

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 11»

Научное общество учащихся

**«РАЗРАБОТКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕГУЛЯТОРА ПОЛИВА РАСТЕНИЙ С
УЧЕТОМ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ»**

Выполнил:

Булаев Иван
ученик 7в класса

Руководитель:

Пушкова Я. Р.
учитель физики

г. Балахна

2024

Содержание

Введение	3
Глава 1. Возможности платформы Arduino	6
1.1 Принцип работы Arduino	6
1.2 Среда программирования Arduino	9
1.3 Почва-проводник электрического тока	9
1.4 Принцип работы датчика влажности почвы	10
1.5 Понятие влажности почвы. Капельный полив как вид орошения	13
Глава 2. Сборка и практическое использование автоматизированного регулятора полива	15
2.1 Сборка автоматизированного регулятора полива растений с учетом влажности почвы на платформе Arduino	15
2.2 Калибровка датчика. Программирование	18
2.3 Тестирование системы автоматизированного регулятора полива	20
Заключение	24
Список литературы	25

Введение

Недаром говорят: «Лень — двигатель прогресса». Многие изобретения были придуманы, чтобы облегчить нам жизнь! Одним из наиболее перспективных направлений развития технологий является автоматизация процессов. Суть автоматизации в использовании физических явлений для практических нужд человека. Автоматизация лежит в основе понятия «умного дома». Под «умным домом» следует понимать систему, которая должна уметь распознавать конкретные ситуации и соответствующим образом на них реагировать.

Все мы сталкивались с ситуацией, когда, уезжая в отпуск, мы переживаем, кто польет комнатные растения в наше отсутствие? Если рядом нет людей, которые готовы прийти на помощь, то присмотреть за домом поможет разработанная мной автономная система полива растений на платформе Arduino Uno.

Платформа Arduino представляет собой удобный электронный конструктор, понятную среду для программирования и в целом удобный инструмент для создания собственных разработок как новичкам, так и профессионалам. Arduino — это маленький компьютер, который можно запрограммировать для взаимодействия с различными физическими объектами с помощью входных и выходных сигналов разного вида. Основная модель Arduino Uno имеет небольшие размеры и легко умещается на ладони. Однако, она позволяет создавать модели, взаимодействующие с окружающим миром. Используя практически неограниченный спектр устройств ввода и вывода, датчиков, индикаторов, дисплеев, электродвигателей и многих других, вы можете запрограммировать любые взаимодействия, необходимые для создания функционального устройства.

Мой проект очень актуален для нашего времени, т.к. автоматизация процессов дает возможность комплексно решить вопрос освобождения времени, которое раньше тратилось на рутинные бытовые процессы. Моя рабочая

установка обладает невысокой стоимостью, поэтому экономически рентабельна.

Гипотеза: возможно создать автономную систему полива растений, учитывающую влажность почвы, в домашних условиях.

Цель моего проекта: разработать и практически реализовать автоматизированный регулятор полива растений с учетом влажности почвы на платформе Arduino.

Задачи, реализуемые для достижения данной цели:

1. Выбрать технологическую платформу для создания системы автоматизированного полива.
2. Изучить принцип работы датчика влажности почвы.
3. Обеспечить доступную стоимость и простоту изготовления рабочей установки.
4. Протестировать автоматизированный регулятор полива растений с использованием датчика влажности почвы.
5. Эксплуатировать рабочую установку в реальных условиях.

Предметом исследования выступает система автоматизированного полива растений с учетом влажности почвы.

Методы исследования:

- анализ и синтез информации из электронных ресурсов, специальной литературы по данному предмету исследования;
- анализ моделирования рабочей установки по обеспечению полива растений в автоматическом режиме;

Новизна проекта заключается в том, что:

1. Моя конструкция легко повторяема.
2. Она обладает невысокой стоимостью: требуются провода, шланг, емкость для воды, которые можно легко найти в любом хозяйственном магазине. Достаточно приобрести контроллер, датчик влажности и помпу, что в общей сложности в текущих ценах составляет не более 1000 рублей.

3. Конструкция обладает возможностью индивидуальных настроек требуемых параметров увлажнения почвы.

Глава 1 Возможности платформы Arduino

1.1 Принцип работы Arduino

Arduino — это конструктор, который позволяет создавать разнообразные электронно-механические устройства. Arduino получил широкое признание у инженеров, мастеров и преподавателей благодаря своей простоте, разнообразию и невысокой стоимости. Художник может создать инсталляцию с множеством светодиодов, мигающих в такт движениям проходящих мимо посетителей, студенты — сконструировать автономного робота, который будет обнаруживать открытый огонь и гасить его, а синоптики — спроектировать систему измерения температуры и влажности и передавать эти данные в свои системы в виде текстовых сообщений. На его основе можно сделать действительно полезные устройства, начиная с простых мигалок, метеостанций, систем автоматизации и заканчивая системой умного дома, ЧПУ станками и беспилотными летательными аппаратами.

Arduino построен на простой физической плате (микроконтроллере) (рис.1). К ней подключаются все остальные элементы системы. Arduino контролирует их работу при помощи электрических сигналов.

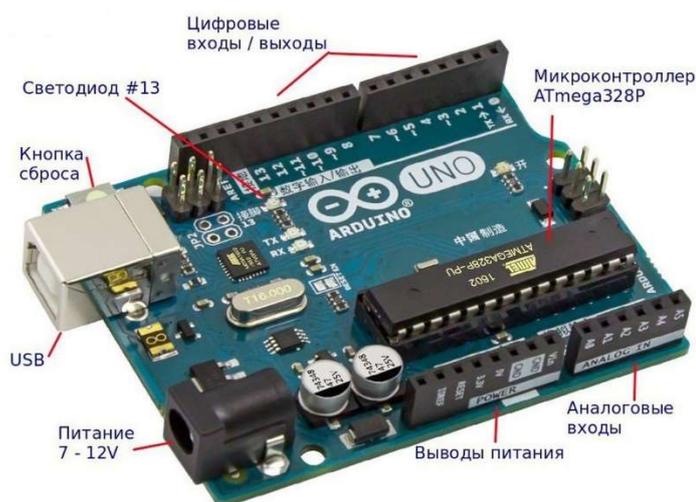


Рисунок 1. Плата Arduino uno.

