

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОМ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА»

«АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM»



ПРОЕКТ ПОДГОТОВИЛА:

Учащаяся научного общества учащихся:
Масликова Елизавета Павловна 07.03.2005 г.р.

РУКОВОДИТЕЛИ:

*педагоги дополнительного образования
Романенко Руслана Александровна,
Романенко Игорь Николаевич*

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	2
2. Основная часть	2
2.1. Теоретическое обоснование проекта	4
2.1.1. Устройство автоматизированного тепличного комплекса.....	4
2.1.2. Системы жизнеобеспечения тепличного комплекса.....	6
2.1.3. Ресурсосберегающий потенциал «умной теплицы»	8
2.2. Практическая часть.....	9
2.2.1. Механизм реализации проекта	9
2.2.2. Создание прототипа автоматизированного тепличного комплекса. 11	
2.2.2.1. Создание основы.....	11
2.2.2.2. Подключение датчиков	11
2.2.2.3. Настройка вычислительного процесса.....	13
2.2.2.4. Создание системы удаленного управления	14
2.2.3. Создание Telegram-бота	14
2.2.3.1. Регистрация бота в Telegram	15
2.2.3.2. Установка библиотеки.....	15
2.2.3.3. Код для бота	15
2.3. Перспективы развития проекта	17
3. Заключение	18
4. Список использованной литературы и источников информации.....	19
5. Приложение	20
5.1. Ссылки на видеоматериалы	20

1. ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие науки и использование информационных технологий позволяет рассматривать возможности различных программных и технических продуктов для решения конкретных задач. Человечество постоянно стремится автоматизировать участие человека во многих процессах. Благодаря уникальной системе «умный дом» человек может управлять освещением, видеонаблюдением, сигнализацией и отоплением жилого дома, включением и выключением домашней техники. Системой можно управлять через различные приложения с компьютера или телефона. Стиральные машины и роботы-пылесосы значительно упростили наш быт. Современные конструкторские, инженерные и программные технологии невозможны без применения даже простейшей робототехники. Для создания роботов и «умных» датчиков используются самые разные программные и технические продукты.

Актуальность. В нашем Доме детского творчества есть уникальный тепличный комплекс, который с любовью и заботой создавали не одно поколение детей и педагогов. Вся эта красота, требует ежедневной заботы. В наше время технологии дают возможность контроля за различными параметрами внешней и внутренней среды, а также автоматизации некоторых процессов, таких как, например, открытие форточки для проветривания, автоматизация полива, дистанционного включения освещения может значительно сделать значительно комфортнее условия ухода за растениями. Умный дом для растений позволит выполнять однотипные действия с гораздо большей эффективностью и без привязки ко времени.

В рамках работы Научного общества учащихся, я решила изучить возможность создания автоматизированной системы управления жизнедеятельностью тепличного комплекса с использованием мессенджера.



Проблема. Отсутствие простых и эффективных систем управления устройствами на расстоянии.

Гипотеза. используя программу Telegram-бот и микроконтроллер Arduino Uno в качестве управляющего контроллера можно реализовать простую и удобную автоматизированную систему обеспечения жизнедеятельности растений.

Новизна. новизна состоит в том, что в единый комплекс объединены микроконтроллер Arduino Uno и программа Telegram-бот для осуществления дистанционного управления устройствами.

Краткое описание проекта.

Цель: создание автоматизированной системы управления жизнедеятельностью растений на базе микроконтроллера Arduino Uno с использованием возможности дистанционного контроля за устройствами на основе Telegram-бота.

Задачи:

- научиться работать с электронными схемами;
- разобраться в принципе работы микроконтроллера Arduino Uno;
- создать экспериментальную модель автоматизированного комплекса на основе микроконтроллера Arduino Uno;
- научиться писать коды для ботов на Python;
- создать Telegram-бот для удаленного управления;
- продумать возможность масштабирования проекта на реальный объект.

Результат реализации проекта. Работоспособная автоматизированная система контроля микроклимата, собранная на основе платы Arduino Uno и различных датчиков, способная функционировать как в автономном режиме так и управляться с помощью телеграмм бота, установленного на телефон или компьютер.

Социальная значимость проекта. Автоматизация управления различными процессами обеспечения жизнедеятельности растений, позволит не только существенно облегчить работу по уходу за растениями, но и будет способствовать более рациональному использованию ресурсов.

Место работы над проектом: кабинет информатики Дома детского творчества.

Материально техническое обеспечение проекта: обеспечивается за счет использования материалов и оборудования, приобретенного для организации проектной деятельности в рамках работы Научного общества учащихся.

Сроки реализации проекта:

1 этап (подготовительный) : январь-февраль 2021 года

2 этап (этап реализации): март-декабрь 2021 года

3 этап (заключительный): январь-май 2022 года

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

2.1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.

