

Межрегиональная олимпиада школьников

«Будущие исследователи — будущее науки»

Погодные станции и реализация погодных  
проектов на Arduino

Секция: Робототехника

Научный руководитель  
(ученая степень, звание, должность) \_\_\_\_\_  
(подпись) Д.И. Калитов  
(расшифровка подписи)

Количество баллов,  
полученных на защите \_\_\_\_\_  
(заполняется председателем жюри)

Председатель жюри \_\_\_\_\_  
(подпись) Александр В.И.  
(расшифровка подписи)

Работу выполнил(а)  
учащий(ая)ся 10 класса

МБОУ СОШ №6  
(полное наименование учебного заведения)

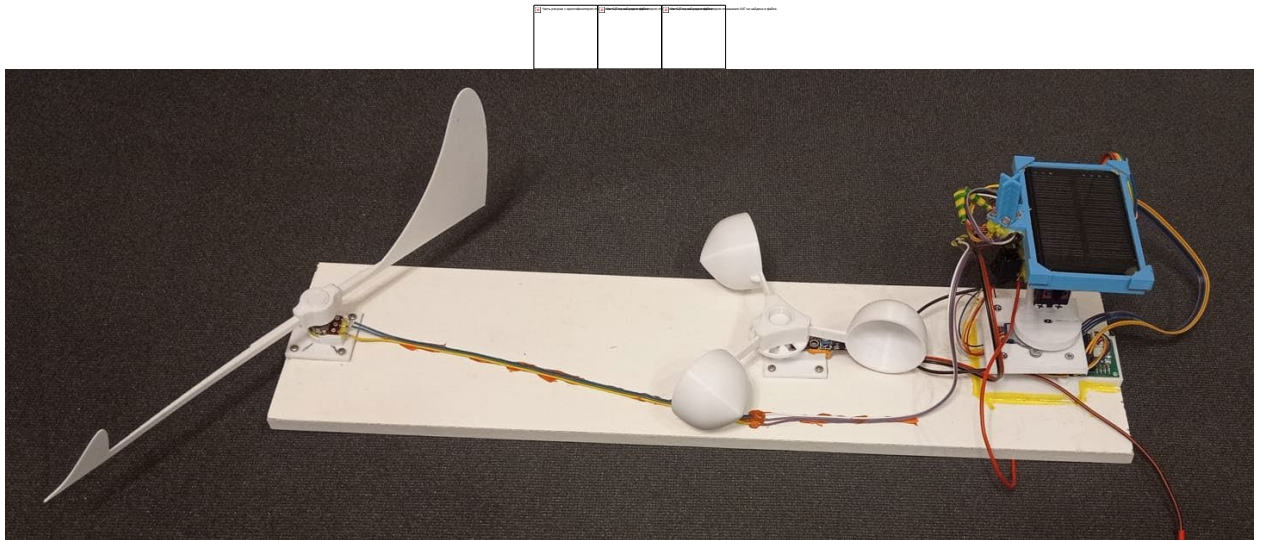
г. Мытищи  
(название населенного пункта)

Буртов Вадим Александрович  
(Ф.И.О. учащегося ПОЛНОСТЬЮ)

Саров  
2025 год

## Творческий проект

### «Погодные станции и реализация подобных проектов на платформе Arduino»



## **Аннотация**

**Цель работы:** Анализ имеющихся проектов, выделение ключевых особенностей таких проектов, введение собственных идей и создание собственной модели.

### **Задачи:**

1. Анализ других проектов
2. Разработка 3D-моделей деталей;
3. Подготовка к печати и печать деталей на 3D-принтере;
4. Сборка механической части модели из изготовленных способом 3D-печати деталей и стандартных компонентов;
5. Разработка электрической схемы модели;
6. Сборка электрической части модели;
7. Разработка программы управления контроллера;
8. Наладка работы модели.

### **Использованное программное обеспечение, оборудование, материалы:**

1. SolidWorks – программа для конструирования 3D-моделей и чертежей;
2. Arduino Ide – компилятор программ для микроконтроллеров Arduino;
3. Ultimaker Cura – слайсер 3D-моделей для печати на 3D-принтере;
4. 3D-принтер Creality Ender 3 S1 Pro;
5. AutoDesk TinkerCad – онлайн-программа для разработки схем
6. C++ – язык программирования, на котором написан код;
7. Микроконтроллер Arduino Nano, индикаторная панель, датчик напряжения;
8. Солнечная панель;
9. Фоторезисторы, шаговые двигатели;
10. Прочие компоненты для сборки механической и электрической части схемы (метизы (гайки, винты), проводники, резисторы);
11. Ручной инструмент (паяльник, плоскогубцы, бокорезы, надфили).

### **Результаты:**

1. Разработана модель устройства, распечатана на 3D принтере, выполнена сборка механической части;
2. Разработана и собрана электрическая схема устройства;
3. Разработана программа управления;
4. Выполнена отладка работы устройства в целом;
5. Методом многократного тестирования подтверждена работоспособность программы управления и устройства в целом.

## Содержание

1.	Введение	3
2.	Основная часть	4
2.1	Необходимые компоненты	4
2.2	Как будет работать проект	4
2.3	Последовательность технологических процессов	4
2.3.1.	Шаг 1. Проектирование деталей в программе SolidWorks	4
2.3.2.	Шаг 2. Преобразование 3D-моделей в файлы печати на 3D-принтере с помощью программы Ultimaker Cura	7
2.3.3.	Шаг 3. Печать деталей на 3D-принтере Creality Ender 3 S1 Pro	8
2.3.4.	Шаг 4. Сборка механической части модели из напечатанных деталей с помощью стандартного крепежа, установка солнечной панели, фоторезисторов, прокладка проводников	8
2.3.5.	Шаг 5.1. Разработка электрической схемы модели в онлайн-программе AutoDesk TinkerCad.	9
2.3.6.	Шаг 6.1. Изготовление печатной платы	10
2.3.7.	Шаг 6.2. Сборка электрической схемы модели	10
2.3.8.	Шаг 7. Разработка программы управления контроллера	11
2.3.9.	Шаг 8. Наладка работы модели	13
3.	Подведение итогов	14
4.	Список использованных источников	15

## **Введение**

Погодная станция является классическим проектом на Arduino , и такая идея давно устарела , но после продолжительного анализа я выделил моменты которые не были реализованы в других проектах и имели место быть в них.

Своей задачей я поставил реализацию таких моментов в своём проекте и внедрение в погодную станцию умной солнечной панели для обеспечения энергией.

## **Основная часть**

### **Анализ других проектов**

Анализ проведён на основе проекта AlexGyver. В своём устройстве он реализовал такие функции:

1. Измерение значений температуры, давления, влажности, освещённости, концентрации углекислого газа.
2. Вывод этих данных, даты и времени на дисплей.

Это касается большинства проектов на подобную тему. Я выделил что, мало кто реализует измерение скорости и направления ветра.

В своём проекте я решил измерять такие физические величины:

- 1) Температура
- 2) Давление
- 3) Влажность
- 4) Освещённость
- 5) Скорость ветра
- 6) Направление ветра

### **Способы измерения физических величин на платформе Arduino**

Есть несколько способов измерения давления, температуры и влажности.

1. Датчик температуры и влажности DHT11 или DHT22 и датчик давления BMP280
2. Датчик температуры, влажности и давления BME280

Устройство датчиков влажности DHT11 и DHT22:

- 1) Термистор — это термический резистор, сопротивление которого изменяется с температурой, т.е. увеличение температуры приводит к падению его сопротивления. По сути термистор — это термометр сопротивления, изготовленный на основе смешанных оксидов переходных металлов.

- 2) Ёмкостной датчик влажности — это конденсатор с переменной ёмкостью, который содержит токопроводящие обкладки из медной фольги на текстолите. Этот конденсатор заключён в герметичный чехол, поверх которого расположен влагопоглощающий слой. При попадании частиц воды на этот слой, меняется его диэлектрическая проницаемость, что приводит к изменению ёмкости конденсатора.

Устройство датчика давления BMP280 :

1. Внутри датчика расположена мембрана, которая реагирует на изменения давления в окружающей среде. При воздействии давления мембрана меняет свою форму, что приводит к изменению сопротивления датчика.

BME280 включает в себя два предыдущих датчика и является их удобной заменой. Из за этого я буду использовать в своём проекте вместо 1 варианта.

