

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

**1. Исследование принципов и технологий измерений (всего 30 баллов)**

- Правильно сформулирован принцип работы датчика температуры – **до 10 баллов.**
- Правильно сформулирован принцип работы фоторезистора – **до 10 баллов.**
- Правильно сформулирован принцип работы и причина использования оптической схемы по превращению лампочки накаливания в точечный источник света – **до 10 баллов.**

**2. Схемотехническое моделирование и конструирование ЭС (всего 90 баллов)**

Электрическая схема соответствует функциональным требованиям разрабатываемого устройства:

- Имеется часть схемы с фоторезистором и резистором – **5 баллов.**
  - Правильно объяснен выбор резистора – **до 5 баллов.**
- Правильно подключен модуль КУ-001 с датчик температуры ds8b20 – **5 баллов.**
  - Правильно объяснен способ подключения – **до 5 баллов.**
- В электрической схеме подключен транзистор – **10 баллов.**
  - Правильно объяснен тип транзистора – **до 5 баллов.**
  - Правильно объяснен способ и выбор подключения – **до 5 баллов.**
- Электрическая схема имеет последовательное подключение малоомного резистора с лампочкой накаливания – **5 баллов.**
  - Правильно объяснен выбор резистора – **до 5 баллов.**
- Электрическая схема имеет в наличии подключённые конденсаторы – **10 баллов.**
  - Правильно объяснен способ использования конденсатора – **до 5 баллов.**
- В отчете присутствует принципиальная электрическая схема – **5 баллов.**
  - Принципиальная электрическая схема соответствует собранной электрической схеме – **до 5 баллов.**

Корпусное решение:

- Имеется корпусное решение, благодаря чему лампочка превращается в точечный источник света – **до 5 баллов.**
- Создана дополнительная конструкция, препятствующая циркуляции воздуха возле датчика температуры – **до 5 баллов.**
- В отчете присутствует фотографии корпуса – **5 баллов.**

---

**3. Разработка программно-аппаратного обеспечения для обработки экспериментальных данных (всего 110 баллов)**

- В программном коде присутствует алгоритм по борьбе с шумами на фоторезисторе – **10 баллов.**
  - Правильно объяснен принцип работы данного алгоритма – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм, который предусматривает стабилизацию температуры на датчике температуры – **10 баллов.**
  - Правильно объяснен принцип работы данного алгоритма – **до 5 баллов.**
  - Правильно объяснен принцип работы библиотечных команд (или собственных) по работе с датчиком температуры – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм по борьбе с колебаниями падения напряжения в точках считывания потенциалов – **5 баллов.**
  - Правильно объяснен принцип работы данного алгоритма – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм вывода мощности выделяемой электрическим током на лампочке – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм вывода температуры на лампочке – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм вывода интенсивности оптического излучения на лампочке – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм вывода падение напряжения на лампочке – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм вывода силы тока, протекающей через лампочку – **до 5 баллов.**
- В программном коде присутствует алгоритм вывода мощности, интенсивности оптического излучения и температуры в реальном времени при установке пользователем мощности источника питания – **5 баллов.**
- В отчете присутствует программный код – **5 баллов.**

В программном коде присутствует алгоритм, позволяющий производить управление установкой через команды через COM-порт:

- Алгоритм позволяет отображать температуру на лампочке – **5 баллов.**
- Алгоритм позволяет отображать интенсивности оптического излучения на лампочке – **5 баллов.**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Исследовательский сектор. Электроника.**

**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания  
ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

- Алгоритм позволяет отображать падение напряжения на лампочке – **5 баллов.**
- Алгоритм позволяет отображать мощности, выделяемые электрическим током на лампочке – **5 баллов.**
- Алгоритм позволяет отображать силу тока, протекающую через на лампочку – **5 баллов.**
- Алгоритм позволяет управлять мощностью источника питания на лампочке – **5 баллов.**

**4. Постановка и проведение эксперимента (всего 70 баллов)**

- Сформулированы выводы по проделанной работе и представлен список предложений по улучшению установки – **до 10 баллов.**
- В отчете прописаны выводы и предложения – **до 5 баллов.**

Построены графики на листе бумаги:

- Вольт-амперная характеристика, при относительно стабилизированной температуре стеклянной колбы – **до 5 баллов.**
- Зависимости потребляемой мощности от температуры стеклянной колбы – **до 5 баллов.**
- Зависимость относительной интенсивности излучения от приложенного напряжения – **до 5 баллов.**
- В отчете присутствуют фотографии графиков – **до 5 баллов.**

Построены графики с помощью табличных редакторов:

- Вольт-амперная характеристика, при относительно стабилизированной температуре стеклянной колбы – **до 10 баллов.**
- Зависимости потребляемой мощности от температуры стеклянной колбы – **до 10 баллов.**
- Зависимость относительной интенсивности излучения от приложенного напряжения – **до 10 баллов.**
- В отчете присутствует скриншоты графиков – **до 5 баллов.**



# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Исследовательский сектор. Электроника.

## Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

оболочка корпуса специально сделана из черного цвета, для уменьшения эффекта переотражения.

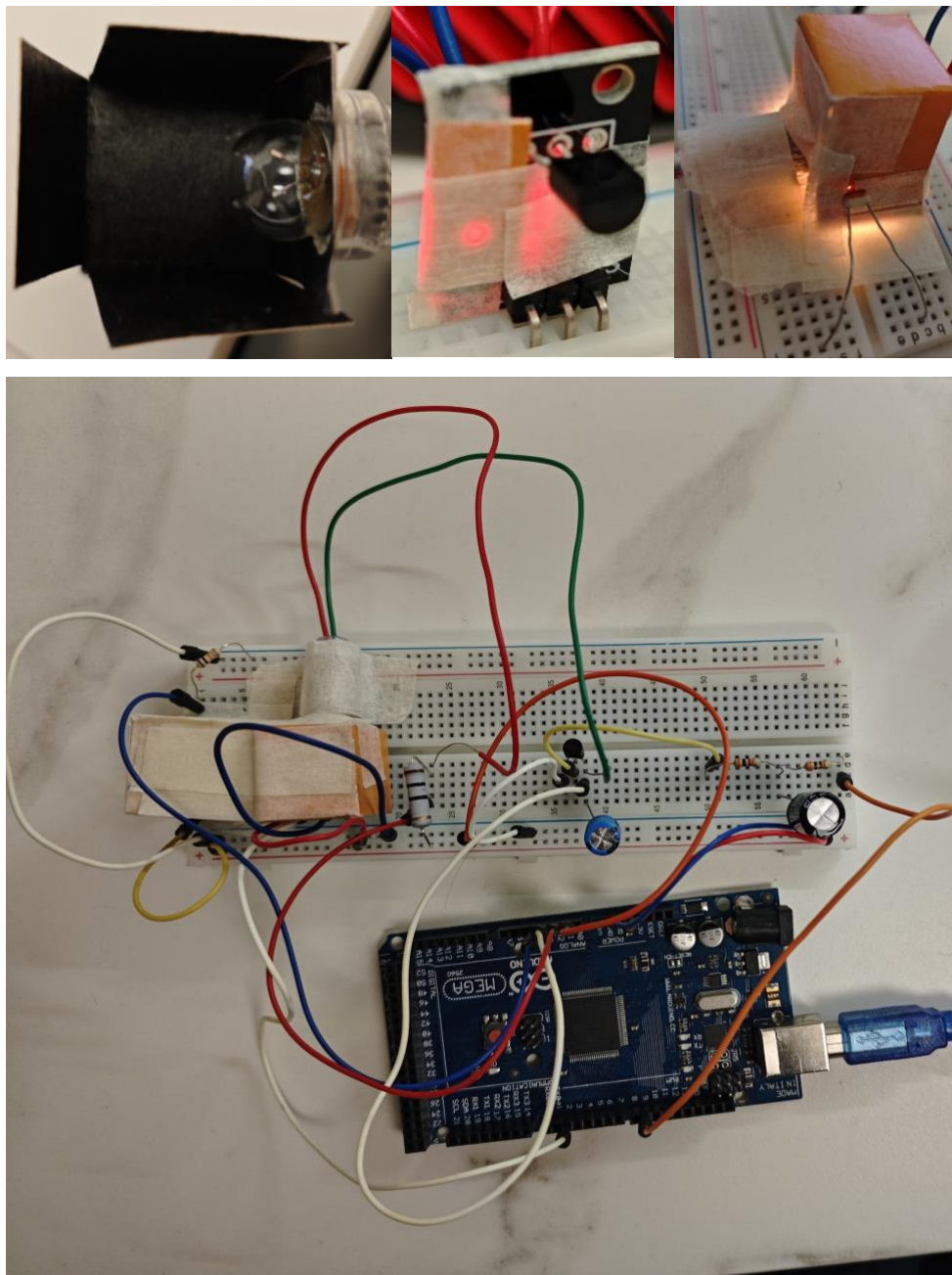


Рисунок 2 – пример корпусного решения и сборки электрической схемы на макетной плате.

С помощью омметра выясняется сопротивление фоторезистора без облучения лампочкой накаливания (приблизительно 13 кОм) и с максимальным облучением (приблизительно 5 кОм). На основании проведенных измерений, было подобрано сопротивление 10 кОм в схеме с фоторезистором. Это необходимо, для увеличения

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

### Исследовательский сектор. Электроника.

#### Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

перепадов напряжения (тем самым, для увеличения точности), которые будет фиксироваться АЦП.

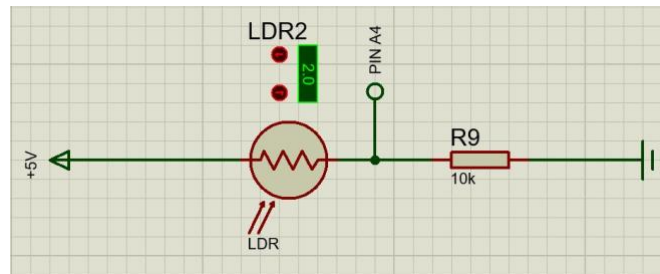


Рисунок 3 – схема подключения фоторезистора.

