Приложение 2
к Положению о Vконкурсе
исследовательских и проектных
работ учащихся образовательных
учреждений города Москвы
и Московской области
«Мегаполис XXI века – город для жизни»
в 2020–2021 учебном году

МГУУ Правительства Москвы

V Конкурс исследовательских и проектных работ учащихся образовательных учреждений города Москвы и Московской области «Мегаполис XXI века – город для жизни»

Конкурсная работа

На тему: «Изучение способов автоматизации измерения температуры человеческого тела с помощью датчиков».

Выполнена: учащимся 10Б класса ГБОУ Школа №2083 Саковским Ильей Александровичем

Подпись_____

Научный руководитель работы: Юдицкая Ирина Михайловна, учитель физики

Ответственный за ОП «Родники» ГБОУ Школа №2083 Мурзина Наталья Ивановна

Подпись_____

Москва

ОТЗЫВ

на проектную работу учащегося 10Б класса ГБОУ Школа №2083 Саковского Ильи Александровича по теме:

«Изучение способов автоматизации измерения температуры человеческого тела с помощью датчиков».

В данной работе Саковский Илья предлагает новое решение для автоматического измерения температуры тела человека при прохождении через турникеты в общественных местах. В настоящее время в связи с распространением Коронавируса проблема быстрого и точного измерения температуры тела человека стала очень актуальной. При входе в общественное место необходимо измерять температуру каждому посетителю, это занимает много времени, а установка автоматических систем измерения температуры обходится очень дорого.

Результаты научно-исследовательского проекта:
Была разработана система для считывания и хранения информации о температуре людей, проходящих через турникет. Собранный макет был протестирован в домашних условиях. Система показала высокую точность измерений, обладает большой гибкостью в применении и огромным потенциалом в дальнейшем развитии, с помощью доработки программы

Работу Илья выполнял, используя материалы Интернета и методической литературы, рекомендованной ему для проекта. Самостоятельно собрал экспериментальную установку и протестировал её, что указывает на сформированность его регулятивных действий и ИКТ-компетентности.

Проектная работа Саковского Ильи по теме: «Изучение способов автоматизации измерения температуры человеческого тела с помощью датчиков» отвечает требованиям, предъявляемым к проектным работам, и заслуживает высокой оценки.

Руководитель проектной работы:_____(Юдицкая И.М.)

«25» _____февраля_____2021 г.

Содержание

I. Введение.....4
II. Основная часть…….....6
1. Способы измерения температуры тела человека……..……..…....6
2. Виды датчиков, принцип их работы, стоимость …….....……..…7
3. Выбор датчика и его характеристики……10

III. Экспериментальная часть…….…….....12
1. Программная часть проекта……..…….…….....……..12
2. Принцип работы системы…….……..…….....…....16
3. Сборка и тестирование макета……..…….....…17

IV. Заключение……...…….……....18
V. Список использованной литературы……..……....…….……...…19
VI. Приложение……...…….……....20

Введение

Актуальность проблемы: В настоящее время в связи с распространением Коронавируса проблема быстрого и точного измерения температуры тела человека стала очень актуальной. При входе в общественное место необходимо измерять температуру каждому посетителю, это занимает много времени, а установка автоматических систем измерения температуры обходится очень дорого. В связи с этим нужно искать новые решения по автоматизации этой процедуры, которые ускорят процесс измерения и не будут такими дорогостоящими.

Цель исследования: Изучение материалов по теме и нахождение нового решения для автоматического измерения температуры тела человека при прохождении турникетов в общественных местах.

Задачи:

1. Изучение материалов по теме "измерение температуры тела человека".
2. Анализ имеющихся температурных датчиков, точность их измерения, стоимость и выбор походящего для реализации проекта.
3. Создание макета системы автоматического измерения температуры человека при прохождении турникета.
4. Испытания полученного макета.
5. Анализ работоспособности системы, изучение достоинств и недостатков выбранного решения.
6. Подведение итогов.

Гипотеза: Измерение температуры человеческого тела можно проводить с помощью инфракрасных датчиков.

Объект исследования: Тепловые датчики.

Предмет исследования: Способы измерения температуры тела человека.

Методы:

1. Теоретический (поиск информации в сети Интернет).
2. Практический.

Оборудование:

1. Плата Arduino Mega 2560
2. Бесконтактный датчик температуры Infrared Temperature Sensor
3. Светодиод RGB
4. Встраиваемый Wi-Fi модуль ESP-01 на базе чипа ESP8266
5. Картридер RFID-RC522 для считывания индивидуального кода с карты
6. Провода
7. Компьютер
8. Различные бытовые термометры для проверки точности измерений системы.

II Основная часть

1. Способы измерения температуры тела человека

В настоящее время измерение температуры тела человека очень актуально в связи с распространением инфекции Коронавируса. Во всех организациях и общественных местах требуется измерение температуры на входе, чтобы выявить зараженного человека и остановить распространение вируса.

Способы измерения температуры тела можно разделить на 2 вида: контактные и бесконтактные.

Для измерения контактным способом подходят такие медицинские термометры, как: ртутный, галинстановый, электронный.

Для измерения бесконтакным способом существуют инфракрасные термометры, тепловизорные системы. На точность измерений таких приборов влияет расстояние от прибора. В настоящее время в связи с распространением коронавирусной инфекции появилось большое множество различных бесконтактных термометров и систем.

