

НАИМЕНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель (должность, наименование предприятия - заказчика АС)

Личная подпись Расшифровка подписи

Печать

Дата

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель (должность, наименование предприятия - заказчика АС)

Личная подпись Расшифровка подписи

Печать

Дата

АКП 1

Система детекции нарушения климатических условий

АКП 1

техническое задание

Действует с 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий лаборатории Аксёнов Дмитрий Андреевич

Личная подпись Расшифровка подписи

Печать

Дата

Москва 2023

1. Наименование ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР
6

1.1 Наименование ОКР
6

1.3 Исполнитель ОКР
6

2. Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия
6

2.1 Цель ОКР
6

2.2 Наименование и индекс образца, объект исследования
ОКР:
7

3. Технические требования к изделию
7

3.1 Состав изделия:
7

3.2 Требования и назначения
8

3.2.1 Назначение:
8

3.2.2 Функции:
8

3.2.3 Метрологические характеристики:
9

3.2.4 Требования к электропитанию:
10

3.3 Требования электромагнитной совместимости:
10

3.4 Требования живучести и стойкости к внешним воздействиям:
10

3.5 Требования надежности:
10

3.6 Требования эргономики, обитаемости и технической эстетики:
11

3.7 Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта:
11

3.8 Требования транспортабельности
11

3.9 Требования безопасности:
11

3.10 Требования стандартизации и унификации:
11

3.11 Требования технологичности:
11

3.12 Конструктивные требования:
12

4. Технико-экономические требования
12

4.1 Аппаратная составляющая
12

4.2 Эскизный проект
13

4.3 Описание компьютерных систем, серверов, сетевых устройств, периферийных устройств и других аппаратных средств, а также их характеристики
16

4.4 методология оценки правильности испытаний.
17

4.5 технический проект
19

5. Программная составляющая
20

5.1 Описание разработанных программных продуктов
20

5.2 Архитектура работы продукта
21

22	5.3	Использованные технологии и инструменты
23	- Processing 5.4	Примеры кода продукта
23	6.	Требования к пользователю по работе с программой
23	6.1	Требования к аппаратному обеспечению компьютера, на котором будет запускаться программа отчета по ОКР
23	6.2	Требования к операционной системе компьютера, на котором будет запускаться программа отчета по ОКР
25	6.3	Требования к настройкам компьютера, включая настройки безопасности и настройки сетевого соединения, если программа отчета по ОКР использует сетевые ресурсы.
25	6.4	Инструкции по установке и запуску программы отчета по ОКР
25	6.5	Инструкция по использованию программы ОКР
26	6.6	Инструкции по обращению за технической поддержкой, включая рекомендации по описанию проблемы
26	7	Результаты тестирования
26	7.1	Оценка полноты решения поставленной задачи
27	7.2	Оценка достоверности полученных результатов
28	7.3	Сравнение с аналогичным результатом отечественной работы
28	7.4	Недостатки
29	7.5	Предложения по дальнейшим направлениям работ или обоснование о необходимости их прекращения

8 Заключение

29

8.1 Выводы по результатам ОКР

29

8.2 Оценка полноты решения поставленных задач

30

8.3 Разработка рекомендаций по конкретному использованию

ОКР

31

8.4 Оценка технико-экономической эффективности внедрения.

31

8.5 Оценка технического уровня выполненной ОКР

34

1. Наименование ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения ОКР

1.1 Наименование ОКР

АПК1.1 «Управление яркостью светодиода с помощью клавиатуры»

АПК1.2 «Мартышкин пинг-понг»

АПК1.3 «Система детекции нарушения климатических условий»

1.2 Основание для выполнения ОКР

Приложение1.1.pdf

Приложение1.2.pdf

Приложение1.3.pdf

1.3 Исполнитель ОКР

Финансовый университет, УЦИ20-1, Группа Негры:

- Дуденко Богдан Андреевич

- Васильев Иван Сергеевич

-Грюнер Георгий Андреевич

1.4 Срок выполнения ОКР

Выполнен:

С 11.09.23 по 25.09.2023

2. Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия

2.1 Цель ОКР

Создать программно-аппаратный комплекс осуществляющий мониторинг климата в помещении. С возможностью вывода получаемых данных от датчиков и оповещении пользователя о нарушении предельных значений.

2.2 Наименование и индекс образца, объект исследования ОКР:

Наименование - «Управление яркостью трехцветного светодиода с клавиатуры», Индекс-АПК1.1

Наименование - «Мартышкин пинг-понг», Индекс-АПК1.2

Наименование - «Система детекции нарушения климатических условий»,
Индекс АПК1.3

3. Технические требования к изделию

3.1 Состав изделия:

АПК1.1 состав изделия: Arduino UNO R3 - 1, RGB светодиод - 3, резистор 220 Ом - 3, беспаячная макетная плата -1, компьютер/ноутбук - 1, провод для подключения Arduino UNO R3 к компьютеру(USB type A на USB type B) – 1, клавиатура - 1, набор проводов для соединения компонентов - 1.

Используемые возможности платы: цифровой ввод, аналоговый ввод, УАПП (UART).

АПК1.2 состав изделия: Arduino UNO R3 - 1 , компьютер/ноутбук - 1, провод для подключения Arduino UNO R3 к компьютеру(USB type A на USB type B) – 1, резистивные датчик изгиба - 2, кнопочный выключатель - 2, резистор 4 кОм - 4, беспаячная макетная плата - 1, набор проводов для соединения компонентов - 1.

Используемые возможности платы: цифровой ввод, аналоговый ввод, УАПП (UART).

АПК1.3 состав изделия: Компьютер/ноутбук - 1, Arduino UNO R3 – 1, провод для подключения Arduino UNO R3 к компьютеру(USB type A на USB type B) – 1, беспаячная макетная плата - 1, DHT11 – 1, ЖК-дисплей 16X2 I2C – 1, MQ-3 - 1, YG1006 – 1, YL-38 - 1, резистор 220 Ом – 4, Красный(Или любой друго цвет) светодиод - 4, Активный пьезоэлектрический зуммер 5 В – 4, водяной насос – 1, Реле 5V – 1, Источник питания 9V – 1, набор проводов для соединения компонентов - 1

3.2 Требования и назначения

3.2.1 Назначение:

Мониторинг нарушения климатических условий и оповещение с помощью видимых и звуковых сигналов характерных для каждого из климатических условий.