При управлении напряжением с помощью микроконтроллера ATmega2560 используется ШИМ сигнал. Так как ШИМ сигнал представляет собой прямоугольный сигнал от 0 до 5 вольт, использовалась конструкция RC фильтра поставленная после выхода цифрового пина 9. Приблизительный расчёт электронной компонентной базы основывается на законах Кирхгофа, коэффициента передачи по напряжению (1) и частоте среза RC-фильтра (2) по следующим формулам:

$$Ku(f) = \frac{R}{\sqrt{R^2 + x_c(f)^2}} \quad (1)$$

$$f_c = \frac{1}{(2\pi RC)} \quad (2)$$

При анализе работы RC-фильтра высоких частот отобразим полученный сигнал в плоттере порта. Для этого воспользуемся вспомогательной программой:

```
1 int a;
2 void setup() {
3   Serial.begin(9600);
4   pinMode(2, OUTPUT);
5   pinMode(A0, INPUT);
6   pinMode(A1, INPUT);
7   a = 10;
8   analogWrite(2, a);
9   delay(100);
10 }
11
12 void loop() {
13   Serial.println(analogRead(A0));
14 }
```

Рисунок 4 – пример кода для получения результата работы RC-фильтра высоких частот.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

В результате проверки входящего сигнала мы должны получить следующие результаты при подключении конденсатора:

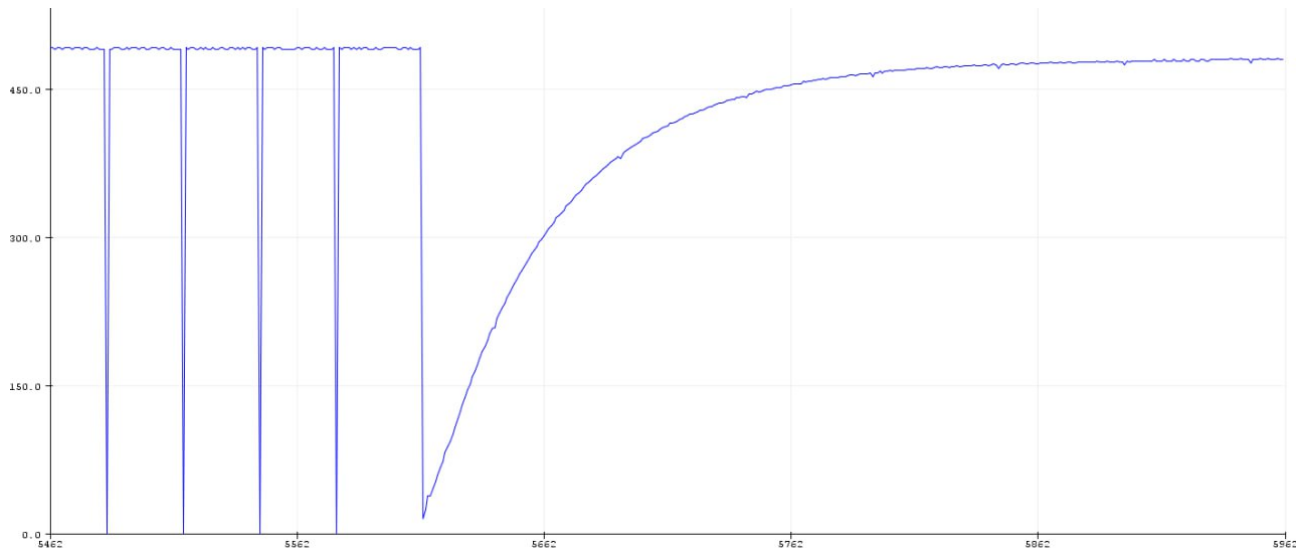


Рисунок 5 – получение результата работы RC-фильтра высоких частот

На графике хорошо видно, как отображается ШИМ-сигнал до зарядки конденсатора и после. При приближенном рассмотрении мы можем наблюдать в цепи шумы, вызванные постоянной зарядкой и разрядкой конденсатора. Чем ниже эти показания – тем лучше подобрана компонентная база. С помощью вспомогательной программы мы можем определить уровень шумов и, в случае больших колебаний, произвести корректировку в цепи.

Основываясь на технической документации транзистора 2N4401, где максимальный ток коллектора составляет 0.6 А (а максимальная рассеиваемая мощность 0.625Вт), и на семействе выходных характеристик по схеме с общим эмиттером, был подобран оптимальный резистор на базу, а также подтвердилось возможность подключения лампочки накаливания к транзистору. Стоит заметить, что последовательно к лампочке был подключен резистор R12 номиналом 10 Ом, и с мощностью рассеивания 2 Вт. Это необходимо для измерения силы тока, на основании падения напряжения на резисторе.

