

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Радиофизический факультет

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП

к.ф.-м.н., доцент



В.А. Мещеряков

«23» января 2023 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
ЖИДКИХ ОБРАЗЦОВ НА ОСНОВЕ ARDUINO**

по основной образовательной программе подготовки специалиста
по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Огарко Юрий Сергеевич

Руководитель ВКР

ст. преп. каф. радиоэлектроники



А.А. Павлова

«__» января 2023 г.

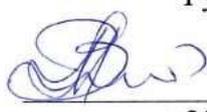
Автор работы

студент группы № 778



Ю.С. Огарко

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП
к.ф.-м.н., доцент

В.А. Мещеряков
«20» декабря 2022 г.

ЗАДАНИЕ
по подготовке ВКР специалиста
студенту группы № 778 Огарко Юрию Сергеевичу

1. Тема ВКР: Разработка датчика для измерения температуры жидких образцов на основе Arduino.

2. Срок сдачи студентом выполненной ВКР:

- а) на кафедре 23.01.2023.
б) в ГЭК 03.02.2023.

3. Краткое содержание работы:

Целью работы является разработка термодатчика с высоким быстродействием для измерения температуры жидких образцов в широком интервале.

4. Календарный график выполнения ВКР:

- | | |
|--|-------------------------|
| а) изучение литературы и оформление литературного обзора | 21.12.2022 – 16.01.2023 |
| б) разработка схема устройства | 27.12.2022 – 16.01.2023 |
| в) изготовление устройства | 27.12.2022 – 20.01.2023 |
| г) изготовление корпуса устройства | 01.12.2022 – 20.01.2023 |
| д) проведение калибровки и тестирования | 27.12.2022 – 27.01.2023 |
| е) оформление ВКР и сдача в ГЭК | 12.01.2023 – 01.02.2023 |
| ж) размещение текста ВКР в электронной библиотеке ТГУ | 26.01.2022 – 01.02.2023 |

5. Дата выдачи задания «20» декабря 2022 г.

Руководитель ВКР –
старший преподаватель кафедры
радиоэлектроники



А.А. Павлова

Задание принял к исполнению



Ю.С. Огарко

РЕФЕРАТ

Отчет по выпускной квалификационной работе 67 с., 53 рис., 8 таблиц, 17 источников.

ТЕРМИСТОРЫ, ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ, NTC, ДАТЧИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ЖИДКОСТИ, ARDUINO UNO, 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ, 3D ПЕЧАТЬ, АБС ПЛАСТИК, SOLIDWORKS, GSM МОДУЛЬ SIM800L

Объектом исследования является автоматизированный прибор для измерения температуры жидкостей.

Цель работы – разработка термодатчика с высоким быстродействием для измерения температуры жидких образцов в широком интервале.

В процессе работы создан прибор для измерения температуры жидких образцов на базе Arduino UNO.

В результате работы:

- 1) проведён литературный обзор,
- 2) разработана схема устройства,
- 3) изготовлено устройство,
- 4) изготовлен корпус устройства,
- 5) проведена калибровка и тестирование датчика в диапазоне температур 9,5 – 79,5 °С.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	5
1.1 Температура.....	5
1.2 Виды термометров	7
1.3 Терморезисторы	13
1.4 Компоненты, используемые в работе	14
2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	18
2.1 Используемые детали	18
2.2 Дисплей.....	23
2.3 GSM модуль SIM800L	24
2.4 Электропитание.....	28
2.5 Корпус.....	30
2.6 Чертеж корпуса	40
2.7 Программирование	43
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ	47
4 ОХРАНА ТРУДА	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Код программы.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Тестирование термодатчика	63

ВВЕДЕНИЕ

Датчики – это прорыв в мировом развитии технологий 21 века для всех сфер жизни. Датчики используются в промышленном управлении, автоматизированных производственных процессах, автомобилестроении, авиации и железнодорожном транспорте, ракетно-космической и авиационной технике. Их роль важна для измерения физических величин в экстремальных условиях.

Данная работа направлена на разработку датчика для измерения температуры жидких образцов.

Цель данной работы состоит в том, чтобы разработать устройство, которое обеспечит автоматическую работу измерения температуры жидкостей. Оно должно быть конкурентоспособным по сравнению с аналогами уже имеющимися в продаже.

Для этого устройство должно соответствовать следующим требованиям:

- а) низкая стоимость;
- б) высокая точность;
- в) проведение измерений без постоянного подключения к электросети;
- г) компактность.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- а) провести литературный обзор;
- б) разработать схему устройства;
- в) изготовить устройство;
- г) изготовить корпус устройства;
- д) провести тестирование устройства.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Температура

Для измерения термодинамической температуры выбирается некоторый термодинамический параметр термометрического вещества. Изменение этого параметра однозначно связывается с изменением температуры. Классическим примером термодинамического термометра может служить газовый термометр, в котором температуру определяют методом измерения давления газа в баллоне постоянного объёма. Известны также термометры абсолютные радиационные, шумовые, акустические [1].

Термодинамические термометры — это очень сложные установки, которые невозможно использовать для практических целей. Поэтому большинство измерений производится с помощью практических термометров, которые являются вторичными, так как не могут непосредственно связывать какое-то свойство вещества с температурой. Для получения функции интерполяции они должны быть отградуированы в реперных точках международной температурной шкалы.

Для измерения температуры какого-либо тела обычно измеряют какой-либо физический параметр, связанный с температурой, например для газов — объём или давление, скорость звука, электрическую проводимость, электромагнитные спектры поглощения или излучения

В повседневной практике температуру обычно измеряют с помощью специальных приборов — контактных термометров. При этом термометр приводят в тепловой контакт с исследуемым телом, и, после установления термодинамического равновесия тела и термометра, — выравнивания их температур, по изменениям некоторого измеримого физического параметра термометра судят о температуре тела. Тепловой контакт между термометром и телом должен быть достаточным, чтобы выравнивание температур происходило быстрее, также, ускорение выравнивания температур достигается снижением теплоёмкости термометра по сравнению с исследуемым телом, обычно, уменьшением размеров термометра. Снижение теплоёмкости термометра также меньше искажает результаты измерения, так как меньшая часть теплоты исследуемого тела отбирается или передаётся термометру. Идеальный термометр имеет нулевую теплоёмкость

Понятие абсолютной температуры было введено Кельвином, в связи с чем шкалу абсолютной температуры называют шкалой Кельвина или термодинамической температурной шкалой. Единица абсолютной температуры — кельвин (К).

Абсолютная шкала температуры называется так, потому что мера основного

состояния нижнего предела температуры — абсолютный ноль, то есть наиболее низкая возможная температура, при которой в принципе невозможно извлечь из вещества тепловую энергию [2].

Абсолютный ноль определён как 0 К, что равно $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-459,67\text{ }^{\circ}\text{F}$.

Шкала температур Кельвина — это шкала, в которой начало отсчёта ведётся от абсолютного нуля.

В технике, медицине, метеорологии и в быту в качестве единицы измерения температуры используется шкала Цельсия. В настоящее время в системе СИ термодинамическую шкалу Цельсия определяют через шкалу Кельвина: $t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$, то есть цена одного деления в шкале Цельсия равна цене деления шкалы Кельвина.

По шкале Цельсия точка замёрзания воды при давлении в 1 атм очень близка к $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Точка кипения воды, изначально выбранная Цельсием в качестве второй реперной точки со значением, по определению равным $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. По современным оценкам, температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении в термодинамической шкале Цельсия составляет около $99,975\text{ }^{\circ}\text{C}$. Шкала Цельсия очень удобна с практической точки зрения, поскольку вода и её состояния распространены и крайне важны для жизни на Земле. Ноль по этой шкале является особой точкой для метеорологии, поскольку связан с замёрзанием атмосферной воды. В таблице 1 представлен перерасчет температуры между основными шкалами [2].

Таблица 1 – Пересчет температуры между основными шкалами [2]

Шкала	Условное обозначение	Из Цельсия ($^{\circ}\text{C}$)	В Цельсий
Фаренгейт	($^{\circ}\text{F}$)	$[^{\circ}\text{F}] = [^{\circ}\text{C}] \times \frac{9}{5} + 32$	$[^{\circ}\text{C}] = ([^{\circ}\text{F}] - 32) \times \frac{5}{9}$
Кельвин	(К)	$[\text{K}] = [^{\circ}\text{C}] + 273,15$	$[^{\circ}\text{C}] = [\text{K}] - 273,15$
Ранкин	($^{\circ}\text{R}$)	$[^{\circ}\text{R}] = ([^{\circ}\text{C}] + 273,15) \times \frac{9}{5}$	$[^{\circ}\text{C}] = ([^{\circ}\text{R}] - 491,67) \times \frac{5}{9}$
Делиль	($^{\circ}\text{D}$ или $^{\circ}\text{De}$)	$[^{\circ}\text{De}] = (100 - [^{\circ}\text{C}]) \times \frac{3}{2}$	$[^{\circ}\text{C}] = 100 - [^{\circ}\text{De}] \times \frac{2}{3}$
Ньютон	($^{\circ}\text{N}$)	$[^{\circ}\text{N}] = [^{\circ}\text{C}] \times \frac{33}{100}$	$[^{\circ}\text{C}] = [^{\circ}\text{N}] \times \frac{100}{33}$
Реомюр	($^{\circ}\text{Re}$, $^{\circ}\text{Ré}$, $^{\circ}\text{R}$)	$[^{\circ}\text{Ré}] = [^{\circ}\text{C}] \times \frac{4}{5}$	$[^{\circ}\text{C}] = [^{\circ}\text{Ré}] \times \frac{5}{4}$
Рёмер	($^{\circ}\text{R}\emptyset$)	$[^{\circ}\text{R}\emptyset] = [^{\circ}\text{C}] \times \frac{21}{40} + 7,5$	$[^{\circ}\text{C}] = ([^{\circ}\text{R}\emptyset] - 7,5) \times \frac{40}{21}$

Принцип работы электронных термометров основан на изменении сопротивления проводника при изменении температуры окружающей среды.

Электронные термометры более широкого диапазона основаны на термопарах (контакт между металлами с разной электроотрицательностью создаёт контактную разность потенциалов, зависящую от температуры).

Наиболее точными и стабильными во времени являются термометры сопротивления на основе платиновой проволоки или платинового напыления на керамику.

В настоящее время температура является одним из важнейших технологических параметров в современном производстве.

Хотя с момента изобретения первых термометров прошло уже более чем 400 лет, эти устройства до сих пор продолжают совершенствоваться. В связи с этим появляются все новые устройства, основанные на ранее не применяемых принципах действия.

1.2 Виды термометров

Сейчас актуальными являются семь разновидностей термометров:

- жидкостные;
- газовые;
- механические;
- электрические;
- термоэлектрические;
- волоконно-оптические;
- инфракрасные.

Ниже подробнее рассмотрим виды термометров.

Жидкостный термометр

Данные термометры относятся к самым первым приборам. Они работают на принципе расширения жидкостей при изменении температуры. Когда жидкость нагревается – она расширяется, а когда охлаждается, то сжимается. Само устройство состоит из очень тонкой стеклянной колбы, заполненной жидким веществом. Колба прикладывается к вертикальной шкале, выполненной в виде линейки. Температура измеряемой среды равна делению на шкале, на которое указывает уровень жидкости в колбе. Эти устройства являются очень точными. Их погрешность редко составляет более 0,1 градуса. В различном исполнении жидкостные приборы способны измерять температуру до +600 градусов. Их недостаток в том, что при падении колба может

разбиться [3] На рисунке 1 показан такой термометр.



Рисунок 1 – Жидкостный термометр [3]

Газовый термометр

Работают точно так же как и жидкостные, только их колбы заполняются инертным газом. Благодаря тому, что в качестве наполнителя используется газ, увеличивается диапазон измерения. Такой термометр может показывать максимальную температуру в пределах от +271 до +1000 градусов. Данные приборы обычно применяются для снятия показания температуры различных горячих веществ [3]. На рисунке 2 показан такой термометр.



Рисунок 2 – Газовый термометр [3]

Механический термометр

Термометр работает по принципу деформации металлической спирали. Такие приборы оснащаются стрелкой. Они внешне немного напоминает стрелочные часы. Подобные устройства используются на панели приборов автомобилей и различной спецтехнике. Главное достоинство механических термометров в их прочности. Они не боятся встряски или ударов, как модели из стекла [3]. На рисунке 3 показан такой термометр.



Рисунок 3 – Механический термометр [3]

Электрический термометр

Приборы работают по физическому принципу изменения уровня сопротивления проводника при различных температурах. Чем горячее металл, тем его сопротивляемость при передаче электрического тока выше.

Диапазон чувствительности электротермометров зависит от металла, который использован в качестве проводника. Для меди он составляет от -50 до +180 градусов. Более дорогие модели на платине могут указывать на температуру от -200 до +750 градусов. Такие приборы применяются как датчики температуры на производстве и в лабораториях [3]. На рисунке 4 показан такой термометр.



Рисунок 4 – Электрический термометр [3]

Термоэлектрический термометр

Термометр имеет в своей конструкции 2 проводника, которые измеряют температуру по физическому принципу, так называемому эффекту Зеебека. Подобные приборы имеют широкий диапазон измерения от -100 до +2500 градусов. Точность термоэлектрических устройств составляет около 0,01 градуса.

Их можно встретить в промышленном производстве, когда требуется измерение высоких температур свыше 1000 градусов. На рисунке 5 показан такой термометр.



Рисунок 5 – Термоэлектрический термометр [3]

Волоконно-оптический термометр

Делаются из оптоволокна. Это очень чувствительные датчики, которые могут измерять температуру до +400 градусов. При этом их погрешность не превышает 0,1 градуса. В основе такого термометра лежит натянутое оптоволокно, которое при изменении температуры растягивается или сжимается. Проходящий сквозь него луч света преломляется, что фиксирует оптический датчик, сопоставляющий преломление с температурой окружающей среды [3]. На рисунке 6 показан такой термометр.



Рисунок 6 – Волоконно-оптический термометр [3]

Инфракрасный термометр

Термометр, или пирометр, является одним из самых недавних изобретений. Они имеют верхний диапазон измерения от +100 до +3000 градусов. В отличие от предыдущих разновидностей термометров, они снимают показания без непосредственного контакта с измеряемым веществом. Прибор посылает инфракрасный луч на измеряемую поверхность, и на небольшом экране отображает ее температуру. При этом точность может отличаться на несколько градусов [3].

Подобные устройства применяются для измерения уровня нагрева металлических заготовок, которые находятся в горне, корпуса двигателя и пр. Инфракрасные термометры способны показать температуры открытого пламени. Подобные устройства применяются еще в десятках различных сфер. На рисунке 7 показан такой термометр.



Рисунок 7 – Инфракрасный термометр [3]

По способу измерения датчики измерения температур бывают контактные и бесконтактные.

Контактные методы измерения более просты и точны, чем бесконтактные. Но для измерения температуры необходим непосредственный контакт с измеряемой средой и телом. И в результате этого может возникать, с одной стороны, искажение температурной среды в месте измерения и с другой – несоответствие температуры чувствительного элемента и измеряемой среды.

Для реализации контактных методов измерения применяются термометры

расширения (жидкостные, манометрические), термопреобразователи (проводниковые, полупроводниковые) и термоэлектрические преобразователи.

