

Региональная открытая конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»

Секция «Физика и компьютерные технологии»

Солнечная электростанция

Работу выполнила:

Белова Софья Эдуардовна

учащаяся 9 «А» класса

МОУ Лицей №2 имени Б.Н. Богачева

Научный руководитель:

Капустина Нина Анатольевна

учитель физики

МОУ Лицей №2 имени Б.Н. Богачева

Консультант по электротехнике:

Белов Эдуард Олегович

Рыбинск, 2024

Оглавление

Введение	3
Цель работы	3
Задачи	3
Методы исследования	3
Объект исследования	3
Предмет исследования	3
Гипотеза исследования	4
Основная часть.....	4
1.1 Принцип устройства солнечных панелей	4
1.2 Блок-схема планируемого устройства.....	6
1.3 Схема преобразования солнечного света в электрическую энергию.....	7
Заключение.....	10
Список литературы.....	10
Приложение А.....	11
Приложение Б	12

Введение

Современную жизнь нельзя представить без использования электричества. Для работы всех приборов, будь то электрический чайник, микроволновая печь, компьютер или ноутбук, нужна электрическая энергия. По всему миру сейчас работают тепловые электростанции (ТЭС), гидроэлектростанции (ГЭС), атомные электростанции (АЭС). От них по линиям электропередач энергия передается на большие расстояния ко всем пользователям. Но в рамках международных программ по борьбе за улучшение экологии нашей планеты, специалисты ищут альтернативные источники. Одним из таких решений является использование солнечных батарей, которые стали набирать популярность в нашей стране. Правильно созданная система с солнечными батареями может полностью обеспечивать электроэнергией средний дом в течение нескольких часов.

Цель работы

Создание установки по преобразованию солнечного света в электрическую энергию и ее дальнейшее использование.

Задачи

При написании данной работы я поставила перед собой задачи:

1. собрать и проанализировать информацию по выбранной теме;
2. создать установку по преобразованию солнечного света в электрическую энергию;
3. использовать электрическую энергию для работы двигателя и фитолампы;
4. провести демонстрацию созданной установки.

Методы исследования

Были использованы следующие методы работы над проектом:

1. изучение литературных источников (поиск в сети Интернет и справочниках);
2. конструирование и моделирование;
3. проведение эксперимента
4. обработка полученных результатов.

Объект исследования

Солнечная и электрическая энергия.

Предмет исследования

Процесс преобразования солнечного света в электрическую и механическую энергии.

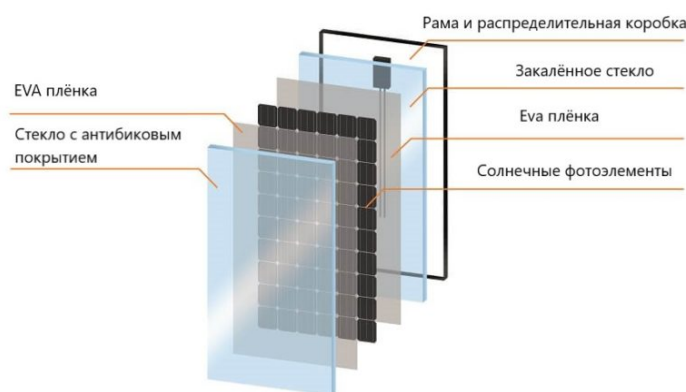
Гипотеза исследования

Я предположила, что в домашних условиях можно создать несложную установку по превращению солнечного света в электрическую энергию, которую можно использовать для комфортного роста растений: питания фитолампы и запуска двигателя для циркуляции воздуха.

Основная часть

1.1 Принцип устройства солнечных панелей

В своей работе я решила использовать солнечные панели, поэтому изучим их устройство. Конструкция представляет собой «сэндвич», в котором ячейки фотоэлементов размещены между двух стёкол и плёнки, рисунок 1.



Стекло и плёнка служат защитой от влаги и фотонов, которые обладают слишком высокой энергией. Если не использовать стекло, фотоны будут нагревать панель, а не передавать свою энергию электронам, что снизит её эффективность.

Рисунок 1. – Устройство солнечных панелей

Выходное напряжение одной панели относительно невысокое, поэтому обычно используют их сразу несколько, подключённых параллельно-последовательно, что даёт наибольшее значение напряжения и силы тока и препятствует выходу из строя всей системы.

