

mega-humidifier

license WTFPL

Проект умного увлажнителя воздуха.

Сделан для курсов “Практикум по цифровому производству” и “Микроконтроллеры” в МФТИ ФРКТ 4 семестр.

Команда:

- Хмельницкий Антон Б01-306
- Шилов Артем Б01-306
- Багацкий Дмитрий Б01-301

Цель проекта

Разработка автоматического увлажнителя для улучшения микроклимата в квартире

Задачи проекта

1. Изучить теоретическую литературу по данному вопросу.
2. Изучить существующие аналоги.
3. Продумать и создать модель испарителя.
 - Разработать конструкцию данного устройства и необходимые элементы взаимодействия с окружающей средой.
 - Провести расчеты характеристик модели.
 - Подобрать нужные материалы.
 - Собрать модель.
4. Провести испытание полученного устройства.
5. Рассчитать производительность и КПД устройства с помощью данных полученных экспериментально.
6. Улучшить устройство с учётом ошибок начальной версии.
7. Разработать технику безопасности и инструкцию по пользованию прибором.
8. Сравнить характеристики самодельного прибора с магазинным экземпляром.
9. Сделать выводы, продумать дальнейшее усовершенствование модели.

Инструкция/Функционал:

1. Включить в сеть электропитания.

2. Проверить экран на наличие вывода данных и включения вентилятора и испарителя.
3. На экран выводится: реальное время, примерное время окончания работы цикла увлажнителя, показания влажности и температуры.
4. Запуск увлажнителя - фиксированное время. На паузу увлажнителем можно поставить нажатием кнопки, чтобы продолжить работу нужно нажать её повторно. В это время будет выводится только реальное время и статус - "Пауза".
5. Изменение скорости работы вентилятора и мощности испарения происходит за счет вращательного регулятора и тумблера.
6. По окончанию работы выводится сообщение об окончании и звучит оповещающий сигнал. Чтобы перезапустить увлажнитель и начать новую сессию, нужно нажать один раз на белую кнопку.

Практическая часть

Электрическая (модульная) часть

Схема питания модулей:

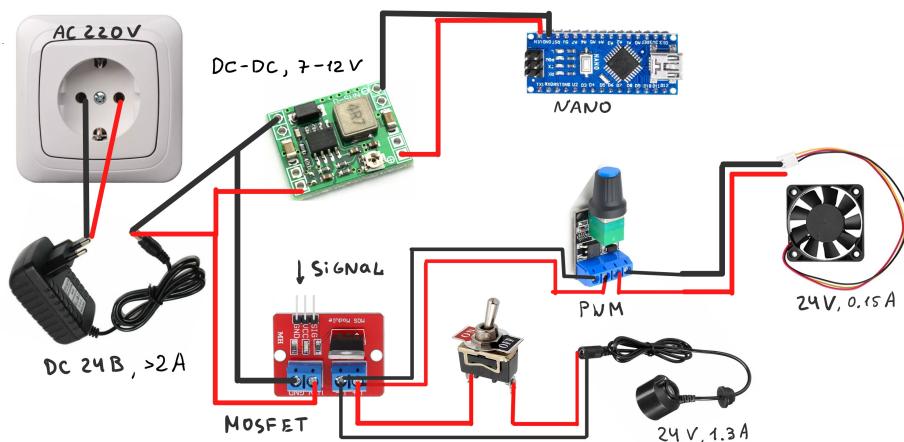


Figure 1: Схема питания

Схема (выполнена в Fritzing) подключения датчиков к Arduino Nano(лежит в schemes/):

Питание всех модулей осуществляется через блок питания AC/DC IN: 100-200В, OUT: 24В & >2А.

