

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

Тематическая секция: Техника

Создание солнечной панели

Автор проекта: Закатов Михаил Дмитриевич,
Муниципальное образовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа
"Образовательный комплекс №33"
"Центр образования - школа №18,"
ученик 11 класса

Научный руководитель: Шамахов Леонид Михайлович,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ярославский государственный технический университет.»
ассистент кафедры Строительные и дорожные машины

г. Ярославль

2025

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая часть.....	4
1.1. История развития солнечных батарей	4
1.2. Устройство и принцип действия солнечной панели	5
1.3. Монокристаллические солнечные панели	6
1.4. Поликристаллические солнечные панели	7
1.5. Тонкопленочные солнечные панели	8
Глава 2. Практическая часть	10
2.1. Описание работы.....	10
2.2. Характеристика модели.....	10
2.3. Экономическая стоимость.....	11
Заключение	11
Список источников	12
Приложение	13

Введение

Солнечная энергия — самый экологически чистый источник энергии, который активно используется во всём мире. Солнечные батареи преобразуют лучи солнца в электричество, обеспечивая питание домов, бытовых устройств и небольших гаджетов. Благодаря современным технологиям, стоимость солнечных панелей значительно снизилась, что делает их доступнее для людей. Например, установка панелей на крыше дома позволяет сократить счета за электроэнергию и получить бесплатный источник питания. Эта система позволяет производить чистую энергию без выбросов углерода в атмосферу Земли. В условиях роста цен на электроэнергию и экологических вызовов солнечные батареи становятся оптимальным решением для экономии и защиты природы. Мне стало интересно, а что из себя представляют солнечные панели, как работают такие устройства, из чего они состоят, какие преимущества и недостатки имеют. И, конечно, самый большой интерес вызывал вопрос, а есть ли, различия между ними и можно ли самому создать миниатюрную зарядную станцию из солнечных панелей.

Целью моей работы является разработка системы энергонакопления на основе солнечной панели и «Arduino Uno».

Задачи:

1. Изучить историю разработки для накопления солнечной энергии.
2. Изучить устройство и принцип действия солнечной батареи.
3. Разработать 3D модель системы накопления энергии.
4. Разработать управляющую программу для 3D принтера.
5. Напечатать корпус для солнечной панели на 3D принтере.
6. Собрать конструкцию, используя технические спайки электрических компонентов и болтовых соединений.
7. Провести пуско-наладочные испытания собственной конструкции.

Методы исследования:

1. Провести анализ исторических источников.
2. Рассмотреть устройство и принцип действия солнечной панели.
3. Спроектировать корпус для укрепления солнечных панелей.
4. Разработать программу для печати на 3D принтере корпуса для укрепления солнечных панелей.
5. Провести печать корпуса для укрепления солнечных панелей.
6. Провести сборку готового изделия.

Глава 1. История развития солнечных батарей

История солнечных батарей началась в XIX веке, когда ученые впервые обнаружили возможность преобразования света в электричество. В 1839 году французский физик Александр Беккерель открыл фотоэлектрический эффект, заметив, что под воздействием солнечных лучей определенные материалы вырабатывают электрический ток. Это явление стало основой для будущих технологий солнечной энергетики. В 1873 году британец Уиллоуби Смит выявил, что селен способен менять проводимость при освещении, что привело к созданию первых фотоэлементов. В 1883 году американец Чарльз Фриттс разработал первую солнечную батарею из селена, покрытого тонким слоем золота. Однако ее КПД составлял всего 1–1,5%, что было слишком низким для практического применения.

Второй важный этап наступил в 1950-х годах, когда компании, такие как Bell Telephone, начали использовать кремний в качестве основного полупроводника. В 1954 году они представили кремниевые фотоэлементы с КПД 4–6%, которые стали питать спутники в космосе. Это был прорыв, позволивший солнечным батареям выйти на новый уровень. В 1970-х годах, после нефтяного кризиса, интерес к возобновляемым источникам энергии резко возрос. Ученые активно искали способы повысить эффективность панелей, и к 1990-м годам КПД достиг 30%. В это время солнечные батареи начали устанавливать на промышленных объектах и в частных домах.

В XXI веке технологии стали еще доступнее. В 2010-х годах появились тонкопленочные и органические солнечные батареи, которые дешевле и гибче, чем кремниевые. Они нашли применение в портативных устройствах, таких как зарядки для телефонов, и в строительстве, например, для покрытия фасадов зданий. Современные исследования сосредоточены на перовскитах и других материалах, которые обещают значительно повысить КПД и снизить затраты на производство. В России солнечные электростанции начали активно развиваться в последние годы, особенно в южных регионах, где много солнечных дней. Сегодня панели устанавливают на дачах, в городах и даже на мобильных объектах, таких как туристические трейлеры, что делает солнечную энергию важной частью альтернативной энергетики.[1].

Устройство и принцип действия солнечной панели

Полупроводник – материал с избытком или недостатком электронов. В полупроводниковом элементе имеется два слоя с разной проводимостью. Слой с лишними электронами играет роль катода, слой с недостатком электронов – анода. В большинстве современных изделий роль полупроводников выполняют кремниевые пластины, обладающие необходимыми полупроводниковыми свойствами.[2]

Солнечные батареи работают благодаря фотоэлектрическому эффекту. Кремний – один из лучших полупроводников на планете. Панелями энергия солнца непосредственно преобразуется. Лишние электроны покидают свои атомы в n-слое. Затем они захватываются атомами p-слоя. Электроны всегда пытаются вернуть себе начальное положение. Это приводит к тому, что электроны минуют проводники и попадают обратно в n-слой, откуда и началось их движение.