Если использовать только последовательное соединение, то можно увеличить выходное напряжение, но иметь постоянную силу тока. Параллельное соединение увеличивает величину выходного тока, при постоянном напряжении. Суммарная энергия, получаемая от солнечных панелей, зависит от слаженной работы всей системы, состоящей из четырех основных частей, рисунок 2:

- 1) солнечные панели, которые наиболее эффективны при ярком солнце;
- 2) контроллеры заряда солнечных батарей, которые управляют мощностью заряда, и предотвращают обратный ток, когда солнце не светит;
- 3) аккумуляторы, которые запасают энергию постоянного тока от солнечных панелей для последующего использования в доме;

4) инверторы, преобразующие мощность постоянного тока от солнечных панелей или батарей в мощность переменного тока для дома.

Рассмотрим принцип работы солнечных панелей, рисунки 3.

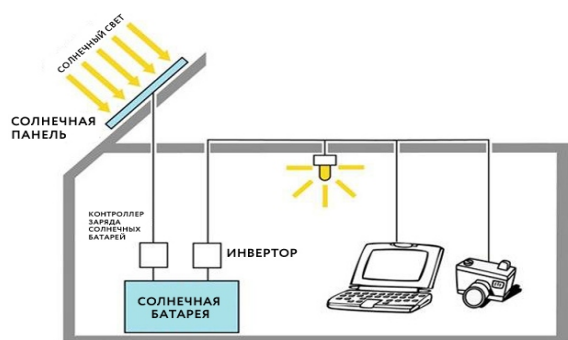


Рисунок 2. – Схема подключения панели

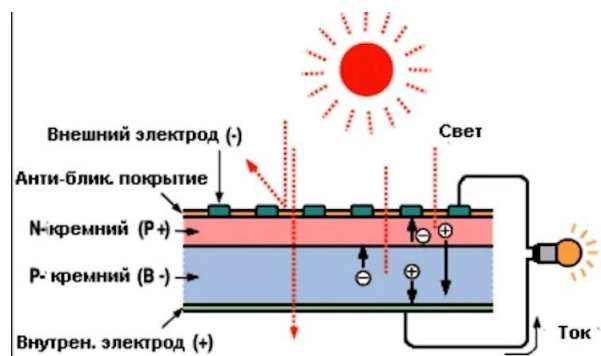


Рисунок 3. – Принцип работы панели

Основой любой солнечной панели является кристалл кремния (Si). На пластины кремния нанесен с одной стороны слой бора (B), с другой слой фосфора (P). В местах контакта кремниевой пластины с бором имеется избыток электронов. На другой стороне по границе кремниевой пластины с фосфором недостает электронов, там образуются «дырки». Такую стыковку границ с избыточным количеством электронов и их недостатком называют p-n переходом. При попадании солнечного света на фотоэлементы батареи, их поверхность бомбардируется фотонами. Они выбивают избыточные электроны на границе с фосфором, и те начинают движение к дыркам на границе с бором. Возникает электрический ток – упорядоченное движение электронов. К фотоэлементу подводятся металлические дорожки (электроды), по которым электрический ток движется далее по системе.

Солнечные панели можно разделить на следующие виды: по мощности, по составу (кремний, арсенид галлия, теллуида кадмия), по гибкости (гибкие, жесткие), по виду (на базе монокристаллического кремния (КПД 17,5%), поликристаллического кремния (КПД 15%). К преимуществам солнечных панелей можно отнести: экологичность (не загрязняет окружающую среду), долговечность (при бережном использовании фотоэлементы прослужат несколько десятков лет), достаточно простой принцип работы и разный размер (в калькуляторе они маленькие). К минусам относятся: сложность сборки самой системы, низкий КПД, высокая стоимость и низкая окупаемость, не стабильная работа при неярком солнечном свете и выходе из строя одной из панелей может отключиться вся система.

1.2 Блок-схема планируемого устройства

Электричество мы не видим, но всегда можем точно сказать, есть оно или нет. В своем исследовании я попытаюсь создать наглядный пример преобразования энергии солнечного света в электрическую энергию для подключения фито-лампы и двигателя для циркуляции воздуха. Схема планируемой установки приведена на рисунке 4.

