

ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ – ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК
«КВАНТОРИУМ» СВЕРДЛОВСКОЙ ДЕТСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ –
СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ –
ФИЛИАЛА ОАО «РЖД»

**УМНАЯ ТЕПЛИЦА С УПРАВЛЕНИЕМ ЧЕРЕЗ МОБИЛЬНОЕ
ПРИЛОЖЕНИЕ**

Секция: Зеленая инженерия

Автор: Кокичин Данил Михайлович,
обучающийся ДТ «Кванториум» СвДЖД
ученик 8 «И» класса ЧОУ «РЖД Лицей № 3»

Научный руководитель:
Смагина Екатерина Владимировна,
инструктор ДЖД (по направлению промробо)

Свердловская область
г. Екатеринбург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Исследовательская часть	5
1 этап. Анализ методов выращивания клубники.....	5
2 этап. Анализ аналогов.....	9
Разработка корпуса теплицы.....	11
1 этап. Создание эскиза.....	11
2 этап. Проектирование	11
3 этап. Сборка.....	12
Разработка управляющей программы	12
1 этап. Создание блок-схем.....	12
2 этап. Создание электрической схемы.....	13
3 этап. Программирование	14
4 этап. Тестирование и отладка.....	14
Разработка мобильного приложения	15
1 этап. Системный анализ.....	15
2 этап. Проектирование	15
3 этап. Разработка.....	17
4 этап. Тестирование и отладка.....	19
РЕЗУЛЬТАТЫ.....	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	21

ВВЕДЕНИЕ

2020 год был объявлен в России годом здоровья. С того времени реализовано огромное количество программ и проектов. Главное, что было достигнуто – это понимание, что здоровье завтра зависит от твоих действий сегодня. Помимо занятий спортом и ежегодного медицинского обследования важно и питание. Именно об этом сейчас все чаще стали задумываться жители городов. Многие горожане являются садоводами-любителями и выращивают урожай на дачных участках. Но это сезонно и не приносит большие запасы урожая на год. Тогда встает вопрос о круглогодичном выращивании растений в городской среде. В рамках исследования для выращивания растений в городской среде было выбрано подвальное помещение с автономным отоплением и вентиляцией, а в качестве растений – клубника.

Актуальность проекта в части реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации 29 февраля 2024 года:

«...к 2030 году ожидается продолжительность жизни в России должна составить не менее 78 лет, а в дальнейшем, как мы и планировали, предстоит выйти на уровень «80 плюс»

...внедрение цифровых технологий в управление, рост энерго- и ресурсоэффективных экономических предложений и реализацию таких предложений, сквозную модернизацию промышленных мощностей, их роботизацию и автоматизацию».

Актуальность проекта в части исполнения Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»:

«- в рамках национальной цели «сохранение населения, здоровье и благополучие людей» к 2030 году необходимо обеспечить повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет;

- в рамках национальной цели «Возможности для самореализации и развития талантов»: формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей молодежи;

- в рамках национальной цели «Комфортная и безопасная среда для жизни» обеспечить улучшение качества городской среды.

Актуальность проблемы, на решение которой направлен проект в части реализации стратегических документов социально-экономического развития Российской Федерации:

Стратегия развития воспитания в РФ до 2025 года

II. Цель, задачи, приоритеты Стратегии

Приоритетами государственной политики в области воспитания являются:

Создание условий для воспитания здоровой, счастливой, свободной, ориентированной на труд личности;

Формирование внутренней позиции личности по отношению к окружающей социальной деятельности.

Новизна проекта: умная теплица - это инновационная система, позволяющая оптимизировать условия для роста растений за счет применения современных технологий и автоматизаций. Проект направлен на создание эффективной модели теплицы с управлением через мобильное приложение с целью оптимизации затрат времени на уход за растениями в мегаполисах за счет удаленного доступа.

Социальная значимость проекта заключается в доступности свежих овощей и ягод в любое время года, витаминизации населения, повышении урожайности и снижении затрат времени на уход за растениями в мегаполисах за счет удаленного доступа с помощью мобильного приложения.

Цель: разработать умную теплицу по круглогодичному выращиванию клубники в условиях городской среды.

Задачи:

- провести анализ аналогов и выбрать метод и способ выращивания клубники;
- спроектировать корпус теплицы;
- изготовить корпус теплицы с использованием 3Д принтеров и станков с ЧПУ;
- разработать мобильное приложение для измерения данных с датчиков умной теплицы и управления ей;
- разработать и собрать электрическую схему питания и управления теплицей;
- запрограммировать контроллер на прием/отправку сообщений на мобильное приложение и управление теплицей;
- протестировать полученную умную теплицу.

Исследовательская часть

1 этап. Анализ методов выращивания клубники

Клубника — широко выращиваемый гибридный вид рода *Fragaria*, известный под общим названием клубника, который выращивается во всем мире из-за его плодов. С ботанической точки зрения клубника ягодой не является. Впервые выведена в Бретани, Франция, в 1750-х годах. В 2019 году мировое производство клубники составило 9 миллионов тонн, лидирует Китай с 40% от общего объема.

Теплица/посадка в грунте



Условия выращивания:

- световой день в течении 12, а лучше 14 часов;
- дневная температура должна удерживаться в пределах +25°C... +26°C;
- ночная температура должна понижаться до +15°C... +18°C;
- влажность воздуха 70–80%;
- вода должна подаваться прямо к корням;
- влажность почвы 70-80%;
- для предотвращения болезней и порчи ягод необходима вентиляция.

Для выращивания клубники по данному способу необходимо поддерживать температуру и влажность воздуха внутри теплицы, влажность почвы у корней и количество света.

По голландской технологии



Суть способа – сначала растения хранят в холоде, затем пробуждают и высаживают в нужных условиях. Кусты плодоносят, после чего их выбрасывают и все повторяется по тому же алгоритму. Так голландская технология выращивания клубники получила название «обычная выгонка».

Кусты высаживаются не в открытый грунт, а в горшки, контейнеры или другие ёмкости. Данный способ выращивания можно применять на небольших участках.

Условия выращивания:

- рассаду высаживают с интервалом в 2 месяца;
- полив и подкормка осуществляется посредством капельной системы;
- кусты клубники можно располагать как горизонтально, так и вертикально;

- необходимо искусственное освещение.
- условия микроклимата внутри теплицы те же, что и в теплице/открытом грунте.