Тепловизор для измерения температуры тела человека – это универсальное устройство, позволяющее дистанционно (бесконтактно) провести необходимые замеры. Во многих странах, в том числе и в России, с помощью тепловизионных видеокамер обследуют пассажиров в аэропортах, вокзалах и прочих общественных местах. Данный способ получения первичной информации о здоровье населения достаточно актуален, но этот способ очень дорогостоящий. Сейчас также появляются различные колонны и рамки, которые кроме измерения температуры могут распознать лицо и наличие маски. Такие устройства более эффективны для установки в организациях, где важно идентифицировать личность человека, но также очень дорого обходятся.

2. Виды датчиков, принцип их работы, стоимость

Существуют различные виды датчиков температуры: термопары, терморезисторы, пирометры.

Термопара (термоэлектрический преобразователь) — устройство, применяемое в промышленности, научных исследованиях, медицине, в системах автоматики. Принцип действия его основан на термоэлектрическом эффекте. Применяется для измерения температуры различных типов объектов и сред, а также в качестве датчика температуры в автоматизированных системах управления.

Терморезистор или термометр сопротивления — электронный компонент, датчик, предназначенный для измерения температуры объектов. Принцип действия терморезистора основан на зависимости электрического сопротивления металлов, сплавов и полупроводниковых материалов от температуры.

Бесконтактный датчик (пирометр) – прибор для бесконтактного измерения температуры тел. Принцип действия основан на измерении мощности теплового излучения объекта, преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света. Пирометры применяют для дистанционного определения температуры объектов в промышленности, быту, на предприятиях.

Для измерения температуры тела человека на расстоянии подходят только бесконтактные датчики. Первые два типа датчиков используются в основном внутри приборов, и по принципу действия не подходят для этих целей.

Инфракрасные датчики.

Один из первых пирометров изобрёл Питер ван Мушенбрук. Изначально термин использовался применительно к приборам, предназначенным для измерения температуры визуально, по яркости и цвету сильно нагретого

(раскалённого) объекта. Развитие современной пирометрии и портативных пирометров началось с середины 60-х годов прошлого столетия и продолжается до сих пор. Именно в это время были сделаны важнейшие физические открытия, позволившие начать производство промышленных пирометров с высокими потребительскими характеристиками и малыми габаритными размерами. Первый портативный пирометр был разработан и произведен американской компанией Wahl в 1967 году.

Пирометры можно разделить по нескольким основным признакам:

- Оптические. Позволяют визуально определять, как правило, без использования специальных устройств, температуру нагретого тела, путём сравнения его цвета с цветом эталонной накаливаемой электрическим током металлической нити в специальных измерительных лампах накаливания.
- Радиационные. Оценивают температуру посредством пересчитанного показателя мощности теплового излучения. Если пирометр измеряет в широкой спектральной полосе излучения, то такой пирометр называют пирометром полного излучения.
- Цветовые (другие названия: мультиспектральные, спектрального отношения) – позволяют измерить температуру объекта, основываясь на результатах сравнения его теплового излучения в различных участках спектра.

Вне зависимости от классификации, пирометры могут снабжаться дополнительными источниками питания, а также средствами передачи информации и связи с компьютером или специализированными устройствами (обычно через шину RS-232).

Бесконтактные датчики используют инфракрасное (ИК) излучение и обычно их применяют в таких портативных устройствах как инфракрасные термометры. Инфракрасный датчик на термоэлементах состоит из ряда последовательно

соединённых термопар, "горячие" спаи которых прикреплены к тонкой, специальным образом обработанной пластине кремния, которая выполняет роль абсорбера – поглотителя инфракрасного излучения. В процессе обмена инфракрасным излучением температура абсорбера растет или падает в зависимости от разницы температур между ним и объектом. Чтобы температура объекта была измерена точно, он должен полностью перекрывать сектор обзора датчика. Это гарантирует, что воздействующее на термоэлемент инфракрасное излучение приходит только от объекта измерения, а не от окружающего фона. Кроме того, использование фильтра и линзы значительно повышает качество работы инфракрасных датчиков.

3. Выбор датчика и его характеристики

В настоящее время в продаже имеются инфракрасные датчики различных производителей, рассмотрим самые распространенные из них. Изготавливаемый компанией Excelitas детектор TPS334 – это стандартный датчик, который использует пластину размером 0,7 х 0,7 мм2 в качестве абсорбера и термистор на 30 кОм в качестве опорного источника температуры. Круглое окно оснащено инфракрасным фильтром на 5,5 мкм с пропусканием длинноволновой части спектра. TPS334 выпускается в компактном корпусе.

Датчик A2TPMI

A2TPMI - еще один термоэлемент производства Excelitas. Это универсальный инфракрасный датчик с интегрированной специализированной микросхемой для обработки сигналов и компенсации температуры окружающей среды. Этот интегрированный инфракрасный модуль воспринимает тепловое излучение объектов и преобразует его в аналоговое напряжение. Благодаря внутренней обработке цифрового сигнала и 8-разрядному разрешению внутренних регистров управления A2TPMI имеет повышенную точность регулировки и улучшенные характеристики. Примененная технология E2PROM обеспечивает неограниченное количество изменений в конфигурации. A2TPMI является удачным выбором и для любительских конструкций благодаря интеграции датчика и электроники в компактном корпусе TO-39.