1.3 Терморезисторы

Термисторы - это термометры сопротивления, выполненные на основе смешанных оксидов переходных металлов. Два основных типа термисторов – NTC (с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления) и PTC (с положительным коэффициентом). Наиболее распространенный тип – NTC. PTC термисторы используются только в очень узких диапазонах температур, в несколько градусов, в основном в системах сигнализации и контроля. Наиболее распространенный тип – NTC. NTC-термисторы уменьшают свое сопротивление с увеличением температуры. [4]

Большим преимуществом термисторов является разнообразие форм и миниатюрность. Основные конструктивные типы: бусиновые (0,1 ÷ 1 мм), дисковые (2,5 ÷ 18 мм), цилиндрические (3 ÷ 40 мм), пленочное покрытие (толщина 0,2 ÷ 1 мм). Выпускаются бусиновые термисторы диаметром до 0,07 мм с выводами толщиной 0,01 мм. Такие миниатюрные датчики позволяют измерять температуру внутри кровеносных сосудов или растительных клеток.

Большинство термисторов – керамические полупроводники, изготовленные из гранулированных оксидов и нитридов металлов путем формирования сложной многофазной структуры с последующим спеканием (синтерация) на воздухе при 1100-1300 °С. Сложные двойные и тройные структуры оксидов переходных металлов, такие как $(AB)_3O_4$, $(ABC)_3O_4$ лежат в основе термисторов. Распространенной формулой является $(Ni_{0,2}Mn_{0,8})_3O_4$.

Наиболее стабильными термисторами при температурах ниже 250 °С являются термисторы на основе смешанных оксидов магния и никеля или магния, никеля и кобальта, имеющие отрицательный ТКС. Удельная проводимость термистора ρ (25 °С) зависит от химического состава и степени окисления. Дополнительное управление проводимостью осуществляется добавлением очень малых концентраций таких металлов как Li и Na.

При изготовлении бусиновых термисторов бусинки наносятся на две параллельные платиновые проволоки при температуре 1100 °С, проволоки разрезаются на куски для получения необходимой конфигурации выводов. На бусинки наносится стеклянное покрытие, спекаемое при 300 °С, либо бусинки герметизируются внутри миниатюрных стеклянных трубок. Для получения металлических контактов в дисковых

термисторах, на диск наносится металлическое покрытие Pt-Pd-Ag и выводные проводники соединяются с покрытием пайкой или прессованием. [4]

По принципу действия термочувствительные покрытия можно подразделить на следующие основные виды:

- 1) покрытия с химическим взаимодействием компонентов;
- 2) покрытия, в которых происходит плавление компонентов;
- 3) поверхностно-градиентные покрытия;
- 4) термохромные покрытия.

Механизм работы таких термопреобразователей основан на зависимости какого-либо оптического параметра пленок от теплового воздействия. Такими параметрами могут быть коэффициенты отражения и пропускания света или интенсивность собственного свечения. Например, некоторые типы жидких кристаллов по мере нагревания изменяют цвет. Такое изменение цвета может быть как обратимым, так и необратимым. В диапазоне комнатных температур используются термоиндикаторы на основе жидких кристаллов. Они плавно изменяют свой цвет при изменении температуры. Изменения эти, как правило, обратимые.

Для низких и высоких температур производятся в основном необратимые термоиндикаторы. Такие термоиндикаторы используют, например, для контроля за замороженными продуктами. Если в процессе хранения или транспортировки температура хоть раз была выше допустимой, то изменившаяся окраска термоиндикатора сообщит об этом. Основное достоинство термоиндикаторов низкая стоимость. Их можно использовать как одноразовые датчики температуры.

1.4 Компоненты, используемые в работе

В данной работе использовались два терморезистора s861.

Полное название: B57861S0502F040.

Технические характеристики:

Тип температурного коэффициента: NTC

Производитель: Epcos

Сопротивление при 25 °C: 5кОм

Размеры: 2.41 x 6.5мм

Максимальная номинальная мощность: 60мВт

Высота: 6.5мм

Температурный коэффициент: 4.4%/°C

Допуск: $\pm 1\%$

Точность: $\pm 1\%$

Диаметр кабеля: 0.25 mm

Допустимое отклонение: 1 %

Максимальная рабочая температура: + 155 C

Минимальная рабочая температура: - 55 C

Тип выводов: Radial

На рисунке 8 показан такой терморезистор.



Рисунок 8 – Терморезистор s861 [5]

На рисунке 9 показана схема такого терморезистора.

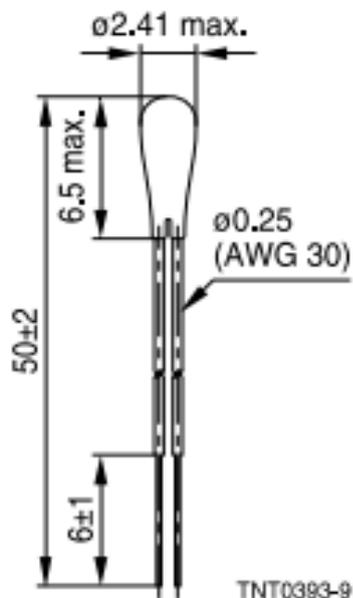


Рисунок 9 – Схема терморезистора s861 [5]

В таблице 2 представлена зависимость сопротивления от температуры терморезистора s861.

Таблица 2 – Зависимость сопротивления от температуры терморезистора s861 [5]

R/T No.	1008	
T(°C)	$B_{25/100}=3560K$	
	R_t/R_{25}	A(%/K)
- 55	53,104	6,1
- 50	39,318	6,0
- 45	29,325	5,8
- 40	22,03	5,7
- 35	16,666	5,5
- 30	12,696	5,4
- 25	9,7251	5,2
- 20	7,5171	5,1
- 15	5,8353	4,9
- 10	4,5686	4,8
- 5	3,605	4,7
0	2,8665	4,5
5	2,2907	4,4
10	1,8438	4,3
15	1,492	4,1
20	1,2154	4,0
25	1,0000	3,9
30	0,82976	3,8
35	0,68635	3,7
40	0,57103	3,6
45	0,48015	3,5
50	0,40545	3,4
55	0,3417	3,3
60	0,28952	3,2
65	0,24714	3,1
70	0,21183	3,1
75	0,18194	3,0

Окончание таблицы 2

80	0,1568	2,9
85	0,13592	2,8
90	0,11822	2,8
95	0,1034	2,7
100	0,090741	2,6
105	0,079642	2,6
110	0,070102	2,5
115	0,061889	2,4
120	0,054785	2,4
125	0,048706	2,3
130	0,043415	2,3
135	0,038722	2,2
140	0,034615	2,2
145	0,031048	2,1
150	0,02791	2,1
155	0,025193	2,0

Также в работе используется макетная плата для подключения терморезисторов, дисплея и Arduino. Универсальная макетная плата, сделана из стеклотекстолита, а её металлизированная площадка хорошо подходит для пайки проводов и выводных радиоэлементов к ним. На рисунке 10 представлена универсальная макетная плата.

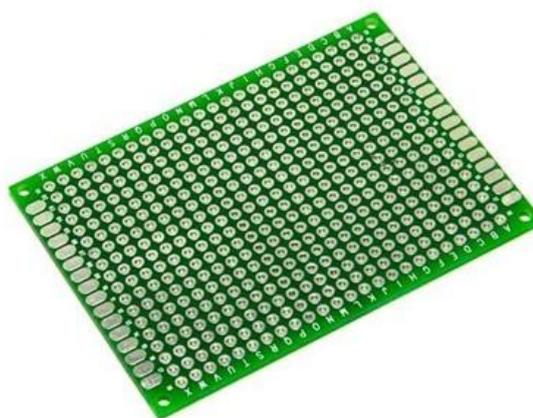


Рисунок 10 – Универсальная макетная плата [6]

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Используемые детали

Термистор – резистор на основе полупроводника, значительно уменьшающий своё сопротивление при понижении температуры. На основе этих данных можно измерять температуру в понятном для микроконтроллеров виде. Термисторы выносливы к различным температурам, механическим нагрузкам, к износу от времени, а при определённой обработке и к агрессивным химическим средам. [5]

Поначалу для работы использовался цифровой датчик DS18B20 обладающий множеством полезных функций. По сути, DS18B20 – это целый микроконтроллер, который может хранить значение измерений, сигнализировать о выходе температуры за установленные границы (сами границы мы можем устанавливать и менять), менять точность измерений, способ взаимодействия с контроллером и многое другое. На рисунке 11 показан такой цифровой датчик.



Рисунок 11 – Цифровой датчик DS18B20 [6]

Но при дальнейшем продвижении работы от него было решено отказаться, т.к. у него большая инерционность и маленькая чувствительность. Замена была произведена на два термистора B57164-K 473-J, 47 кОм, который был обработан термоклеем и стал для него корпусом, защищающим его от внешнего воздействия жидкости. Провод, идущий от термистора (показан на рисунке 12) к Arduino UNO R3, был покрыт термопарой, что защитит его от воздействия высоких температур жидкости.



Рисунок 12 – NTC Термистор 47к [5]

Но в дальнейшем при испытании на высоких температурах от 70 градусов и выше термоклей показал свою слабость. Впоследствии, это затруднило процесс работы, и было принято решение взять новые термисторы, защищенные от влияния окружающей среды (рисунок 13).



Рисунок 13 – Термисторы s861

В таблице 3 приведены сравнения трех видов терморезисторов используемых на протяжении всей работы над прибором.

Таблица 3 – Технические параметры

Тип	DS18B20	NTC Термистор 47к	S861
Область применения	Измерение температуры	Измерение температуры	Измерение температуры
Конструктивное исполнение	цилиндр	диск	Миниатюрный
Сопротивление при 25 °С, Ом	–	47000	10000
Точность, %	3	5	1
Коэффициент температурной чувствительности	–	44/50	3988
Диаметр корпуса, мм	7	5,5	2,41
Длина корпуса, мм	55	5	5
Рабочая температура, грд.С	– 55...125	– 55...125	– 55...155
Вес, г	27	0,5	0,1

Аббревиатура NTC расшифровывается как Negative Temperature Coefficient, что в переводе на русский язык означает отрицательный температурный коэффициент. При повышении температуры датчика его сопротивление уменьшается, а при понижении температуры сопротивление возрастает.

Датчик температуры также может называться термистором, терморезистором, термическим резистором, термометром сопротивления.

Макетная плата – универсальная печатная плата для сборки и моделирования прототипов электронных устройств, поначалу использовалась плата breadboard на 400 точек, но в дальнейшем из-за нового дисплея и для более надежного крепления была приобретена универсальная плата с возможностью надежно припаять все конструкции. Платы, используемые в работе, показаны на рисунке 14.

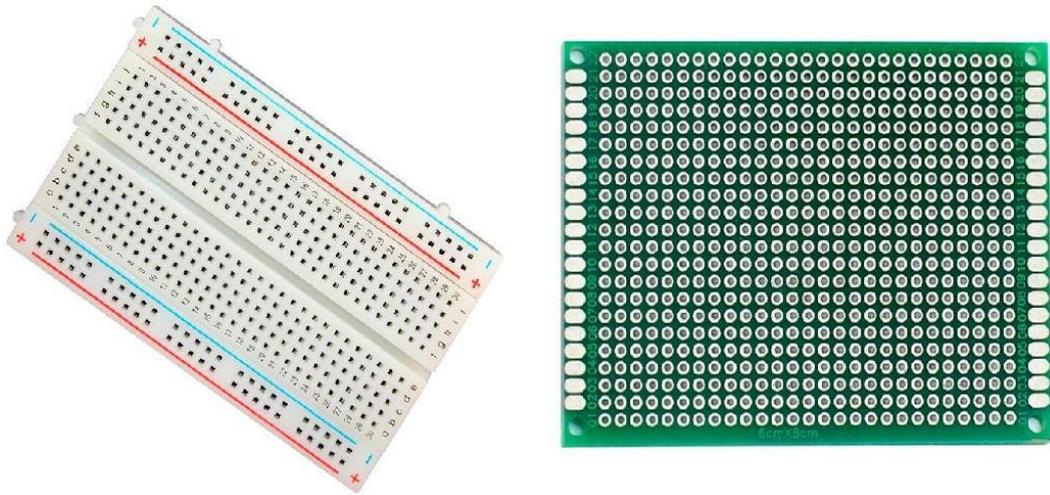


Рисунок 14 – Плата breadboard (слева), макетная плата универсальная (справа) [6]

На рисунках 15 – 16 показано, как выглядел прибор на начальных стадиях разработки. Без корпуса и с встроенными компонентами питания в виде батареи типа крона. Далее показана стадия прибора с первоначальным типом корпуса и блоком питания на базе PowerBank.

