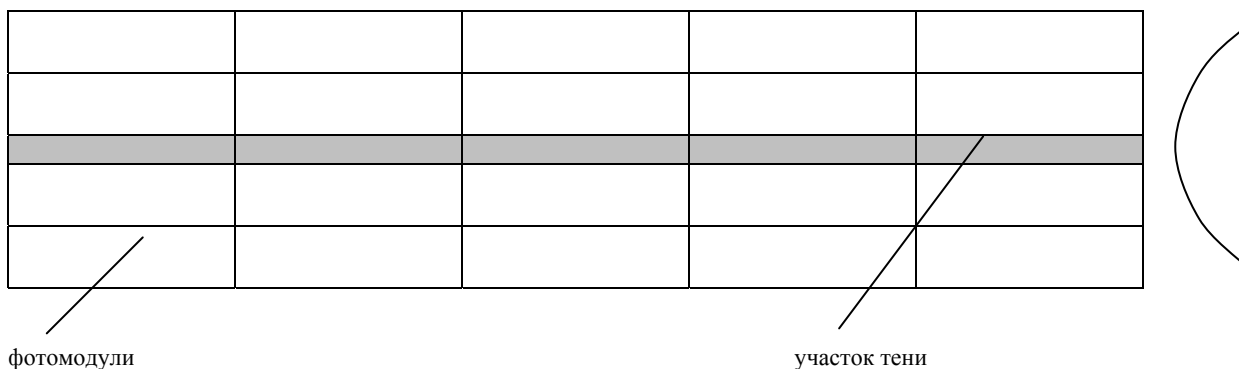


Рисунок 1 – Расположение фотомодулей на параболической поверхности солнечной батареи

Мощность солнечной батареи определим используя формулу (2)

$$W_B = \frac{k \cdot \sum P \cdot E}{1000}, \text{ кВтч.}$$

Суммарная мощность батареи  $\sum P$  будет равна

$$\sum P = W_M \cdot n = 100 \cdot 20 = 2000 \text{ Вт,}$$

где  $W_M$  – мощность модуля, Вт;  $n$  – количество модулей в батарее.

Таблица 1

Город	Наклон панели к горизонту	Инсоляция по месяцам, Дж/м <sup>2</sup>											Суммарное за год, Дж/м <sup>2</sup> (кВтч/м <sup>2</sup> )	
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь		Декабрь
Шымкент	0°	191 · 10 <sup>6</sup>	247 · 10 <sup>6</sup>	383 · 10 <sup>6</sup>	526 · 10 <sup>6</sup>	714 · 10 <sup>6</sup>	802 · 10 <sup>6</sup>	836 · 10 <sup>6</sup>	752 · 10 <sup>6</sup>	574 · 10 <sup>6</sup>	373 · 10 <sup>6</sup>	222 · 10 <sup>6</sup>	153 · 10 <sup>6</sup>	5,78 · 10 <sup>9</sup> (1604)

Определим мощность солнечной батареи в самый жаркий месяц – июль.

Мощность выработки электрической энергии солнечной батареей в июле месяце составит

$$W_B = \frac{k \cdot \sum P \cdot E}{1000} = \frac{0,85 \cdot 2000 \cdot 232,222}{1000} = 394,77 \text{ кВтч в месяц,}$$

где 232,222 – июльская солнечная инсоляция выраженная в кВтч/м<sup>2</sup> (смотри таблицу)  $1,836 \cdot 10^6$  Дж/м<sup>2</sup> или  $836 \cdot 10^3$  кДж/м<sup>2</sup>,  $836 \cdot 10^3 / 3,6 \cdot 10^3 = 232,22$  кВтч/м<sup>2</sup>, где  $3,6 \cdot 10^3$  кДж = 1 кВтч).

Для обеспечения потребности в электроэнергии 3-х человек в месяц достаточно 150 кВтч мощности. Таким образом, проектируемая солнечная установка сможет обеспечить потребности в электроэнергии для 7 человек.