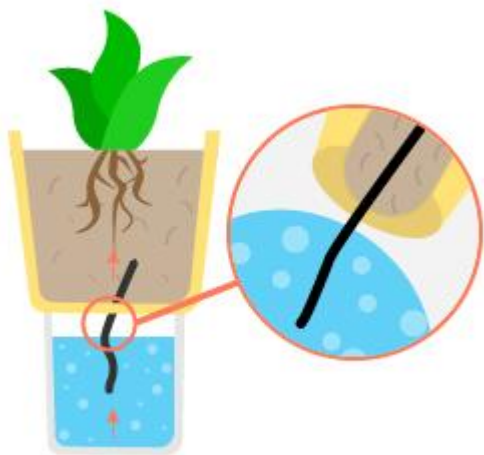
Гидропоника



Гидропоника – это беспочвенный способ культивации растений, обладающий рядом преимуществ. Вместо грунта используется субстрат, удерживающий представителя флоры, а также питательную жидкость, в которой постоянно или периодически находится его корневая система.

Питательный раствор содержит все необходимые растению химические элементы. Благодаря легкому доступу корней ко всем веществам, оно тратит намного меньше жизненной энергии на поиск воды и питания, что положительно отражается на развитии и скорости роста его надземной части. Это позволяет получать обильные урожаи за более короткий промежуток времени. Отсутствие грунта также позволяет строго контролировать количество питательных веществ получаемых растением, а в случае их переизбытка, быстро заменить раствор. Такая среда является полностью стерильной, что исключает появление грибков и вредителей. [1]

Фитильная система гидропоники



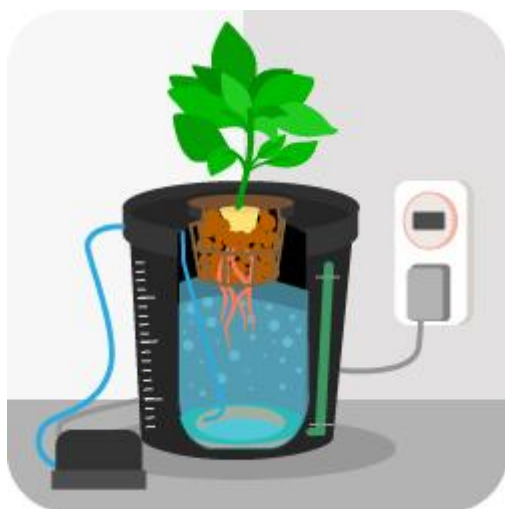
Преимущества:

- простота: нужна только емкость для питательного раствора и субстрат;
- минимальные финансовые затраты;
- надежность.

Недостатки:

- доступ кислорода к резервуару с раствором ограничен, что может вызвать ряд проблем;
- растения развиваются не так стремительно, как в других типах систем из-за пассивного способа доставки питательных веществ.

Система глубоководных культур



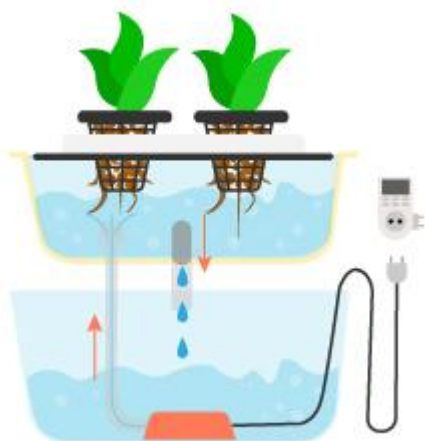
Преимущества:

- самый дешевый вариант среди активных систем;
- конструкция является простой и надежной;
- растения быстро растут и развиваются;
- большая емкость с питательным раствором обеспечит сохранность растений в течение длительного времени.

Недостатки:

- при плохой чистке резервуара может возникнуть корневая гниль;
 - постоянно высокий уровень питательной жидкости может вызвать загнивание шейки корней;
- резервуар придется регулярно пополнять. [1]

Система периодического затопления



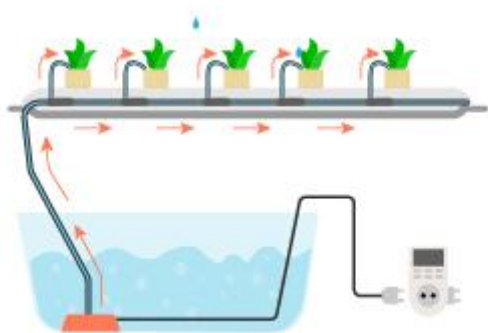
Преимущества:

- простота и доступность;
- корневая система хорошо насыщается питательным раствором, часть которого накапливается в субстрате.

Недостатки:

- при постоянной циркуляции раствора возрастает риск заражения вредными микроорганизмами;
- отключение электроэнергии может привести к большим проблемам;
- поломка или засорение оборудования может вызвать дополнительные проблемы.

Система капельного полива



Преимущества:

- ее эффективность проверена временем и тысячами коммерческих садоводов;
- растение гарантированно получает достаточное количество питательных веществ;
- корни представителей флоры находятся в хорошо аэрируемой среде.

Недостатки:

- нужна регулярная профилактическая чистка, которая позволит исключить возникновение засоров и других форс-мажорных ситуаций;

- немного повышен риск возникновения плесени в резервуаре и околокорневой зоне.

Техника питательного слоя



Преимущества:

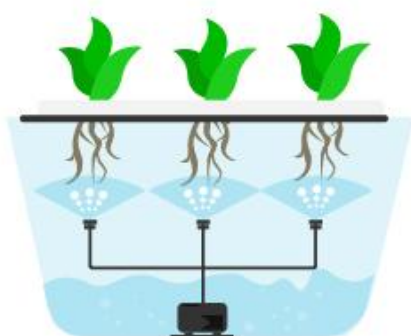
- корневая система получает обильное количество кислорода, которого хватает с избытком;
- эффективное использование свободного пространства и компактность размещения всей установки.

Недостатки:

- есть вероятность засорения;
- любая поломка насоса или отсутствие электроэнергии быстро сведет все труды на нет,

если вовремя не заметить возникшую проблему.

Аэропоника



Преимущества:

- растения получают максимальное количество питательных элементов и кислорода, что обеспечивает их стремительное развитие;
- лотки с представителями флоры можно ставить два или три слоя, что значительно экономит свободное пространство.

Недостатки:

- засоры – главный враг данной установки. Форсунки, шланги, насос и другое оборудование придется постоянно чистить и контролировать;
- аэропоника не любит густые питательные смеси. [1]

ВЫВОД:

Проведя сравнительный анализ изученных методов выращивания клубники, было выбрано два способа выращивания: техника питательного слоя и грунт с капельным поливом. Эксперимент ставится на месяц выращивания.

