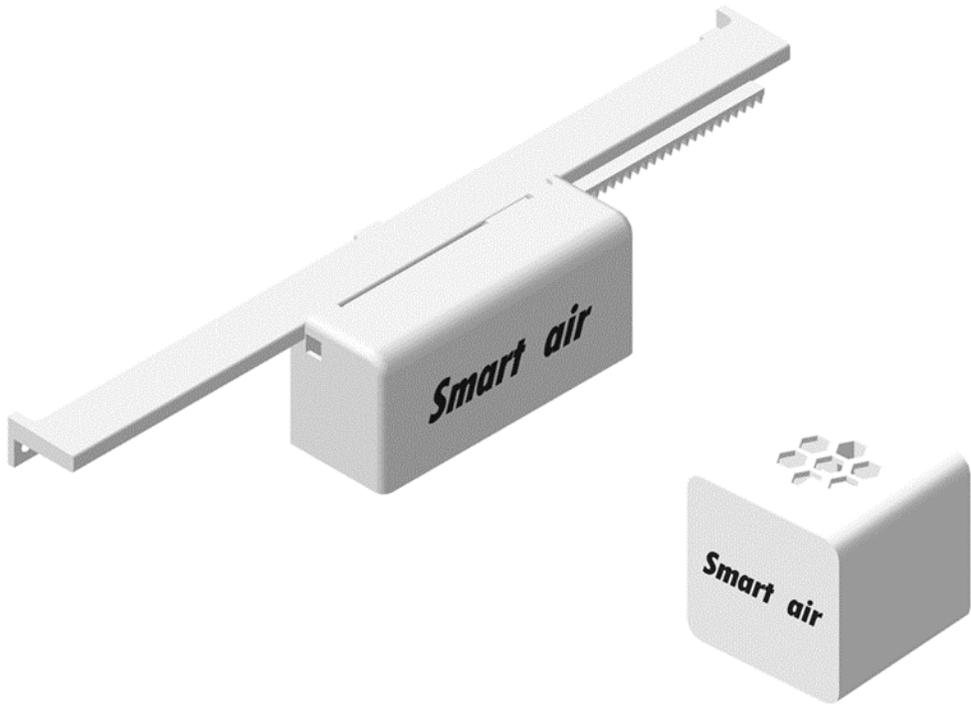


Система автоматического проветривания помещения



Во многих домах стоят пластиковые окна. Они очень герметичны, но если они закрыты, в комнате со временем становится очень душно. Мы поняли, что решить данную проблему получится с помощью простого в установке приточного клапана. Идея заключается в том, чтобы взять данное устройство и автоматизировать его. В итоге у нас получилось два устройства. Первое соединяется с клапаном и открывает его, а второе следит за температурой и количеством углекислого газа в комнате. Связь между ними осуществляется с помощью радиомодулей. Если в комнате душно защёлка открывается, а если помещение проветрилось или в нём стало холодно, она закрывается. Наш проект нацелен на автоматизацию и улучшение систем проветривания жилых помещений.

Проблема, которую решает проект

На сегодняшний день мало затронута тема автоматического проветривания. В нашей стране эта тема особо актуальна, так как во многих домах проветривание осуществляется редко. Также в большинстве домов стоят пластиковые окна. В помещениях с деревянными окнами доступ воздуха осуществляется через неплотности оконных конструкций, но в пластиковые окна намного герметичнее, и если они закрыты, в комнате со временем становится очень душно. Учёными доказано, что необходимо регулярно проветривать жилое помещение в любое время года, так как недостаток свежего воздуха влияет на работу головного мозга и может вызвать боль, замедляется обмен веществ. Исходя из этого, возникает проблема недостатка кислорода в жилом помещении.



400 - 800 ppm
комфортный уровень
CO₂ в помещениях



800 - 1 200 ppm
усталость, сонливость
и снижение внимания



1 200 ppm и более
полная потеря
работоспособности



Общее описание проекта

Перед нами стоит задача создать устройство, которое будет автоматически проветривать помещение. Мы ориентируемся на среднюю жилую комнату объёмом 40 м^3 с постоянным нахождением в ней одного человека. Планируется, что комната будет проветриваться в зависимости от количества углекислого газа и температуры. Устройство должно обладать автоматической системой управления, должно быть простым в установке и средним по стоимости в данном ценовом сегменте. Нужно подобрать компоненты так, чтобы цена устройства не превысила 6000 рублей. Основываясь на недостатках аналогов, устройство не должно нарушать безопасность помещения, герметичность окон и существенно влиять на внутреннюю температуру.