Датчик MLX90614

Очень популярным инфракрасным термометром для бесконтактного измерения температуры является MLX90614 производства компании Melexis. Он представляет собой сочетание в одном 4-контактном корпусе TO-39 инфракрасного высокочувствительного детектора на термоэлементах и специализированного стандартного формирователя сигналов.

Этот термометр включает в себя малошумящий усилитель, 17-разрядный аналого-цифровой преобразователь и мощный процессор цифровых сигналов.

Он откалиброван на заводе-изготовителе с возможностью использования на цифровом выходе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и системной шины управления (SMBus).

Компания Melexis производит несколько вариантов таких датчиков, стоимостью от 1000 – 4000 руб.

В данном проекте мы используем плату Arduino Mega 2560, для подключения к которой подходит несколько датчиков компании Melexis.

Для данного проекта выбираем датчик MLX90614, который лучше подходит по своим характеристикам. Стоимость данного датчика 2000 – 3000 руб.

Особенности:
Небольшие размеры и низкая стоимость
Легко интегрировать
Заводская калибровка в широком температурном диапазоне:
от -40 до 125 °C для температуры датчика
от -70 до 380 °C для температуры объекта
Высокая точность 0.5 °C в широком температурном диапазоне (0... + 50 °C)
Разрешение измерений: 0.02 °C
Совместимый с SMBus цифровой интерфейс для быстрого считывания температуры и построения сенсорных сетей
Настраиваемый выход PWM для непрерывного считывания.

III Экспериментальная часть

1. Программная часть проекта

Параллельно со сборкой макета системы измерения температуры необходимо начать работать над программной частью проекта. В ходе изучения материалов по созданию программной части, все задачи разделились на 3 блока:

1. Написание программы для работы датчика.

2. Создание базы данных для хранения и работы с информацией, получаемой с датчика.

3. Разработка программы для вывода информации из базы данных и работы с ней.

Рассмотрим подробнее блоки программной части.

Написание программы для работы датчика.

В проекте мы используем плату Arduino MEGA 2560, ESP8266 Wi-Fi module, MLX90614ESF (датчик температуры), RGB светодиод. Ниже указан блок программного кода, предназначенный для того, чтобы инициализировать wi-fi модуль, температурный датчик и работу со светодиодом. Светодиод должен подавать световой сигнал: зеленый цвет загорается при нормальной температуре, красный цвет - при температуре выше 37^0C.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
float temp;
int pin_R = 11;
int pin_G = 12;
int pin_B = 13;
void setup() {
```

```
        pinMode(pin_B, OUTPUT);
        pinMode(pin_G, OUTPUT);
        pinMode(pin_R, OUTPUT);
        Serial.begin(9600);
        Serial.println("Temperature модуль готов");
        mlx.begin();
        Serial2.begin(115200);
        Serial2.println("WiFi модуль готов");
        //connectWiFi();
 }
void loop() {
        temp = mlx.readObjectTempC() + 2.5;
  if (temp > 34)
  {
        Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempC());
        Serial.print("*C\tObject = "); Serial.print(temp); Serial.println("*C");
        digitalWrite(pin_G, HIGH); // LED ON
        delay(2000);                // wait for 2000 mSec
        digitalWrite(pin_G, LOW);  // LED OFF
        Serial.println();
  }
  if ( temp > 37 )
  {
          Serial.print("//----------//"); Serial.println();
          Serial.print("// ТРЕВОГА! //"); Serial.println();
          Serial.print("// ТРЕВОГА! //"); Serial.println();
```

```
        Serial.print("//----------//"); Serial.println();
        digitalWrite(pin_R, HIGH); // LED ON
        delay(2000);               // wait for 2000 mSec
        digitalWrite(pin_R, LOW);  // LED OFF
        Serial.println();
  }
}
boolean connectWiFi() {              // Connect to Wifi Function
Serial2.println("AT+CWMODE=1\r\n"); // Setting Mode = 1
delay(100);                          // wait for 100 mSec
String cmd = "AT+CWJAP=\"";          // Connect to WiFi
cmd += "AndroidAP83AF";              // ssid_name
cmd += "\",\"";
cmd += "erpr0994";                   // password
cmd += "\"\r\n";
Serial.println(cmd);                 // Display Connect Wifi Command on PC
Serial2.println(cmd);                // send Connect WiFi command to Rx1, Tx1
delay(10000);                        // wait for 10 sec
Serial2.println("AT+CWJAP?");        // Verify Connected WiFi
if(Serial2.find("+CWJAP"))          {
Serial.println("OK, Connected to WiFi.");        // Display Confirmation msg on PC
return true;
  }
  else
  {
     Serial.println("Can not connect to the WiFi.");   // Display Error msg on PC
```