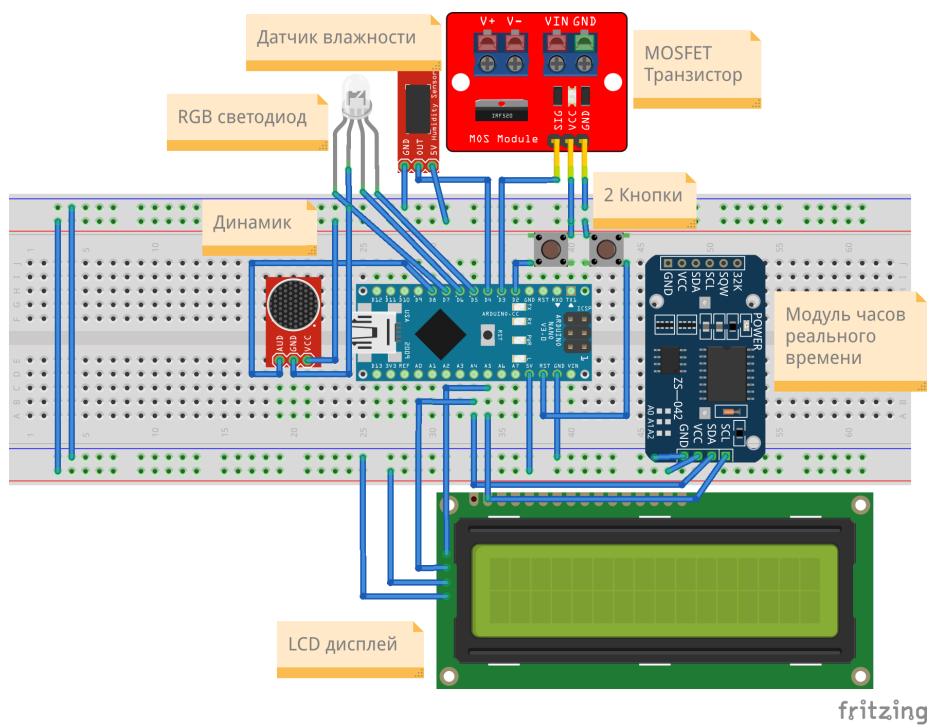


Figure 2: Подключение датчиков

Испаритель воды получает 24В (номинальные) при этом питание регулируется через тумблер. Также подача питания на него регулируется MOSFET транзистором. На вентилятор подается 24В через ШИМ и MOSFET транзистор.

Используется понижающий преобразователь DC-DC (в данном случае с 24В до 7-12В) для питания Arduino Nano .

Датчики и элементы:

- Блок питания 24В, >2A
- Arduino Nano
- Вентилятор 24В (60x60x25)
- Ультразвуковой испаритель 24В
- Светодиодный модуль KY-016
- Звуковой модуль KY-006
- MOSFET транзистор IRF520N
- ШИМ регулятор XK-1074
- Тумблер ON-OFF (2A+ 24V+)
- Датчик влажности DHT11
- Тактовая кнопка KY-004 x2
- DC-DC преобразователь MP1584
- Модуль реального времени RTC DS3231
- Дисплей LCD 2004 I2C

Код прошивки выполнен в программе Arduino IDE(исходный код в scripts/main/).

Использовались библиотеки(лежит в libs/):

- для модуля часов реального времени RTC
- для датчиков влажности
- для дисплея с шиной I2C
- для использования шины I2C(стандартная)

Основные функции и задачи Arduino:

1. Управление работой увлажнителя (а именно испарителя и вентилятора) с помощью MOSFET транзисторов.
2. Создание интерфейса для более удобного управления пользователем увлажнителя с помощью вывода информации на дисплей и управления модулями с помощью кнопок и регуляторов.
3. Измерение и мониторинг показателей микроклимата в квартире (влажность и температура).
4. Контроль работы с помощью индикации, а также сигнализирования пользователя о завершении работы с помощью звукового модуля.

Описание кода:

1. Использованные библиотеки: для датчика влажности (`stDHT.h`), для дисплея (`LiquidCrystal_I2C.h`), для модуля часов реального времени (`RTClib.h`) и стандартная библиотека (`Wire.h`).
2. Для большинства модулей написаны отдельные функции: для датчика влажности, для MOSFET и пьезоэлемента, для модуля часов реального времени.
3. Процесс представляет из себя лимитированная по времени сессия работы. В коде прописывается время продолжительности работы и автоматически после определенного времени увлажнитель отключает нагреватель и выводит на экран надпись `END OF SESSION. PRESS <RESET>`. Чтобы обновить сессию и заново запустить процесс, нужно нажать на отдельную кнопку `Reset`.
4. В процессе работы увлажнителя на дисплей выводится реальное время и показания влажности и температуры, а также время до конца сессии (работы увлажнителя). Также есть индикация (светодиод), который светит красным цветом или зеленым в зависимости от того оптимальная ли влажность или нет. Границы также можно указать в коде.
5. Реализована функция “Паузы”, т.е. можно нажатием кнопки `Button` приостановить (и продолжить повторным нажатием) работу испарителя и вывод данных на дисплей. Таким образом можно остановить работу увлажнителя простым нажатием кнопки на неопределенное время. В процессе паузы выключены реле, светодиод горит синим цветом и на дисплее выводится надпись `PAUSE` и время с количеством оставшегося времени.

Параметры для настройки работы увлажнителя находятся в `setup.inc`, можно настроить:

- Время работы увлажнителя.
- Минимальную/максимальную допустимую влажность.
- Длительность и тон писка.

Демонстрация электроники:

Видео

Конструкционная (механическая) часть

Контейнер:

Были изучены аналоги увлажнителей и выбран вариант сборки всех частей в одной ёмкости. Ёмкость представляет из себя пластиковый контейнер, с высокими стенками и ручками, вместимость - 4.5 литра размером 17.5x17x21 см

В крышке контейнера вмонтирован вентилятор (60x60x15 см) для вентиляции и создания нагнетания воздуха. Таким образом поток воздуха насыщается водой, проходя через увлажнитель, и испаряясь выходит из увлажнителя. Также вмонтирована направляющая конструкция(60x60x15 см), чтобы пар выходил под углом 45 градусов.

Крышка и корпус:

Электроника размещена в отдельной пластиковом корпусе с вырезом для дисплея и выведенными на бок датчиками и кнопками. Кнопки размещены на корпусе и прикреплены винтами M2.5.

Корпус для электроники, а также направляющая конструкция были смоделированы в SolidWorks/Компас3D (исходники в enclosure/SLDPRT/ и enclosure/STL/), а затем распечатаны на 3D принтере. Отверстия вырезались с помощью дremеля или были смоделированы при проектировании корпуса перед печатью.

Печатная плата:

Была смоделирована (исходники в plate/) печатная плата для сборки всех датчиков с помощью KiCad и FlatCam и вырезана на фрезерном станке Charly4U:

- Все датчики монтируются непосредственно либо на плате(односторонняя, но крепятся датчики с двух сторон), либо отдельно проводами.
- Сделаны 3 отверстия для монтажа платы к корпусу винтами M3.

Таблички с гравировкой:

Были смоделированы (исходники в cut/) таблички с названиями всех элементов на корпусе для упрощения использования устройства в программе CorelDRAW и вырезаны на лазерном станке GCC Spirit GLS40. Затем размещены на корпусе с помощью жидкого клея.