Используя вышепредставленную методику, подсчитаем выработку электрической энергии солнечной установкой по месяцам и за год.

КПД спроектированной батареи составляет

$$\text{КПД} = \frac{136,1}{1000} = 0,136 \text{ или } 13,6\%$$

В электрическую энергию преобразуется

$$W_9 = 232,222 \cdot 0,136 = 31,58 \text{ кВтч/м}^2 \text{ солнечной энергии.}$$

Поверхность коллектора проектируемой солнечной установки составит:

$$S = 1,2 \cdot 0,560 \cdot 20 = 13,44 \text{ м}^2$$

где  $1,2 \cdot 0,560$  – поверхность одного модуля; 20 – количество модулей в батарее.

Если не учитывать потери, то солнечная батарея выработает следующее количество электрической энергии в месяц:

$$W_9 = 31,58 \cdot 13,44 = 424,4 \text{ кВтч}$$

С учётом потерь вырабатываемое количество составит:

$$W_9 = 424,4 \cdot 0,85 = 360,76 \text{ кВтч}$$

Это совпадает с рассчитанным значением.

Полученные данные внесём в таблицу 2.

Таблица 2

Город	Выработка электрической энергии солнечной установкой по месяцам, кВтч												Суммарная выработка электрической энергии за год, кВтч
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
Шымкент	90,194	116,638	180,861	248,388	337,166	360,76	394,77	355,11	271,055	270,583	104,833	72,25	3090,626

Не поглощённая часть падающей солнечной энергии отразится и будет сконцентрирована на теплообменную трубку. Мы можем обоснованно подсчитать, сколько отражённой энергии будет преобразовываться в тепло на теплообменной трубке за июль месяц:

$$W_9 = 232,22 - 31,58 = 200,6 \text{ кВтч}$$

Если примем потери на преобразование отражённой энергии в тепло такими же, как и при получении электрической энергии, то в тепло преобразится следующее количество солнечной энергии:

$$W_9 = 200,6 \cdot 13,44 \cdot 0,85 = 2291,65 \text{ кВтч}$$

Это количество солнечной энергии, которое будет преобразовываться в тепло батареей за один месяц. Переведём полученное значение в кДж тепла:

$$2291,65 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 8249955,8 \text{ кДж тепла или } 1973673,36 \text{ ккал или } 1,973 \text{ Гкал}$$

где  $3,6 \cdot 10^3$  кДж – это 1 кВтч; 1 Гкал =  $10^9$  кал; 1 кал = 4,18 Дж.

Используя вышепредставленную методику, подсчитаем выработку тепловой энергии солнечной установкой по месяцам и за год.

За сутки в июле месяце количество солнечной энергии, перерабатываемое в тепло, составит:

$$W_{\text{э}} = 2291,65/30 = 76,38 \text{ кВтч},$$

где 30 – число суток в месяце.

Следовательно, за одни сутки отражённый солнечный поток выработает в нагревательной трубке следующее количество тепла:

$$Q = 76,38 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 274998 \text{ кДж}$$

где  $3,6 \cdot 10^3$  кДж – это 1 кВтч.

Полученные данные внесём в таблицу 3.

Таблица 3

Город	Выработка тепловой энергии солнечной установкой по месяцам, Гкал												Суммарная выработка тепловой энергии за год, Гкал
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
Шымкент	0,493	0,635	0,985	1,353	1,837	1,924	1,973	1,935	1,477	1,474	0,571	0,394	15,376

Полученное тепло будем использовать в горячем водоснабжении. На горячее водоснабжение обычно подаётся вода с температурой  $t_{\text{н}} = 50 - 60$  °С. В расчётах заложим величину  $t_{\text{н}} = 55$  °С.

Начальную температуру воды  $t_0$  задаём следующим образом: летом  $t_0 = 15$  °С; зимой  $t_0 = 5$  °С. Эти значения обычно принимают при расчётах в теплоэнергетике.