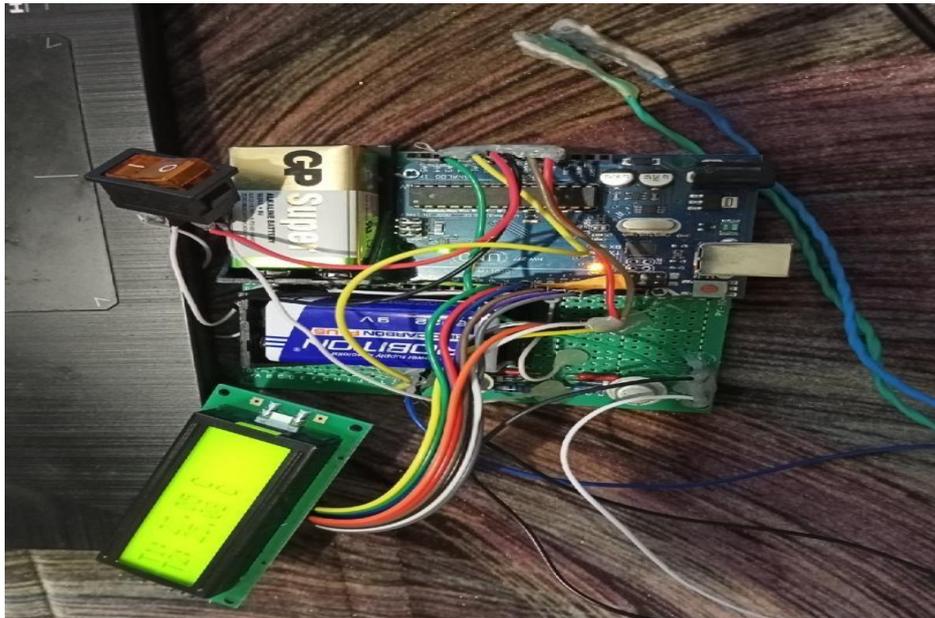


Рисунок 15 – Прибор на макетной плате, запитанный батареей Крона

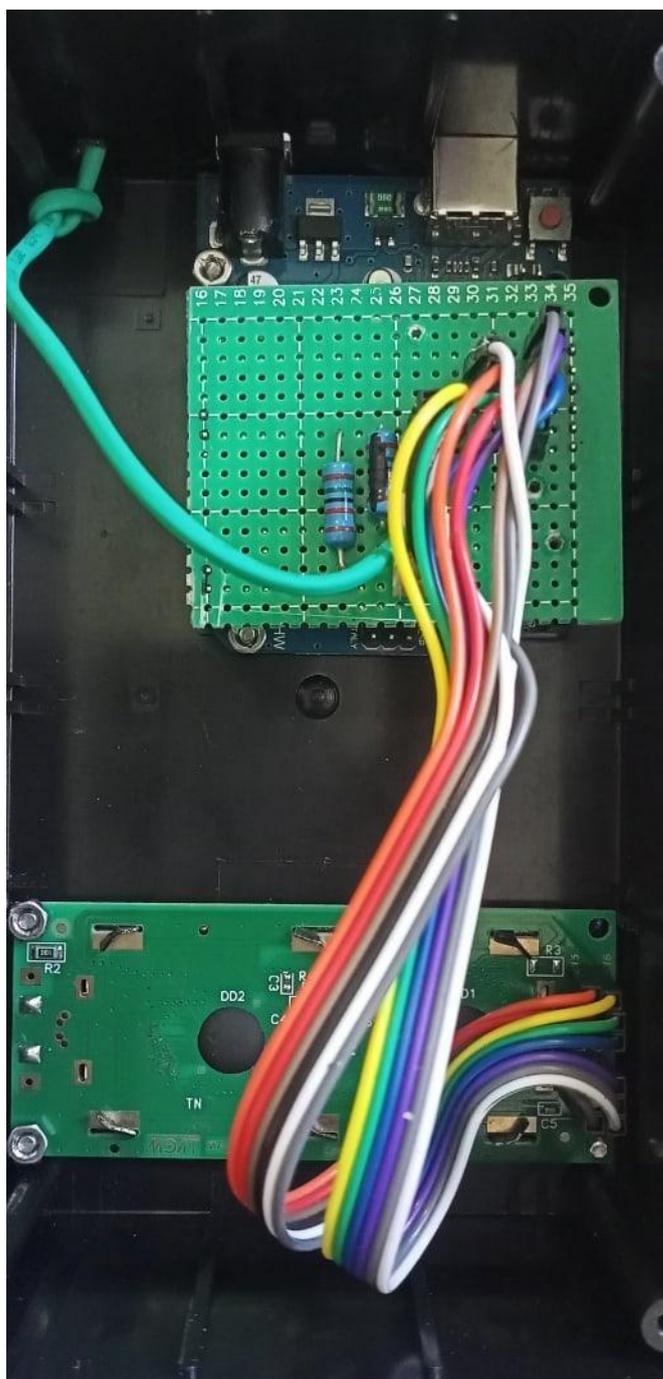


Рисунок 16 – Прибор на макетной плате, запитанный от Power Bank

Далее схема была упрощена, а размер прибора уменьшен. Это позволило уместить его в корпус с запасом под Power Bank, что позволяет пользоваться прибором длительное время (4 ÷ 5 часов и более в зависимости от емкости Power Bank).

2.2 Дисплей

Для работы был использован дисплей GSMIN LCD1602 он предназначен для работы в среде Arduino и отображает ASCII символы, разбивая их в две строки по шестнадцать знаков. Жидкокристаллический дисплей этого типа используется при проектировании электронных устройств чаще прочих. Символы отображаются матричным способом 5×7 пикселей. В плате дисплея уже находится интерфейс I2C. Напряжение питания – 5 В. На лицевой части, помимо самого жидкокристаллического дисплея, находится группа контактов. Сзади есть два чипа с электрической обвязкой, а также резистор. На рисунке 17 показан внешний вид дисплея.



Рисунок 17 – Дисплей GMIN LCD1602 [7]

Дисплей оснащен шестнадцатью контактами, что позволяет ему функционировать как в четырехбитном, так и в восьмибитном режимах. Чтобы упростить сопряжение среды Arduino с жидкокристаллическим дисплеем, применяется прошитый в IDE Arduino «LiquidCrystal.h». Эта библиотека написана специально для дисплеев, работающих на базе драйвера HD44780. Основная причина, почему выбран именно этот дисплей, это 2 строки по 16 символов. В данной работе использовались два терморезистора, поэтому первая строка была выделена под «желтый» терморезистор, а вторая под «зеленый» терморезистор. На рисунке 18 показан дисплей GMIN LCD1602 во время испытаний изделия

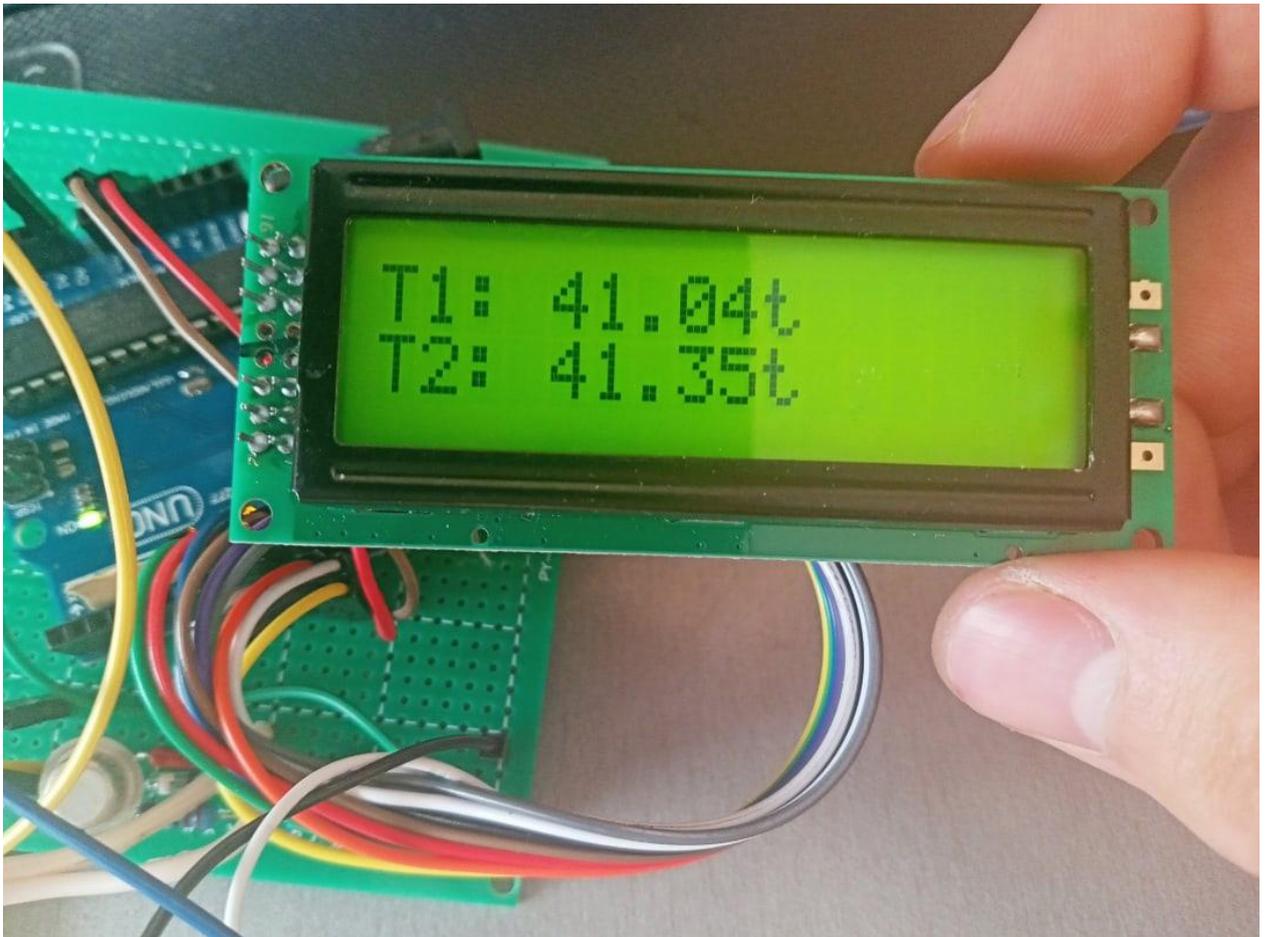


Рисунок 18 – Дисплей GSMIN LCD1602 во время испытания

2.3 GSM модуль SIM800L

Модуль GSM на чипе SIM800L – это миниатюрный GSM-модем, который можно использовать в различных проектах, таких как охрана дачи или дома, сигнализация в машине и многое другое. Данный модуль, по функционалу не чем не уступает обычному сотовому телефону и с его помощью можно, отправлять SMS сообщения, совершать или принимать телефонные звонки. [8]

Технические параметры:

- напряжение питания: 3.7 В ~ 4.4 В;
- потребляемый ток режима ожидания: 0,7 мА;
- пиковый ток: 2 А;
- скорость UART: 1200 – 115200 бод;
- формат SIM карты: microSIM;
- рабочий диапазон: EGSM900, DCS1800, GSM850, PCS1900;

- мощность передачи DCS1800, PCS1900: 1 Вт;
- мощность передачи GSM850, EGSM900: 2 Вт;
- режим сети: 2G;
- габариты: 25 мм × 24 мм × 4 мм.

На рисунке 19 показан модуль GSM на чипе SIM800L.



Рисунок 19 – Модуль GSM на чипе SIM800L [8]

Контакты чипа SIM800L выведены по бокам модуля. Включая контакты необходимые для связи с микроконтроллером. Поддерживаемая скорость от 1200 бит / с до 115200 бит / с. Для подключения к сотовой сети, нужна внешняя антенна, которая идет в комплекте с модулем. Также, на плате имеется разъем U.FL, если необходимо подключить выносную антенну. На задней панели расположено гнездо для установки SIM-карты. Устанавливать SIM карту необходимо контактами к чипу SIM800L, а ключ должен располагаться сверху.

На рисунке 20 показан модуль GSM на чипе SIM800L установленный в работе и подключенный к внешней антенне, которая закреплена к корпусу прибора.

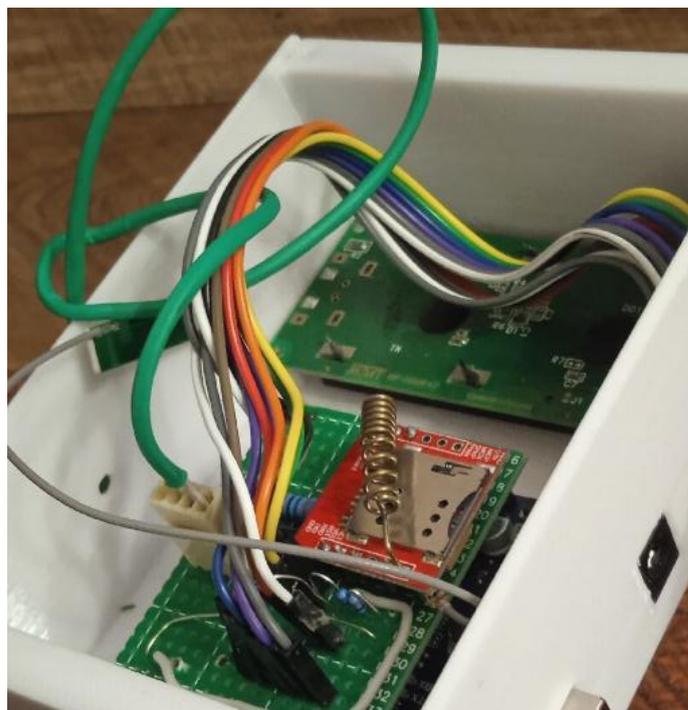


Рисунок 20 – Модуль GSM на чипе SIM800L в изделии

Распиновка GSM-модуля SIM800L.

На модуле SIM800L расположено 12 контактов, которые необходимы для связи с микроконтроллером и подключения динамика и микрофона. Соединения следующие:

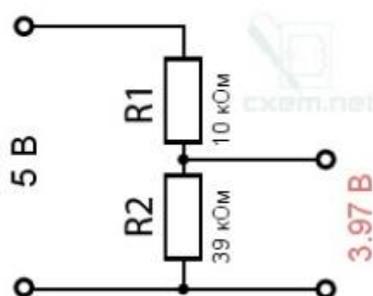
1. NET – Вывод для припаивания спиральной антенну.
2. VCC – Питание модуля, от 3,4 В до 4,4 В.
3. RST (Reset) – Вывод сброса модуля.
4. RxD (Receiver) – Вывод последовательной связи.
5. TxD (Transmitter) – Вывод последовательной связи.
6. GND – Вывод заземления, должен быть подключен к выводу GND на Arduino
7. RING – Вывод индикатора звонка.
8. DTR – Вывод активации / деактивации спящего режима.
9. MIC \pm – Микрофонные вывод.
10. SPK \pm – Вывод динамика.

На рисунке 21 наглядно показаны расположения контактов GSM-модуля SIM800L.



Рисунок 21 – Расположение контактов на модуле GSM на чипе SIM800L

Вывод Rx нельзя подключать напрямую, так как цифровой вывод Arduino Uno использует 5В, а модуль SIM800L использует 4В. Необходимо сигнал Tx, поступающий от Arduino UNO, понизить до 4В, чтобы не спалить модуль SIM800L. Самый простой способ, это воспользоваться делителем напряжения на резисторах. Подключаем резистор на 10 кОм между выводом Rx (SIM800L) и выводом 2 (Arduino) и второй резистор на 39 кОм между выводом Rx (SIM800L) и GND. На рисунке 22 показана Принципиальная схема делителя напряжения.



Коэффициент делителя: 1.26

Рисунок 22 – Принципиальная схема делителя напряжения

2.4 Электропитание

При конструировании устройства в изначальном варианте в качестве электропитания использовался ноутбук с USB шнуром, но от него отказались по причине неудобства и громоздкости конструкции. На замену ноутбука был взят блок питания. Такая манипуляция показана на рисунке 23.

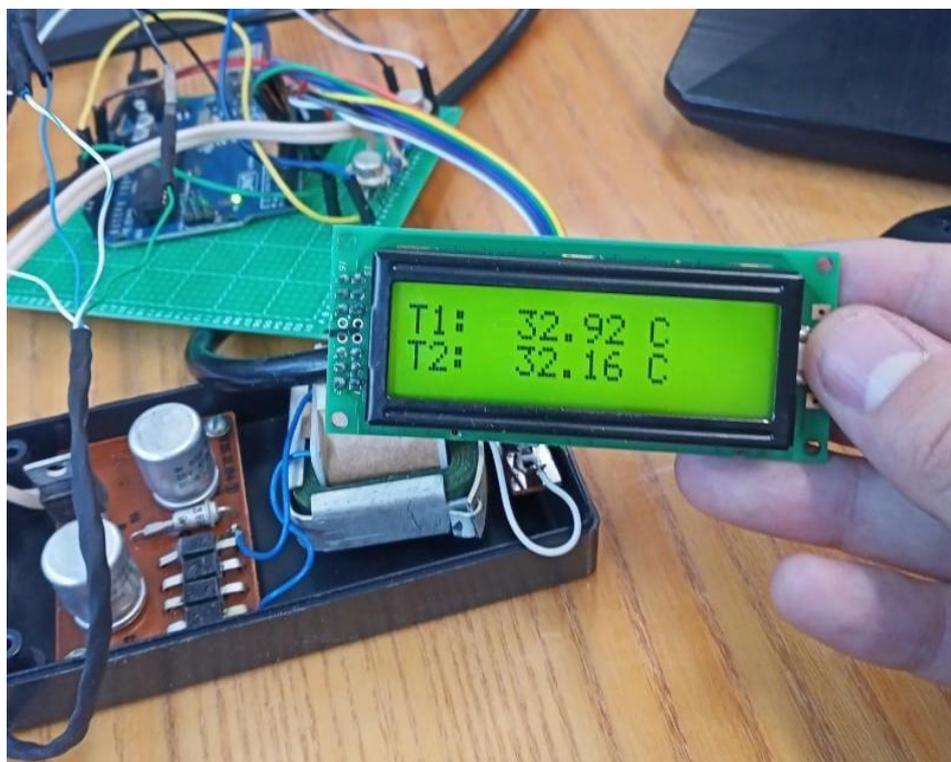


Рисунок 23 – Стадия разработки прибора с блоком питания

Размер прибора таким образом уменьшился, но возникла проблема связанная с постоянным требованием к сети электроснабжения. Поэтому было принято решение запитать прибор от двух батарей типа «Крона» одна батарея питает Arduino и дисплей, вторая оба термистора. Таким образом, устройство получило полную мобильность, и независимость от сети электроснабжения как показано на рисунке 24.

