МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет	*Кафедра*
вычислительной техники	«Вычислительная техника»

Специальность: 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения»

Специализация: «Эксплуатация вычислительных машин, комплексов, систем и сетей специального назначения»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

Система контроля состояния объекта

Студент _____ 30.06.2020 Шутов Антон Вадимович
(подпись, дата) (ФИО полностью)

Руководитель _____ 30.06.20 Бычков А.С.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр _____ Кучин А.В.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Рецензент _____ Мартышкин А.И.
(должность, место работы) (подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 10.06.2020 г. № 13)

Заведующий кафедрой _____ Митрохин М.А.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК от _____ № _____)

Секретарь ГЭК _____ Гурин Е.И.

Пенза 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет
Вычислительной техники

Кафедра
Вычислительная техника

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
Митрохин М.А.
«30» апреля 2020г.

ЗАДАНИЕ
НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

1. Шутов Антон Вадимович гр. 15ВО2 факультета вычислительной техники.

2.Тема работы: «Система контроля состояния объекта».

Тема утверждена приказом ПГУ № 0335а/о от 30.04.2020 г.

3. Руководитель работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Бычков А.С.

4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.).

Система предназначена для контроля состояния объекта, в качестве объекта должна выступать теплица.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов.

Требуется произвести анализ предметной области, разработать структурную схему системы, осуществить выбор элементной базы, разработать принципиальную схему и алгоритм работы системы. Система должна контролировать такие параметры в теплице как: влажность почвы, содержание углекислого газа (CO_2) в воздухе, температура и влажность воздуха. Результаты должны выводиться на индикаторы. Питание системы осуществляется от источника постоянного напряжения от 4 до 6 вольт. В технологической части необходимо представить способы изготовления печатных плат. Также выполнить задание по БЖД и экономике.

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ предметной области	10	09.05.20	
2.	Разработка структурной схемы	10	16.05.20	
3.	Разработка алгоритма системы	10	16.05.20	
4.	Выбор компонентов для реализации принципиальной схемы	10	23.05.20	
5.	Разработка принципиальной схемы устройства	10	26.05.20	
6.	Технология изготовления печатных плат	10		
7.	Меры безопасности при изготовлении печатных плат	10		
8.	Расчет экономической части	10		
9..	Исправление ошибок в работе системы	10	31.05.20	
10.	Оформление выпускной работы	10	06.06.20	

Дата выдачи задания 30 «апреля» 2020 года.

Руководитель дипломного проекта _____ Бычков А.С.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент _____ Шутов А.В.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета _____ Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Работа содержит 76 листов, 24 рисунка, 10 источников, 4 приложения.

МИКРОКОНТРОЛЛЕР ДЛЯ ТЕПЛИЦЫ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛИЦЫ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР ARDUINO NANO, КОНТРОЛЬ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР ARDUINO MINI

Цель работы – разработать систему контроля состояния объекта, в качестве объекта используется теплица.

Объектом разработки является устройство, обеспечивающие контроль за состоянием микроклимата теплицы.

В результате проделанной работы был создан проект, удовлетворяющий поставленной задаче, а именно, разработано устройство, в состав которого вошел контроллер на базе микроконтроллера ATmega328P семейства AVR фирмы Atmel, реализующий контроль за состоянием микроклимата в теплице и создания благоприятных условий для выращивания различных видов культур.

Данное устройство рекомендуется использовать для облегчения и автоматизации контроля микроклимата в теплице. Устройство может быть внедрено в небольшую дачную теплицу где нет возможности постоянного присутствия человека для осуществления ухода за теплицей.

Содержание

Введение 7
1 Система контроля состояния объекта 9
1.1 Анализ предметной области 9
1.1.1 Выбор аппаратно-программных комплексов 9
1.1.2 Выбор комплектующих 13
1.2 Разработка структурной схемы 18
1.2.1 Определение функционального состава системы 19
1.2.2 Описание работы системы по структурной схеме 20
1.3 Разработка алгоритма работы системы 21
1.3.1 Описание алгоритма 22
1.4 Разработка принципиально схемы 26
1.4.1 Выбор датчиков 27
1.4.2 Выбор микроконтроллера 34
1.4.3 Описание работы системы по принципиальной схеме 38
2 Технология изготовления печатных плат в домашних условиях . 51
2.1 Предварительная подготовка заготовки 52
2.2 Нанесение защитного покрытия 53
2.3 Травление 54
2.4 Очистка заготовки, сверловка. 55
3 Электробезопасность 55
4 Расчёт затрат на покупные изделия 58
4.1 Расчёт затрат на материалы 60
4.2 Расчёт затрат по кооперированию 60
Заключение 62
Список используемых источников 63
Приложение А – Схема электрическая структурная 64
Приложение Б – Схема электрическая принципиальная 66

Приложение В – Перечень элементов..... 68
А1 должна быть перед А2!..... **Ошибка! Закладка не определена.**
Приложение Г – Презентация..... 70

Введение

Выращивание растений в искусственной среде дает возможность круглогодично получать урожай. Для создания собственного микроклимата в теплице часто используются уже готовые решения. Среди простых систем автоматизации теплиц, не претендующих на промышленные масштабы, лидирует аппаратно-программное обеспечение Arduino, которое позволяет автоматизировать домашнее хозяйство абсолютно любому человеку даже если он не очень разбирается в электронике.

Жизнедеятельность растений напрямую зависит от температурного режима, влажности воздуха и почвы, освещенности т.д. Любые отклонения в окружающей среде плохо сказываются на скорости роста и объеме урожая. Соблюдение идеальных условий для выращивания урожая – кропотливый и трудоемкий процесс, который нуждается в постоянном контроле. Система контроля состояния теплицы сводит к минимуму участие человека в процессе создания и поддержания микроклимата в теплице, освобождает время для других более важных дел.

Для создания и поддержания микроклимата теплицы необходимо следить и контролировать:

- температурный режим;
- своевременный полив;
- освещение;
- содержание CO_2 в воздухе.

Особая роль отводится автономности и оперативной реакции на малейшие отклонения.

Как правило получение данных об измерение состояния окружающей среды производится с помощью датчиков, а при помощи исполнительных

устройств происходит поддержание необходимого микроклимата. Главную роль играет микроконтроллер. Каждое устройство, входящее в автоматизированный комплекс, выполняет определенные функции.

В данной работе будет рассмотрена система, позволяющая контролировать и поддерживать состояние микроклимата в теплице.

1 Система контроля состояния объекта

1.1 Анализ предметной области

В настоящее время существует проблема выращивания культурных растений в теплицах ввиду трудоёмкости данного процесса, требующего много времени и внимания. Однако с использованием современных технологий появилась возможность повысить объем урожая за счет автоматизации процесса.

1.1.1 Анализ аппаратно-программных комплексов

Для реализации системы контроля состояния объекта необходимо выбрать соответствующие аппаратные комплексы. Рассмотрим представленные российскими производителями системы контроля состояния теплицы. В частности, аппаратно-программные комплексы «iТеплица», Smart Standard «Умная теплица» и «Смарт-теплица Терраформ».

1.1.1.1 Аппаратно-программный комплекс «iТеплица»

Контроллер для теплицы серии «iТеплица» предназначен для комплексного контроля микроклимата теплице. Обеспечивает поддержание температуры, проветривание и полив растений. Возможно управление вспомогательными механизмами. Рассчитан на долгосрочное хранение данных обо всех изменениях окружающей среды. Оснащен системой визуализации SCADA. Начальный комплект состоит из датчика влажности, освещенности и программным обеспечением. На рисунке 1 представлен контроллер аппаратно-программного комплекса «iТеплица».

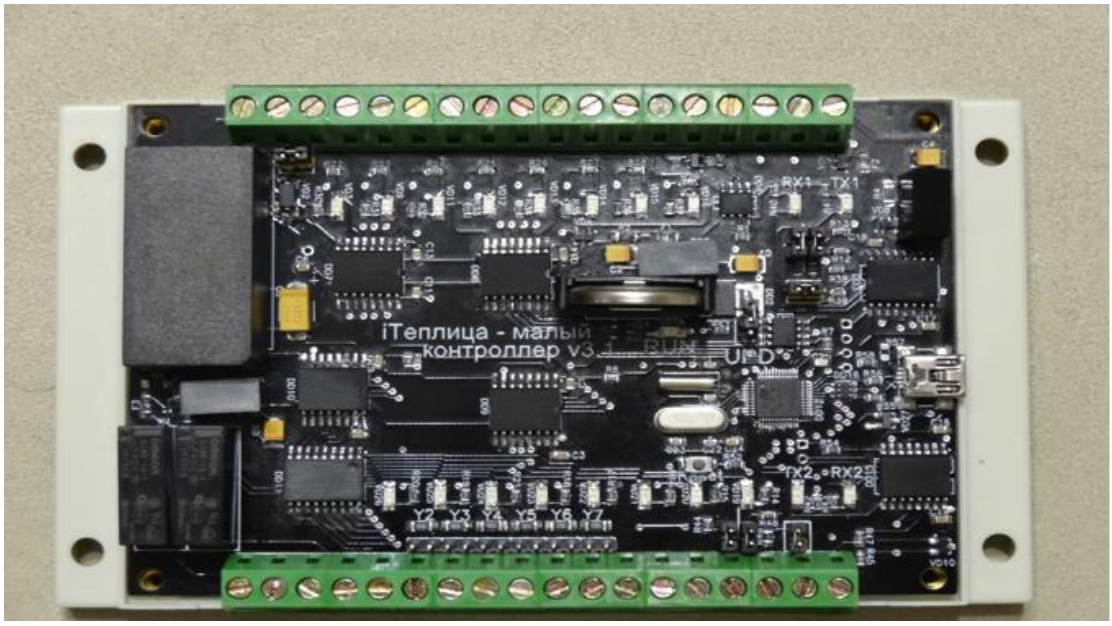


Рисунок 1 – «iТеплица» малый контроллер

Из плюсов данной системы можно отметить:

– возможность подключения множества датчиков;
– простой интерфейс;
– рассчитан на управление теплицей площадью до 500 м^2.

Недостатки данной системы заключаются в цене начального комплекта, а также в том, что для полноценного контроля над теплицей, начального набора недостаточно и придется за отдельную сумму докупать необходимые датчики. Стоимость самих же датчиков является далеко не самой привлекательной, т.к. эти датчики разработаны именно под данный контроллер и под это программное обеспечение. Датчики сторонних производителей потребуют некоторых усилий для работы с этим контролером.

1.1.1.2 Аппаратно-программный комплекс Smart Standard «Умная теплица»

Эта система предназначена для автоматизации процессов управления теплицей. Она позволяет организовать автоматических полив растений,

управлять микроклиматом, настроить работу светильников по расписанию. Есть возможность мониторинга состояния датчиков и всей системы в целом через интернет. Ее функционал слишком велик для использования в маленьких дачных теплицах. На рисунке 2 представлена комплектация системы Smart Standard «Умная теплица».

Плюсами данной системы являются:

– большой набор комплектующих в начальном наборе;
– управление теплицей на расстоянии;
– для подключения датчиков используется отдельны блок;
– в стандартной комплектации имеется смартфон для управления.

Рисунок 2 – Комплектация системы Smart Standard «Умная теплица»

Из минусов системы можно отметить большую стоимость, для обычной дачной теплицы стоимость слишком велика и далеко не каждый человек захочет тратить такую сумму на маленькую теплицу. Система является довольно сложной для самостоятельной установки и обязывает воспользоваться услугами по ее установке, что указывает на то что в случае какой-либо неисправности, своими силами починить их не получится. Эта система больше подходит для больших теплиц где имеется большая площадь

и есть необходимость в столь большом функционале. В обычных дачных теплицах это лишь усложнит процесс ее эксплуатации.

1.1.1.3 Аппаратно-программный комплекс «Смарт-теплица Терраформ»

Система имеет свободную настройку, не требующую навыков программирования – весь процесс настройки происходит при помощи четырех кнопок на лицевой панели. В состав системы входит контроллер с базовым набором датчиков (температура и влажность воздуха, влажность почвы, температура жидкости) и встроенными реле. С помощью датчиков происходит контроль микроклимата в теплице. Вся информация о текущем состоянии микроклимата выводится на экран. Пользователь указывает необходимые параметры микроклимата в теплице. Контроллер при помощи исполнительных устройств и датчиков создает и поддерживает требуемы микроклимат.

Плюсами данной системы является:

- простая настройка контроллера;
- простая установка системы;
- удаленный контроль;
- сохранение всех показателей датчиков на съемный носитель.

Так же у этой системы есть ряд недостатков. Самым основным является стоимость системы и ее комплектация. На рисунке 3 представлена комплектация аппаратно-программного комплекса «Смарт-теплица Терраформ».