Постановка задачи проекта:

Для решения поставленной задачи мы хотим использовать приточный клапан. Для автоматического управления будет использован микроконтроллер, а также комплект датчиков, измеряющих концентрацию углекислого газа и температуру. В проекте мы выделили следующие задачи:

1. ЭЛЕКТРОНИКА. Спайка электронной схемы устройств
2. ПРОГРАММИРОВАНИЕ Программирование микроконтроллера для управления устройствами, а также разработка алгоритма управления.
3. ТЕСТИРОВАНИЕ Измерение оптимальной температуры и концентрации углекислого газа, внесение полученных данных в алгоритм.
4. ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ СБОРКА Создание корпусов устройств с помощью аддитивных технологий и объединение всех наработок в законченное устройство.

Электроника

После составления плана проекта, мы приступили к сборке электроники.

Научившись пользоваться паяльником, мы приступили к пайке электросхемы устройства.

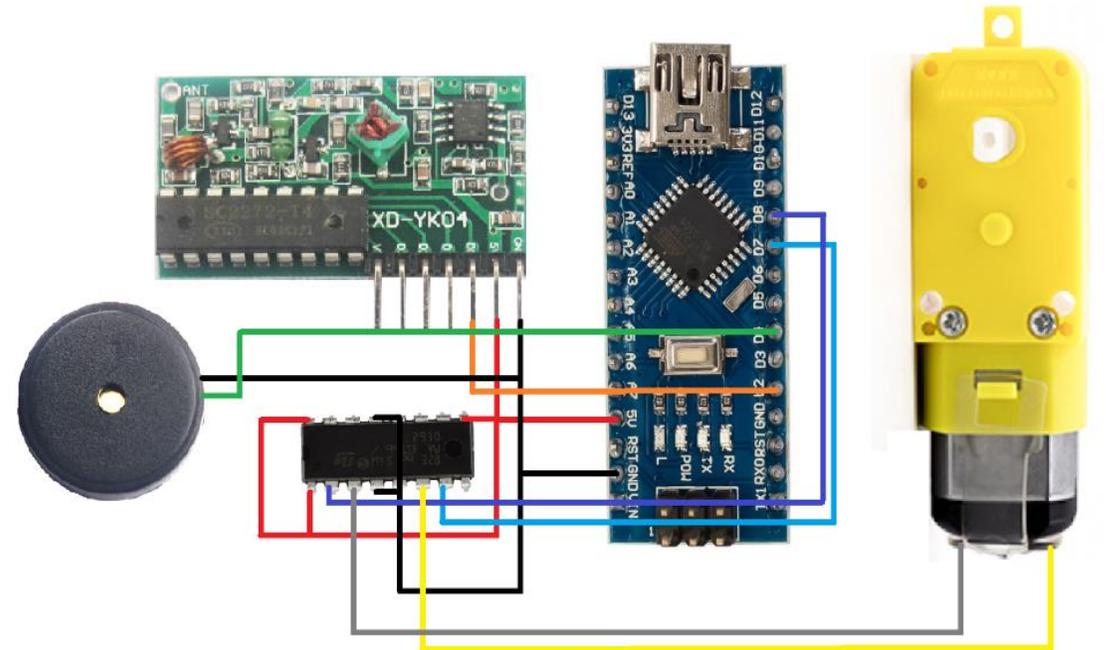
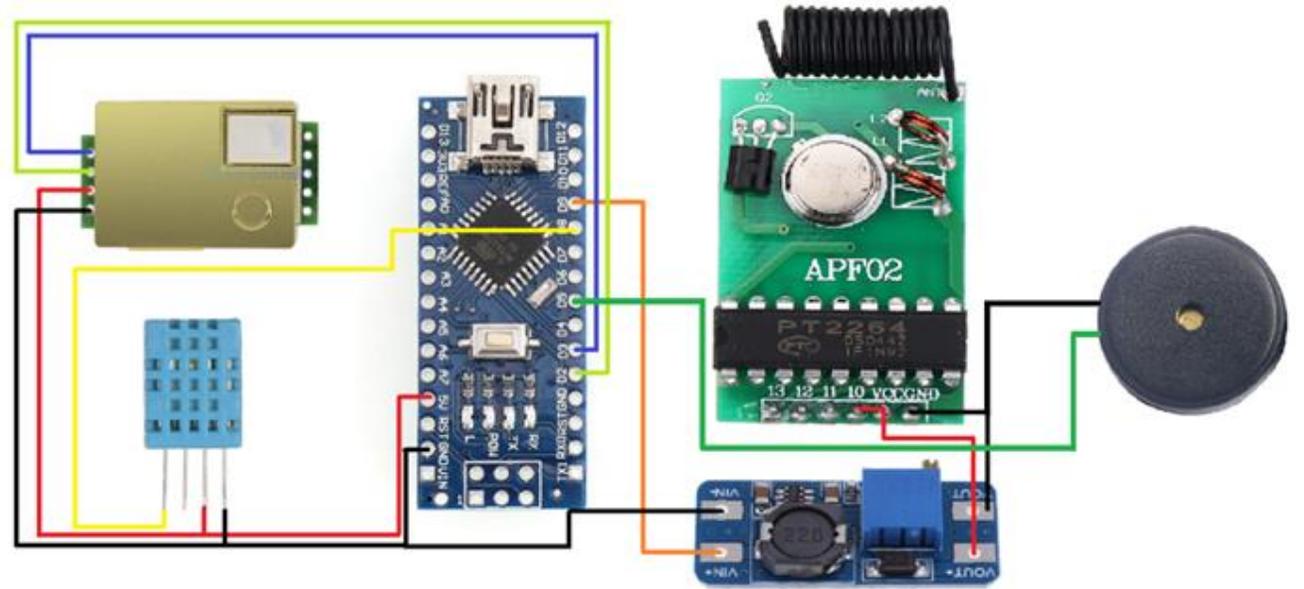
Электросхема состоит из датчиков CO2 и температуры.