Как мы видим из блок-схемы, наше устройство будет условно состоять из двух блоков: блок преобразования солнечной энергии в электрическую энергию и блока применения накопленной энергии. В качестве входного питания используем солнечные панели, энергия от которых поступает на контроллер заряда аккумулятора и далее на сам аккумулятор. Для наглядного отображения энергии в систему введен вольтметр. Далее накопленная в аккумуляторе энергия поступает к порту USB, куда мы можем подключить фитолампу, и к двигателю. Для предотвращения быстрого разряда аккумулятора двигатель можно отключить от устройства.

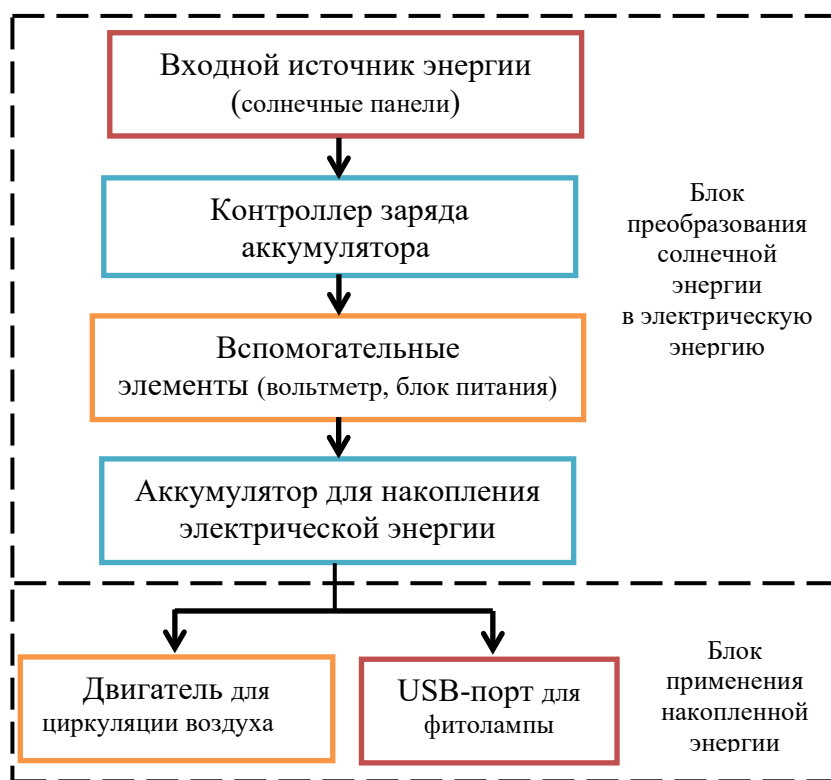


Рисунок 4. – Схема планируемой установки

Далее рассмотрим принцип устройства нашей установки более подробно.

1.3 Схема преобразования солнечного света в электрическую энергию

С помощью сети Интернет и справочников по электронике [1,2,3] подберем необходимые составные части для создания нашего устройства. Электрическая схема установки приведена на рисунке 5.