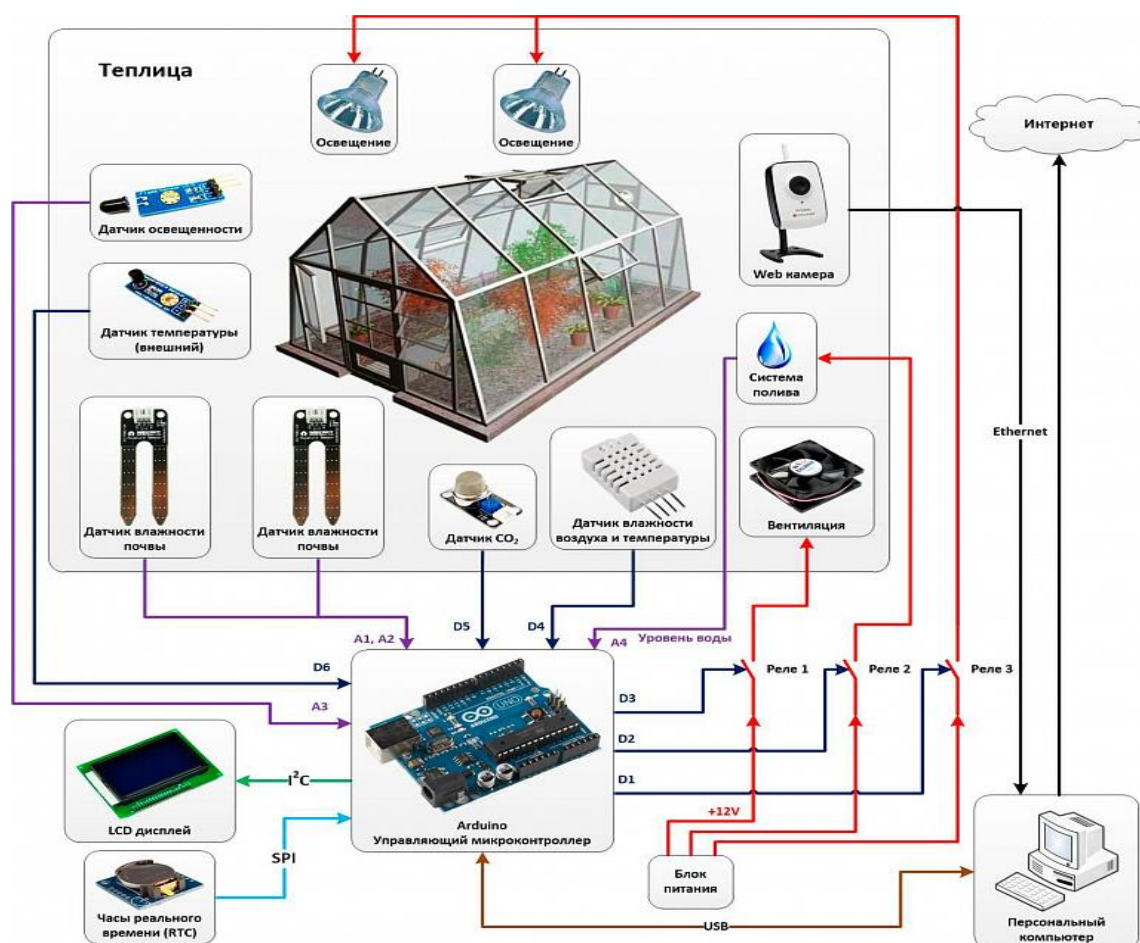
2.1.1. Устройство автоматизированного тепличного комплекса

Жизнедеятельность растений напрямую зависит от соблюдения температурного режима, уровня влажности и освещённости. Иногда, чтобы растения чувствовали себя хорошо, необходимо менять условия в теплице каждый час. Автоматизации некоторых процессов позволит создать оптимальный микроклимат.

Теплица станет более эффективной, если оснастить её автоматическими механизмами, которыми можно управлять с помощью компьютерных программ. Это улучшение сократит тяжёлую работу человека, поможет сохранять оптимальный микроклимат внутри теплицы и в соответствии упростит процесс ухода за растениями.

Автоматизированные системы могут без вмешательства человека в течение длительного времени:

- поддерживать комфортную температуру внутри помещения, автоматически обеспечивая режим проветривания и зашторивания;
- поливать растения в указанное время и в необходимых объёмах, в зависимости от уровня влажности;
- управлять освещением и отоплением.



Что же необходимо для автоматизации теплицы?

Необходим определенный набор датчиков и механизмов, а также программно-аппаратный комплекс, который будет собирать и обрабатывать поступающую с датчиков информацию, а затем обеспечивать выполнение заданных функций. Автоматизированная система будет управлять поддержанием нужных параметров в установленных диапазонах в соответствии с заранее заданным алгоритмом.

В нестандартной ситуации система подаст сигнал о необходимости вмешательства человека. Таким образом, автоматизированная система способна выполнять те же задачи, что и человек, но с большей точностью и более оперативно. Управлять системой можно в автоматическом режиме или удаленно через интернет: на компьютере, ноутбуке, планшете или смартфоне. Можно автоматизировать как все процессы, так какие-то конкретные. Основная задача автоматизированной системы – это мониторинг жизненно важных для растений параметров: уровня освещения, температуры и влажности, и своевременная реакция на изменения.

Наиболее востребованными для автоматизации являются:

- датчики освещённости
- внешние и внутренние термодатчики
- гигрометры
- таймеры
- датчики расхода воды
- вентиляторы
- терморегуляторы для подогрева почвы и воздуха
- пневматические или гидравлические подъемники для фрамуг
- автоматические шторы для создания затенения
- фоторезисторы
- датчики контроля CO₂
- датчики точки росы

Также комплекс может работать автономно на солнечной энергии. Все эти устройства подключаются к компьютеру, а информация с датчиков передается при помощи цифровых сигналов.

Главный и обязательный элемент автоматизированной теплицы – это программируемое электронное устройство, обрабатывающее информацию со всех устройств и дающее команды для исполнительных механизмов.

Для простейших схем использование платы Arduino Uno или Arduino Mega вполне оправдано. Но для управления микроклиматом теплицы, на основе сбора и анализа данных, лучше использовать микропроцессор Raspberry Pi.

2.1.2. Системы жизнеобеспечения тепличного комплекса.