	Фитильная система	DWC-метод глубоководной культуры	Периодическое затопление	Капельный полив	NFT-техника питательного слоя	Аэропоника	Грунт	Голландская система
Сложность монтажа	1 🍅	1 🍅	4 🍅	3 🍅	2 🍅	4 🍅	2 🍅	4 🍅
Сложность ухода	1 🍅	2 🍅	3 🍅	4 🍅	3 🍅	4 🍅	3 🍅	4 🍅
Компактность размещения	2 🍅	1 🍅	3 🍅	4 🍅	4 🍅	3 🍅	4 🍅	3 🍅
Эффективность (кол-во урожая)	2 🍅	3 🍅	4 🍅	3 🍅	4 🍅	4 🍅	2 🍅	3 🍅

2 этап. Анализ аналогов

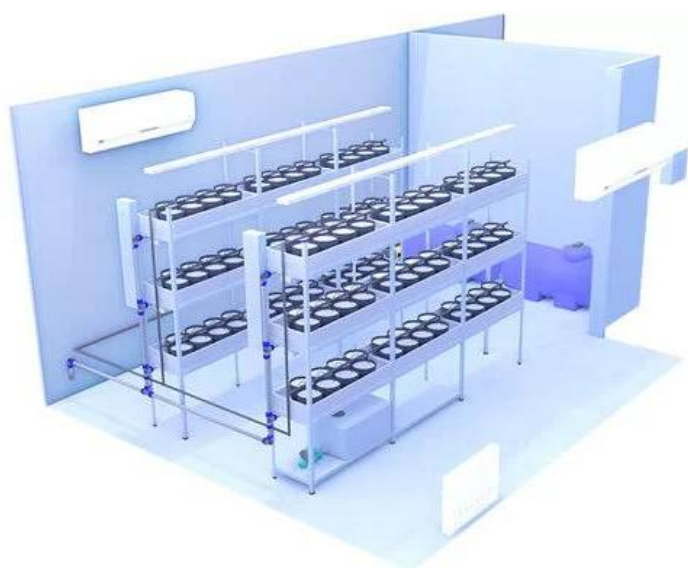
В настоящее время большое количество технологий используются на производстве продуктов питания. В том числе на выращивании различных



культур.

Изученные методы применимы, как в больших масштабах промышленного выращивания, так и в масштабах квартиры/дачи. Аналог нашего устройства, но масштабированный до площади 24,44 га – это компания АО «Тепличное» г.Екатеринбург. Компания занимается выращиванием помидоров, огурцов и зелени методом гидропоники – капельный полив. [2]

Следующий аналог умной теплицы – это оборудование компании, которая занимается поставкой оборудования для выращивания растений в помещениях и внедрением его в образовательные организации AGROASPECT г.Екатеринбург. [3]



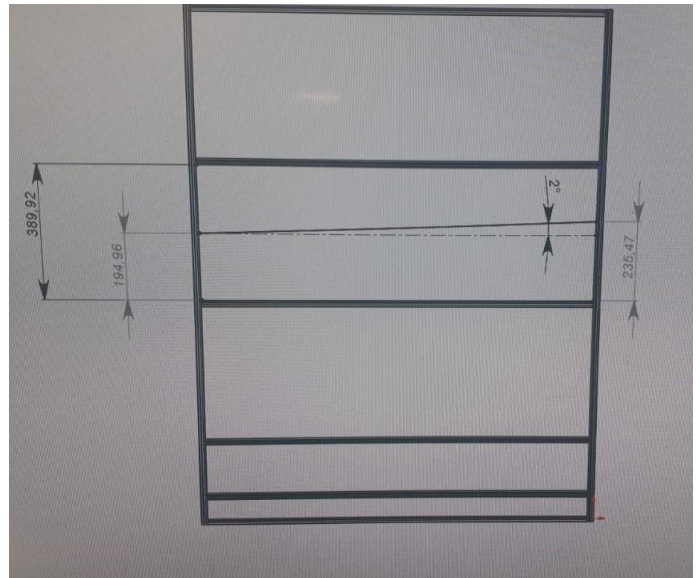
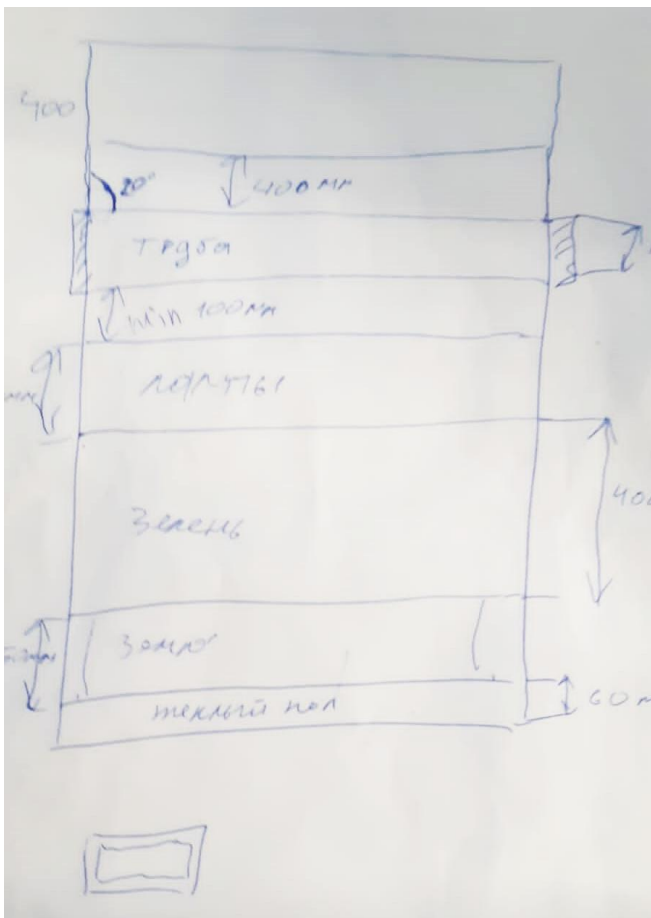
Следующим аналогом является умная теплица, спроектированная обучающимися детского технопарка «Кванториум» СвДЖД в рамках обучения на первом году. Эта теплица обладает следующими функциями: измерение влажности почвы, температуры и влажности воздуха, уровня воды в баке, умение анализировать полученные данные, включать насос и открывать крышку теплицы, выводить данные на экран, а так же отправлять смс-сообщения об аварийных ситуациях (например низкий уровень воды в баке).