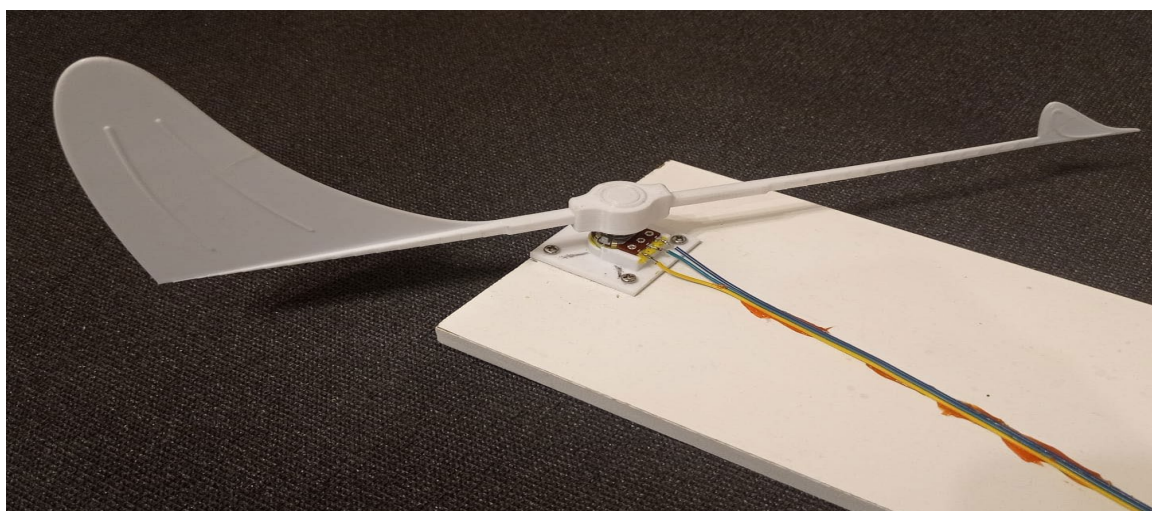
Для измерения освещённости и ориентации умной солнечной панели я буду использовать фоторезисторы.

Для определения направления ветра я буду использовать потенциометр с флюгером, прикреплённым к нему.

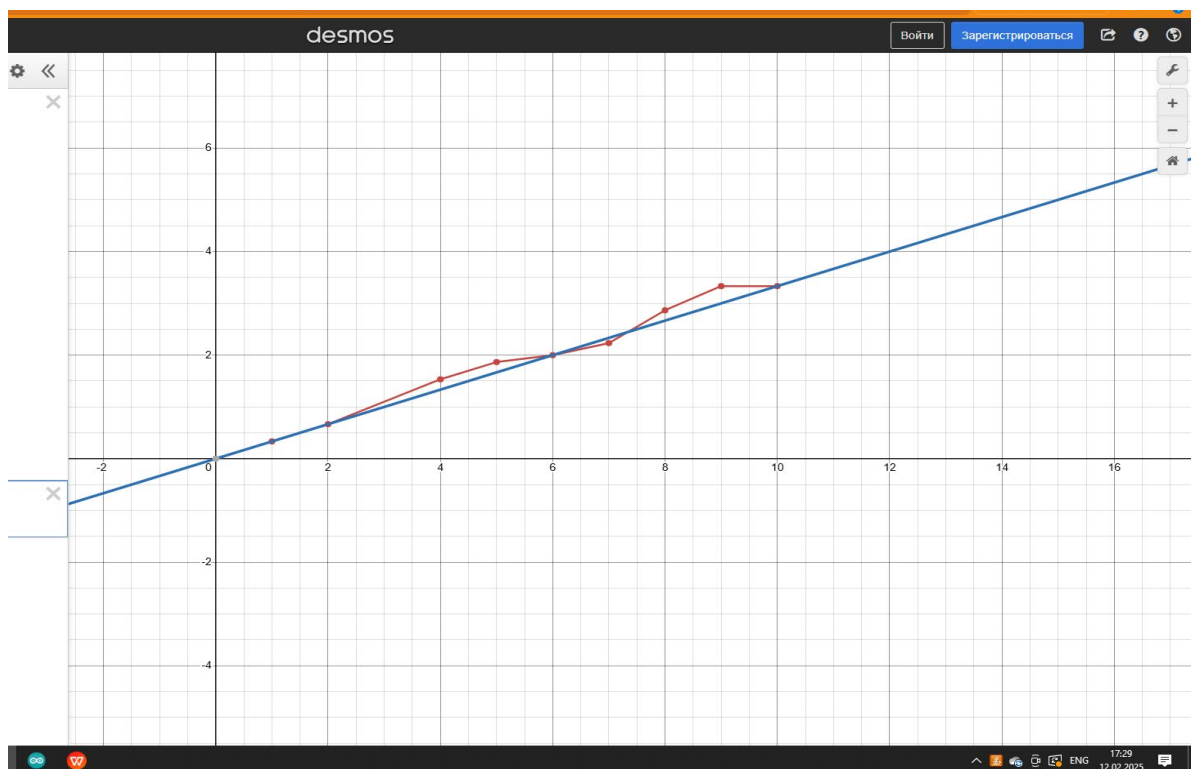
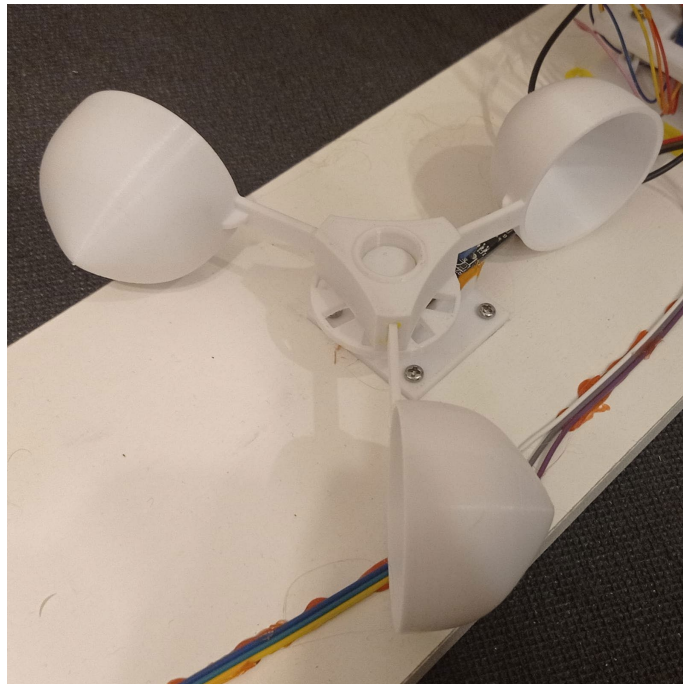
Для определения скорости ветра я использую чашечный анемометр. Угловую скорость анемометра я определяю с помощью оптического энкодера.

Оптический энкодер состоит из оптопары и диска с прорезями. При вращении диска я замеряю время прохождения между соседними щелями и с помощью этого получаю скорость ветра.

Зависимость скорости ветра от периода вращения я получил сделав 10 измерений и построив график. График зависимости оказался линейным с тангенсом наклона  $1/3$ .







### **Необходимые компоненты**

1. Плата Arduino Nano;
2. Сервомотор MG996
3. Солнечная панель;
4. Фоторезистор (4 шт.);
5. Резистор 10 кОм (4 шт.);
6. Проводники, крепёж.
7. Датчик давления, влажности, температуры BME280
8. Оптопара
9. Потанциометер
10. Шаговый двигатель 28BYJ-48 и его драйвер
11. Bluetooth модуль HC-06

### **Как будет работать проект**

В этом проекте фоторезисторы будут работать в качестве детекторов света. Когда на фоторезистор начинает падать свет его сопротивление уменьшается, поэтому фоторезисторы так часто используются в различных детекторах света или темноты.

В нашем проекте четыре фоторезистора будут помещены с четырех сторон солнечной панели, а сервомотор и шаговый двигатель будут использоваться для поворота солнечной панели в 2-х взаимоперпендикулярных осях.

Сервомотор и шаговый двигатель будут поворачивать солнечную панель в направлении того фоторезистора, сопротивление которого будет меньше, что будет означать что на него падает больше солнечного света. Если на все четыре фоторезистора будет падать одинаковое количество солнечного света, сервомоторы не будут поворачивать солнечную панель. То есть сервомоторы будут пытаться повернуть солнечную панель в такое положение, чтобы все четыре фоторезистора имели примерно одинаковое сопротивление, что будет означать что на них падает примерно одинаковое количество света.

Если же сопротивление одного фоторезистора становится меньше чем сопротивление другого, то сервомоторы будут поворачивать солнечную панель в направлении этого фоторезистора.