Датчик для измерения углекислого газа был выбран MHZ19B. Он имеет высокую точность и долгий срок службы (5 лет).

Для измерений температуры был выбран DHT11 из-за его характеристик.

В качестве микроконтроллера – Arduino Nano, так как имеет маленький размер и

достаточную производительность.

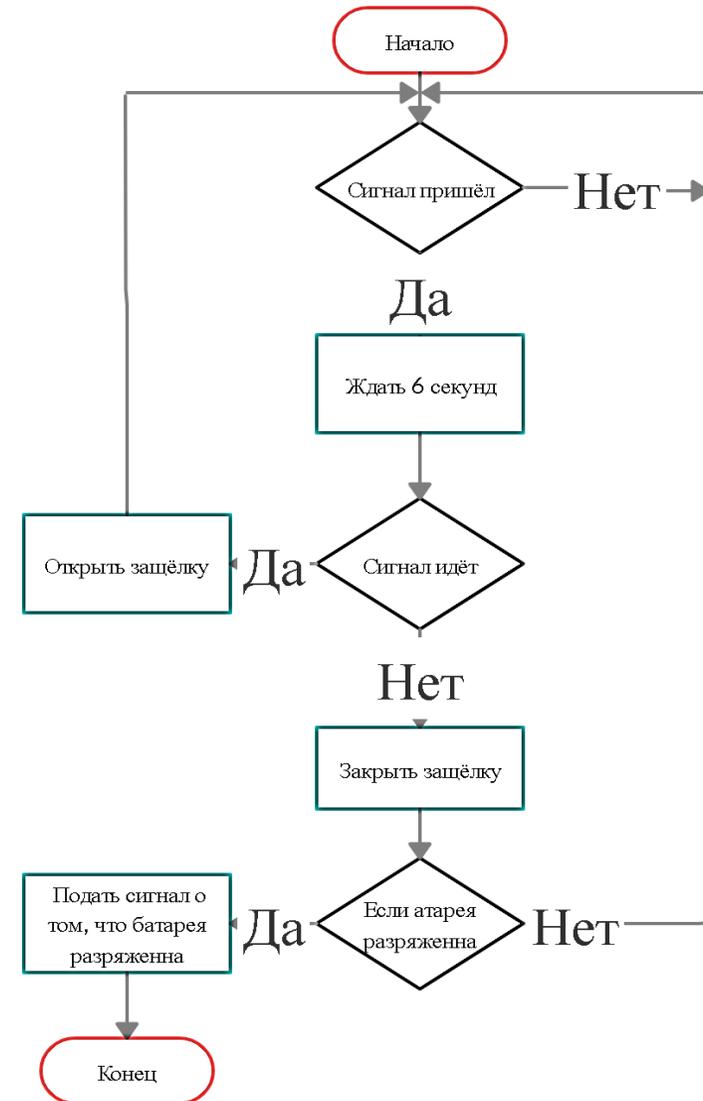
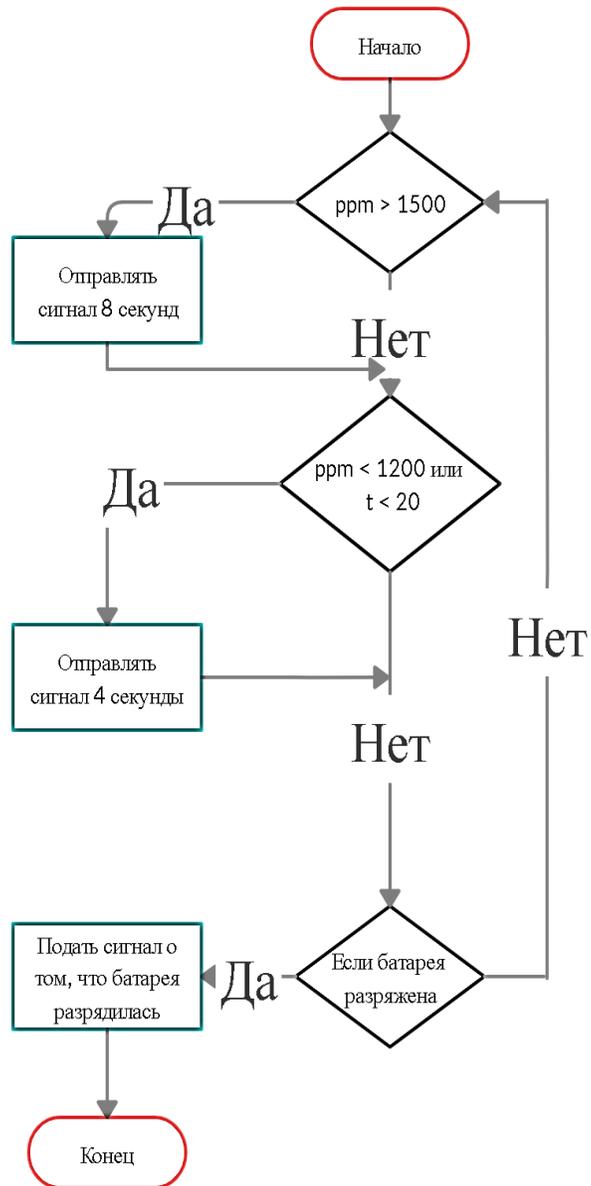


Программирование

На данном этапе мы начали с разработки алгоритма работы датчиков устройства, после чего написали первую тестовую программу. Далее мы приступили к тестированию, в ходе которого измеряли значения CO₂ в разных местах и условиях. На основании совершенного эксперимента было установлено, что датчик должен быть размещён в метре от окна. Также стало понятно, что самое благоприятное количество углекислого газа – 1000-1100 ppm. Поэтому порог срабатывания датчика был установлен 1500 ppm. Далее перед нами стояла задача разработать алгоритмы действий приёмника и передатчика. Ниже представлены алгоритмы в виде блок – схем.



Алгоритмы работы приёмника и передатчика



Программная часть

Далее мы приступили к написанию самой программы. В роли среды была выбрана Arduino IDE, так как она понятна и по ней есть множество информации в интернете.

```
1 #define receiver 10 // Подключаем радиомодуль передатчик к пину 10
2 #include<SoftwareSerial.h> // Подключаем библиотеку для датчика CO2
3 #include <dht11.h> // Библиотека датчика температуры DHT11