Автоматизация тепличного комплекса, позволяет обеспечить такой микроклимат, что погодные изменения не оказывают негативного воздействия на растения. Можно автоматизировать значительную часть процессов по обеспечению жизни растений, возложив их на автоматические системы управления.

Система	Назначение
Система форточной вентиляции	Обеспечивает естественный воздухообмен внутри теплицы через вентиляционные отверстия. Все фрамуги могут дистанционно или автоматически закрываться и открываться, что позволит на более качественном уровне поддерживать микроклимат в теплице.
Система рециркуляции воздуха	служит для перемешивания холодного и теплого воздуха, особенно в зимний период. Это позволит минимизировать перегрев растений и ликвидировать зоны с повышенной влажностью. Это особенно актуально в периоды, когда естественная вентиляция через форточки малоэффективна или затруднена.
Система зашторивания	Система зашторивания позволит создать теплозащитный и светоотражающий шторный экран: затенение при избыточной солнечной радиации весной и летом, сохранение тепла ночью, и в периоды с низкой наружной температурой. Можно автоматизировать опускание или поднятие, в случае горизонтального зашторивания, а также изменение угла открытия для вертикальных жалюзи.
Система капельного полива	Позволит доставить через сеть трубок и капельниц, заранее приготовленный питательный раствор, в корневую зону каждого растения.
Система орошения	Предназначена для мелкодисперсного распыления воды.
Система искусственного освещения	Позволяет поддерживать требуемый уровень освещенности с и времени суток.
Система отопления	Обеспечивает подогрев воздуха и грунта.

Автоматизированная система позволяет экономить энергоресурсы и трудозатраты, а также минимизировать влияние человеческого фактора (забыл, заболел...).

Но для получения хорошего результата, растениям, помимо любых автоматических систем необходимы еще и грамотные специалисты, которые способны задавать режим работы автоматики и с помощью роботизированных устройств помощников осуществлять уход и обработку растений.



Но не стоит забывать, что процесс выращивания растений в автоматизированных теплицах мало зависит от особенностей развития. В случае если растение вдруг перестанет усваивать питательные элементы, неожиданно перейдет из генеративного типа развития в вегетативный, или наоборот, то установить причину проблемы, и оперативно вмешаться сможет только специалист.

2.1.3. Ресурсосберегающий потенциал «умной теплицы»

Несмотря на то, что многие считают автоматизированную теплицу весьма дорогостоящим приобретением, очевидно, что это позволит не только существенно облегчить работу по уходу за растениями, но и помогает уменьшить расход электроэнергии и воды, контролировать дозы удобрений и соответственно улучшить качество содержания растений.

При этом, энергопотребление обслуживания системы весьма небольшое - от 6 Вт в час. Максимальное потребление напрямую зависит от включенных в заданный момент устройств.

Например:

Контроллер потребляет около 10-12 Вт за час.

Электромагнитный клапан потребляет от 6 до 8 Вт за час.

Вентилятор потребляет от 6 до 8 Вт за час.

В среднем, за день получается: контроллер + полив (1 клапан 2 раза в день по 30 минут)+ 1 вентилятор 6 часов: $(10\text{Вт} \cdot 24) + (6\text{Вт} \cdot 2 \cdot 0,5) + (6\text{Вт} \cdot 6) = 282$ Вт. За 30 дней получаем 8460 Вт. При цене 6,8 руб за 1 кВт набегает всего 47 рублей в месяц.

А теперь рассмотрим экономию трудозатрат.

Итак, минимальная зарплата в Камчатском в 2021 году составила 32'000 рублей. В месяце 22 рабочих дня по 8 часов. Получаем 1 час вашего труда = 181,81 рубля.

Теперь ваши затраты времени:

1. Открытие и закрытие окон, дверей = 15 минут (1/4 часа) в день. $0,25 \cdot 30 = 7,5$ часа в месяц.
2. Полив. Каждый день минимум 1 час, но зависит от времени года, в случае нашего тепличного комплекса это время увеличивается до 3 часов в день. Считаем по минимуму и в месяц получается $1 \cdot 30 = 30$ часов в месяц.

В итоге получается: в часах $7,5 + 30,0 = 37,5$. В рублях $37,5 \cdot 181,81 = 6817,87$ рублей в месяц.

Таким образом, можно сделать вывод, что автоматизация теплицы позволит экономить ресурсы, в том числе и трудовые.

2.2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.2.1. Механизм реализации проекта. Основные этапы.