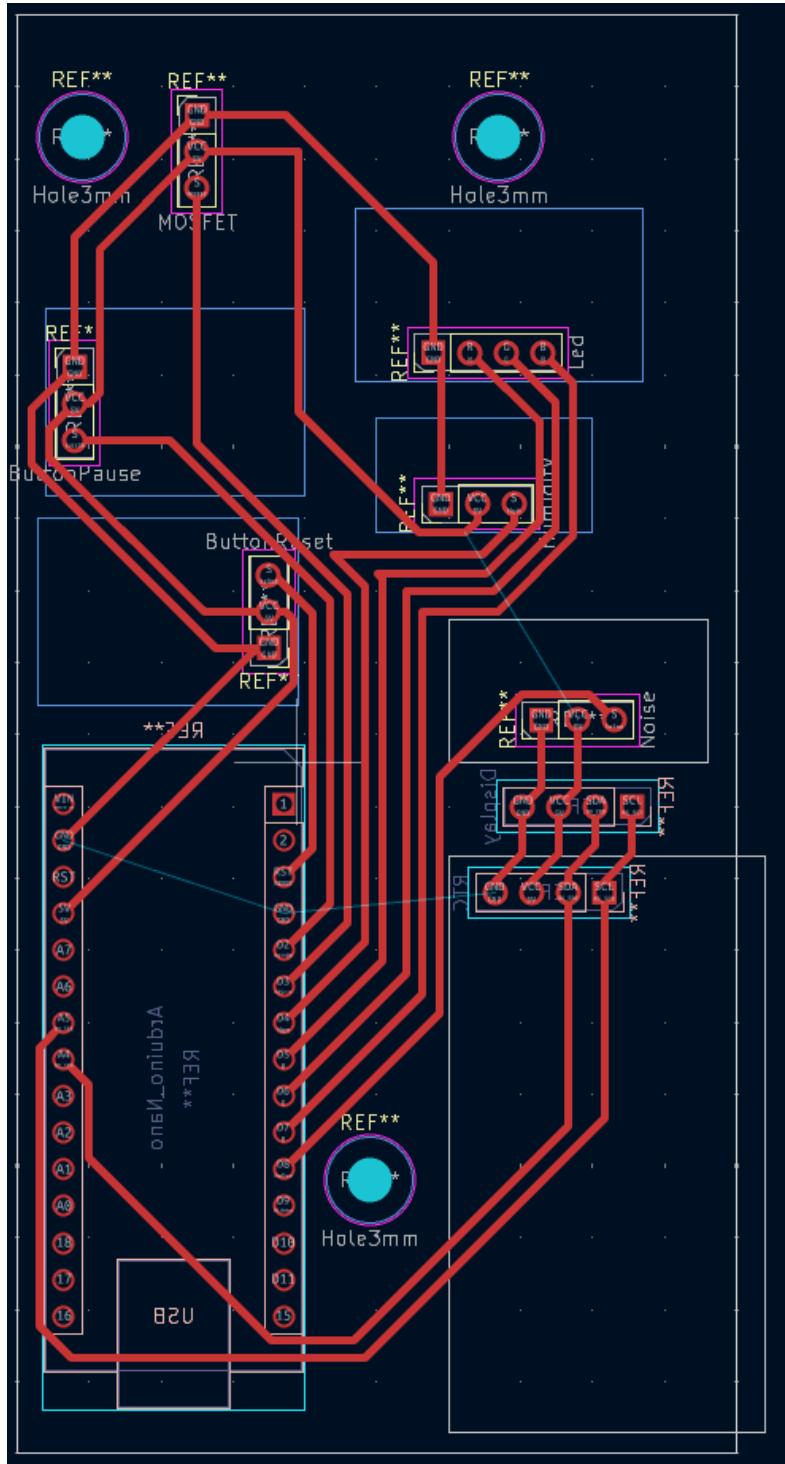