В сутки универсальная солнечная установка будет вырабатывать следующее количество горячей воды:

$$G_{\text{Г}} = \frac{Q}{C \cdot \Delta t} = \frac{274998}{4,19 \cdot (55 - 15)} = 1640,79 \text{ кг или } 1,640 \text{ м}^3 \text{ (летом)}$$

$$G_{\text{Г}} = \frac{Q}{C \cdot \Delta t} = \frac{274998}{4,19 \cdot (55 - 5)} = 1312,63 \text{ кг или } 1,312 \text{ м}^3 \text{ (зимой)}$$

Этих количество горячей воды вполне достаточно для стирки, мойки и купания 7 человек.

Подбор аккумулятора для солнечной установки. Аккумулятор накапливает постоянный ток. Его ёмкость определяется по величине А·ч. Определим, какая необходима ёмкость аккумулятора. Примем, что потребление электрической энергии в месяц составляет 300 кВтч. При подборе нам важно знать суточную мощность потребления электрической энергии. Она составит:

$$W = \frac{300}{30} = 10 \text{ кВтч}$$

Аккумулятор должен иметь запас прочности (резерв). Обычно этот резерв должен быть не менее 30%. Поэтому суммарная мощность аккумулятора составит:  $W = 10 + 10 \cdot 0,3 = 13$  кВтч или 13000 Вт

Определим требуемую ёмкость аккумулятора:

$$J = \frac{W}{V} = \frac{13000}{24} = 541,66 \text{ А} \cdot \text{ч округляем до } 600 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Следовательно, для установки нужна аккумуляторная батарея ёмкостью 600 А·ч.

Расчёты показали, что окупаемость установки с фотомодулями составит 5,6 лет. Таким образом, после окупаемости, установка в течение 25 – 5,6 = 19,4 лет будет выдавать потребителю бесплатные тепловую и электрическую энергии.

### Выводы.

1. Разработана универсальная солнечная энергетическая установка, с прямым преобразованием солнечного излучения одновременно в электрическую и тепловую энергии.
2. Разработанную солнечную энергетическую установку выгодно использовать в труднодоступных местах, удалённых от ЛЭП, например, вахтах добывающих полезные ископаемые, отдалённых пастбищах, небольших сельскохозяйственных угодьях, теплицах.
3. Установка проста по конструкции и удобна для потребителей, так как одновременно вырабатывает самые нужные в быту энергии – тепло и электрический ток.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – СЗТУ, 2003. – 265 с.
- [2] [ru.government.kz/docs/u100000922\\_20100201.htm](http://ru.government.kz/docs/u100000922_20100201.htm)
- [3] [ac.gov.ru/files/publication/a/896.pdf](http://ac.gov.ru/files/publication/a/896.pdf)
- [4] [ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная\\_электростанция](http://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_электростанция)
- [5] [www.kazatomprom.kz/ru/company/18/](http://www.kazatomprom.kz/ru/company/18/)
- [6] Заявка на получение патента на изобретение «Солнечная универсальная энергетическая установка» № 2016/0623.1 от 14.07. 2016 г.
- [7] Солнечные батареи. – Атаба [www.ataba.com.ua](http://www.ataba.com.ua)

### REFERENCES

- [1] Labejsh V.G. Netradicionnye i vozobnovljaemye istochniki jenergii. – SZTU, 2003. – 265 s.
- [2] [ru.government.kz/docs/u100000922\\_20100201.htm](http://ru.government.kz/docs/u100000922_20100201.htm)
- [3] [ac.gov.ru/files/publication/a/896.pdf](http://ac.gov.ru/files/publication/a/896.pdf)
- [4] [ru.wikipedia.org/wiki/Solnechnaja\\_jelektrostantsija](http://ru.wikipedia.org/wiki/Solnechnaja_jelektrostantsija)
- [5] [www.kazatomprom.kz/ru/company/18/](http://www.kazatomprom.kz/ru/company/18/)
- [6] Zajavka na poluchenie patenta na izobretenie «Solnechnaja universal'naja jenergeticheskaja ustanovka» № 2016/0623.1 от 14.07. 2016 g.
- [7] Solnechnye batarei. – Атаба [www.ataba.com.ua](http://www.ataba.com.ua)