```
    return false;
  }
}
```

Создание базы данных для хранения и работы с информацией, получаемой с температурного датчика.

В качестве базы данных для поставленной задачи используем MySQL (свободная реляционная система управления базами данных). В базе данных мы будем хранить:

- Номер записи (число)
- ID ученика (код)
- ФИО (строка)
- Класс ученика (строка)
- Температура (число)
- Дата/Время (Дата/Время)

#	Имя	Тип	Сравнение	Атрибуты	Null	По умолчанию	Комментарии	Дополнительно	Действие
1	id	int(11)			Нет	*Нет*	record number	AUTO_INCREMENT	Изменить Удалить Ещё
2	id_student	varchar(12)	utf8_general_ci		Нет	*Нет*	code student		Изменить Удалить Ещё
3	fio	varchar(50)	utf8_general_ci		Нет	*Нет*			Изменить Удалить Ещё
4	class	varchar(4)	utf8_general_ci		Нет	*Нет*			Изменить Удалить Ещё
5	temp	float			Нет	*Нет*			Изменить Удалить Ещё
6	date	datetime			Нет	CURRENT_TIMESTAMP			Изменить Удалить Ещё

Отметить все *С отмеченными:* Обзор Изменить Удалить Первичный Уникальный Индекс Полнотекстовый

Печать Анализ структуры таблицы Переместить поля Нормировать

Добавить 1 поле(я) после date Вперёд