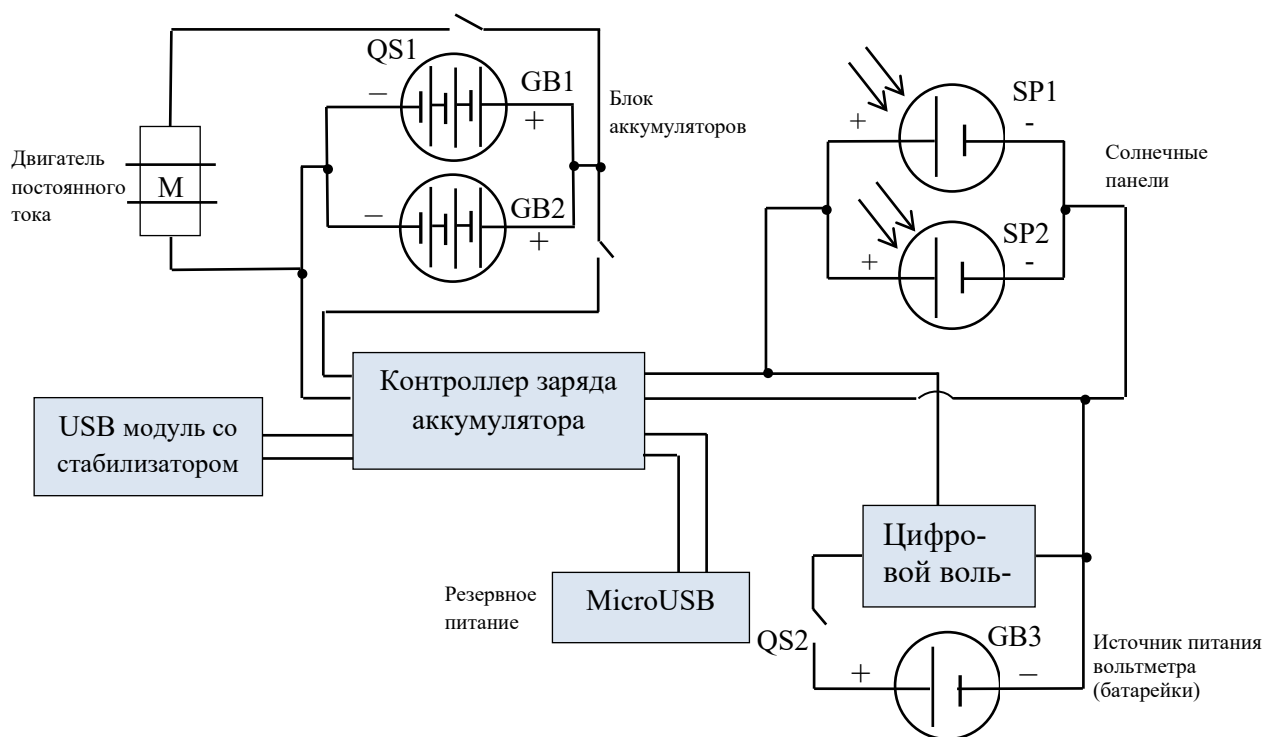


Рисунок 5. – Электрическая схема преобразования солнечного света в электрическую энергию

Для своей установки мы будем использовать две монокристаллические кремниевые солнечные панели SP1, SP2 размером 107*61*2 мм, рабочим напряжением 5 В и током до 200мА. Соединим их параллельно, для этого подключим панели клеммами одинаковой полярности (минус к минусу, плюс к плюсу) друг к другу и сможем получить ток до 400 мА в ясную солнечную погоду. При попадании солнечного света на наши панели они создают ток и напряжение, которое поступает на контроллер заряда аккумулятора, рисунок 6.

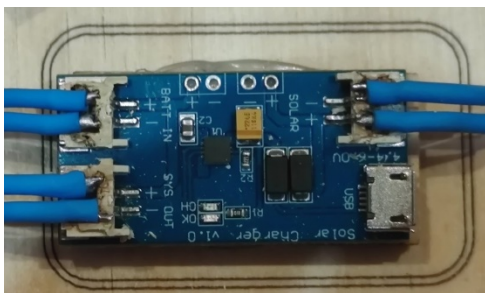


Рисунок 6. – Контроллер заряда

Мы используем контроллер заряда Solar Lipo на базе CN3065 с возможным входящим напряжением от 4 до 6 В и максимальным током зарядки до 500 мА. Он предназначен для управления процессом заряда аккумулятора, защищает его от слишком высокого напряжения, перегрева и разрядки, когда солнца на улице нет.

Микросхема оснащена разъемом микро-USB, который можно использовать как альтернативный источник питания для зарядки аккумулятора. Солнечные панели имеют небольшую мощность и, чтобы зарядить аккумулятор нужно много солнца и времени. Для демонстрации моего устройства в отсутствии прямых солнечных лучей можно зарядить аккумулятор от электрической сети, используя зарядку для телефона. Аккумулятор заряжен, когда на контроллере заряда загорится синий светодиод.