Разработка корпуса теплицы

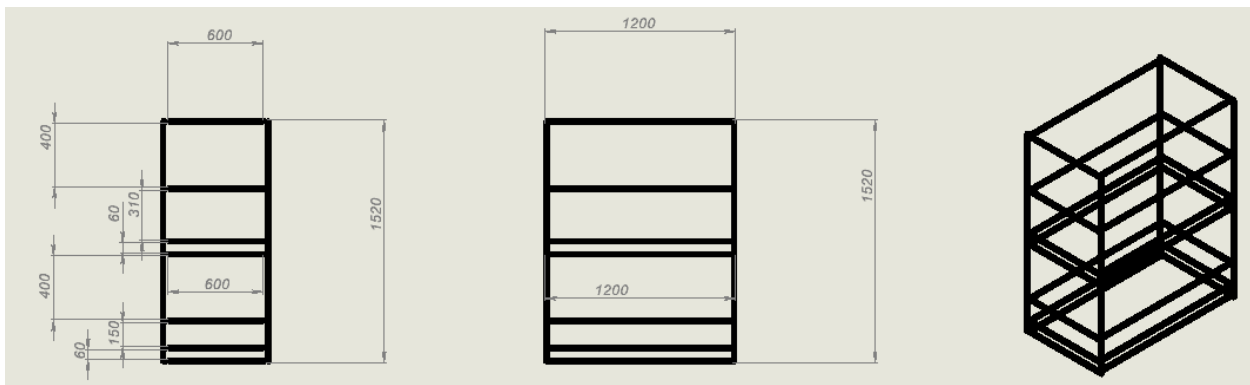
1 этап. Создание эскиза

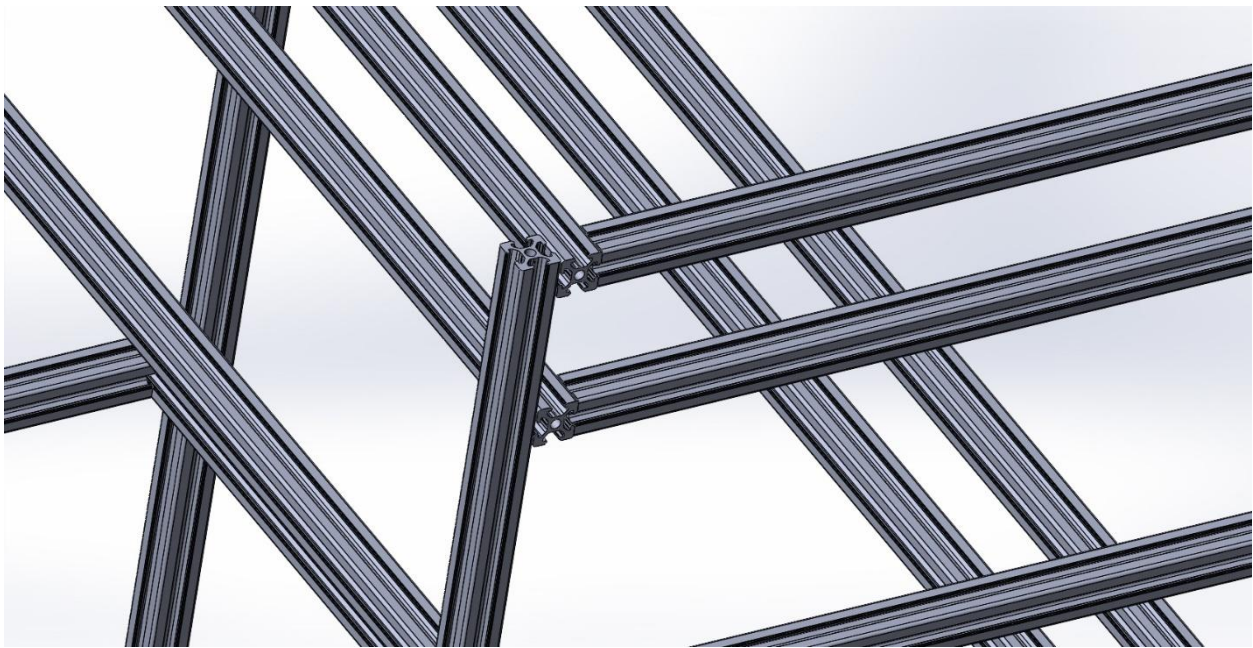
Перед изготовлением корпуса умной теплицы было произведено эскизирование его и расчет угла наклона трубы для системы гидропоники.



2 этап. Проектирование

Проектирование корпуса теплицы производилось в CAD системе Fusion 360. Был спроектирован каркас с учетом оптимального использования профиля исходя из его длины.





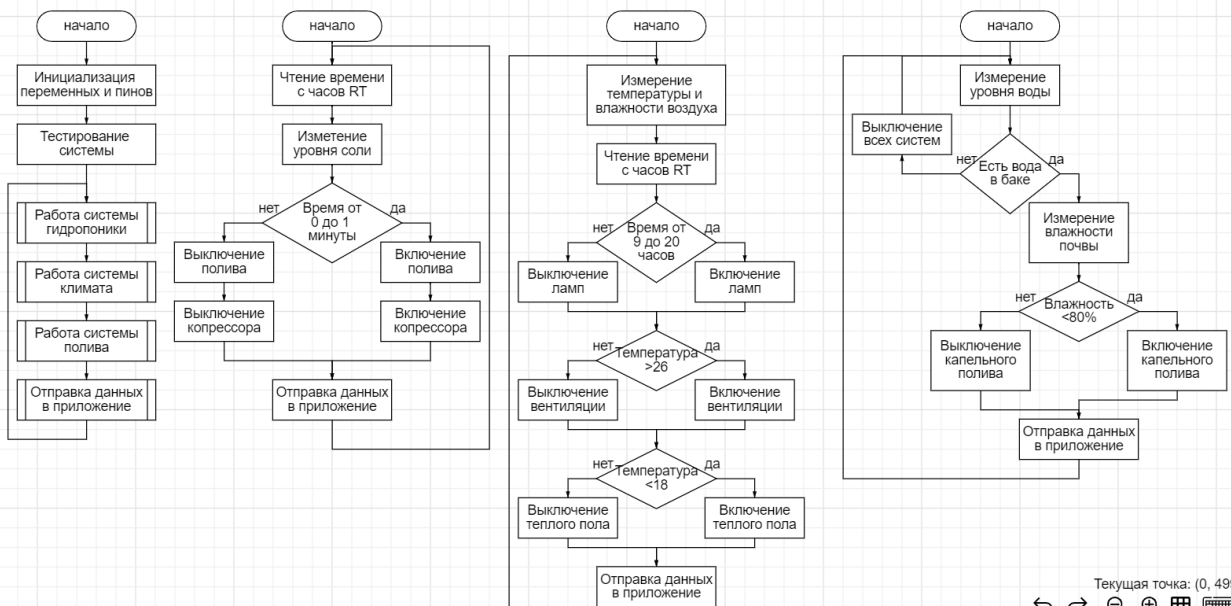
3 этап. Сборка

Следующим этапом стала сборка корпуса теплицы по полученным чертежам. В первую очередь были отрезаны по размеру профили и просверлены согласно чертежу. Далее профили соединили и проверили на прочность собранную конструкцию. Для создания герметичности корпуса и его большей устойчивости наружные стенки обшиты. Для доступа и визуального контроля лицевая сторона теплицы покрыта пленкой.

