

**VII Региональная научно-практическая конференция учащихся  
«Природно-культурное и духовное наследие Пензенской области»**

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА ИМ. М.Ю. ЛЕРМОНТОВА  
С.ЗАСЕЧНОЕ**

Секция: Экологические проблемы Пензенской области

Экспериментальные исследования солнечных элементов.

Передвижная солнечная батарея

Кулаков Дмитрий Алексеевич

Класс: 10 «Б»

МБОУ СОШ им. М. Ю. Лермонтова  
с.Засечное

Руководитель: Курганова Елена Николаевна,  
учитель физики

Пенза, 2020

## **Содержание**

### **1. Введение**

### **2. Теоретическая часть**

2.1 Принцип действия солнечных панелей

2.2 Использование солнечных батарей

### **3. Экспериментальная часть**

3.1. Преобразование энергии солнечным элементом

3.2. Влияние угла падения излучения на поверхность солнечного элемента на его эффективность

3.3. Внутреннее сопротивление элемента

3.4. Последовательное соединение солнечных элементов в электрической цепи

3.5. Преобразование солнечной энергии в электричество

3.6. Параллельное соединение солнечных элементов в электрической цепи.

3.7. Использование солнечной энергии при проведении электролиза

### **4. Практическая часть**

### **5. Заключение**

### **6. Литература**

## 1. Введение

**Актуальность.** Без энергии жизнь человечества немыслима. Все мы привыкли использовать в качестве источников энергии органическое топливо – уголь, газ, нефть. Однако их запасы в природе, как известно, ограничены. И рано или поздно наступит день, когда они иссякнут. На вопрос «что делать в преддверии энергетического кризиса?» уже давно найден ответ: надо искать другие источники энергии – альтернативные, нетрадиционные, возобновляемые. Всевозможные гелиоустановки используют солнечное излучение как альтернативный источник энергии. Излучение Солнца можно использовать как для нужд теплоснабжения, так и для получения электричества (используя фотоэлектрические элементы в составе солнечных батарей). Поэтому актуальна тема нашей работы: «Солнечные батареи».

Проходя сквозь атмосферу Земли, солнечное излучение теряет в энергии примерно 370 Вт/м<sup>2</sup>, и до земной поверхности доходит только 1000 Вт/м<sup>2</sup> (при ясной погоде и когда Солнце находится в зените). Эта энергия может использоваться в различных естественных и искусственных процессах. Так, растения с помощью фотосинтеза перерабатывают её в химическую форму (кислород и органические соединения). Прямое нагревание солнечными лучами или преобразование энергии с помощью **фотоэлементов** может быть использовано для производства электроэнергии (солнечными электростанциями) или выполнения другой полезной работы. Путём фотосинтеза была в далёком прошлом получена и энергия, запасённая в нефти и других видах ископаемого топлива.

**Цель работы:** изучить солнечные элементы

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи:**

1. Познакомиться с принципом действия солнечных батарей.
2. Изучить область применения солнечных батарей.
3. Провести эксперименты с солнечными батареями, проанализировать полученные данные.
4. Сделать модель передвижной солнечной батареи

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Принцип действия солнечных панелей

Растения улавливают энергию солнечного света и используют её для превращения воды и углекислого газа в простой сахар (глюкозу). Это топливо для растений, полученное с помощью солнца. Преобразовывать солнечный свет в энергию могут не только растения, лучи солнца можно превращать в электричество с помощью солнечных батарей. Из чего собственно сделана эта батарея? И как она превращает солнечный свет в самое настоящее электричество? Основа солнечной батареи кристалл чистого кремния, в природе кремний встречается только в виде песка, поэтому цилиндры из кремния выращивают искусственно, затем придают форму куба и режут на пластины толщиной всего в 180 микрон — это примерно 3 человеческих волоса. На кремниевую пластину наносят небольшое количество бора и фосфора.

Добавленные атомы фосфора называют донорной примесью. В слое кремния с добавками фосфора возникают свободные электроны (полупроводник n-типа).

Донорные примеси — атомы химических элементов, внедренные в кристаллическую решетку полупроводника и создающие дополнительную концентрацию электронов. Донорными примесями являются химические элементы, внедренные в полупроводник с меньшей, чем у примеси, валентностью.