3.2.2 Функции:

АПК1.1- Тестирование возможностей RGB светодиода

АПК1.2- Тестирование возможностей ультразвукового датчика для возможности взаимодействия с пользователем

АПК1.3- измерение температуры, измерение влажности воздуха, обнаружение огня, измерение количества углекислого газа в воздухе, измерение уровня влажности почвы, включение выключения насоса, включение звука при нарушении критических значений, вывод данных на дисплей, на основе двух предыдущих работ включение светового сигнала при нарушении критических значений.

3.2.3 Метрологические характеристики:

1. Датчики температуры и влажности DHT11

Диапазон измерения температуры: от 0°C до 50°C, допуск $\pm 5^\circ\text{C}$;

Диапазон измерения влажности: 20% ~ 95%, допуск $\pm 5\%$;

Размеры платы: 29 x 18 мм;

Монтажное отверстие: 2.0мм.

2. УЗ-датчик расстояния HC-SR04

диапазон измерения — от 2 до 100 см;

точность — 1,0 см;

эффективный рабочий угол — $<15^\circ$;

угол измерения: 30 градусов;

Длительность импульса срабатывания: 10 микросекунд;

3. Датчик пламени YG1006

Напряжение питания (V_{cc}): 3.5 - 5.5 В

Диапазон чувствительности 760 нм - 1100 нм

Угол обнаружения пламени: 60 °

Сигнал на выходе компаратора LM393: 15 мА

Два выхода: DO цифровой (0 или 1) и АО аналоговый

Размеры: 36 x 16 мм

Масса: 5 гр.

Расстояние тестирования от 1 см до 50 см.

4. Датчик влажности почвы YL-38

Сенсор при работе потребляет ток около 35 мА.

Напряжение питания 3,3—5 В.

Возвращаемый сигнал при питании от 5 В: 0—4,2 В.

Отобразив эти значения на 10-битный диапазон, можно воспользоваться следующими приближениями:

0—300: сухая почва

300—700: влажная почва

700—950: датчик в воде

5. Датчик газа MQ-3

Датчик качества воздуха чувствительный к аммиаку (NH_3), оксиду азота (NO_x), алкоголю, бензолу, дыму, углекислому газу (CO_2)

Напряжение питания нагревателя: 5 В

Напряжение питания датчика: 3,3–5 В

Потребляемый ток: 150 мА

Габариты: 25,4×25,4 мм

Диапазон измерений: Аммиак: 10—300 ppm Бензин: 10—1000 ppm Алкоголь: 10—300 ppm.

3.2.4 Требования к электропитанию:

Выходное напряжение; 0-30 в

Выход ток; 0-5А

Эффект мощности; $CV \leq 1\% + 10\text{мВ}$

Эффект нагрузки; $CV \leq 1\% + 5\text{мВ}$

Пульсация; $CV \leq 200\text{мВ}$ (максимум)

Точность индикации; lcd/V: $1\% \pm 1\text{д}$ lcd/A: $1\% \pm 2\text{д}$

3.3 Требования электромагнитной совместимости:

В связи отсутствия корпуса с заземлением запрещается использовать устройство возле высоко индуктивных контуров и источников сильного переменного магнитного поля.

3.4 Требования живучести и стойкости к внешним воздействиям:

Поскольку это образец требования по безопасности не выдвигались поэтому живучесть не обеспечена.

3.5 Требования надежности:

АПК должен обеспечивать надежную работу в течение всего срока эксплуатации.

Поскольку это образец требования по надежности не выдвигались, поэтому работа в течении всего срока эксплуатации не обеспечена.

3.6 Требования эргономики, обитаемости и технической эстетики:

Поскольку это образец требования по эргономике и технической эстетике не выдвигались.

3.7 Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта:

Поскольку это образец требования по хранению удобству и техническому обслуживанию не выдвигалось.

3.8 Требования транспортабельности

АПК должен соответствовать размерам вмести́мым в упаковку набора «Умный дом на базе Arduino. Большой набор» ISBN 978-5-9775-6608-7

3.9 Требования безопасности:

АПК должен соответствовать требованиям безопасности использования электроприборов до 15В.

Гост р мэк 60598-2000

Гост р 51317.28-89

3.10 Требования стандартизации и унификации:

На уровне прототипа требования не выдвигались, соответствие стандартизации и унификации не обеспечено.

3.11 Требования технологичности:

1. Датчики температуры и влажности DHT11
2. УЗ-датчик расстояния HC-SR04
3. Датчик пламени YG1006
4. Датчик влажности почвы YL-38
5. Датчик газа MQ-3

6. Светодиод RGB
7. ЖК-дисплей 1602 с модулем I2C
8. Модуль Реле 5V
9. Активный пьезоэлектрический зуммер 5 В

3.12 Конструктивные требования:

На уровне прототипа не предусматривает защитного кожуха поэтому требования выдвигаются на основе техники безопасности

4. Техничко-экономические требования

4.1 Аппаратная составляющая

АПК1.1 состав изделия: Arduino UNO R3 - 1, RGB светодиод - 3, резистор 220 Ом - 3, беспаячная макетная плата -1, компьютер/ноутбук - 1, провод для подключения Arduino UNO R3 к компьютеру(USB type A на USB type B) – 1, клавиатура - 1, набор проводов для соединения компонентов - 1.

Используемые возможности платы: цифровой ввод, аналоговый ввод, УАПП (UART).