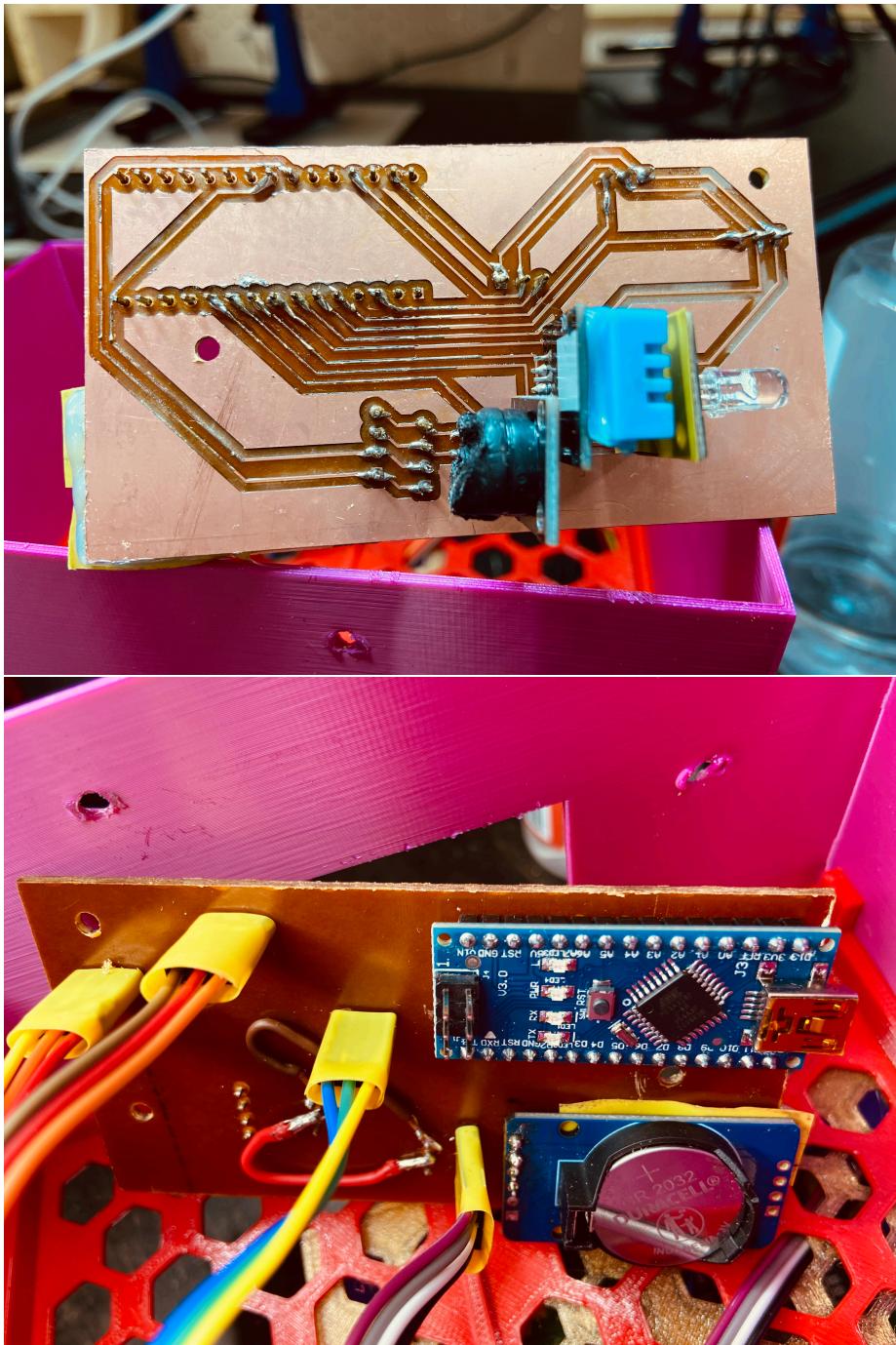
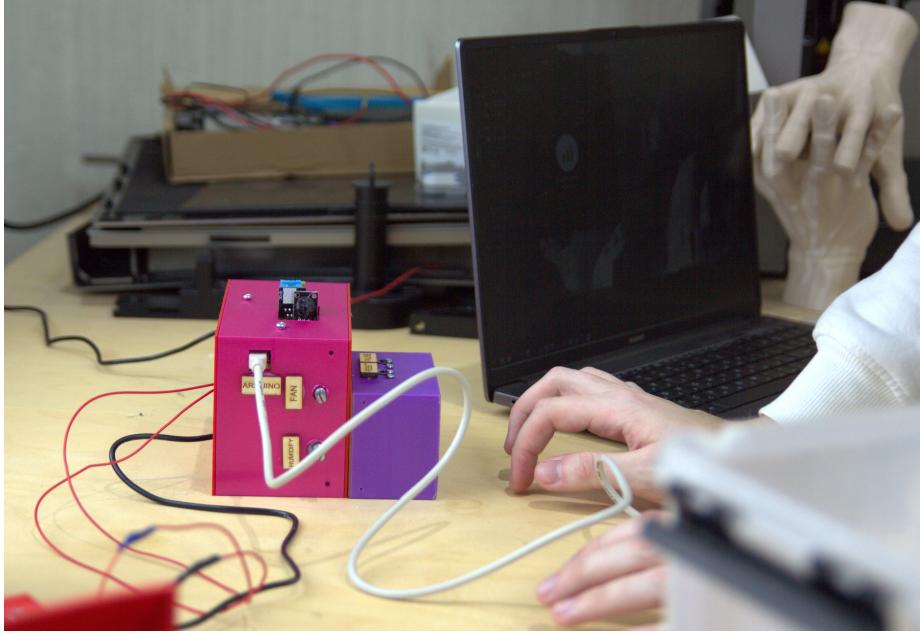