Добавленные атомы бора называют акцепторной примесью. В слое кремния с добавками бора возникают отсутствующие электроны, так называемые "дырки" (полупроводник p-типа).

Акцепторные примеси — атомы химических элементов, внедренные в кристаллическую решетку полупроводника и создающие дополнительную концентрацию дырок. Акцепторными примесями являются химические элементы, внедренные в полупроводник с большей, чем у примеси, валентностью.

**Солнечная батарея** является полупроводниковым источником тока, непосредственно преобразующим энергию солнечного излучения в электрическую. Действие солнечных элементов основано на использовании явления внутреннего фотоэффекта в области рп-перехода двух полупроводников. (Внутренний фотоэффект — увеличение под действием света электропроводности полупроводников. Полупроводники — вещества, в которых концентрация подвижных носителей заряда значительно ниже, чем концентрация атомов, и может изменяться под влиянием температуры, освещения или относительно малого колва

примесей, Это значит, что в полупроводниках ток возникает, в отличие от проводников, только под влиянием определённых факторов). Под действием света по обе стороны от *p-n*перехода растёт концентрация электронов и дырок. При этом электрическое поле в области *p-n*перехода перемещает электроны из полупроводника *n*-типа в полупроводник *p*-типа, а дырки – в противоположном направлении. В результате, увеличивается разность потенциалов между этими полупроводниками, и в цепи появляется ток

### **Фотон и его свойства:**

Фотон — материальная, электрически нейтральная частица, квант электромагнитного поля (переносчик электромагнитного взаимодействия).

#### Основные свойства фотона

- Является частицей электромагнитного поля.
- Двигается со скоростью света.
- Существует только в движении.

Остановить фотон нельзя: он либо движется со скоростью, равной скорости света, либо не существует; следовательно, масса покоя фотона равна нулю.

При направленном солнечном свете электричество собирается в каждой точке кремниевой пластинки. Чтобы вывести ток с пластины, нужны дорожки "каналы", по ним и бежит электричество, одной маленькой пластины хватит на работу небольшого карманного фонарика. Когда пластины соединяются, мощность батареи увеличивается, чем больше батарея, тем она мощнее.

Для увеличения выходных параметров (тока, напряжения и мощности) солнечные элементы (пластины), из которых состоит солнечная батарея, соединяются последовательно и параллельно. При последовательном соединении элементов увеличивается выходное напряжение, при параллельном – выходной ток. Для того чтобы увеличить и ток, и напряжение комбинируют два этих способа соединения. Кроме того, при таком способе соединения выход из строя одного из солнечных элементов не приводит к выходу из строя всей цепочки, т.е. повышает надёжность работы всей батареи.

Таким образом, солнечная батарея состоит из параллельно-последовательно соединённых солнечных элементов. Величина, максимально возможного тока, отдаваемого батареей, прямо пропорциональна числу параллельно включённых, а э.д.с. - последовательно

включенных солнечных элементов. Так, комбинируя типы соединений, собирают батарею с требуемыми параметрами. Оказывается, что фотоэлементы могут работать от любого источника света, не только от солнечного. Батареи укладывают на стол, подключают клеммы и подают свет. Если напряжение есть, значит, цепочка из пластин собрана правильно. Осталось поместить солнечные элементы в герметичную пленку и положить под стекло, пропускающее ультрафиолет. Солнечные батареи можно установить где угодно. Солнечный свет есть всегда, даже если на улице пасмурно, батареи все равно получают энергию, пусть и не в полную силу.

Получаемая электрическая энергия накапливается в аккумуляторах, а затем отдается в нагрузку. Аккумуляторы – химические источники тока. Заряд аккумулятора происходит тогда, когда к нему приложен потенциал, который больше напряжения аккумулятора.

Число последовательно и параллельно соединенных солнечных элементов должно быть таким, чтобы рабочее напряжение, подводимое к аккумуляторам с учетом падения напряжения в зарядной цепи, немного превышало напряжение аккумуляторов, а нагрузочный ток батареи обеспечивал требуемую величину зарядного тока.

Например, для зарядки свинцовой аккумуляторной батареи 12 В необходимо иметь солнечную батарею состоящую из 36 элементов.