Сопротивление R12 выбиралось исходя из сопротивления нити в включённом состоянии, т.к. большое сопротивление, приведет к большому падению напряжения на данном резисторе, и уменьшит диапазон измерений, но при слишком малом сопротивлении, понадобится большая рассеиваемая мощность.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Исследовательский сектор. Электроника.**

**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания  
ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

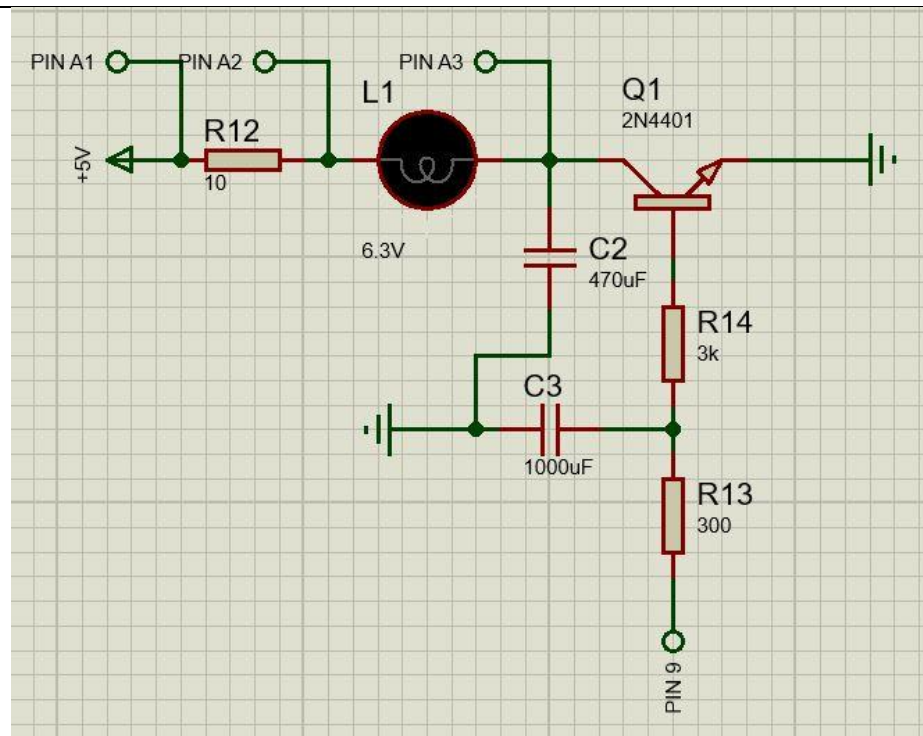


Рисунок 6 – схема подключения управления яркостью лампочки накаливания.

В схеме подключения управления яркостью лампочки накаливания присутствует еще один конденсатор для стабилизации напряжения на коллекторе. Пины A1 и A2 снимают падение напряжения на эталонном резисторе, для вычисления силы тока протекающей по цепи. На основании показаний пинов A3 и A2 определяется падение напряжения на лампочке накаливания.

Модуль KY-001 с датчик температуры ds8b20 подключается на основании технической документации.

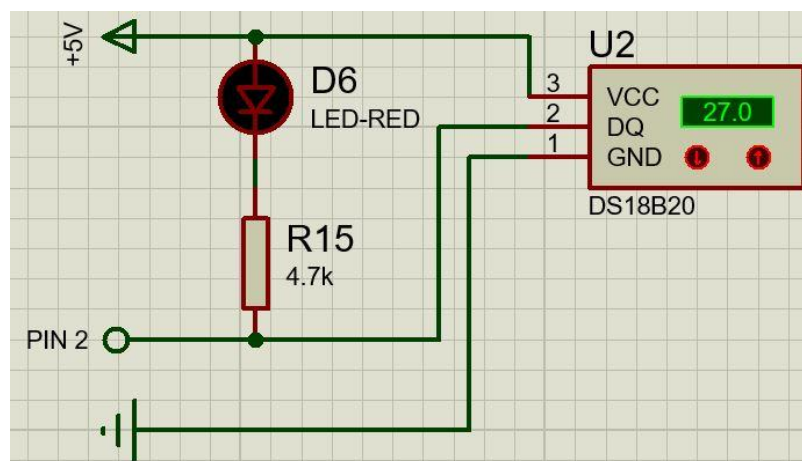


Рисунок 7 – схема подключения KY-001.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

**Этап 2: написание программы.**

Программно, нам необходимо написать код для выполнения следующих действий:

1. Генерация сигнала в соответствии с поставленной задачей.
2. Приём и обработка входящих сигналов с аналоговых и цифровых входов.
3. Преобразование данных для вывода графиков.
4. Прием и передача данных по com-порту.

Для работы с датчиком температуры были подключены библиотеки: DallasTemperature.h и OneWire.h. Так же были объявлен пин для связи с датчиком и преобразования данных в значения температуры (см. приложение А строчки кода 1-4).