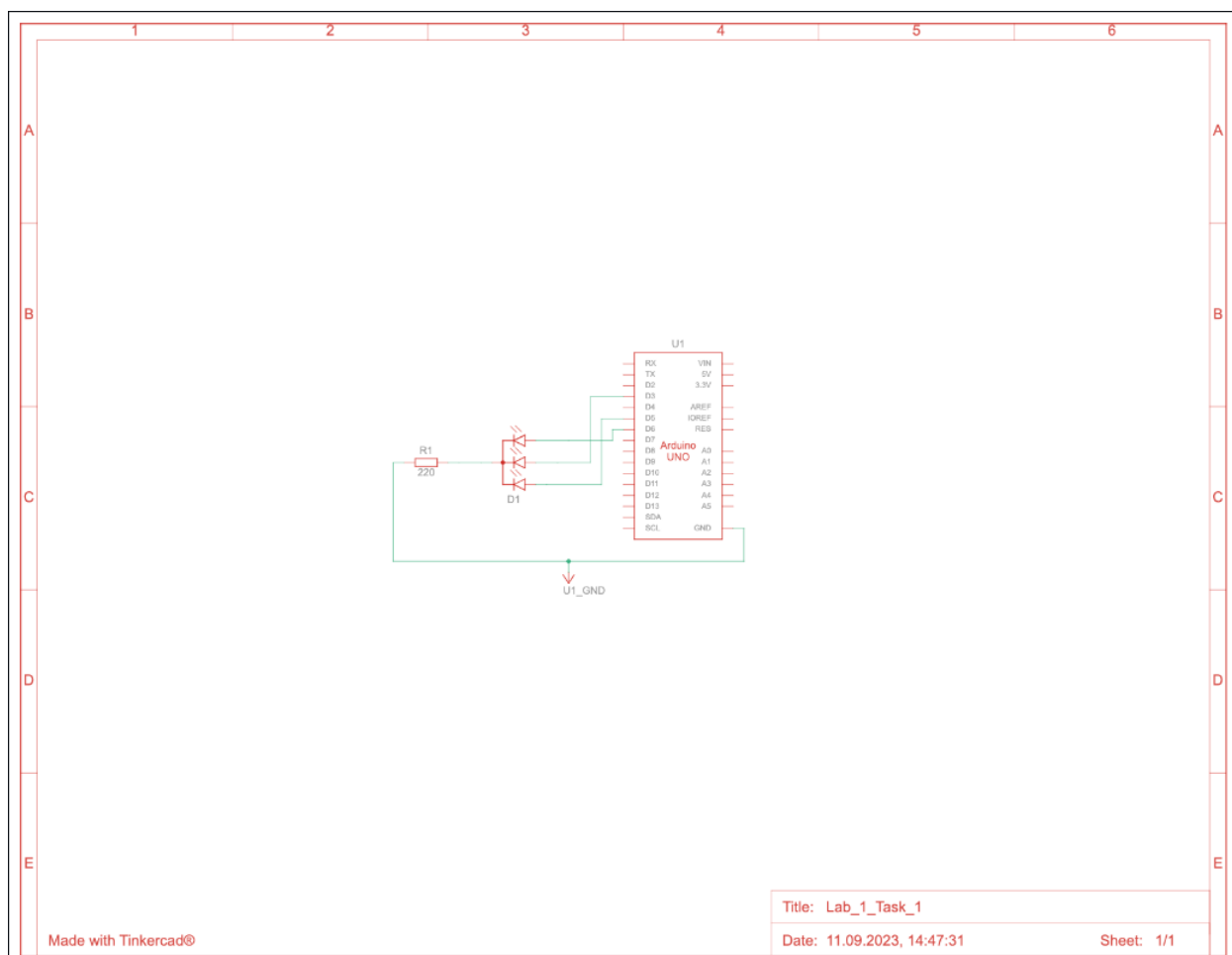
АПК1.2 состав изделия: Arduino UNO R3 - 1 , компьютер/ноутбук - 1, провод для подключения Arduino UNO R3 к компьютеру(USB type A на USB type B) – 1, УЗ-датчик расстояния HC-SR04 - 2, кнопочный выключатель - 2, резистор 10 кОм - 4, беспаячная макетная плата - 1, набор проводов для соединения компонентов - 1.

Используемые возможности платы: цифровой ввод, аналоговый ввод, УАПП (UART).

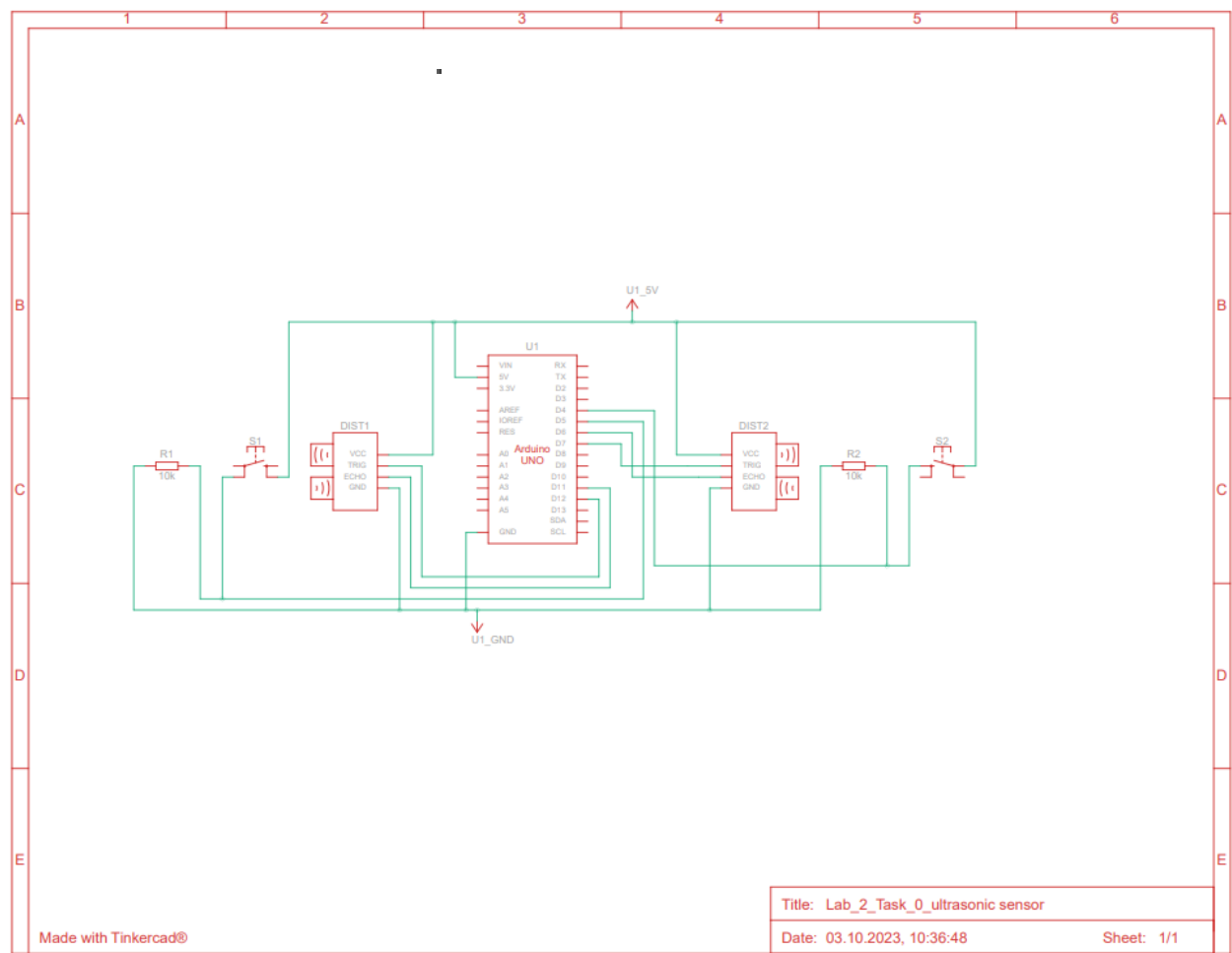
АПК1.3 состав изделия: Компьютер/ноутбук - 1, Arduino UNO R3 – 1, провод для подключения Arduino UNO R3 к компьютеру(USB type A на USB type B) – 1, беспаячная макетная плата - 1, DHT11 – 1, ЖК-дисплей 16X2 I2C – 1, MQ-135 - 1, YG1006 – 1, YL-38 - 1, резистор 220 Ом – 2, RGB Светодиод - 1, Красный(Или любой друго цвет) светодиод - 1, Активный пьезоэлектрический зуммер 5 В – 1, водяной насос – 1, Реле 5V – 1, Источник питания 9V – 1, набор проводов для соединения компонентов - 1

