

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ СОРЕВНОВАНИЕ
«ШАГ В БУДУЩЕЕ, МОСКВА»**

| |
|-------|
| 16249 |
|-------|

регистрационный номер

Факультет ИУ «Информатика и системы управления»
Кафедра ИУ-7 «Программное обеспечение ЭВМ и информационные
технологии»

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ЭКОСИСТЕМЫ ДЛЯ УХОДА ЗА ДОМАШНИМИ РАСТЕНИЯМИ**

Автор:

Краснолуцкая Елизавета Олеговна
ГБОУ «Школа №1517» 11 класс

Научный руководитель:

Смирнов Иван Алексеевич
ГБОУ «Школа №1517»
преподаватель

Москва - 2023

АННОТАЦИЯ

Предметом исследования являются автономные системы по уходу за домашними растениями.

Цель работы – разработка портативной домашней интеллектуальной экосистемы с функциями полива, поворота, регулируемого освещения, автономного и ручного управления, упрощающей уход за растениями.

Методы исследования, используемые в проекте: анализ, синтез, обобщение, классификация.

В ходе работы проведены исследования существующих систем по уходу за растениями, осуществлялась разработка модели системы, программного обеспечения, апробация и тестирование разработанного устройства. Были успешно пройдены испытания на работоспособность готовой экосистемы, получены, обработаны и выведены данные с датчиков.

В результате работы был создан действующий образец, способный в автономном режиме обеспечивать условия, комфортные для растений. Новизна проекта заключается в системе поворота, количестве отслеживаемых и регулируемых параметров, объединенных в одном устройстве.

Областью применения проекта распространяется на выращивание растений при недостатке внимательности и времени для ухода за ними, во время отъезда владельцев, в условиях недостаточного освещения, например, в комнатах, где нет окон, таких как коридор, ванная.

В рамках развития тематики данного проекта планируется добавление системы вентиляции, обогрева и охлаждения для обеспечения более комфортных условий не только для домашних растений, но и для экзотических, а также добавление системы авторизации пользователей.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП | 7 |
| 1.1. Факторы, обеспечивающие комфортные условия для домашних растений | 7 |
| 1.2. Искусственное освещение растений | 7 |
| 1.3. Исследование существующих автоматических решений | 9 |
| 1.4. Функционал проекта | 10 |
| 1.5. План выполнения работы | 11 |
| КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП | 13 |
| 2.1. Разработка конструкции экосистемы | 13 |
| 2.2. Выбор аппаратного оснащения | 14 |
| 2.3. Обоснование выбора аппаратного оснащения | 15 |
| 2.4. Программная часть | 17 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 21 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 22 |

ВВЕДЕНИЕ

Растения имеют большое значение в жизни человека, в том числе комнатные. Они обеспечивают уют в доме, очищают воздух и играют значительную роль в формировании интерьера. Однако, как и все живые создания, они требуют внимания и ухода, что нередко становится проблемой.

Цель проекта

Разработать портативную домашнюю интеллектуальную экосистему, упрощающую уход за растениями, оснащенную режимами автономного и ручного управления, с функциями полива, поворота, регулируемого освещения.

Основные задачи проекта:

- а) проанализировать информацию о комфортных условиях для выращивания растений;
- б) провести обзор и анализ существующих аналогов;
- в) разработать концепт системы;
- г) разработать конструкцию системы в приложении для 3D-моделирования;
- д) составить список датчиков и компонентов, необходимых для реализации проекта, изучить информацию о них;
- е) изготовить корпус и детали конструкции с использованием аддитивных технологий;
- ж) разработать программное обеспечение для платы, управляющей системой;
- з) разработать пользовательский интерфейс для управления устройством;
- и) собрать готовое устройство.

Актуальность проекта

В наши дни пользуется популярностью выращивание различных растений в домашних условиях, в том числе микрозелени и рассады. Такое увлечение требует времени, особых умений и внимательности, соблюдение температурного режима, контроля степени освещённости, влажности воздуха, но не все люди