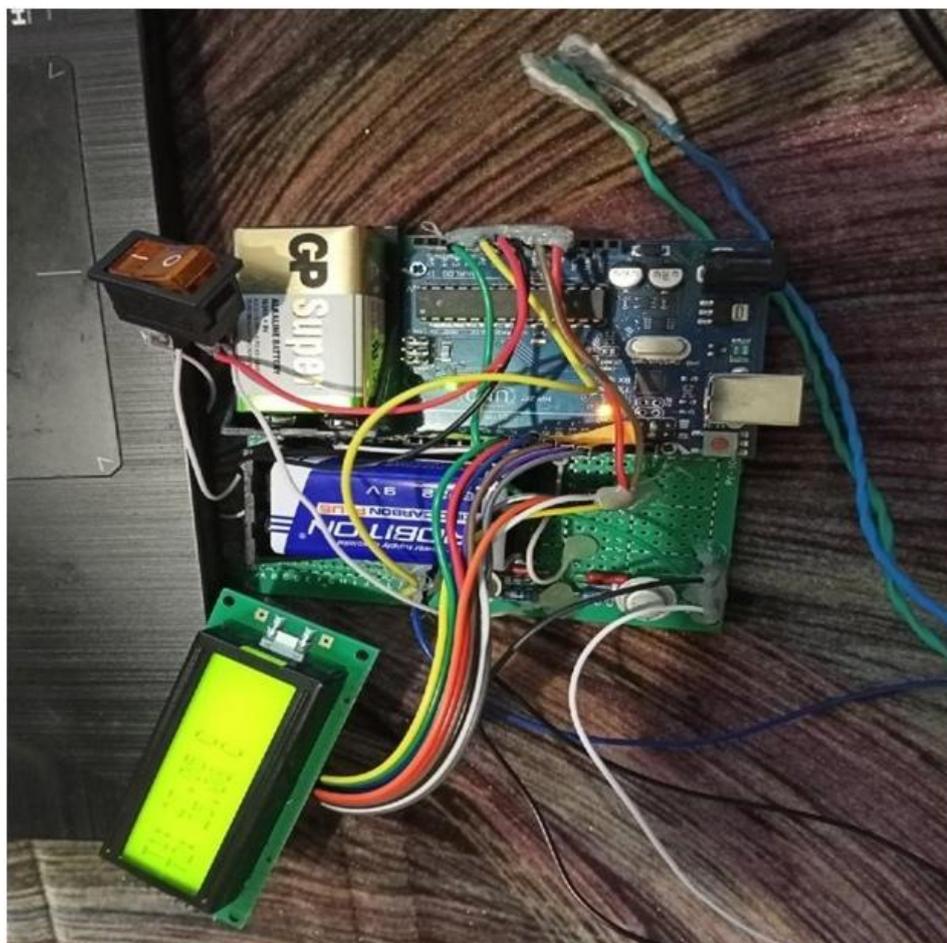


Рисунок 24 – Стадия разработки прибора с двумя батарейками типа «Крона»

Также для того, что бы иметь возможность отключить аппарат и не вынимать батареи постоянно при отсутствии необходимости измерения, был подключен 4-pin выключатель прибора. В таком состоянии прибор способен работать 1-2 часа, далее батареи разряжаются и измерения теряют точность, погрешность слишком высока. В качестве решения этой проблемы был взят Power Bank и более большой корпус для него. Power Bank позволяет работать 4 и более часов в зависимости от используемого Power Bank без погрешностей в измерении. На рисунке 25 показан прибор, работающий от Power Bank.

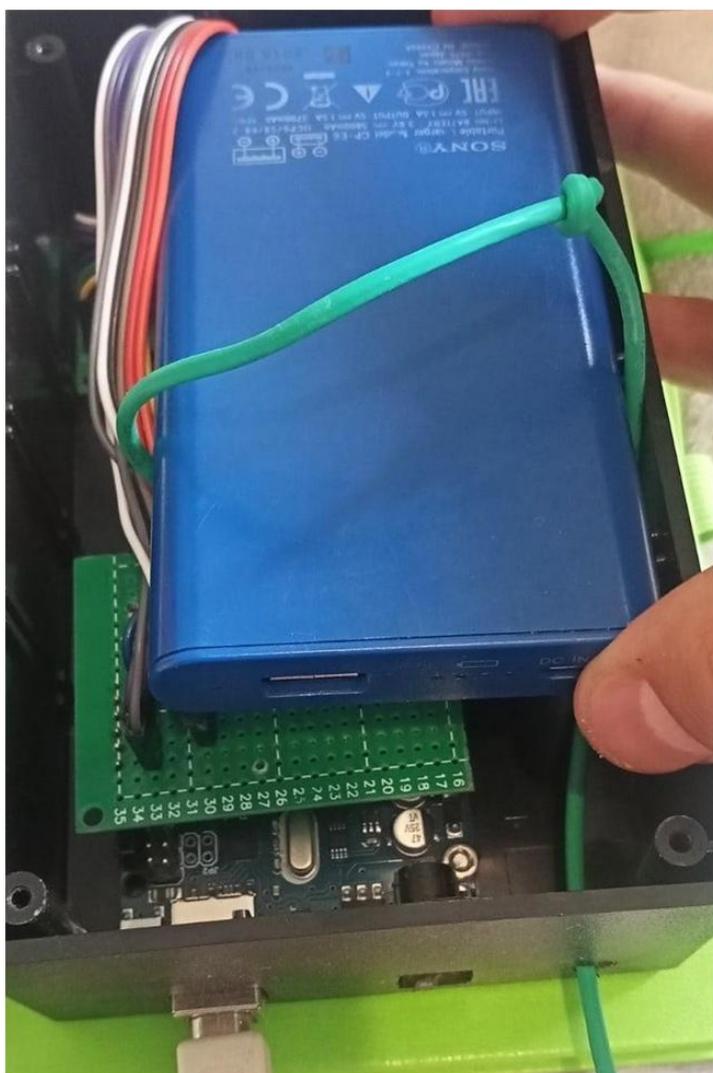


Рисунок 25 – Прибор с встроенным PowerBank

2.5 Корпус

Корпус прибора было решено сделать используя программу 3D моделирования, используя знания полученные во время учебы на курсе начертательной геометрии и инженерной графики. А затем распечатать корпус на 3D принтере. Это необходимо для сокращения размера устройства и более миниатюрной и удобной формы. Известно, что обязательным условием для 3D-печати является наличие 3D-модели, по которой принтер будет выращивать трехмерный объект.

Не все модели пригодны для 3D-печати. Есть определенные требования к размерам, толщине и дизайну моделей – причем эти требования варьируются в зависимости от используемого материала и принтера. Прежде всего, нужно помнить, что для 3D-печати подходят файлы формата STL (для одноцветных моделей) и WRL (для цветной 3D-печати из гипса). Мой корпус будет одноцветный, поэтому буду использовать

STL формат.

Далее следовал выбор материала для корпуса.

1) ABS – пластик (АБС, акрилонитрилбутадиенстирол) – ударопрочный термопластик, который нашел широкое применение в промышленном и аддитивном производстве для изготовления самых разных вещей [9]. На рисунке 26 показаны гранулы из которых изготавливают нити АБС – пластика.



Рисунок 26 – Гранулы АБС-пластика [9]

Напечатанные изделия выдерживают довольно высокую температуру нагревания (около 100 °С), имеют слегка шероховатую поверхность, отличаются долговечностью, влагостойкостью, прочностью и при этом обладают небольшой эластичностью. 3Д печать из АБС пластика используют в машиностроении, автомобилестроении, для производства прототипов и корпусов различных приборов, в архитектурном проектировании, в медицине, в производстве сувениров, декоративных элементов, пресс-форм и различных бытовых предметов. [9]

На рисунке 27 показаны химические формулы мономеров, из которых производится АБС – пластик.



Рисунок 27 – Химические формулы мономеров, из которых производится АБС-пластик [10]

Детали из АБС – пластика поддаются склейке, сверлению, покраске. Также возможно сглаживание поверхности с помощью ацетоновой бани. При обработке ацетоном предметы становятся гладкие и глянцевые, похожие на керамические изделия, однако происходит неконтролируемое изменение толщин детали.

В моделях должны быть простая геометрия и толщины стенок не менее 1 мм.

Стандартная толщины слоя печати – 200 микрон.

ABS-пластик имеет усадку в среднем 0.4–1%, точный уровень усадки зависит от геометрии модели и объема материала. [11]

Также имеются подвиды ABS пластика:

А) На рисунке 28 показан ABSi пластик – прочный прозрачный пластик желтого, красного цвета или бесцветный. Он обычно используется при создании фар автомобиля и плафонов уличного и домашнего освещения.



Рисунок 28 – ABSi пластик [11]

Б) PC – термостойкий поликарбонат с превосходными физико-механическими свойствами. Широко используется в автомобилестроении, аэрокосмической промышленности, медицине и многих других областях [11]. На рисунке 29 представлен такой материал.

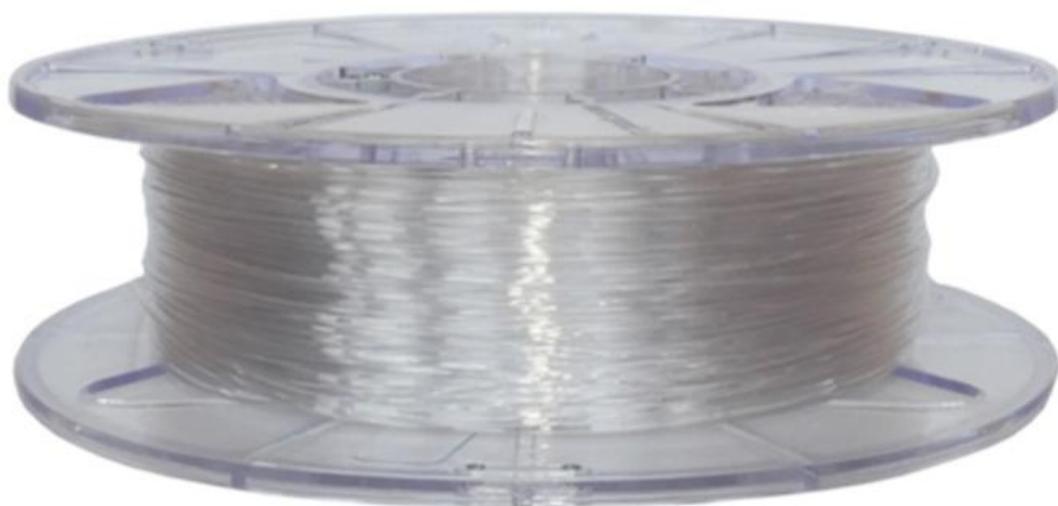


Рисунок 29 – PC – термостойкий поликарбонат [11]

В) PC–ABS – один из самых востребованных промышленных термопластиков, объединяет термостойкость PC и максимальную ударную прочность ABS. На рисунке 30 представлены компоненты из которого делают такой материал. [11]



Рисунок 30 – Термопластик для PC–ABS [11]

Г) PC–ISO – биосовместимый термопластик, применяемый в медицинской и пищевой промышленности. На рисунке 31 представлен образец биосовместимости

пластика в виде лицевой пластины.



Рисунок 31 – PC-ISO [11]

Д) PPSF – точный и прочный промышленный пластик, обладает высокой устойчивостью к воздействию огня, тепла и химических реагентов. На рисунке 32 представлены образцы из PPSF пластика.



Рисунок 32 – PPSF пластик [11]

На рисунке 33 представлены виды и возможные варианты использования АБС-пластика.

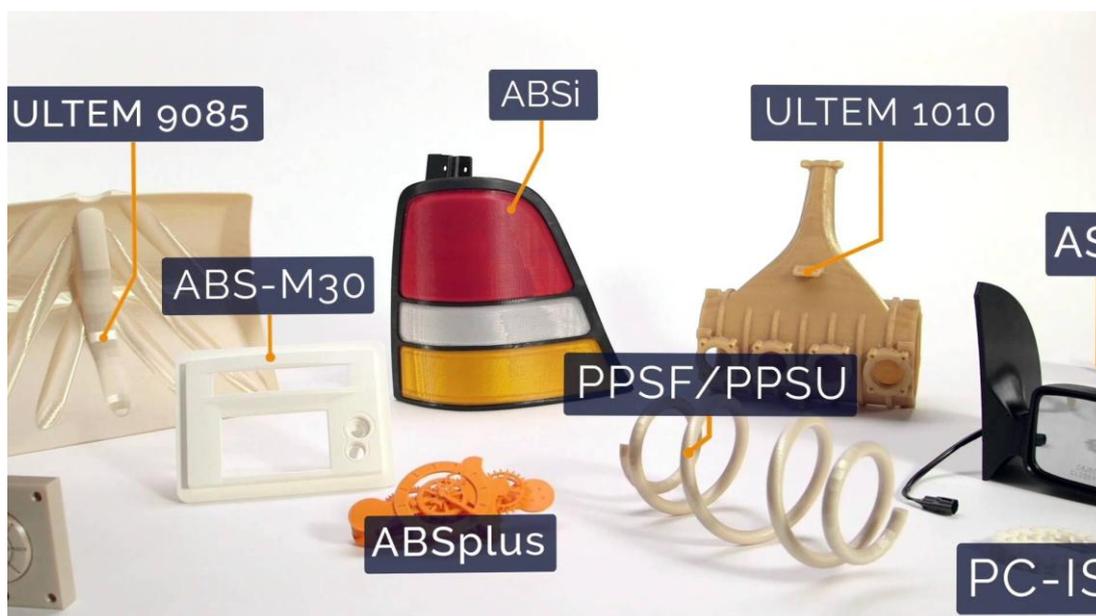


Рисунок 33 – Виды АБС-пластика [11]

2) Полиамид – это гибкий и прочный пластик для 3D печати SLS методом (селективное лазерное спекание).

В качестве исходного материала используется белый гранулированный

нейлоновый порошок, из которого с применением лазерной 3D – печати и промышленных 3D-принтеров можно выращивать подвижные элементы, крепления и сборные механизмы целиком. [11]

Поэтому 3D печать полиамидом широко применяется в прототипировании для создания качественных прототипов и сложных функциональных изделий, используется для изготовления корпусов сложных форм, макетов и габаритных моделей, радиоуправляемых моделей, объектов искусства, предметов интерьера, дизайнерских украшений и аксессуаров.

Если рассматривать в целом 3D печать, полиамид – наиболее универсальный и удобный материал для многих задач. На рисунке 34 предоставлено изделие, напечатанное на 3D принтере из полиамида.