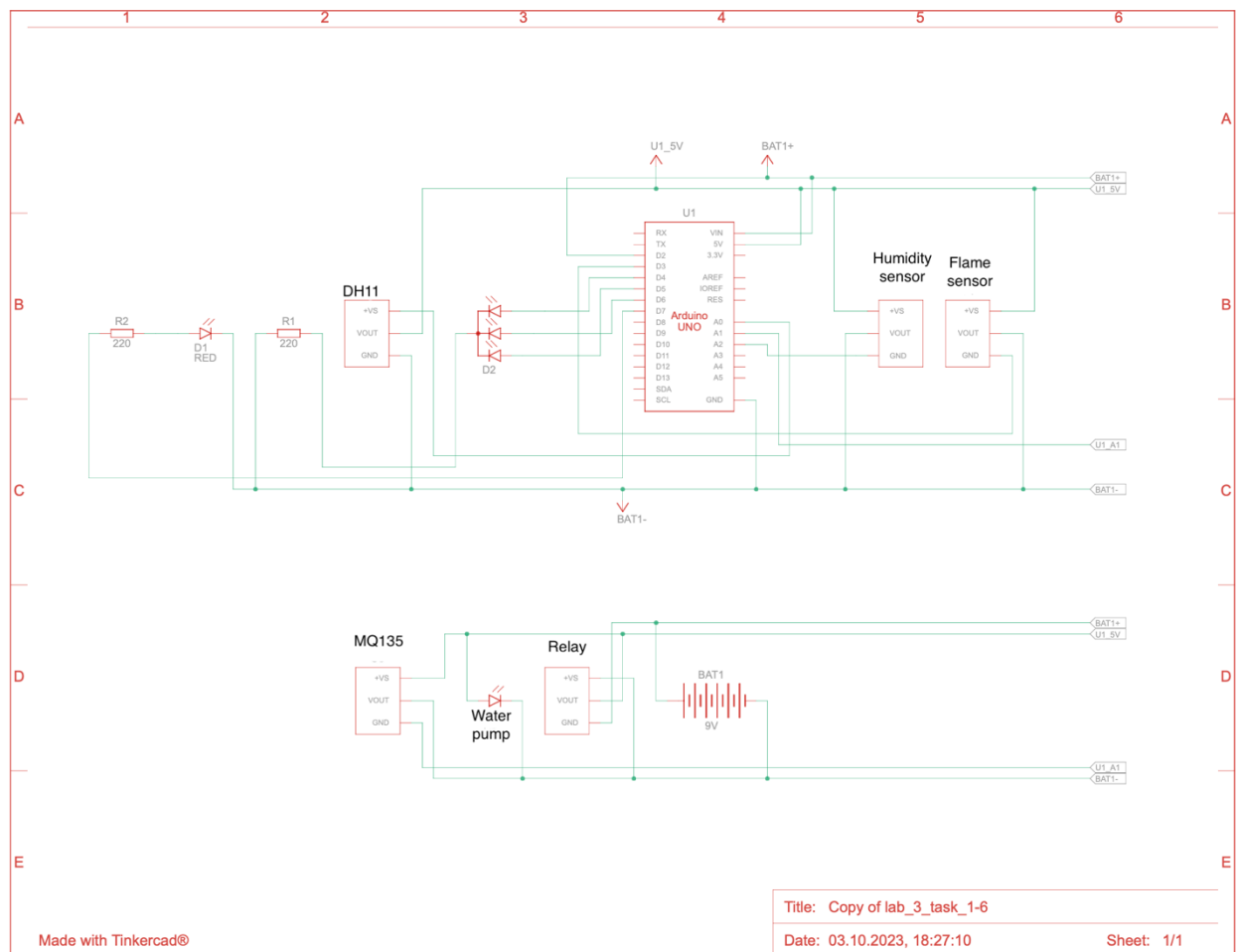
4.2 Эскизный проект

АПК1.1



APIK1.2





4.3 Описание компьютерных систем, серверов, сетевых устройств, периферийных устройств и других аппаратных средств, а также их характеристики

1. Arduino UNO R3
2. Датчики температуры и влажности DHT11
3. УЗ-датчик расстояния HC-SR04
4. Датчик пламени YG1006
5. Датчик влажности почвы YL-38
6. Датчик газа MQ-135
7. Светодиод RGB

8. Красный Светодиод
9. ЖК-дисплей 1602 с модулем I2C
10. Модуль Реле 5 В
11. Активный пьезоэлектрический зуммер 5 В

4.4 методология оценки правильности испытаний.

1. Сборка всех элементов в единую схему, написание программы на Arduino program language и загрузка ее на Arduino UNO R3 с помощью Arduino IDE.

2. Проверка работоспособности каждого датчика по отдельности (наблюдение за изменением показателей)

2.1 Проверка датчика DHT11: Изменение температуры и влажности в помещении посредством термометра и гигрометра.

2.2 Проверка датчика HC-SR04: Измерение расстояния посредством перемещения руки к датчику и от датчика.

2.3 Проверка датчика YG1006: Включение и выключение зажигалки на расстоянии 1 см.