могут прилагать необходимые усилия. Другая проблема заключается в том, что за растениями нужно следить постоянно, и во время длительного отъезда это становится проблемой. Друзья и соседи могут согласиться помочь в уходе, но если растение чувствительно к отклонению от привычных условий, то вероятность того, что они сделают что-то не так, достаточно велика. Сложности в уходе за домашними растениями могут возникнуть не только из-за неопытности и невнимательности человека или недостатка времени для ухода за ними, но из-за экстремальных условий содержания, например, в ванной комнате, коридоре, комнатах, расположенных не с солнечной стороны квартиры, или других помещениях с низкой освещённостью, при этом зелень может использоваться в качестве элемента дизайна интерьера, поэтому возникает потребность размещения растений в подобных местах. Большая часть растений являются довольно прихотливыми к условиям окружающей среды, поэтому неправильный полив, малое или избыточное освещение, неподходящие температурные условия приводят к ухудшению внешнего вида растения (рисунок 1), уменьшению соцветий и плодов, увяданию и гибели. Таким образом, мой проект домашней интеллектуальной экосистемы призван помочь в уходе за растениями и обеспечении для них комфортных условий.



Рисунок 1 – Вытянувшееся растение

Новизна проекта

Данный проект отличается своей новизной по ряду аспектов, например, цена-качество в целом всего изделия по сравнению с аналогами. Также это система поворота устройства, обеспечивающая равномерное освещение растения со всех сторон, что предотвращает его вытягивание, которая отсутствует в аналогах. Реализованное устройство обладает более широким функционалом по сравнению с другими проектами.

Оценка современного состояния решаемой проблемы

На данный момент на рынке представлены устройства и системы, частично решающие проблему автоматизации ухода за домашними растениями, однако они обладают ограниченным функционалом и не обеспечивают удалённое управление, только отслеживание состояния растения.

ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП

1.1. Факторы, обеспечивающие комфортные условия для домашних растений

Каждое растение требует индивидуального подхода, но в большинстве случаев для обеспечения качественного ухода за ним нужно следить за освещением, температурным режимом, влажностью и плодородностью почвы.

Комнатные растения получили такое название не случайно, им действительно комфортно существовать при комнатной температуре, но экзотические экземпляры требуют более высоких или низких показаний.

Чтобы растение могло расти и развиваться, важно обеспечить для него подходящий режим освещения. Если это условие не выполняется, то процессы синтеза замедляются, растение не получает нужных питательных веществ и начинает погибать. Не стоит также забывать про такой параметр, как интенсивность освещения. Одни растения требуют яркого солнечного света и тянутся к нему, а другие лучше растут в тени.

Частота полива зависит не только от типа растения, но также от температуры воздуха, влагоемкости почвы, освещения и многих других особенностей, но в общем случае лучше поливать понемногу и часто, чем редко и обильно.

1.2. Искусственное освещение растений

Для освещения растений чаще всего используют светильники на светодиодах. Они выгодно отличаются малым энергопотреблением, высокой светоотдачей, долговечностью в эксплуатации и компактными размерами.

На растения по-разному влияют разные спектры излучения. Разберемся, какая длина волны за что отвечает при выращивании растений:

- 640–660 нм – красные цвета, для репродуктивного развития и укрепления корневой системы взрослых растений;
- 595–610 нм – цвета близкие к оранжевому нужны для цветения и созревания плодов;

- 440–445 нм – сине-фиолетовые оттенки нужны для вегетативного развития;
- 380–400 нм – ближний УФ-диапазон, для регулировки скорости роста и образования белков;
- 280–315 нм – средний ультрафиолет для растений, повышающий морозостойкость.

Также на рисунке 2 изображен оптический диапазон и активность различных процессов жизнедеятельности растения.