Разработка управляющей программы

1 этап. Создание блок-схем

На данном этапе были разработаны блок-схемы систем, управляемых



контроллером для дальнейшего программирования его, поставлены задачи разработки.

2 этап. Создание электрической схемы

На базе продуманной системы работы теплицы были разработаны электрические схемы и подобрано оборудование.

Список оборудования: датчик температуры и влажности DHT11–1шт, VLE HC-08–1шт, датчик влажности почвы–1шт, погружной насос–1шт, насос системы полива гидропоники (автомобильный омывателя) –1шт, компрессор 220АС–1шт, реле–7шт, датчик уровня воды–1шт, фитолампа –4шт, мат теплого пола –1шт, блок питания 12В–1шт, блок питания АС-DC 5В–1шт.

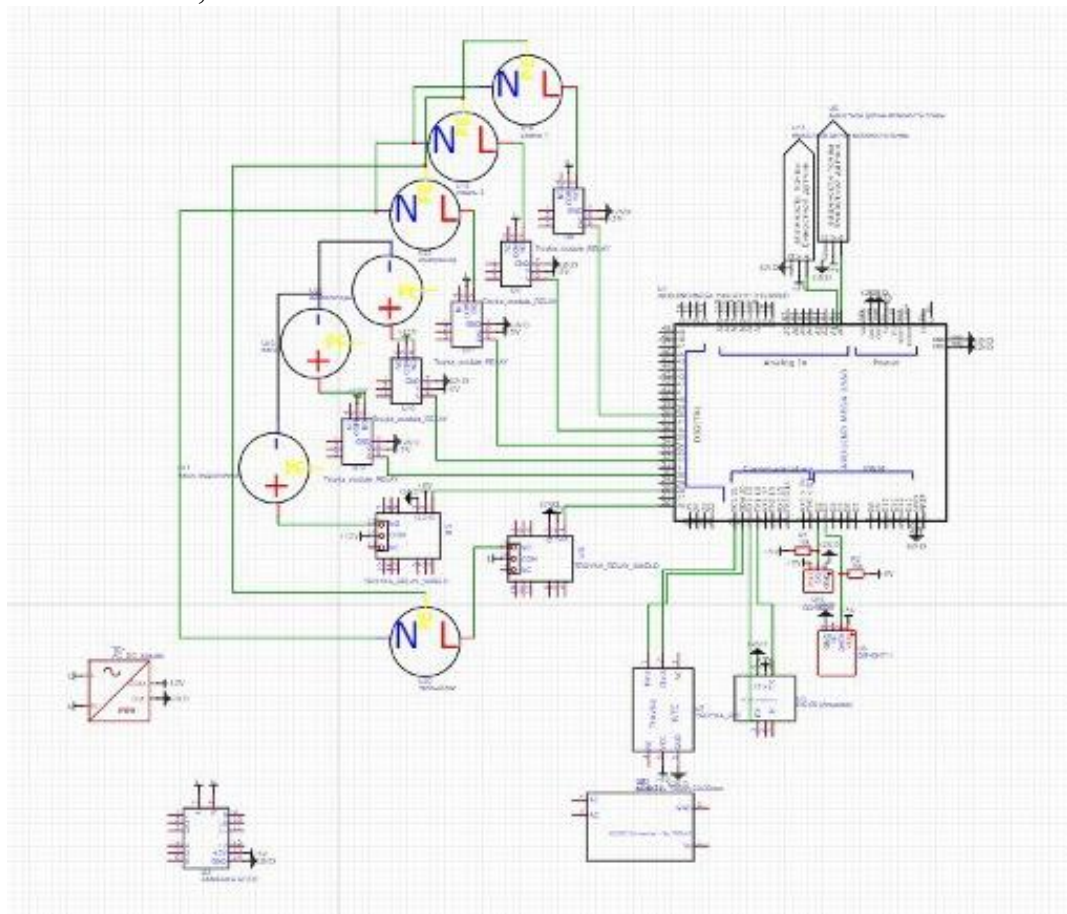


Рисунок 1 – Схема питания

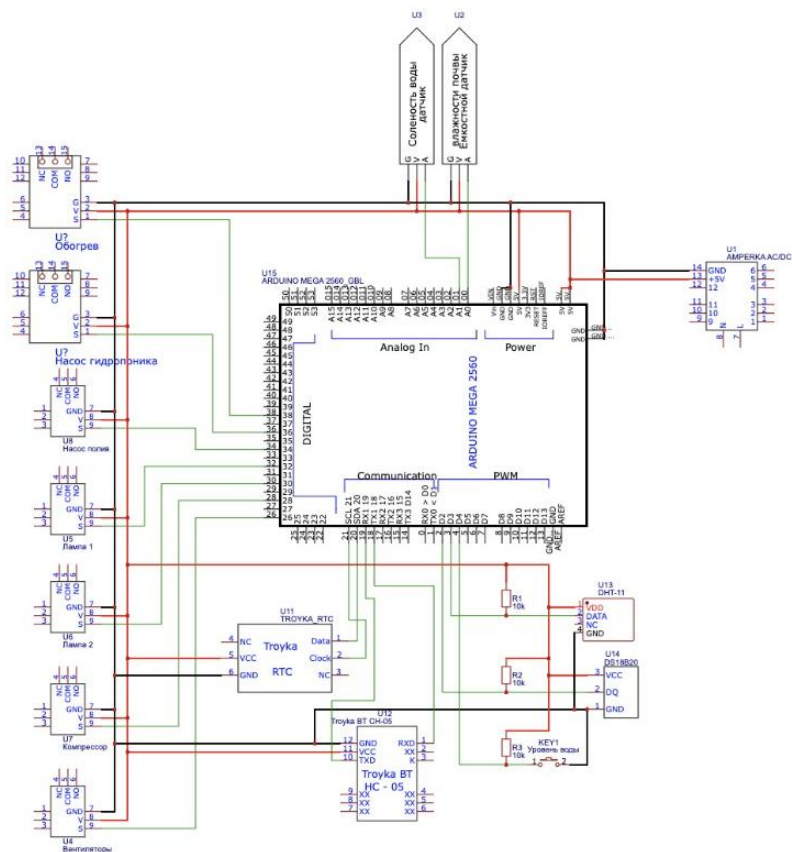


Рисунок 2 – Схема подключения

3 этап. Программирование

Согласно созданной блок-схеме и электрической блок-схеме была создана управляющая программа на языке C++ в среде программирования Arduino IDE.