Несмотря на сложное устройство принцип работы микроконтроллера очень прост. Он основан на аналоговом принципе действия. Система понимает лишь

две команды («есть сигнал», «нет сигнала»). Из этих сигналов в его память вписывается код определенной команды. Когда микроконтроллер считывает команду, он ее выполняет. Основное его назначение – контролировать все процессы, которые происходят на его платформе.

Используя обширный спектр устройств ввода и вывода, датчиков, индикаторов, дисплеев, электродвигателей и многих других, вы сможете запрограммировать любые взаимодействия, необходимые для создания функционального устройства (рис.2).

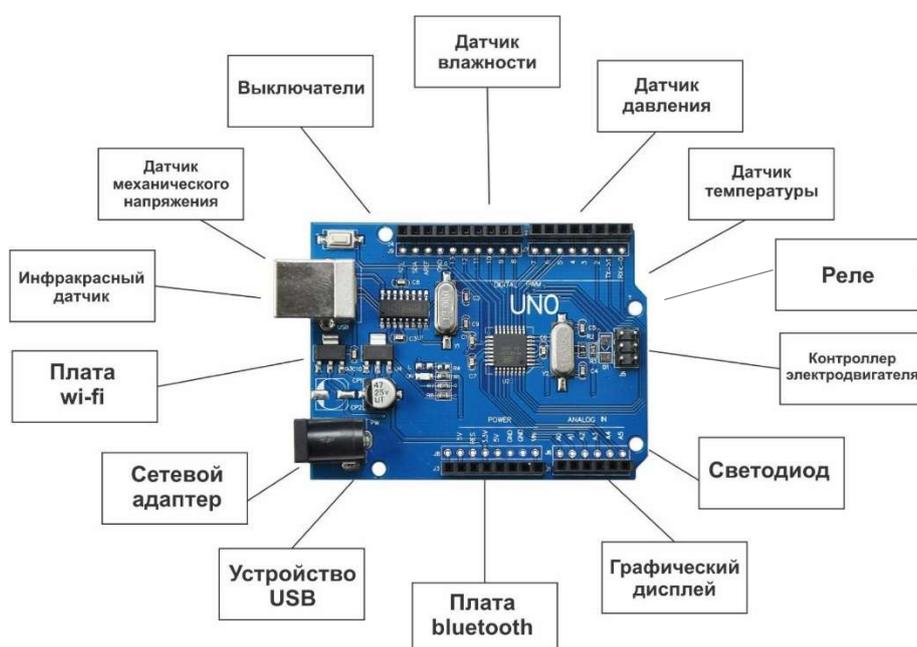


Рисунок 2. Разнообразные устройства, подключаемые к Arduino

Существует множество микроконтроллеров и платформ подобных Arduino, однако Arduino имеет ряд преимуществ перед другими устройствами.

Низкая стоимость. Платы Arduino относительно дешевы по сравнению с другими платформами.

Кросс-платформенность – программное обеспечение Arduino работает с ОС Windows, Macintosh OSX и Linux. Большинство микроконтроллеров ограничивается ОС Windows.

Простая и понятная среда программирования – среда Arduino подходит как для начинающих пользователей, так и для опытных.

Возможность расширения. Существует возможность подключения дополнительных блоков, которые увеличивают количества портов ввода/вывода, пользовательскими платами с различными функциями.

Существует несколько версий платформ Arduino. Arduino Uno — самая популярная версия базовой платформы Arduino. Она имеет стандартный порт USB. Arduino состоит из программной и аппаратной части. Программная часть включает в себя среду разработки (программа для написания и отладки прошивок), множество готовых и удобных библиотек, упрощенный язык программирования. Аппаратная часть включает в себя большую линейку микроконтроллеров и готовых модулей для них. Для работы с платой Arduino понадобится компьютер. Это может быть персональный компьютер с операционной системой Mac, Windows, Linux. Компьютер нужен в основном для того, чтобы выгружать программы в плату Arduino. После установки на Arduino эти программы действуют совершенно автономно. Плата Arduino может подключаться к порту USB компьютера. Когда она подключена, вы можете посылать сообщения в обоих направлениях. В отличие от компьютера, Arduino почти не имеет памяти, а также не имеет операционной системы, клавиатуры с мышью и экрана. Главная ее задача — чтение данных с датчиков и управление исполнительными устройствами. На рисунке 3 показано, как соединяются плата Arduino и компьютер.



Рисунок 3. Плата Arduino и компьютер

1.2 Среда программирования Arduino

Для написания, отладки и загрузки прошивок необходима среда программирования. Программа, написанная в среде Arduino, называется скетч.

Когда у вас есть на руках плата микроконтроллера и на компьютере установлена среда разработки, вы можете приступать к написанию скетчей (прошивок). Для этого необходимо ознакомиться с языком программирования. Для программирования Arduino используется упрощенная версия языка программирования C++.

Не зная текстовых языков программирования, контроллер можно запрограммировать с помощью простой программы FL Prog. Это графическая среда программирования плат Arduino. Программа FLProg позволяет создавать прошивки для плат с помощью графических языков FBD и LAD (рис 4). Она используется для программирования практически всех логических реле, и части промышленных контроллеров во всем мире. Программа абсолютно бесплатна и доступна любому.

