

«Умная теплица».

Технология интенсивного выращивания овощных культур с применением информационных технологий.

Колос Максим Алексеевич

Тюменская область. Тобольский район. с. Малая Зоркальцева

филиал МАОУ «Нижнеаремзянская СОШ» - «Малозоркальцевская СОШ», 11 класс

Пояснительная записка.

1. Формулирование актуальности, цели и задачи проекта

Построение цифровой экономики предусматривает внедрение информационных технологий во все сферы деятельности государства на различных уровнях. Одним из ключевых направлений является создание и практическое применение программно-аппаратных решений и роботизированных интеллектуальных технологий выращивания сельскохозяйственных растений в закрытых системах («Умных теплицах»), позволяющих снизить издержки производства и повысить производительность работ. По отдельности различные системы умной теплицы уже давно не новшество для большинства жителей России. К примеру, система автоматического полива, посредством капельного орошения, давно уже применяется в загородных участках.

Практическое применение указанных технологий позволяет комплексно решать целый ряд имеющихся и новых задач обработки больших массивов данных в цифровой экономике и способствовать преодолению большинства технологических барьеров.



Цель проекта; разработка и практическая реализации проекта многофункциональной «Умной теплицы» для интенсивного выращивания овощных культур с применением информационных технологий.

Задачи:

1. Проанализировать существующие варианты и подобрать необходимые компоненты;

2. Разработать электрическую схему размещения электрооборудования;

3. Разместить конструкцию на макетной плате;

4. Разработать алгоритм и написать программу;

5. Произвести испытания на макетной плате;

6. Внести изменения в программную и техническую часть макета;

7. Разместить оборудование на прототипе;

8. Оценить безопасность проекта

9. Выполнить финансовое обоснование проекта

2. Анализ существующих решений и выбор необходимых компонентов.

Работу над проектом, я начал с изучения уже существующих технических решений, необходимых для реализации проекта. Для начала я определил какие же системы будут использованы в моём проекте «Умная теплица» Проект будет включать в себя такие системы, как:

Система автоматического полива, посредством капельного орошения;

Система автоматического поддержания температуры почвы и внешней среды;

Система контроля за влажностью и автопроветривание;

Система автоматического освещения.

2.1. Анализ системы автоматического полива.

В настоящее время существует множество технических решений автополива. Они различны, начиная от нехитрых механических приспособлений и заканчивая сложными роботизированных гидросистем. См. приложение.

Проанализировав все варианты я остановился на системе капельного полива используя цифровой датчик влажности почвы, электрический насос (9Вт), оснащённый драйвером для возможности управления через плату ARDUINO.

Схема подключения показана на рисунке 1.

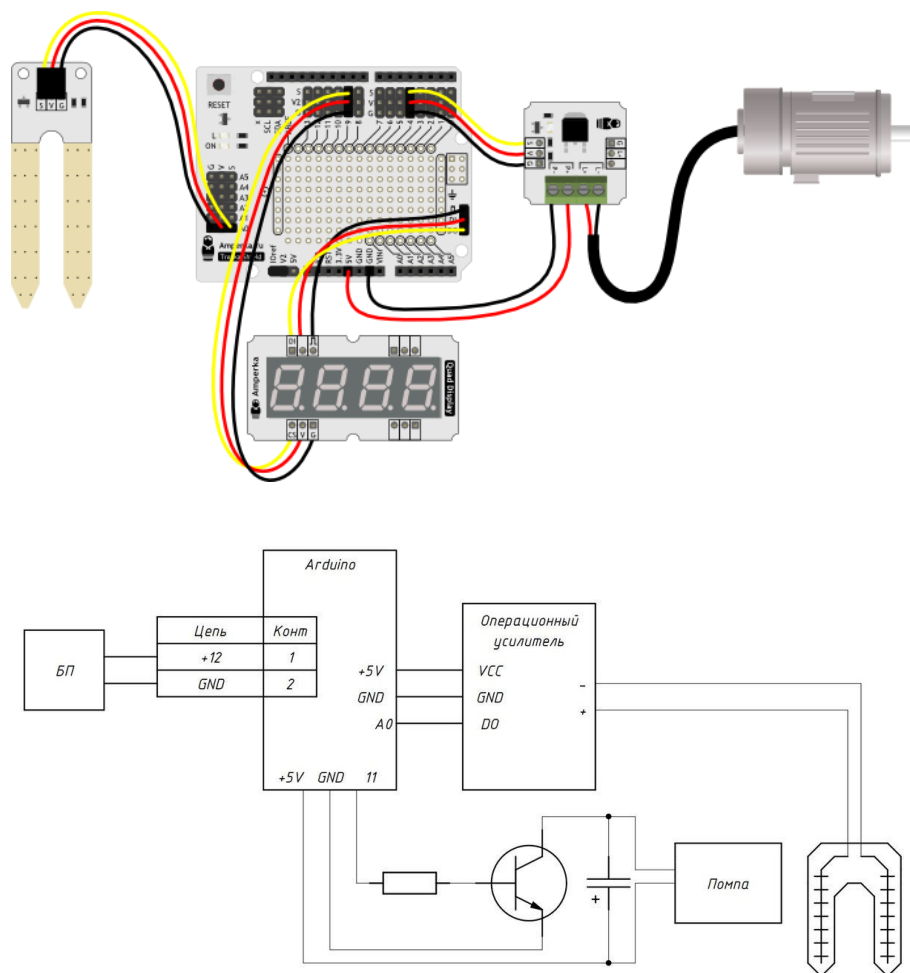


Рисунок 1. Структурная схема автополива

Благодаря капельному поливу осуществляется орошение водой непосредственно к корням растений. Полив происходит малыми дозами, которые поступают к каждому растению по отдельности. Для успешной работы системы необходимо запрограммировать датчик на меньшие числовые значения (интервалы), подача воды будет частой, но малыми дозами, а датчик будет срабатывать не на максимальном показателе.