Индексы

Действие	Имя индекса	Тип	Уникальный	Упакован	Столбец	Уникальных элементов	Сравнение	Null	Комментарий
Изменить Удалить	PRIMARY	BTREE	Да	Нет	id	0	A	Нет	

Таблица1. База данных

2. Принцип работы системы измерения температуры

Во время прохода через турникет, человек предъявляет карту (пропуск), индивидуальный код считывается.

Затем подносит запястье к датчику температуры, информация с датчика поступает на плату Arduino. На дисплее выводится температура, либо загорается сигнальный светодиод. В макете мы используем светодиод, сигнализирующий о повышенной температуре, загораясь красным цветом. Данные с платы отправляются через Wi-Fi модуль на веб-сервер, где охрана (администрация) может их отслеживать.

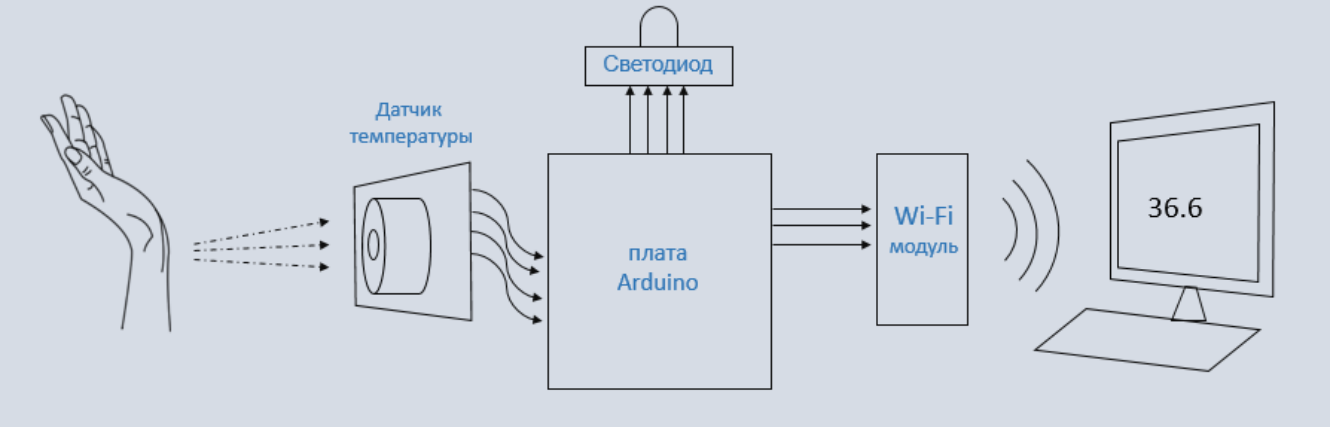

Рисунок 1. Схема работы макета системы

3. Сборка и тестирование макета

Кроме написания программы необходимо собрать работающую модель системы. В данном макете используется следующее оборудование:

1. Плата Arduino Mega 2560(Рис.2)
2. Бесконтактный датчик температуры Infrared Temperature Sensor(Рис.3)
3. Светодиод RGB