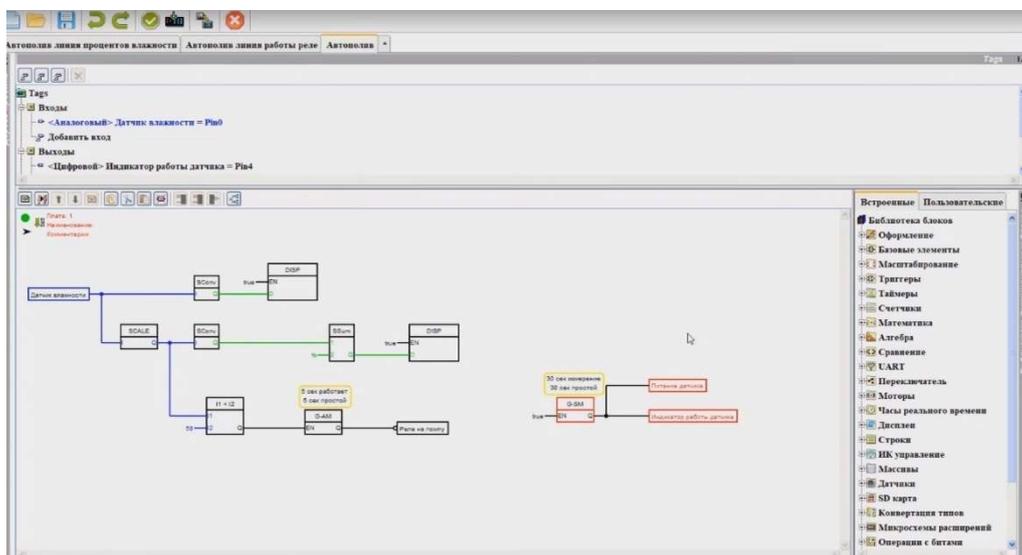


Рисунок 4. Вид окна программы FLProg в режиме языка FBD.

1.3 Почва-проводник электрического тока

Электропроводность – это способность вещества проводить электрический ток. Почва обладает электропроводностью. Она зависит от различных факторов, а именно, содержание влаги, типа почвы, наличие минеральных солей и

органического вещества. Влажность почвы является основным фактором, влияющим на ее проводимость.

Когда почва насыщена водой, она образует электролитную среду, способную проводить электрический ток. Когда почва пересыхает, проводимость уменьшается. Это связано с тем, что водный раствор является основным источником электронов, необходимых для передачи электрического тока. Влага заполняет все поры почвы и создает путь для электрического тока.

Вода в почве содержит растворенные ионные соединения, которые обеспечивают проводимость почвы. Катионы (положительно заряженные ионы) и анионы (отрицательно заряженные ионы) перемещаются вместе с водой в межчастичных пространствах почвы и способствуют передаче электрического тока. Тип почвы также влияет на проводимость. Например, песчаные почвы имеют более низкую проводимость, чем глинистые или суглинистые почвы, из-за различных структурных свойств и количества межчастичных пространств.

Сопротивление - это физическая величина обратная электропроводности. Она характеризует свойство проводника препятствовать прохождению электрического тока.

1.4 Принцип работы датчика влажности почвы

Датчик для измерения влажности почвы состоит из двух частей. Первая выполнена в виде вилки с двумя электродами, которыми погружается в грунт. Вторая часть датчика-аналого-цифровой преобразователь (рис. 5).



Рисунок 5. Общий вид датчика влажности почвы.

С одной стороны он имеет два входа, к которому подключаются два электрода, и на выходе имеет два контакта питания (+ и -) и цифровой выход (с него подается единица при том или ином значении). Последний контакт-аналоговый выход, с которым мы и будем работать.

Принцип датчика уровня влажности - измерять сопротивление между электродами. В качестве проводника у нас будет являться земля в цветочном горшке. Датчик преобразует физическую величину (в нашем случае сопротивление) в электрический сигнал.

Между двумя электродами создаётся небольшое напряжение. Если почва сухая, её сопротивление велико и через датчик течёт слабый ток. Если земля влажная — её сопротивление становится меньше, а ток датчика увеличивается. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени увлажнения почвы. Т.е. когда электроды совсем сухие и между собой не соединены, уровень аналогового сигнала будет самым высоким. Чем свободнее будет проходить ток от одного электрода к другому (в момент когда цветок полит и земля очень влажная), тем уровень аналогового сигнала будет меньше (рис.6).

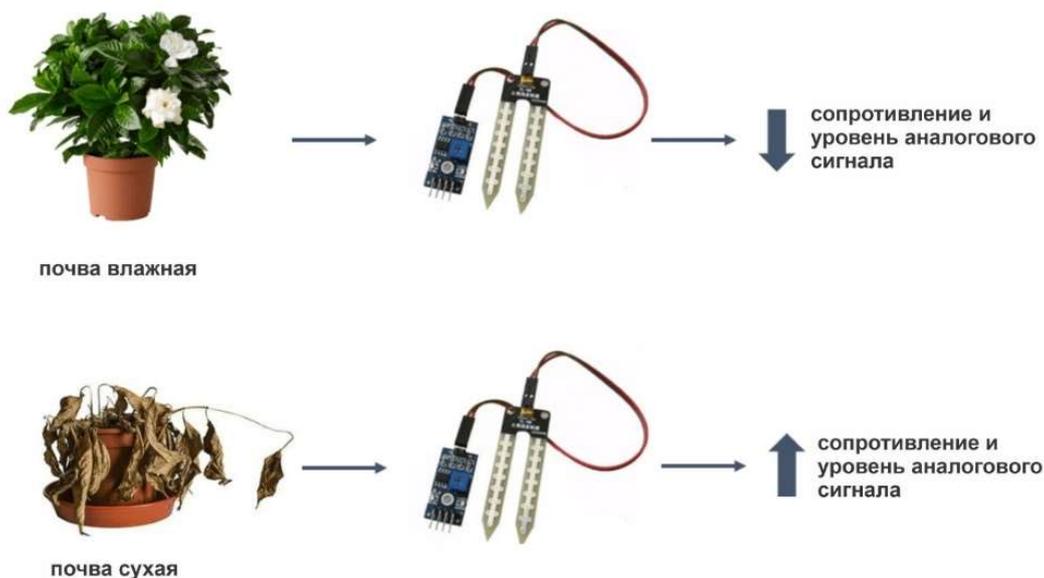


Рисунок 6. Влияние уровня влажности почвы на уровень аналогового выхода.