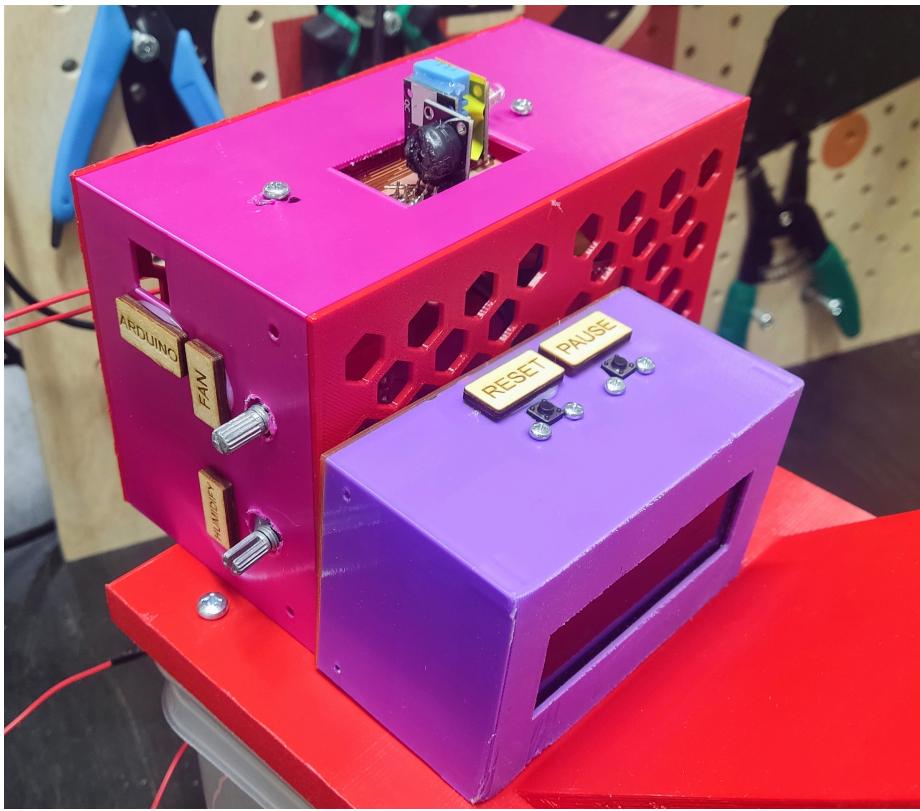