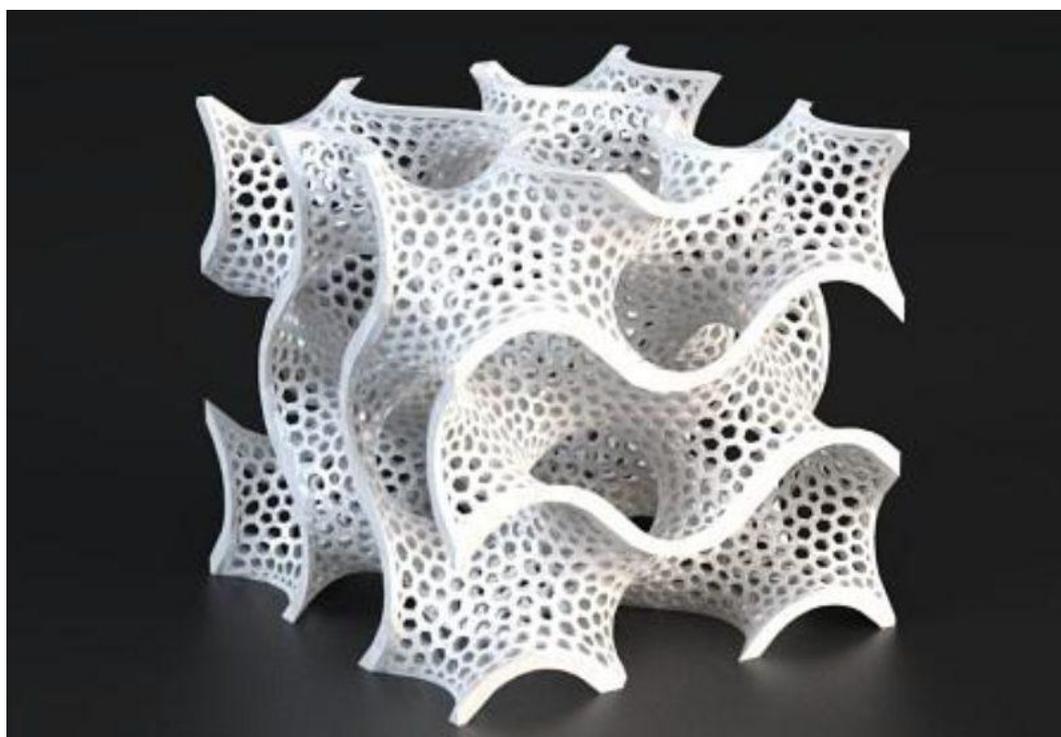


Рисунок 34 – Изделие, напечатанное на 3D принтере из полиамида [11]

Стеклонаполненный полиамид отличается от обычного полиамида техническими характеристиками, обладает повышенной прочностью, отлично подходит для создания прототипов и функциональных изделий, подверженных нагрузке.

Из минусов. Полиамид не подлежит вторичной переработке, небезопасен для употребления из него пищи. Температура выше 80 С может существенно изменить свойства полиамида. Полиамид поглощает влагу, поэтому не подходит для создания предметов, постоянно находящихся на улице. Данное ограничение может быть

преодолено с помощью окрашивания изделия влагостойкой краской или покрытия лаком.

Гибкость изделий из полиамида зависит от дизайна и структуры модели. Чем толще стенки модели, тем меньшей гибкостью она обладает. Большие плоские и тонкостенные детали могут деформироваться при печати. Для сохранения геометрии габаритных изделий рекомендуется разрезать модели на части, которые после печати можно будет склеить. [11]

3) PETG (ПЭТГ) – это износостойкая версия PET (ПЭТ). PET означает полиэтилентерефталат, а G показывает, что он модифицирован гликолем для большей долговечности.

PETG прочнее ABS – пластика, имеет низкую усадку (меньше чем у PLA), между слоями высокая адгезия, и они хорошо держатся. Материал характеризуется высокой ударопрочностью и термостойкостью (от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$), хорошей устойчивостью к воздействию жиров и минеральных кислот. Отлично подходит для печати габаритных изделий, прочных корпусов и механических деталей, макетов бутылок, прототипов и т.д. [11]

На рисунке 35 показана химическая формула и соединение PETG.

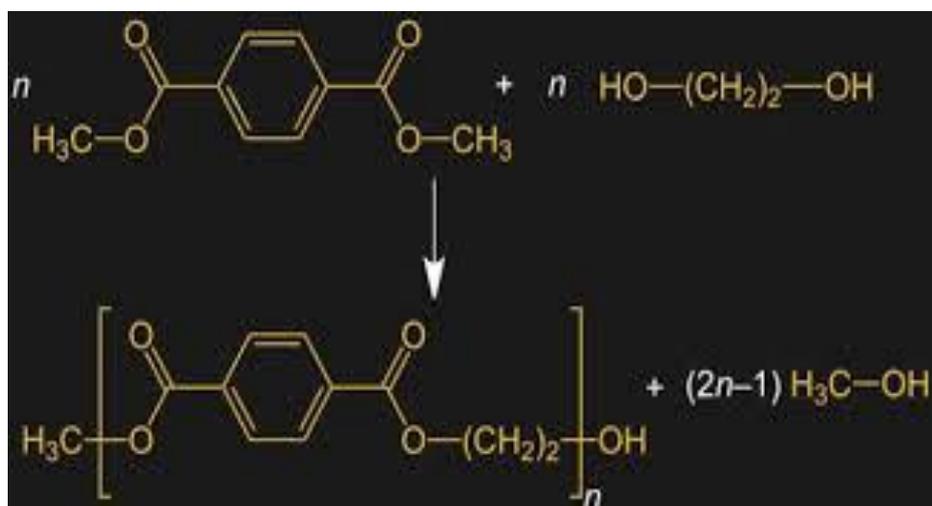


Рисунок 35 – PETG [11]

Печать PETG пластиком осуществляется на бытовых 3D-принтерах по технологии FDM, поэтому под всеми выступающими/нависающими элементами выстраиваются жесткие структуры поддержки. После удаления поддержек на поверхности остаются шероховатые следы, из труднодоступных «закрытых» элементов поддержки удалить невозможно. При создании моделей для FDM-печати нужно учитывать эту технологическую особенность.

4) PLA – один из самых популярных материалов для 3D печати. Его делают из кукурузы и сахарного тростника, поэтому со временем он разлагается в отличие от других пластиков и считается экологичным. Тем не менее, PLA не является безопасным для контакта с пищевыми продуктами. Идеален для печати любых декоративных и функциональных моделей. Растворим в дихлорметане. Для склеивания моделей рекомендуется использовать эпоксидную смолу. При необходимости PLA можно легко расплавить, поместив модель в ультразвуковой резервуар с небольшим количеством каустической соды. Модели, сделанные с помощью PLA, легко поддаются шлифовке и любой постобработке, включая покраску акриловыми красками. Объекты получаются прочными и долговечными.

В каких случаях стоит использовать PLA-пластик? По сравнению с другими типами нитей 3D-принтера PLA отличается хрупкостью, поэтому избегайте его использования при изготовлении предметов, которые могут быть согнуты или скручены. Также не стоит использовать PLA для печати изделий, которые впоследствии будут подвержены высоким температурам, поскольку PLA имеет тенденцию к деформации при температуре 60 ° C или выше. Для всех других применений PLA отлично подойдет. Благодаря маленькой усадке во время печати, из PLA хорошо получается делать прототипы больших размеров. [11]

На рисунке 36 показано изделие из PLA.



Рисунок 36 – Изделие из PLA [12]

5) ASA-пластик (АСА, акрилонитрилстиролакрилатовый пластик) – атмосферостойкий аналог ABS-пластика. Обладает высокой жесткостью и большей прочностью в сравнении с ABS-пластиком, устойчив к разбавленным кислотам, минеральным смазочным маслам, дизельному топливу. В отличие от АБС-пластика, АСА – пластик стоек к действию УФ – излучения, не желтеет и не рассыхается на открытом воздухе, что делает изделия из этого материала более пригодными для наружного применения. По сравнению с ABS пластиком имеет повышенную адгезию и заметно меньший эффект термоусадки. Всё это делает АСА великолепным выбором для функциональных прототипов и даже для конечных деталей. Материал отлично подойдет при печати корпусов уличных устройств, уличной осветительной техники, элементов автомобилей, морской и воздушной техники (как наружных, так и внутренних элементов) и предметов, которые при эксплуатации подвергаются воздействию окружающей среды. [12]

На рисунке 37 представлено изделие из АСА пластика.

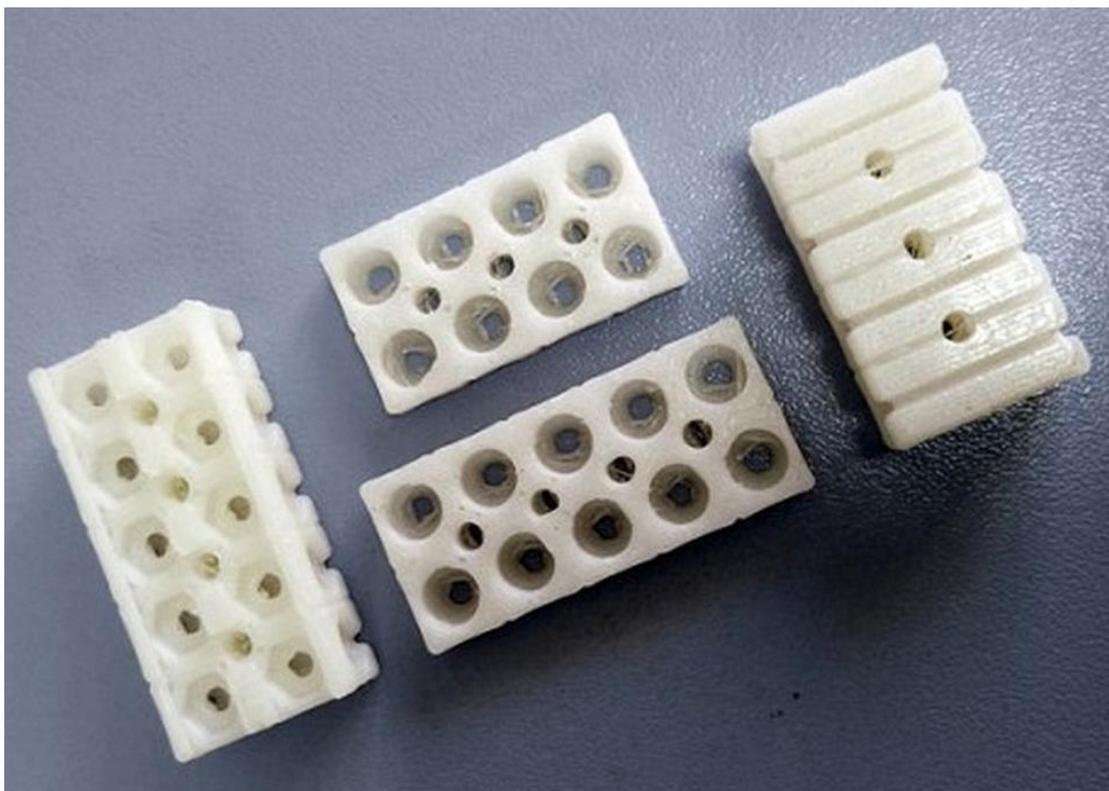


Рисунок 37 – АСА-Пластик [12]

В таблице 4 приведены сравнения материалов по основным физическим свойствам.

Таблица 4 – сравнение материалов по основным физическим свойствам

Материал	Легко использовать	Физические свойства		
		Прочность	Гибкость	Долговечность
PLA	да	2	1	2
АБС	-	2	2	3
PETG(PEТ,PEТТ)	-	2	2	3
Nylon	-	3	3	4
TPE, TPU, TPC(гибкий)	-	1	4	3
PC	-	4	2	4

По итогу сравнения был выбран для печати АБС-Пластик.

В таблице 5 приведены основные характеристики ABS пластика для 3D печати.

Таблица 5 – основные характеристики ABS пластика для 3D печати

Прочность	Высокая
Гибкость	Средняя
Долговечность	Высокая
Сложность использования	Средняя
Температура печати	210°C – 250°C
Температура стола для печати	80°C – 110°C
Усадка/деформации при охлаждении	Терпимая
Растворитель	Ацетон и его аналоги
Экологически безопасный	Нет

2.6 Чертеж корпуса

Корпус создавал в программе SolidWorks. Так как уже имел опыт работы в ней, благодаря предмету начертательная графика на 3 курсе. Также из преимуществ отмечу, что там есть автоматическое построение чертежа прямо с модели. Такая особенность практически незаменима для проектирования разнообразных технических изделий. Получить чертежи с модели можно всего лишь за несколько кликов компьютерной мышью.

Имеется возможность сшивания поверхностей. Это позволяет получить твердотельную модель, которая станет пригодной для воспроизведения на используемом 3D принтере. Что также необходимо так как модель будет печататься именно на 3D

принтере.

На рисунке 38 показана фронтальная сторона 3D модели корпуса.

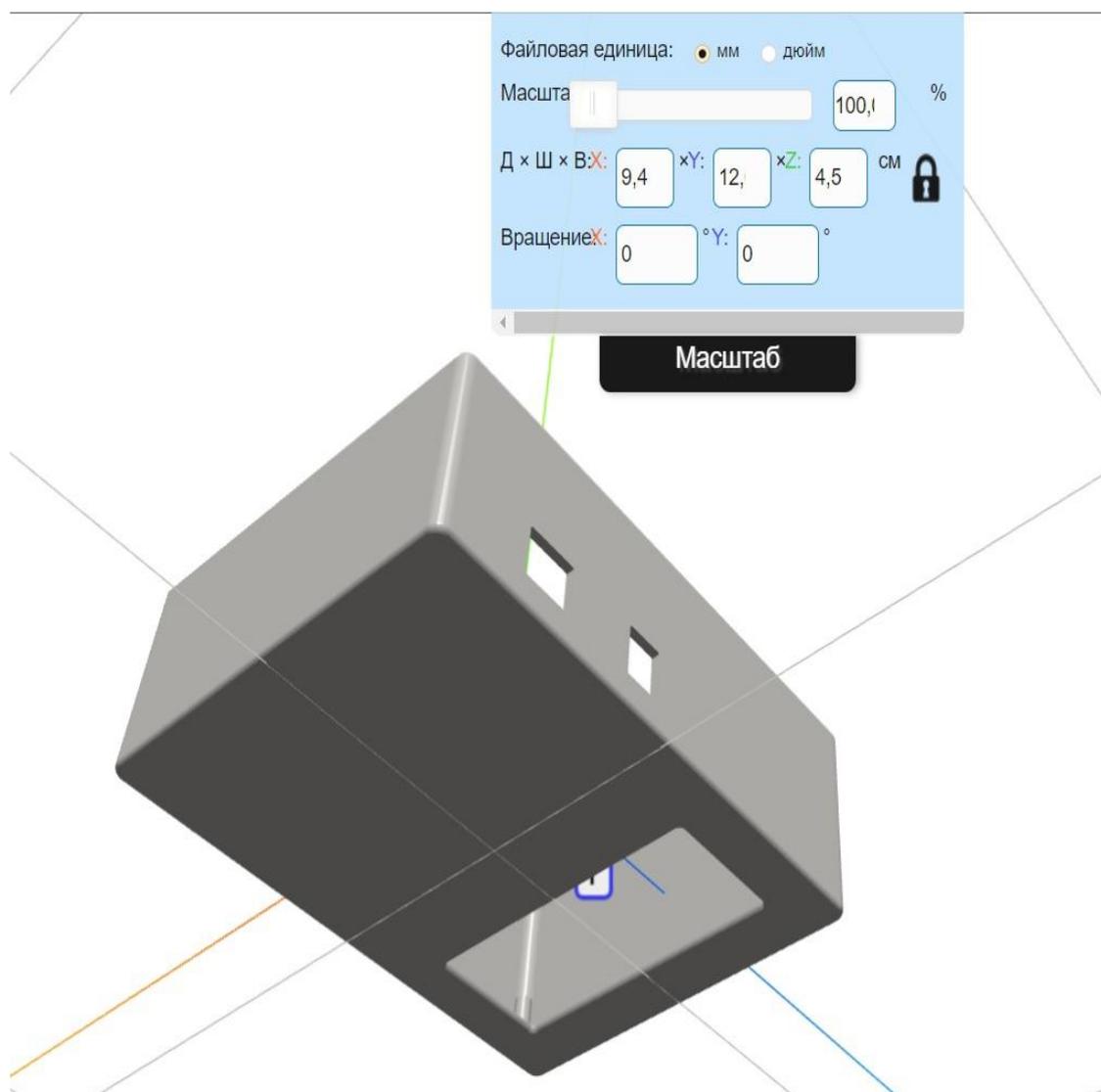


Рисунок 38 – Фронтальная 3D модель корпуса

Был спроектирован корпус прибора длиной 94 мм, шириной 120 мм, высотой 45 мм. Толщина стенок 2 мм полное заполнение. Имеются два технологических отверстия для питания Arduino и подключения к Agilent.