С помощью датчика BME280, анемометра, флюгера получаем значение физических величин, обрабатываем их с помощью микроконтроллера и отправляем их по Bluetooth на телефон.

### **Последовательность технологических процессов**

#### **Шаг 1. Проектирование деталей в программе SolidWorks**

Необходимые детали:

1. Корпус держателя солнечной панели и фоторезисторов;
2. Крышка держателя солнечной панели и фоторезисторов;
3. Крепление корпуса верхнего сервопривода (ось вращения 1);
4. Крепление корпуса нижнего сервопривода (ось вращения 2);
5. Переходник для передачи вращения вала сервопривода;



6. Платформа для крепления всей конструкции;

7. Корпус вращения вала.

Проектируем детали ориентируясь на расположение электроники и имеющиеся компоненты.

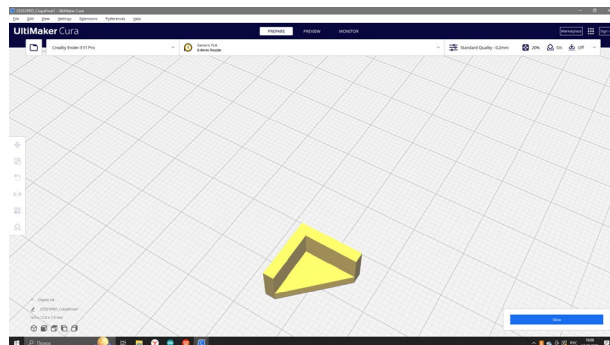
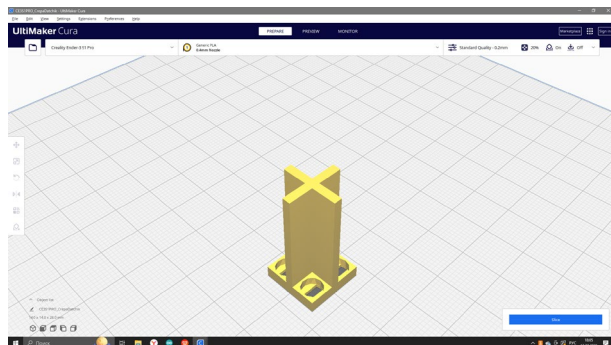


Рисунок 1.

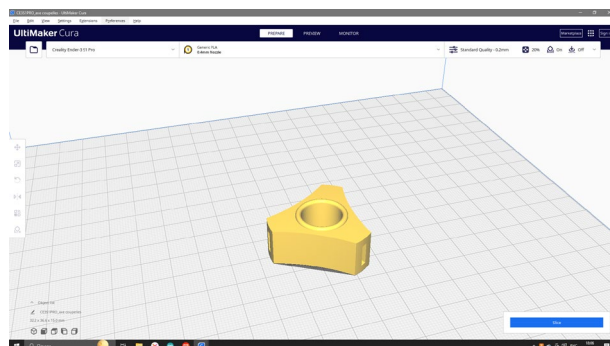
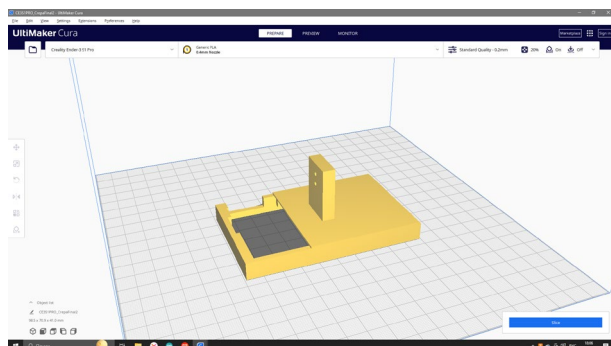


Рисунок 2.

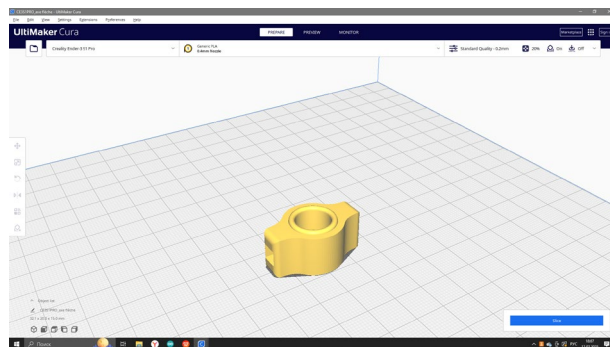
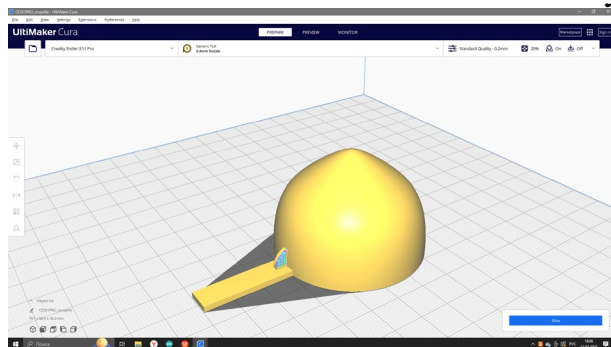


Рисунок 3.

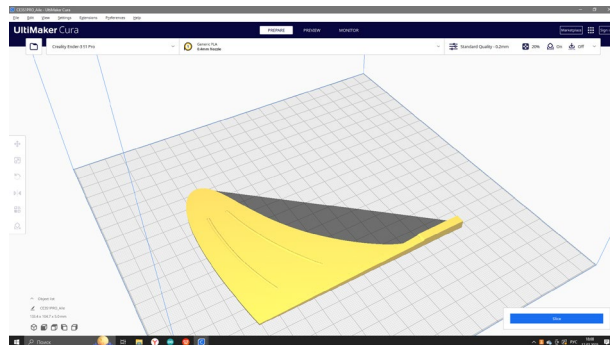
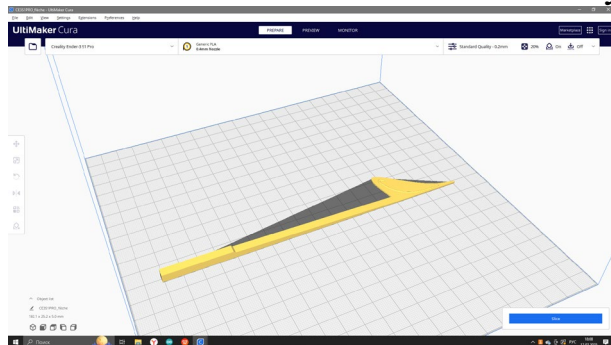


Рисунок 4.