Преимущества у капельного полива:

- более ранний и обильный урожай;
- предотвращение появления сорняков;
- предупреждение почвенной эрозии;

- экономия поливной воды (приблизительно наполовину) благодаря тому, что исключаются её испарение и инфильтрация;

- невозможность попадания поливной воды на растения, что полностью исключает солнечные ожоги;

- предотвращение образования корки на поверхности почвы, что даёт лучшую вентиляцию корням;

- возможность непрерывного и равномерного полива без вашего присутствия;

См. приложение1

2.2. Система автоматического поддержания температуры почвы и внешней среды.

Сложная, и пожалуй самая финансово затратная часть системы, она включает в себя автоматическое регулирование уровня температуры почвы и воздуха в теплице. Особенно это важно при раннем высаживании культур в теплицу ранней весной. На прототипе я покажу работу схематически, в реальной теплице буду использовать электрический нагревательный кабель (220 Вт) который будет включаться после команды цифрового датчика температуры и реле. Интервалы включения и выключения будут запрограммированы, и размещены в контролере ARDUINO MEGA. Схема размещения нагревательного элемента показаны на рисунке 2.



Рисунок 2. Обогрев грунта в теплице.

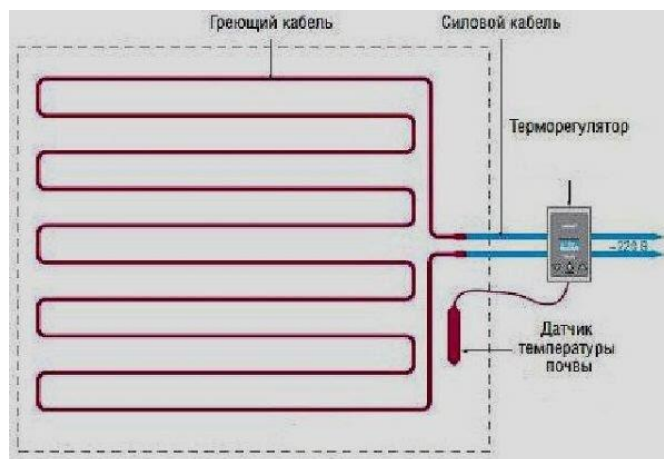


Рисунок 3. Схема размещения оборудования для регулирования температуры почвы.

Для успешной работы системы нам понадобится: контактный цифровой датчик температуры, терморегулятор или реле, диммер, LCD Жидкокристаллический дисплей, который также называют ЖК-дисплей.

Существуют несколько автоматических способов поддержания температуры в теплице, но все они требуют ещё больших затрат, а самое главное выбранный мною способ является самым безопасным и эффективным. См. приложение1.

2.3. Система контроля за влажностью и автопроветривание.

Основная цель проветривания – оптимизировать температурный режим в теплице.

В летний период, как только первые солнечные лучи попадают в теплицу, температура в теплице начинает повышаться и растения испытывают большой стресс. Задача «умной» теплицы – это максимально поддерживать комфортный климатический режим для растений в теплице: влажность, температуру, насыщенность кислородом и влагой. Процесс проветривания теплиц осуществляется открытием форточек с подветренной стороны, тем самым избегая негативных влияний холодного ветра.

Варианты автоматического проветривания теплиц можно подразделить на четыре типа: электрическое, биметаллическое, гидравлическое. Проанализировав все типы, я остановился на электрическом, так как он не требует больших финансовых затрат, а самое главное он наиболее подходит под нашу систему управления и его можно с лёгкостью адаптировать к цифровым датчикам и плате ARDUINO.

В данном способе основными элементами являются термореле, электроventильатор, два шаговых электродвигателя, драйвер двигателя, цифровой датчик температуры, ЖК-дисплей, контроллер и термореле.. Благодаря термореле, датчик температуры воздуха регулирует пороги срабатывания устройства, тем самым подавая сигнал срабатывания на электроventильатор и электродвигатели открывающие форточки. Величина открытия форточек программируется в градусах, что позволяет более точно осуществлять регулирования температуры и влажности в теплице. В теплице будут установлены цифровых датчика, один будет настроен на температуру, а второй на влажность. См. приложение 1.

Регулирование уровня влажности при помощи электроventильатора. Вследствие правильного монтажа системы, появляется возможность введения дополнительных функций проветривания воздушных потоков. Осуществляется путем увеличения оборотов электроventильатора при высоких температурах воздуха или же охлаждения воздуха внутри теплицы. Система контроля показана на рисунке 4.

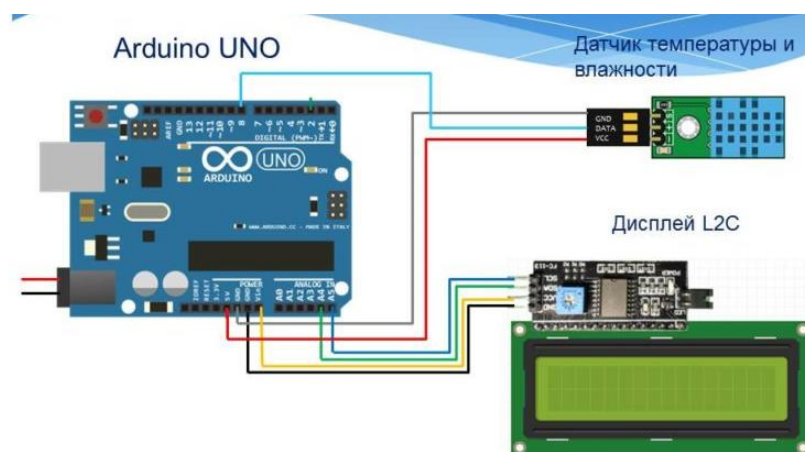


Рисунок 4. Система контроля за температурой влажностью.