На рисунке 39 показана внутренняя часть 3D модели корпуса.

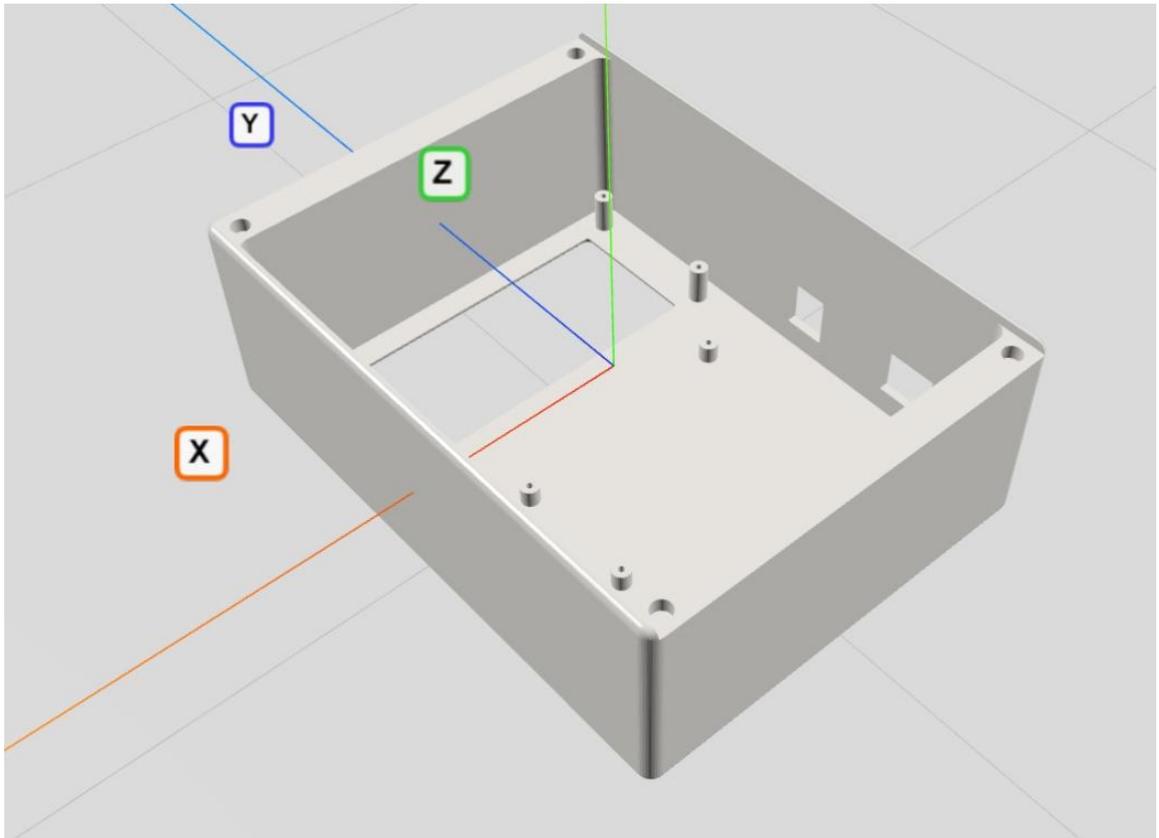


Рисунок 39 – Внутренняя часть 3D модели корпуса

Внутри корпус имеет дюбели под болты для надежного крепления Arduino и дисплея. Что позволит им быть хорошо зафиксированными и избежать поломки при эксплуатации.

На рисунке 40 показана боковая сторона 3D модели корпуса.

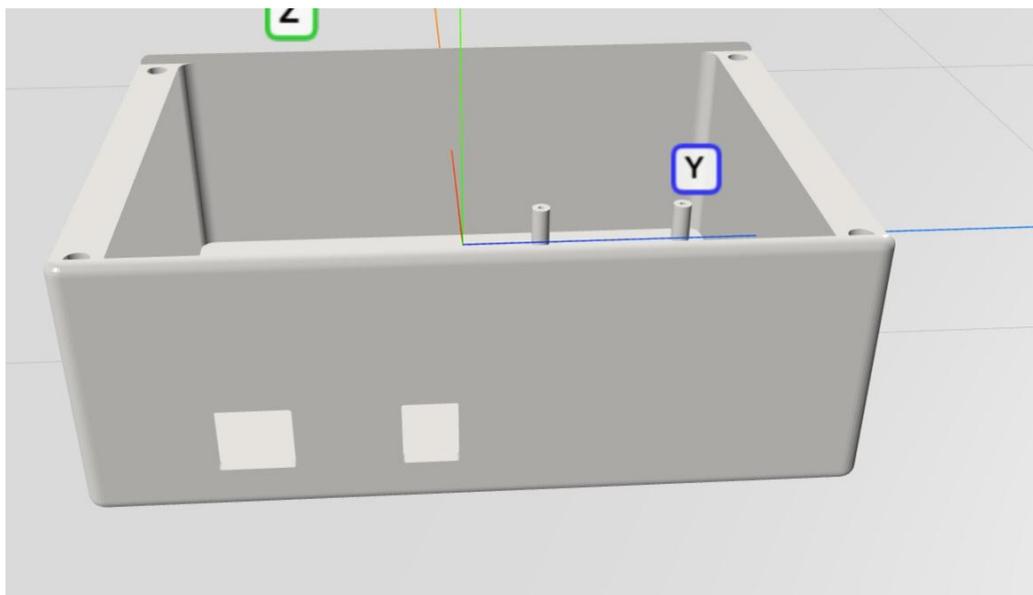


Рисунок 40 – Боковая сторона 3D модели корпуса

На рисунке 41 показана крышка 3D модели корпуса/

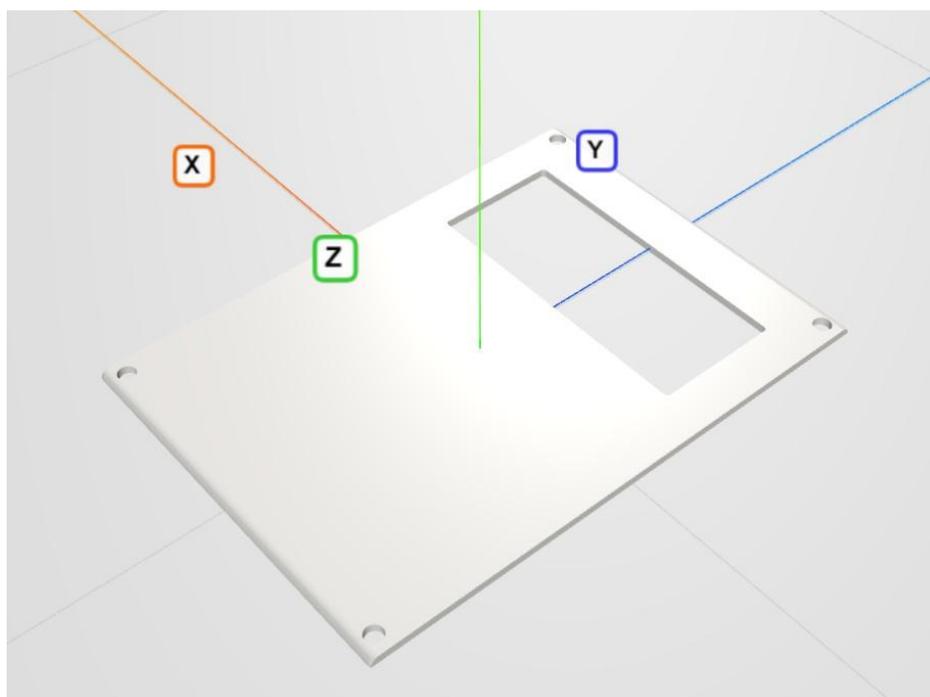


Рисунок 41 – Крышка 3D модели корпуса

Крышка корпуса создана для возможности её снятия и доступа к дисплею и Arduino. Она имеет толщину 2 мм.

2.7 Программирование

Узнав сопротивление обоих термисторов, проведя измерения с градусником и мультиметром, была построена зависимость измеренного сопротивления. Калибровка бета для первого датчика и калибровка бета для второго датчика разделили на четыре интервала температурного диапазона, в каждом диапазоне проведена калибровка для повышения точности измерения. Код программы представлен в Приложении А.

Алгоритм показан на рисунке 42.



Рисунок 42 – Алгоритм программы на Arduino

После написания кода переводящего сопротивление в температуру и калибровки датчика пришло время написания кода для GSM модуля SIM800L. Был написан код, позволяющий изделию отправлять оператору SMS сообщение при достижении определенной температуры. При этом оператор имеет возможность изменять номер телефона, на которое придет SMS сообщение, текст сообщения и температуру. Так как изделие может не всегда быть подключено к ПК, в код встроена функция, которая при измерении если в течении 10 секунд после включения прибора не было введено значение температуры для отправки SMS сообщения будет автоматически отправлять SMS сообщение при достижении 50 градусов. Так как это наиболее часто используемая температура измерения. Оператор также может легко менять это значение при желании.

На рисунке 43 показана часть кода, в которой показан цикл отсечки в 10 секунд, позволяющий изделию отправлять SMS автоматически при достижении температуры в 50 градусов без участия оператора. Показана логическая переменная «правда-ложь» для определения отправилось ли SMS сообщение, что позволяет избежать «спама» при измерении температуры после преодоления порога, заданного оператором.

```
int ther1, ther2;
bool a = false; bool b = false;
unsigned long last_time;
int s = 0;

void setup() //определение размеров и очистка экрана
{
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();
  Serial.begin(19200); //Скорость порта для связи Arduino с компьютером
  //Serial.println("Goodnight moon!");
  mySerial.begin(19200); //Скорость порта для связи Arduino с GSM модулем
  mySerial.println("AT");

  while (true){
    if (Serial.available() > 0) {temp = Serial.parseInt (); Serial.println (temp); break;}
    s = s +1; if (s == 10) {temp = 50; break;} delay (1000);}
  }
```

Рисунок 43 – Часть кода GSM модуля SIM800L

На рисунке 44 показана вторая часть кода GSM модуля SIM800L, в которой показаны 2 условия определения дошла ли температура до отправления SMS сообщения, и было ли SMS сообщение уже отправлено ранее.

```

if (ther1 >= temp and a == false){sms (text, PHONE); Serial.print("Green = "); Serial.println(Thermistor1()); a = true; }
else if (Thermistor1() < temp) {a = false;}

if (ther2 >= temp and b == false){sms (text, PHONE); Serial.print("Yellow = "); Serial.println(Thermistor2()); b = true; }
else if (Thermistor2() < temp) {b = false;}

delay (100);
}

void sms(String text, String PHONE) {
  float h = Thermistor1();
  float t = Thermistor2();
  String T1 = "Thermistor Green : " + String(h) + " % \r ";
  String T2 = "Thermistor Yellow : " + String(t) + " *C \r ";
  text = (T1) + (T2);

  Serial.println("SMS send started");
  mySerial.println("AT+CMGS=\"" + PHONE+ "\"\r");
  Serial.println(PHONE);
  delay(1000);
  mySerial.print(text);
  delay(300);
  mySerial.write(0x1A); //ascii код ctrl-26 Код отправки сообщения
  delay(300);
  Serial.println("SMS send finish");
  delay(3000);
}

```

Рисунок 44 – Часть кода GSM модуля SIM800L

На рисунке 45 показано SMS-сообщение, приходящее пользователю после достижение необходимой температуры терморезистора.

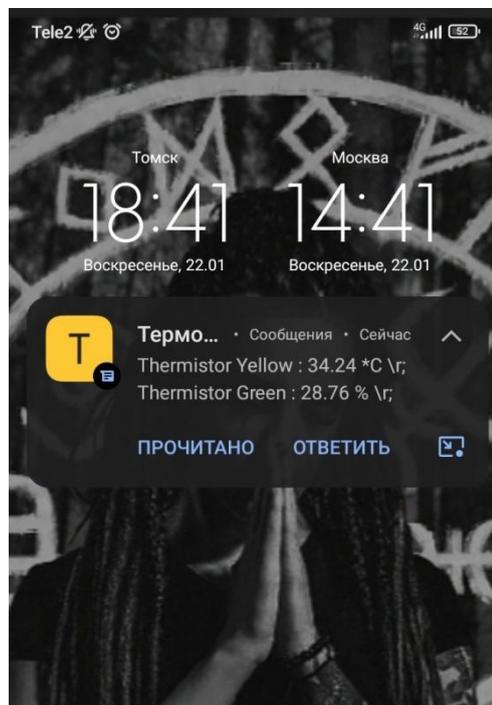


Рисунок 45 – SMS-сообщение от модуля

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

На рисунке 46 приведены показания устройства и поверенного термометра. Видно, что прибор работает корректно. В приложении Б представлены данные для диапазона температур

- При температуре 9,5 °С, погрешность измерений составляет 0,1 – 0,2 °С,
- При температуре 25,1 °С, погрешность измерений составляет 0,1 °С,
- При температуре 36,1 °С, погрешность измерений составляет 0,2 °С,
- При температуре 45 °С, погрешность измерений составляет 0,5 °С,
- При температуре 57 °С, погрешность измерений составляет 0,2 °С,
- При температуре 79,5 °С, погрешность измерений составляет 0,1 – 0,3 °С.



Рисунок 46 – При температуре 9,5 °С, погрешность измерений составляет 0,1 – 0,2 °С

4 ОХРАНА ТРУДА

Обеспечение охраны труда

Опираясь на Трудовой кодекс РФ, для работника обеспечивается система сохранения жизни и здоровья в процессе трудовой деятельности [13].