Если используется монокристаллический кремний, эффективность фотоэлементов резко возрастает, потому что движение электронов прямолинейное из-за меньшего количества граней у кремния.[3]

Некоторые компоненты солнечной батареи:

Фотоэлементы — поглощают свет, генерируя электрический ток благодаря движению электронов в полупроводнике.

Подложка — материал, на который нанесены фотоэлементы, обычно изготавливается из стекла или пластика. Обеспечивает механическую прочность и защиту элементов от внешних воздействий.

Контактные провода (электроды) — металлические контакты, соединяющие отдельные элементы между собой, позволяют собирать электрический заряд и передавать его дальше.

Антирефлексивное покрытие — специальное покрытие на верхней стороне элемента, которое уменьшает отражение солнечного света, повышает эффективность сбора света.

Типы солнечных батарей

Существует несколько типов солнечных батарей, которые отличаются материалом изготовления, технологией производства и КПД. Среди них — **монокристаллические, поликристаллические и тонкоплёночные.**

Монокристаллические солнечные панели — это панели, которые преобразуют солнечную энергию в электричество, изготавливаются из единого кристалла кремния высокой чистоты (более 99%). Каждая ячейка в таких панелях состоит из одного кристалла, что позволяет достигать более высокой эффективности по сравнению с поликристаллическими панелями. Изготавливаются из цельных кристаллов чистого кремния. Имеют высокий КПД (до 20–25%) благодаря однородному материалу. Отличаются компактностью и долговечностью, но стоят дороже поликристаллических аналогов.

Особенности:

Высокий КПД даже при слабом освещении.

Долговечность (срок службы 25–30 лет).

Компактность (занимают меньше места при той же мощности)

Недостатки:

Высокая стоимость

Чувствительность к тени и перекрытию (даже небольшая тень, падающая на панель, может существенно снизить ее эффективность и выходную мощность)

Применение: частные дома, коммерческие объекты, места с ограниченной площадью.

Поликристаллические солнечные панели (мультикристаллические) — это тип солнечных панелей, в которых солнечные элементы состоят из множества мелких кремниевых элементов, скреплённых друг с другом. Внешне такие панели отличаются неравномерным цветом с синеватым отливом из-за разносторонней ориентированности кристаллов. Производятся из множества мелких спрессованных кристаллов кремния. Их КПД ниже монокристаллических (около 15–20%), но цена доступнее.

Особенности:

Дешевле монокристаллических, менее требовательны к качеству сырья.

Хорошо работают в пасмурную погоду, что подходит для дач или регионов с переменной облачностью.

Недостатки:

Меньший КПД по сравнению с монокристаллическими панелями (КПД поликристаллических панелей — 15–18%, в то время как КПД монокристаллических — 15–20%)

Меньшая эффективность при использовании пространства (для генерации одинакового количества энергии требуется больше площади, чем у монокристаллических панелей)

Меньший срок службы по сравнению с монокристаллическими панелями (монокристаллические элементы стареют за 25 лет на 17–20%, то поликристаллические — на 30%)

Чувствительность к высоким температурам (эффективность панелей падает несколько быстрее, чем у монокристаллических аналогов)

Снижение КПД из-за загрязнений поверхности панелей

Применение: устанавливают для питания небольших систем, таких как насосы или освещение.[4]

Тонкопленочные солнечные панели — это тип фотоэлектрических панелей, которые отличаются от традиционных кристаллических кремниевых панелей конструкцией и технологией производства. Они состоят из тончайших слоёв фотоэлектрических материалов, напыленных на гибкую подложку из стекла, пластика или металлической фольги. Создаются путём напыления фотоактивного слоя на гибкую основу. В отличие от кристаллических аналогов, тонкоплёночные панели изготавливаются на основе некристаллического (аморфного) кремния.

Особенности:

Гибкость — позволяют применять панели на изогнутых поверхностях или в лёгких конструкциях, где жёсткие панели непрактичны.

Лёгкий вес — благодаря тонкому профилю и использованию лёгких материалов тонкоплёночные панели значительно легче панелей из кристаллического кремния, что упрощает их транспортировку и установку.

Недостатки:

Относительно низкая эффективность — 6–12% (до 15–18% в лабораторных образцах);

Для получения той же мощности требуется в 2–3 раза большая площадь панелей по сравнению с кристаллическими;

Меньший срок службы (10–15 лет до потери 20% мощности).