## Шаг 2. Преобразование 3D-моделей в файлы печати на 3D-принтере с помощью программы Ultimaker Cura.

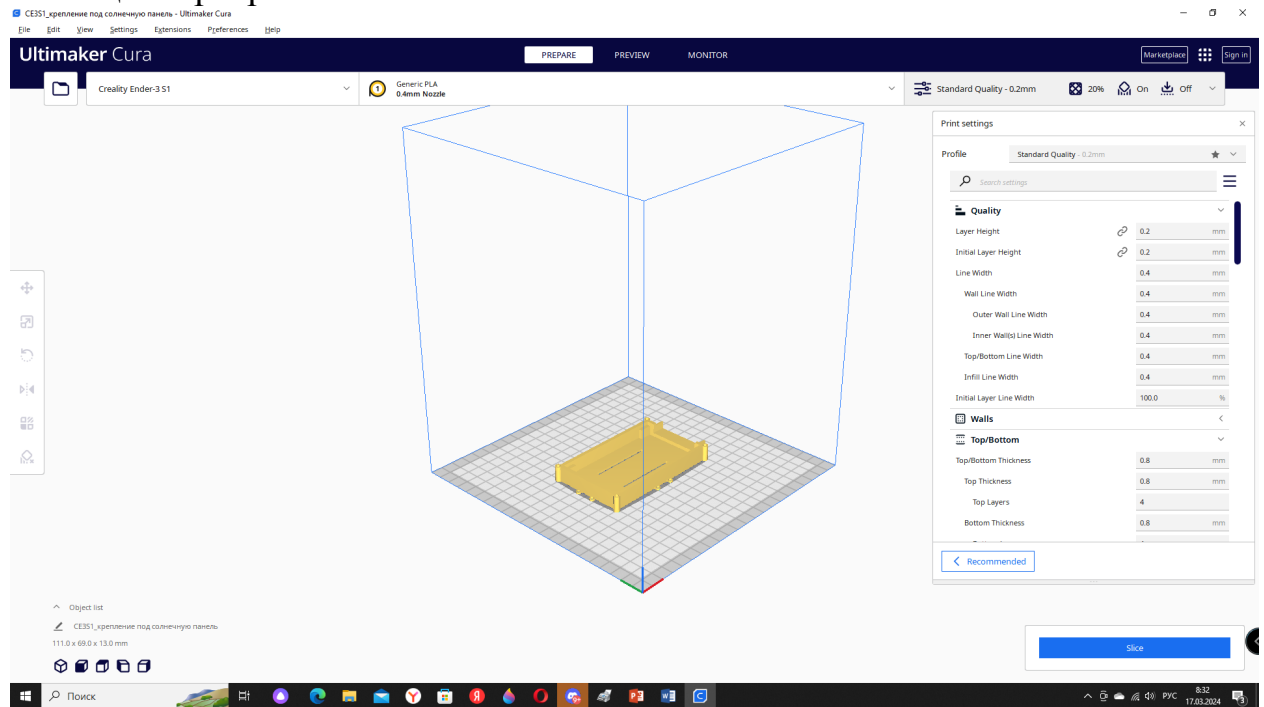


Рисунок 5. Интерфейс программы Ultimaker Cura (слайсер)

## Шаг 3. Печать деталей на 3D-принтере Creality Ender 3 S1 Pro.

Рисунок 8. Внешний вид 3D-принтера Creality Ender 3 S1 Pro

## Шаг 4. Сборка механической части модели из напечатанных деталей с помощью стандартного крепежа, установка солнечной панели, фоторезистров, прокладка проводников.

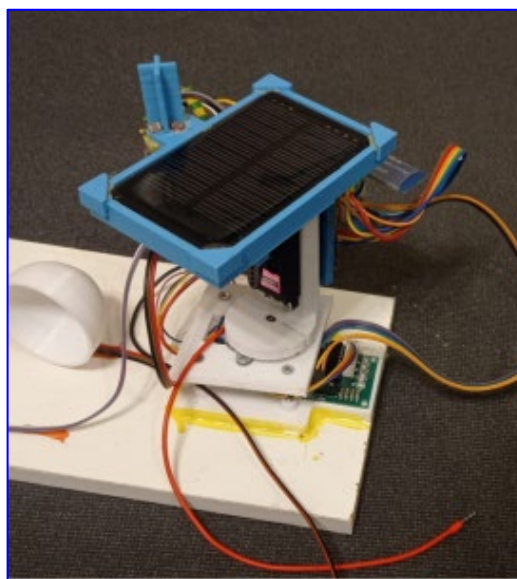


Рисунок 6. Вид готового изделия

**Шаг 5.** Разработка электрической схемы модели в онлайн-программе AutoDesk TinkerCad.

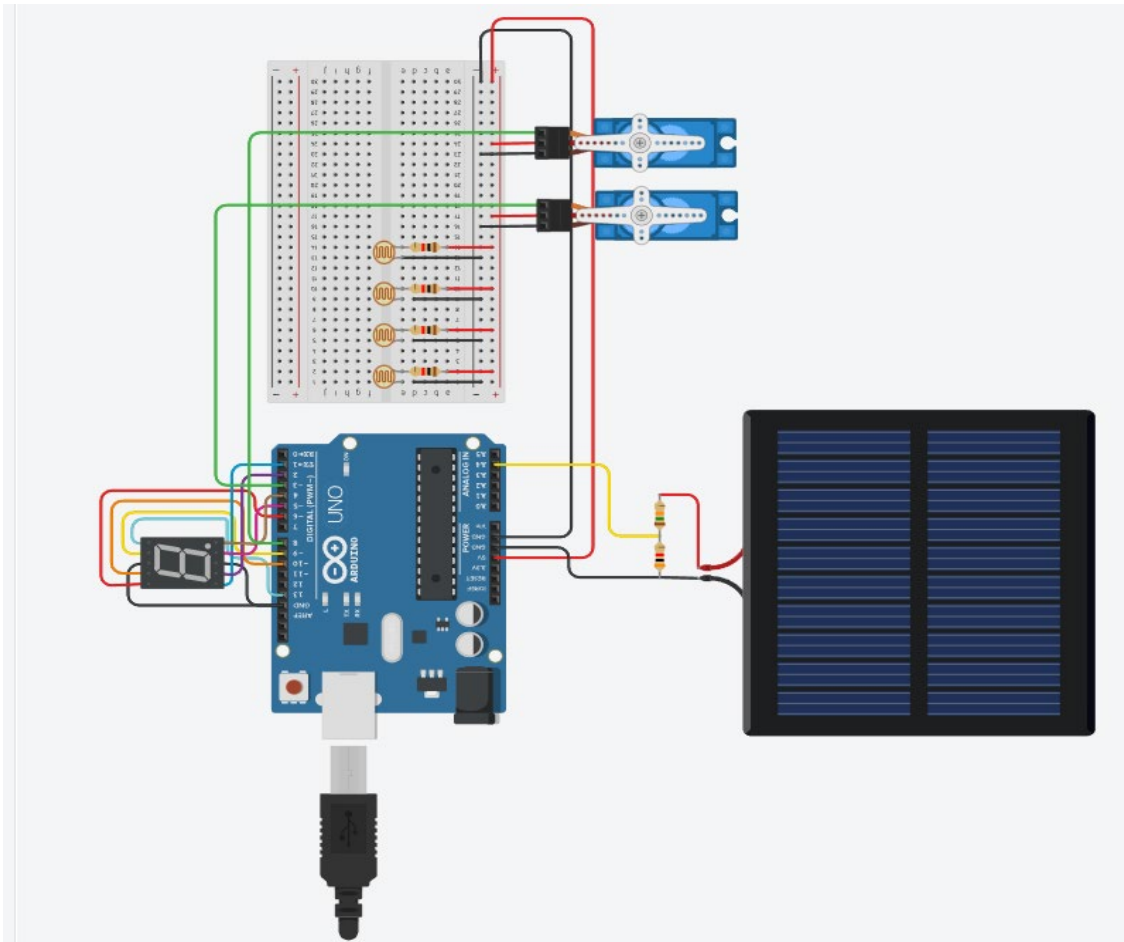


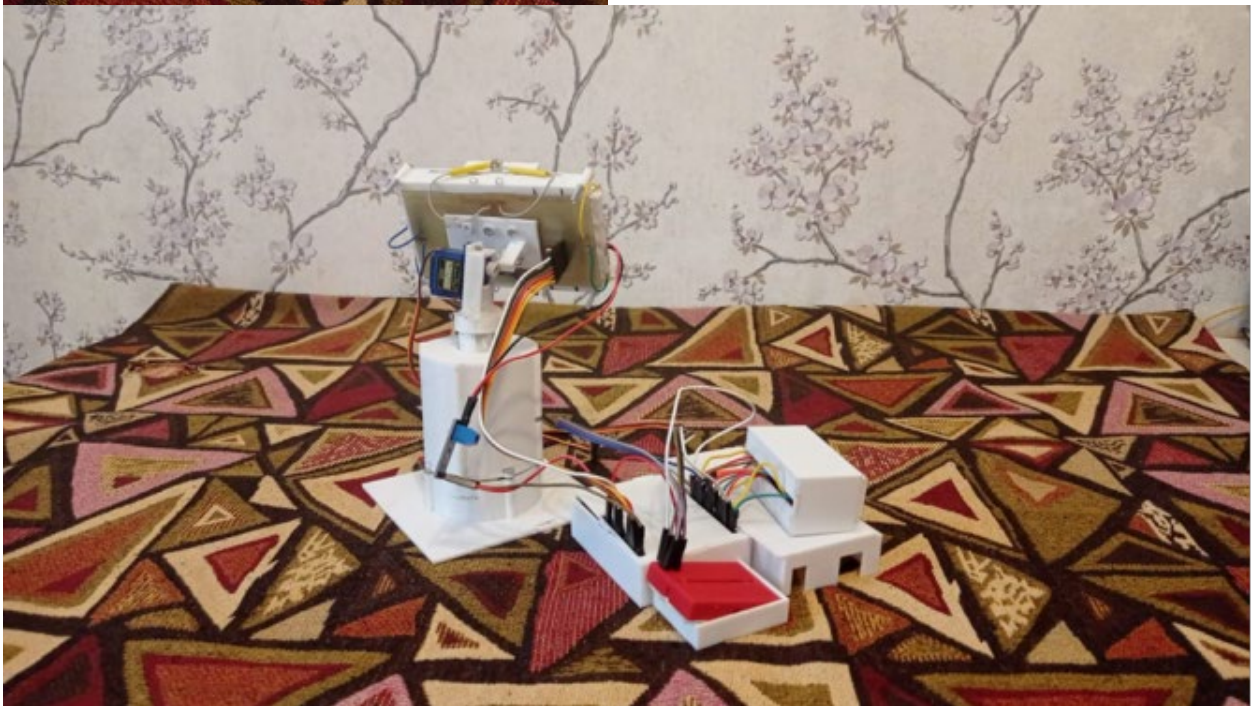
Рисунок 7. Электрическая схема

### История проекта

Проект имел предысторию в виде солнечной панели представленной ниже. И имела такие особенности в отличии от новой;