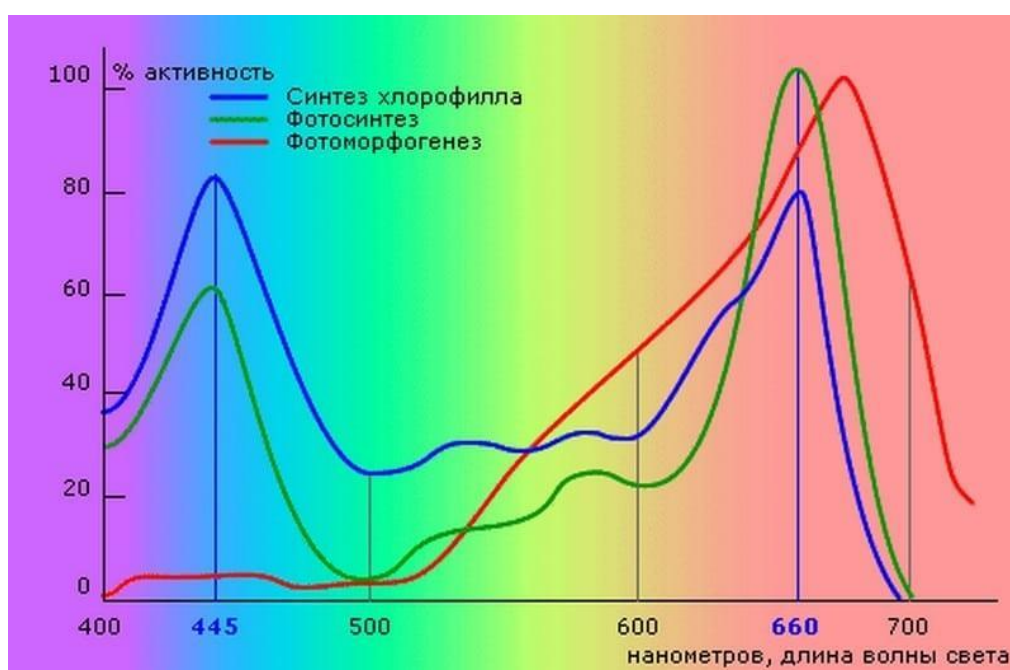


Рисунок 2 – Зависимость активности процессов жизнедеятельности растения от спектра излучения

Исходя из этих данных для роста растений используют лампы, у которых основные пики спектра свечения приходятся в, так называемом, «фитоактивном» спектре (синие 440-450 нм и красные 660 нм), наиболее благоприятном для роста любых выращиваемых культур. Такая разновидность ламп называется фитолампами.[1]

Фитодиоды в фитолампах и фитолентах выделяют максимум световой энергии при минимуме тепловыделения, поэтому их можно располагать рядом с растительностью, не опасаясь ожога листьев. Еще одним плюсом является

меньшее высушивание почвы. Таким образом фитолампа для растений является эффективным светотехническим устройством, потому было принято решение использовать именно фитоленту для реализации проекта.

1.3. Исследование существующих автоматических решений

В настоящее время существуют проекты, частично решающие проблему автономного ухода за растениями. Кашпо и горшки с встроенным резервуаром для воды (рисунок 3) обеспечивают капельный полив и обладают индикатором уровня воды, показывающим остаток жидкости в резервуаре, однако они не обладают удаленной возможностью оповещения о том, что вода закончилась.

Xiaomi Smart Flower Monitor (рисунок 4) позволяет контролировать жизненные показатели растений, такие как температура и влажность воздуха, влажность и плодородность почвы и освещенность. Отслеживать перечисленные показатели возможно через мобильное приложение. Минусом данного устройства заключается в отсутствии возможности влиять на эти показатели с помощью него.



Рисунок 3 – Кашпо с встроенным резервуаром для воды



Рисунок 4 – Xiaomi Smart Flower Monitor

Система автоматизации Smart standart «Умная теплица» от компании GreenHouseShop (рисунок 5) способна отслеживать показатели температуры и

влажности воздуха и почвы, обеспечивать полив, может управляется дистанционно, но рассчитана на большие теплицы, что не подходит для домашнего использования, а также обладает достаточно высокой стоимостью.



Рисунок 5 – Система автоматизации Smart standart «Умная теплица»

Умные горшки, представленные на рынке, могут обеспечивать полив и адаптируемое освещение, но к их недостаткам относятся отсутствие дистанционного управления и отслеживания параметров температуры воздуха и влажности почвы.

С помощью фитоламп для растений и рассады с таймером отключения можно регулировать интенсивность и продолжительность освещения, но нельзя настроить его автоматическое включение и отключение в зависимости от света в помещении.

Таким образом, в настоящее время на рынке нет устройств, полностью оптимизирующее уход за растениями.

1.4. Функционал проекта

Домашняя интеллектуальная экосистема обладает системами освещения, полива и поворота. Каждая из них имеет два режима работы: ручной и автоматический.

При ручном управлении системы освещения есть возможность включать и выключать свет. В автоматическом режиме можно установить желаемую длину светового дня. Растение будет “досвечиваться” утром и вечером, а также в течение дня, если освещения будет недостаточно. Регулируемая длительность светового дня позволяет обеспечить наиболее комфортное освещение для светолюбивых, тенеиндифферентных (для цветов, которые равнодушно относятся к продолжительности светового дня и легко адаптируются к различной освещенности) и теневыносливых растений.