Применение: применяются в портативных устройствах, например, солнечных рюкзаках или зарядках для телефонов, а также для покрытия фасадов зданий.[5]

Глава 2. Практическая часть

Вначале я заказал три 12В солнечных панелей, понижающий преобразователь и электроизоляционный акриловый лак. Далее подобрал корпус (металлическую раму), на который нужно было закрепить солнечные панели. Начал я с создания кода для поворота шагового двигателя на угол поворота вала при выполнении одного шага. Потом я принялся к созданию 3D моделей для опоры своей конструкции и основания для крепежа панелей. Затем напечатал данные детали на 3D принтере, зачистил все необходимые места наждачной бумагой, прикрепил подшипник к конструкции. Далее припаял к солнечным панелям провода, обработал места спая электроизоляционным лаком, приклеил панели к рамке на термоклеевые палочки с помощью клеевого пистолета. Установил все комплектующие в корпус, надежно закрепил на винты шаговый двигатель к конструкции. Потом сделал специальный противовес для солнечных панелей и приклеил его к станции на двухсторонний скотч. Затем я протестировал мою электростанцию. После убрал свое рабочее место. Всю работу я делал, соблюдая технику безопасности.

Характеристики

Общее:

Габариты (мм): 360x100x180

Максимальная мощность: 22Вт

Вес (кг): 0,500

Скорость заряда:

От солнечной панели ~ 7 часов

Экономическая оценка

Солнечная панель — $282 * 3 = 846$ руб.

Понижающий преобразователь — 124 руб.

Термоклей — 33 руб.

Электроизоляционный лак — 247 руб.

Подшипник — 188 руб.

Двухсторонний скотч, провода, корпус для панелей, печать на 3D принтере, использование клеевого пистолета — 0 руб.

Итого:

1438 руб.

Заключение

В процессе проделанной работы мне удалось познакомиться с устройством работы полупроводников, закрепить свои навыки по монтажу электротехники, в результате чего были сделаны следующие выводы:

- 1) Гипотеза о том, что с помощью солнечных панелей можно быстрее заряжать электрические приборы, чем от кабеля с адаптером питания, оказалась не подтверждённой.
- 2) Разработка системы энергонакопления на основе солнечной панели и «Arduino Uno» достаточно проста, но эта зарядная станция гораздо проще, чем покупные версии производителей.

Таким образом, задачи проекта выполнены, поставленная цель достигнута.

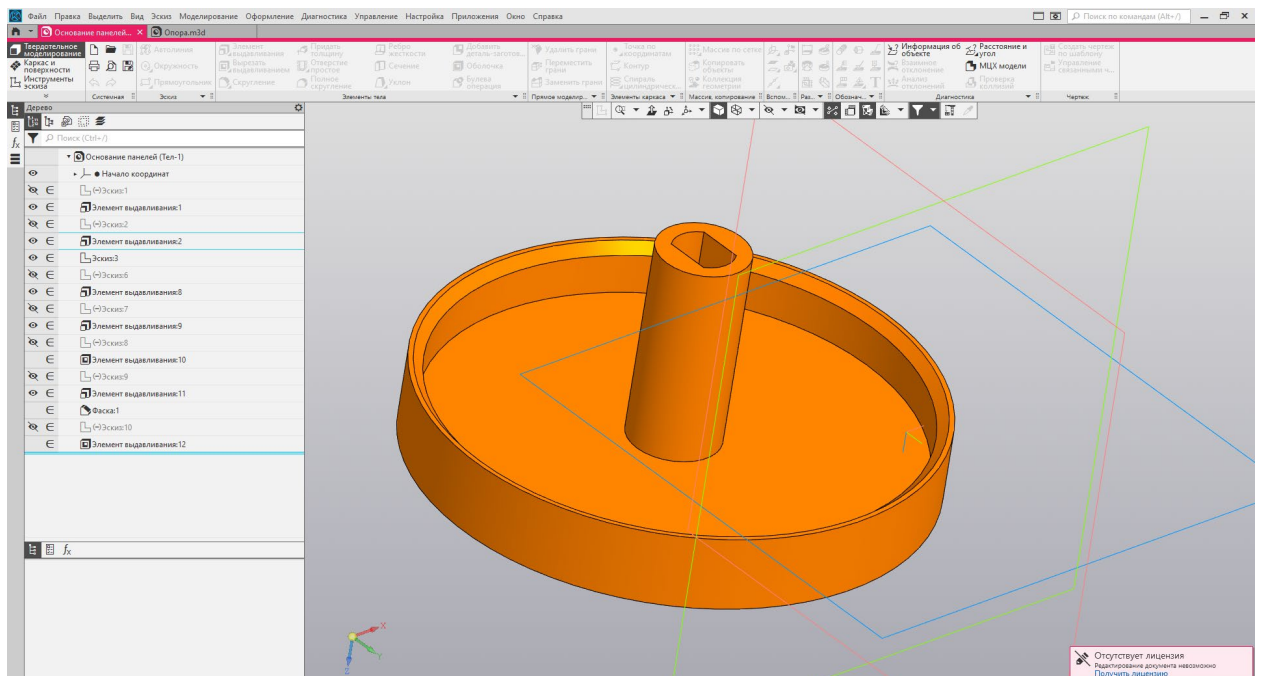
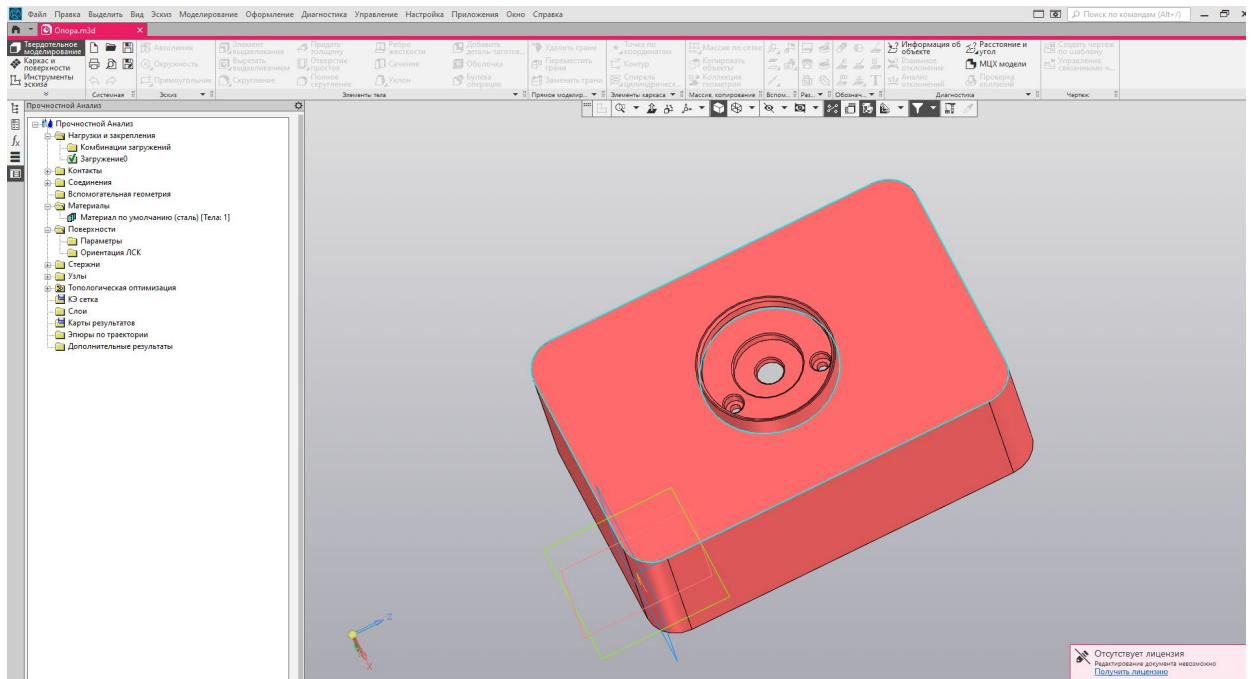
Мне понравилась эта работа, я получил положительные эмоции от сбора станции. И теперь я буду стараться доработать свою разработку.