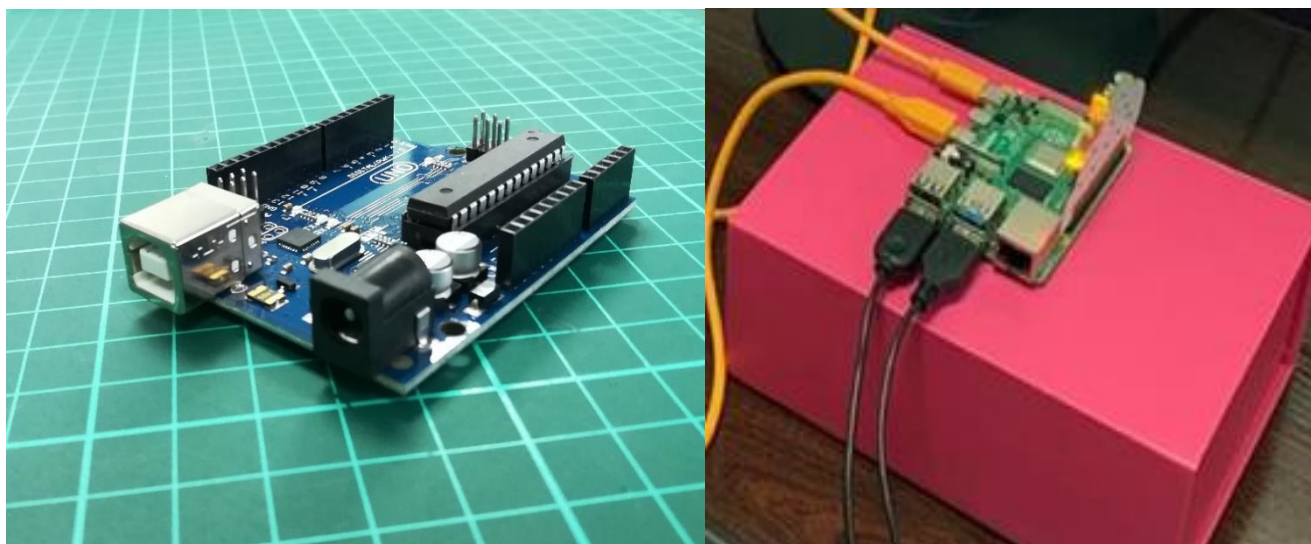
1) Разработка идеи и постановка целей и задач

Размышления о том, какой должна быть модель, что она должна из себя представлять, являются наиважнейшим этапом создания. Целью было создание беспроводного электронно-вычислительного аппарата, который сможет следить за состоянием растений и поддерживать параметры жизнедеятельности растений без участия человека.

2) Выбор деталей.

Выбирая детали, было понимание, что их выбор - это один из важнейших этапов сборки. Здесь нужно соотносить детали по принципу цены и качества.

Было принято решение использования микроконтроллера Arduino Uno и одноплатный компьютера RaspberryPi в качестве управляющего контроллера Telegram-бота.



3) Изучение литературы.



Мы посвятили изучению литературы много времени, считая этот этап важным, длительным и требующим внимания. Важно не только ознакомиться с имеющимся теоретическим материалом по теме проекта, но и изучить инструкции и советы по настройке параметров датчиков, особенности работы с Arduino Uno и одноплатным компьютером Raspberry PI, уделить внимание изучению программирования и специфики работы месенджеров.



4) Планирование работы.

Для быстрой и эффективной работы нужен план деятельности, поэтому на данном этапе мы работали над планом сборки экспериментальной модели тепличного комплекса и экспериментальной установки для отладки программного кода для удаленной системы контроля. Также мы определили ответственных за определенные направления реализации проекта.

5) Создание электронных схем.

Создание схемы - это важнейшая часть технической сборки, потому что от этого будет зависеть результат в целом. На этом этапе нам потребовалось научиться работать с электронными схемами, тщательно проверить исправность работы всех деталей и составить наиболее подходящую схему для подключения всех датчиков и конструктивных элементов прототипа экспериментальной модели тепличного комплекса, а также экспериментальной установки, которая бы обеспечивала возможность дистанционного контроля над вентилятором и лампочкой через Raspberry PI.

6) Работа над проектом

На данном этапе необходимо создать готовый продукт. Один из самых трудозатратных этапов, требующий четкого понимания путей достижения цели, предполагающий создание работоспособного прототипа автоматизированного тепличного комплекса и разработка программного продукта для удалённого управления роботизированным комплексом.

6) Масштабирование проекта

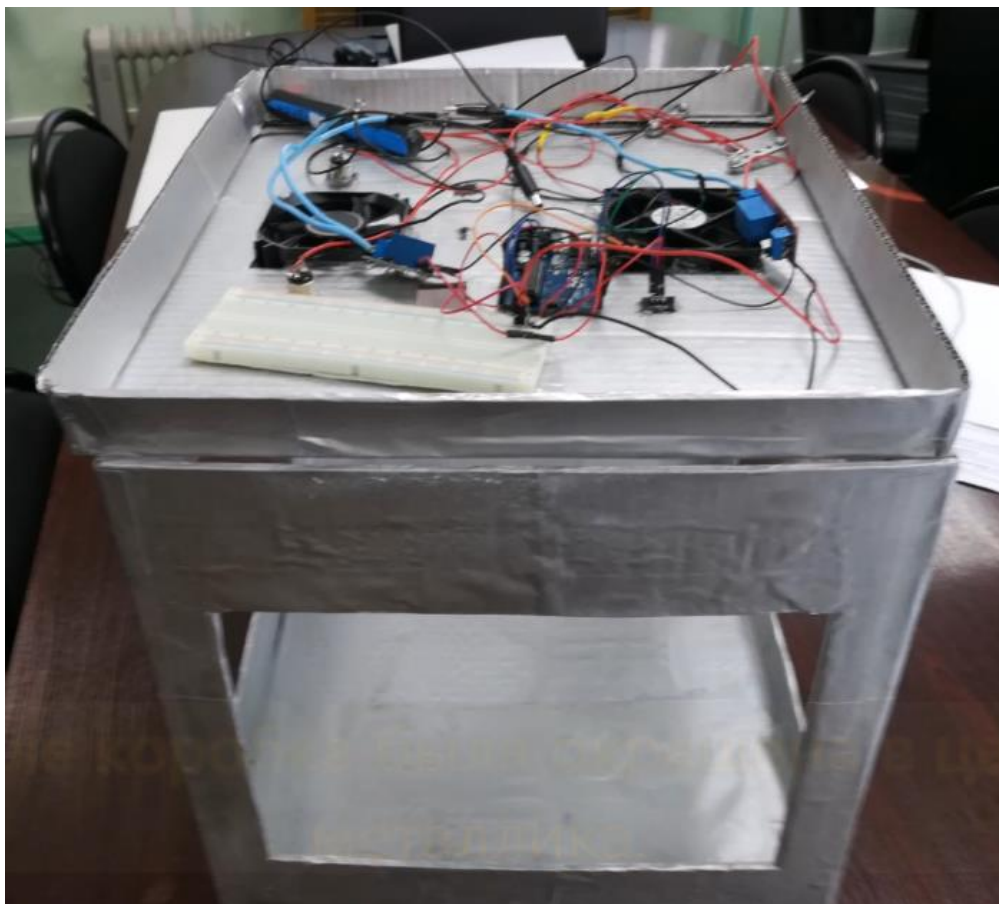
На данном этапе необходимо подготовить проект бизнес-плана для обоснования возможности реализации данного проекта на опытной станции.