2.4. Система автоматического освещения.

Рост растений происходит по законам фотосинтеза, ведь это основа их питания. Только при участии света в растении образуются органические вещества. Если растениям не будет хватать дневного света, искусственное освещение теплиц будет некачественное, они начнут чахнуть, а в дальнейшем погибнут.

Недостаточное потребление солнечного света может привести к следующим дефектам в процессе роста:

- у растения меняется форма и оно медленно растет;

- растение не цветет, а значит урожая тоже не будет;
- черенки и стебли неестественно удлиняются;
- происходит пожелтение нижних листьев.

Таким образом, чтобы получить хороший урожай, нужно правильно регулировать длительность и интенсивность освещения. Зимой в теплицах необходимо применять дополнительную подсветку. При освещении теплицы светодиодными лампами требуется достаточное количество искусственного света.

Наилучшим образом на рост растений влияют красные и синие лучи света.

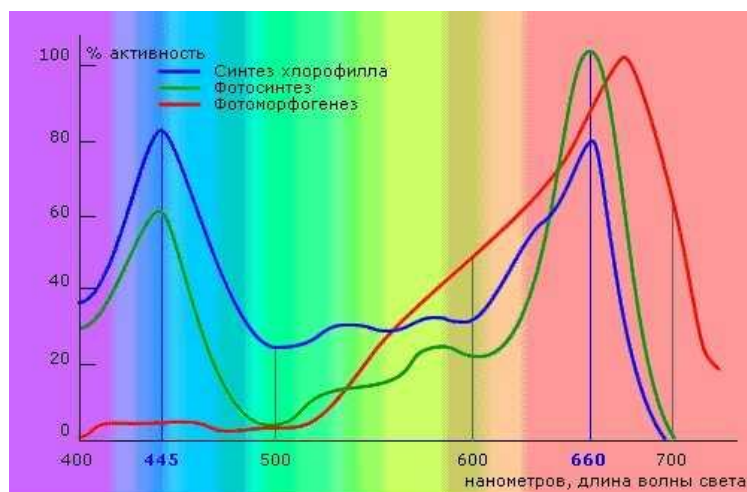


Рисунок 5. Влияние цвета луча на рост растений.

Влияние света на рост растения

Ниже приведено влияние разных лучей на растение:

- использование синих лучей для парника улучшает процессы фотосинтеза;
- освещение зелеными и желтыми лучами приводит к деформированию формы и изменению толщины стеблей;
- на процессы цветения благоприятно влияют красные и оранжевые лучи, правда если их слишком много, растение со временем может погибнуть;
- влияние ультрафиолета полезно – в листьях формируется больше витаминов, кроме того, растение начинает хорошо противостоять холодам.

Автоматическое регулирование уровня освещённости в теплице можно осуществить двумя способами, используя цифровой датчик уровня освещённости или при помощи фоторезистора, что значительно проще и доступнее, а при правильной установке и кодировании он не чем не уступит датчику. Для искусственного

освещения теплицы нам также понадобится адресная светодиодная лента, реле. И регулятор уровня освещённости, можно использовать диммер и сервопривод.

Датчик освещённости фиксирует количество света, попадающего на растение и при понижении его ниже критической отметки - включает дополнительное освещение;



Рисунок 6. Искусственное освещение при помощи адресной светодиодной ленты.

Источник: <https://lampagid.ru/osveshchenie/flora-i-fauna/teplica>

3. Практическая часть проекта

3.1. Выбор необходимых компонентов

Выбор микроконтроллера

Чтобы управлять всеми системами умной теплицы, в качестве микроконтроллера был выбран 8-битный микроконтроллер серии Arduino. В микроконтроллере Arduino присутствует необходимое для проекта преимущество, которое позволяет управлять полностью длительностью и временем подачи управляющих сигналов на силовую часть. Над данным вопросом долго думать не пришлось, так как было определено примерное количество требуемых pin-ов, и этим микроконтроллером является Arduino Uno и данный микроконтроллер изображен на рисунке 7.



Рисунок 7. Микроконтроллер Arduino Uno

Спецификация:

- Микроконтроллер ATmega328
- Напряжение питания 5В
- Входное напряжение (рекомендуемое) 7-12В
- Входное напряжение (предельное) 6-20В
- Цифровой ввод-вывод 14 линии (6 из них ШИМ)
- Аналоговый ввод 6 линий
- Постоянный ток на линиях ввода-вывода 40мА
- Постоянный ток на линии 3.3В 50мА
- Flash-память 32кб, 0.5 кб из них использованы для загрузчика
- SRAM-память 2кб
- EEPROM-память 1кб
- Тактовая частота 16МГц Цена: 580 рублей.

Выбор ЖК - дисплея

Чтобы отслеживать состояние и визуализации процессов настройки, для систем автоматического полива и регулировки обогрева почвы, необходимо применять ЖК - дисплей. Чтобы выбрать необходимый для диссертационной работы ЖК - дисплей, необходимо придерживаться лишь к такому критерию, как достаточное количество строк и столбцов, которое понадобится для использования в процессе работы в виде информации с Arduino Uno. Исходя из необходимого требования, решено использовать LCD - дисплей с 16-ю контактами под названием WH-1602B3-NYG-CW. Данный LCD-дисплей представлен на рисунке под номером 8. В название LCD дисплей заключаются следующие обозначения: 16 - это количество столбцов дисплея; 2 - это количество строк дисплея.



Рисунок 8. LCD - дисплей WH-1602B3-NYG-CW

Символьный ЖК дисплей с подсветкой (2 строки по 16 символов в каждой).
Поддерживает только латинский алфавит. Цвет дисплея: синий.