При слабом солнечном свете заряд аккумуляторной батареи уменьшается, и батарея отдает электрическую энергию электроприёмнику, т.е. аккумуляторные батареи постоянно работают в режиме разрядки и подзарядки.

### **Виды солнечных элементов**

Существует несколько разновидностей солнечных элементов, которые отличаются структурой рабочей поверхности фотоэлемента и технологией изготовления.

**Фотоэлементы с использованием аморфного кремния.** По-другому их еще называют пленочными покрытиями. С развитием nano технологий это направление, возможно, станет более перспективным, но пока такие панели не имеют большого промышленного производства. Сложность заключается в создании у кристаллов кремния одинаковой направленности по всей толщине рабочего слоя, который составляет 80–100 микрон.

**Фотоэлементы с использованием монокристаллического кремния.** Самые дорогостоящие и производительные батареи, способны удовлетворительно работать при сильной облачности. Их изготавливают, используя медленное остывание кремниевого

расплава. При этом получается слиток, который с одной стороны является монокристаллом, а с другой стороны — однороден. После остывания слиток разрезается на пластины и для создания нужной структуры поверхности его подвергают нескольким видам термообработки. Цвет таких пластин обычно темно-синий.

**Фотоэлементы с использованием поли- или мультикристаллического кремния.** При производстве используется технология получения центров кристаллизации, и, как следствие, небольших кристаллов в слитке. Термообработку эти пластины проходят ту же, что и монокристаллические, но их электротехнические показатели первых значительно уступают вторым. Зато и цена на них существенно ниже. Внешне их можно отличить по наличию участков, различающихся по оттенкам и очертаниям.

Распространены два вида фотоэлектрических преобразователей (солнечных элементов): сделанные из монокристаллического и поликристаллического кремния. Первые имеют КПД до 17,5%, а вторые – 15% (по некоторым источникам: КПД до 24% из монокристаллического кремния, КПД до 20% из поликристаллического кремния).

**Преимущества и недостатки солнечных батарей** Преимущества:

- Общедоступность и неисчерпаемость источника энергии
  - Экологическая безопасность
  - Длительный срок службы
  - Независимость от цен на топливо
  - Бесшумность
  - Генерируемая энергия фактически является бесплатной (после того, как солнечная энергосистема окупится)
  - Модульность
- Недостатки:
- Высокая стоимость (= длительный срок окупаемости)
  - Недостаточный КПД
  - Зависимость от погодных условий
  - Неприменимость для приборов, потребляющих большую мощность
  - Использование дополнительного оборудования
- Наличие ядовитых веществ в составе фотоэлементов (свинца, кадмия, галлия, мышьяка и

т. д.) + применение токсичных веществ при их производстве → проблема утилизации

## **2.2 Использование солнечных батарей**

Областей применения солнечных батарей становится все больше с каждым днем. Эти устройства с успехом проявляют себя в сфере промышленности, сельского хозяйства, военно-космических отраслях и даже в быту.

К сожалению, линии электропередач, опутавшие большую часть нашей планеты всё ещё не могут добраться в самые труднодоступные уголки, которые подключать к ресурсам электростанций оказывается дороже, чем установить солнечную батарею, преобразующую в электроэнергию обычный дневной свет.

-Устанавливать электростанцию на жидком или твердом топливе оказывается дороже и ущербнее для окружающей экологии, чем использовать солнечные батареи. Чаще всего ими укрывают крыши домов, так что в солнечный день они вырабатывают электричество, которого достаточно и для освещения и работы бытовых устройств. А специальный проект в Испании оказался ещё успешнее. Из экономических соображений ряд современных домов был оборудован солнечными батареями, энергия которых используется для нагрева воды

-Аргументов в пользу солнечных электростанций не счесть, но основным из них является экологичность. Примером, где отсутствие вредных выбросов солнечными батареями в окружающую среду сделало их альтернативой традиционным источникам электроэнергии, стала солнечная электростанция, расположенная недалеко от испанского местечка Севильи. Солнечные батареи водрузили на башню, на которую направили зеркала, отражающие и фокусирующие свет. Довольными остались около 10 тысяч близлежащих домохозяйств, которые снабжаются электроэнергией, преобразованной из света от солнца.