Аккумулятор представляет собой своего рода буфер для обмена энергии между солнечными панелями и потребителями. В нашей работе мы использовали 6 пальчиковых никель-кадмиевых аккумуляторов с напряжением 1,2 В и током зарядки до 700 мА в час. Для того, чтобы получить необходимое нам напряжение мы параллельно подключили два блока GB1, GB2 из трех последовательно соединенных аккумуляторов. Последовательное соединение аккумуляторов дает нам напряжение 3,6 В, а благодаря параллельному соединению мы получаем ток до 1400 мА. Преимущество кадмиевых аккумуляторов в том, что их можно использовать в очень широком диапазоне температур, они имеют недорогую стоимость и их можно хранить в разряженном состоянии.

Энергия от аккумулятора поступает на двигатель постоянного тока М, который мы используем для циркуляции воздуха. Любой электродвигатель состоит из статора (неподвижной части) и подвижного ротора или якоря, рисунок 7.

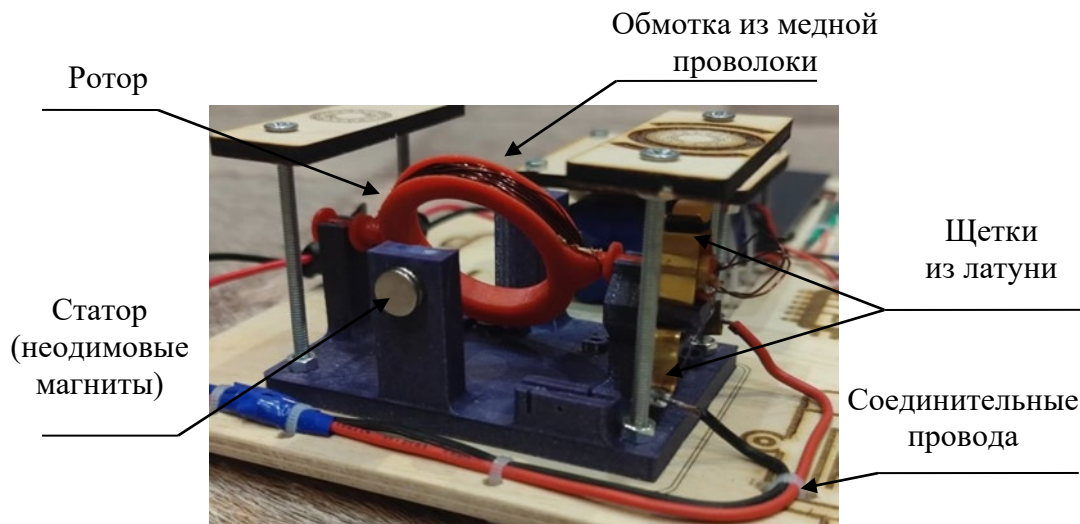


Рисунок 7. – Двигатель постоянного тока

В основу работы заложен принцип электромагнитной индукции, когда подвижная и неподвижная части устройства контактируют друг с другом электромагнитными полями. Статор обычно имеет два полюса, в нашем случае взяты сильные постоянные магниты, изготовленные из сплава неодима, железа и бора. В состав ротора входит закрепленная обмотка. У нас в качестве ротора использовано пластиковое кольцо с намотанной на него мед-

ной проволокой, покрытой лаком для предотвращения замыкания между витками. Энергия от аккумулятора поступает на щетки, изготовленные из тонкого листа латуни (сплав меди и цинка), которые хорошо проводят электрический ток и выдерживают нагрузку. Щетки позволяют энергии равномерно распределяться по обмотке нашего кольца. При поступлении энергии оно начинает вращаться, потому что его магнитное поле начинает отталкиваться от магнитного поля магнитов.

Кроме того, энергия от аккумулятора поступает на выведенный рабочий порт USB, к которому мы можем подключить фитолампу. В нашей схеме напряжение не постоянно, оно изменяется в диапазоне от 0 до 6 В и зависит от освещенности солнечных панелей и заряда аккумулятора. А для нормальной работы устройств на USB выходе необходимо постоянное напряжение +5 В, поэтому используем в нашем устройстве USB со встроенным стабилизатором, который начинает работать при 0,9 В на входе и на выходе уже имеет стабильное 5 В, рисунок 8.