2.4 Проверка датчика YL-38: Поместить датчик в стаканчик с водой, результаты датчика влажности должны увеличиться, после вытащить и протереть датчик, данные датчика должны уменьшиться.

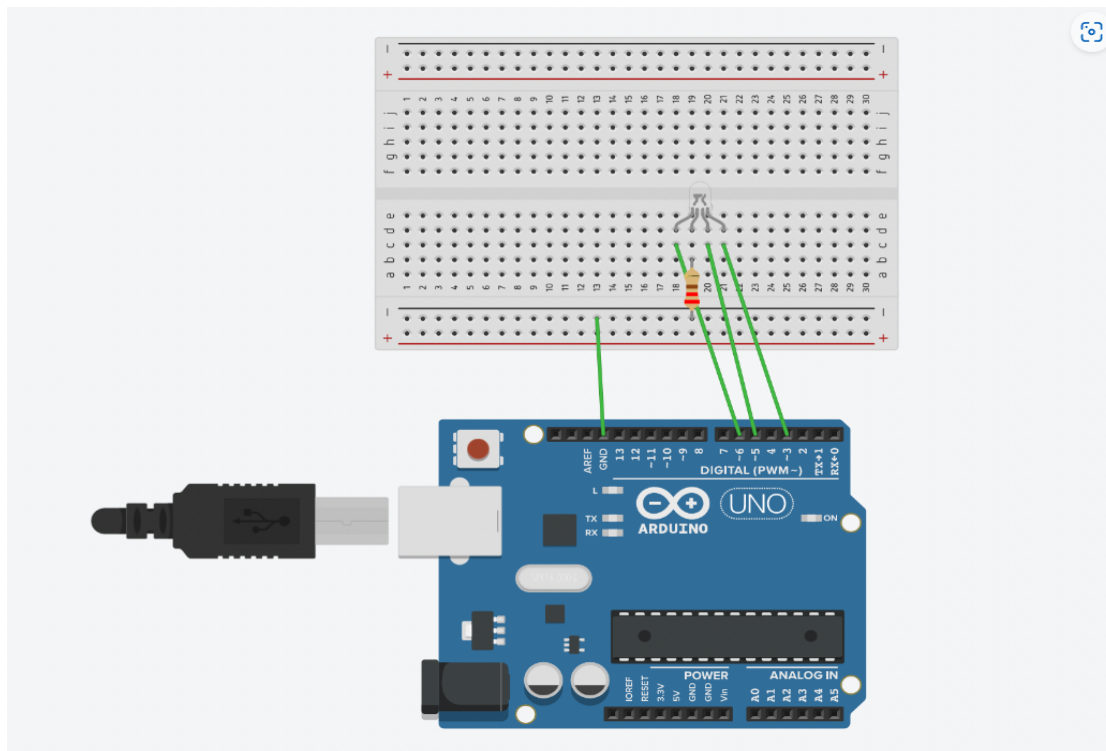
2.5 Проверка датчика MQ-135: Подуть на датчик, чтобы увеличить концентрацию углекислого газа, что позволяет создавать контролируемые условия для тестирования датчика.

2.6 Проверка диода путем подачи электрического тока на каждый пин отдельно и вместе.

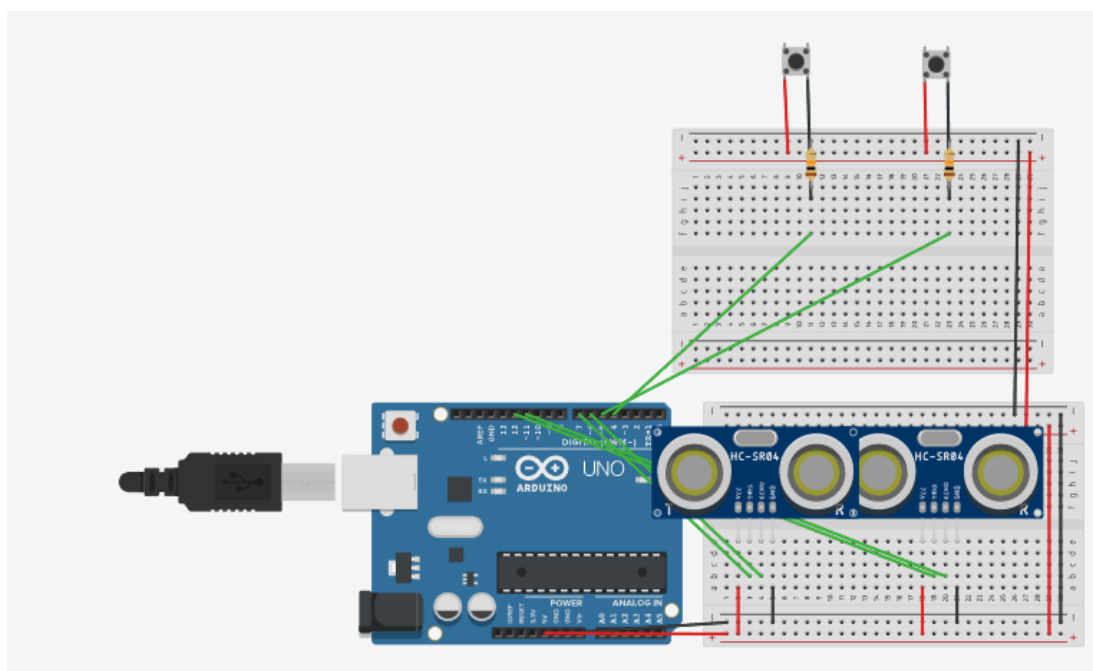
3.Проверка корректности выводимых на LCD дисплей: вывод данных на LCD дисплей с помощью программы в пункте 1.