Данный дисплей идет в комплекте с установленным i2c/SPI конвертером.

Основные характеристики:

Контраст: Настраивается потенциометром;

Напряжение питания: 5 В;

Интерфейс: i2c/spi/twi;

Цвет: синий;

Размеры: 82мм x 35мм x 18мм.

Цена: 400 рублей.

Выбор цифрового контактного датчика температуры

Чтобы отслеживать перемены температуры почвы, необходимо использовать датчик температуры, который будет в максимально близком контакте с нагреваемой поверхностью и почвой. При выборе необходимого датчика температуры использовались следующие критерии: Датчик должен определять изменения показателей в пределах от - 10 градусов по Цельсию до + 40 градусов. Доступность и дешевизна. Наиболее соответствует вышеуказанным параметрам датчик температуры (DS18B20), который изображен на рисунке 9.

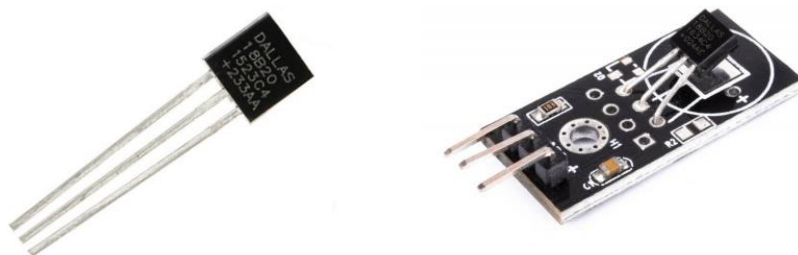


Рисунок 9 - Датчик температуры DS18B20

DS18B20 является цифровым датчиком. Цифровые датчики передают значение измеряемой температуры в виде определенного двоичного кода, который поступает на цифровые или аналоговые пины ардуино и затем декодируется. Коды могут быть самыми разными, ds18b20 работает по протоколу данных 1-Wire. Мы не будем вдаваться в подробности этого цифрового протокола, укажем лишь необходимый минимум для понимания принципов взаимодействия.

Датчик обладает следующими параметрами:

Напряжения питания (U_p) от 3 до 5 вольт;

Порог измеряемых температур лежит в пределах от -55 градусов по Цельсию до +125°C;

Цена датчика и модуля: 350 рублей.

Выбор датчика температуры и влажности

При рассмотрении возможных вариантов датчиков температуры и влажности, было решено, остановится на варианте серии DHT. Датчики DHT11 и DHT22 – очень популярны в среде Ардуино и часто используются в проектах. Данные датчики не выделяются особенным быстродействием и точностью, но они просты в использовании, их можно смело использовать в своих первых проектах ввиду доступности и невысокой цены. Датчик состоит из двух частей – емкостного **датчика температуры** и гигрометра. Первый используется для измерения температуры, второй – для **влажности** воздуха. Находящийся внутри чип может выполнять аналого-цифровые преобразования и выдавать цифровой сигнал, который считывается посредством микроконтроллера. Рисунок 10.

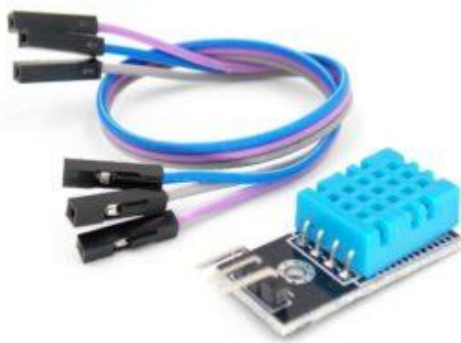


Рисунок 10. Датчик DHT11.

Характеристика датчика.

Потребляемый ток – 2,5 мА (максимальное значение при преобразовании данных);

Измеряет влажность в диапазоне от 20% до 80%. Погрешность может составлять до 5%;

Применяется при измерении температуры в интервале от 0 до 50 градусов (точность – 2%)

Габаритные размеры: 15,5 мм длина; 12 мм ширина; 5,5 мм высота;

Питание – от 3 до 5 Вольт;

Одно измерение в единицу времени (секунду). То есть, частота составляет 1 Гц; 4 коннектора. Между соседними расстояние в 0,1”.

Датчик влажности почвы

В процессе разработки системы авто полива одним из важных элементов является датчик, который бы отслеживал состояние влажности почвы. При выборе датчика влажности почвы для системы авто полива, ориентировочными параметрами элемент являются следующие: Напряжение питания около 5В; Возможность использование как аналогового, так и цифрового управления; Ток потребления не больше 50мА; Дешевизна и доступность. Рассмотрев все возможные варианты используемых датчиков влажности, наиболее соответствующим данным и наиболее распространенным является датчик влажности, который состоит из двух элементов, датчик FC-28 и контактный щуп для размещения в почве Данный датчик представлен на рисунке под номером 11. Датчик влажности почвы состоит из двух датчиков, которые используются для измерения объемного содержания воды. Два зонда позволяют току пройти через почву, которая дает значение сопротивления, что позволяет в итоге измерить значение влаги.

Когда есть вода, почва будет проводить больше электричества, а это значит, что будет меньше сопротивление. Сухая почва плохо проводит электричество, поэтому когда воды меньше, почва проводит меньше электричества, а это значит, что сопротивление будет больше.

Датчик FC-28 можно соединить в аналоговом и цифровом режимах. Сначала мы подключим его в аналоговом режиме, а затем в цифровом.

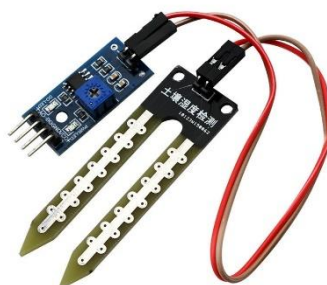


Рисунок 11. Датчик FC-28

Для подключения датчика влажности почвы FC-28 в цифровом режиме мы подключим цифровой выход датчика к цифровому контакту Arduino.