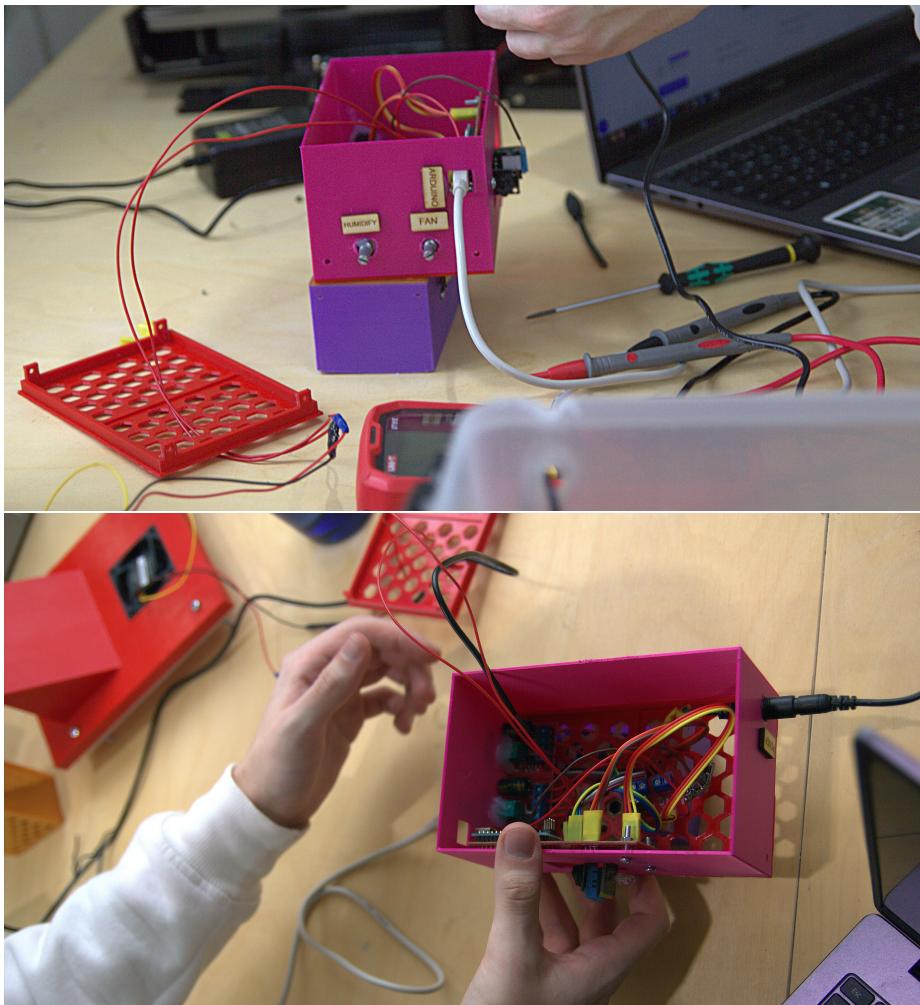
Figure 3: Схема платы
7

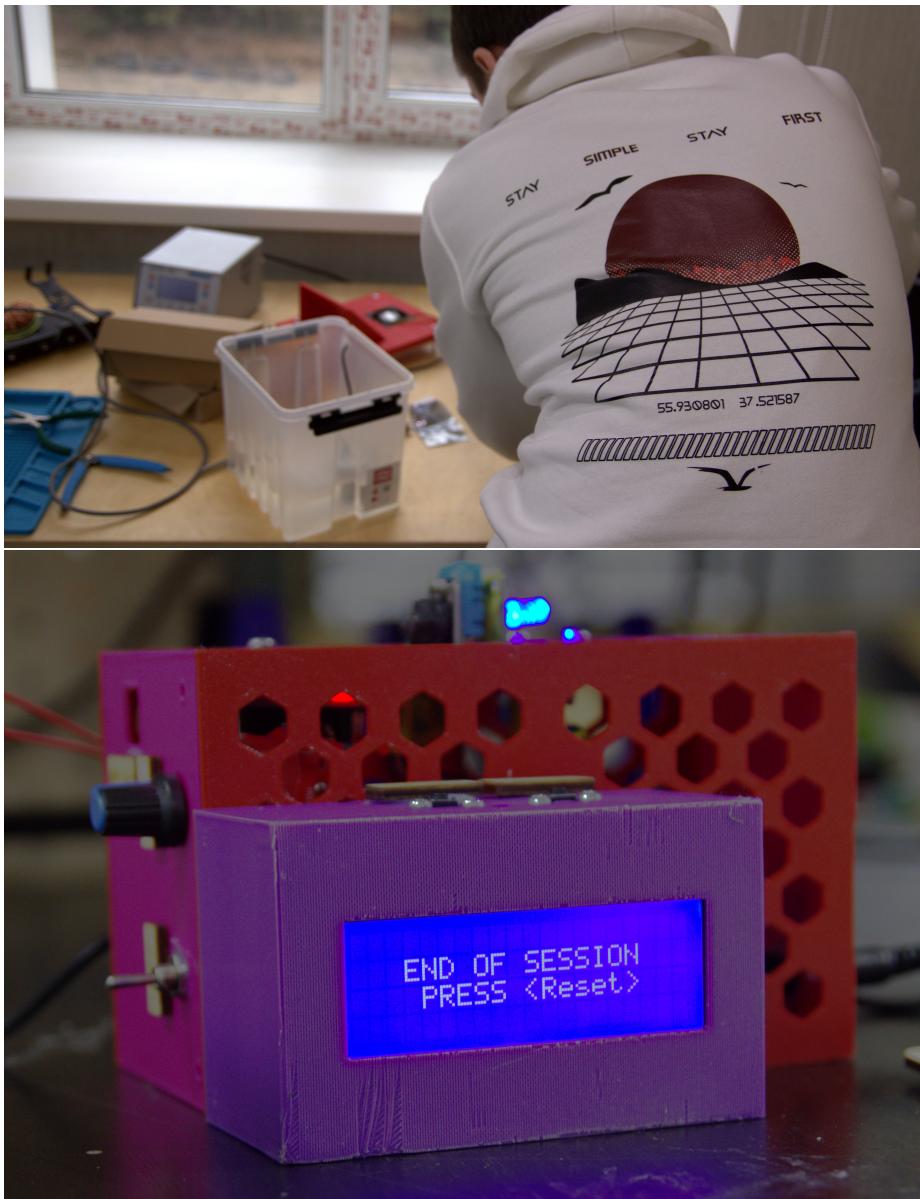


Процесс сборки









Демонстрация работы([media/final.mp4](#)):

Видео

Экспериментальный расчет

Производительность парогенератора: 450 мл/ч

Емкость рассчитана на 4.5л, с учетом датчика уровня воды встроенного в парогенератор, эффективный объем воды для испарения 2.5л.

Получаем примерную длительность работы увлажнителя - 5.5ч.

Рекомендованная настройка работы увлажнителя - 5ч.

Сравнение с аналогами

Примерная цена всех компонентов: 3500 руб, что меньше чем цена за аналоги с меньшим функционалом.

- AlexGyver Humidifier - рядом не стояло.
- Ivan9073 Youtuber - в подметки не годится.
- Dzen RMNT.RU - слабо.
- Алексей Федосенко Youtuber - детский сад.
- VITEK VT-2348 - больший функционал, дешевле.

Результаты и выводы

В ходе разработки автоматического увлажнителя воздуха были выполнены все основные этапы проектирования и сборки устройства.

1. Функциональность устройства

Увлажнитель успешно выполняет свою основную функцию - насыщает воздух влагой с регулируемыми параметрами интенсивности испарения и вентиляции. Система управления через Arduino Nano позволяет контролировать показатели микроклимата (температуру и влажность), а также задавать параметры работы устройства. Реализован удобный пользовательский интерфейс с дисплеем, кнопками и регуляторами. Встроены индикация и звуковой сигнал, что повышает удобство эксплуатации.

2. Эффективность увлажнения