Перед началом работы датчик нужно откалибровать, подключив его к Arduino по схеме (рис.7).

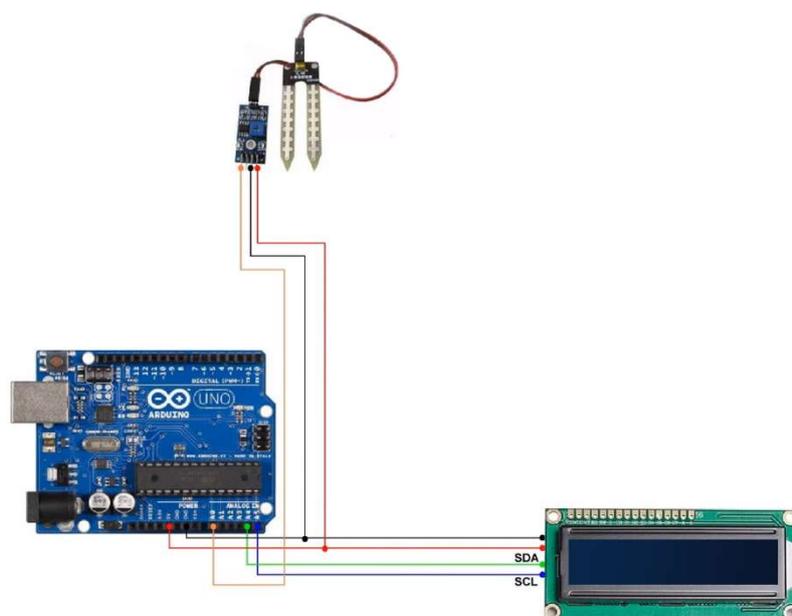


Рисунок 7. Схема подключения датчика влажности почвы к Arduino для калибровки.

Нам необходимы два показателя аналогового сигнала: в состоянии, когда земля в горшке на наш взгляд кажется сухой и в повседневной жизни у нас возникает желание полить растение, и когда цветок хорошо полит. Оба эти состояния мы определяем только по своим субъективным ощущениям. Далее регулятор полива программируется на преобразование аналогового выхода в процент влажности. При сухих электродах процент влажности принимается за 0%, при достаточном увлажнении процент влажности принимается за 100%. Промежуточным показателем влажности будет 50%. Тогда работа нашей системы полива будет запрограммирована таким образом, что при понижении влажности ниже 50% сработает насос, который подаст воду к цветку. Когда влажность достигнет уровня 100 % подача воды прекратится.

1.5 Понятие влажности почвы. Капельный полив как вид орошения

Влажность почвы является одним из определяющих факторов плодородности земли. Простыми словами, влажность почвы - это содержание в ней влаги. Бывает влажность почвы абсолютная и относительная. Абсолютная влажность измеряют в процентах и определяется как отношение массы воды к

массе сухой почвы, либо объема воды к объему сухой почвы. Оптимальная влажность почвы для комнатных растений обычно составляет 50-70%. Существует несколько методов определения влажности почвы.

Гравиметрические методы – базируются на извлечении воды из образца путем испарения или химической реакции. Стандартом точности считается исследование, проведенное в сушильном шкафу.

Электромагнитные методы – основаны на воздействии влаги на электрические свойства грунта. Разработан целый ряд встроенных сенсоров, которые реагируют на сопротивление, поляризацию или на обе эти характеристики. Сенсоры оказались очень перспективными в плане измерения влажности в поверхностном слое грунта, но при исследовании более глубоких слоев они не показали четкой корреляции.

Тензиометрический метод – базируется на способности почвы впитывать воду. Специальные приборы фиксируют изменения влагоемкости грунта. Ноль на шкале тензиометра означает, что почва полностью насыщена влагой.

Микроволновые методы – основаны на том, что вода имеет низкую электро- и теплопроводность, и, соответственно, показатели излучения зависят от ее влагоемкости. Недостатком данного метода является высокая стоимость оборудования.

Термические методы – базируются на связи тепловой инерции грунта и его влажности. Измерения проводятся с помощью портативных датчиков.

Для комнатных растений влажность грунта проверяют пальцем. Если грунт ощущается сухим на глубине около 2-3 см, то растению необходим полив. Правильный полив имеет прямое влияние на здоровье комнатных растений. Недостаток воды может привести к засыханию и увяданию листьев, а избыток влаги может вызвать гниение корней и развитие грибковых заболеваний. Регулярное и умеренное поливание помогает поддерживать оптимальный уровень влажности в почве, что способствует нормальному функционированию корневой системы и обеспечивает достаточное поступление воды и питательных веществ в растение. Следуя правилам полива и учитывая индивидуальные

потребности каждого растения, можно обеспечить им здоровый и красивый вид на протяжении всего года.

Водные ресурсы, как известно, являются чрезвычайно ценными природными ресурсами планеты. Наибольшее значение имеет пресная вода, без которой человеческое существование невозможно, и заменить ее ничем нельзя.

Различают следующие способы орошения: поверхностное, дождевание, внутрпочвенное, капельное, мелкодисперсное. При капельном орошении вода непрерывно подается каплями в почву к корням растений. Это способ локального увлажнения почвы, т.е. зоны непосредственного расположения корневой системы. При этом увлажняется только зона распространения корней. Вместе с поливной водой при необходимости подаются удобрения. Наиболее эффективным способом орошения в развитых странах признается именно капельное орошение.