В ручном режиме управления системой поворота можно повернуть экосистему на заданный пользователем угол. В автоматическом режиме каждые 30 минут будет происходить поворот так, чтобы наименее освещенная сторона экосистемы встала на наиболее освещенную. Выбор наименее и наиболее освещенных сторон происходит на основе данных с датчиком освещенности. Таким образом предотвращается вытягивание растения в сторону источника света и обеспечивается его равномерное освещение. Также в систему поворота был добавлен режим постоянного вращения с заданной скоростью, при котором устройство с растением играет декоративную роль.

При поливе погружной насос перекачивает воду из встроенного в устройство резервуара, наполняемого пользователем, в горшок с растением, обеспечивая капельный полив.

Экосистема оснащена датчиками влажности и температуры воздуха, влажности почвы и освещенности.

Предоставление данных с датчиков, состояния экосистемы и управление ею реализовано с помощью веб-интерфейса, к которому устройство и пользователи могут подключиться по Wi-Fi, что обеспечивает удаленный доступ к устройству.

1.5 План выполнения работы

План выполнения работы представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 - План выполнения работы

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП

2.1. Разработка конструкции экосистемы

В ходе работы была разработана модель готовой экосистемы с размещением всех необходимых схмотехнических компонентов. Конструктивно, экосистема делится на три основные части: основание, корпус и колба (рисунок 7). Поворот корпуса осуществляется за счёт магнитной муфты. Корпус состоит из трех отсеков: резервуара для воды с индикатором уровня воды; блока электроники и горшка. На горшке устанавливаются стойки с диском для размещения фитоленты. Колба с надетой крышкой с вентиляционным отверстием вставляется в углубление вверху корпуса.

При разработке конструкции было уделено особое внимание внешнему виду изделия, так как оно должно вписываться в интерьер помещения. Для этого был выбран минималистичный дизайн в белом цвете.

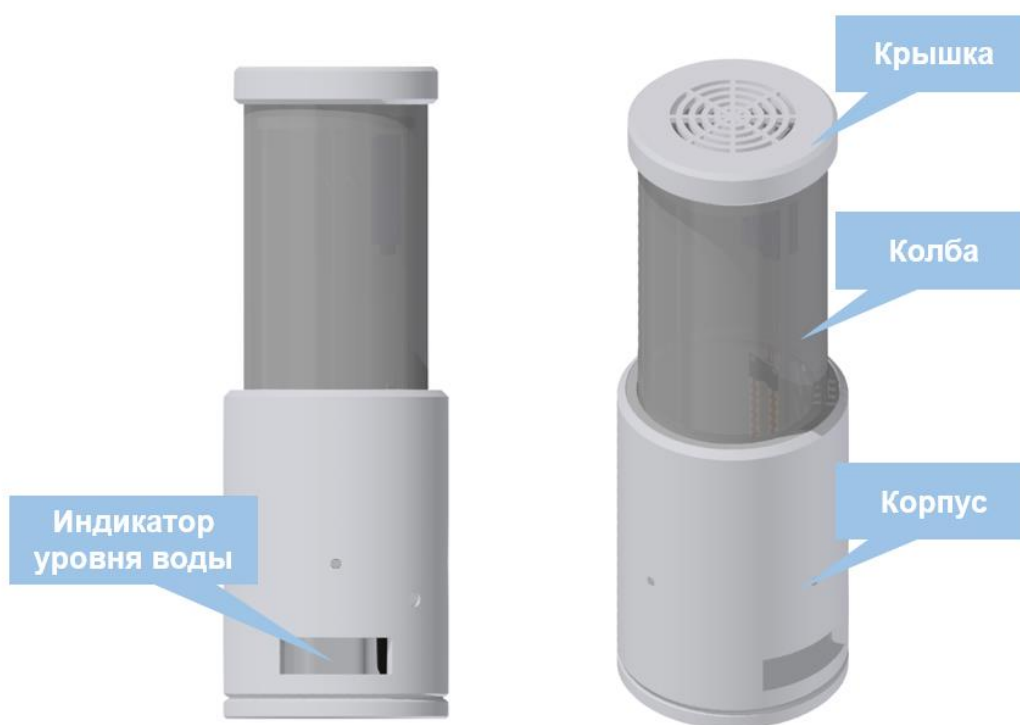


Рисунок 7 – Общий вид изделия

Для изготовления конструкции было использовано два вида печати: фотополимерная и экструзионная. Из PLA пластика на экструзионном принтере были распечатаны основные корпусные изделия: крышка, корпус, основание. Из

фотополимерной смолы были распечатаны диски, на которые монтируются плата и прочие компоненты, и горшок, так как к этим деталям предъявляются требования по точности и герметичности. Для печати были использованы слайсеры Ultimaker Cura и Voxelprint.