Производительность парогенератора составила 450 мл/ч, что позволяет устройству работать в течение 5,5 часов на одном полном резервуаре (эффективный объем 2,5 л). Также есть возможность расширения объема использовав емкость с большим объемом. Экспериментальные замеры показали, что устройство способно поддерживать уровень влажности в помещении на оптимальном уровне (40-60%) в зависимости от настроек.

3. Сравнение с аналогами

В сравнении с коммерческими моделями устройство показало схожие характеристики по производительности, но с возможностью гибкой настройки режимов работы. Стоимость самодельного увлажнителя оказалась ниже аналогичных готовых устройств, что делает проект экономически оправданным.

4. Конструкционные и инженерные решения

Использование 3D-печати позволило создать компактный корпус и направляющую конструкцию для выхода пара. Электронные компоненты были успешно интегрированы на печатную плату, что упростило сборку и повысило надежность системы. Устройство собрано из доступных компонентов, что делает возможным его дальнейшее усовершенствование.

5. Недостатки и возможные улучшения

В будущем можно реализовать автоматическое отключение при достижении заданного уровня влажности. Возможно добавление управления через Wi-Fi/мобильное приложение для удаленного контроля и мониторинга. Можно усовершенствовать систему подачи воды, чтобы увеличить время автономной работы.

Вывод

Созданный умный увлажнитель воздуха соответствует поставленным требованиям и демонстрирует высокую эффективность в поддержании комфортного уровня влажности в помещении. Проект успешно прошел этап испытаний, подтвердил свою работоспособность и может быть доработан в будущем для повышения удобства использования и расширения функционала.