Список источников:

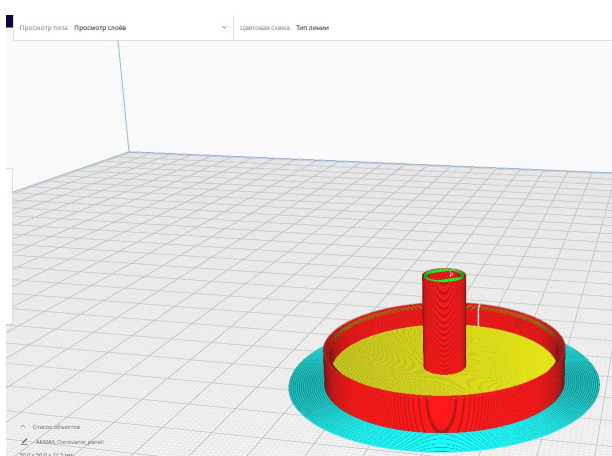
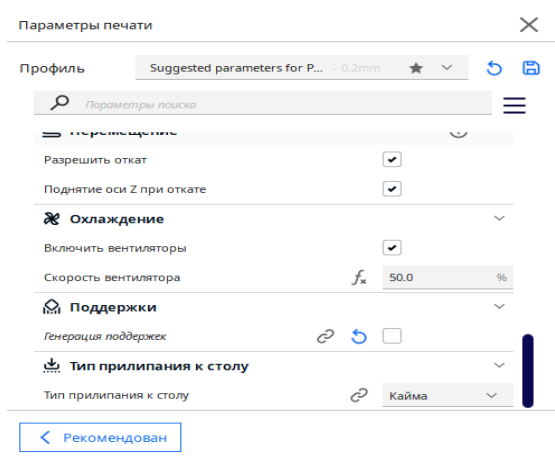
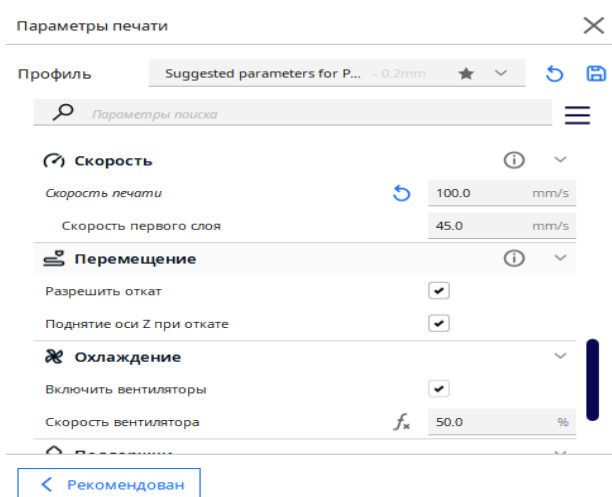
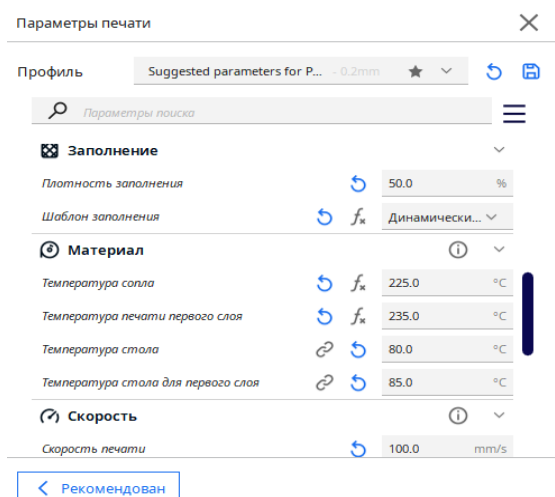
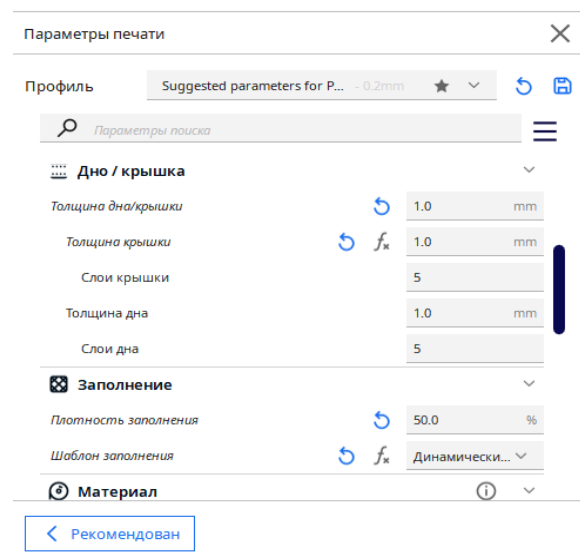
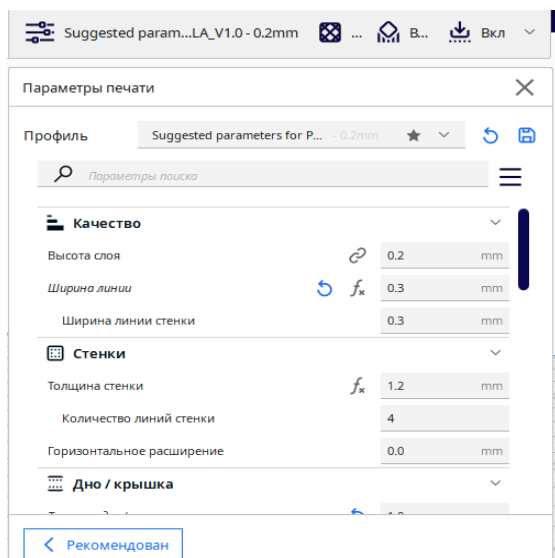
1. сайт «Принцип работы солнечной батареи: история, устройство и работа солнечных панелей»: <https://eco50.ru/blog/printsip-raboty-solnechnoy-batarei-istoriya-ustroystvo-i-rabota-solnechnykh-panelej/>
2. сайт «Принцип работы солнечной батареи и ее разновидности»: <https://m-strana.ru/articles/printsip-raboty-solnechnoy-batarei/>
3. сайт «Как работает солнечная батарея: принцип и устройство»: <https://teslum.ru/stati/kak-rabotaet-solnechnaya-batareya-princzip-i-ustrojstvo.html?ysclid=mhg7lbnn29410567774>
4. сайт «Как работают солнечные батареи: технологии будущего, доступные уже сегодня»: <https://science.mail.ru/articles/5228-kak-rabotayut-solnechnye-batarei/#anchor17526560425228595>
5. сайт «Полное руководство по тонкопленочным солнечным панелям до 2025 года»: <https://energy-comfort.ru/642-preimushchestva-i-nedostatki-monokristallicheskikh-solnechnykh-panelej.html?ysclid=mhc3j7zso0737583773>

Приложение

Приложение 1. 3D модели деталей в программе «КОМПАС-3D»



Приложение 2. Параметры печати деталей на 3D принтере



Параметры печати

Профиль Suggested parameters for P... - 0.2mm ★ ↺ ↻

Параметры поиска

Качество

Высота слоя 0.35 mm

Ширина линии 0.4 mm

Ширина линии стенки 0.4 mm

Стенки

Толщина стенки f_k 1.2 mm

Количество линий стенки 3

Горизонтальное расширение 0.0 mm

Дно / крышка

Рекомендован

Параметры печати

Профиль Suggested parameters for P... - 0.2mm ★ ↺ ↻

Параметры поиска

Дно / крышка

Толщина дна/крышки 1.4 mm

Толщина крышки f_k 2.1 mm

Слои крышки 6

Толщина дна 1.4 mm

Слои дна 4

Заполнение

Плотность заполнения 25.0 %

Шаблон заполнения f_k Динамически...