Рисунок 3 – Комплектация аппаратно-программного комплекса «Смарт-теплица Терраформ»

В начальную комплектацию входят такие датчики, как:

– температура и влажность воздуха;
– влажность почвы;
– температура жидкости;
– датчик освещённости.

С помощью этого набора можно автоматизировать лишь маленькую теплицу, но цена за комплект является высокой для установки такой системы в маленькую теплицу.

Исходя из недостатков выше перечисленных систем можно сделать вывод, что ни одна из них не подходит для использования в обычных дачных теплицах ввиду их высокой стоимости при малом функционале. В следствии чего существует необходимость разработки собственной системы контроля состояния теплицы.

1.1.2 Выбор комплектующих

Для разработки собственной системы контроля состояния теплицы необходимо определить функциональный состав системы. В первую очередь нужно выбрать платформу, которая будет обрабатывать сигналы с датчиков и после этого управлять исполнительными устройствами для того, чтобы

подстраивать микроклимат теплицы под необходимый для достижения большей скорости созревания и увеличения объема урожая.

На рынке представлено множество платформ, подходящие под поставленную задачу. Самые популярные из них это: Rapsberry Pi, LaunchPad Arduino.

1.1.2.1 Платформа Rapsberry Pi.

Одноплатный компьютер Raspberry Pi - это гаджет в виде открытой платы, размером с банковскую карту. На ней расположены процессор с оперативной памятью, разъёмы для подключения HDMI и MIPI DSI, два порта для устройств USB версии 2.0, разъём под RCA для подключения видеотехники, гнездо 3.5 мм для соединения с аудиотехникой, порт для Ethernet и слот для подключения карт памяти SD. На рисунке 4 представлена плата микрокомпьютера Rapsberry Pi.

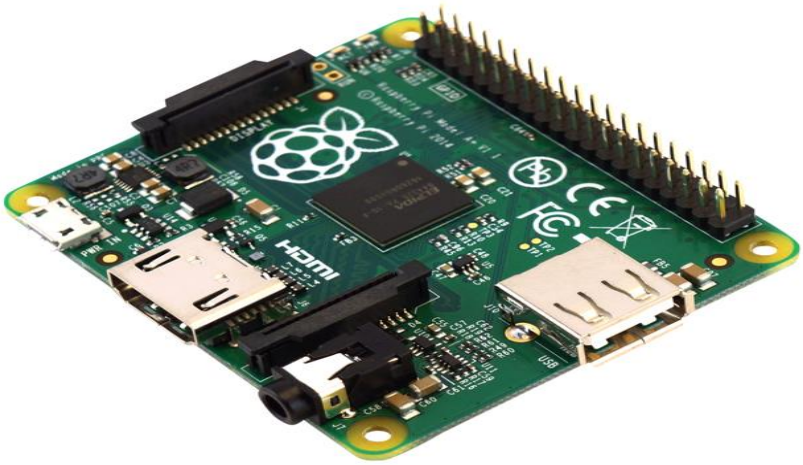


Рисунок 4 – Микрокомпьютер Rapsberry Pi

Возможности использования этого микрокомпьютера огромны. Из нескольких плат Rapsberry Pi можно собрать многоядерный компьютер. Так же его можно использовать для создания умного дома или же контроллера для теплицы. Учитывая тот факт, что Rapsberry Pi является микрокомпьютером цена на него соответствующая, и если понадобиться сделать не один контроллер теплицы, а два или три, то это будет стоить

очень дорого и это без учета дополнительного оборудования такого, как датчики, приводы т.д.

1.1.2.2 Платформа Ti MSP-EXP430G2 LaunchPad.

MSP-EXP430G2 LaunchPad – это простая в использовании отладочная плата для микроконтроллеров MSP430G2x с низкой потребляемой мощностью и небольшой ценой. В ее состав входят встроенные средства для программирования и отладки, а также 14/20-пиновым разъемом, кнопки, светодиоды и разъёмы для установки различных модулей необходимых для расширения функционала платы, например, модули беспроводной связи, экраны и т.п.

Отладочная плата поставляется с двумя микроконтроллерами MSP до 16 Кб флеш-памяти, 512 байт RAM, тактовой частотой 16 МГц и встроенной периферией, 8-канальный 10-битный АЦП, таймеры, порты поддерживающие такие интерфейсы, как UART, I2C и SPI.

На отладочной плате LaunchPad имеется секция эмуляции для программирования и отладки через USB, одна кнопка общего назначения, два светодиода общего назначения, одна кнопка сброса, два порта расширения и 20-пиновая панель для микроконтроллера.

Питание на плату подается через mini-USB напряжением 5 В и с помощью LDO-регулятора преобразует его в 3,6 В. Чтобы работать, секция эмуляции и микроконтроллер нуждаются в напряжении именно такого уровня. В таблице 1 представлены характеристики отладочной платы.

Таблица 1 - характеристики отладочной платы

Характеристика	**Значение для микроконтроллера 553IN20**	**Значение для микроконтроллера 452IN20**
CPU	MSP430	MSP430

Продолжение таблицы 1

Характеристика	**Значение для микроконтроллера 553IN20**	**Значение для микроконтроллера 452IN20**
Частота (МГц)	16	16
Энергонезависимая память (KB)	8	16
RAM (KB)	0.25	0.5
GPIO (входы/выходы)	16	16
I2C	1	1
SPI	1	1
UART	0	1
АЦП	ADC10 - 8 каналов	ADC10 - 8 каналов
Компараторы (входы)	8	8
Таймеры - 16 бит	1	2
Минимальное напряжение питания	1.8	1.8
Максимальное напряжение питания	3.6	3.6
Потребление в активном режиме (мкА/МГц)	320	330
Потребление в режиме ожидания (мкА)	0.7	0.7
Время включения (мкс)	1.5	1.5

Продолжение таблицы 1

Характеристика	**Значение для микроконтроллера 553IN20**	**Значение для микроконтроллера 452IN20**
Дополнительные особенности	Сторожевой таймер Датчик температуры Перезапуск по броску питания	Сторожевой таймер Датчик температуры Перезапуск по броску питания Инфракрасный порт
Специальные входы/выходы	Емкостные сенсорные входы/выходы	Емкостные сенсорные входы/выходы

На рисунке 5 представлена плата Ti MSP-EXP430G2 LaunchPad.

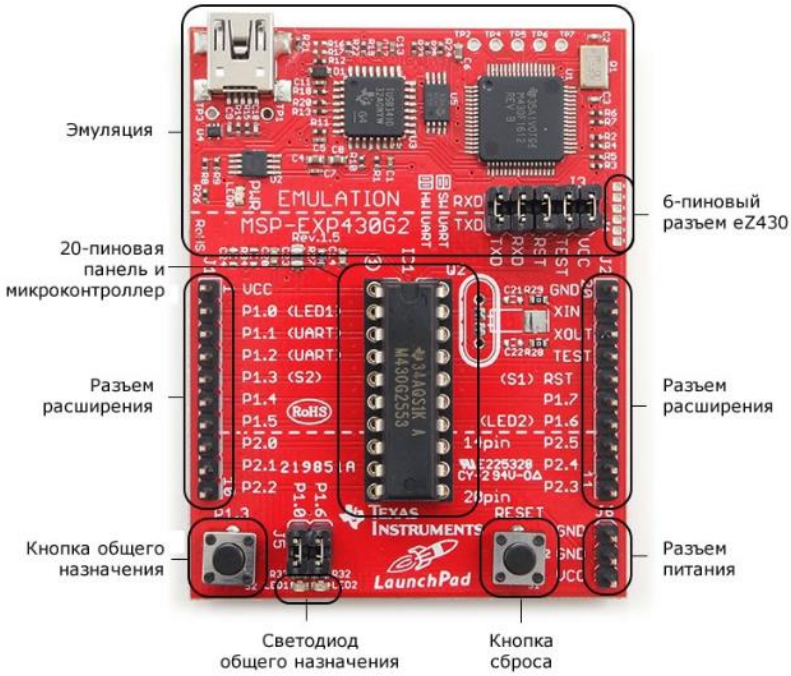


Рисунок 5 – Плата Ti MSP-EXP430G2 LaunchPad

1.1.2.3 Платформа Arduino

Arduino является эффективной аппаратно-программной платформой, предназначенной для проектирования и создания новых устройств. Для Arduino создана своя бесплатная интегрированная среда разработки на базе

популярных языков программирования C/C++ и обладает одноимённым с самим устройством название. Кроме того, существует множество Ардуино-совместимых плат, которые расширяют пользовательские возможности разработки. Arduino представляет собой плату с контактами для подключения дополнительных компонентов на базе микроконтроллеров фирмы Atmel. Компонентная база для Arduino огромна, на его базе можно создать буквально что угодно. Стоимость самих платформ любой из доступных версий весьма привлекательна в сравнении с конкурентами. На рисунке 6 представлены версии платформ Arduino.

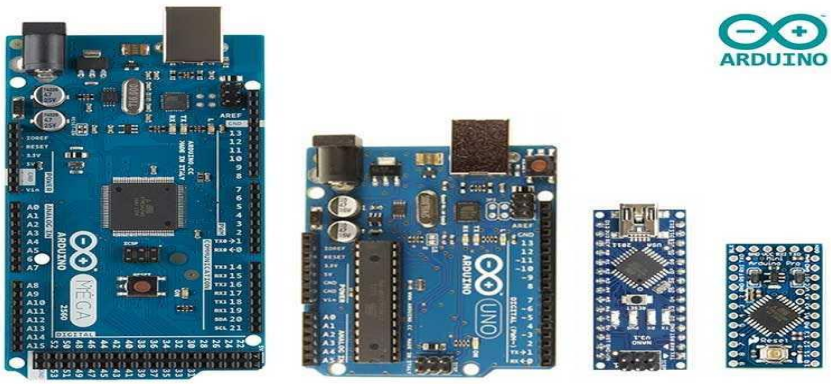


Рисунок 6 – Доступные версии платформ Arduino.

Так же существует множество уже готовых модулей, разработанных под разные задачи и для расширения самих платформ. Создание проекта на Arduino под силу даже плохо разбирающемуся в программировании и электронике человеку.

Подводя итоги всего выше перечисленного, для поставленной задачи больше всего подходит платформа Arduino из-за своей стоимость, огромной базы датчиков и различных модулей.

1.2 Разработка структурной схемы

Для корректного составления структурной схемы необходимо определить функциональный состав и последовательность действий системы.

Структурная схема системы представлена в приложении А. На рисунке 7 показано графическое представление схемы электрической структурной.

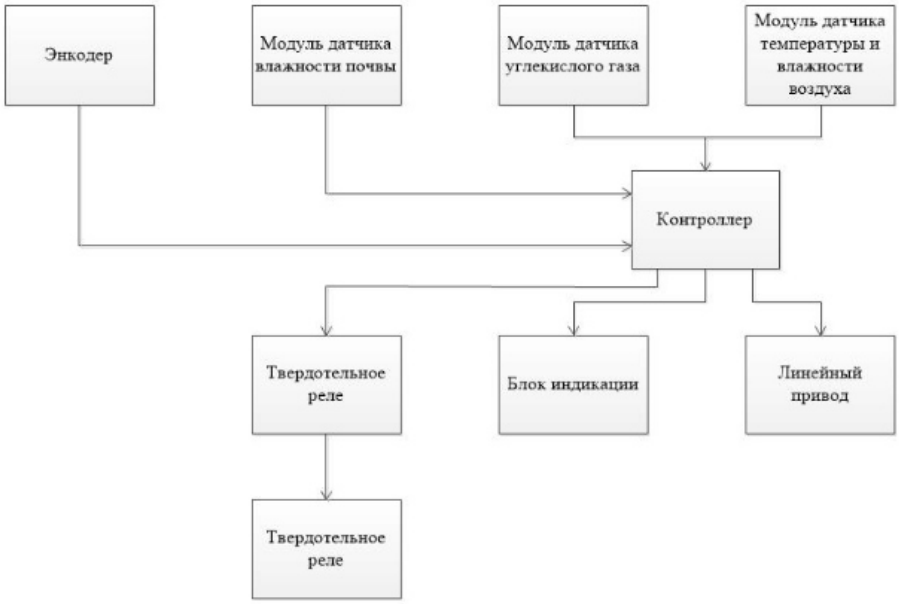


Рисунок 7 – Графическое представление схемы электрической структурной

1.2.1 Определение функционального состава системы

Система представляет собой набор компонентов, а именно: микроконтроллер, датчики, блок индикации твердотельное реле блок управление в виде энкодера и линейный привод. Это базовый состав системы, необходимый для автоматизации дачной теплицы. При увеличении площади теплицы система легко дополняется всеми необходимыми комплектующими.