4. Встраиваемый Wi-Fi модуль ESP-01 на базе чипа ESP8266(Рис.4)
5. Картридер RFID-RC522 для считывания индивидуального кода (Рис.5)
6. Провода
7. Компьютер

Подключаем плату Arduino Mega к компьютеру.

К плате подключаем температурный датчик, wi-fi модуль и сигнальный светодиод с помощью проводов. (Рис.6, 7)

Для того, чтобы человек видел свою температуру лучше использовать дисплей, который будет подключен к плате. Но, в данном проекте использован светодиод, который будет загораться зеленым цветом при нормальной температуре, красным цветом при повышенной температуре (Рис.10,11).

Так как на данный момент у нас нет доступа к школьной системе считывания карт, которая находится в турникете, то мы подключим такой же датчик считывающий содержимое карт как в турникете, чтобы протестировать нашу систему не используя турникет (Рис.9).

Тестирование и отладка макета

После сборки и запуска программы система макет был протестирован (Рис. 9, 10, 11). Для настройки датчика были проведены замеры температуры разным людям на различных расстояниях. Также для отладки были использованы домашние термометры электронный и ртутный для проверки и настройки температурного датчика.

Заключение

В результате была разработана система для считывания и хранения информации о температуре людей, проходящих через турникет. В ходе работы над проектом было изучено множество материалов по данной теме. Необходимо было тщательно изучить имеющееся в продаже оборудование и выбрать подходящее для проекта. Также была проведена большая работа по программированию. Собранный макет был протестирован в различных условиях. Система показала высокую точность измерений. Данная система обладает большой гибкостью в применении и огромным потенциалом в дальнейшем развитии, с помощью доработки программы.

Литература

1. Схема подключения дисплея. Режим доступа: https://static.chipdip.ru/lib/490/DOC001490754.pdf (Дата обращения 20.12.2020)

2. Схема подключения датчика температуры. Режим доступа: https://www.waveshare.com/wiki/Infrared_Temperature_Sensor(Дата обращения 25.10.2020)

3. Веб-сервер с полученными данными. Режим доступа: http://si-2083.easi.ru/ (Дата обращения 27.11.2020)