Т.к. в работе мы будем использовать математические операции, такие как деление, то для временного хранения данных использовались переменные типа данных float. Для хранения данных (падение напряжения, сила тока, температура и интенсивность освещения) был объявлен массив. Для временного хранения команд считанных с com-порта использовался тип данных string (см. приложение А строчки кода 5-9).

После объявления переменных и библиотек мы запускаем первоначальную настройку: объявляем режимы работы пинов, инициализируем создание СОМ-порта и связь с датчиком температуры с настройкой точности получаемых данных. Данная настройка напрямую влияет на скорость опроса датчика температуры. При работе с АЦП микроконтроллера платы Arduino значение опорного напряжения мы выставляем 5 В, так как показания аналоговых пинов варьируются от 0 В до 4,5 В. Опционально, при достижении более точных результатов, можно его изменить – подключив к пину AREF через резистор 5 кОм к внешнему напряжению. При данной электрической схеме это не пригодилось (см. приложение А строчки кода 12-20).

Далее запускается алгоритм, состоящий из цикла цикл for, для выявления постоянных показаний шумов на фоторезисторе, для дальнейшей корректировки полученных значений при исследовании (см. приложение А строчки кода 21-30).

После всех приготовлений происходит «сканирование». Суть алгоритма в том, что запускается глобальный цикл, где происходит изменения настройки ШИМ-сигнала, подаваемый на RC-фильтр. После RC-фильтра, в виде постоянного напряжения подаётся сигнал на резистор, тем самым начинается управление током базы транзистора. Это в свою очередь приводит к протеканию тока на лампочке накаливания. Как только происходит изменение ШИМ сигнала, запускается цикл do while, задача которого дождаться

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

### Исследовательский сектор. Электроника.

#### Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС

стабилизации температуры на поверхности колбы лампочки (как сказано из условия задания). После стабилизации происходит замеры потенциалов в точках схемы, а так же температуры. Так как в схеме в результате малейших колебаний температуры, а также не идеальности работы RC происходят скачки напряжений, запускается цикл for для усреднения данных значений. После всех выборок, полученные значения математически обрабатываются (основываясь на законе Ома и принципу работы АЦП), записываются в готовом виде в массив. Стоит заметить, что кол-во проходов циклов, а также точность стабилизации температуры влияет на скорость работы всей системы (см. приложение А строчки кода 31-100).

По окончании работы данного алгоритма, в com-порт отправляется команда о завершении «сканирования» со списком будущих команд управления, а также устанавливается на управляющий порт нулевое значение во избежание перегрева. (см. приложение А строчки кода 101-102).

В глобальном цикле void loop() происходит постоянный опрос нахождения байтов в com-порте микроконтроллера. В результате появления нужных символов, происходит вывод информации о падении напряжении, силе тока, мощности выделяемой электрическим током, температуре, и освещённости при определённом значении источника питания лампочки. Также присутствуют команды по отображению мощности выделяемой электрическим током, температуры, освещенности в реальном времени, и установкой пользователем определённого значения на источнике питания лампочки и остановки данного процесса. Предусмотрена команда по перезапуску «сканирования» (см. приложение А строчки кода 105-202).

Результаты работы представлены ниже.

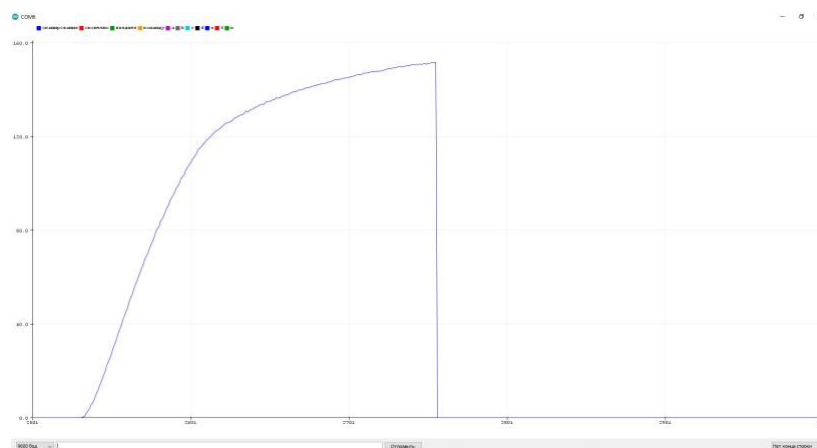


Рисунок 8 – изменение силы тока.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