Для работы контроллера и всей системы в целом необходимо два блока питания постоянного тока, один на 5 В который должен питать контроллер и датчики, а второй на 12 В который должен питать линейный привод. В дальнейшем при увеличении функционала системы может потребоваться еще один блок питания постоянного тока на 5 В для питания

дополнительных модулей таких, например, как сервоприводы, поскольку лучше разделить питание силовой и логической части системы.

1.2.2 Описание работы системы по структурной схеме

Система контроля состояния теплицы содержит датчики, микроконтроллеры, линейный привод, а также энкодер для управления. Все элементы системы работают в сети постоянного тока с требуемым напряжением, что исключает возможность преждевременного выхода из строя.

Работа системы происходит следующим образом. Для начала работы необходимо убедиться, что блок питания подключен, после чего подать питание на контроллер путем нажатия на энкодер. Затем необходимо подать питание и на все остальное оборудование. Таким образом включится вся система. После этого контроллер подает питание на датчик влажности почвы и начинает его опрос. Если значение с датчика больше требуемого, то котроллер подает питание на реле на 30 секунд, которое, в свою очередь, включает водяной насос. Затем происходит опрос датчика углекислого газа. Значение с этого датчика должно находится в определённом допустимом диапазоне. Если значение с датчика больше требуемого верхнего порога, то контроллер подает питание на привод, 5 В на контакт d1, землю на контакт d2, после этого привод начинает работать на открытие. Внутри привода находятся концевики, отвечающие за отключение питания в крайних положениях привода. Если значение датчика меньше требуемого, то происходит проверка значения с датчика по нижнему порогу требуемого значения. Если значение меньше нижнего порога, то контроллер подает питание на привод, но уже меняя полярность, 5 В на контакт d2, землю на контакт d1, что в свою очередь приводит к движению привода в обратную сторону. Следом контроллер опрашивает датчик температуры и влажности воздуха. Если значение с датчика больше требуемого, то контроллер подает

питание на привод для работы в режиме открытия. После это контроллер должен вывести всю собранную информацию с датчиков на дисплей для удобства просмотра, информация с каждого датчика выводиться на отдельный экран, переключение между экранами осуществляется с помощью энкодера.

1.3 Разработка алгоритма работы системы

Задачей данного этапа разработки системы является составление алгоритма работы, формализация алгоритма.

Начать стоит с определения. Алгоритм – это набор правил или шагов, выполненные в точной последовательности и приводящие к нужному результату. Для разработки необходимо разбить задачу на блоки и описать их отдельно.

Для начала необходимо определить, какие функции должна выполнять разрабатываемая система. Система должна контролировать несколько ключевых параметров микроклимата в теплице. На первом месте находится влажность почвы, значит система должна контролировать этот параметр при помощи датчика и поддерживать его в нужном диапазоне путем своевременного полива. На втором месте находится воздух, а точнее содержание CO_2 в воздухе, это еще один параметр, который система должна контролировать с помощью датчика и поддерживать в нужно диапазоне проветривая теплицу при достижении критической концентрации CO_2 в воздухе. Еще одними из важных параметров являются температура и влажность воздуха. Для контроля этих характеристик необходим датчик температуры и влажности воздуха. При слишком большой температуре воздуха нужно проветрить теплицу.

1.3.1 Описание алгоритма

На рисунке 8 представлена часть алгоритма, отвечающая за проверку питания и инициализацию контроллера.

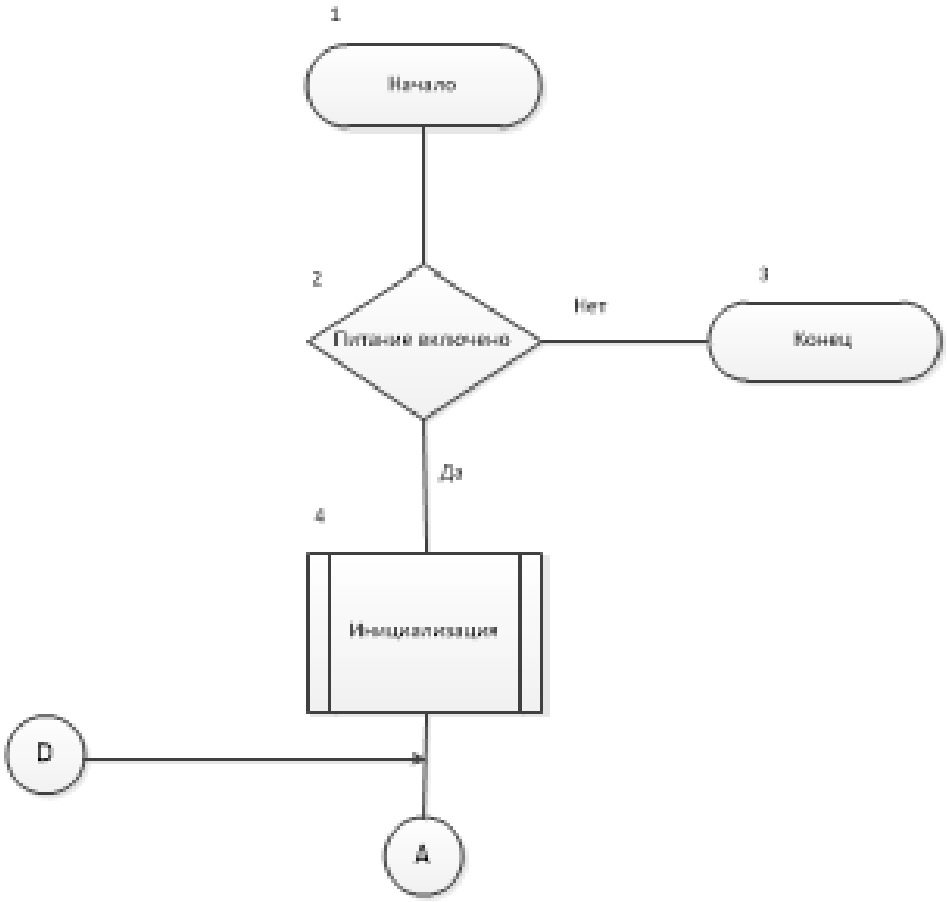


Рисунок 8 – Проверка питания и инициализация контроллера.

Для начала работы необходимо определить включено ли питание (блок2), если да, то происходит инициализация контроллера (блок 4), в противном случае алгоритм завершается (блок 3). Под инициализацией понимается загрузка прошивки и проверка стартовых настроек системы.

На рисунке 9 представлена часть алгоритма, отвечающая за опрос датчика влажности почвы.

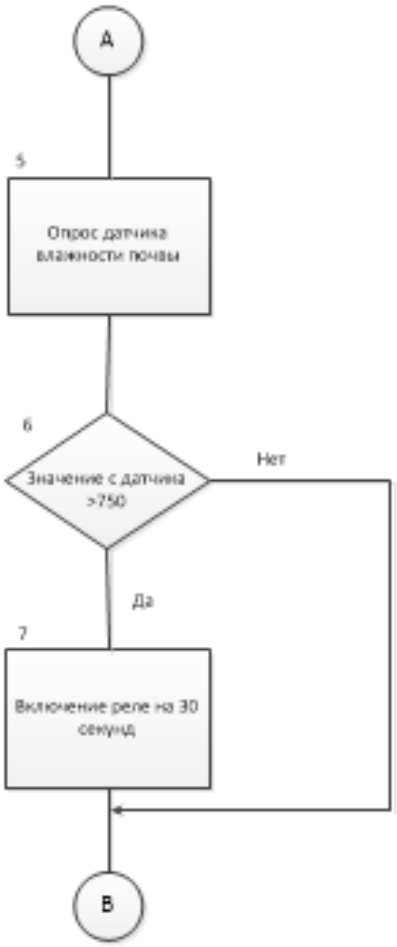


Рисунок 9 – Опрос датчика влажности почвы.

После того как прошла инициализация (блок 3), начинается опрос датчика влажности почвы (блок 5) с последующей проверкой значений (блок 6). Если показания с датчика больше 750, включается реле на 30 секунд (блок 7), после чего подается питание на водяной насос. Через 30 секунд питание на реле отключается, и подача воды прекращается. Если значение с датчика не превышает 750, то происходит опрос следующего датчика (блок 8). Принцип работы простейшего датчика влажности почвы заключается в измерении сопротивления между двумя проводниками помещенных в грунт на расстоянии 2-3 сантиметра друг от друга. При увеличении влажности сопротивление между проводниками уменьшается.

На рисунке 10 представлена часть алгоритма, отвечающая за опрос датчика углекислого газа (CO_2).

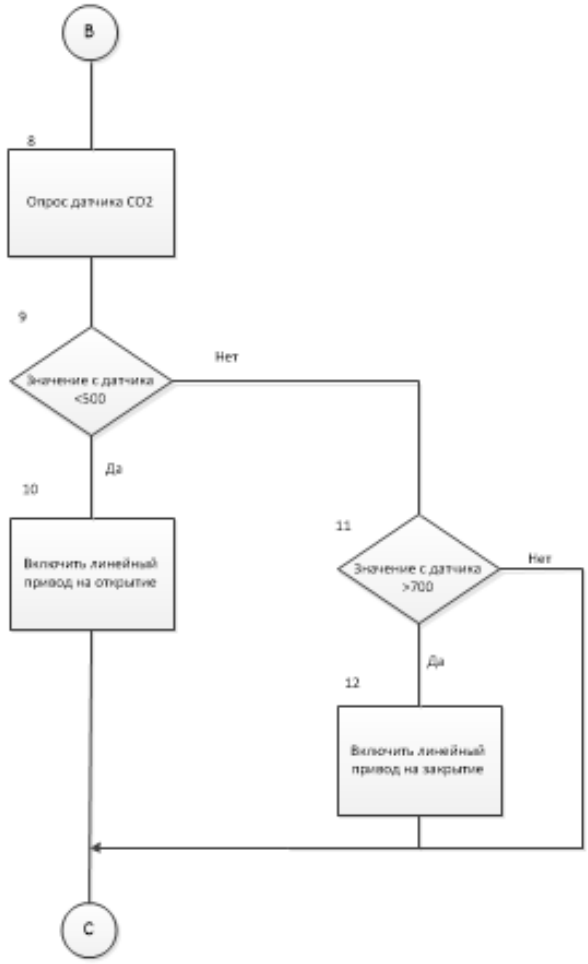


Рисунок 10 – Опрос датчика углекислого газа (CO_2).

Следом идет опрос датчика углекислого газа (блок 8). Затем происходит проверка значения с датчика (блок 9). Если значение с датчика больше 700, то линейный привод включается на открытие (блок 10), который, в свою очередь, открывает окно для проветривания и уменьшения концентрации CO_2 в воздухе. Если значение меньше 700, то происходит следующая проверка значения с датчика (блок 11). Если значение меньше 500, то линейный привод включается на закрытие (блок 12), что в свою очередь закрывает окно. Принцип работы датчика углекислого газа основан на поглощении газом инфракрасных лучей. Анализируемый воздух, находясь

в небольшой камере, подвергается облучению инфракрасным лучом. Сначала осуществляется замер интенсивности без оптического устройства. Затем луч, проходя через смесь газов и светофильтр, доходит до считывающего датчика. Датчик фиксирует показание интенсивности принятого луча диапазоном от 1 до 15 мкм. По вычисленной разнице полученных двух значений прибор определяет концентрацию углекислого газа в воздухе.

На рисунке 11 представлена часть алгоритма, отвечающая за опрос датчика температуры и влажности воздуха и вывод информации на дисплей.

Рисунок 11 – Опрос датчика температуры и влажности воздуха и вывод информации на дисплей.

Следующим этапом идет опрос датчика температуры и влажности воздуха (блок 13). Затем происходит проверка значения с датчика температуры (блок 14). Если значение больше 18 градусов, то линейный привод включается на открытие, что, в свою очередь, приводит к открытию окна. Если условие не выполнено, то происходит переход к блоку 16. Принцип работы измерения влажности воздуха заключается в чувствительном к влажности компоненте. Он имеет два электрода с влагоудерживающей подложкой, зажатой между ними. По мере поглощения водяного пара подложка высвобождает ионы, что, в свою очередь, увеличивает проводимость между электродами. Изменение сопротивления между двумя электродами пропорционально относительной влажности. Более высокая относительная влажность уменьшает сопротивление между электродами, в то время как более низкая относительная влажность увеличивает это сопротивление. Для измерения температуры в этом датчике используется термистор. Термистор – резистор, сильно меняющий свое сопротивление в зависимости от температуры.