Модуль датчика содержит потенциометр, который использован для того чтобы установить пороговое значение. Пороговое значение после этого сравнивается со значением выхода датчика используя компаратор LM393, который помещен на модуле датчика FC-28. Компаратор LM393 сравнивает значение выхода датчика и пороговое значение, и после этого дает нам выходное значение через цифровой вывод.

Спецификации датчика влажности почвы FC-28:

входное напряжение: 3.3–5V

выходное напряжение: 0–4.2V

входной ток: 35mA

выходной сигнал: аналоговый и цифровой

Цена: 60 рублей

Датчик уровня освещённости.

Для включения и регулирования дополнительного искусственного мне понадобились датчик уровня освещённости и фоторезистор.

Датчик BH1750 с интерфейсом I2C позволяет измерять освещенность в люксах. Работает с напряжением 5V и 3,3V, поэтому подойдёт для проектов на Arduino и ESP32/STM32. Инструкции по работе с данным модулем смотрите по ссылке ниже, в

блоке "Уроки". Модуль специально разработан и изготовлен в лаборатории RobotClass - ROC для ваших проектов!



Спецификация:

- напряжение питания: от 3,3 до 5 В;
- рабочий ток: 120 мкА;
- ток в спящем режиме: 0.01 мкА;
- спектральная характеристика: близка к визуальной чувствительности;
- малое влияние инфракрасного излучения;
- функция спящего режима: есть;
- фильтрация световых шумов: 50/60 Гц;
- чувствительность: 65536 градаций;
- точность в режиме высокого разрешения: 1 Лк;
- точность в режиме низкого разрешения: 4 Лк;
- период измерения в режиме высокого разрешения: 120 мс;
- период измерения в режиме низкого разрешения: 16 мс;
- встроенный АЦП;
- интерфейс: I2C;
- калибровка: не требуется;
- размеры модуля: 23 x 23 мм;
- расстояние между монтажными отверстиями: 18 мм.
- Цена 220 рублей

Элемент подачи воды.

Если вы хотите в автоматическом режиме управлять потоком воды, погружная помпа хорошо подойдёт для создания устройств автоматического полива растений, контроля аквариума, охлаждения, декоративных фонтанов и т.д. рисунок 12.



Рисунок12. Насос погружной DC 3-5V

Характеристики

Рабочее напряжение: 3-6 В;

Рабочий ток: 100 - 200 мА;

Подъем воды: 0.3 - 0.8 м;

Производительность: 1,2-1,6 л/мин;

Диаметр корпуса: 23.5 мм;

Длина корпуса: 44 мм;

Диаметр выходного штуцера, внешний: 7.5 мм;

Длина кабеля: 20 см;

Вес: 28 г;

Цена: 145 рублей.

Элемент проветривания

После рассмотрения вариантов управления проветриванием, в качестве элемента проветривания для умной теплицы было решено использовать сервопривод, для открывания и закрывания форточек. Сервопривод (сервомотор) SG90 имеет

небольшие размеры и отлично подойдет для моего проекта. Вращение производится на 180 градусов.

Скорость вращения — 60 градусов за 0,1 сек.

Заявленный момент вращения при 4,8 В около 1,9 кг*см.

Рабочее напряжение от 3,5 до 7,2 Вольт.

Имеет три вывода: Плюс, Минус и Сигнал.

Маркировка пинов сервопривода SG90:

Красный — Плюс питания

Коричневый — Минус питания (GND)

Желтый — Информационный

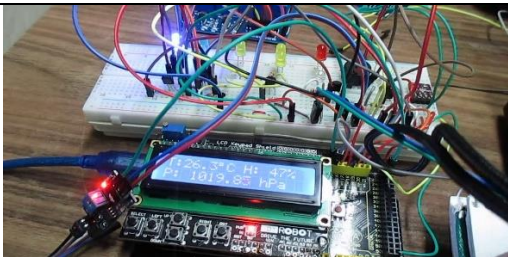
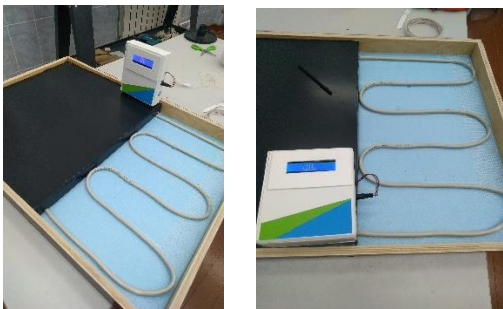


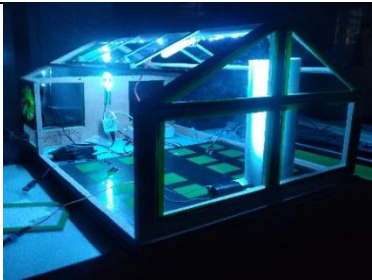
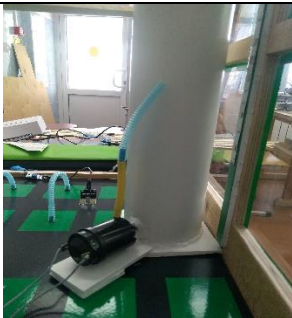
Сервопривод SG90

Дополнительное оборудование и расходные материалы

Для успешного функционирования всех систем умной теплицы, необходимы следующие дополнительные компоненты: тактильные кнопки, сенсорные кнопки, реле, модуль часов реального времени, макетная плата, провода, резисторы, светодиодная лента, силиконовые трубки 2 метра, нагревательный элемент 12 В.

3.2. Этапы сборки теплицы и размещение компонентов.