4. Инфракрасные датчики Режим доступа: https://mysku.ru/blog/ebay/51647.html, https://www.youtube.com/watch?v=Ubmf6qWmtgQ, https://www.terraelectronica.ru/news/5502(Дата обращения 15.09.2020)

5. Описание принципа работы датчика температуры. Режим доступа: https://www.waveshare.com/wiki/Infrared_Temperature_Sensor (Дата обращения 12.09.2020)

Приложение

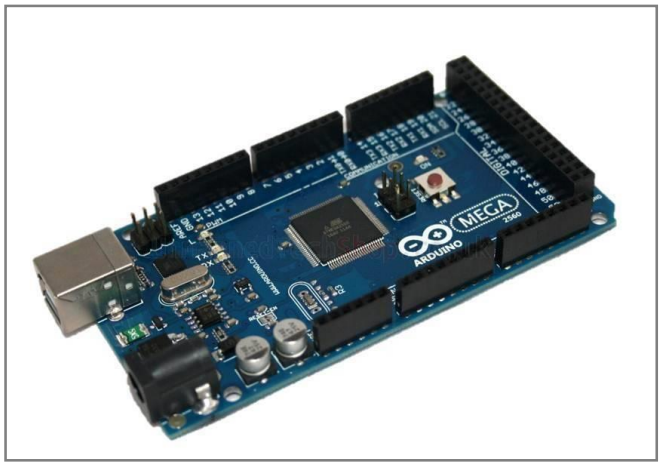

Рисунок 2

Рисунок 3

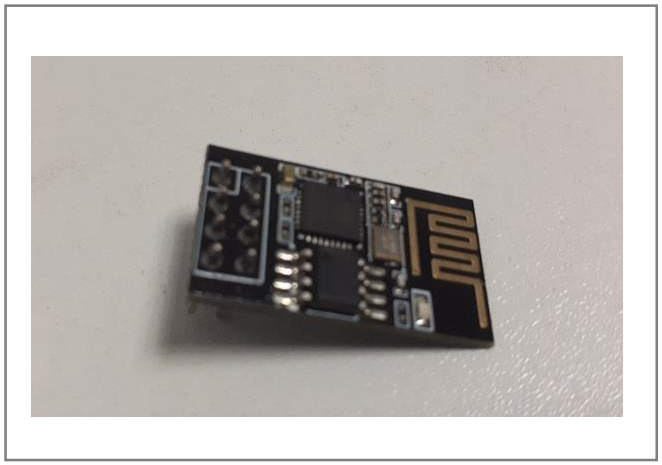

Рисунок 4

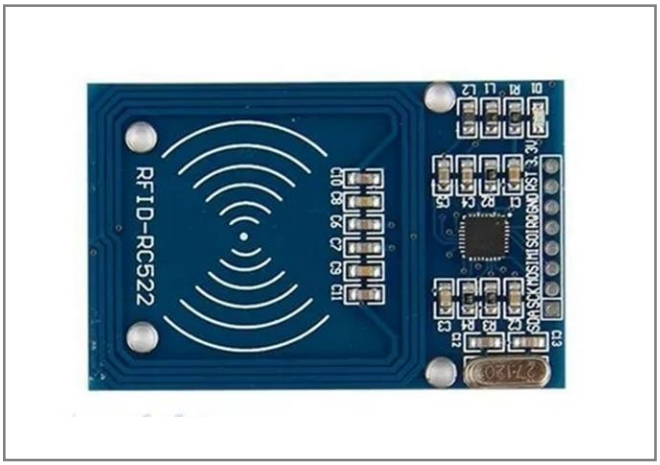

Рисунок 5

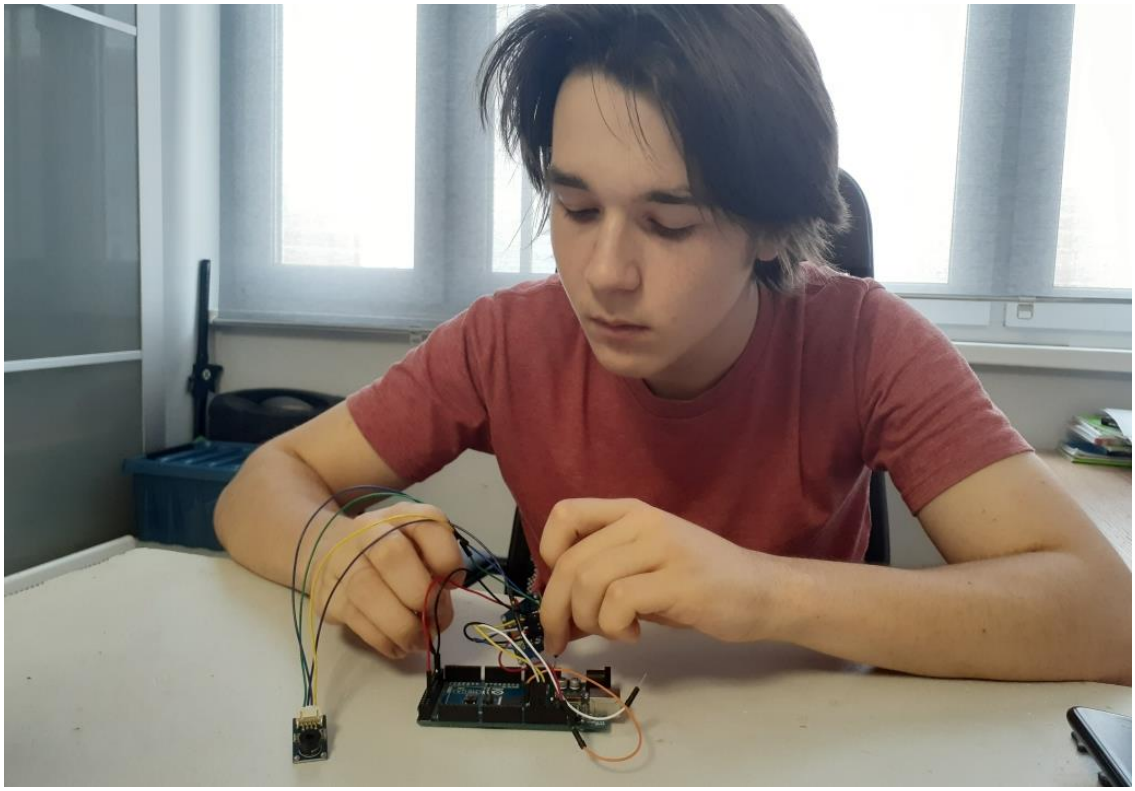

Рисунок 6. Сборка макета

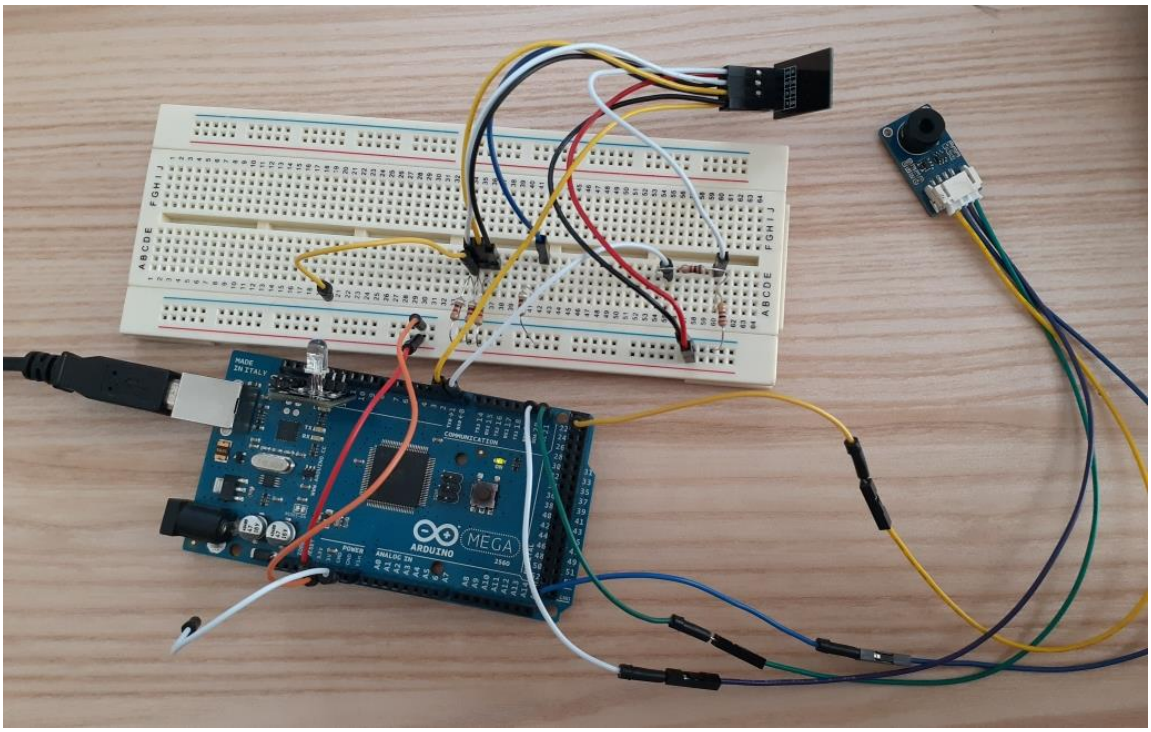

Рисунок 7. Сборка макета

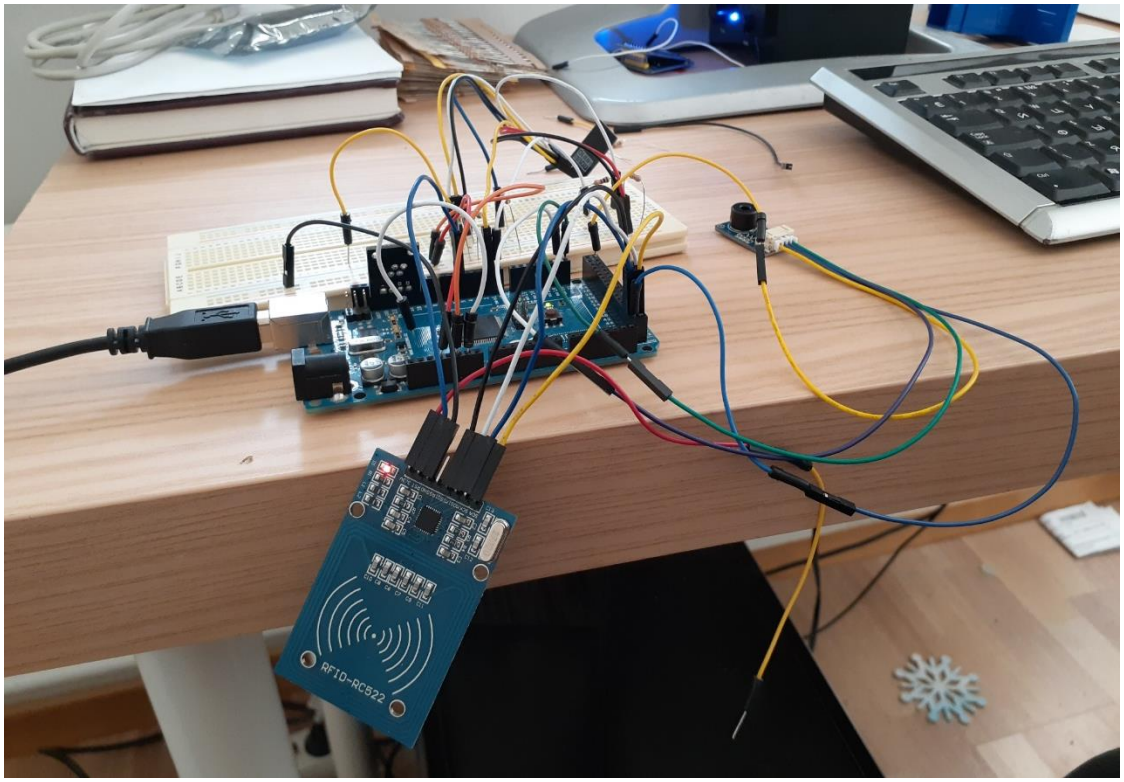

Рисунок 8. Макет в собранном виде

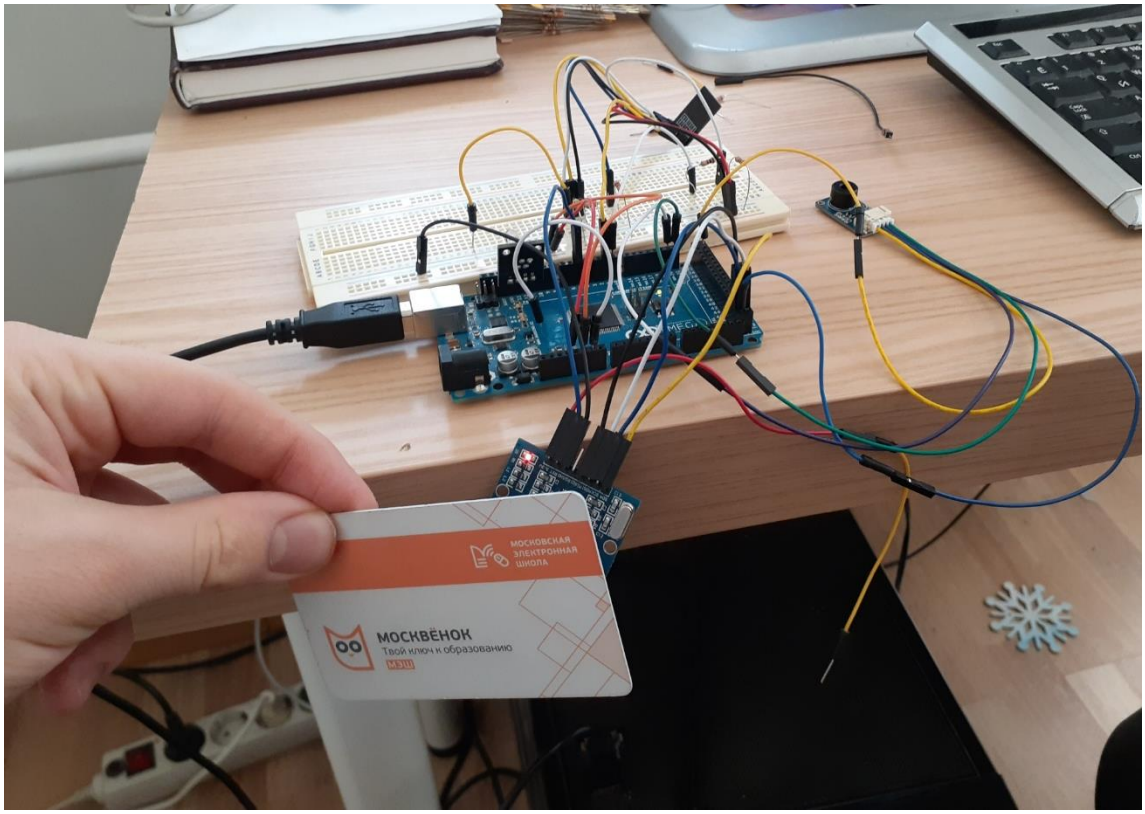

Рисунок 9. Тестирование макета, сканирование карты

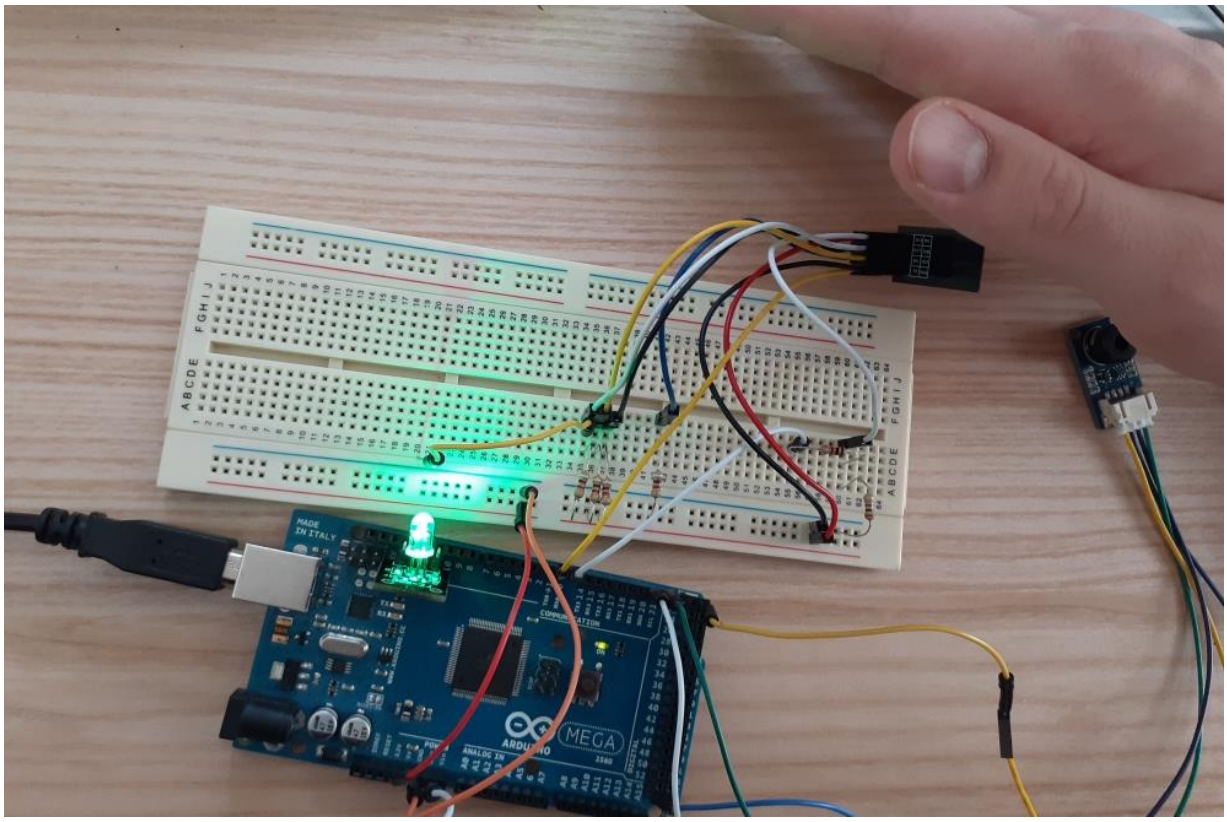

Рисунок 10. Тестирование макета, измерение температуры датчиком (при нормальной температуре)

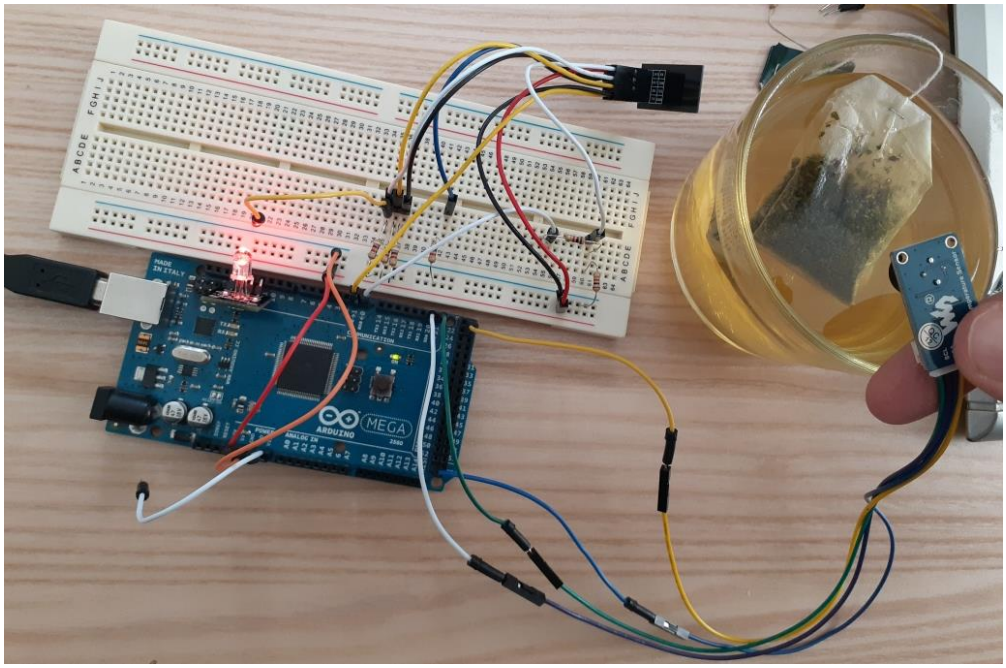

Рисунок 11. Тестирование макета, измерение температуры датчиком (при повышенной температуре