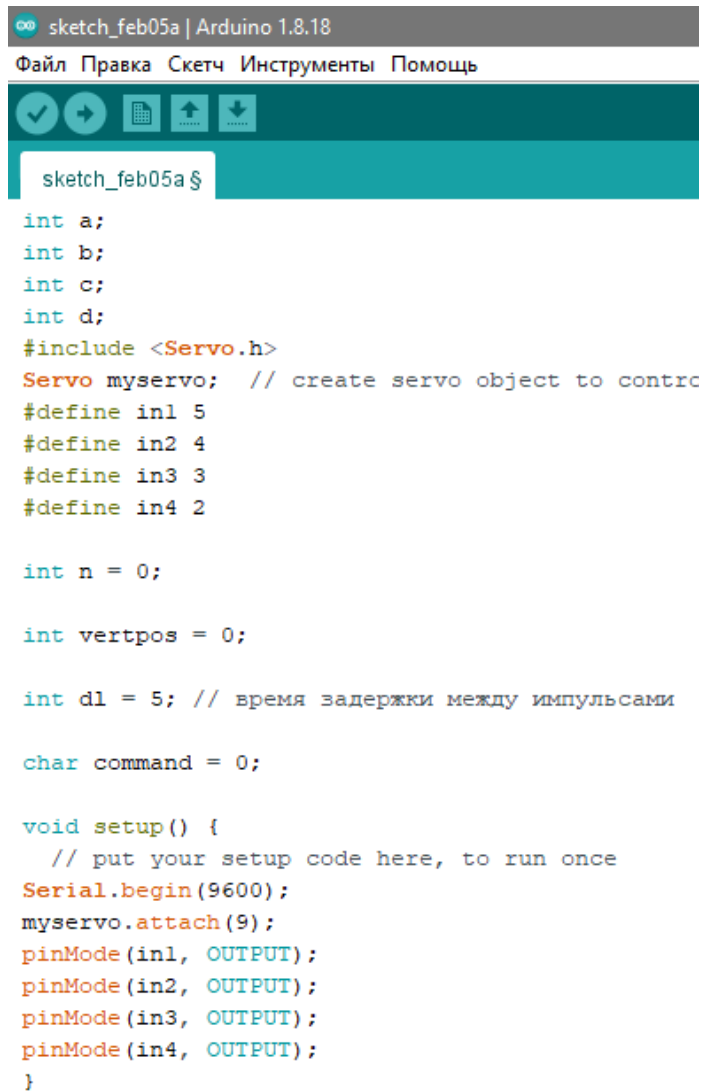
1. В новой панели я поставил более мощные моторы что позволило полностью их отключать для положения равновесия панели.
2. В предыдущей модели сил сервоприводов sg90 не хватало и это отражалось на качестве позиционирования.
3. Предыдущая модель имела печатную плату но это было излишне и не сильно решало вопрос размещения проводов.
4. Предыдущая модель имело другое расположение фоторезисторов это мешало позиционированию.
5. Предыдущая модель имела экран который занимал большое количество портов. В новой функцию отображения выполняет Bluetooth модуль HC-06.





## Шаг 7. Разработка программы управления контроллера

### 1) Создаем необходимые переменные , загружаем библиотеки и назначаем пины.



```
sketch_feb05a | Arduino 1.8.18
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

sketch_feb05a $

int a;
int b;
int c;
int d;
#include <Servo.h>
Servo myservo; // create servo object to contrc
#define in1 5
#define in2 4
#define in3 3
#define in4 2

int n = 0;

int vertpos = 0;

int dl = 5; // время задержки между импульсами

char command = 0;

void setup() {
    // put your setup code here, to run once
    Serial.begin(9600);
    myservo.attach(9);
    pinMode(in1, OUTPUT);
    pinMode(in2, OUTPUT);
    pinMode(in3, OUTPUT);
    pinMode(in4, OUTPUT);
}
```

## 2) Поворачиваем солнечную панель в зависимости от значения фоторезисторов



```
sketch_feb05a | Arduino 1.8.18
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
sketch_feb05a $
}

void loop() {

  if (analogRead(A6)<50){
    n = n+1;
  }

  a = analogRead(A0);//vv
  b = analogRead(A1);//gr
  c = analogRead(A2);//vn
  d = analogRead(A3);//gl

  int gor = d-b;
  int vert = c-a;
  //Serial.println(String(gor)+'|

  if(gor>10){
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    delay(d1);

    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    delay(d1);

    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, LOW);
    delay(d1);

    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    delay(d1);
  }
  else if(gor<-10){
    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    delay(d1);

    digitalWrite(in1, HIGH);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    digitalWrite(in3, LOW);
    digitalWrite(in4, LOW);
    delay(d1);

    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, HIGH);
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, LOW);
    delay(d1);

    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, HIGH);
    digitalWrite(in4, HIGH);
    delay(d1);
  }
  if(vert<0&&vertpos<20){
    myservo.write(100);
    delay(100);
    myservo.write(90);
    vertpos=vertpos+1;
  }
  if(vert>25&&vertpos>-20){
    myservo.write(80);
    delay(100);
    myservo.write(90);
    vertpos=vertpos-1;
  }
  Serial.println(String(a)+'|'+St
}

sketch_feb05a $
digitalWrite(in2, LOW);
digitalWrite(in3, LOW);
digitalWrite(in4, HIGH);
delay(d1);
}
else if(gor<-10){
  digitalWrite(in1, HIGH);
  digitalWrite(in2, LOW);
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  delay(d1);
  digitalWrite(in1, HIGH);
  digitalWrite(in2, HIGH);
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, LOW);
  delay(d1);
  digitalWrite(in1, LOW);
  digitalWrite(in2, HIGH);
  digitalWrite(in3, HIGH);
  digitalWrite(in4, LOW);
  delay(d1);
  digitalWrite(in1, LOW);
  digitalWrite(in2, LOW);
  digitalWrite(in3, HIGH);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  delay(d1);
}
if(vert<0&&vertpos<20){
  myservo.write(100);
  delay(100);
  myservo.write(90);
  vertpos=vertpos+1;
}
if(vert>25&&vertpos>-20){
  myservo.write(80);
  delay(100);
  myservo.write(90);
  vertpos=vertpos-1;
}
Serial.println(String(a)+'|'+St
}

Глобальные переменные используют
Неверная библиотека найдена в C:
<
99
Поиск
```

### 3) Получаем значение с датчиков и отправляем на телефон

```
int raz2 = analogRead(0) - analogRead(1);
int middle2 = -50;
if (raz2 < middle2 + 75) {
    angleserv2 = constrain(--angleserv2, 0, 180);
}
else if (raz2 > middle2 + 70) {
    angleserv2 = constrain(++angleserv2, 0, 180);
}

int raz = analogRead(3) - analogRead(2);
int middle = -40;
if (raz < middle + 75 && angleserv2 <= 90) {
    angleserv1 = constrain(--angleserv1, 0, 180);
}
else if (raz > middle + 75 && angleserv2 <= 90) {
    angleserv1 = constrain(++angleserv1, 0, 180);
}

if (raz < middle + 75 && angleserv2 > 90) {
    angleserv1 = constrain(++angleserv1, 0, 180);
}
else if (raz > middle + 75 && angleserv2 > 90) {
    angleserv1 = constrain(--angleserv1, 0, 180);
}
```

### Шаг 8. Наладка работы модели Проблема фоторезисторов

**Световой поток** — физическая величина, характеризующая количество «световой» мощности в соответствующем потоке излучения.

Фоторезистор изменяет свое сопротивление в зависимости от светового потока ( $\Phi$ ), но он делает это не линейно. Это видно из графика.

При небольших изменениях светового потока считаем зависимость линейной. Из-за этого не всегда достигается оптимальное положение.