После опроса всех датчиков информация, полученная с них должна выводиться на дисплей для визуального ознакомления (блок 16). Затем алгоритм возвращается к блоку 5 и все действия повторятся каждые 30 минут.

1.4 Разработка принципиально схемы

Принципиальная схема определяет полный состав элементов и связей, дает детальное представление о принципе работы изделия. Принципиальная схема является основой для разработки других схем и чертежей (сборочные чертежи, печатные платы и т.д.). Принципиальная схема представлена в приложении Б.

1.4.1 Выбор датчиков

Немаловажным компонентом системы является датчик. В разрабатываемой системы используются три датчика. Именно их выбору будет посвящен данный раздел.

1.4.1.1 Датчик влажности почвы

Для полноценного поддержания микроклимата в теплице одним из важнейших параметров является влажность почвы, при выходе значения этого параметра за рекомендуемый диапазон растение не сможешь плодоносить и скорее всего погибнет.

Анализируя рынок компонентов для Arduino, выбор пал на модульный датчик влажности почвы. Датчик представляет собой готовый модуль, состоящий из двух частей: щупа YL-69 и самого датчика YL-38, в комплекте присутствуют провода для подключения датчика к контролеру. Между двумя электродами щупа YL-69 создаётся небольшое напряжение. Если почва сухая, сопротивление большое и ток будет маленький. Если земля влажная — сопротивление становится меньше, ток — чуть больше. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени влажности. Щуп YL-69 соединен с датчиком YL-38 по двум проводам. Кроме контактов соединения с щупом, датчик YL-38 имеет четыре контакта для подключения к контроллеру.

- Vcc – питание датчика;
- GND – земля;
- A0 – аналоговое значение;
- D0 – цифровое значение уровня влажности.

На рисунке 12 представлен датчик влажности почвы YL-38.

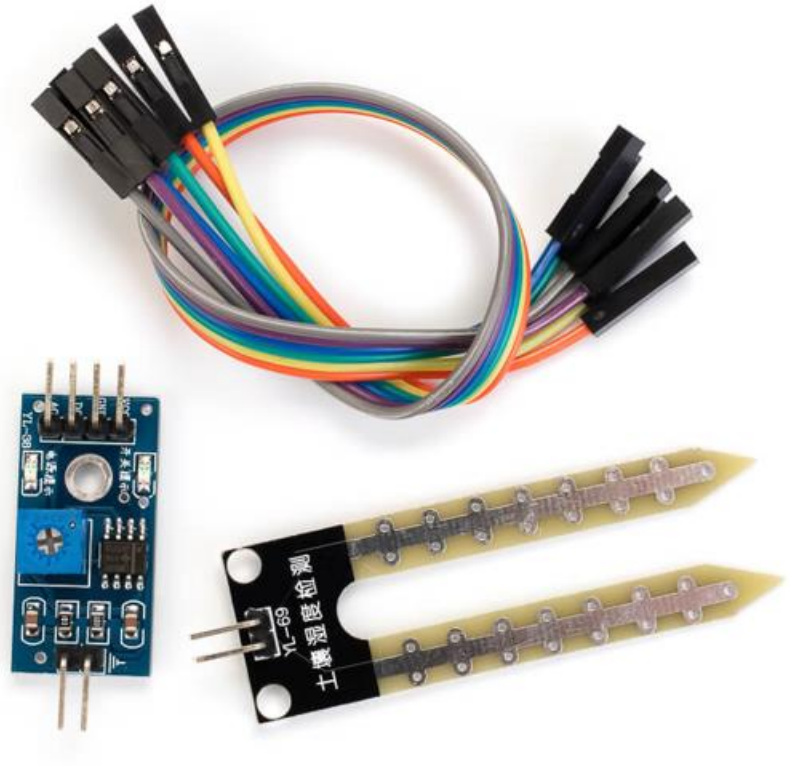


Рисунок 13 – Датчик влажности почвы YL-38.

Датчик YL-38 построен на основе компаратора LM393, который выдает напряжение на выход D0 по принципу: влажная почва – низкий логический уровень, сухая почва – высокий логический уровень. Уровень определяется пороговым значением, которое можно настроить с помощью потенциометра. На вывод A0 подается аналоговое значение, которое можно передавать в контроллер для дальнейшей обработки, анализа и принятия решений. Датчик YL-38 имеет два светодиода, сигнализирующих о наличие поступающего на датчик питания и уровня цифрового сигналы на выходе D0. Наличие цифрового вывода D0 и светодиода уровня D0 позволяет использовать модуль автономно, без подключения к контроллеру.

Технические характеристики модульного датчика влажности почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики модульного датчика почвы

Характеристика	Значение
Напряжение питания	3.3-5 В
Ток потребления	35 мА
Выход	цифровой и аналоговый
Размер модуля:	16×30 мм
Размер щупа	20×60 мм
Общий вес	7.5 г.

1.4.1.2 Датчик углекислого газа (CO_2)

Следующим по важности является датчик углекислого газа. Растениям необходим углекислый газ для процесса фотосинтеза. Ведь чем больше углекислого газа, тем лучше для растений.

Анализируя рынок компонентов для Arduino, выбор пал на датчик MH-z19. Он является лучшим примером цены/качества. Датчики серии MH-Z выпускаются китайской компанией Winsen. Сама компания специализируется именно на разработке и производстве датчиков для определения газов. В основе процесса измерения в сенсорах MH-Z лежит принцип оптического измерения содержания определенного газа. На рисунке 14 представлен датчик углекислого газа MH-Z19.

Рисунок 14 – Датчик углекислого газа MH-Z19

Эта технология называется «недисперсионная инфракрасная технология» или сокращенно NDIR. NDIR применяются две камеры, одна из которых заполнена азотом, вторая – воздухом, который подвергается исследованию. Через обе камеры одновременно пропускается пучок инфракрасного света. Проходя через обе камеры, световой импульс подвергается рассеиванию на молекулах газа. Во время дисперсии происходит преломление направленного пучка света и его частичное поглощение молекулами газа или стенками сенсора. Как правило, в качестве базовой отправной точки используется камера с азотом, а результаты

из второй камеры сравниваются с результатами в камере с азотом. В результате прошедший через камеры свет анализируется фотоприемником и вычисляется содержание искомого газа.

Технические характеристики датчика углекислого газа MH-Z19 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики датчика углекислого газа MH-Z19

Характеристика	Значение
Модель	MH-Z19
Измеряемый параметр	CO2
Измеряемый диапазон	0 - 5000 ppm
Время холодного старта	180 сек.
Интерфейс	UART
Варианты выходного сигнала	ШИМ, UART
Напряжение питания	3,3 - 5,5 В
Среднее потребление тока	18 мА
Интерфейсный уровень TTL	3,3 В
Рабочая температура	0 .. +50°C
Допустимая влажность	95%
Размеры	29,5 x 19,5 x 8,5 мм
Вес	6 г

1.4.1.3 Датчик температуры и влажности воздуха

Анализируя рынок компонентов для Arduino, под требования разрабатываемой системы подходит два датчика температуры и влажности воздуха DHT – 11 и DHT – 22, ниже приведено описание каждого из датчиков и обоснование выбора в пользу датчика DHT-11.

DHT-11 — это цифровой датчик влажности и температуры воздуха, состоящий из термистора и емкостного датчика влажности. Он включает в себя АЦП для преобразования аналоговых значений влажности и температуры в цифровые. Датчик DHT11 не выделяется высоким

быстродействием и точностью, но он довольно-таки простой и не дорогой. На рисунке 15 представлен датчик температуры и влажности воздуха DHT – 11.

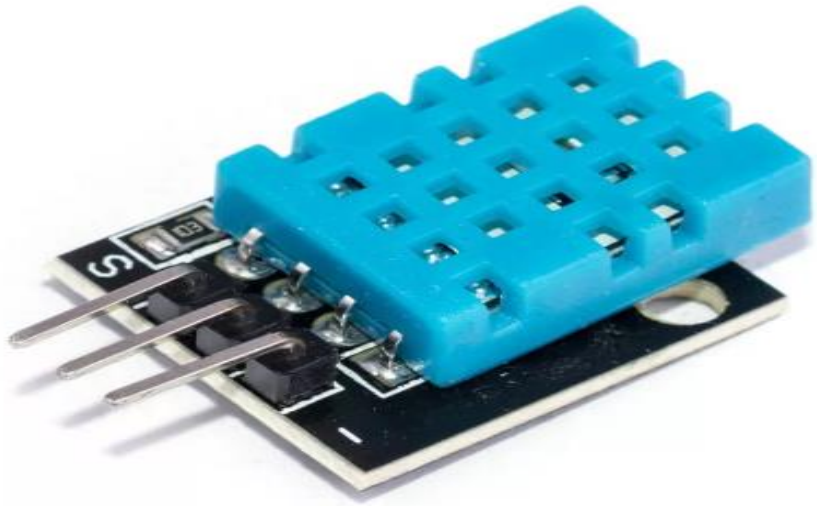


Рисунок 15 – Датчик температуры и влажности воздуха DHT – 11

Технические характеристики датчика температуры и влажности воздуха DHT-11 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики датчика температуры и влажности воздуха DHT-11

Параметр	**Значение**
Питание	DC 3,5 – 5,5 В
Ток питания: в режиме измерения в режиме ожидания	 0.3mA 60μA
Определение влажности	20–80 % с точностью 5 %
Определение температуры	0–50 °C с точностью 2 %
Частота опроса	не более 1 Гц
Размеры	15,5x12x5,5 мм

DHT – 22 представляет собой датчик влажности и температуры с цифровым выходом, для измерения используется емкостной датчик влажности и термистор, все показания передаются по цифровой информационной шине. Датчик DHT - 22 состоит из чувствительного емкостного датчика и NTC-термистора, а также 8-ми битного чипа, который на выходе преобразует аналоговый сигнал с датчиков в цифровой. Он является более точным в сравнение с DHT – 11, но из-за своей точности цена его выше, нежели цена DHT – 11. На рисунке 16 представлен датчик температуры и влажности воздуха DHT – 22.

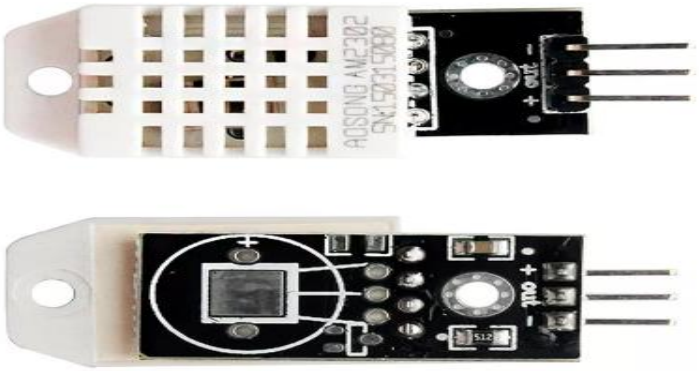


Рисунок 16 – Датчик температуры и влажности воздуха DHT – 22

Технические характеристики датчика температуры и влажности воздуха DHT – 22 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики датчика температуры и влажности воздуха DHT – 22

Характеристика	**Значение**
Напряжение питания:	3.3 В … 5 В
Выходной сигнал:	цифровой
Чувствительный элемент:	полимерный конденсатор

Продолжение таблицы 5

Диапазон измерения влажности:	0 … 100%, погрешность ±2%
Диапазон измерения температуры:	-40°C …+80°C, погрешность ±0.5°C
Задержка:	2с
Габариты:	15.1 мм x 25.1 мм x 7.7 мм

Подводя итоги всего вышеперечисленного выбор пал на датчик DHT - 11, так как его точность и диапазон измерений хоть и меньше чем у DHT- 22, но этого будет достаточно для правильного функционирования системы. К тому же датчик DHT – 11 в 3 раза дешевле датчика DHT-22.

1.4.2 Выбор микроконтроллера

Самой важной частью системы по праву можно считать микроконтроллер. Именно о нем пойдет речь в данной части работы.

Проанализировав рынок микроконтроллеров Arduino, было выделено два подходящих под требования разрабатываемой системы микроконтроллера: Arduino nano и Arduino mini. Эти два микроконтроллера являются уменьшенной версией микроконтроллера Arduino uno. Ниже описаны технические характеристики каждого из двух микроконтроллеров.