2.2.2. Создание прототипа автоматизированного тепличного комплекса.

2.2.2.1 Создание основы.

За основу "тепличного комплекса" была взята обыкновенная картонная коробка, которую мы обклеили изнутри белой бумагой, а затем покрасили в цвет "металлика", крышка была вырезана, в ней проделаны отверстия для датчиков. Также в корпусе были проделаны отверстия для защитных экранов синего цвета.

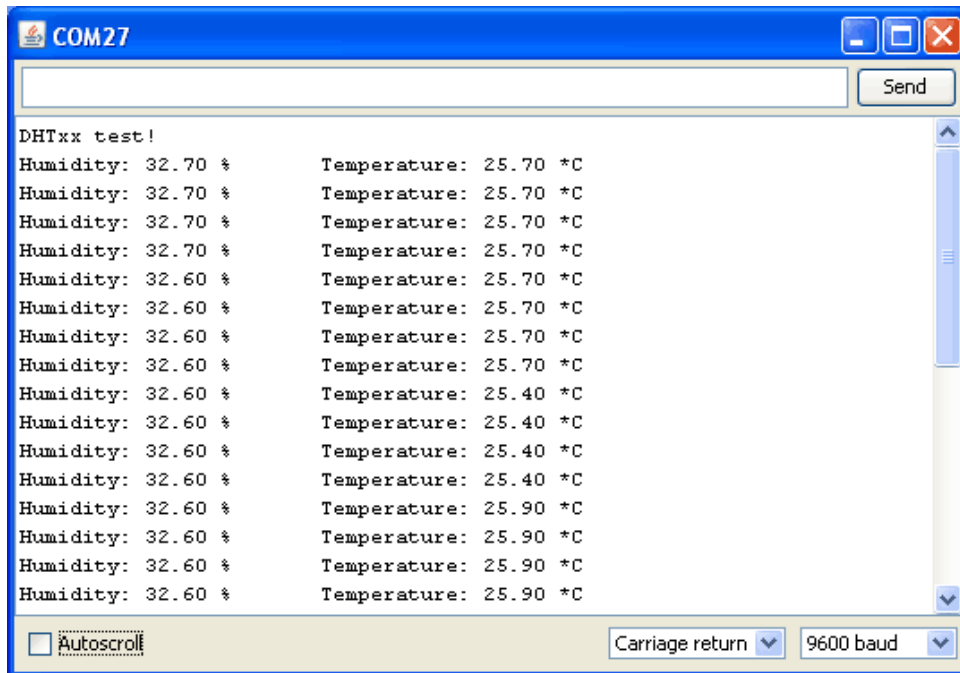
В верхней части мы расположили все датчики, плату Arduino, модули реле и т.д. Для всех датчиков, вентиляторов и ламп были проделаны отверстия. Для удобства пользования все однотипные провода были приклеены к углам коробки и подсоединены через проводники.



2.2.2.2 Подключение датчиков.

Подключение датчиков требует внимательности. Было необходимо удостовериться в роли каждой ножки, для правильной работы всей автоматизированной системы, дальше требовалось лишь подключить все проводами к плате.

Датчик DHT11. Первым подключался датчик влажности и температуры воздуха DHT11 для того, чтобы следить за состоянием растений. Необходимо было откалибровать датчик DHT11, написать программу, позволяющую использовать датчик и настроить вывод данных. После подключения нужно было удостовериться в правильности выполненной работы



Датчик-фоторезистор VT83N1. Для определения уровня освещенности, внутри теплицы был установлен и настроен фоторезистор. Этот датчик меняет свое сопротивление в зависимости от освещения. Пользуясь полученными с модуля данными, можно изменять уровень освещенности. Опираясь на это, была написана программа, позволяющая использовать датчик и настроить контроль за освещенностью.