Материал

Рекомендован

Параметры печати

Профиль Suggested parameters for P... - 0.2mm ★ ↺ ↻

Параметры поиска

Материал

Температура сопла f_k 225.0 °C

Температура печати первого слоя f_k 235.0 °C

Температура стола 80.0 °C

Температура стола для первого слоя 85.0 °C

Скорость

Скорость печати 150.0 mm/s

Скорость первого слоя 45.0 mm/s

Перемещение

Разрешить откат ☒

Рекомендован

Параметры печати

Профиль Suggested parameters for P... - 0.2mm ★ ↺ ↻

Параметры поиска

Перемещение

Разрешить откат ☒

Поднятие оси Z при откате ☒

Охлаждение

Включить вентиляторы ☒

Скорость вентилятора f_k 50.0 %

Поддержки

Генерация поддержек ☒

Структура поддержки ☒ Дерево

Рекомендован

Параметры печати

Профиль Suggested parameters for P... - 0.2mm ★ ↺ ↻

Параметры поиска

Вентиляторы

Включить вентиляторы ☒

Скорость вентилятора f_k 50.0 %

Поддержки

Генерация поддержек ☒

Структура поддержки ☒ Дерево

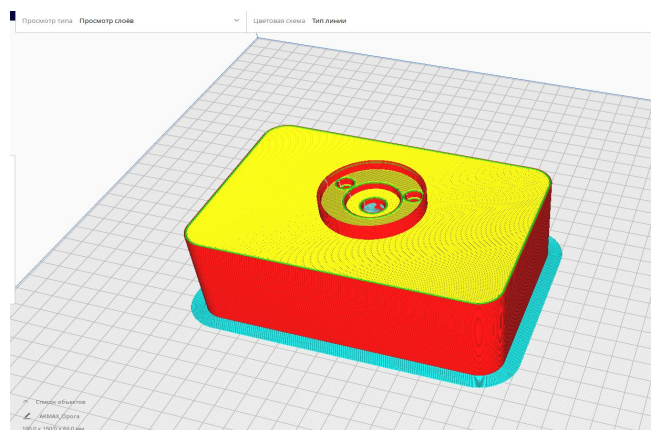
Размещение поддержек ☒ От стола

Угол нависания поддержки 50.0 °

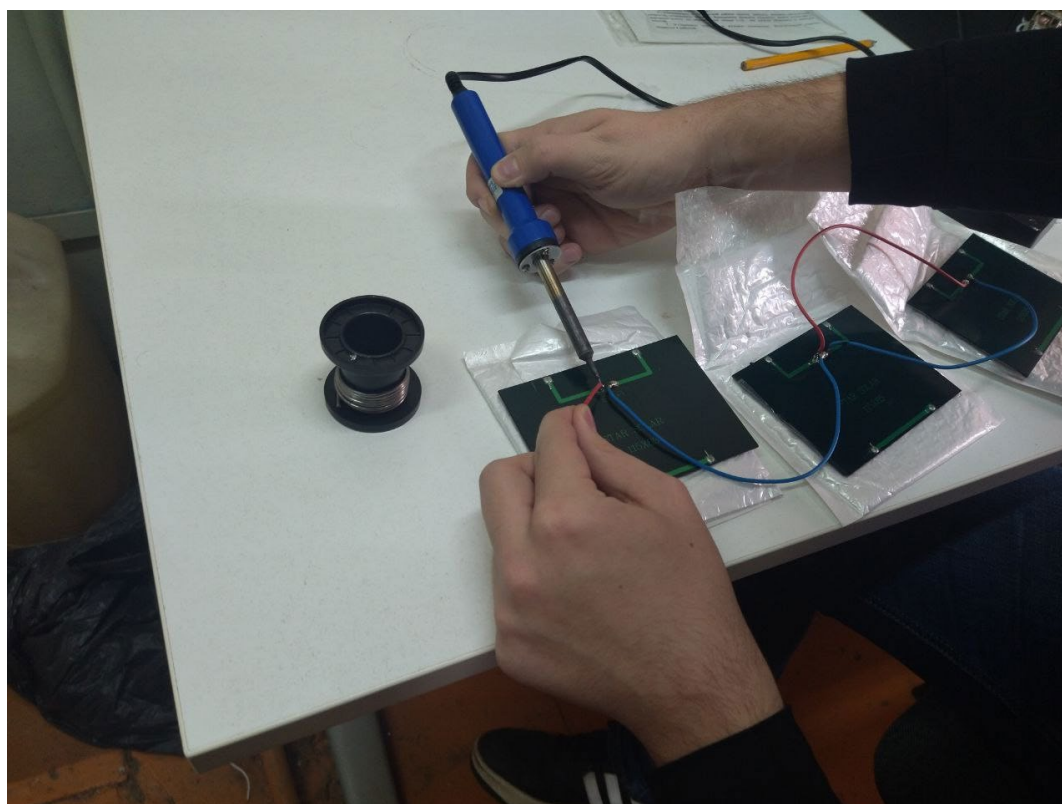
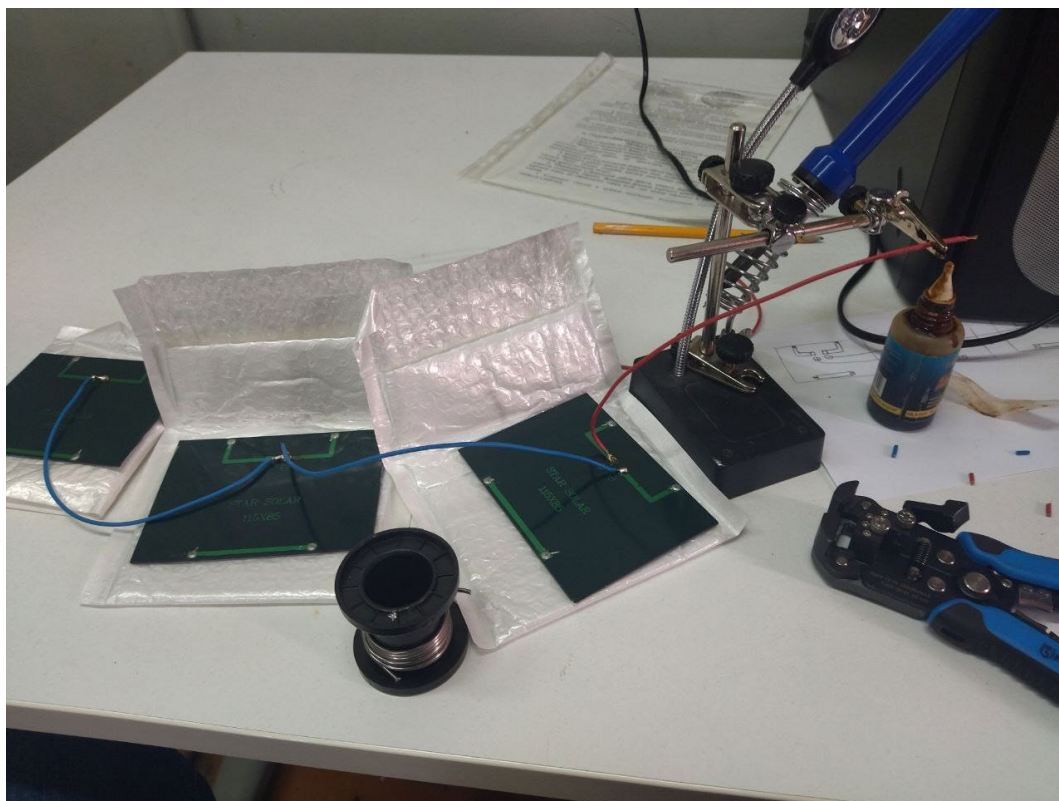
Тип прилипания к столу