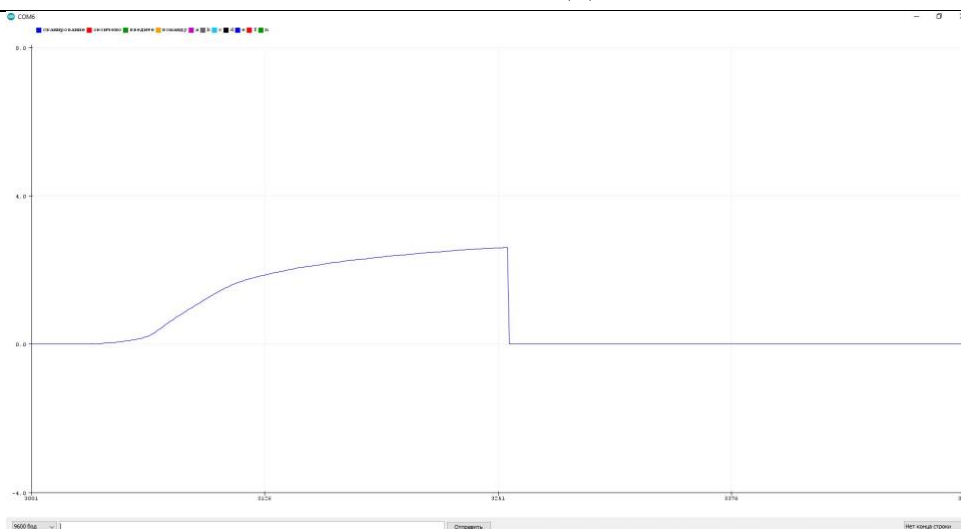


Рисунок 9 – изменение падения напряжения.



Рисунок 10 – изменение мощности.

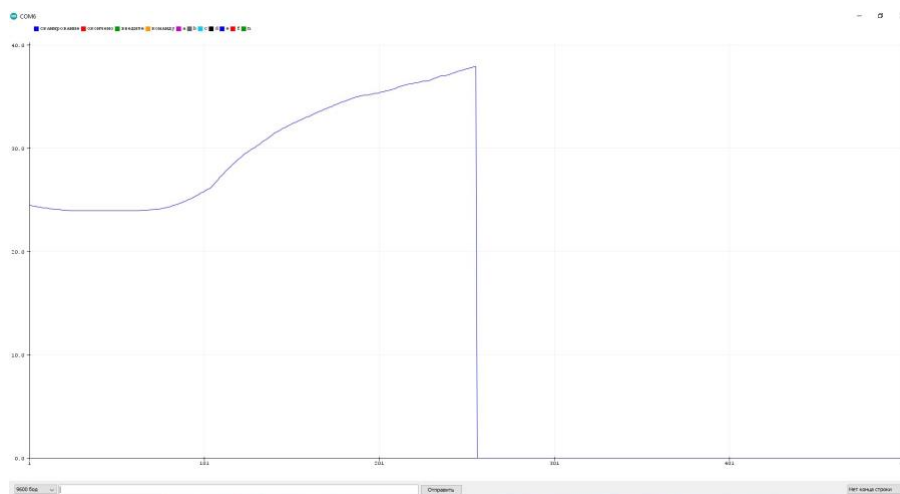


Рисунок 11 – изменение температуры.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

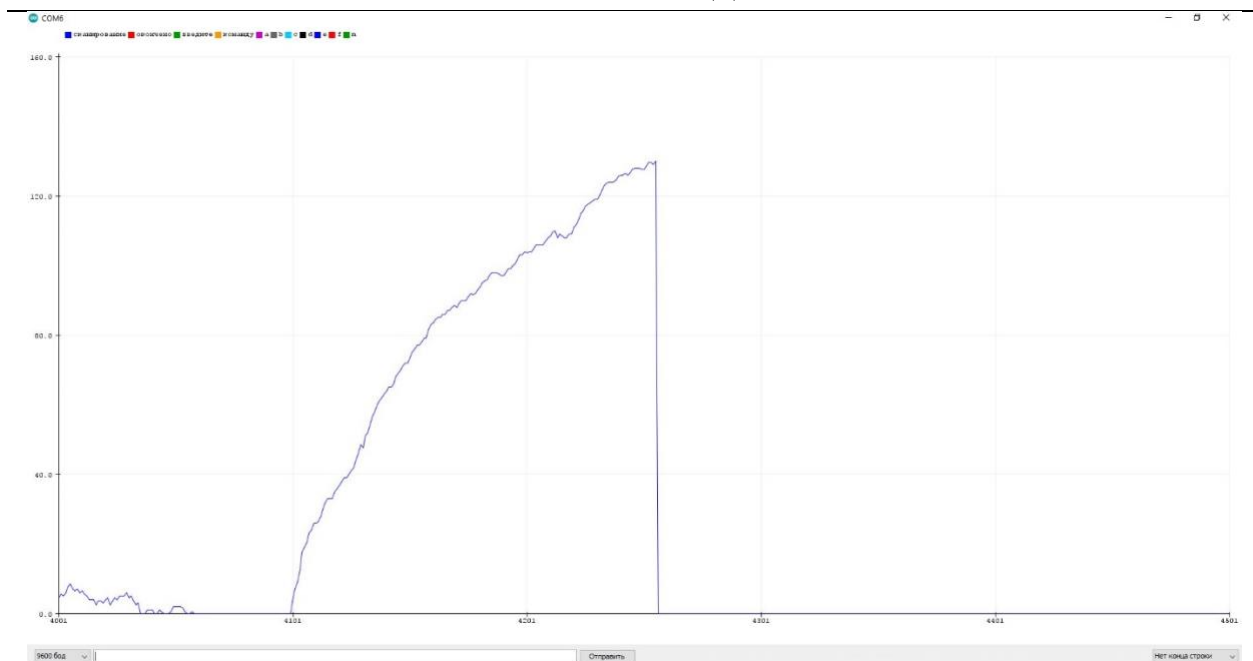


Рисунок 12 – изменение интенсивности излучения.