Arduino mini одна из самых миниатюрных плат семейства Arduino и подходит для использования в готовых проектах. Разработана и производится компанией SparkFun Electronics. Построена на базе микроконтроллера ATmega328. Этот контроллер из-за своих размеров не имеет USB порта, по этой причине для прошивки придется использовать USB-Serial адаптер. Технические характеристики микроконтроллера Arduino mini представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики микроконтроллера Arduino mini

Характеристика	Значение
Микроконтроллер	ATmega328
Рабочее напряжение	5 В
Напряжение питания (рекомендуемое)	5-12 В
Напряжение питания (предельное)	3.35-20В
Цифровые входы/выходы	14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	6
ШИМ (PWM) пины	6
Постоянный ток через вход/выход	40 мА
Максимальный выходной ток вывода 3.3V	50 мА
Flash-память	32 Кб из которых 2 Кб используются загрузчиком
SRAM	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Тактовая частота	16 МГц
Встроенный светодиод	13

На рисунке 17 представлена плата Arduino mini.

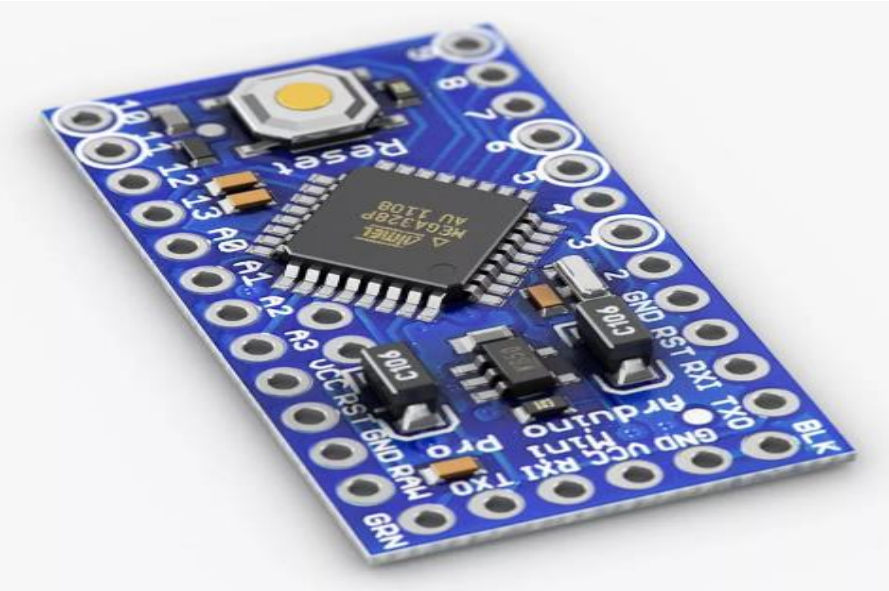


Рисунок 17 – Плата Arduino mini

Arduino nano - это аналог платы Arduino Uno, которая разработана также на чипе ATmega328, но отличается размером платы, которая в 2-2,5 раза меньше, чем Uno. Отличие такой миниатюрной платы заключается в том, что на ней отсутствует вынесенное гнездо для внешнего питания, но вместо этого можно с легкостью подключиться напрямую к пинам платы. В плате используется чип FTDI FT232RL для USB-Serial преобразования и применяется mini-USB кабель для связи с ардуино вместо стандартного USB кабеля. Связь с различными устройствами обеспечивают такие интерфейсы, как UART, I2C и SPI. Технические характеристики микроконтроллера Arduino nano представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики микроконтроллера Arduino nano

Характеристика	**Значение**
Рабочее напряжение (логическая уровень)	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В

Продолжение таблицы 7

Входное напряжение (предельное)	6-20 В
Цифровые Входы/Выходы	14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	8
Постоянный ток через вход/выход	40 mAh с одного вывода и 500 mAh со всех выводов
Флеш-память	32 Кб при этом 2 Кб используются для загрузчика
ОЗУ	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Тактовая частота	16 МГц
Размеры	1.85 см x 4.2 см

На рисунке 18 представлена плата Arduino nano.

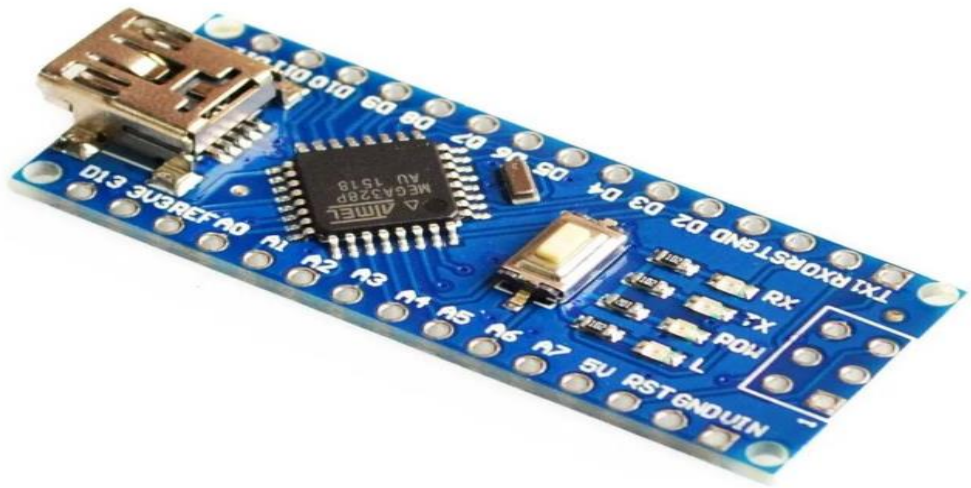


Рисунок 18 – Плата Arduino nano

Описанные выше микроконтроллеры отличаются лишь по двум параметрам: размер платы и наличие USB порта. Именно наличие USB порта стало ключевым характеристикой при выборе микроконтроллера для разрабатываемой системы. Поэтому был выбран контроллер Arduino nano.

1.4.3 Описание работы системы по принципиальной схеме

Главным элементом любого устройства является миккронтроллеп, именно с него стоит начать описание. Условно- графическое обозначение микроконтроллера Arduino nano представлено на рисунке 19.

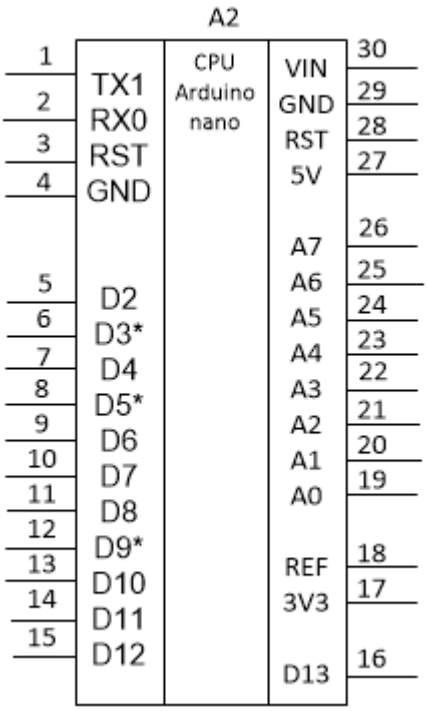


Рисунок 19 – Условно - графическое обозначение микроконтроллера Arduino nano.

Микроконтроллер оснащен цифровыми входами и выходами в количестве 14 штук. Так же имеются аналоговые входы выходы в количестве 8 штук. Интерфейс UART, I2C и SPI. Технические характеристики микроконтроллера описаны в пункте 1.4.2.

Контакт под номером 1 с идентификатором TX1 отвечает за передачу данных по интерфейсу UART, так же этот порт может иметь идентификатор

D0. Контакт под номером 2 с идентификатором RX1 отвечает за прием данный по интерфейсу UART так же этот порт может иметь идентификатор D1. Контакты под номерами 3 и 28 с идентификатором RST отвечают за сброс. Контакты под номерами 4 и 29 с идентификатором GND отвечают за подключение отрицательной клеммы питания. Контакты под номерами 5-16 с идентификаторами D3 - D13 соответственно, отвечают за цифровые входы/выходы. Так же у каждого из этих контактов есть еще дополнительные функции. Контакт под номером 5 с идентификатором D3 отвечает за прерывание INT0. Контакт под номером 6 с идентификатором D4 отвечает за прерывание INT1, является каналом ШИМ (Широтно-импульсный модулятор), а также выходом быстродействующего аналогово компаратора с идентификатором AIN0. Контакт под номером 7 с идентификатором D5 является выходом таймера-счетчика с идентификатором T0, отвечает за шину передачи данных SDA интерфейса I2C, а также является выходом быстродействующего аналогово компаратора с идентификатором AIN1. Контакт под номером 8 с идентификатором D6 является выходом таймера-счетчика с идентификатором T1, отвечает за шину тактирования SLC интерфейса I2C, а также является каналом широтно-импульсного модулятора (ШИМ). Контакты под номером 9,12,13,14 с идентификаторами D6,D9,D10,D11 являются каналами широтно-импульсного модулятора (ШИМ). Контакт под номером 17 с идентификатором 3V3 отвечает за выходное напряжение равное 3,3 В. Контакт под номером 18 с идентификатором REF отвечает за опорное напряжение АЦП микроконтроллера. Контакты под номерами 19 - 26 с идентификаторами A0 - A7 являются каналами АЦП (аналого-цифровой преобразователь). Контакт под номер 27 с идентификатором 5V отвечает за подключение напряжение равного 5В.

На принципиальной схема микроконтроллер подключается следующим образом. Контакт 2 подключается к выходу Key энкодера EC11.

И принимает сигнал о нажатии кнопки энкодера. Контакт 5 подключается к выходу S2 энкодера EC11 и отвечает за поворот энкодера по часовой стрелке. Контакт 6 подключается к выходу S1 энкодера EC11 и отвечает за поворот энкодера против часовой стрелки. Контакт 11 подключается к контакту 1 разъема XP7 и отвечает за подачу сигнала включения на твердотельное реле. Контакт 14 подключается к выходу PWMB драйвера TB6612FNG и отвечает за ШИМ управления двигателем. Контакт 20 подключается к контакту 2 разъема XP6 и отвечает за питание датчика влажности почвы во время его опроса. Контакт 21 подключается к контакту 1 разъема XP5 и отвечает за получения значений с датчика температуры и влажности воздуха. Контакт 22 подключается к контакту 1 разъема XP4 и отвечает за получение значений с датчика углекислого газа. Контакт 23 подключается к контакту 2 модуля часов реального времени DS3231 и к контакту 15 микросхемы PCF8574AT. Он используется для передачи данных при помощи последовательного интерфейса. Контакт 24 подключается к контакту 3 модуля часов реального времени и к контакту 14 микросхемы PCF8574AT. Он отвечает за синхронизацию последовательного интерфейса. Контакт 25 подключается к контакту 1 разъема XP6, и отвечает за получение значения с датчика влажности почвы. Контакт 27 подключается к источнику питания напряжение которого равно 5В и используется для питания всей логической части системы. Контакт 29 подключается к земле.

Условно- графическое обозначение драйвера управление линейным приводом TB6612FNG представлено на рисунке 20.

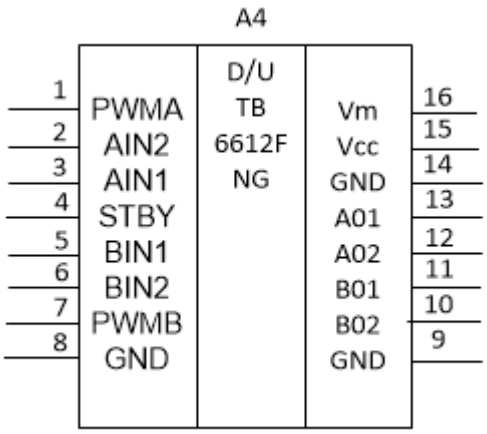


Рисунок 20 – Условно - графическое обозначение драйвера управление линейным приводом TB6612FNG

Микросхема имеет шестнадцать контактов и имеет возможность управления двумя приводами.

Контакт под номером 1 с идентификатором PWMA отвечает за вход ШИМ управления двигателем A. Контакт под номером 2 с идентификатором AIN2 отвечает за вход 2 управления двигателем A. Контакт под номером 3 с идентификатором AIN1 отвечает за вход 1 управления двигателем A. Контакт под номером 4 с идентификатором STBY отвечает за вход перевода драйвера обоих двигателей в ждущий режим. Контакт под номером 5 с идентификатором BIN1 отвечает за вход 1 управления двигателем B. Контакт под номером 6 с идентификатором BIN2 отвечает за вход 2 управления двигателем B. Контакт под номером 7 с идентификатором PWMB отвечает за вход ШИМ управления двигателем B. Контакт под номером 8 с идентификатором GND отвечает за подключение общего провода. Контакт под номером 9 с идентификатором GND отвечает за подключение общего провода. Контакт под номером 10 с идентификатором B02 отвечает за выход 2 двигателя B. Контакт под номером 11 с идентификатором B01 отвечает за выход 1 двигателя B. Контакт под номером 12 с идентификатором A02 отвечает за выход 2 двигателя A. Контакт под номером 13 с идентификатором A01 отвечает за выход 1 двигателя A. Контакт под

номером 14 с идентификатором GND отвечает за подключение общего провода. Контакт под номером 15 с идентификатором VCC отвечает за вход напряжения питания логической части драйвера. Контакт под номером 16 с идентификатором VM отвечает за вход напряжения питания силовых ключей драйвера.