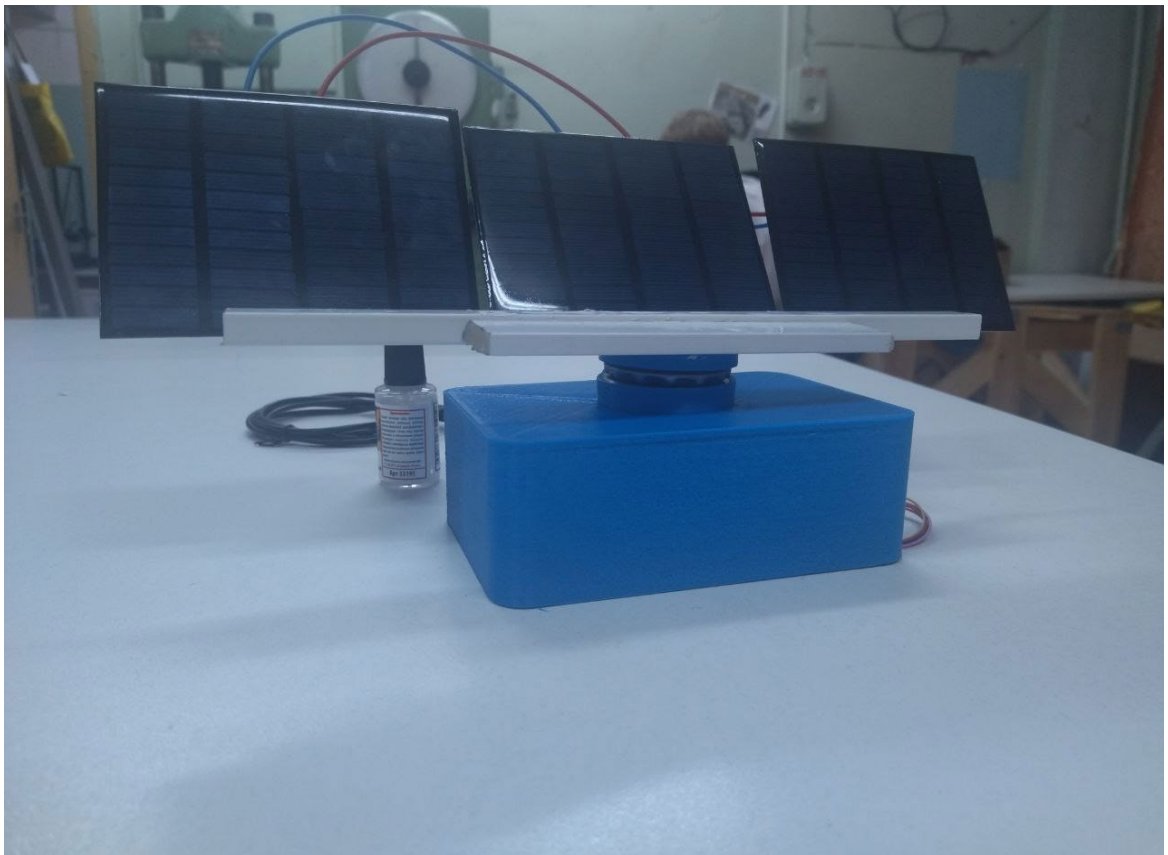
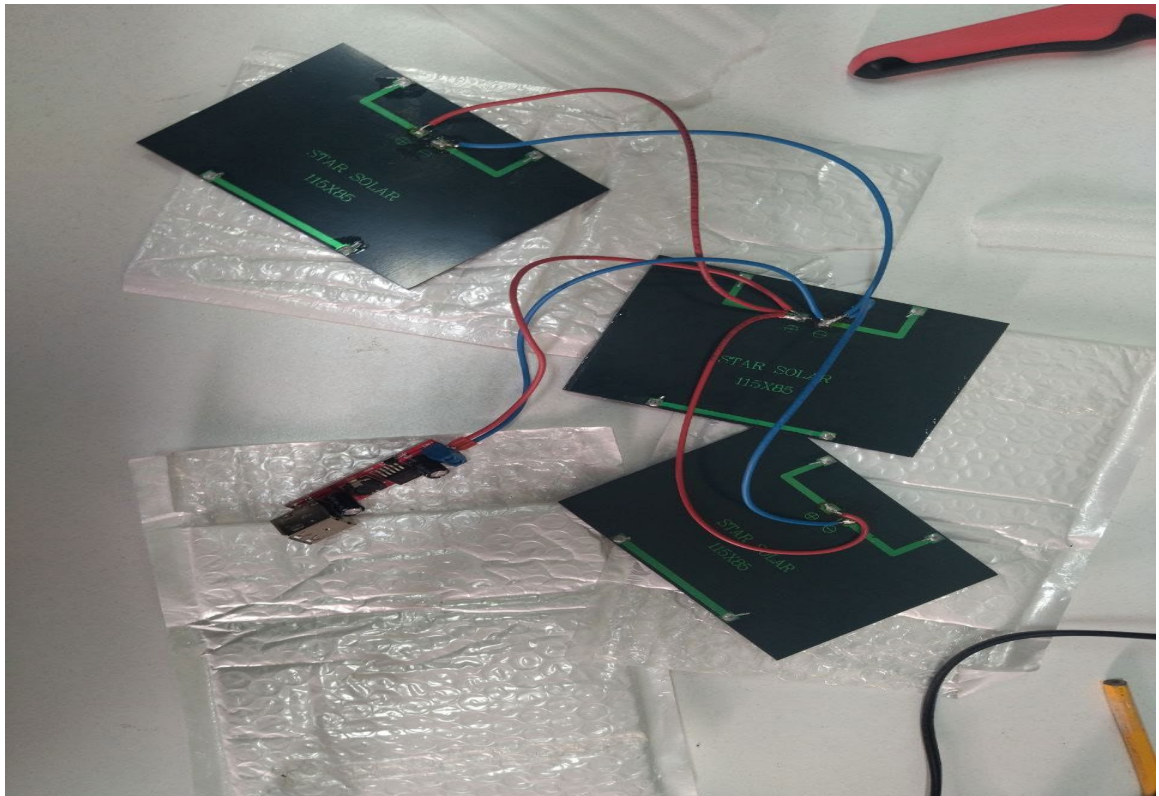
Тип прилипания к столу Кайма