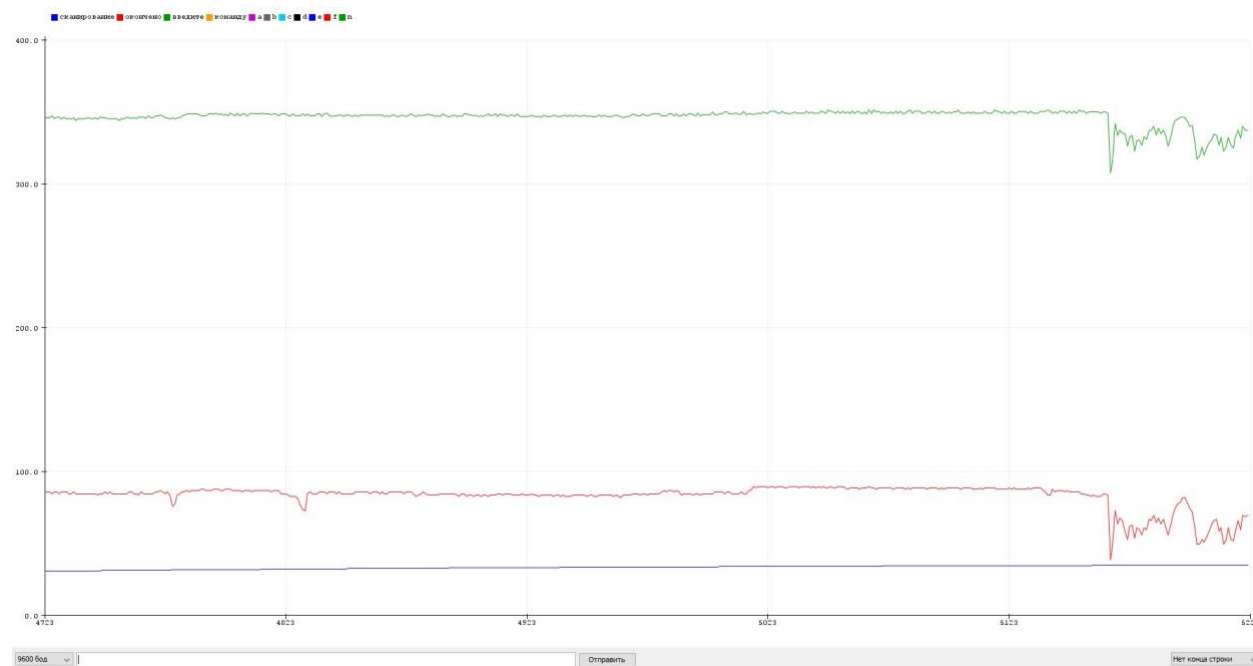


Рисунок 13 – изменение температуры, интенсивности освещения, мощности в реальном времени.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

Приложение А

```
1. #include <DallasTemperature.h>
2. #include <OneWire.h>
3. OneWire oneWire(2);
4. DallasTemperature sensors(&oneWire);
5. float a, b, c, d, dh, t;
6. float mina, minb, minc, mind, mint ;
7. float maxa, maxb, maxc, maxd, maxt ;
8. float A [256][5];
9. String s;
10. void setup()
11. {
12.   pinMode(9, OUTPUT);
13.   pinMode(A1, INPUT);
14.   pinMode(A2, INPUT);
15.   pinMode(A3, INPUT);
16.   pinMode(A4, INPUT);
17.   analogReference(DEFAULT);
18.   Serial.begin(9600);
19.   sensors.setResolution(0, 10);
20.   sensors.begin();
21.   d = analogRead(A4);
22.   maxd = d;
23.   mind = d;
24.   for (int i = 0; i <= 1000; i++)
25.   {
26.     d = analogRead(A4);
27.     maxd = max(maxd, d);
28.     mind = min(mind, d);
29.   }
30.   dh = (maxd + mind) / 2;
31.   for (int i = 0; i <= 255; i++)
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Исследовательский сектор. Электроника.**  
**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**  
**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

```
32. {
33.   analogWrite(9, i);
34.   do
35.   {
36.     sensors.requestTemperatures();
37.     t = sensors.getTempCByIndex(0);
38.     maxt = t;
39.     mint = t;
40.     for (int k = 0; k <= 5; k++)
41.     {
42.       sensors.requestTemperatures();
43.       t = sensors.getTempCByIndex(0);
44.       maxt = max(maxt, t);
45.       mint = min(mint, t);
46.     }
47.   } while ((( maxt - mint) > 0.2));
48.   sensors.requestTemperatures();
49.   t = sensors.getTempCByIndex(0);
50.   a = analogRead(A1);
51.   b = analogRead(A2);
52.   c = analogRead(A3);
53.   d = analogRead(A4);
54.   maxt = t;
55.   mint = t;
56.   maxa = a;
57.   mina = a;
58.   maxb = b;
59.   minb = b;
60.   maxc = c;
61.   minc = c;
62.   maxd = d;
63.   mind = d;
```