4 #define DHT11PIN 8 // Его подключение к пину 8
5 dht11 DHT11; // Его переменная
6 SoftwareSerial co2Serial(3, 2); // Объявляем объект для работы с функциями библиотеки датчика CO2
7 bool op = 0; // Переменная, отражающая положение защёлки 1-открыто 0-закрыто
8 int tmax = 22; // Самый низкий предел температуры в комнате
9 byte getChecksum(char *packet) { // функция проверки контрольной суммы
10     byte i; // Создаём переменную для счёта
11     unsigned char checksum = 0; // Создаём переменную для значения контрольной суммы
12     for (i = 1; i < 8; i++) { // Считаем контрольную сумму по принятому в массив response значению
13         checksum += packet[i]; // Суммируем все байты массива
14     }
15     checksum = 0xff - checksum; // Вычитаем сумму байтов из 255 (0xff)
16     checksum += 1; // Прибавляем к сумме 1
17     return checksum; // Возвращаем значение контрольной суммы принятого значения с датчика
18 }
19
20 void setup() {
21     DHT11.attach(2); // Пин датчика температуры
22     pinMode(receiver, OUTPUT); // Настраиваем пин управления передатчиком как выход
23     pinMode(A4, INPUT); // Настраиваем пин измерения напряжения как вход
24     pinMode(5, OUTPUT); // Настраиваем пин пьезодинамика как выход
25     pinMode(8, INPUT);
26     Serial.begin(9600); // иницируем подключение монитора последовательного порта на скорости 9600 бит/сек
27     co2Serial.begin(9600);
28 }
29
30
```