4.5 технический проект

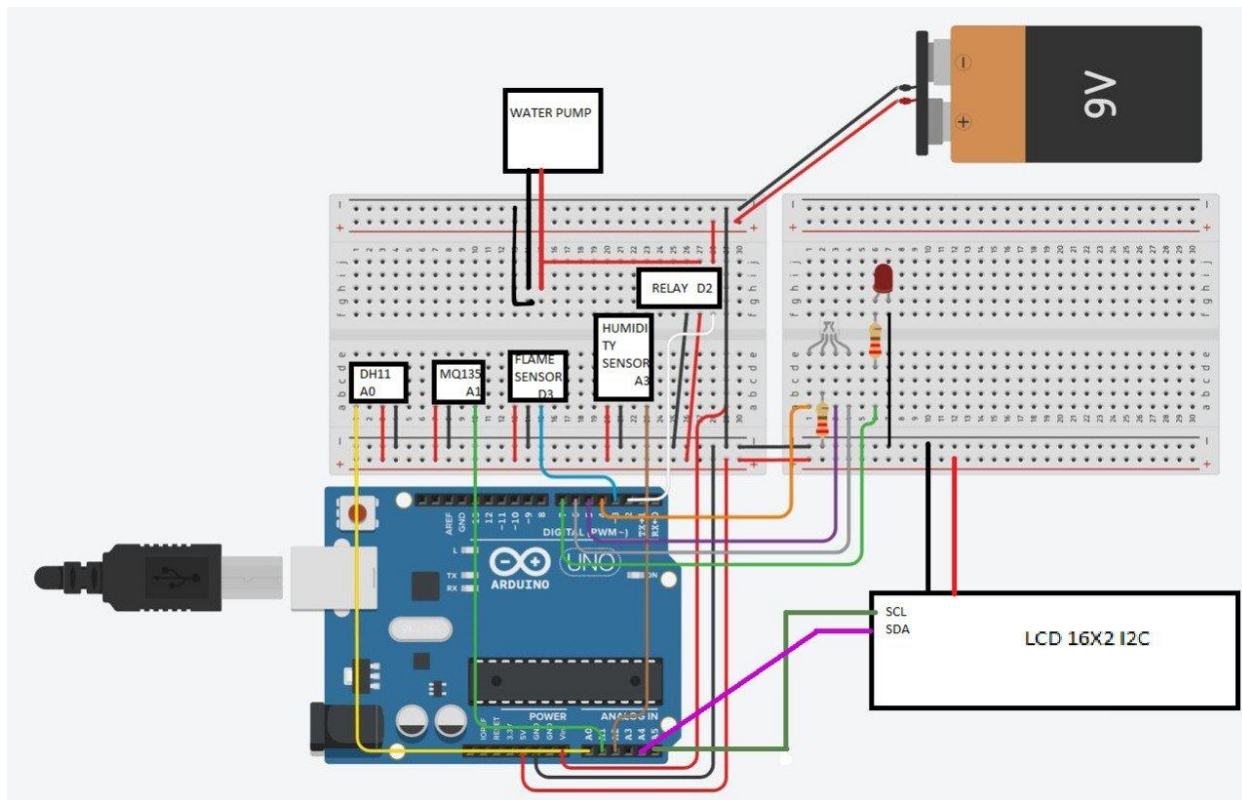
АПК1.1



АПК1.2



АПК1.3



5. Программная составляющая

5.1 Описание разработанных программных продуктов

В новой системе, все схемы, представленные в задачах Task_0.1 по Task_0.4, будут объединены на одной беспаячной плате. Это позволит упростить установку и подключение компонентов, а также сделает систему более компактной.

Кроме того, в систему будет добавлено звуковое и световое оповещение, которое будет индивидуальным для каждого датчика. Например, при превышении заданного уровня влажности почвы или воздуха, будет воспроизводиться определенный звуковой сигнал и включаться светодиодный индикатор.

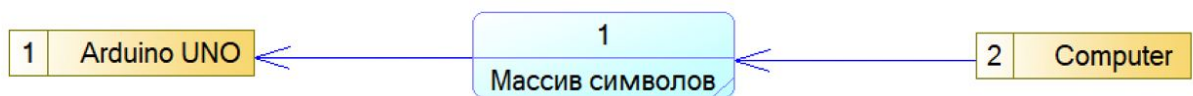
Вся информация о показаниях датчиков и состоянии системы будет выводиться на дисплей LCD 16X2 I2C. Это позволит оператору легко отслеживать текущие значения влажности почвы и воздуха, а также управлять системой.

Теперь водяной насос будет включаться не только от датчика влажности почвы, но и от датчика влажности воздуха. Если уровень влажности воздуха будет ниже заданного значения, система автоматически включит насос для увлажнения воздуха.

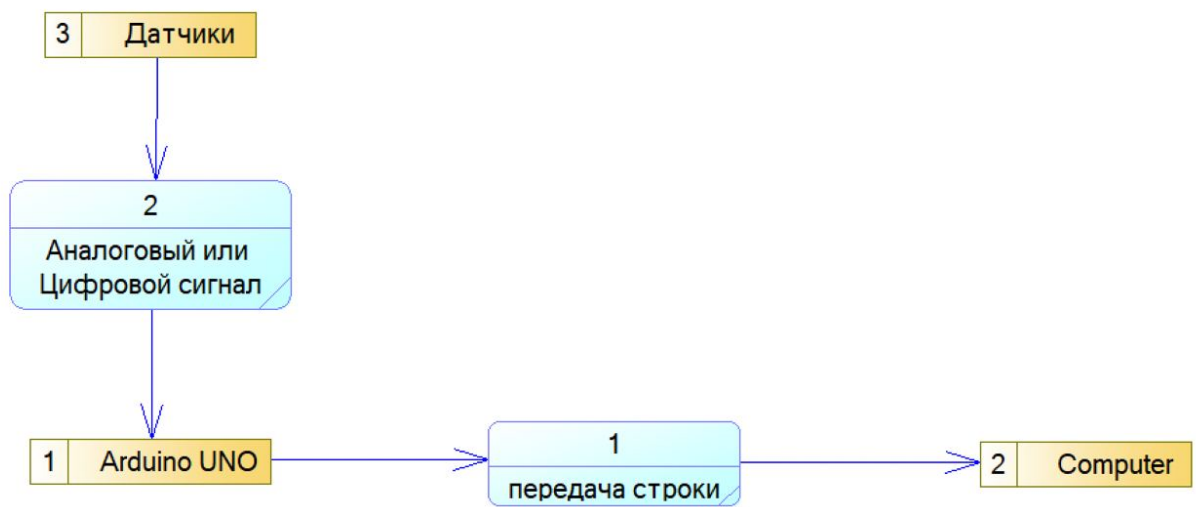
Таким образом, новая система будет более удобной и эффективной, так как оператор будет получать более подробную информацию о состоянии почвы и воздуха, а также сможет принимать меры для поддержания оптимальных условий для растений.