№ этапа	Описание	Изображение
1	Выполнение рабочих чертежей корпуса теплицы, структурных и принципиальных схем сборки электрооборудования	Приложение 1
2	Сборка каркаса теплицы	
3	Размещение всех компонентов на макетной плате и проверка работы системы. Пайка на макетной плате.	
4	Установка системы подогрева почвы	
5	Установка системы автополива	

6	Установка системы автопроветривания Установка сервоприводов для открывания форточек и вентилятора с заслонкой	 
7	Установка системы искусственного освещения	
8	Установка автоматического наполнения резервуара	
9	Настройка и соединение всех компонентов системы. Сбрасываем все кода прошивки системы	Приложение 2
10	После подачи питания происходит базовая настройка системы в соответствии с сохраненными в памяти настройками (макс/мин влажность почвы для включения/выключения насоса, макс/мин температура/влажность воздуха для проветривания и т.п.). Затем происходит опрос инфракрасного датчика не поступил ли сигнал на переход в режим настроек, если нет, запускается базовый режим работы по функционированию устройств в	Приложение 2

	зависимости от показаний датчиков. Считываются показания, сравниваются с границами регулирования и, если требуется, включаются соответствующие устройства.	
--	---	--

4. Финансовое обоснование проекта

№	Название	Количество	Цена, руб.
1	Микроконтроллер Arduino Uno	1	580
2	LCD - дисплей WH-1602B3-NYG-CW	2	800
3	Датчик температуры DS18B20	3	350
4	Датчик влажности и температуры DHT11.	2	120
5	Датчик влажности почвы FC-28	3	180
6	Датчик ВН1750 с интерфейсом I2C	1	220
7	Фоторезистор	3	90
8	Насос погружной DC 3-5V	2	230
9	Сервопривод SG90	2	400
10	Кнопки тактильные	6	120
11	Кнопки сенсорные	4	240
12	Модуль реле на 2 канала 5 в	2	340
13	Модуль часов реального времени	1	50
14	ИК датчик расстояния	2	120
15	Макетная плата на 400 контактов	1	187
16	Резисторы	8	40
17	Светодиодная лента	1 метр	750
18	Силиконовые трубки	2 м	100
19	Светодиоды	10	50
20	Провода с контактами	20	40
21	Нагревательный элемент 12В	1 комп.	500
22	Фанера 100 мм	1 кв.	300

23	Оргстекло 2 мм.	1 кв.	250
24	Элементы крепежа		150
25	Блок питания 9В	1	350
	Итого:		6557

5. Экологическое обоснование проекта.

Современное производство должно быть таким чтобы экономические и экологические задачи не разделялись, а решались как единое целое. При выращивание овощных культур должны соблюдаться экологические технологии и условия их выращивания. Все компоненты системы при работе не выделяют вредных веществ и не влияют на экологическую среду в теплицы, а использование капельного полива, существенно сокращает долю искусственной подкормки растений, а автоматическое проветривание способствует чистому микроклимату внутри теплицы. Поэтому можно с уверенностью сказать, что выращенный урожай в нашей «умной теплице» будет экологически чистым.

6. Реклама.

На рынке, в настоящее время, существует большое количество систем для теплиц. Но все они выполняют небольшой спектр работ и направлены на определённое действие. Например, только автополив или проветривание, да и к тому же цена на эти системы очень высока. Я предлагаю систему с большим количеством автономных операций за небольшую стоимость. Мою теплицу можно перенастроить на различные режимы в зависимости от условий и культуры. Также большие возможности доработки. Прототип можно использовать для выращивания рассады или комнатных цветов, которые нуждаются в особых условиях выращивания.

Видеоролик «Умная теплица» ссылка: [Видеоролик Колос М.А. Умная теплица.mp4 — Яндекс.Диск \(yadi.sk\)](#)

7. Заключение

Работа над проектом «Умная теплица» закончена. Я впервые изготовил систему с использованием цифровых технологий. В процессе работы я узнал много нового: работать с цифровыми датчиками, соединение всей системы на макетной плате,

программировать алгоритм работы сервоприводов и погружного насоса, распиновке нескольких систем, кодированию и программированию в ПО Ардуино.

В дальнейшем проект будет дорабатываться. Теплица будет контролироваться и управляться при помощи SMS, для этого в систему будет адаптирован интернет модуль. Это даст возможность управлять теплицей на расстоянии.

Считаю что поставленной задачей, на данном этапе выполненной.

8. Список литературы.

1. ГОСТ 2.701-84. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения схем.-Введ. 1985-07-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1994.- 11с.: ил. 6. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Введ. 2002-07-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2001.- 23с.

2. Александров К.К. Электротехнические чертежи и схемы / К.К. Александров, Е.Г. Кузьмина - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 288с.

3. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Р. Болл Стюарт - М.: Издательский дом «Додэка - XXI», 2007.- 360с.

4. Забродин Ю.С. Промышленная электроника / Ю.С. Забродин - М.: Высшая школа, 1982.- 496с.

5. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин - СПб.: БХВ-Петербург, 2014.- 400с. 71

6. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер - СПб.: БХВ-Петербург, 2012- 256с.

7. Волохов Д.Г., Прядилов А.В. Многофункциональная система управления на базе Arduino. // IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук»: 26-28 марта 2018 года - Тольятти. Сборник трудов. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2018.