Для обеспечения охраны труда необходимо выполнить анализ рабочего места (далее - РМ). Рабочее место влияет на эффективность деятельности работника, а также на производительность труда, поэтому оно должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам (СанПиН).

Написание дипломной работы проводилось в домашних условиях. Домашнее РМ располагается в комнате площадью 21 кв. м. В комнате одно окно, которое выходит на солнечную сторону, также имеется потолочная лампа.

РМ представляет собой стол, на котором располагаются ноутбук, беспроводная компьютерная мышь, а также стул.

СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» является основным нормативно-правовым документом, который устанавливает санитарные требования к рабочему месту [13]. Данный документ определяет необходимые гигиенические требования к показателям на рабочем месте, методы измерения данных показателей и возможные мероприятия по профилактике вредного воздействия данных факторов на здоровье работников, а также допустимые уровни физических факторов РМ, которые будут допустимыми и не вызывать отклонений состояния здоровья работника.

Опираясь на данный СанПиН, были проанализированы такие физические показатели как:

- микроклимат рабочего места;
- качественные и количественные характеристики освещения;
- уровень шума и вибрации на рабочем месте;
- эргономичность рабочего места.

Согласно Приложению 1 СанПиН 2.2.4.3359-16, данная работа относится к категории Ia, потому что энергозатраты не превышают 139 Вт.

Для анализа микроклимата на рабочем месте необходимо знать оптимальные условия согласно СанПиН.

В таблице 6 приведены оптимальные условия микроклимата.

Таблица 6 – Оптимальные и измеренные условия микроклимата

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные условия микроклимата					
Холодный	Ia	22-24	21-25	60-40	0,1
Измеренные условия микроклимата рабочего места					
Холодный	Ia	24	Стол: 24 Ноутбук:25 Потолок:22 Стены:22 Пол:20	48	0

Температура воздуха была измерена при помощи комнатного термометра, а поверхности измерялись при помощи бесконтактного пирометра. Влажность воздуха была измерена при помощи часов, в которых есть встроенный гигрометр. В результате измерений было определено, что измеренные показатели соответствуют необходимым условиям, прописанным выше в таблице 6.

Затем были выполнены замеры уровня шума. Шум является вредным фактором и может неблагоприятно воздействовать на организм человека, а также может плохо повлиять на работу и отдых.

Опираясь на требования СанПиН 2.2.2.542-96, уровень шума в помещении не должен превышать 65дБ [14].

Измерение шума проводилось при помощи мобильного приложения «Шумомер». Результат измерения представлен на рисунке 43.

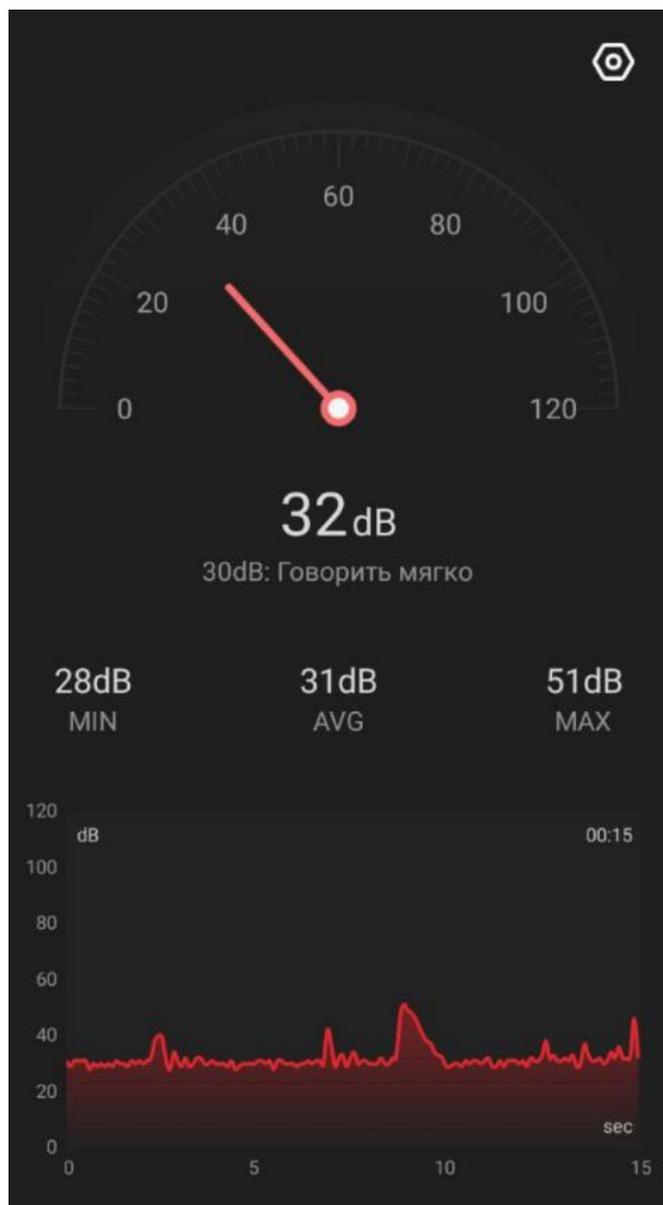


Рисунок 47 – Измерения уровня шума

Значения шума составило 31 дБ, что соответствует нормативному значению и данное значение шума на рабочем месте не является вредным фактором, влияющим на состояние здоровья. Источником шума в данном случае являются: система охлаждения ноутбука, устройство ввода, то есть компьютерная мышь и клавиатура.

Также были выполнены замеры показателей освещенность РМ. Помещение, в котором работник проводит более 50% рабочего времени, должно иметь совместное освещение – присутствие как естественного освещения, так и искусственного. Если освещение будет недостаточным, то оно может неблагоприятно воздействовать на зрение, психику и эмоциональное состояние человека, а также может привести к травматизму.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 значение освещенности рабочего места должно быть в интервале 300-500 лк [15].

Освещенность рабочего места была измерена при помощи мобильного приложения «Люксметр Про». Результат измерений представлен на рисунке 44.

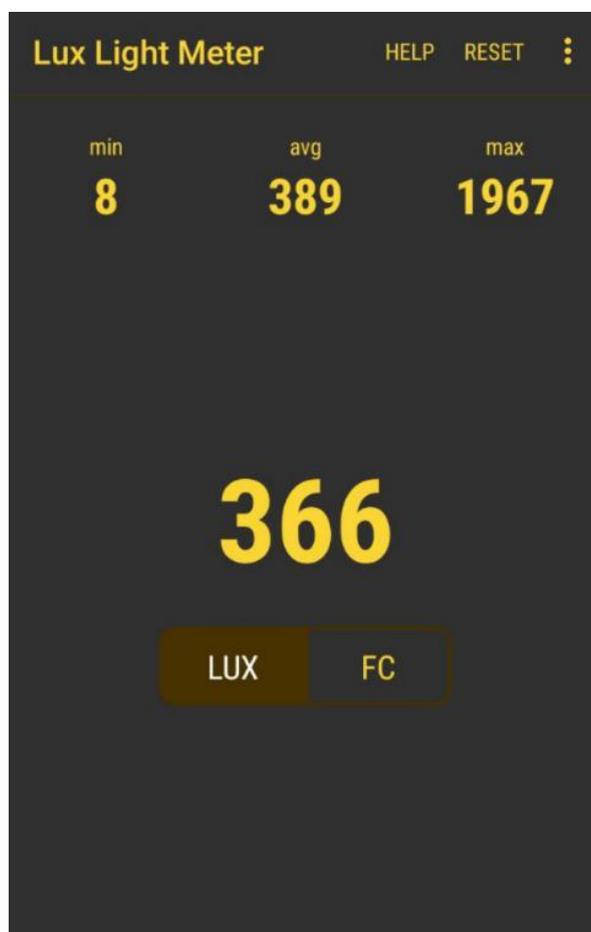


Рисунок 48 – Измерение освещенности

Значение освещенности составило 366 лк, что соответствует норме, таким образом данное значение освещенности не является вредным фактором.

Рабочее место работника должно быть правильно организованным. Опираясь на СанПиН 2.2.3670-20 были выполнены замеры используемого рабочего места на соответствие требованиям [15]. Замерялись рабочий стол и рабочее кресло.

Рабочий стол должен соответствовать нормативным показателям, представленным в СанПиН. В таблице 7 представлено сравнение нормативных значений рабочего стола и фактических значений используемого рабочего стола при выполнении дипломной работы.

Таблица 7 – Сравнение показателей рабочего стола

Параметр	Нормативный показатель	Фактический показатель
Высота поверхности стола от пола	680-800 мм	760мм
Ширина поверхности стола	800-1400мм	1400мм
Глубина поверхности стола	800-1000мм	800мм
Высота пространства для ног	не менее 600 мм	740мм
Ширина пространства для ног	не менее 500 мм	650мм
Глубина пространства для ног (на уровне колен)	не менее 450 мм	480мм
Глубина пространства ног (на уровне вытянутых ног)	не менее 650 мм	800мм

В результате измерения и сравнения показателей рабочего стола, можно увидеть, что стол соответствует заданным нормативным показателям.

Рабочее кресло также должно соответствовать заданным нормативным значениям СанПиН.

В таблице 8 представлено сравнение нормативных показателей и фактических измеряемых показателей рабочего кресла.

Таблица 8 – Сравнение показателей рабочего кресла

Параметр	Нормативный показатель	Фактический показатель
1	2	3
Тип	подъемно-поворотный	подъемно-поворотный
Угол наклона вперед	до 15	15
Угол наклона назад	до 5	5
Угол наклона спинки в вертикальной плоскости	в пределах ± 30	± 30
Регулировка по высоте сиденья	да	да
Высота сиденья стула	400 – 550 мм	400 мм
Ширина сиденья стула	не менее 400 мм	480 мм
Глубина сиденья стула	не менее 400 мм	400 мм

Окончание таблицы 8

1	2	3
Высота спинки стула	не менее 300 мм	655 мм
Ширина спинки стула	не менее 380 мм	460 мм
Поверхность спинки, сиденья и др. элементов	полумягкая	полумягкая
Тип подлокотников	съёмные/стационарные	
Длина подлокотников	не менее 250 мм	350 мм
Ширина подлокотников	50 – 70 мм	50 мм

В результате измерения и сравнения показателей рабочего кресла, можно увидеть, что измеренные показатели соответствуют нормативным, которые заданы требованиями.

В результате анализа и проведения измерения фактических показателей рабочего места можно сделать вывод, что рабочее место соответствует санитарно-гигиеническим правилам и нормам:

Были соблюдены:

микроклиматические условия;

освещенность рабочего места;

уровень шума на рабочем месте;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы были получены следующие результаты:

- Произведен аналитический обзор литературных источников.
- Изготовлен датчик измерения температуры жидкости, который способен мерить температуру от 0 до +80 °С с точностью от 0,1 до 0,5 °С.
- Питание от Power Bank позволяет непрерывно проработать устройству на протяжении более 4 часов без погрешностей.
- Смоделирована 3D модель корпуса.
- Напечатан корпус в 3D принтере.
- Изготовлен образец экспериментального устройства, написана программа для его функционирования.
- Проведена калибровка и тестирование устройства в диапазоне температур 9,5 – 79,5 °С.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Виды и разновидности датчиков измерения уровня жидкости [Электронный ресурс] URL: https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/datchiki-urovnya-zhidkosti (дата обращения 9.10.2022).
- 2 Температура [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Температура> (дата обращения 9.12.2022).
- 3 Термометр. Виды и устройство [Электронный ресурс] URL: <https://tehpribory.ru/glavnaia/pribory/termometr.html> (дата обращения 9.12.2022).
- 4 Термисторы, конструкция и материалы [Электронный ресурс] URL: <http://temperatures.ru/pages/termistory> (дата обращения 9.12.2022).
- 5 NTC термистор ТТХ [Электронный ресурс] URL: <https://www.chipdip.ru/product/b57164-k473-j> (дата обращения 28.12.2022).
- 6 Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника [Электронный ресурс] URL: https://www.studmed.ru/petrovksradiomaterialyradiokomponentyielektronika_3bd2b169ca.html (дата обращения 15.11.2022).
- 7 Алфавитно – цифровой ЖК – модуль МТ – 16S2D фирмы МЭЛТ ТТХ [Электронный ресурс] URL: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/lcd/lcm/melt/char/MT-1S2D.html> (дата обращения 28.12.2021).
- 8 Подключение GSM модуля SIM800L к Arduino [Электронный ресурс] URL: <https://www.2150692.ru/faq/46-sim800l-arduino> (дата обращения 15.11.2022).
- 9 Обзор популярных материалов для 3D-печати [Электронный ресурс] URL: <https://blog.iqb.ru/3d-printing-materials/> (дата обращения 12.11.2022).
- 10 АБС-пластик [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/АБС_пластик (дата обращения 12.11.2022).
- 11 Обзорный путеводитель по материалам для 3D печати. [Электронный ресурс] URL: <https://cvetmir3d.ru/blog/3d-obzory/3d-svyazuyushchaya-nit-obzornyy-putevoditel-po-materialam-dlya-fdm-3d-pechati/> (дата обращения 21.11.2022).
- 12 Все про полиамид в 3D-печати. - Can Touch [Электронный ресурс] URL: <https://can-touch.ru/poliamid/> (дата обращения 21.11.2022).
- 13 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ. Статья 209. Основные понятия. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/78f36e7afa535cf23e1e865a0f38cd3d230eecf0/ (дата обращения: 14.01.2023);

14 СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71362000/> (дата обращения: 14.01.2023);

15 СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294851/4294851476.pdf> (дата обращения: 14.01.2023);

16 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294817/4294817617.pdf> (дата обращения: 13.01.2022).