Глава 2 Сборка и практическое использование автоматизированного регулятора полива

2.1 Сборка автоматизированного регулятора полива растений с учетом влажности почвы на платформе Arduino

В процессе изучения литературы я пришел к выводу, что из линейки плат Arduino самой оптимальной для моего проекта является модель Arduino Uno, т.к. она бюджетнее и компактнее, но при этом обладает большей гибкостью при изменении параметров, чем младшие модели. Помимо самой платы я использовал следующие элементы: датчик влажности почвы, силовое реле, мембранный насос, медицинскую капельницу, провода, дисплей, источник питания (Powerbank), светодиод, ёмкость с водой. Отдельные элементы регулятора полива я спаял по определенной схеме (рис.8, 9). Плату, аналого-цифровой преобразователь, дисплей, светодиод и реле я собрал в одном боксе для удобства.

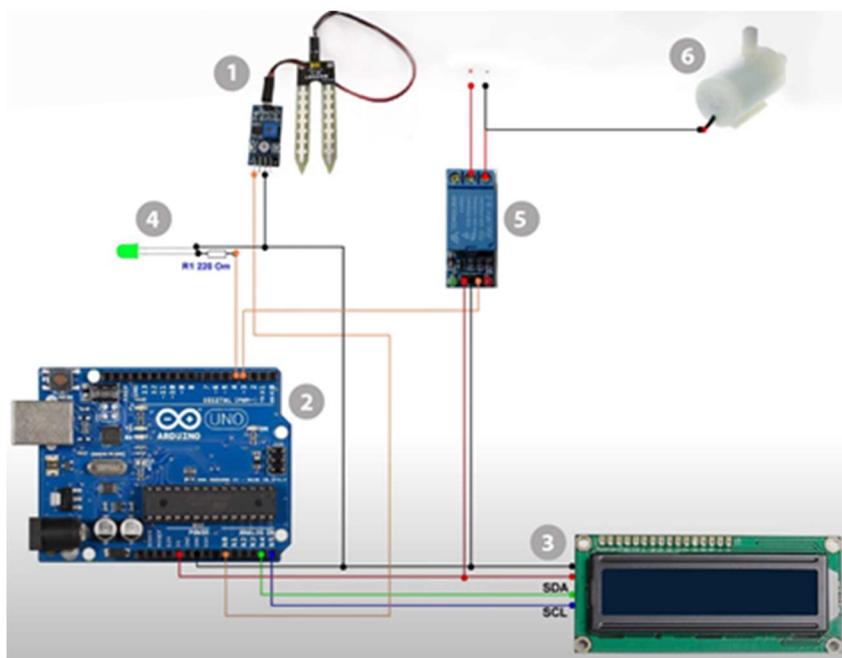


Рисунок 8. Схема автоматизированного регулятора полива на платформе Arduino.

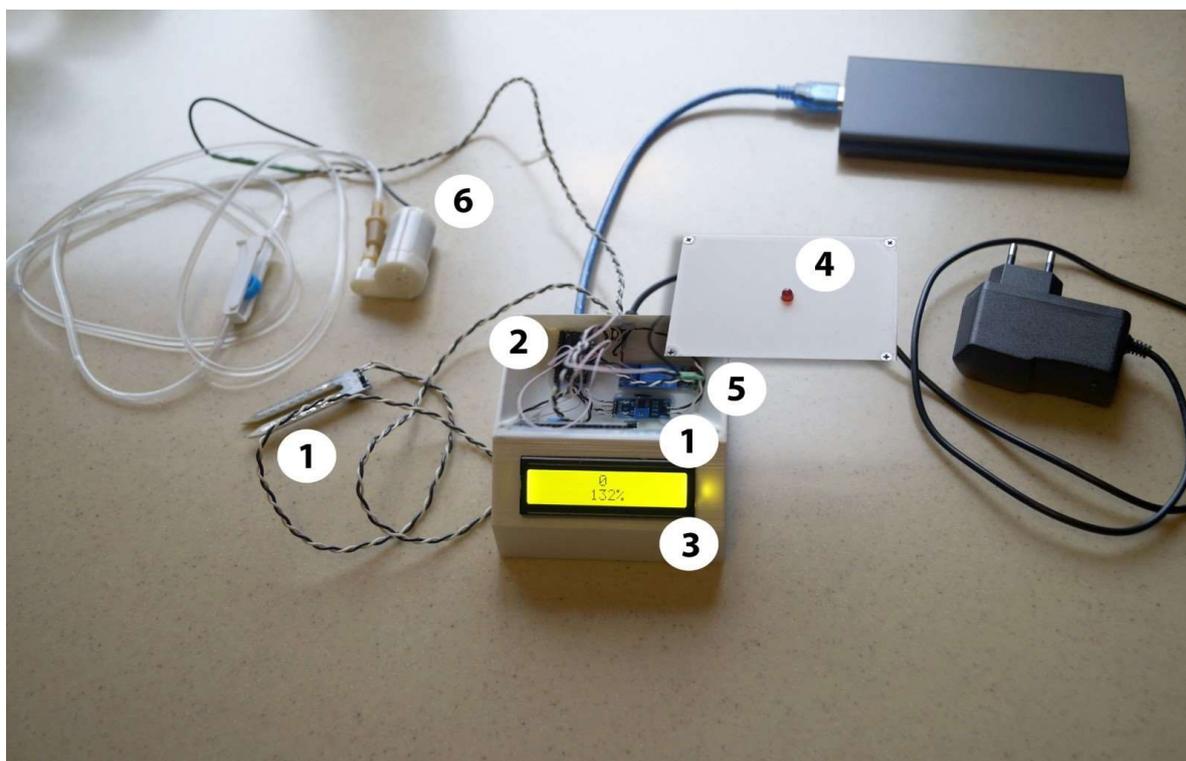


Рисунок 9. Изображение автоматизированного регулятора полива на платформе Arduino.