5.2 Архитектура работы продукта

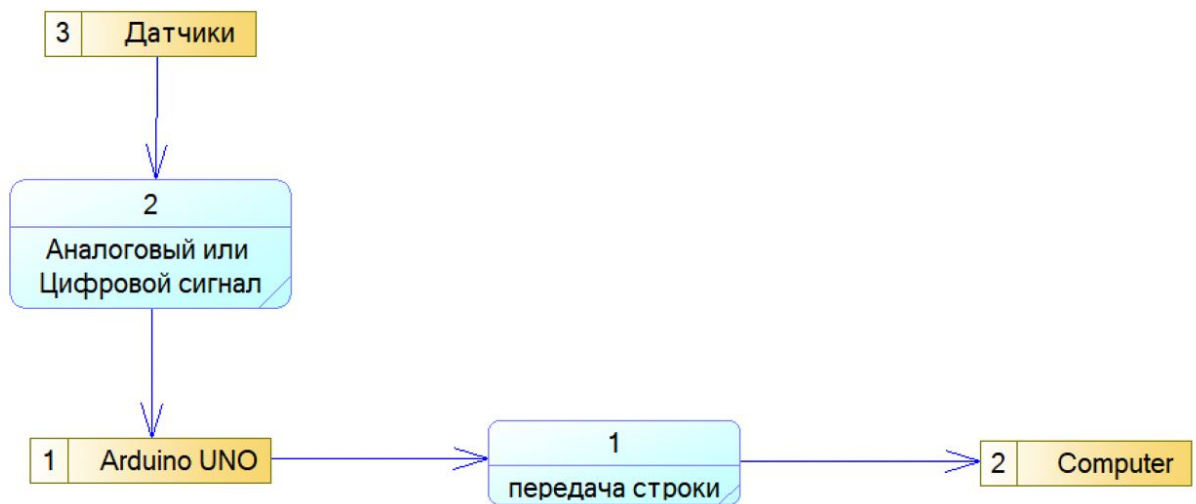
АПК1.1



АПК1.2



АПК1.3



5.3 Используемые технологии и инструменты

- Arduino programming language
- Java
- Arduino IDE

- Processing

5.4 Примеры кода продукта

<https://github.com/MinDI1/labs>

6. Требования к пользователю по работе с программой

6.1 Требования к аппаратному обеспечению компьютера, на котором будет запускаться программа отчета по ОКР

Linux X-86-64, Win 10+ 64bit, macos intel, macos Apple Silicon

6.2 Требования к операционной системе компьютера, на котором будет запускаться программа отчета по ОКР

Windows 10+ 64bits, Linux 64bits, macOS intel 10.14: "Mojave"+ 64bits, macOS Apple Silicon, 11: "Big Sur"+ 64bits.

Linux системы основанные на Debian и RedHat:

- Processor: 1 gigahertz (GHz) or faster processor or SoC
- RAM: 1 gigabyte (GB)
- Hard disk space: 10 GB
- Graphics card: Любой графический адаптер на который устанавливается драйвера

Linux системы основанные на Slackware(Запуск на данной платформе не гарантируется):

- Processor: 586
- RAM: 32 MB
- Hard disk space: 1 GB

- Graphics card: Любой графический адаптер на который устанавливается драйвера

Windows 10:

- Processor: 1 gigahertz (GHz) or faster processor or SoC
- RAM: 1 gigabyte (GB) for 32-bit or 2 GB for 64-bit
- Hard disk space: 16 GB for 32-bit OS or 20 GB for 64-bit OS
- Graphics card: DirectX 9 or later with WDDM 1.0 driver
- Display: 800 x 600

MacOS intel:

- Processor: 3.2 GHz Q. Core Xeon W3565
- VRAM: 1GB
- RAM: 2GB
- Video card: Radeon HD 5770
- HDD minimum :12,5 ГБ

MacOs Apple silicon:

Processor: Apple M1

RAM: 8 ГБ

HDD minimum: 44GB

6.3 Требования к настройкам компьютера, включая настройки безопасности и настройки сетевого соединения, если программа отчета по ОКР использует сетевые ресурсы.

Не использует сетевые ресурсы, у компьютера должен быть доступ к USB портам. Должны быть скачены драйвера для Arduino UNO(обычно при установке приложения Arduino IDE они устанавливаются автоматически).

6.4 Инструкции по установке и запуску программы отчета по ОКР

Инструкция по установке для администратора:

Скачать Arduino IDE, библиотеки необходимые для работы скетча (LiquidCrystal_I2C.h, Wire.h, DHT.h, MQ135.h), Processing со встроенной библиотекой Serial.

Сначала необходимо загрузить Arduino sketch на Arduino UNO, после этого закрыть Arduino IDE и открыть Processing и запустить скетч для АПК1.2. Для АПК1.1 и АПК1.3 только загрузить Arduino скетч.

6.5 Инструкция по использованию программы ОКР

Для АПК1.2 использования Processing нужно:

Скачать Processing открыть файл для Processing, проверить правильность считывания порта (с того ли порта считывает компьютер, описано в пункте 6.6) после запустить скетч и начать играть с помощью датчиков (В зависимости от компьютера(зависимость не выявлена, для каких компьютеров нужно) нужно будет зайти в «набросок» в верхнем меню и выбрать «импортировать библиотеку» «serial»).

Для АПК1.3 не нужны приложения для конечного пользователя.

Для АПК1.1 нужно иметь скаченную Arduino IDE в верхнем меню выбрать «Tools» и «Serial Monitor» и написать в строку w - для режима 1(все светодиоды меняют цвета в один такт) и e для режима 2(светодиоды передают цвета друг другу поочередно).

6.6 Инструкции по обращению за технической поддержкой, включая рекомендации по описанию проблемы

Если у вас после запуска processing не двигаются ракетки, нужно проверить правильность подключения порта, в коде программы нужно поменять в функции void setup() во второй строчке String portName = Serial.list()[1], на 0, 2, 3 и тд пока ракетки не начнут двигаться.

Пример отправки:

Описать проблему.

Консольный лог (Ошибка если есть).

Код программы.

Фото собранной схемы.

Описать процесс сборки и загрузки скетча на Arduino UNO.

Обращаться за технической поддержкой на почту: b0gdandudenk0@mail.ru

или TG: @MinD11

7 Результаты тестирования

7.1 Оценка полноты решения поставленной задачи

Наш АПК дает возможность контролировать оптимальные условия внутри помещения. Благодаря использованию датчиков, этот комплекс способен отслеживать такие параметры, как температура, влажность, уровень CO2 и

другие факторы, впоследствии визуализируя эту информацию для пользователя посредством LCD дисплея, RGB светодиодов и звуков с помощью зуммера.