Драйвер имеет следующие характеристики:

– Драйвер управляется микросхемой TB6612FNG.

– Рабочее напряжение питания двигателей составляет 13,5В.

– Минимальное напряжение питания двигателей составляет 2,5В.

– Максимальное напряжение питания двигателей составляет 15В.

– Рабочее напряжение логической части составляет от 2,7В до 5,5В.

– Максимальный ток двигателей составляет 1,2А(средний) / 3,2А(пиковый)

– Максимальная частота управления составляет 100КГц

Драйвер линейного привода на принципиальной схеме подключается следующим образом. Контакт 4 подключается к источнику питания, напряжение которого равно 5 В. Контакт 7 подключается к выводу D11 микроконтроллера Arduino nano, он отвечает за ШИМ управления двигателем B. Контакт 8 подключается к земле. Контакт 10 подключается к выводу D2 разъема XP8, на этот контакт подается питание 12 В и на контакт D1 подается земля, если необходимо, чтобы линейный привод работал на открытие. Контакт 11 подключается к выводу D1 разъема XP8. На этот контакт подается питание 12 В, если необходимо, чтобы линейный привод работал на открытие, а на контакт D2 подается земля. Контакт 14 подключается к земле. Контакт 15 подключается к источнику питания напряжения которого равно 5 В, он отвечает за питание логической части

драйвера. Контакт 16 подключается к источнику питания, напряжение которого равно 12 В, он отвечает за питание силовых ключей драйвера.

На рисунке 21 представлено условно-графическое обозначение модуля энкодера EC11.

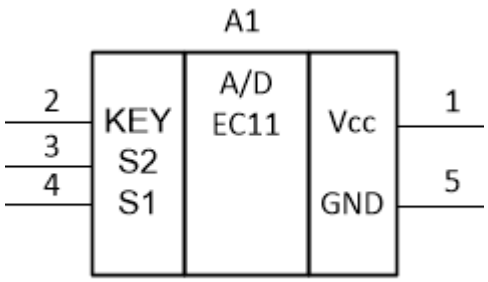


Рисунок 21 – Условно-графическое обозначение модуля энкодера EC11.

Поворотный энкодер с кнопкой EC11 применяется для регулирования параметров или построения и навигации меню контроллера. Обеспечивает вращение 360° и генерирует 20 импульсов на 1 оборот.

Технические характеристики энкодера:

- Длина вала 12мм
- Диаметр вала 6мм
- Размер (ДхШхВ) 13 х 11 х 25 мм
- Выход: 2 -битный код Грея
- сопротивление 3 Ом
- Макс. ток 10 мА при 5 В постоянного тока
- Диапазон рабочих температур от -30 до +70 С
- Количества циклов вращения 30000 циклов
- Количество циклов переключения 20000 циклов

Энкодер имеет пять контактов, два из которых отвечают за питание, остальные три являются информационными. Контакт 1 отвечает за питание и подключается к источнику питания, напряжение которого равно 5 В. Контакт

5 подключается к земле. Контакт 2 подключается к выводу RX0 микроконтроллера Arduino nano, этот контакт отвечает за нажатие кнопки энкодера. Контакт 3 подключается к выводу D2 микроконтроллера Arduino nano, этот контакт отвечает за поворот энкодера по часовой стрелке. Контакт 4 подключается к выводу D3 микроконтроллера Arduino nano, этот контакт отвечает за поворот энкодера по часовой стрелке.

На рисунке 22 представлено условно-графическое обозначение модуля часов реального времени на базе микросхемы DS3231SN.

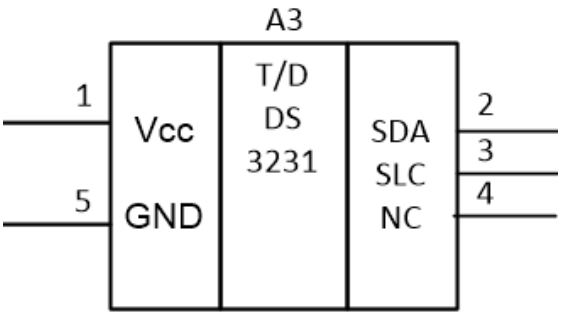


Рисунок 22 – Условно-графическое обозначение модуля часов реального времени

Технические характеристики модуля часов реального времени:

- Используемая микросхема DS3231SN
- Точность ±2 ppm
- Температурный диапазон -40°C ... +85°C
- Интерфейс I2C 400 кГц
- Встроенная батарея для автономного питания

Модуль имеет пять контактов. Два из которых отвечают за питание. Еще два отвечают за передачу информации и один контакт не используется. Контакт 1 подключается к источнику питания, напряжение которого равно 5 В. Контакт 2 подключается к выводу A4 микроконтроллера Arduino nano. Он отвечает за данные последовательного интерфейса. Контакт 3 подключается к выводу A5 микроконтроллера Arduino nano и отвечает за синхронизацию последовательного интерфейса. Контакт 5 подключается к земле.

На рисунке 23 представлено условно - графическое обозначение микросхемы PCF8574AT.

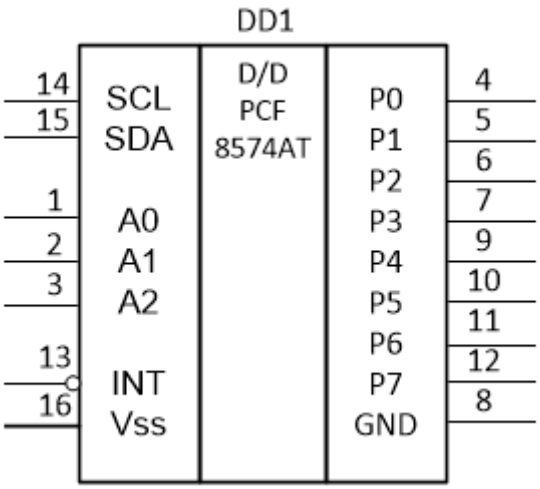


Рисунок 23 – Условно - графическое обозначение микросхемы PCF8574AT

Контакты под номерами 1 - 3 с идентификатором A0 - A2 соответственно, являются адресными входами. Контакты под номерами 4 - 12 с идентификатором P0 - P7 соответственно, являются входами/выходами общего назначения. Контакт под номер 8 с идентификатором VSS GND отвечает за подключение общего провода. Контакт под номером 13 с идентификатором INT, отвечает за прерывания INT. Контакт под номером 14 с идентификатором SCL, отвечает за шину тактирования интерфейса I2C. Контакт под номером 15 с идентификатором SDA, отвечает за шину передачи данных интерфейса I2C. Контакт под номером 16 с идентификатором VDD отвечает за питание микросхемы.

Характеристики микросхемы PCF8574AT

- Напряжение питания 0,5 +7,0В
- входное напряжение -0.5 + 0.5 В
- входной ток постоянного тока - ± 20 мА

В принципиальной схеме микросхема PCF8574AT подключается следующим образом. Контакт 14 с идентификатором SDA подключается к

контакту 24 с идентификатором A5 микроконтроллера Arduino nano. Контакт 15 с идентификатором SCL подключается к контакту 23 с идентификатором A4 микроконтроллера Arduino nano. Контакты 1 - 3 с идентификатором A0 - A2 соответственно, через резисторы R1 - R3, подключаются к источнику питания напряжение которого равно 5В. Контакт 4 с идентификатором P0 подключается к контакту 4 с идентификатором RS дисплея LCD2004. Контакт 5 с идентификатором P1 подключается к контакту 5 с идентификатором R/W дисплея LCD2004. Контакт 6 с идентификатором P2 подключается к контакту 6 с идентификатором E дисплея LCD2004. Контакт 6 с идентификатором P3 подключается к плюсу источника питания напряжение которого равно 5В и через резистор R6 подключается к базе транзистора VT1. Контакт 9 с идентификатором P4 подключается к контакту 11 с идентификатором DB 4 дисплея LCD2004. Контакт 10 с идентификатором P5 подключается к контакту 12 с идентификатором DB5 дисплея LCD2004. Контакт 11 с идентификатором P6 подключается к контакту 13 с идентификатором DB6 дисплея LCD2004. Контакт 12 с идентификатором P7 подключается к контакту 14 с идентификатором DB7 дисплея LCD2004.

На рисунке 24 представлено условно – графическое обозначение дисплея LCD 2004.

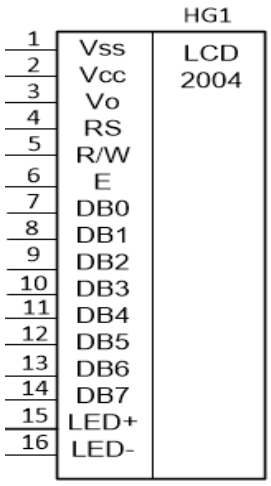


Рисунок 24 – Условно - графическое обозначение дисплея LCD 2004.

LCD 2004 - жидкокристаллический дисплей (Liquid Crystal Display) экран которого способен отображать одновременно до 80 символов 20 символов по 4 строки.

Характеристики дисплея LCD 2004

- Тип выводимой информации: символьный.
- Язык в ПЗУ дисплея: латиница, японский.
- Возможность загрузки собственных символов: есть.
- Формат выводимой информации: 20×04 символов;
- Тип дисплея: LCD.
- Технология дисплея: STN.
- Тип подсветки: LED.
- Цвет подсветки: синий.
- Цвет символов: белый.
- Контроллер: HD44780.
- Интерфейс: синхронный, 8-битный, параллельный.
- Напряжение питания 5 В.

Контакт под номером 1 с идентификатором Vss отвечает за подключение к общему проводу. Контакт под номером 2 с идентификатором Vcc отвечает за подключение к плюсу источнику питания напряжение которого равно 5В. Контакт под номером 3 с идентификатором V0 отвечает за контрастность дисплея. Контакт под номером 4 с идентификатором RS отвечает за выбор регистра. Контакт под номером 5 с идентификатором R/W Выбор направления передачи данных, либо запись данных в дисплей или чтение данных из дисплея. Контакт под номером 6 с идентификатором E, является сигналом разрешения. Контакты под номерами 7 – 14 с идентификаторами D0 – D7, являются шиной данных. Контакт под номером 15 с идентификатором LED+, является анодом светодиодной подсветки

дисплея. Контакт под номером 16 с идентификатором LED-, является катодом светодиодной подсветки дисплея.

В принципиальной схеме дисплей LCD 2004 подключается следующим образом. Контакт 1 с идентификатором Vss подключается к земле. Контакт 2 с идентификатором Vcc подключается к плюсу источника питания напряжение которого равно 5В, а также к контакту 1 потенциометра R7. Контакт 3 с идентификатором V0 подключается к контакту 2 потенциометра R7. Контакт 4 с идентификатором RS подключается к контакту 4 с идентификатором P0 микросхемы PCF8574AT. Контакт 5 с идентификатором R/W подключается к контакту 5 с идентификатором P1 микросхемы PCF8574AT. Контакт 6 с идентификатором E подключается к контакту 6 с идентификатором P2 микросхемы PCF8574AT. Контакт 11 с идентификатором DB4 подключается к контакту 9 с идентификатором P4 микросхемы PCF8574AT. Контакт 12 с идентификатором DB5 подключается к контакту 10 с идентификатором P5 микросхемы PCF8574AT. Контакт 13 с идентификатором DB6 подключается к контакту 11 с идентификатором P6 микросхемы PCF8574AT. Контакт 14 с идентификатором DB7 подключается к контакту 12 с идентификатором P7 микросхемы PCF8574AT. Контакт 15 с идентификатором LED+ подключается к плюсу источника питания напряжение которого равного 5В. Контакт 16 с идентификатором LED- подключается к коллектору транзистора VT1.

После описания всех основных элементов принципиальной схемы, можно перейти к описанию разъемов.

Через разъем XP1 подключается источник, входное напряжение которого равно 5 В. Он будет обеспечивать питанием главный контроллер, датчики и дисплей. Ввиду того, что необходимо осуществить питание четырех микросхем, в цепь питания разъема XP1 были добавлены один электролитический и четыре керамических конденсатора, по одному на каждую микросхемы.

Разъем XP2 служит для подключается источника питания, входное напряжение которого равно 5 В, необходимое для работы драйвера линейного привода и подключения дополнительного оборудования. Поскольку необходимо осуществить питание одной микросхемы в цепь питания разъема XP2 были добавлены один электролитический и один керамический конденсаторы.