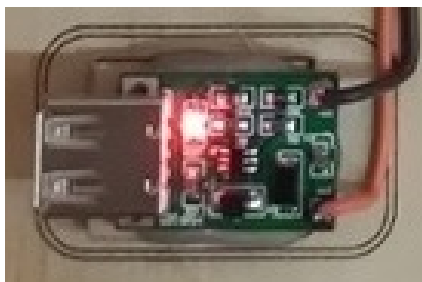


Рисунок 8. – USB выход со стабилизатором



Рисунок 9. – Цифровой вольтметр

Для возможности измерения получаемого от солнечных панелей напряжения дополним нашу схему цифровым вольтметром, который выполнен в виде отдельного блока с диапазоном измерения от 0 до 100 В, рисунок 9 и имеет выключатель QS2. Чтобы не тратить энергию солнечных панелей снабдим вольтметр собственным источником питания. В качестве внешнего питания GB3 используем блок из 4 пальчиковых батареек типа АА соединенных последовательно. Получаем в сумме напряжение порядка 6 В внешнего питания. Для возможного отключения вольтметра используем выключатель QS2. Вольтметр и аккумуляторы для улучшения внешнего вида устройства закрыты специальными панелями.

А теперь запустим нашу установку и продемонстрируем принцип её работы. Итоговый внешний вид нашего устройства приведен в Приложении А, рисунок А.1, а перечень элементов в Приложении Б, таблица Б.1.

Заключение

Таким образом, в ходе проведения исследования нам удалось собрать установку, демонстрирующую процесс получения энергии солнечного света и преобразования её в электрическую энергию для подключения фитолампы и вращения двигателя постоянного тока. Благодаря тому, что в нашем устройстве был добавлен цифровой вольтметр, мы можем отслеживать значение напряжения в цепи и определять его зависимость от количества солнечной энергии.

Данное исследование актуально тем, что оно не только демонстрирует весь процесс преобразования энергии, но и позволяет пользоваться результатами работы: включать фитолампу, ускоряющую рост комнатных растений или дачной рассады и наблюдать за работой двигателя, циркулирующего воздух. К списку проблем, которые можно попытаться решить в дальнейшем хочу отнести небольшой КПД сконструированного двигателя и его нестабильную работу при низком заряде аккумулятора.

В результате выполнения исследовательской работы, мне удалось подтвердить гипотезу о том, что в домашних условиях можно собрать несложную установку по превращению одной энергии в другую и наглядно это продемонстрировать. Цель, поставленную в данной работе, считаю выполненной.