```
64.  for (int k = 0; k <= 10; k++)
65.  {
66.      sensors.requestTemperatures();
67.      t = sensors.getTempCByIndex(0);
68.      a = analogRead(A1);
69.      b = analogRead(A2);
70.      c = analogRead(A3);
71.      d = analogRead(A4);
72.      maxt = max(maxt, t);
73.      mint = min(mint, t);
74.      maxa = max(maxa, a);
75.      mina = min(mina, a);
76.      maxb = max(maxb, b);
77.      minb = min(minb, b);
78.      maxc = max(maxc, c);
79.      minc = min(minc, c);
80.      maxd = max(maxd, d);
81.      mind = min(mind, d);
82.  }
83.  t = (maxt + mint) / 2;
84.  a = (maxa + mina) / 2;
85.  b = (maxb + minb) / 2;
86.  c = (maxc + minc) / 2;
87.  d = (maxd + mind) / 2;
88.  A[i][0] = t;
89.  A[i][1] = (((a - b) / 1024) * 5) / 10;
90.  A[i][2] = ((b - c) / 1024) * 5;
91.  A[i][3] = A[i][1] * A[i][2];
92.  if ((d - dh) >= 0)
93.  {
94.      A[i][4] = d - dh;
95.  }
```

```
96.  else if ((d - dh) < 0)
97.  {
98.      A[i][4] = 0;
99.  }
100.  }
101.      analogWrite(9, 0);
102.      Serial.println("сканирование окончено, введите команду a,b,c,d,e,f,n");
103.  }
104.
105.  void loop()
106.  {
107.      if (Serial.available() > 0)
108.      {
109.          s = Serial.readString();
110.          if (s == "a")
111.          {
112.              for (int i = 0; i <= 255; i++)
113.              {
114.                  Serial.println(A[i][0], 2);
115.              }
116.              for (int i = 0; i <= 243; i++)
117.              {
118.                  Serial.println(0);
119.              }
120.          }
121.          else if (s == "b")
122.          {
123.              for (int i = 0; i <= 255; i++)
124.              {
125.                  Serial.println(((A[i][1]) * 1000), 4);
126.              }
127.              for (int i = 0; i <= 243; i++)
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Исследовательский сектор. Электроника.**

**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**

**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

```
128.      {
129.          Serial.println(0);
130.      }
131.  }
132.  else if (s == "c")
133.  {
134.      for (int i = 0; i <= 255; i++)
135.      {
136.          Serial.println(((A[i][2])), 4);
137.      }
138.      for (int i = 0; i <= 243; i++)
139.      {
140.          Serial.println(0);
141.      }
142.  }
143.  else if (s == "d")
144.  {
145.      for (int i = 0; i <= 255; i++)
146.      {
147.          Serial.println(((A[i][3]) * 1000), 4);
148.      }
149.      for (int i = 0; i <= 243; i++)
150.      {
151.          Serial.println(0);
152.      }
153.  }
154.  else if (s == "e")
155.  {
156.      for (int i = 0; i <= 255; i++)
157.      {
158.          Serial.println(A[i][4], 2);
159.      }
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Исследовательский сектор. Электроника.**

**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**

**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

```
160.     for (int i = 0; i <= 243; i++)
161.     {
162.         Serial.println(0);
163.     }
164. }
165. else if (s == "f")
166. {
167.     delay(10000);
168.     if (Serial.available() > 0)
169.     {
170.         s = Serial.readString();
171.         analogWrite(9, s.toInt());
172.         for (int i = 0; i <= 999; i++)
173.         {
174.             sensors.requestTemperatures();
175.             Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0), 2);
176.             a = analogRead(A1);
177.             b = analogRead(A2);
178.             c = analogRead(A3);
179.             d = analogRead(A4);
180.             float p = (((((a - b) / 1024) * 5) / 10) * (((b - c) / 1024) * 5)) * 1000;
181.             Serial.print(' ');
182.             Serial.print((d - dh), 2);
183.             Serial.print(' ');
184.             Serial.println(p, 2);
185.             if (Serial.available() > 0)
186.             {
187.                 s = Serial.readString();
188.                 if (s == "s")
189.                 {
190.                     break;
191.                 }
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ**

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Исследовательский сектор. Электроника.**

**Автоматизирована установка по снятию характеристик лампы накаливания**

**ФИНАЛЬНЫЙ КОМАНДНЫЙ КЕЙС**

---

```
192.      }
193.      }
194.      analogWrite(9, 0);
195.      }
196.      }
197.      else if (s == "n")
198.      {
199.          setup();
200.      }
201.      }
202.      }
```