Разъем XP3 служит для подключения источника питания, входное напряжение которого равно 12 В, необходимое для подключения линейного привода. Кроме того, в цепь питания разъема XP3 были добавлены один электролитический и один керамический конденсаторы. Символом «a» обозначается сеть с напряжением 5 В, питающая контроллер, датчики и дисплей. Символом «d» обозначается сеть с напряжением 5 В, питающая драйвер линейного привода. Для заземления, был выбран символ «b». Символом «c» обозначается сеть с напряжением 12 В, питающая линейный привод. Для заземления, был выбран символ «e».

Разъем XP4, служит для подключения датчика углекислого газа (CO_2). Разъем имеет три контакта. Контакт 1 подключается к аналоговому выводу A3 микроконтроллера Arduino nano. Именно с этого контакта микроконтроллер получает данные с датчика. Контакт под номером 2 подключается к плюсу источника питания, напряжение которого равно 5 В. Контакт 3 подключается к земле.

Разъема XP5, служит для подключения датчика температуры и влажности воздуха. Разъем имеет три контакта. Контакт 1 подключается к аналоговому выводу A2 микроконтроллера Arduino nano. Именно с этого контакта микроконтроллер получает данные с датчика. Контакт 2 подключается к плюсу источника питания, напряжение которого равно 5 В. Контакт под номером 3 подключается к земле.

Разъем XP6, служит для подключения датчика влажности почвы Разъем имеет три контакта. Контакт 1 подключается к аналоговому выводу A6 микроконтроллера Arduino nano. Именно с этого контакта микроконтроллер получает данные с датчика. Контакт 2 подключается к выводу A1 микроконтроллера Arduino nano. Этот контакт отвечает за питание датчика, для экономии потребления тока, питание на этом выводе появляется только в момент опроса датчика. Контакт 3 подключается к земле.

Разъем XP7, служит для подключения твердотельного реле. Разъем имеет два контакта. Контакт под номером 1 подключается к цифровому выводу D8 микроконтроллера Arduino nano. Именно этим контактом микроконтроллер управляет твердотельным реле. Контакт 2 подключается к земле.

Разъема XP8, служит для подключения линейного привода к дайверу. Разъем имеет два контакта. Контакт 1 подключается к выводу B01 драйвера TB6612FNG, на этот контакт подается питание 12 В, если необходимо, чтобы линейный привод работал на открытие, а на контакт B02 подается земля. Контакт под номером 2 подключается к выводу B02 драйвера TB6612FNG. На этот контакт подается питание 12 В, если необходимо, чтобы линейный привод работал на открытие, на контакт B01 подается земля.

2 Технология изготовления печатных плат в домашних условиях

При проектировании какого-либо электронного устройства в конечном итоге встает вопрос об изготовлении печатной платы. Можно воспользоваться сторонними сервисами и заказать плату довольно неплохого качества за разумные деньги, однако если такой возможности нет, то можно изготовить печатную плату в домашних условиях. Именно об этом процессе пойдет речь в этом разделе.

Сегодня благодаря развитию современных технологий радиолюбители могут быстро и качественно изготавливать печатные платы без применения какого-либо дорогостоящего оборудования. Из всего множества существующих технологий изготовления печатных плат были выбраны только те, которые не требуют значительных материальных затрат и достаточно просты для осуществления в домашних условиях. Собственно, весь процесс изготовления печатной платы можно условно разделить на пять основных этапов:

- предварительная подготовка заготовки (очистка поверхности, обезжиривание);
- нанесение защитного покрытия (любым из доступных способов);
- удаление лишней меди с поверхности платы (травление);
- очистка заготовки от защитного покрытия;
- сверловка отверстий, покрытие платы флюсом, лужение.

Рассмотрим наиболее распространенную «классическую» технологию, при которой лишняя медь с поверхности платы удаляется путем химического травления. Хотелось бы отметить, что при изготовлении печатных плат в домашних условиях следует стремиться к тому, чтобы использовалось как можно больше компонентов поверхностного монтажа, т.к. это позволит развести почти всю схему на одной стороне платы. Связано

это с тем, что до сих пор не изобретено никакой реально осуществимой в домашних условиях технологии металлизации переходных отверстий и уж тем более многослойных печатных плат. В идеальном случае плата должна разводиться только на одной стороне с использованием минимального количества перемычек. Остановимся теперь подробнее на каждом из этапов изготовления печатной платы.

2.1 Предварительная подготовка заготовки

Данный этап является начальным и заключается в подготовке поверхности печатной платы к нанесению на нее защитного покрытия. В качестве защитного покрытия может выступать краска, лак для ногтей, любое не проводящие ток покрытие. Технология очистки поверхности за все время ее применения не претерпела сколько-нибудь значительных изменений. Весь процесс сводится к зачистке поверхности платы с использованием абразивов и последующего обезжиривания. Иногда вполне достаточно вымыть поверхность печатной платы губкой для мытья посуды с использованием моющего средства. Если поверхность платы не требует дополнительной грубой обработки, этот процесс можно пропустить и приступить сразу к следующему процессу. Заключительный этап подготовки поверхности заключается в обезжиривании. Для этого можно использовать кусочек мягкой ткани, не оставляющей волокон, смоченный спиртом, бензином или ацетоном. Внимание стоит уделить чистоте поверхности платы после обезжиривания. Проведя данный процесс, плату следует промыть в проточной холодной воде. Качество очистки можно контролировать, наблюдая за степенью смачивания водой поверхности меди. Поверхность, без образования на ней капель и разрывов пленки воды, является показателем нормального уровня очистки. Нарушения в этой пленке воды указывают, что поверхность очищена недостаточно.

2.2 Нанесение защитного покрытия

Нанесение защитного покрытия является очень важным этапом в процессе изготовления печатных плат, так как именно от качественного нанесенного защитного покрытия на 90% определяется качество изготовленной платы. В настоящее время самыми популярными методами нанесения защитного покрытия являются: ручное нанесение, использование «технологии лазерного принтера и утюга», применение фоторезистов.

При ручном нанесении защитного покрытия чертеж печатной платы переносится на стеклотекстолит вручную при помощи какого-либо пишущего приспособления. Стоит отметить, что ручной способ нанесения защитного покрытия достаточно трудоемок и годится только в тех случаях, когда необходимо очень быстро изготовить небольшую плату. Минимальная ширина дорожки, которой можно добиться при рисовании вручную, составляет порядка 0,5 мм.

Использование «технологии лазерного принтера и утюга». Данная технология заключается в переносе чернил с бумаги на стеклотекстолит путем нагрева листка с рисунком утюгом. Для начала необходимо нарисовать изображение, которое нужно будет перенести на стеклотекстолит. Затем необходимо сделать в любом графическом негатив изображения. Далее нужно напечатать изображение на глянцевой бумаге, используя лазерный принтер. Затем напечатанной стороной приложить к стеклотекстолиту и начать равномерно разглаживать лист бумаги утюгом до момента, пока краска с листа не перейдет на стеклотекстолит. Данный способ нанесения защитного покрытия очень прост и быстр, однако требует наличие лазерного принтера.

Применение фоторезистов. Суть метода заключается следующем: на поверхность стеклотекстолита наносится слой фоторезиста. Затем

накладывается фотошаблон и производится его засвет. После чего засвеченные или не засвеченные участки (в зависимости от того каким был фотошаблон) смываются специальным раствором.

2.3 Травление

Известно много составов для химического стравливания меди. Все они отличаются скоростью протекания реакции, составом выделяющихся в результате реакции веществ, а также доступностью реактивов необходимых для приготовления раствора.

Хлорное железо (FeCl3) – самый известный и популярный реактив. Процесс травления в этом растворе может занять от 10 до 60 минут. Время зависит от концентрации раствора, температуры и перемешивания. Перемешивание значительно ускоряет протекание реакции. По окончании травления плату необходимо промыть большим количеством воды, желательно с мылом, для нейтрализации остатков кислоты.

Персульфат аммония ((NH4)2S2O8) – светлое кристаллическое вещество, растворяется в воде исходя из соотношения 35 г вещества на 65 г воды. Процесс травления в этом растворе занимает порядка 10 минут и зависит от площади медного покрытия, подвергающегося травлению. Для обеспечения оптимальных условий протекания реакции раствор должен иметь температуру порядка 40 градусов по цельсия и постоянно перемешиваться. По окончании травления плату необходимо промыть в проточной воде. К недостаткам этого раствора относится необходимость поддержания требуемого температурного режима и перемешивания.

Раствор соляной кислоты (HCl) и перекиси водорода (H2O2). Для приготовления этого раствора необходимо к 770 мл воды добавить 200 мл 35% соляной кислоты и 30 мл 30% перекиси водорода. Готовый раствор

должен храниться в темной бутылке, не закрытой герметически, так как при разложении перекиси водорода выделяется газ. Внимание: при использовании данного раствора необходимо соблюдать все меры предосторожности при работе с едкими химическими веществами. Все работы необходимо производить только на свежем воздухе или под вытяжкой. При попадании раствора на кожу ее необходимо немедленно промыть большим количеством воды. Время травления сильно зависит от перемешивания и температуры раствора и составляет порядка 5–10 минут для хорошо перемешиваемого свежего раствора при комнатной температуре.

2.4 Очистка заготовки, сверловка.

После завершения травления и промывки платы необходимо очистить ее поверхность от защитного покрытия. Сделать это можно каким-либо органическим растворителем, например, ацетоном. Далее необходимо просверлить все отверстия. Делать это нужно остро заточенным сверлом при максимальных оборотах электродвигателя. В случае, если при нанесении защитного покрытия в центрах контактных площадок не было оставлено пустого места, необходимо предварительно наметить отверстия (сделать это можно, например, шилом).

3 Электробезопасность

В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ с электрическими установками возникает существенная проблема – их воздействие на здоровье человека. Опасность электроустановок заключается в следующем: оборудование, находящееся под напряжением, не оповещает пользователя ЭВМ о какой-либо опасности в результате перебоя изоляции. Таким образом, человек, не зная о существующем на поверхности ЭВМ токе, может быть подвергнут электрическому напряжению при прикосновении к

электроустановке, что приводит к серьезным последствиям, вызвав электрическое, механическое и термическое, а также биологическое действие тока на организм человека.

В качестве электрического действия понимается разложение органической жидкости, и как следствие – изменение физико-химического состава крови. Механическое влияние способствует разрыву мышечных тканей. Термическое проявляется в функциональном расстройстве физической материи ввиду получения ожогов. Биологическое влияние заключается в раздражении и судорожных сокращений мышц человека. Каждое из описанных действий приводит к электрической травме: повреждение организма, вызванное электрическим напряжением при прикосновении.

Травмы, полученные при протекании тока через тело человека, разделяют на два вида: местные и общие. Зачастую они сопровождают друг друга.

Под местными электротравмами понимают повреждение участка тела. К таким травмам можно отнести:

– электрические ожоги;

– металлизация кожи расплавившегося метала при воздействии на него электрической дуги;

– непроизвольные сокращения мышц под действием тока.

Общие электротравмы можно назвать электрическим ударом, поскольку повреждается организм в целом, нарушая работу жизненно важных органов. Проявлением такой травмы является:

– потеря сознания;

– судороги;

– остановка дыхания;

– остановка сердца;

– фибрилляция сердца (сокращение отдельных волокон сердечной массы);

– инфаркт миокарда.

Такой вид электротравм может привести к отсутствию признаков жизни, а также к смерти от паралича сердца или нервных центров.

Воздействие напряжения на организм человека напрямую зависит от силы и характера тока. Электрические токи, вызывающие реакцию человека, разделяются на: ощутимые, не отпускающие и фибрилляционные. Минимальные значения, называемые пороговыми, при которых ощущается напряжение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Воздействие тока на организм человека

Значение	**Воздействие на организм человека**
До 1 мА	Не ощущается
1 - 6 мА	Ощущения безболезненны, контроль мышц не утрачен
6 - 20 мА	Болезненные ощущения, управление мышцами затруднено
20-30 мА	Ощущения весьма болезненны, самостоятельное освобождение от контакта невозможно
30-50 мА	Сильные судорожные сокращения мышц, затрудненное дыхание, возможна остановка сердца
50-100 мА	Паралич дыхания, возможна фибрилляция, смерть
100-500 мА	Фибрилляция, самовосстановление невозможно
500-1000 мА	Ожоги в месте контакта, фибрилляция
от 1000 мА	Сильные ожоги, фибрилляция.

Во избежание вредного влияния необходимо соблюдать надлежащие меры безопасности. А именно:

– изолировать токоведущие части, для исключения случайного прикосновения;
– организовать защитное зануление и отключение;
– организация блокировок;
– выравнивание потенциалов;
– электрическое разделение сети;
– применение звуковой и световой сигнализации.