17 СанПиН 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372741/ (дата обращения: 11.01.2023)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Код программы

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include "LiquidCrystal.h"
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8); //Подключение LCD экрана, определение
ВЫВОДОВ
const String PHONE = "+7916XXXXXXX"; //Указать номер телефона для отправки
SMS
String text;
int temp;
SoftwareSerial mySerial(2, 3);

//Бэтта можно определить по формуле:

Beta = (ln(R1) – ln(R2)) / (1 / T1 - 1 / T2);

//Колибровка бетта, для первого датчика:

float b01A = (log(17320.0/32540.0))/((1.0/(14+273))-(1.0/(3+273)));
//от 3 до 14 градусов
float b01B = (log(11882.0/17320.0))/((1.0/(23.0+273))-(1.0/(14.0+273)));
//от 14 до 23 градусов
float b01C = (log(3515.0/11882.0))/((1.0/(49.0+273))-(1.0/(23.0+273)));
//от 23 до 49 градусов
float b01D = (log(1555.0/3515.0))/((1.0/(67.0+273))-(1.0/(49.0+273)));
// от 49 до 67 градусов

//Колибровка бетта, для второго датчика:

float b02A = (log(17690.0/32740.0))/((1.0/(14+273))-(1.0/(3+273)));
//от 3 до 14 градусов
float b02B = (log(11953.0/17690.0))/((1.0/(23.0+273))-(1.0/(14.0+273)));
//от 17 до 30 градусов
```

```

float b02C = (log(3535.0/11953.0))/((1.0/(49.0+273))-(1.0/(23.0+273)));
//от 23 до 49 градусов
float b02D = (log(1555.0/3535.0))/((1.0/(67.0+273))-(1.0/(49.0+273)));
//от 49 до 67 градусов

float T1, T2;      //задаем переменную температуры

float R1() {      // функция для расчета значения температуры
float sum = 0;    // локальная переменная sum
for (int i = 0; i < 1000; i++)
sum +=(14931.0*(1024.0/(analogRead(3))-1));

// Простое среднееарифметическое усреднение с помощью цикла for

return ((sum / 1000));}

float Thermistor1() {
//ФУНКЦИЯ перевода сопротивления в температуру(первый датчик)

float R01=R1();
if (R01>=20940)

{T1 = (1.0/((log(R01)-log(32540.0))/b01A+1/(273.0+3)))-273.0;}
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 3 до 14

else {if (R01<20940 and R01>=13760)

{T1 = (1.0/((log(R01)-log(20940))/b01B+1/(273.0+12)))-273.0;}
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 12 до 20

else {if (R01<13760 and R01>=11882)

{T1 = (1.0/((log(R01)-log(13760))/b01C+1/(273.0+20)))-273.0;}

```

```

//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 20 до 23
    else {if (R01<11882 and R01>=3515)

        {T1 = (1.0/((log(R01)-log(11882))/b01C+1/(273.0+23)))-273.0;}
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 23 до 49

    else

        {T1 = (1.0/((log(R01)-log(3515))/b01D+1/(273.0+49)))-273.0;}} }
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 49 до 67

    return (T1);}

float R2() {
// Аналогичная функция усреднения, для второго датчика

float sum = 0;
for (int i = 0; i < 1000; i++)
    sum +=(14951.0*(1024.0/(analogRead(4))-1));
return (sum / 1000);
}

float Thermistor2() {
//ФУНКЦИЯ перевода сопротивления в температуру(второй датчик)

float R02=R2();
if (R02>=20780)

    {T2 = (1.0/((log(R02)-log(32740.0))/b02A+1/(273.0+3)))-273.0;}
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 3 до 14

    else {if (R02<20780 and R02>=13830)

        {T2 = (1.0/((log(R02)-log(20780))/b02B+1/(273.0+12)))-273.0;}

```

```

//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 14 до 20
    else {if (R02<13830 and R02>=11953)

        {T2 = (1.0/((log(R02)-log(13830))/b02C+1/(273.0+20)))-273.0;}
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 20 до 23

    else {if (R02<11953 and R02>=3530)

        {T2 = (1.0/((log(R02)-log(11953))/b02C+1/(273.0+23)))-272.95;}
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 23 до 49

    else

        {T2 = (1.0/((log(R02)-log(3530))/b02D+1/(273.0+49)))-273.0;}} }
//РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ 49 до 67

    return (T2);}
int ther1, ther2;          //для присвоения показаний с датчиков и дальнейшего
сравнения с порогом отправления смс
bool a = false; bool b = false; //для понимания отправилась смс или нет
unsigned long last_time;      //при 10 сек отсутствии команд на заданную
температуру, произойдет автоматическое задавание команды на 50 градусов
int s = 0;

void setup()              //определение размеров и очистка экрана
{
    lcd.begin(16,2);
    lcd.clear();
    Serial.begin(19200); //Скорость порта для связи Arduino с компьютером
    //Serial.println("Goodnight moon!");
    mySerial.begin(19200); //Скорость порта для связи Arduino с GSM модулем
    mySerial.println("AT");

    while (true){         // цикл задавания команды после 10 сек бездействия

```

```

if (Serial.available() > 0) {temp = Serial.parseInt (); Serial.println (temp); break;}
s = s +1; if (s == 10) {temp = 50; break;} delay (1000);}
void loop()
{ //Вывод на LCD температуры первого термометра

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Green t=");
  lcd.print( Thermistor1()); ther1 = Thermistor1();
  lcd.print("C");
  // delay(10);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Yellow t="); //Вывод на LCD температуры второго термометра
  lcd.print( Thermistor2()); ther2 = Thermistor2();
  lcd.print("C");
  delay(10);

  if (ther1 >= temp and a == false){sms (text, PHONE); Serial.print("Green = ");
Serial.println(Thermistor1()); a = true; }
  else if (Thermistor1() < temp) {a = false;}
  // первое условие для определения дошла ли температура для отправки смс и было
ли смс отправлено ранее

  if (ther2 >= temp and b == false){sms (text, PHONE); Serial.print("Yellow = ");
Serial.println(Thermistor2()); b = true; }
  else if (Thermistor2() < temp) {b = false;}
  // второе условие для определения дошла ли температура для отправки смс и было
ли смс отправлено ранее

  delay (100);
}

void sms(String text, String PHONE) {
  float h = Thermistor1();
  float t = Thermistor2();

```

```
String T1 = "Thermistor Green : " + String(h) + " % \r; ";
String T2 = "Thermistor Yellow : " + String(t) + " *C \r; ";
text = (T1) + (T2);

Serial.println("SMS send started");
mySerial.println("AT+CMGS=\"" +PHONE+ "\"\r");
Serial.println(PHONE);
delay(1000);
mySerial.print(text);
delay(300);
mySerial.write(0x1A); //ascii код ctrl-26 Код отправки сообщения
delay(300);
Serial.println("SMS send finish");
delay(3000);
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)
Тестирование термодатчика



Рисунок Б.1 – Температура воды 25,1°C



Рисунок Б.2 – Температура воды 36,1°C

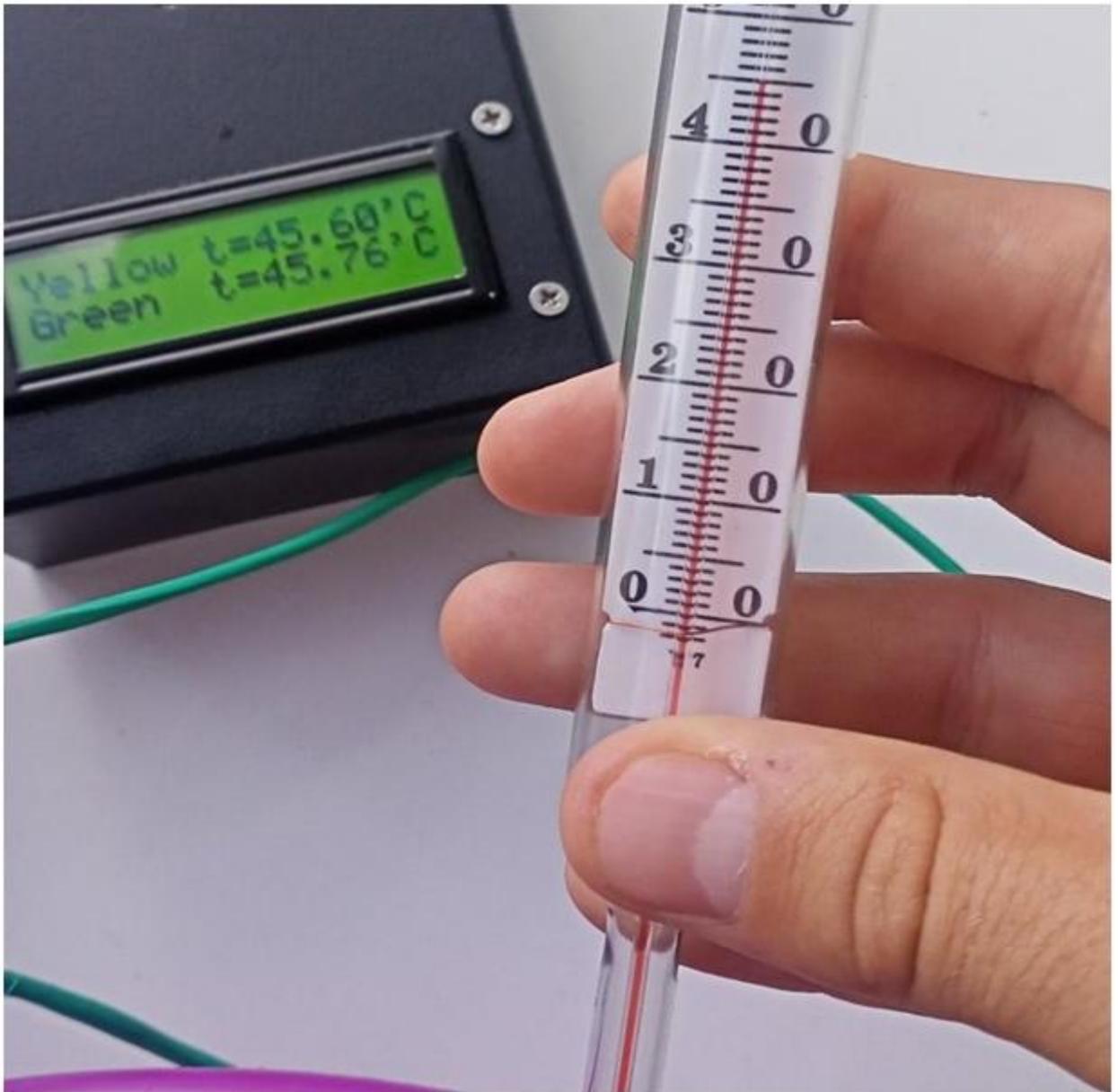


Рисунок Б.3 – Температура воды 45°C



Рисунок Б.4 – Температура воды 57°C

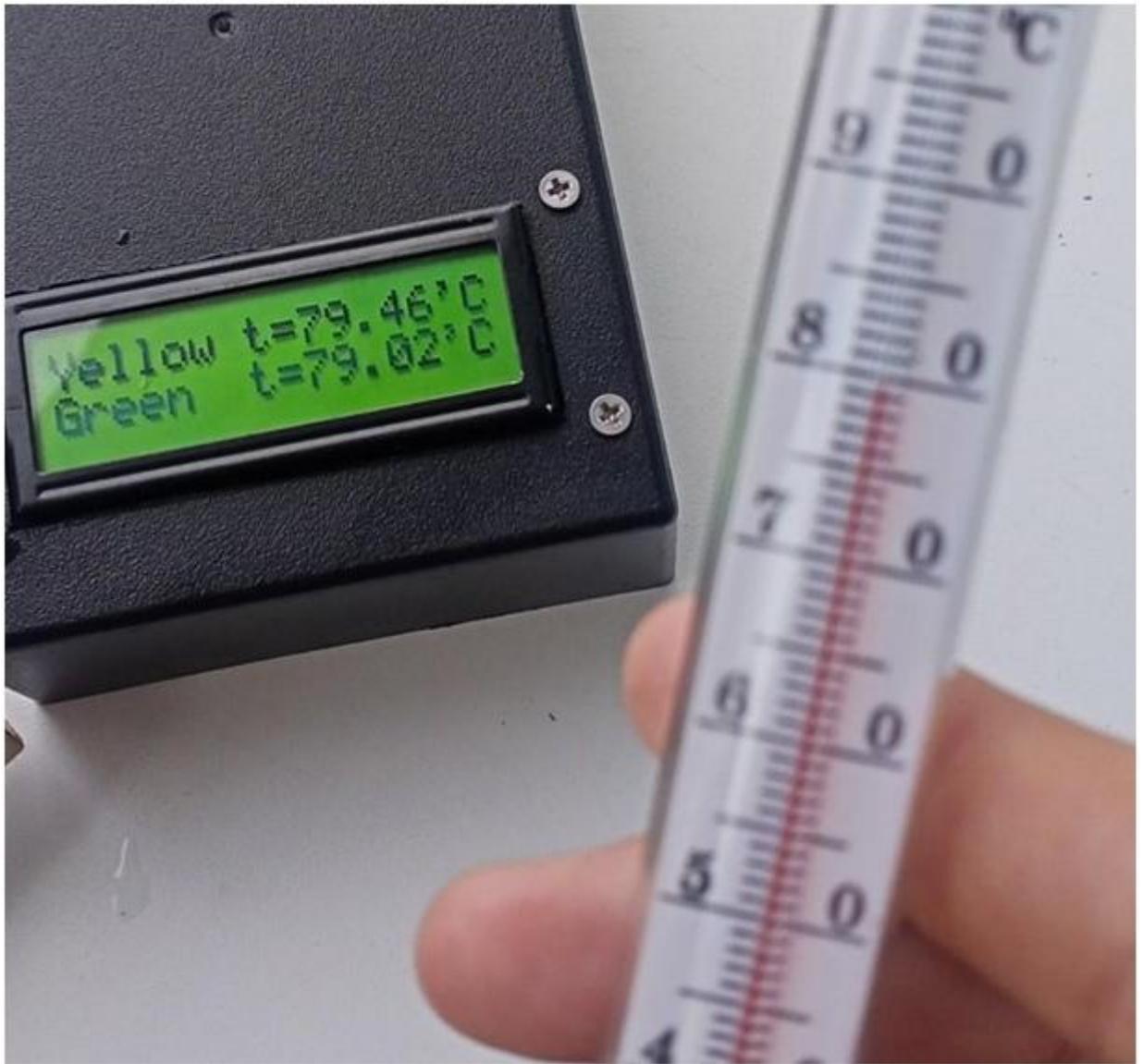


Рисунок Б.5 – Температура воды 79,5 °С

Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: yury.ogarko@yandex.ru / ID: 6234832

Проверяющий:

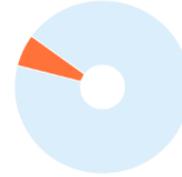
Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://users.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 13
 Начало загрузки: 23.01.2023 01:04:30
 Длительность загрузки: 00:00:02
 Имя исходного файла: Огарко Ю.С.
 Преддипломная 3 pdf.pdf
 Название документа: Огарко Ю.С.
 Преддипломная 3 pdf
 Размер текста: 61 кБ
 Символов в тексте: 62604
 Слов в тексте: 7211
 Число предложений: 480

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 22.01.2023 22:04:34
 Длительность проверки: 00:00:01
 Комментарии: не указано
 Модули поиска: Интернет Free



СОВПАДЕНИЯ

6,18%

САМОЦИТИРОВАНИЯ

0%

ЦИТИРОВАНИЯ

0%

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

93,82%

Совпадения — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.

Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.

Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Совпадения, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	0,17%	5,74%	Температура http://ru.wikipedia.org	23 Ноя 2014	Интернет Free	3	29
[02]	0,19%	5,74%	Температура http://ru.wikipedia.org	11 Ноя 2016	Интернет Free	2	28
[03]	5,56%	5,63%	Температура http://ru.wikipedia.org	23 Дек 2021	Интернет Free	8	9

Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: yury.ogarko@yandex.ru / ID: 6234832

Проверяющий:

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://users.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 14
Начало загрузки: 30.01.2023 17:28:53
Длительность загрузки: 00:00:01
Имя исходного файла: Диплом ВКР
Огарко.pdf
Название документа: Диплом ВКР Огарко
Размер текста: 59 кБ
Символов в тексте: 60116
Слов в тексте: 6957
Число предложений: 439

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 30.01.2023 14:28:55
Длительность проверки: 00:00:01
Комментарии: не указано
Модули поиска: Интернет Free



Совпадения — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.

Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.

Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Совпадения, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	0,18%	6%	Температура http://ru.wikipedia.org	23 Ноя 2014	Интернет Free	3	29
[02]	0,2%	6%	Температура http://ru.wikipedia.org	11 Ноя 2016	Интернет Free	2	28
[03]	5,8%	5,88%	Температура http://ru.wikipedia.org	23 Дек 2021	Интернет Free	8	9

Еще источников: 7
Еще совпадений: 0,27%