- 1 - датчик уровня влажности почвы (электроды+ аналого-цифровой преобразователь)
- 2 –плата Arduino uno
- 3 –дисплей
- 4 –светодиод
- 5 – модуль реле, включающий водяной насос
- 6 – погружной насос

Созданный мной регулятор полива работает следующим образом. Датчик уровня влажности почвы погружается в цветочный горшок и замеряет уровень влажности в течение 10 минут каждые 4 часа. Датчик откалиброван и запрограммирован так, что при понижении значения влажности почвы ниже критического (у нас это 50%), подается сигнал и запускается работа погружного насоса. Насос качает воду из ёмкости через трубку в цветочный горшок. Вода подается в течение 5 с, потом следует перерыв в 5 с, чтобы вода успела впитаться

в почву. На трубке установлен дозатор, который позволяет регулировать интенсивность полива для более равномерного орошения.

Когда влажность почвы в цветочном горшке достигает показателя в 100%, работа насоса прекращается. Через 4 часа датчик вновь производит замеры, и, если влажность почвы падает ниже установленного значения в 50%, насос снова подает воду и осуществляется полив. Влажность почвы отражается на дисплее. Работа датчика сопровождается свечением светодиода. Плата и дисплей питаются от Power bank. Насос работает от сети (рис.10).

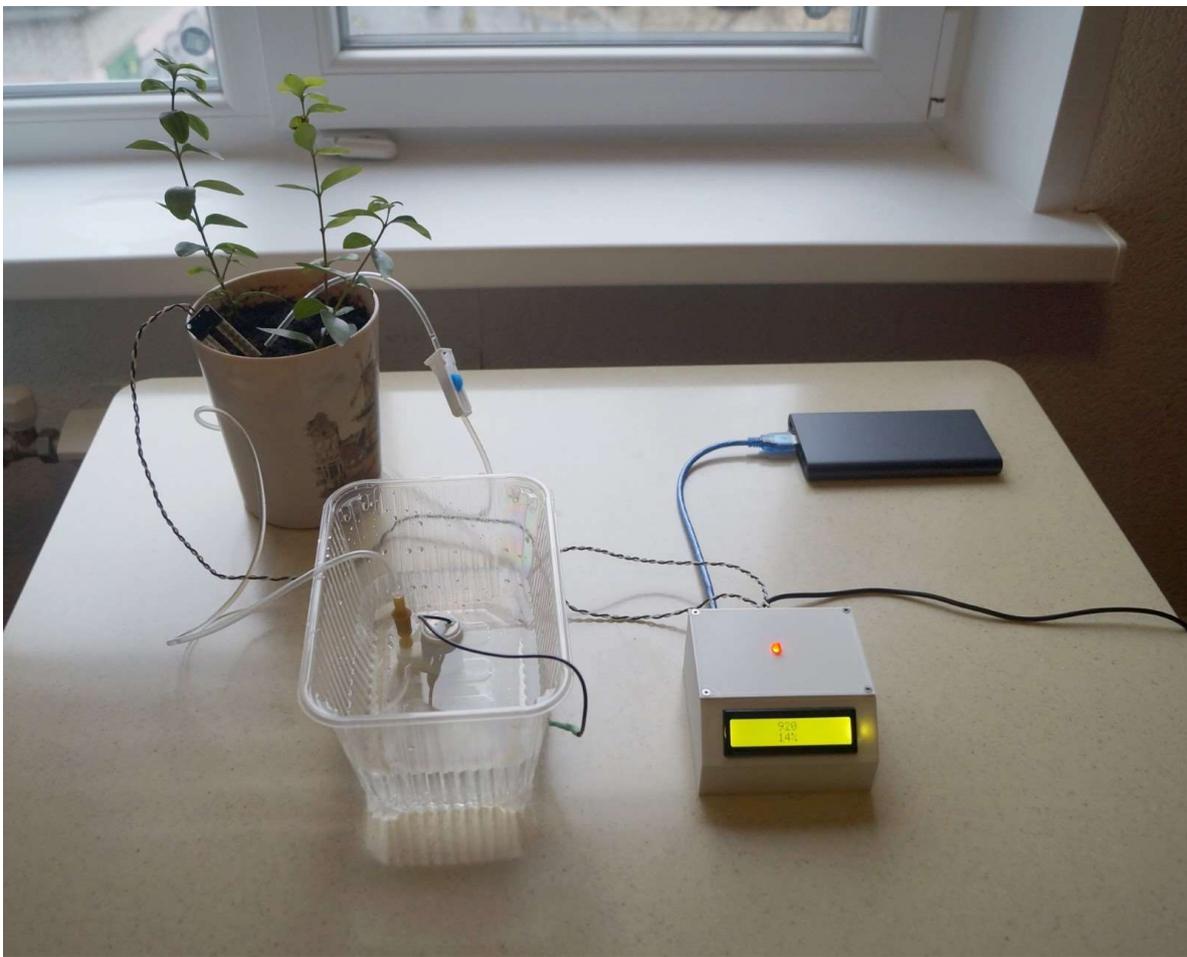


Рисунок 10. Автоматизированный регулятор полива растений на платформе Arduino

2.2 Калибровка датчика. Программирование

Для начала работы нам нужно датчик откалибровать. Для этого мы подключим датчик к Arduino по схеме (рис. 11).