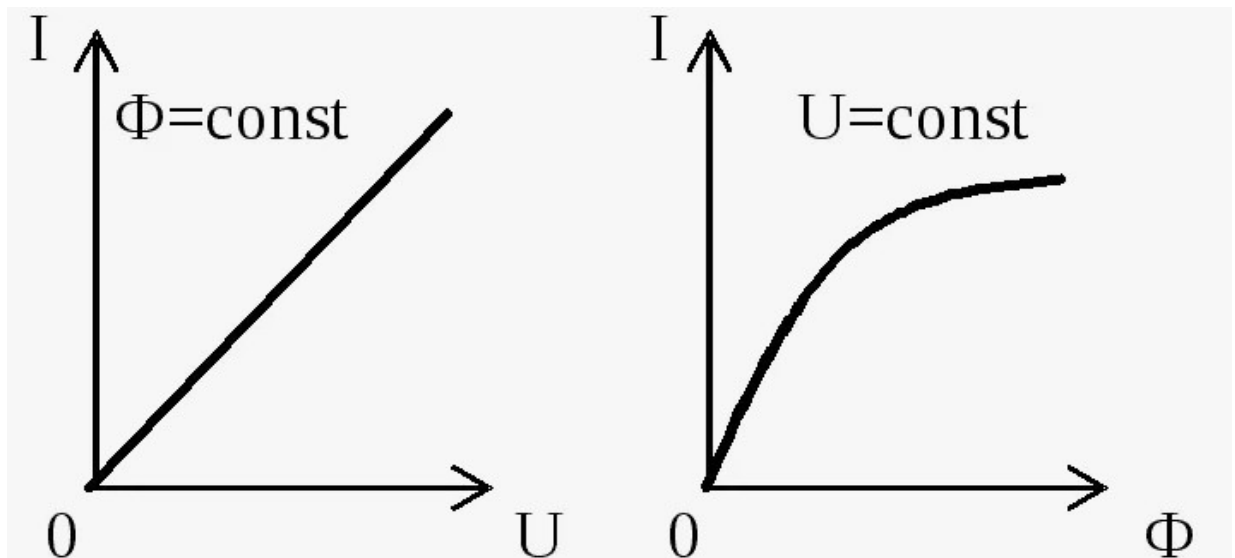


Рисунок 11. Фотография модели в работе

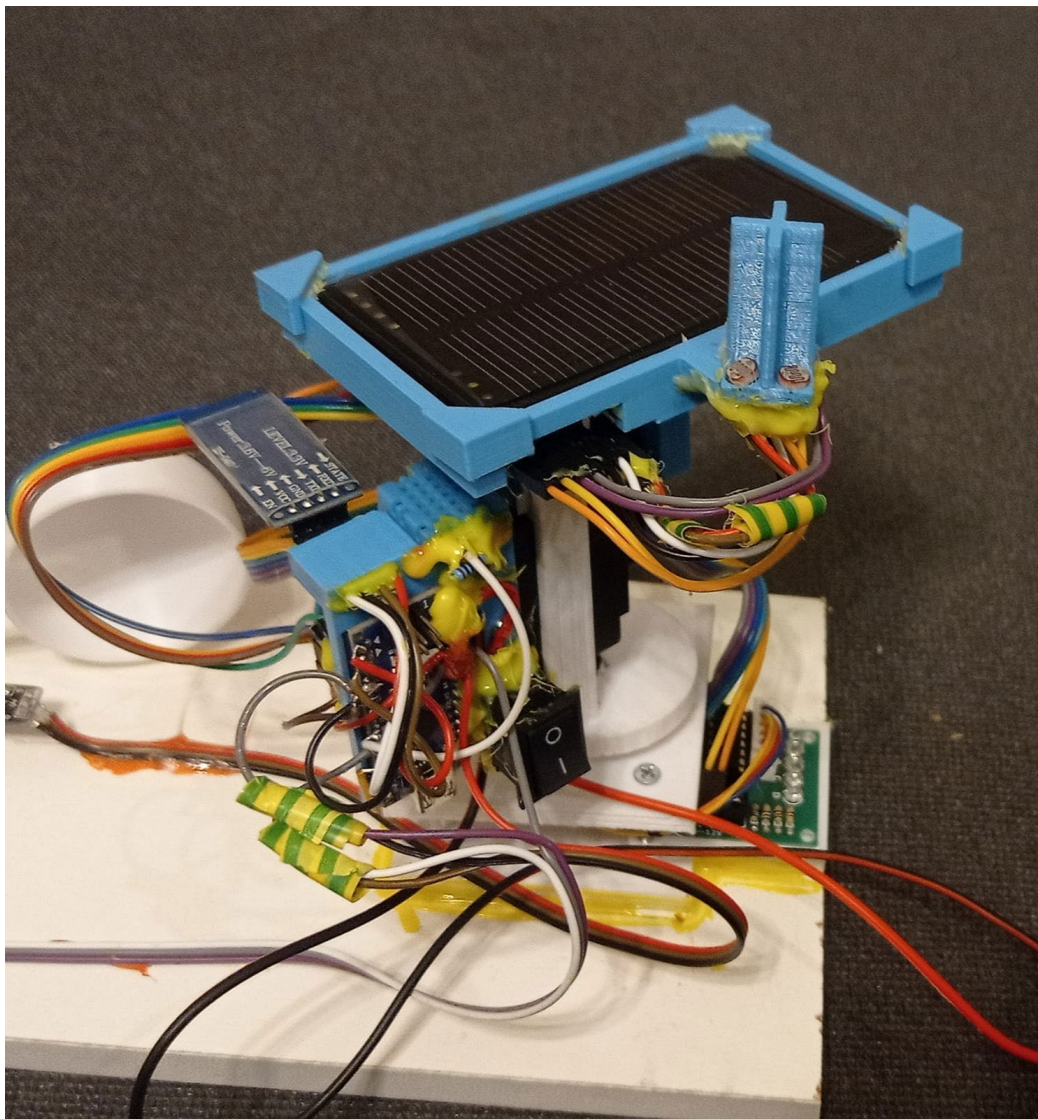


## Подведение итогов

Не все задачи по проекту достигнуты.

Разработана, изготовлена и опробована модель устройства, обеспечивающего следящее позиционирование солнечной панели в сторону источника света для достижения максимума генерируемой солнечной панелью мощности электроэнергии, сделан опрос анемометра, флюгера, фоторезистора и отправка их значений на телефон. К сожалению не успел докупить датчик BME280 и сделать часть кода связанную с ним.

В процессе выполнения работ столкнулись с проблемой нелинейности характеристик фоторезисторов, что негативно влияет на правильность управления позиционированием проблема была частично решена с помощью обработки кодом. В дальнейшем планируется решить эту проблему.



## Список использованных источников

1. Быстрый старт\_Первые шаги по освоению\_Arduino\_2015.pdf
2. Arduino для начинающих - самый простой пошаговый самоучитель\_CWER.pdf
3. Делаем сенсоры.pdf
4. Изучаем Arduino- инструменты и методы технического волшебства (2015).pdf
5. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги 2016.pdf
6. Програмируем Arduino Профессиональная работа со скетчами.pdf
7. Проекты с использованием контроллера Arduino\_ часть 2.pdf
8. Аведьян А. Б., Викентьев Е. Е. SolidWorks API – универсальная платформа для интеграции инженерных и бизнес-приложений //САПР и графика. 2006, № 6. С.32–40.
9. Главная страница SolidWorks//Продукты и решения SolidWorksRussia.URL:[www.solidworks.ru](http://www.solidworks.ru)(дата обращения 10.12.2012).
10. А. Борисов, Э. Ермаков, А. Долгополов.// SolidWorks 2010: быстро, качественно, удобно. URL:[www.solidworks.ru](http://www.solidworks.ru) (дата обращения 18.12.2012).
11. САПР и Графика журнал//SolidWokrs.URL:[www.sapr.ru](http://www.sapr.ru)(дата обращения 11.12.2012).
12. О.Абашев, Е.Мурованная//SolidWorks и ЕСКД — решение проблем. URL:<http://www.sapr.ru/article.aspx?id=6710&iid=274>(дата обращения 10.12.2012).
13. Международная организация по стандартизации//ISOстандарт.URL:[http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=42340](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42340)(дата обращения 22.12.2012).
14. Консорциум всемирной паутины//VRML.URL:<http://www.w3.org/standards/39562>( дата обращения 22.12.2012).
- 15.<https://alexgyver.ru/meteoclock/?ysclid=m721zspnct25588266>

Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»

Финальный тур

Шифр

ФВ-6

Предмет Физика

ФИО участника (полностью) Барков Вагим Александрович

Дата рождения (дд.мм.гггг) 13.06.2008

Город Мытищи Область Московская

Образовательное учреждение МБОУ СОШ №6

Класс 10



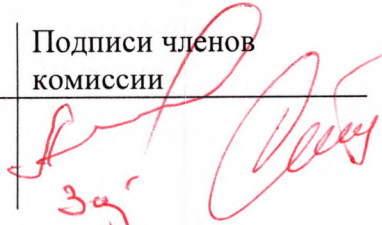
Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»

Финальный тур

ФИЗИКА

Шифр

ФВ-6

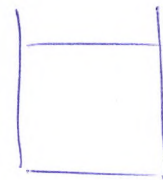
Задача №1	Задача №2	Задача №3	Задача №4	Задача №5	Итоговый балл	Подписи членов комиссии
25	25	15	10	—	75	 305

Чистовик

М1

$\frac{1500}{3}$   
500

1)



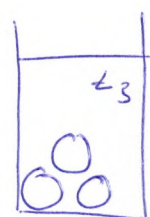
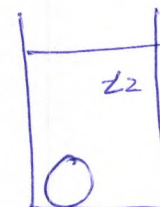
Решение

$C_b$  - теплоёмкость воды в стакане

$C_m$  - теплоёмкость мармелов

По закону сохранения энергии

2)  $Q_{получ} = Q_{затрат}$



Дано  
 $t_1 = 60^\circ\text{C}$   
 $t_0 = 20^\circ\text{C}$   
 $t_3 = 50^\circ\text{C}$   
 $t_2 = ?$

III

3)  $3(t_1 \cdot C_b + t_0 \cdot C_m - t_3) = t_2 \cdot C_b \cdot (t_1 - t_3) = 3 C_m \cdot (t_3 - t_0)$

1)  $C_b(t_1 - t_2) = C_m(t_2 - t_0)$

$C_b = \frac{3 C_m \cdot (t_3 - t_0)}{t_1 - t_3}$

$\frac{3 C_m(t_1 - t_2) \cdot (t_3 - t_0)}{t_1 - t_3} = C_m(t_2 - t_0)$

$3(t_1 - t_2) \cdot (t_3 - t_0) = (t_1 - t_3) \cdot (t_2 - t_0)$

$3t_1 \cdot (t_3 - t_0) + t_0(t_1 - t_3) = t_2 \cdot (t_1 - t_3) + 3t_2 \cdot (t_3 - t_0)$

Ответ  $56^\circ\text{C}$

Вода не вытесняется



Дано

М

Решение

по закону сохранения

импульса  $p_1 = p_2$  по оси x

$$1) \begin{matrix} m \vec{v}_1 \\ 0 \rightarrow \end{matrix} \quad \boxed{M} \quad \rightarrow$$

$$2) \begin{matrix} m \vec{v}_2 \\ 0 \rightarrow \end{matrix} \quad \boxed{M} \vec{v}_3$$

читаем, что  $v_2 < v_1 \rightarrow$   
 тогда  $v_3$  направлено с  $v_2$

$$m v_1 = m v_2 + M v_3$$

$$\frac{m(v_1 - v_2)}{M} = v_3$$

по закону сохранения

энергии

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{M v_3^2}{2} + Q$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m^2 (v_1 - v_2)^2 M}{2 M^2} = Q$$

$$\frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2 - (v_1 - v_2)^2 \frac{m}{M}) = Q$$

$$\text{Отсюда } \frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2 - (v_1 - v_2)^2 \frac{m}{M}) = Q$$

+



Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»

Финальный тур

N3

Дано

III

$$T_0 = 40^\circ\text{K}$$

$$T_1 = 100^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 160^\circ\text{K}$$

$$T_3 = 200^\circ\text{K}$$

Решение

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline V & V & V \\ \hline T_0 & T_0 & T_0 \\ n_1 & n_2 & n_3 \\ \hline P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline \end{array} =$$

$n_1$  — кол во моле в 1 сосуде

$n_2$  — кол во моле в 2 сосуде

$n_3$  — кол во моле в 3 сосуде

$$P_{\text{общ}} = P_1 + P_2 + P_3 \quad P_{\text{общ}} = \frac{RT_0}{V} (n_1 + n_2 + n_3) = P_n$$

$$\frac{P_1 V}{T_0} = n_1 R$$

По закону Гей-Люссака

$$P_1 = \frac{n_1 R T_0}{V}$$

$$P_n = \frac{3 R T_0 n}{V}$$

$$P_2 = \frac{n_2 R T_0}{V}$$

по закону Менделеева

$$P_3 = \frac{n_3 R T_0}{V}$$

Клайперона

$$\begin{array}{r} 46 \overline{) 12} \\ \underline{-36} \\ 100 \\ \underline{-36} \\ 40 \\ \underline{-36} \\ 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline T_1 & T_2 & T_3 \\ n_1 & n_2 & n_3 \\ \hline P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline \end{array} =$$

$$P_{\text{общ}} = \frac{R}{V} (n_1 T_1 + n_2 T_2 + n_3 T_3) = P_n$$

$$P_n = \frac{n R}{V} (T_1 + T_2 + T_3)$$

$$\frac{P_n}{P_1} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3 T_0} = \frac{200^\circ\text{K} + 160^\circ\text{K} + 100^\circ\text{K}}{3 \cdot 40^\circ\text{K}}$$

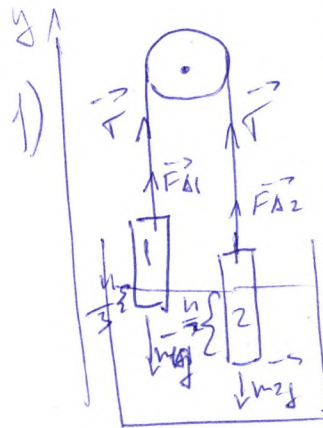
$$\frac{460^\circ\text{K}}{120^\circ\text{K}} = 4 - \frac{2}{12} = 4 \frac{1}{6} = 3 \frac{5}{6}$$

$$3,8(4) \approx 3,84$$

Ответ  $3 \frac{5}{6} \approx 3,8(4) \approx 3,84$   
увеличили во столько раз

Дано	Сл
$H = 6 \text{ см}$	
$S$	
$d = 5$	
$\Delta h_1$	$h_1$
$\Delta h_2$	$h_2$

Решение



1) Вода имеет гравитацию  
огня и т.д.

$m_1$  - масса 1 груза

$m_2$  - масса 2 груза

$\rho_1$  - плотность 1 груза

$\rho_2$  - плотность 2 груза

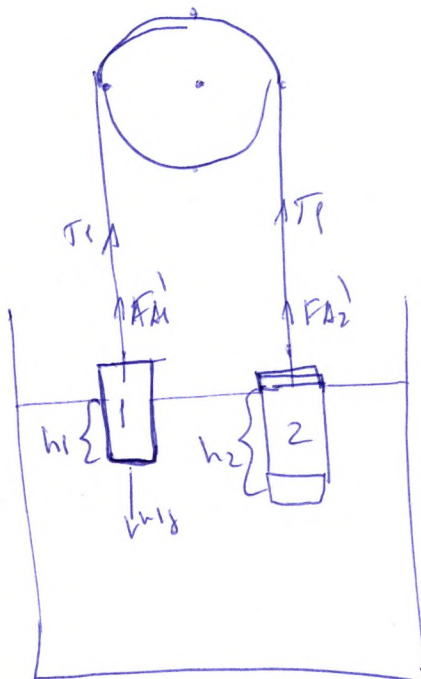
$\rho_6$  - плотность воды

По 2 закону Ньютона  
по оси Y

$$\begin{cases} m_1 g = F_{A1} + T & \text{для 1 груза} \\ m_2 g = F_{A2} + T & \text{для 2 груза} \end{cases}$$

2) Так как плотность  
грузов больше чем  
плотность воды то они  
будут полностью погружены в  
воду и мы будем считать