На рисунке 8 представлена изготовленная конструкция.

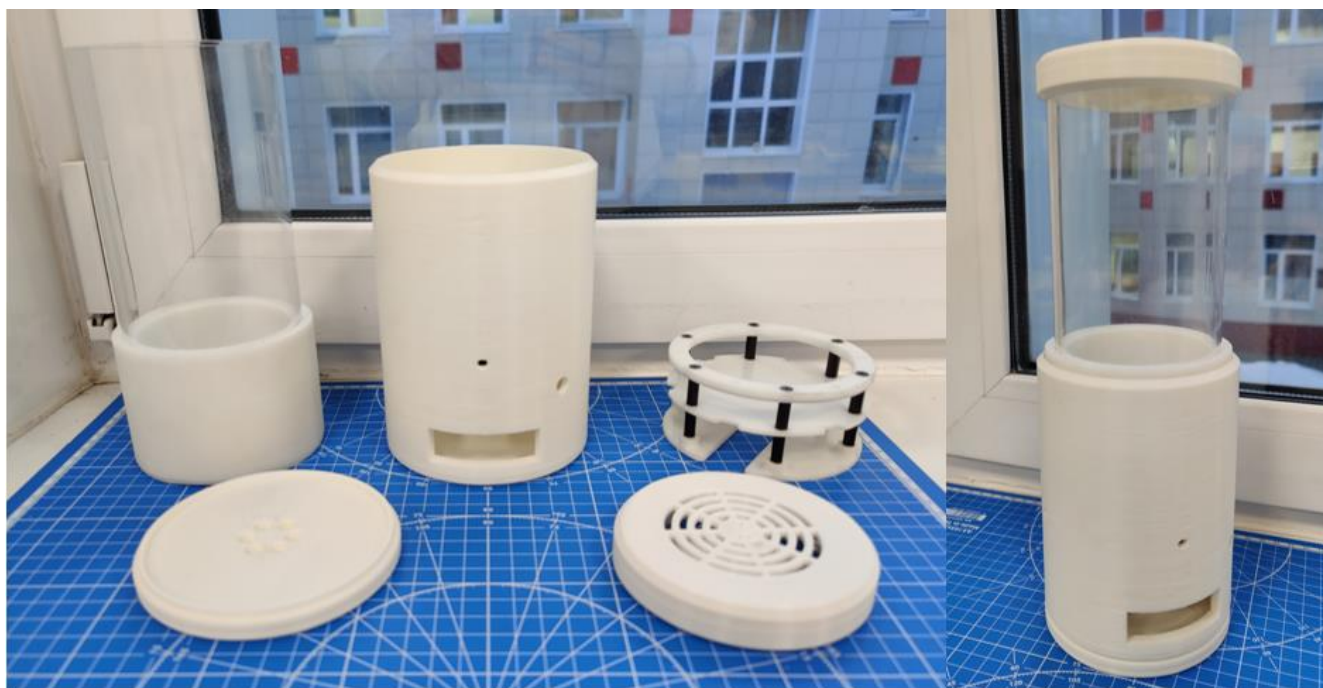


Рисунок 8 – Изготовленная конструкция

2.2. Выбор аппаратного оснащения

Для реализации задуманного функционала было принято решение использовать следующий набор электротехнических компонентов:

- WeMos D1 R32 на базе ESP32;
- датчик температуры и влажности воздуха DHT21;
- модуль фоторезистора KY-018
- датчик влажности почвы FC-28;
- шаговый двигатель 28BYJ-48;
- драйвер шагового двигателя ULN2003;
- погружной насос DC 3-5V;
- модуль реле одноканальный;
- фитолента;

- аккумуляторная батарея 3,7 В;
- модуль заряда Ampertok
- соединительные провода.

2.3. Обоснование выбора аппаратного оснащения

Самыми важными параметрами ухода за растениями являются температура, свет и влажность. Для отслеживания и изменения этих параметров система была оснащена датчиками температуры, влажности почвы и воздуха, модулем фоторезистора, сервоприводами для поворота устройства, системой полива и освещения.