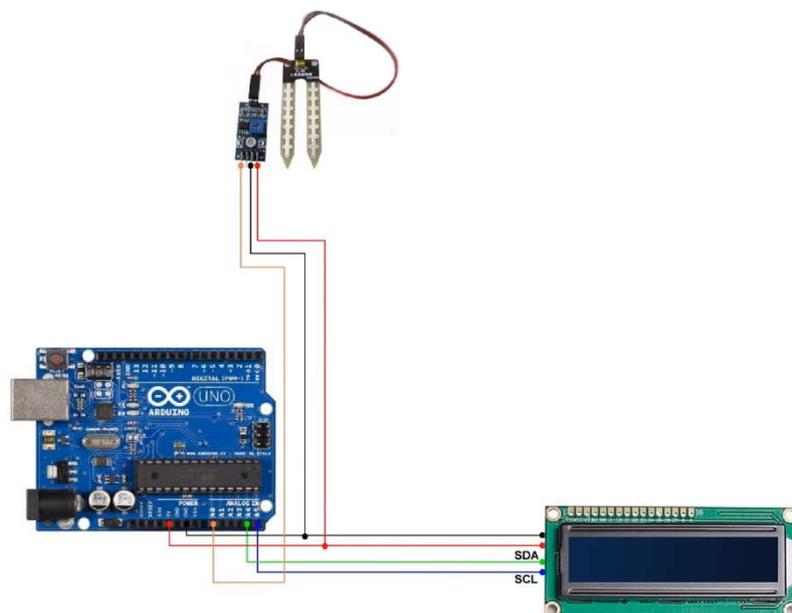


Рисунок 11. Схема подключения датчика влажности почвы к Arduino для калибровки.

В программе FLprog составим наипростейший скетч. Создадим один аналоговый вход, подключаем его на нулевой пин и переносим этот вход на плату, подключаем к нему дисплей и блок конвертации типов. При помощи этого скетча мы сможем увидеть на дисплее показатели аналогового сигнала при сухом состоянии датчика и при влажности хорошо политого цветка. Далее нам эти цифры понадобятся для настройки процентности влажности земли. Теперь включаем Arduino, и видим-датчик в сухом положении показывает аналоговый выход 1023.

Далее берем хорошо политый цветок (не перелитый, а политый, чтоб на ощупь пальцем внутри земля была достаточно сырая). Вдавливаем электроды в землю и видим, что уровень аналогового сигнала уменьшился до 250. Теперь выключаем Arduino и корректируем скетч. Сделав калибровку, запомнили нижнюю и верхнюю границу аналогового выхода.

Добавляем скетч-линию, которая будет преобразовывать аналоговый выход в проценты влажности. Линия состоит из блока Scale, блока конвертации типов, блока сложения строк и самого дисплея. Заходим в блок Scale и выставляем его показатели. Верхний предел входного сигнала - 1023, нижний предел входного сигнала устанавливаем -250 (при этом показателе почва будет считаться хорошо политой и сильнее влажность нам не нужна). Устанавливаем процент влажности. При сухих электродах процент влажности будем считать 0%, а нижний предел возьмем за 100 %.

Добавляем в схему работу реле, которое будет включать водяной насос. Эта линия состоит из компаратора, генератора и цифрового выхода, к которому будет подключено реле. На выход блока Scale подключаем первый вход компаратора. На втором входе компаратора устанавливаем константу 50. И на компараторе устанавливаем правило "меньше". Т.е. когда на компараторе будет процент влажности меньше 50, компаратор сработает и подаст единицу на своем выходе. Эта единица включает блок генератора, в блоке генератора сделан симметричный блок вибратора, выставленный на 5 секунд (5 с реле с насосом работают, 5 секунд отдыхают и так по кругу). На выход генератора подключаем контакт, к которому будет подключено реле.

Что у нас получилось. Датчик влажности нам выдает аналоговый сигнал от 0 до 1023. Его мы наблюдаем на первой строчке дисплея. Далее этот же аналоговый сигнал с датчика идет на блок Scale, который преобразует аналоговый сигнал уже в нужные нам проценты влажности. Это так же отображается на дисплее (на второй строке). При помощи блока сложения строк мы после числа ставим значок процентов. Третьей строкой схемы задаем включение реле и водяного насоса при снижении уровня влажности почвы ниже 50%. При помощи генератора выставляем циклический полив, чтобы дать время почве впитать воду.

Добавляем в схему часть, отвечающую за работу самого датчика. Не рекомендуется ставить датчик на постоянные замеры, т.к. при непрерывном протекании тока между электродами, плюсовой электрод будет разрушаться, а

По результатам измерений был составлен график колебания показателей влажности почвы в процентах в течение периода тестирования (рис.13).



Рисунок 13. График колебания показателей влажности почвы в процентах в течение периода тестирования.

График наглядно показал, что при использовании созданного мною регулятора полива показатели влажности почвы колеблются в пределах оптимальных значений: от 50 до 100 %, к чему мы и стремились. Почва не пересыхала и не заливалась лишней водой. Растение выглядело здоровым.

Для подтверждения правильности наших результатов параллельно с тестированием нашего регулятора полива мы измеряли влажность почвы с помощью влагомера, купленного в магазине (рис.14). Замеры проводили раз в день в разное время. По результаты измерений был составлен график (рис.15).



Рисунок 14. Влагомер почвенный.