Продолжение листинга программы

```
29
30 void loop() {
31   int v = analogRead(4);
32   int chk = DHT11.read(DHT11PIN); // Переменная dht 11
33   byte cmd[9] = {0xFF, 0x01, 0x86, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x79}; // Массив под запрос значений датчика
34   byte response[9]; // Массив под полученный ответ от датчика
35   co2Serial.write(cmd, 9); // Отправляем команду датчику сформировать 9-байтовое значение
36   memset(response, 0, 9); // Обнуляем массив
37   if (co2Serial.available() > 0) { // Если данные приняты, то
38     co2Serial.readBytes(response, 9); // Считываем их в массив
39   }
40
41   byte check = getChecksum(response); // Выполняем проверку контрольной суммы
42
43   int ppm = 256 * (int)response[2] + response[3]; // Вычисляем значение CO2
44   float t = DHT11.temperature;
45   byte crc[9] = {}; // Обнуляем байт контрольной суммы
46   delay(500); // Ждём 5 секунд
47   Serial.println (ppm);
48   Serial.println (t);
49   if (ppm > 1500 && t > tmax && op == 0) { // Если критический уровень CO2 и температура больше желаемого
50     op = 1; // Присваиваем op значение 1
51     digitalWrite (receiver, HIGH); // Подаём сигнал на открытие
52     delay(8000);
53     digitalWrite (receiver, LOW);
54   }
55   if (ppm < 1200 && op == 1 || t < tmax && op == 1) { // Если уровень co2 вернулся в норму или температура ниже предела
56     op = 0; // Присваиваем op значение 0
57     digitalWrite (receiver, HIGH); // Подаём сигнал на закрытие
58     delay(4000);
59     digitalWrite (receiver, LOW);
60   }else{ // Во всех остальных случаях приёмник не передаёт сигналов
61     digitalWrite (receiver, LOW);
62   }
63   if ( v < 500){ // Если напряжение на батарее ниже критического, то сигнализируем об этом
64     tone(5, 1500);
65   }
66 }
```

Опыты

После разработки программных кодов мы приступили к опытам, в ходе которых мы измеряли значения CO₂ в разных местах и условиях. Справа приведена таблица показаний в разных местах и условиях. И затем мы занесли эти данные в алгоритм

Место и условия измерений	Результат (ppm-миллионная доля базового вещества)
В комнате 20 м ² , при постоянном нахождении 2 человек	2500 ppm
В комнате 20 м ² , после проветривания в течении 20 минут	1000 ppm
В комнате 20 м ² у окна после проветривания в течении 20 минут	700 ppm
На балконе/лоджии	900 ppm
На свежем воздухе	500 ppm