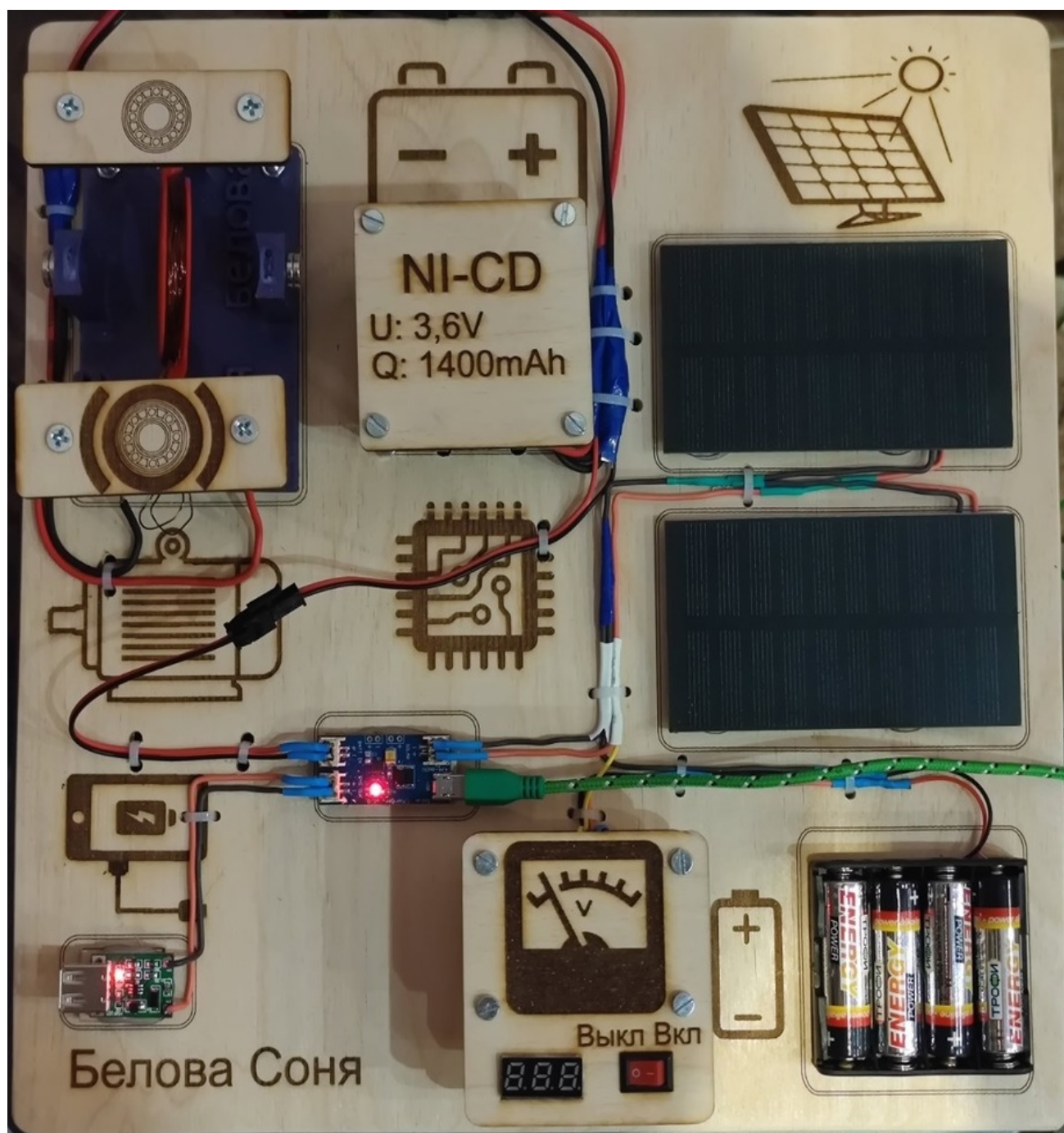
Список литературы

- 1) Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию // Учебное пособие для вузов. – 3 изд. – М.: Высш. шк. 2002. – 255 с.
- 2) Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств // Учебное пособие по курсу проектирования. – С-Пб.: Издательство СПбГЭТУ. 1996. – 60 с.
- 3) Покотило С.А. Справочник по электротехнике и электронике. – Ростов и Д: Феникс. 2012. – 282 с.

Приложение А

Рисунок А.1

Внешний вид установки «Солнечная электростанция»



Приложение Б

Таблица Б.1

Элементы устройства «Солнечная электростанция»

Название элемента	Название элемента	Тип элемента	Кол-во
Установка	Батарейный отсек 4АА	KLS5-809-B (FC1-5113), Батарейный отсек 4хАА	1
	Контроллер заряда	Solar Lipo на базе CN3065, ток 500мА	1
	Солнечная панель	5В 1Вт 107х61х2	2
	Пальчиковые Ni-Cd никель-кадмиевые аккумуляторы	NC-Cd 1,2В, 700 мАч	6
	Выключатель	К KCD1-101-C3-B/2P ON-OFF	1
	Вольтметр	Вольтметр цифровой DC 0V-100V 3 кабеля голубой цвет	1
	Плата DC-DC модуль	SUQ DC-DC USB 0.9-5В до 5В	1
	Батарейки	Щелочные	4
	Разъем (колодка) влагозащищенная 2pin		1
	Коннектор 2 pin (папа-мама)	JST SM	1
Двигатель	Неодимовые магниты 10*2		6
	Лист латуни (толщина 0.1 мм)		1
	Проволока медная (эмалированная) 5 м	Диаметр 0,5 мм	1
	Пластик для корпуса двигателя (диаметр 1.75 мм) 15м		1
	Разъем (колодка) влагозащищенная 2pin (папа-мама)		1
	Винты	3 мм	12
	Гайки	3 мм	36
	Провода соединительные	1 метр	
	Термоусадка + изолента		
	Фанера 6мм + Фанера 3 мм		
	Припой для пайки		
Фито-лампа с USB входом	Лампа Usb с гибким кабелем	Мощность 2,5 Вт	1