Подключение Реле. Для контроля активации вентиляторов и ламп было подключено два модуля реле, которые управлялись программой. Вентиляторы мы расположили таким образом, чтобы один из них направлял поток воздуха внутрь теплицы, а другой из нее.

```
sketch_mar25a
int RelayL = 4;
int RelayC = 5;
int led;
void setup() {
  //pinMode(led, OUTPUT);

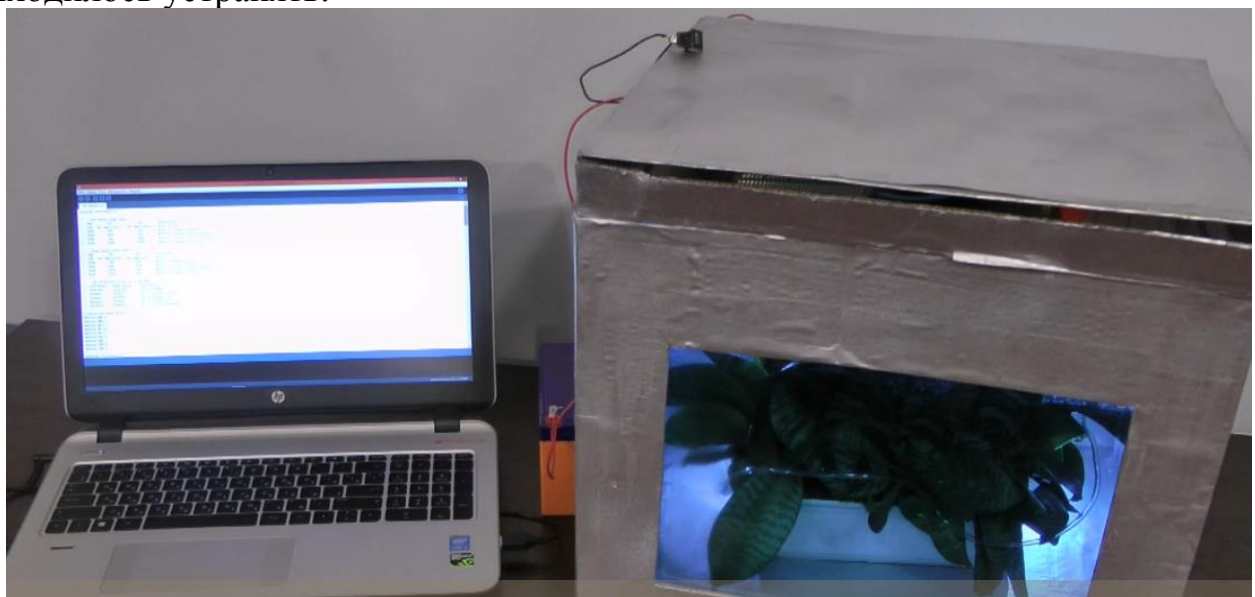
  // pinMode(RelayL, OUTPUT);
  // pinMode(RelayC, OUTPUT);
}
void loop() {
  if (analogRead(ldr) < 800)
    digitalWrite(RelayL, HIGH);
  else
    digitalWrite(RelayL, LOW);
    digitalWrite(RelayL, HIGH);
  digitalWrite(RelayC, LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite(RelayL, LOW);
  digitalWrite(RelayC, HIGH);
  delay(2000);

  // digitalWrite(RelayL, LOW);
  // digitalWrite(RelayC, LOW);
  // delay(2000);
  //digitalWrite(RelayL, HIGH);
  //digitalWrite(RelayC, HIGH);
  //delay(2000);
}

'ldr' was not declared in this scope
exit status 1
'ldr' was not declared in this scope
11 Arduino/Genuino Uno на COM1
```

2.2.2.3 Настройка вычислительного процесса.

На финальном этапе сборки все зависит от успеха прошлых этапов. Настроив датчики, было замечено, что настройка должна быть предельно точной. Необходимо было установить дополнительные библиотеки, объединить программы, написанные для всех датчиков в один единый скетч. Интегрирование является одним из самых важных и сложных этапов работы, от этого зависит работоспособность устройства в целом. В процессе написания черного варианта скетча появлялись ошибки, которые приходилось устранять.

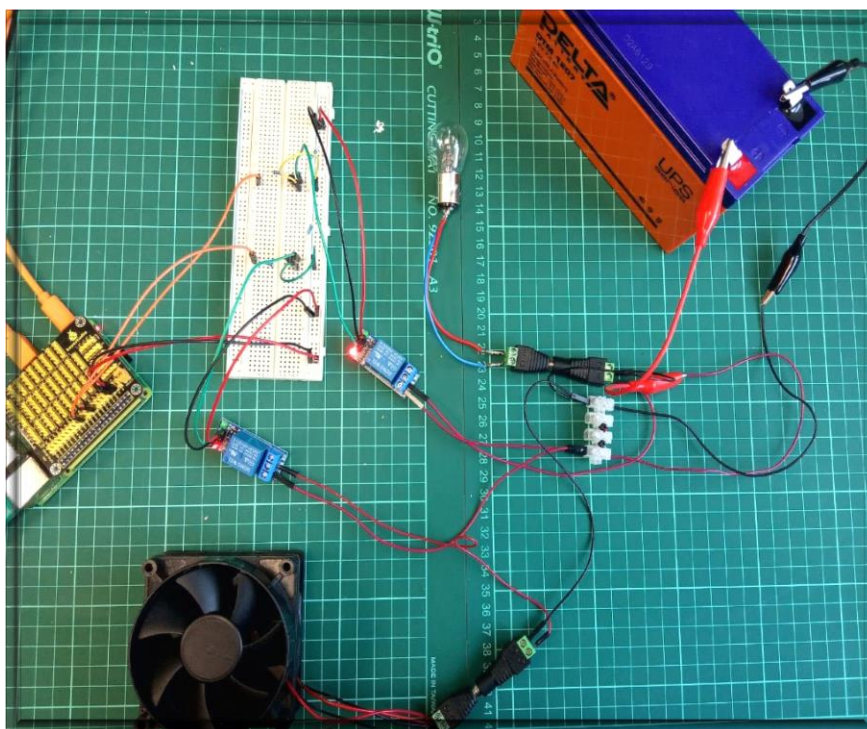


2.2.2.4. Создание системы удаленного управления

Для связи с другими устройствами был установлен модуль Bluetooth. Появилась возможность не только отправлять данные с датчиков на другие устройства, но также управлять дистанционно модулями реле для контроля за освещением и вентиляцией.

2.2.3. Создание Telegram-бота.