Рекомендован



Приложение 3. Сборка и результат





Приложение 4. Фрагмент кода для шагового двигателя

```
sketch_sep27i
1 // средние два пина меняем местами!
2 #define DRV_PIN_1 2
3 #define DRV_PIN_2 4
4 #define DRV_PIN_3 3
5 #define DRV_PIN_4 5
6
7 void _write4(bool p0, bool p1, bool p2, bool p3) {
8     digitalWrite(DRV_PIN_1, p0);
9     digitalWrite(DRV_PIN_2, p1);
10    digitalWrite(DRV_PIN_3, p2);
11    digitalWrite(DRV_PIN_4, p3);
12 }
13
14 // сделать шаг в направлении (0 или 1)
15 void step(bool dir) {
16     static uint8_t curstep;
17     dir ? ++curstep : --curstep;
18
19     switch (curstep & 0b11) {
20         case 0: _write4(1, 0, 1, 0); break;
21         case 1: _write4(0, 1, 1, 0); break;
22         case 2: _write4(0, 1, 0, 1); break;
23         case 3: _write4(1, 0, 0, 1); break;
24     }
25 }
26
27 void setup() {
28     pinMode(DRV_PIN_1, OUTPUT);
29     pinMode(DRV_PIN_2, OUTPUT);
30     pinMode(DRV_PIN_3, OUTPUT);
31     pinMode(DRV_PIN_4, OUTPUT);
32 }
33
34 void loop() {
35     // 500 шагов в одну сторону
36     int steps = 50;
37     while (steps-->0) {
38         step(0);
39         delay(5);
40     }
41     delay(5000);
42     steps = 50;
43     while (steps-->0) {
44         step(1);
45         delay(5);
46     }
47     delay(5000);
48
49     // 500 шагов в другую сторону
50     int steps2 = 50;
51     while (steps2-->0) {
52         step(0);
53         delay(5);
54     }
55     delay(5000);
56     steps2 = 50;
57     while (steps2-->0) {
58         step(1);
59         delay(5);
60     }
61     delay(5000);
62 }
```