Изначально в качестве микроконтроллеров была выбрана связка WeMos R1 D1 на основе ESP8266 и Arduino Uno, так как такая комбинация обеспечивала необходимое количество аналоговых портов и возможность подключения к веб-серверу по Wi-Fi, но две платы занимают слишком много места в конструкции. После тщательного изучения рынка был найден альтернативный вариант - плата WeMos D1 R32 на базе ESP32 (рисунок 9). Данный микроконтроллер был выбран в пользу своей компактности, встроенного интерфейса Wi-Fi и необходимого количества аналоговых портов для реализации полного функционала.



Рисунок 9 – Плата WeMos D1 R32

Выбор датчиков проводился на основании следующих критериев: компактность, доступность на рынке, простота в освоении. Под эти требования подходили датчик влажности почвы FC-28 (рисунок 10), модуль фоторезистора KY-018 (рисунок 11) и датчик температуры и влажности DHT21 (рисунок 12).

Преимуществом DHT21 над распространённым DHT11 является более высокая точность измерений.

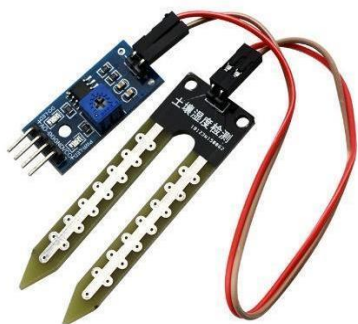


Рисунок 10 – Датчик влажности почвы FC-28



Рисунок 11 – Модуль фоторезистора KY-018



Рисунок 12 – Датчик температуры и влажности DHT21

Погружной насос DC 3-5V (рисунок 13) был выбран из-за своих компактных размеров и производительности, необходимой для реализации полива.



Рисунок 13 – Погружной насос DC 3-5V

Для реализации экосистемы был выбран шаговый двигатель 28BYJ-48 (рисунок 14) для точного позиционирования фоторезисторов при повороте. Управление двигателем происходит с помощью драйвера ULN2003, идущего в комплекте.[2]

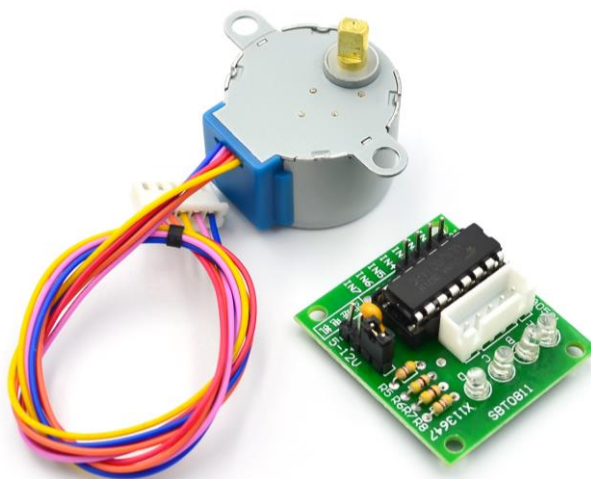


Рисунок 14 – Шаговый двигатель 28BYJ-48 с драйвером ULN2003

Среди различных фитосветильников для реализации моего проекта была выбрана фитолента (рисунок 15), так как с помощью неё можно легко обеспечить круговое освещение.



Рисунок 15 – Фитолента

Для питания устройства были выбраны аккумуляторы, а не сетевое напряжение, так как это позволяет поставить его не только в близи розеток, но и там, где их наличие не предполагается.

2.4. Программная часть

Программная часть экосистемы представлена следующими частями:

- программное обеспечение, устанавливаемое на WeMos для непосредственного управления устройством, отслеживания состояния растений и передачи данных на сервер;

- веб-приложение, через которое происходит отслеживание состояния устройства и его управление;
- протокол передачи данных от веб-сервера к микроконтроллеру.

В ходе анализа существующих протоколов передачи данных было принято решение использовать протокол HTTP. Протокол HTTP является протоколом высокого уровня, тем самым разработка серверного приложения существенно упрощается. HTTP отправляет пакеты данных только после установки связи с конечным устройством. Таким образом протокол HTTP является надежным и удобным.

Веб-сервер написан с помощью фреймворка Flask, преимущества которого заключаются в том, что он позволяет создать веб-сайты довольно просто и быстро. Для управления экосистемой было выбрано именно веб-приложение, так как оно обеспечивает кроссплатформенность и не требует установки на устройство пользователя, с которого происходит управление.

Микроконтроллер подключается к сети интернет с помощью библиотеки WiFi.