-Солнечные батареи оказались практически единственным источником электроэнергии за пределами Земли. Ими оснащаются все космические аппараты. Когда Солнце освещает их, они вырабатывают электроэнергию, которая аккумулируется бортовыми батареями и используется для питания оборудования в тех местах, где свет недостижим. В отличие от атомных электрогенераторов они не выделяют вредных веществ [5].

-Солнечные батареи нашли применение и в наземном транспорте. Не так давно компания Toyota стартовала продажи своей модели Prius, оборудованной гибридным двигателем. На крыше автомобиля нового поколения располагаются солнечные батареи, от которых тот при внезапно закончившемся топливе сможет проехать ещё километров 5.



-Солнечные батареи для бытовых нужд

-Встретить солнечные батареи в рознице по разумной цене становится всё проще. На глаза они попадают, как в виде отдельных, работающих в качестве резервного источника питания устройств, так и встраиваются в различные приборы. Например, многие помнят, как в нашу жизнь вторглись калькуляторы, практически сразу получившие небольшие панели, позволяющие им работать без батареек, лишь попав на свет.

-Разработчики устройств, которые могут работать от альтернативных источников электроэнергии пошли ещё дальше. На свет появились аккумуляторные фонарики, которые днем можно зарядить, просто положив встроенной солнечной батареей на свет, а в темное время суток пользоваться как обычно. Получается, по сути, универсальный спутник для путешествий, способный прийти на помощь там, куда не добрался электрический ток. Не менее интересным оказался проект корейской компании Samsung, представившей на свет свой недорогой мобильник E1107 CrestSolar, задняя стенка которого получила небольшую солнечную панель, которой достаточно, чтобы пополнять заряд аккумулятора без подключения к сети. При положительном балансе на счету и в зоне действия операторов без связи с этим телефоном остаться просто невозможно.

-Впрочем, если мобильный телефон, смартфон, ноутбук или другое устройство не получило от производителя альтернативного зарядного устройства на солнечных батареях, всегда можно восполнить этот недостаток. Как раз для таких случаев продаются внешние солнечные панели, многие из которых могут накапливать электроэнергию во встроенных или входящих в комплект поставки аккумуляторах, а затем отдавать её подключаемым устройствам. Такими переносными солнечными электростанциями очень часто оснащаются походные сумки и рюкзаки, а стоят они ненамного дороже обычных моделей, без которых не обходится ни один туристический поход.

### **3.Экспериментальная часть**

#### **3.1.Преобразование энергии солнечным элементом**

*Описание эксперимента.* Соедините проводами солнечный элемент с электромотором. Осветите солнечный элемент и наблюдайте за поведением электромотора. Смените полярность подключения электромотора и посмотрите, что получилось

*Вывод:* солнечный элемент преобразует излучение в электрическую энергию. Электромотор, подсоединённый к солнечному элементу, преобразует эту электроэнергию в механическую.

### **3.2. Влияние угла падения излучения на поверхность солнечного элемента на его эффективность**

*Описание эксперимента.* Соедините проводами солнечный элемент с амперметром. Освещайте солнечный элемент, постепенно меняя угол наклона лампы, и измеряйте ток короткого замыкания элемента. При этом расстояние между лампой и поверхностью солнечного элемента должно оставаться постоянным.

Если угол= $0^{\circ}$ , сила тока равна 5mA

Если угол= $45^{\circ}$ , сила тока равна 10 mA

Если угол= $90^{\circ}$ , сила тока равна 30 mA

*Вывод:* ток максимален, если свет падает под углом  $90^{\circ}$ . При уменьшении угла падения ток уменьшается

### **3.3. Внутреннее сопротивление элемента**

*Описание эксперимента.* Соедините проводами солнечный элемент с вольтметром. Осветите солнечный элемент и, последовательно изменяя расстояние между ним и лампой, измеряйте напряжение.

Расстояние 10см, напряжение 18 mV

Расстояние 20см, напряжение 15 mV

Расстояние 30см, напряжение 12 mV

*Вывод:* при уменьшении освещённости внутреннее сопротивление возрастает

### **3.4. Последовательное соединение солнечных элементов в электрической цепи**

*Описание эксперимента.* Измерьте напряжение холостого хода одного

солнечного элемента. После этого составьте цепь из двух последовательно соединённых солнечных элементов и подключите к ней вольтметр. Осветите цепь и измерьте суммарное напряжение.