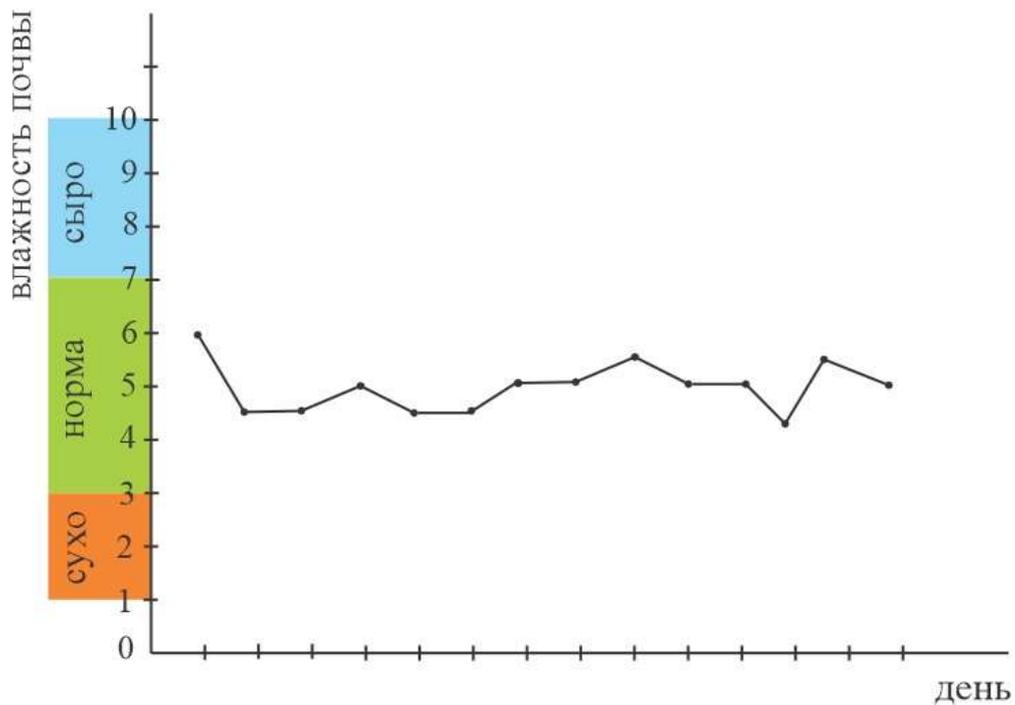


Рисунок 15. График колебания показателей влажности почвы, измеренных влагомером в течение 14 дней.

Результаты измерений влажности почвы с помощью влагомера показали, что в течение периода использования созданного мной регулятора полива

значения влажности почвы колебались в пределах нормы, что подтвердило эффективность использования данного прибора.

По итогам работы я сделал **выводы**:

1. Можно создать автономную систему полива растений в домашних условиях, благодаря которой люди спокойно смогут отлучаться из дома, не боясь оставить комнатные растения без присмотра.

2. Автоматизация процессов дает возможность комплексно решить вопрос освобождения времени, которое раньше тратилось на рутинные бытовые процессы.

3. Моя рабочая установка обладает невысокой стоимостью, поэтому экономически рентабельна.

Заключение

Мной разработан и практически реализован автоматизированный регулятор полива растений с учетом влажности почвы на платформе Arduino. В исследовательском проекте мной были решены все поставленные задачи:

1. Выбрана технологическая платформа для реализации проекта.
2. Изучена программа FL prog для создания программы работы Arduino.
3. Обеспечена доступная стоимость и простота изготовления рабочей установки.

Моя рабочая установка обладает несомненными преимуществами:

1. Система измеряет влажность почвы, вследствие чего её можно оставить работать без участия человека, например, во время каникул или отпуска.
2. Возможна индивидуальная настройка установки. В зависимости от конкретных потребностей каждого растения можно регулировать частоту поливов и количество подаваемой воды.
3. Система компактна и мобильна.
4. Невысокая стоимость установки.

И даже недостатки моей установки, заключающиеся в том, что пока в ней не предусмотрена возможность одновременного полива нескольких растений, и система требует источник питания стимулируют меня усовершенствовать мою модель, что я и планирую сделать к следующему году.

Список литературы

1. Бокселл Дж. Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. — СПб.: Питер, 2017. — 400 с.
2. Монк С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами. — СПб.: Питер, 2015. — 150 с.
3. Петин В. А. Создание умного дома на базе Arduino. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 180 с.
4. Капельное орошение: практика применения [Электронный ресурс]. URL: <https://webferma.com/rastenievodstvo/sistemi-orosheniya/kapelniy-poliv.html>
5. Почва-проводник электрического тока [Электронный ресурс]. <https://mifine-shop.ru/pochva-provodit-elektriceskii-tok-ili-net-razbiraemsa-v-nyuansax>
6. Формы воды в почве и их доступность для растений [Электронный ресурс]. https://studopedia.ru/19_346277_formi-vodi-v-pochve-i-ih-dostupnost-dlya-rasteniy.html
7. Arduino для начинающих [Электронный ресурс]. URL: <https://all-arduino.ru/arduino-dlya-nachinayushhih/>
8. FLProg визуальное программирование для Arduino [Электронный ресурс]. URL: https://flprog.ru/category/user_projects/automation_for_home/

Отзыв научного руководителя на исследовательскую работу ученика 7 «В» класса МБОУ «СОШ №11» Булаева Ивана

Булаев Иван обладает многими научно-исследовательскими качествами, такими как наблюдательность, стремление обнаружить нечто новое, желание охватить явление в максимальном масштабе, создавать модели и конструировать измерительные и бытовые приборы. Работа выполнена самостоятельно. Личным вкладом является разработка и создание автономной системы полива растений, учитывающей влажность почвы, в домашних условиях.

Заявленная тема работы полностью соответствует ее содержанию. Автор смог обосновать актуальность выбранной темы, показав важность автоматизации в использовании физических явлений для практических нужд человека.

Цели и задачи поставлены правильно. Полученные выводы полностью соответствуют поставленным целям и задачам. Автор доказал возможность создания автоматического регулятора полива с учетом влажности почвы, протестировал его, а также показал несомненные преимущества сконструированного прибора.

Практическая значимость данной работы состоит в том, что, автоматизация процессов дает возможность комплексно решить вопрос освобождения времени, которое раньше тратилось на рутинные бытовые процессы, т.к. данную установку для полива растений можно запрограммировать на работу даже в отсутствие наблюдателя.

Качество оформления данной работы соответствует действующим правилам и стандартам. Степень оригинальности текста в системе «Антиплагиат» составляет 67%.

Научный руководитель:

Пушкова Я.Р.
учитель физики