3)



$$\begin{cases} \rho_1 g S \cdot H = \rho_6 \cdot S \frac{H}{3} + T \\ \rho_2 g S \cdot H = \rho_6 \cdot S \frac{H}{2} + T \end{cases}$$

$$\begin{cases} S H (\rho_1 - \frac{\rho_6}{3}) = T \\ S H (\rho_2 - \frac{\rho_6}{2}) = T \end{cases}$$

$$\rho_1 - \frac{\rho_6}{3} = \rho_2 - \frac{\rho_6}{2}$$

$$\boxed{\frac{\rho_6}{6} = \rho_2 - \rho_1}$$

$$m_1 g - F_{A1}' = m_2 g - F_{A2}'$$

Если бы  $\frac{H}{2}$  грузов было бы больше чем  $d$  то

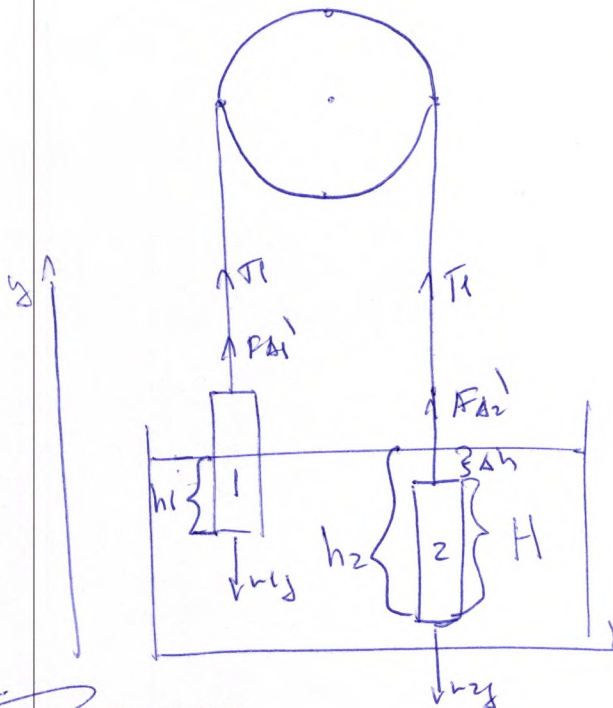
н)  $h_1 = \frac{H}{3} + d$  и  $h_2 = \frac{H}{2} + d$ , но  $d > \frac{H}{2}$  тогда эти кон. будут  
уже более темными от погружения полностью же того  
подоб  $F_{A2}$  было меньшим



Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»

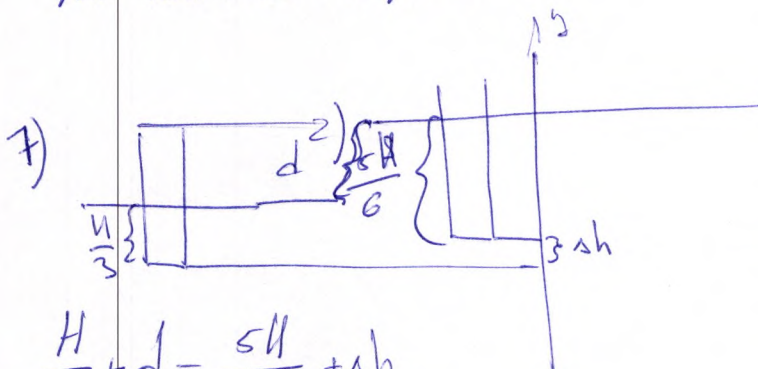
Финальный тур

МЧ



~~Δh1 - расстояние~~  
~~погружения 1 стержня~~  
~~Δh2~~

6) Δh - расстояние погружения  
1 стержня  
используя погружение 1 стержня  
используя ответ 2  
Тогда как мы не рассуждали



$$\frac{H}{3} + d = \frac{5H}{6} + \Delta h$$

$$d + \frac{2H}{6} - \frac{5H}{6} = \Delta h$$

$$d - \frac{3}{6}H = \Delta h$$

$$\boxed{d - \frac{H}{2} = \Delta h}$$

5) По 2 стержня изготовлены  
из одного материала

$$\begin{cases} m_1 = F_{A1} + T_1 & 1 \text{ стержень} \\ m_2 = F_{A2} + T_2 & 2 \text{ стержня} \end{cases}$$

$$\rho_1 H S g - \rho_6 g S h_1 = T_1$$

$$\rho_2 H S g - \rho_6 g S H = T_2$$

$$\rho_1 H S g - \rho_6 g S h_1 = \rho_2 H S g - \rho_6 g S H$$

$$\rho_1 H - \rho_6 h_1 = \rho_2 H - \rho_6 H$$

$$\frac{\rho_6}{\rho_1} = \rho_2 - \rho_1$$

$$\rho_6 H - \rho_6 h_1 = (\rho_2 - \rho_1) H$$

$$\rho_6 H - \rho_6 h_1 = \frac{\rho_6}{\rho_1} H$$

$$\boxed{\frac{5}{6} H = h_1}$$

8)  $h_2 = \Delta h + H$

~~57~~  $h_2 = d - \frac{H}{2} + H$

$$\boxed{h_2 = d + \frac{H}{2}}$$

$$h_1 = \frac{5}{6} H = \frac{5}{6} \cdot 6 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

$$h_2 = 5 \text{ cm} + \frac{6 \text{ cm}}{2} = 8 \text{ cm}$$

Ответ 5 см, 8 см

15-10

Межрегиональная олимпиада школьников  
«Будущие исследователи – будущее науки»

Финальный тур

НН

Более точное объяснение 3, 4, 6, 7 пунктов

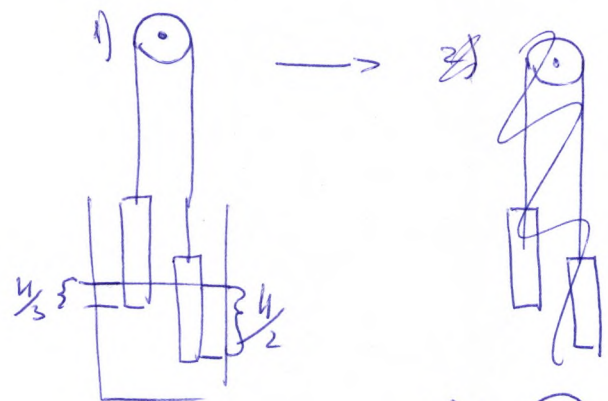
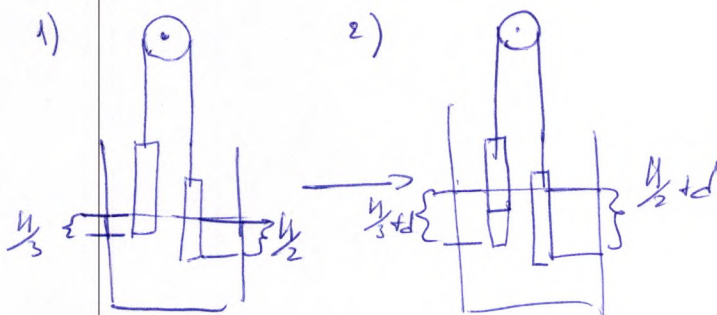
1) При повышении воды есть 2 возможных случая

1)  $\frac{H}{2} > d$

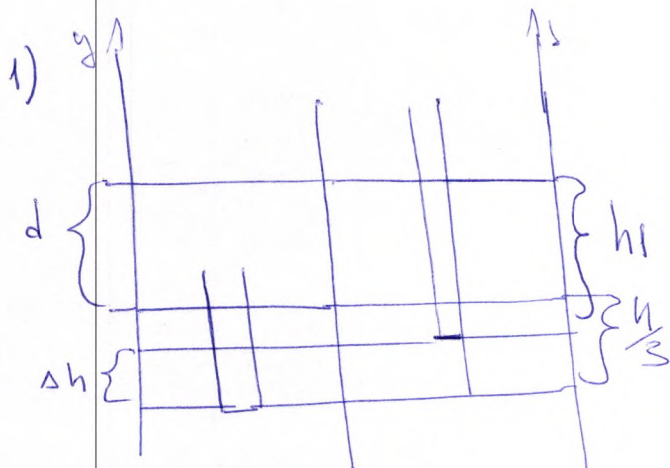
если так то тогда  
уровень увеличился бы  
на  $d$  так как  
 $P_1 > P_6$  и  $P_2 > P_6$   
то вода будет подниматься  
и система будет  
находиться в равновесии

2)  $\frac{H}{2} < d$

Тогда 2 груз поднимется  
полностью а 1 поднимется  
и еще опустит 2 груз на  
 $\Delta h$



Так как  $3 < 5$   
нам поднимет 2 баранов  
из баранов 1 и 5 пунктов  
на высоту  $h_1$



Вывод что  
 $d + \frac{H}{3} = h_1 + \Delta h$   
тогда  
 $\Delta h = d - \frac{H}{2}$

В 8 пункте находим  
 $h_2$