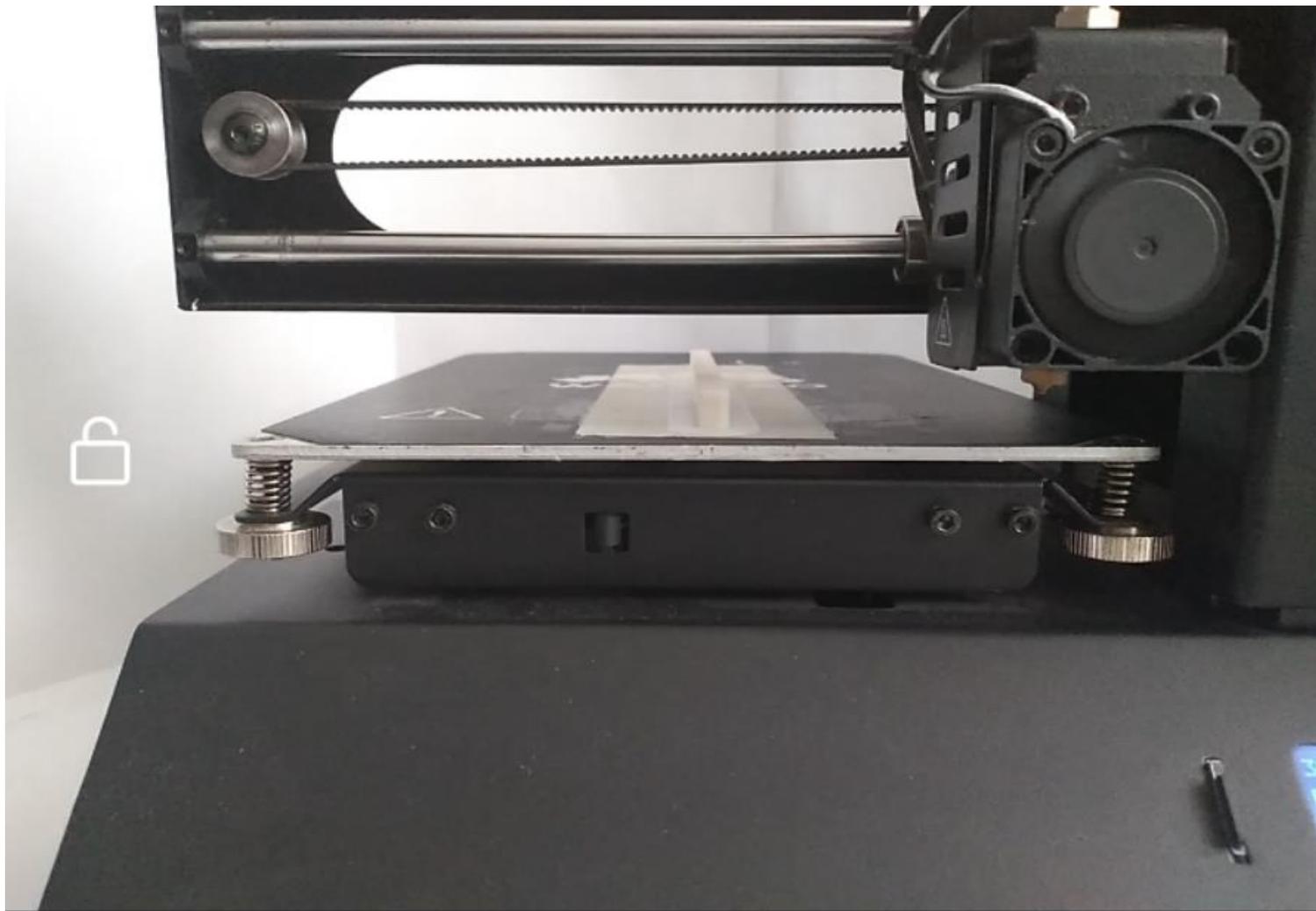
Окончательная сборка

После написания программного кода и проведения всех опытов мы приступили к сборке корпуса. Для удобства и наглядного представления корпуса устройств были спроектированы в программе Компас 3d. Эта программа была выбрана, так как она полностью русскоязычна и имеет возможность создавать не только 3d модели, но и чертежи, сборки. Также есть возможность представить модели в реальном виде (см. прилож. Н) Для эстетичности многие элементы корпусов имели скругления, а технологические отверстия, через которые воздух попадает к датчикам были сделаны в форме сот.



Окончательная сборка

Из-за сложной формы моделей было принято решение изготовить их на 3d принтере. Это повысило качество и ускорило процесс. В качестве материала образца был взят полилактид, так как имеет низкую усадку и высокую прочность.



Трудности в реализации проекта:

Во время изготовления корпуса , мы столкнулись с проблемой не знания программ для 3D моделирования. Решение этой проблемы мы нашли в программе Компас 3D которая полностью на русском языке и о ней много информации на русском языке.



Так же проблемой для нас стала беспроводная связь между блоком измерений и главным механизмом.

Перспективы проекта:

Мы хотим сделать наше устройство доступным для масс и распространить его . Мы надеемся что наше устройство поможет людям жить легче с нормальным количеством CO₂.



400 - 800 ppт
комфортный уровень
CO₂ в помещениях



800 - 1 200 ppт
усталость, сонливость
и снижение внимания



1 200 ppт и более
полная потеря
работоспособности