Перед тем как писать программный код, нужно собрать экспериментальную установку, которая обеспечит контроль через Raspberry над вентилятором и лампочкой. Двигаясь от источника тока, мы соединили проводами реле с вентилятором и лампочкой, после чего всё было подключено к макетной плате и Raspberry. При управлении реле с помощью Raspberry PI была обнаружена особенность, которая не позволяет подключать реле напрямую к Raspberry. Это связано с тем, что высокий уровень сигнала с выхода Raspberry имеет значение 3,3 вольта, чего недостаточно для стабильного включения/выключения обмотки реле. Поэтому было решено задействовать цепь из двух резисторов 1кОм и 10кОм, а также транзистор, который работает в ключевом режиме и управляется с помощью Raspberry.



В экспериментальной установке эмулируются системы вентиляции и освещения с помощью вентилятора и лампочки, командой 'stat' проверяем состояние подключённых устройств, температуру и влажность воздуха, а также текущий режим работы системы. Создаём каталог, а внутри него - 2 файла: bot и config. В файл config лучше выписывать различные константы и настройки, чтобы не перегружать основной файл. В этот же файл вписываем токен бота. После открытия bot создаём объект бота. С помощью GPIO ведётся взаимодействие с модулями реле, которые управляют лампочкой и вентилятором. Для того чтобы бот реагировал на сообщения, был написан специальная программа обработчик.

2.2.3.1. Регистрация бота в Telegram

Нужно найти бота *@BotFather*, написать ему */start*, или */newbot*, заполнить поля, которые он спросит (название бота и его короткое имя), и получить сообщение с токеном бота и ссылкой на документацию. Токен нужно сохранить, желательно надёжно, так как это единственный ключ для авторизации бота и взаимодействия с ним.

2.2.3.2. Установка библиотеки

Используем библиотеку *FastBot*, которая берет на себя все нюансы отправки и получения запросов, позволяя сконцентрироваться непосредственно на логике. Установка библиотеки предельно простая: можно скачать библиотеку *.zip* архивом для ручной установки или найти библиотеку по названию *FastBot* и установить через менеджер библиотек. Библиотека установлена, двигаемся дальше. Теперь нужно написать код для нашего бота.

2.2.3.3. Код для бота

Бот будет высылать информацию о влажности в теплице и при нажатии кнопки регулировать её. Для этого был взят основной код:



```
sketch_mar24a
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
int RelayL = 4;
int RelayC = 5;
int ldr = 3;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  pinMode(RelayL, OUTPUT);
  pinMode(RelayC, OUTPUT);
  pinMode(ldr, OUTPUT);
}

void coolers(){
  digitalWrite(RelayL, LOW);
  digitalWrite(RelayC, LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite(RelayL, HIGH);
  digitalWrite(RelayC, HIGH);
  delay(2000);
}

void light() {
  if (analogRead(ldr) < 800)
    digitalWrite(RelayL, HIGH);
  else
    digitalWrite(RelayL, LOW);
}

void DHT(){
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("Не удается считать показания");
    return;
  }
  Serial.print("Hum: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" Temp: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" C");
}

void loop() {
```

И добавлена библиотека *FastBot* с командами для вывода подсчётов.

```

#include <TelegramBot.h>

const char BotToken[] = "1458525140:AAEoE_yzZj1N5TXvIncG_0A11DGWJ9rdULo";
WiFiClientSecure net_ssl;
TelegramBot bot (BotToken, net_ssl);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  pinMode(RelayL, OUTPUT);
  pinMode(RelayC, OUTPUT);
  pinMode(lcd, OUTPUT);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  bot.begin();
}

void loop() {
  message m = bot.getUpdates();
}

```

Далее предстояла самая сложная работа – интегрирование всех скетчей в одну единую программу, с помощью которой можно было бы управлять всей системой сразу, вызывая нужные функции по необходимости. По завершении этого этапа работы в «теплицу» мы поместили растение, уход за которым осуществлялся в автоматическом режиме с помощью настроенных и откалиброванных датчиков.

2.3. Перспективы развития проекта

В дальнейшем возможно продолжить реализацию данного проекта, проработав автоматизацию конкретных процессов. Для этого понадобится закупка необходимого оборудования, а также выполнение работ по монтажу и отладке.

Примерная смета расходов на оборудование.

Наименование оборудования		Цена за единицу	Количество	Сумма
датчик влажности воздуха		1295	6	7770
датчик температуры наружного воздуха с разъёмом		1350	2	2700
датчик температуры воздуха внутренний		460	2	920
Водонепроницаемый термодатчик		780	6	4680
Фотореле		1159	2	2318
Сервопривод влагозащитный		1800	20	36000
Плата Arduino		2990	1	2990
Микропроцессор RaspberryPi		8250	1	8250
Реле контроля напряжения		1640	1	1640
Электромагнитный клапан		1840	20	36800