7.2 Оценка достоверности полученных результатов

Датчик	Измерение	Измерение	Измерение	Измерение	Измерение	Средние показатели
DHT11	23.9 C	24.8 C	24 C	23.8 C	24 C	24,1 C
MQ135	810 ppm	798 ppm	805 ppm	800 ppm	796 ppm	801,8 ppm
YL-38	543	542	545	544	545	543,8

Погрешность DHT11 = $\pm 5\%$

Погрешность MQ135 = 10 - 15 ppm

Погрешность YL-38 = $\pm 2\%$

В связи с ограниченностью ресурсов нам пришлось заменить гибкие датчики на ультразвуковые, в остальном полученные результаты соответствуют техническому заданию.

7.3 Сравнение с аналогичным результатом отечественной работы

Область показател ей	Температу ра	Относитель ная влажность	Перепад давления воздуха	Атмосферное давление	Концентрация углекислого газа в воздухе
Команда «Негры»	0°C до 50°C, допуск \pm	20% ~ 95%, допуск \pm 5%;	-	-	(300...10000) ppm $\Delta \leq \pm 30$ ppm
ООО Инженерн ые	(-80... +125) °C $\Delta \leq \pm 0,2$	(0...100) % $\Delta \leq \pm 1,5$	(0... 50) Па (0...500)	30...110) кПа $\Delta \leq$ $\pm 0,2$ кПа	(400...10000) ppm $\Delta \leq \pm 30$ ppm

В данной таблице происходит сравнение основных областей показателей АПК сконструированным командой «Негры» и системы мониторинга микроклимата «Гигротермон» от ООО Инженерные Технологии([Cataloge_tovarov_4.pdf \(gigrotermon.ru\)](#)).

На уровне прототипа нашей команде удалось приблизиться к функционалу области измерений, как у готового продукта от фирмы потенциального конкурента, также в нашем прототипе присутствуют функции, которых нет у «Гигротермона», такие, как датчик пламени, датчик влажности почвы и ультразвуковой датчик расстояния.

7.4 Недостатки

После проведения сравнения с конкурентами можно выделить следующие недостатки:

1. Отсутствует датчик измерения перепадов давления воздуха.
2. Отсутствует датчик измерения атмосферного давления воздуха.
3. Все датчики подключены проводами.
4. Не подходит для больших коммерческих помещений.
5. Отсутствует удалённый контроль.
6. Отсутствует сбор данных, только мониторинг.
7. Отсутствуют уведомления (СМС, Email, уведомление на компьютер).

7.5 Предложения по дальнейшим направлениям работ или обоснование о необходимости их прекращения

Предложения по исправлению недостатков:

1. Добавить датчики измерения перепадов и датчик измерения атмосферного давления.
2. Сделать беспроводное соединения с помощью WI-FI соединения используя модули ESP32 или ESP8266.
3. С помощью WI-FI датчиков сделать удалённый контроль и уведомления пользователю уведомления на ПК и Email и сбор данных.

8 Заключение

8.1 Выводы по результатам ОКР

Мы создали программно-аппаратный комплекс для мониторинга климата в помещении с оповещением о нарушении предельных значений, что является

важным и полезным решением, которое позволит пользователям более эффективно контролировать комфортные условия внутри помещений.

8.2 Оценка полноты решения поставленных задач

Наш аппаратно-программный комплекс выполняет все поставленные задачи из ТЗ:

1. Все 4 схемы объединены в 1 с помощью беспаячной платы
2. К схеме детекции огня добавлен зуммер и красный светодиод. В случае обнаружения огня зуммер издает соответствующий сигнал, а красный диод мигает
3. Добавлена аналогичная система звуко и свет оповещения для других датчиков. Их триггером будет служить некоторое критическое значение, задаваемое константой.
4. Подключен вывод всей информации из консоли на экран в последовательном виде, с подписями что есть что.
5. Система детекции стала системой климат контроля, добавлено устройство изменения условий. Насос включается не только по датчику влажности почвы, но и по датчику влажности воздуха.
6. Для каждого из датчиков добавлена собственная мелодия и мигание диода, чтобы можно было однозначно идентифицировать нештатную ситуацию моментально.

8.3 Разработка рекомендаций по конкретному использованию ОКР

Система применяется для контроля климатических параметров в следующих отраслях:

- метеостанция в небольшой комнате;
- террариум для животных;
- маленькие цветочные комнаты;
- Маленький холодильник для медикаментов;
- система безопасности маленьких отсеков хранения и транспортировки

8.4 Оценка технико-экономической эффективности внедрения.

Сильные стороны	Слабые стороны	Возможности	Угрозы
-----------------	----------------	-------------	--------

<p>1.Проект предлагает комплексное решение для мониторинга климатических условий, что может привлечь потенциальных клиентов.</p> <p>2.Проект использует современные датчики и микроконтроллеры, что обеспечивает высокую точность и надежность измерений.</p> <p>3. Функциональность: проект предлагает широкий спектр функций, включая обнаружение огня, измерение уровня влажности почвы и газов в воздухе, а также вывод данных на дисплей.</p>	<p>1. Ограниченный функционал: проект может ограничиваться только мониторингом климатических условий, что может снизить его привлекательность для некоторых клиентов.</p> <p>2. Ограниченные возможности платы: некоторые изделия могут иметь ограниченные возможности платы Arduino, что может ограничить их функциональность и гибкость.</p>	<p>1. Расширение функциональности: проект может расширить свой функционал, добавив новые возможности, такие как мониторинг качества воздуха или управление системами автоматизации дома.</p> <p>2. Партнерство: проект может установить партнерские отношения с производителями и поставщиками датчиков и других компонентов, что поможет улучшить его конкурентоспособность и доступность.</p>	<p>1. Конкуренция: проект может столкнуться с сильной конкуренцией на рынке мониторинга климатических условий, что может затруднить его проникновение и удержание позиций.</p>
--	--	---	--

<p>4. Метрологические характеристики: проект обладает высокой точностью измерений, что повышает его надежность и качество предоставляемых данных.</p>	<p>3. Ограниченная безопасность: проект должен соответствовать требованиям безопасности использования электроприборов, но могут возникнуть проблемы с безопасностью при использовании высокого напряжения.</p>	<p>3. Расширение рынка: проект может расширить свою деятельность на другие регионы или отрасли, что позволит ему привлечь новых клиентов и увеличить свою клиентскую базу.</p>	
---	--	--	--

8.5 Оценка технического уровня выполненной ОКР