8. DHT-11. [Электронный ресурс]: документация. – режим доступа:

<http://vasha-teplitsa.ru/obustroistvo/umnaya-teplica.html>

<http://xn--80aa2bkafhg.xn--p1ai/article.php?nid=349088;>

<http://сезоны-года.рф/фотосинтез%20растений.html>

https://dzagi.club/artcles/_/growers/zhiznennyj-cikl/vegativnyj-period-rastenij

<http://strgid.ru/preimushchestva-kapelnogo-poliva-i-ego-sostavlyayushchie>

<http://amperka.ru/>

<http://prosadguru.ru/dom/svoimi-rukami/841-datchik-vlazhnosti-pochvy-princip-raboty-i-sborka.html>

http://coolcode.ru/arduino_list/

http://eltechbook.ru/pravila_elektrobezopasnosti.html

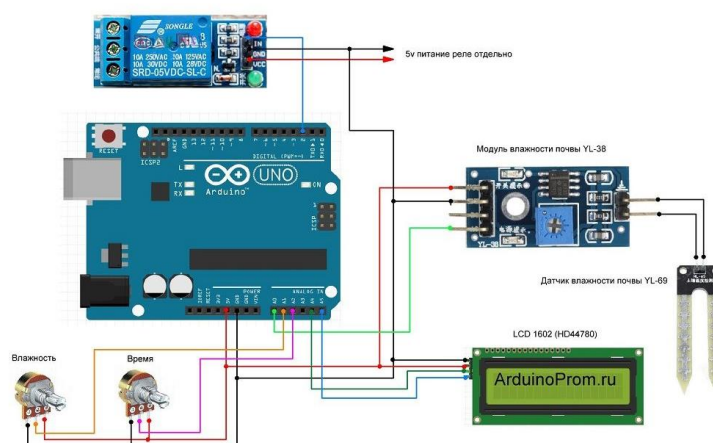
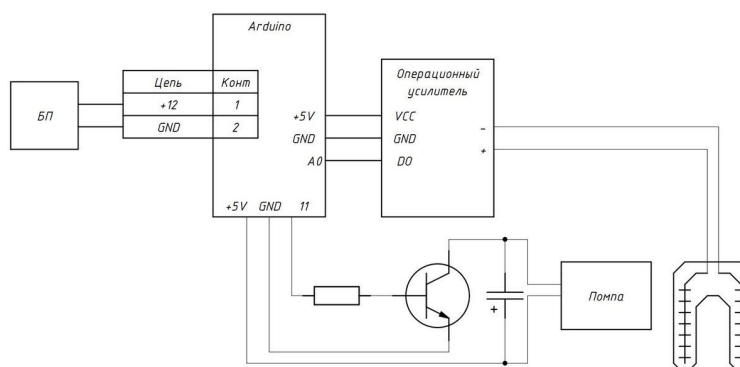
Умная теплица на Arduino с управлением/мониторингом по GSM/GPRS -
Описания, примеры, подключение к Arduino

9. Тепличная энциклопедия от А до Я [электронный ресурс] URL:
<http://teplicno.ru/obustr/umnaya-teplica.html>

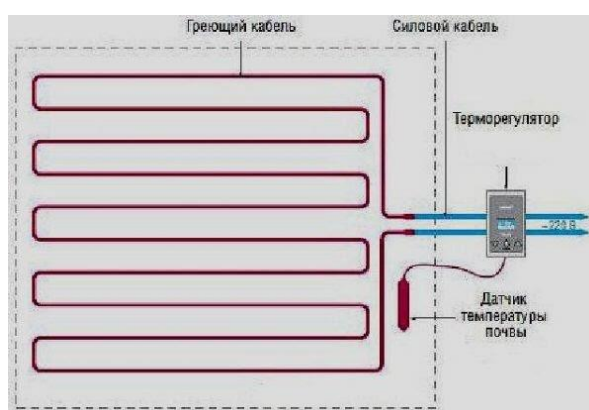
10. Умная теплица: в чем ее особенности? [электронный ресурс] URL:
<https://parnik-teplitsa.ru/umnaya-teplica-180>