*Вывод:* Чем больше солнечных элементов, тем выше суммарное напряжение. При этом каждый солнечный элемент можно рассматривать как отдельный элемент цепи. Общее напряжение в цепи можно вычислить, умножив напряжение, выдаваемое одним элементом, на их количество в цепи.

### **3.5. Преобразование солнечной энергии в электричество**

*Описание эксперимента.* К двум последовательно соединённым солнечным элементам подключите светодиод, соблюдая полярность. Осветите эти элементы и наблюдайте за светодиодом.

*Вывод:* Напряжение, которое вырабатывают солнечные элементы, достаточно для питания светодиода. Таким образом, можно освещать при необходимости те места, куда не проникает дневной свет.

### **3.6. Параллельное соединение солнечных элементов в электрической цепи.**

*Описание эксперимента.* Измерьте ток короткого замыкания солнечного элемента, осветив элемент лампой с расстояния 20 см. Параллельно включите в электрическую цепь два солнечных элемента (для этого нужно соединить их одноимённые полюса). Подсоедините к солнечным элементам амперметр. Равномерно осветите солнечные элементы и наблюдайте, что происходит с током.

*Вывод:* при параллельном включении двух солнечных элементов суммарный ток возрастает, а напряжение не меняется.

### **3.7. Использование солнечной энергии при проведении электролиза**

*Описание эксперимента.* Последовательно соедините 6 солнечных элементов и подключите к их крайним контактам угольные электроды. Приготовьте электролит – раствор хлорида натрия (поваренной соли). Загрузите два электрода. Электроды не должны соприкасаться. Поместите собранную установку на солнце примерно на 20 минут и наблюдайте за процессами.

*Вывод:* при пропускании электрического тока через электролит в нём

начинают протекать электрохимические реакции, в результате которых на электродах выделяются пузырьки газов.

#### **4.Практическая часть**

Во время учебного процесса в образовательных учреждениях в связи с постоянными «скачками» света возникают колебания светового излучения, что может привести к негативному воздействию на зрение обучающихся. При преждевременном включении освещения в помещении возникает избыток света, который не приносит пользы, а приводит к повышенному электропотреблению.

Рассмотрев эту проблему, мы поставили **цель**: создать устройство, которое будет выравнивать световой поток по нормам САН ПИНа в течение рабочего дня.

Устройство сделано на основе аппаратно-вычислительной платформы ArduinoUNO.Использованный язык программирования - C/C++

**Актуальность** нашего проекта - положительное влияние освещённости на зрение человека и сбережение электроэнергии. Данное устройство может использоваться во всех учреждениях. Также с помощью телефона можно настроить свет под комфортную среду работы.

Наш проект – это шаг в будущее, переход на легкое и комфортное устройство для многих помещений помещения.

#### **5.Заключение**

В наше время тема развития альтернативных способов получения энергии как нельзя более актуальна. И одним из наиболее перспективных направлений является получение солнечной энергии. Люди получают от солнца количество энергии, превышающее необходимые ресурсы в десять раз. Нужно только взять это энергетическое богатство. Вот этот вопрос и является крайне актуальным для науки. Результатом многолетней работы ученых стало такое устройство как солнечная батарея.

Цель нашей работы -изучить солнечные батареи, была достигнута благодаря решению поставленных задач:

- Изучен состав и принцип действия солнечных батарей.

- Рассмотрена область применения солнечных батарей.
- Проведены эксперименты с солнечными батареями.
- Изготовлена модель передвижной солнечной батареи.

Мы делаем вывод, солнечный элемент – это устройство, которое преобразует излучение в электричество, в электрической цепи ведёт себя как диод, при разных видах подключения вырабатывают разное напряжение. Солнечные элементы – это альтернативные, нетрадиционные, возобновляемые источники энергии.

## **6. Литература**

1. Солнечные элементы: Теория и эксперимент Фаренбрух А., Бьюб Р.

Перевод с английского под редакцией М.М. Колтуна. Москва: Энергоатомиздат, 1987 год – 280 стр.

2. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии Даффи Дж. А., Бекман У. А.

Перевод с английского. Москва: Мир, 1977. — 413 стр.

3. Солнечная батарея. Руководство для учителя. 2011 год