Для отправки HTTP-запросов на веб-сервер с микроконтроллера была использована библиотека HTTPClient.[3, 4] Так, микроконтроллер отправляет POST- и GET-запросы на сервер через минимальное время опроса датчиков, то есть каждые 3 секунды. На веб-сервере реализовано две функции представления, сопоставленные с адресами /from_ecosystem и /to_ecosystem, для обработки запросов с платы WeMos. На первый адрес микроконтроллер POST-запросом отправляет информацию об освещённости, влажности почвы и воздуха, температуре, затем функция, привязанная к адресу /from_ecosystem, обрабатывает полученные данные. На второй адрес плата отправляет GET-запрос. Функция, сопоставленная с /to_ecosystem, в качестве ответа отправляет JSON с данными, полученных от пользователя.

На основе полученных данных микроконтроллер изменяет состояние систем полива, освещения, поворота.

Схема обмена данными представлена на рисунке 16.

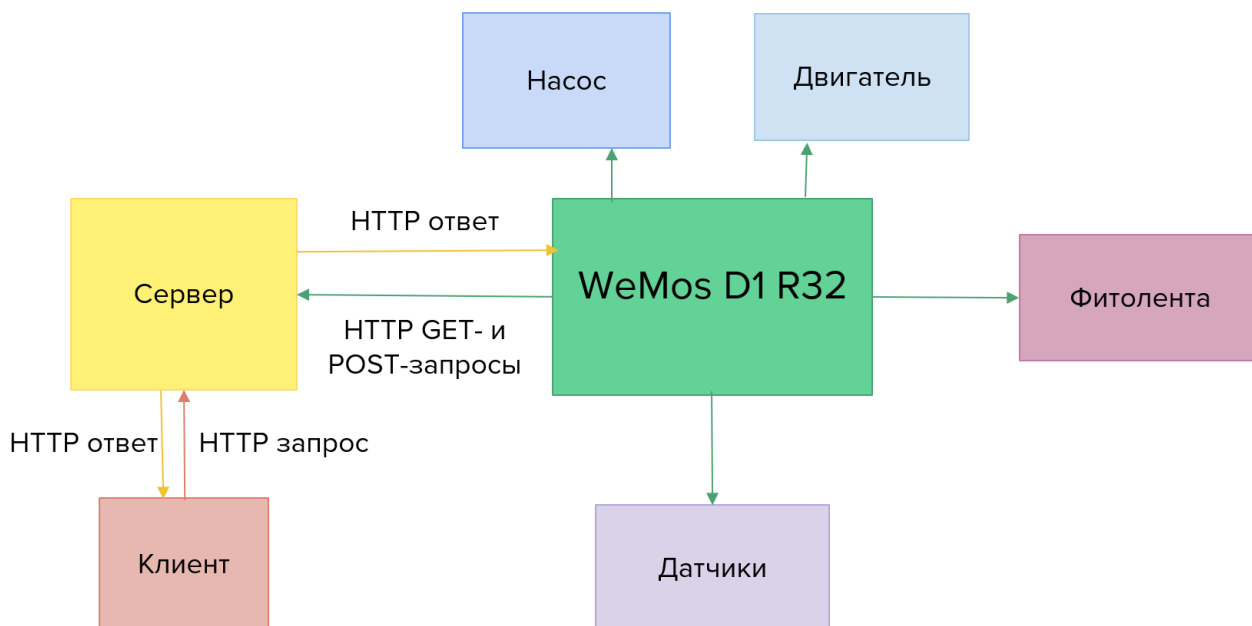


Рисунок 16 – Схема обмена данными

Для комфортного обмена данных между клиентом и сервером было принято разработать графический интерфейс, для чего использовался популярный язык разметки HTML. Экран разделён на следующие смысловые блоки: освещение, поворот, полив и данные с датчиков (температура и влажность воздуха, влажность почвы, освещённость) (рисунок 17). Для удобства пользователя и последующей обработки данные с датчиков преобразовываются на сервере в процентное значение.