Принципиальные и структурные схемы

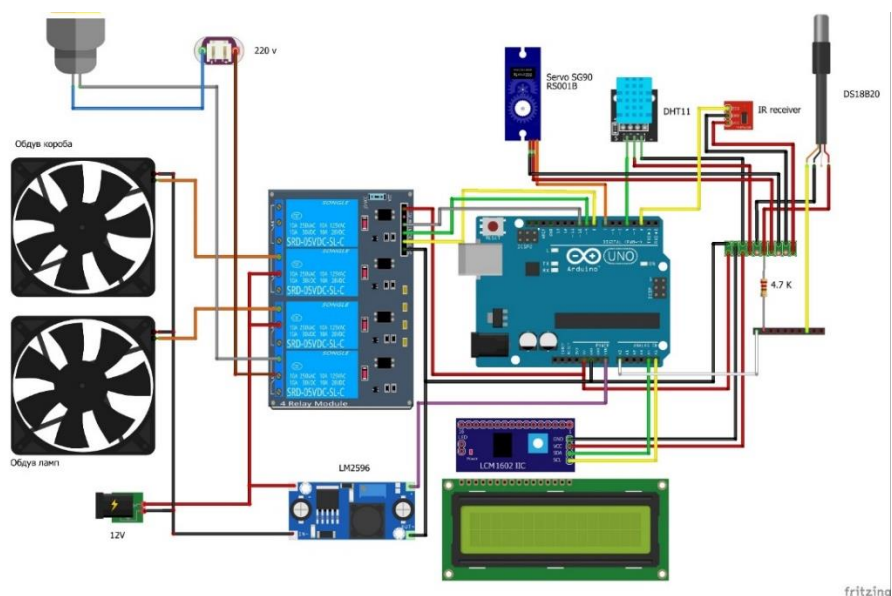
Автоматический полив



Автоматический подогрев почвы

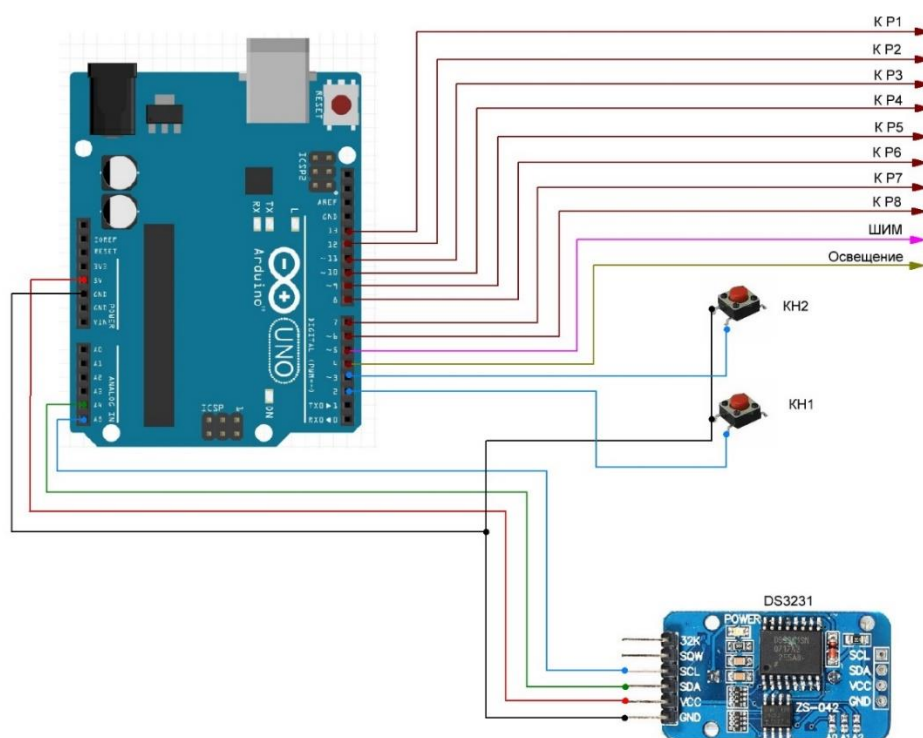


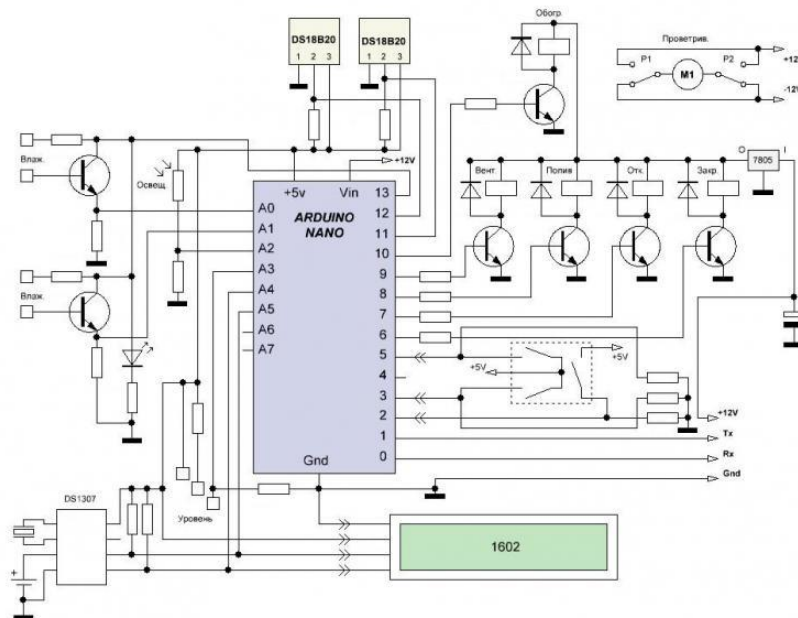
Автоматическое проветривание



Автоматическое освещение

Контроллер для управления освещением в теплице





Приступим к написанию скетча. Фоторезистор, датчик температуры TMP36 и модуль влажности почвы – обычные аналоговые датчики. Для датчика TMP36 мы можем преобразовать аналоговые значения в показания температуры в градусах Цельсия. Для работы с модулем DHT11 будем использовать Arduino библиотеку DHT . Данные будем измерять с интервалом 6 секунд и значения выводить пока в последовательный порт Arduino.

Листинг 1.

```
// подключение библиотеки DHT
#include "DHT.h"

// тип датчика DHT
#define DHTTYPE DHT11

// контакт подключения входа данных модуля DHT11
int pinDHT11=9;

// контакт подключения аналогового выхода модуля влажности почвы
int pinSoilMoisture=A0;

// контакт подключения аналогового выхода датчика температуры TMP36
int pinTMP36=A1;

// контакт подключения аналогового выхода фоторезистора
int pinPhotoresistor=A2;

// создание экземпляра объекта DHT
DHT dht(pinDHT11, DHTTYPE);

void setup()
{
  // запуск последовательного порта
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
```

```

}

void loop()
{
// получение данных с DHT11
float h = dht.readHumidity();
if (isnan(h))
{
Serial.println("Failed to read from DHT");
}
else
{
Serial.print("HumidityDHT11= "); Serial.print(h);Serial.println(" %");
}
// получение значения с аналогового вывода модуля влажности почвы
int val0=analogRead(pinSoilMoisture);
Serial.print("SoilMoisture= "); Serial.println(val0);
// получение значения с аналогового вывода датчика температуры TMP36
int val1=analogRead(pinTMP36);
// перевод в мВ
int mV=val1*1000/1024;
// перевод в градусы цельсия
int t=(mV-500)/10;
Serial.print("TempTMP36= "); Serial.print(h);Serial.println(" C");
// получение значения с аналогового вывода фоторезистора
int val2=analogRead(pinPhotoresistor);
Serial.print("Light= "); Serial.println(val2);
// пауза 5 секунд
Serial.println( );
delay(5000);
}

```