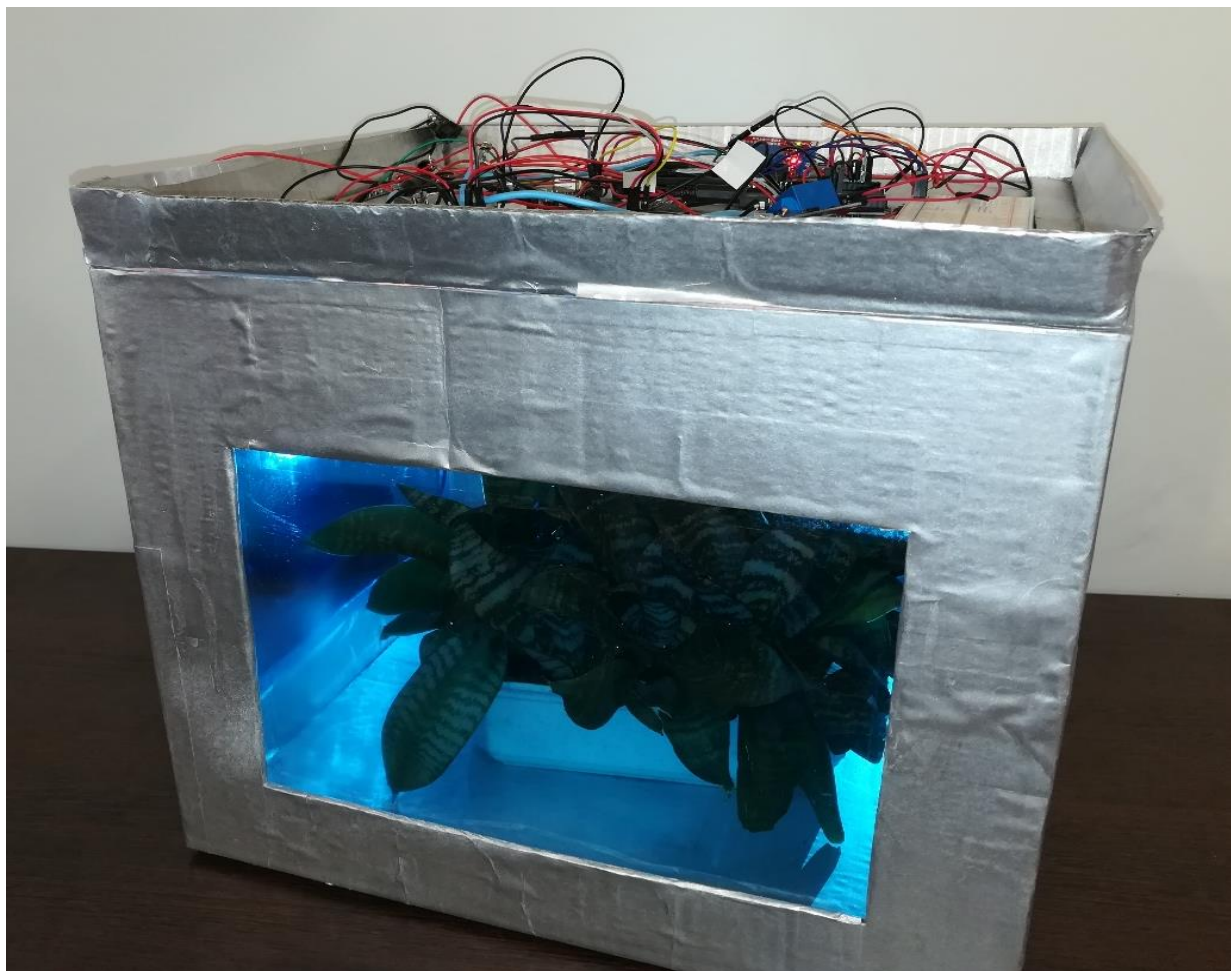
Кроме этого понадобится закупка проводов, емкостей для воды, фильтров, стальные, пластиковые и ли резиновые трубки для монтажа системы автополива.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над проектом была подтверждена гипотеза: используя программу Telegram-бот и микроконтроллер Arduino Uno в качестве управляющего контроллера можно реализовать простую и удобную автоматизированную систему обеспечения жизнедеятельности тепличного комплекса.

Итогом работы стала автоматизированная система контроля микроклимата, собранная на основе платы Arduino Uno и различных датчиков, способная функционировать как в автономном режиме так и управляться с помощью телеграмм бота, установленного на телефон или компьютер. Этот проект наглядно демонстрирует область практического применения беспроводных электронно-вычислительных аппаратов, а также возможности их модернизации.

В заключении, хотелось бы сказать, что, что система имеет большой потенциал: в будущем планируется добавить полив растений с помощью электронной помпы, и возможно частично или полностью масштабировать данный проект на реальные условия Тепличного комплекса Дома детского творчества.



4. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

Книги:

1. Бокселл Дж. Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. 2017.
2. Михаил Момот. Мобильные роботы на базе Arduino. 2017.

Интернет-источники:

1. //URL:[https://robotclass.ru/tutorials/arduino-photoresistor/\[i47.html](https://robotclass.ru/tutorials/arduino-photoresistor/[i47.html) [Электронный ресурс] (Дата обращения: 30.03.2021).
2. //www.raspberrypi.org [Электронный ресурс] (Дата обращения: 04.02.2021).
3. <https://groosha.gitbook.io/telegram-bot-lessons/chapter1> [Электронный ресурс] (Дата обращения: 06.02.2021).
4. <https://the-robot.ru/study/arduino-i-telegram-urok-1-arduino-ide-bot-telegram/> [Электронный ресурс] (Дата обращения: 23.02.2021).
5. <https://lesson.iarduino.ru/page/podklyuchenie-datchika-dht11-k-arduino-uno-vyvodim-temperaturu-i-vlazhnost-na-lcd-1602-i2c-display/> [Электронный ресурс] (Дата обращения: 15.09.2021).
6. <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/photorezistor-arduino-datchik-sveta/> [Электронный ресурс] (Дата обращения: 24.09.2021).

5. ПРИЛОЖЕНИЕ

5.1 Ссылки на видеоматериалы:

<https://disk.yandex.ru/i/6ZM4YJvRqgumvw>

<https://disk.yandex.ru/i/BaZMXQUKKlGoXQ>