Для изменения данных на странице была использована технология AJAX. Технология AJAX была выбрана, так как она позволяет изменять данные на странице без её перезагрузки. При изменении состояния переключателей или нажатии на кнопку на сервер отправляется запрос на адрес, соответствующий определённому изменению. Также на сервер отправляются регулярные запросы для обновления данных с датчиков на странице.

| | | | |
|-----------------|------|-------------|--------|
| освещённость | 89 % | температура | 26.7 C |
| влажность почвы | 68 % | влажность | 43.0 % |

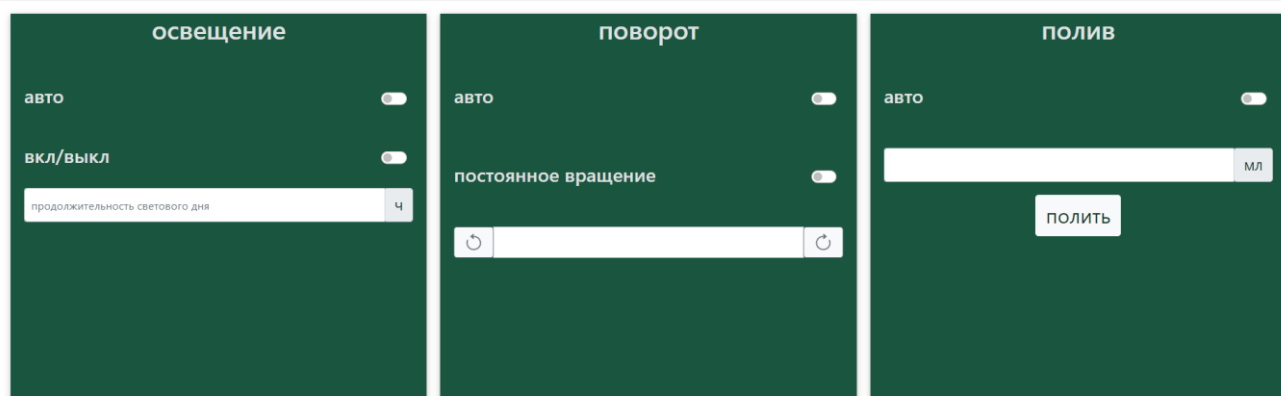


Рисунок 17 - Графический интерфейс

Для обеспечения заданной продолжительности светового дня необходимо знать время восхода и захода солнца. Электронный ресурс OpenWeather предоставляет бесплатное API, где можно получить метеоданные, в том числе необходимые время восхода и захода солнца. Для их получения сервер отправляет GET-запросы с помощью библиотеки request. Метод `get()` из пакета `requests` отправляет HTTP-запрос с методом GET на URL-адрес, указанный в качестве первого аргумента, в данном случае `https://api.openweathermap.org/data/3.0/onecall?lat=55&lon=37&appid={API key}` (API ключ был получен при регистрации). Этот метод возвращает метеоданные в качестве данных JSON. Полученная информация выводится в левом верхнем углу графического интерфейса (рисунок 17).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения работы:

- а) была проанализирована информация о комфортных условиях для выращивания растений;
- б) был проведён обзор и анализ существующих аналогов;
- в) был разработан концепт системы;
- г) была разработана конструкция системы;
- д) был составлен список датчиков и компонентов, необходимых для реализации проекта, изучить информацию о них;
- е) был изготовлен корпус и детали конструкции с использованием аддитивных технологий;
- ж) было разработано программное обеспечение для платы, управляющей системой;
- з) был разработан пользовательский интерфейс для управления устройством;
- и) было собрано готовое устройство.

По результатам испытаний получены данные с датчиков, осуществлён поворот и полив экосистемы. Аппарат успешно прошел испытания работоспособности.

В рамках развития тематики данного проекта планируется добавление системы вентиляции, обогрева и охлаждения для обеспечения более комфортных условий не только для домашних растений, но и для экзотических, а также добавление системы авторизации пользователей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартош А. Особенности выбора ультрафиолетовых ламп для выращивания растений и их использования: // Лампа Эксперт. URL: <https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/kvartsevye-i-ultrafioletovye/uf-lampa-dla-rastenij>. (Дата обращения: 20.09.2022).
2. Бачинин А., Панкратов В., Накоряков В. Основы программирования микроконтроллеров: Учебно-методическое пособие к образовательному набору по микроэлектронике «Амперка»: образовательный робототехнический модуль (базовый уровень). – М. : Экзамен, 2017. – 184 с.
3. ESP32 HTTP GET and HTTP POST with Arduino IDE (JSON, URL Encoded, Text): // RANDOM NERD TUTORIALS. URL: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-http-get-post-arduino/>. (Дата обращения: 30.10.2022).
4. Петин В. А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. – СПб. : БХВ-Петербург, 2019. – 432 с.