### М. Т. Казиев

М. Ауэзов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Қазақстан

### ӘМБЕБАП КҮН ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫ

**Аннотация.** Қазір дүние жүзінде негізгі энергия көздері болып, табиғи энергия көздері – көмір, мұнай, табиғи газ болып табылады. Бұл қайтадан жаңаратын энергия көздері емес және уақыт өте жойылады. Сондықтан бірінші кезекте мұндай энергия көздерін қолдағы қорларды ұтымды, үнемді, жұмсау қажет, екіншіден, жаңа энергия көздерін іздеу қажет. Табиғи көздерді ұтымды, үнемді жұмсаудың бір бағыты болып қайтадан жаңартылатын көздерді қолданатын энергетикалық қондырғыларды тәжірибеге кең ауқымда енгізу мен құру болып табылады. Мұндай көздерге күннің энергиясы, жел, гидроэнергия, геотермальды сулар экологиясы жатады. Қазақстанда күн сәулесін пайдалану перспективті себебі республикада күннің сәулеленуінің ұзақтығы жоғары және жылына 2200÷3000 сағатты құрайды. Әсіресе күн энергиясына Қазақстанның оңтүстік аймағы бай. Күн электр станциясының (КЭС) негізгі буыны – күн батареясы. Батарея фотомодульден тұрады. Фотомодульдер зауыттық жағдайларда дайындалады. Онда күн сәулесінің электрлік тоғына түрленуі тікелей жүреді. Күн фотомодульдері жартылай өткізгіштік кремнийді элементтерінен тұрады. Мұндай элементтердің ПӘК-і 10÷20 % жетеді. Бұл күн сәулесінен түскен энергияның 100 %-ның тек 10÷20 % ғана электрлік токқа түрленеді. Қалған 80÷90 % сәулелер кері шағылады, және атмосфераға шашырайды. Күн сәулесінің шағылған энергиясын жоғалтпау үшін оны бір уақытта жылу энергиясын алу үшін мысалыға ыстық суды қолдану ұсынылады. Мақалада, күн сәулесі бір уақытта электрлік токпен жылу энергиясына түрленетін әмбебап күн қондырғысы ұсынылып отыр. Ол күн сәулесін қабылдайтын күн батареясының формасының параболоцилиндрлік және икемді фотомодульдермен жабылуымен ерекшеленеді. Мұндай күн батареясы күн сәулесінің жұтылмаған энергиясын сызыққа жинастыруға назар аударады, бұл оның жүз есе шоғырлануын қамтамасыз етеді. Параболоцилиндрлік батареясының фокусты сызықта суды қыздыру үшін жылу қабылдағыш орнатылған. Жергілікті күн сәулесінің инсоляциясын ескере отырып, әмбебап күн қондырғысын есептеу әдістемесі ұсынылды. Өзірленген күн энергетикалық қондырғысын ЖЭС алыс орналасқан жетуге қиын жерлерде, мысалыға пайдалы қазбаларды игеретін вахталарда, асыл жайылымдарда, шағын шаруа қожалықтарда, жылыжайларда қолдану тиімді болады. Қондырғы конструкциясы бойынша қарапайым және тұтынушылар үшін жайлы.

**Түйін сөздер:** күн сәулесі; фотондар; фотоэлементтер; күн батареясы; тұрақты; мерзімді ток.

**Сведения об авторе:** Казиев Мухтар Тасмуханович – к.т.н., доцент, Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, [kaziev1948@bk.ru](mailto:kaziev1948@bk.ru)

---

---

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)**

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.10.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
15,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.