Для реализации программы были использованы следующие библиотеки:

- `#include <TroykaDHT.h>` - для работы с датчиком температуры и влажности воздуха DHT11;
- `#include <SoftwareSerial.h>` - для создания программного последовательного интерфейса;
- `#include "TroykaRTC.h"` – для работы с часами реального времени.

4 этап. Тестирование и отладка

В ходе тестирования системы были подобраны данные уровня солей и влажности почвы, соответствующие реальным 70% и 80% соответственно. Было программно добавлены допуски по включения/выключения оборудования.

Разработка мобильного приложения

1 этап. Системный анализ

На данном этапе была поставлена цель, проведен анализ функциональных требований к мобильному приложению, поставлены задачи разработки, выбрана среда программирования.

Цель: разработать мобильное приложение для отслеживания основных параметров умной теплицы

Функциональные требования к мобильному приложению:

1. Подключение
2. Контроль параметров теплицы

При выборе среды программирования, исходя из возраста и знаний разработчика, было принято решение о программировании с помощью среды визуальной разработки мобильных приложений, требующая от разработчика минимальных знаний программирования и позволяющая выполнить быструю разработку. Выбор остановился на среде MIT App Inventor.

2 этап. Проектирование

На этапе проектирования был составлен алгоритм работы приложения, требования к интерфейсу и подготовлен дизайн.

Требования к интерфейсу:

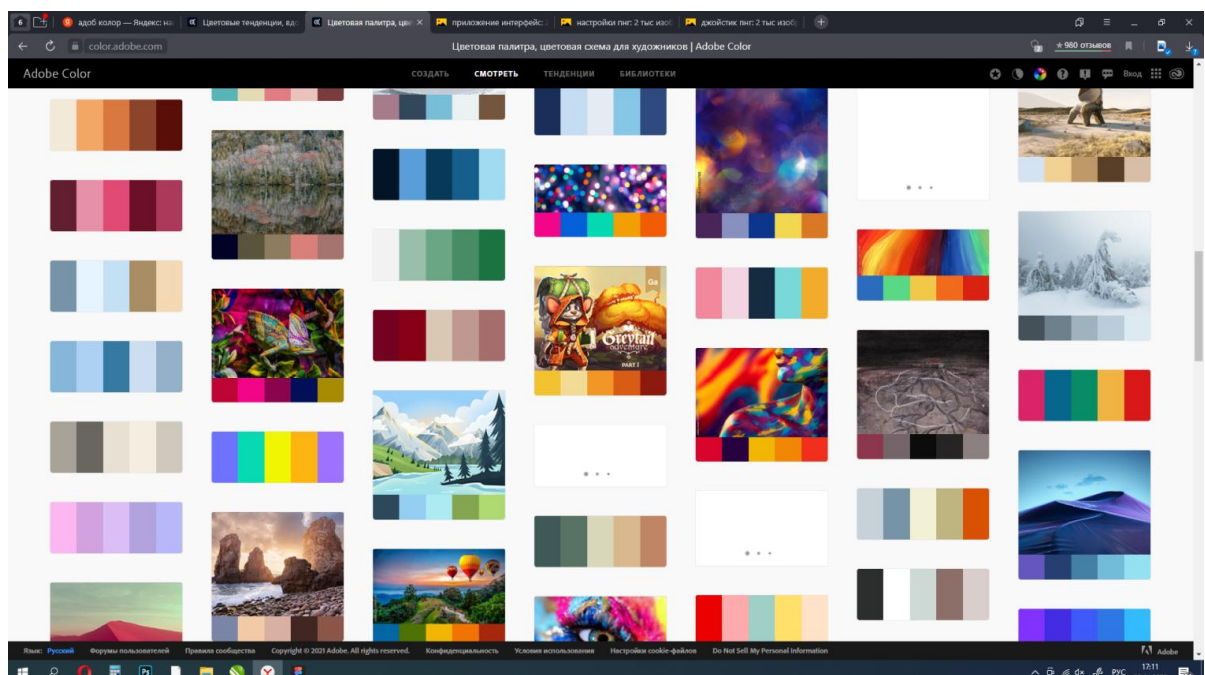
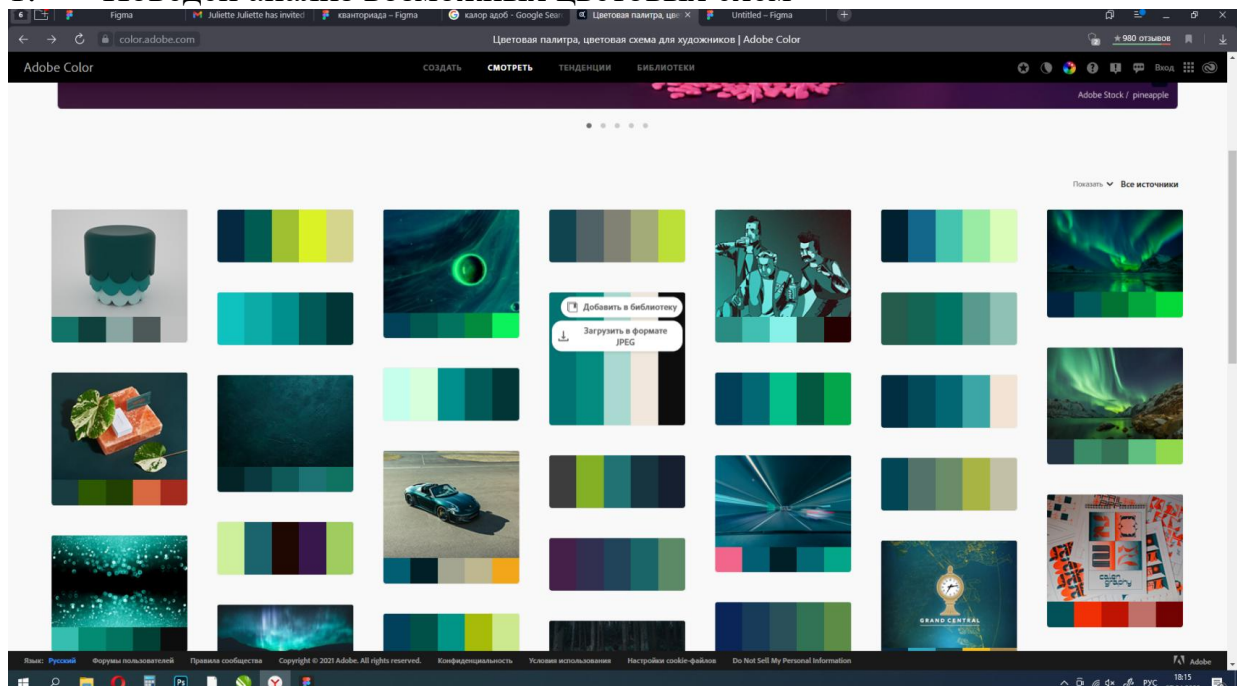
1. 3 окна: окно подключения к устройству, окно состояния среды, окно состоянии почвы и гидропоники
2. Приятный интерфейс
3. На окне состояния среды должны быть:
 - Температура и влажность воздуха
 - Включен/выключен теплый пол
 - Включена/выключена вентиляция
4. На окне состоянии почвы и гидропоники должны быть:

- Уровень соли
 - Температура воды
 - Уровень воды
 - Влажность почвы
 - Включен/выключен свет
5. На подключения к устройству должны быть:
- Кнопка подключению к устройству

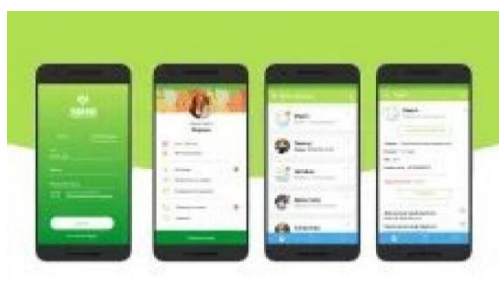
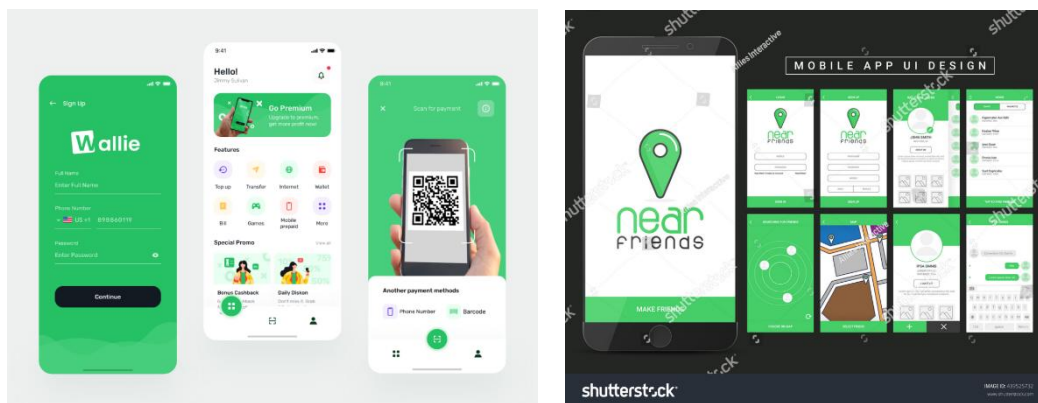
Разработка дизайна:

При разработке дизайна были учтены требования к интерфейсу.

1. Поведен анализ возможных цветовых схем

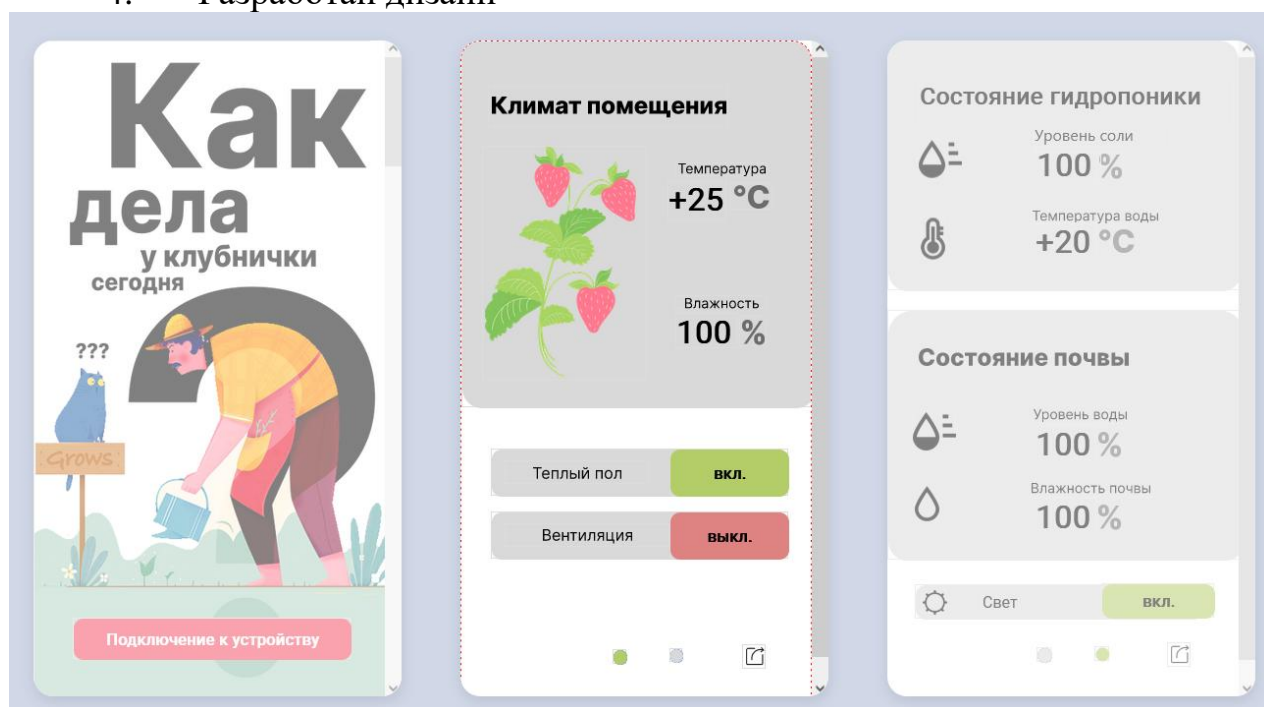


2. Анализ возможного интерфейса мобильного приложения



3. Выбрана среда проектирования дизайна Figma, как удобная, многопользовательская среда, с возможностью просмотра всех свойств объектов, а также поддерживаемая для импорта в среду программирования

4. Разработан дизайн



3 этап. Разработка

На этапе разработки была выполнена верстка приложения в Mit App Inventor.

В ходе разработки было получено приложение с 3 экранами интерфейса пользователя.

Следующим этапом разработки было программирование следующих функций

1. Подключение к теплице через Bluetooth, организация получения данных от теплицы в приложение.
2. Отображение полученных от теплицы данных.
3. Демонстрация отклонения от нормы такими элементами, как стрелки у каждого принятого параметра.
4. Изменение цвета кнопки состояния теплого пола, вентиляции и света в зависимости от полученных данных.

Частичный код приложения представлен ниже

```
when But21 Click
do
  navigate to экран 2

when экран 3 Opens
do
  set Label3's Text to app variable G_WaterLevel
  if app variable G_WaterLevel >= 10
  do set 3up's Visible to true
  if app variable G_WaterLevel <= 5
  do set 3down's Visible to true

  set Label5's Text to app variable P_SaltLevel
  if app variable P_SaltLevel >= 10
  do set 5up's Visible to true
  if app variable P_SaltLevel <= 5
  do set 5down's Visible to true

  set Label6's Text to app variable G_WaterTemperature
  if app variable G_WaterTemperature >= 10
  do set 4up's Visible to true
  if app variable G_WaterTemperature <= 5
  do set 4down's Visible to true

  set Label6's Text to app variable P_SoilMoisture
  if app variable P_SoilMoisture >= 10
  do set 6up's Visible to true
  if app variable P_SoilMoisture <= 5
  do set 6down's Visible to true

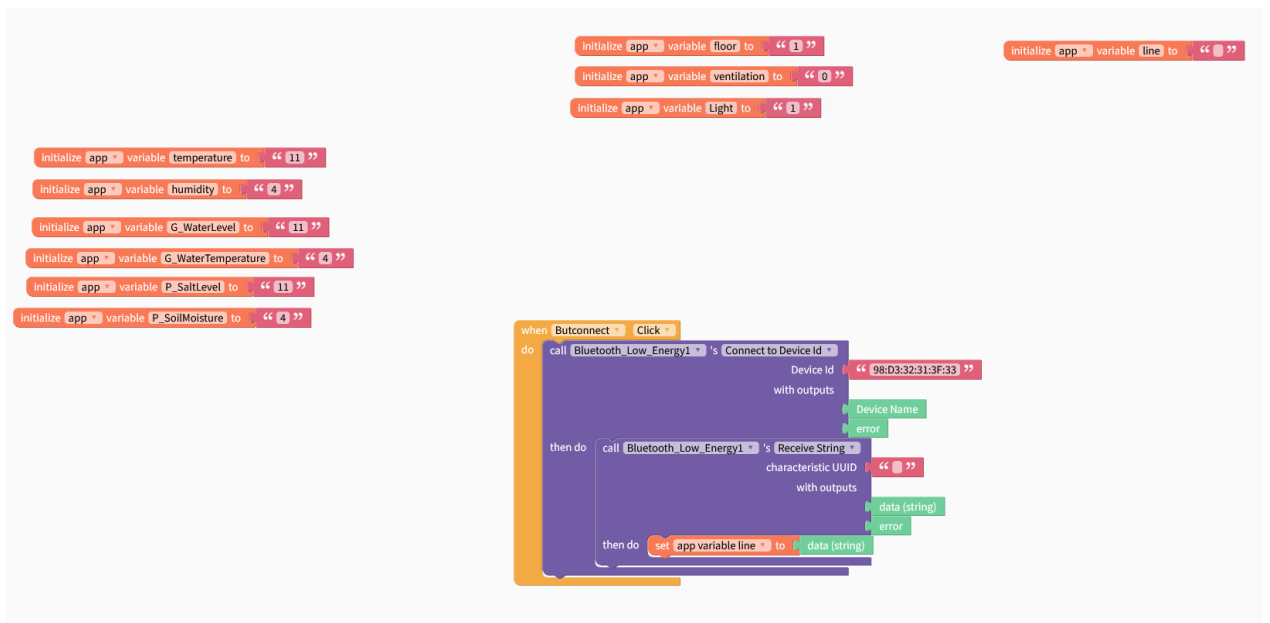
when byt11 Click
do
  navigate to экран 3

when экран 2 Opens
do
  set Label2's Text to app variable temperature
  if app variable temperature >= 10
  do set 1up's Visible to true
  if app variable temperature <= 5
  do set 1down's Visible to true

  set Label1's Text to app variable humidity
  if app variable humidity >= 10
  do set 2up's Visible to true
  if app variable humidity <= 5
  do set 2down's Visible to true

when экран 2 Opens
do
  if app variable floor == 1
  do set Butpol's Text to ВКЛ
  set Butpol's Background Color to color with red 179, green 205, blue 105
  else
  set Butpol's Text to ВЫКЛ
  set Butpol's Background Color to color with red 222, green 130, blue 130

when экран 2 Opens
do
  if app variable ventilation == 1
  do set Butvend's Text to ВКЛ
  set Butvend's Background Color to color with red 179, green 205, blue 105
  else
  set Butvend's Text to ВЫКЛ
  set Butvend's Background Color to color with red 222, green 130, blue 130
```



4 этап. Тестирование и отладка

Для тестирования приложения была запущена умная теплица и сверены данные с датчиков, отправляемые по Serial порту на компьютер и по Bluetooth на мобильное приложение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате работы над проектом была разработана умная теплица с мобильным приложением, которая выполняет следующие функции:

- отслеживание микроклимата внутри теплицы (температуры и влажности) и состояния гидропоники и капельного полива;
- автоматизация температурного режима внутри теплицы;
- автоматический полив системы капельного полива;
- измерение состояния системы гидропоники и автоматизации ее работы;
- отображение и анализ данных, полученных от умной теплицы, в мобильном приложении.

За 2 месяца работы сделаны следующие выводы:

- система гидропоники сложна в обслуживании, так как 1 раз в неделю необходимо полное промывание системы и замена питающей жидкости (возможно автоматизация этого процесса);
- система капельного полива актуальна только с учетом подкормки почвы, либо с применением питающего раствора в качестве полива, что усложняет ее обслуживание в виду полной замены питающей жидкости 1 раз в неделю;
- клубника в системе гидропоники прижилась и выросла на 40% быстрее, чем в почве, однако плоды оказались менее сладкими;
- плодов клубники в почве с капельным поливом оказалось меньше;
- возможна замена в системе гидропоники керамзита на минеральную вату.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://agrodom.com/advice/tipy-gidroponnykh-sistem/>
2. <https://mr-green.ru/presentation.pdf>
3. <https://agroaspectplus.ru/projects>