Данные меры не дают полную гарантию электробезопасности при эксплуатации электроустановок, однако они ограничивают значение силы тока, и как следствие уменьшают воздействие на организм человека.

4 Расчёт затрат на покупные изделия

К покупным изделиям относятся комплектующие, являющиеся составными модулями будущего изделия, закупка которых производиться на специализированных магазинах радиоэлектроники. Для изготовления устройства “Микропроцессорная система контроля состояния микроклимата теплицы” потребуются микросхемы, модули датчиков и радиоэлементы, затраты на которые сведены в таблицу 9.

Таблица 9 - Расходы на покупные изделия

Наименование	**Количество, шт.**	**Цена, руб.**	**Сумма, руб.**
Микросхемы:			
Arduino nano	1	350,00	350,00
TB6612FNG	1	150,00	150,00

Продолжение таблицы 9

PCF8574AT	1	70,00	70,00
Модули:			
DS3231	1	80,00	80,00
LCD 2004	1	300,00	300,00
EC11	1	110,00	110,00
Резисторы:			
МО-200 2 Вт, 10 кОм,	3	6,00	18,00
CF-100 1 Вт, 4.7 кОм,	3	4,00	12,00
3224J-1-103E 10 кОм,	1	120,00	120,00
Конденсаторы:			
ECAP (K50-35), 0.68мкФ, 50В	3	5,00	15,00
К10-17Б, 0.1 мкФ X7R	6	5,00	30,00
Транзисторы:			
SS8050 NPN, 25 В, 1.5 А	1	11,00	11,00
Датчики:			
Датчик влажности почвы	1	70,00	70,00
Датчик углекислого газа	1	1450,00	1450,00
Датчик температуры и влажности воздуха	1	150,00	150,00
Приводы:			
Линейный привод	1	1000,00	1000,00
Итого:			3666,00
Зтр			183,30
Всего:			3849,30

В итоге общая сумма затрат на покупные изделия с учётом транспортных расходов (З т.р. = 5%) для изготовления единицы продукции составила 3849,30 руб.

4.1 Расчёт затрат на материалы

Кроме того, необходимо рассчитать виды и количество используемых для изготовления одного изделия основных и вспомогательных материалов. Соответствующие данные отображены в таблице 10.

Таблица 10 - Расходы на основные и вспомогательные материалы

Наименование	**Количество**	**Цена за единицу, руб.**	**Сумма, руб.**
Стеклотекстолит СФ-235-2	0,1 м2	250,00	100,00
Припой ПОС-61	0,01 кг	430,00	4,30
Флюс ФКСп	0,015 кг	128,00	1,92
Провод монтажный ПЭВ ТЛК	1 м	5,00	5,00
Спирт технический	0,1 л	31,00	3,10
Лак УР 231	0,05 кг	26,00	1,30
Итого:			115,62
Всего:			121,40

Сумма расходов на основные и вспомогательные материалы для единицы продукции составила 121,40 руб.

4.2 Расчёт затрат по кооперированию

В данном случае на производстве используется предметное кооперирование. На основании договорённости с другим машиностроительным предприятием производятся поставки готовых

корпусов и печатных плат, изготовленных по соответствующим чертежам предприятия-заказчика, т.е. описываемого в работе предприятия. Элементы затрат по кооперированию отображены в таблице 11.

Таблица 11 – Расходы на кооперирование

Наименование	**Количество**	**Цена за единицу, руб.**	**Сумма, руб.**
Печатная плата	1	135,00	135,00
Корпус	1	142,00	142,00
Итого:			277,00
Всего:			277,00

Сумма затрат по кооперированию составила 432,60 руб. в расчёте на единицу готовой продукции.

Заключение

В ходе выполнение дипломного проекта была разработана система контроля состояния микроклимата теплицы. Разработанная система полностью отвечает требованиям технического задания.

Данное устройство рекомендуется использовать для облегчения и автоматизации контроля микроклимата в теплице. Устройство может быть внедрено в небольшую дачную теплицу, где нет возможности постоянного присутствия человека для осуществления ухода за теплицей.

Список используемых источников

1. Брякин Л.А. Восьмиразрядные RISC-микроконтроллеры: Методические указания и практическое руководство по применению в курсовом и дипломном проектировании

2. Белов С.В. Безопасность технологических процессов. Справочник – М.: Машиностроение, 1985 – 402-406 с.

3. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / В.Н. Баранов. - М.: Додэка-XXI, 2006. - 288 с.

4. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / В.Н. Баранов. - М.: Додэка XXI, 2006. - 288 с.

5. Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только / А.В. Белов. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 352 с.

6. Белов А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств / А.В. Белов. - СПб.: Наука и техника, 2016. - 544 с.

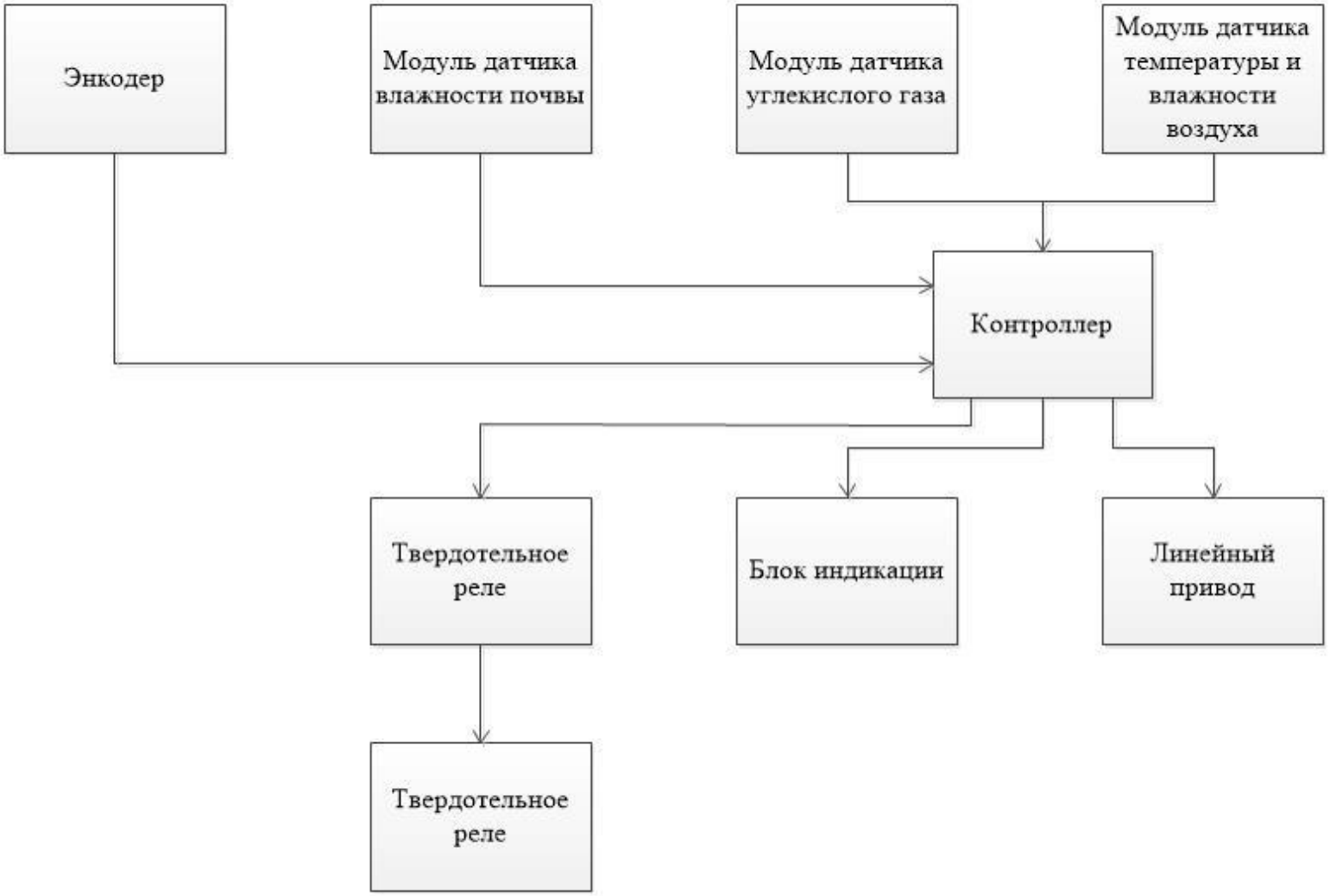
7. Белов А.В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от "чайника" до профи: Книга / А.В. Белов. - СПб.: Наука и техника, 2013. - 528 с.

8. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер. - СПб.: BHV, 2016. - 256 с.

9. Андреев В. С. Теплицы и парники на приусадебном участке: конструкция, монтаж. – М.: Лада, 2011.

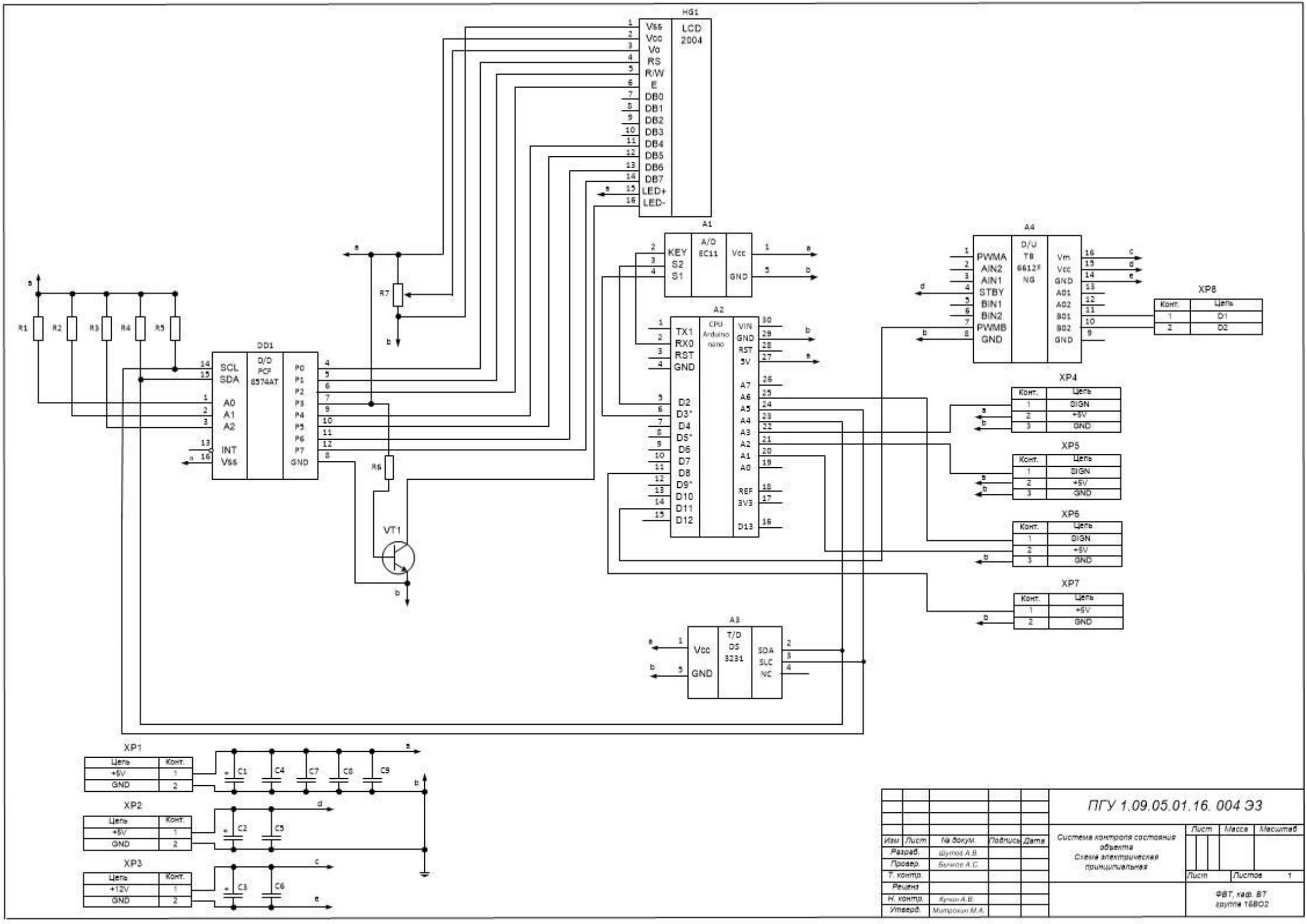
10. Курдюмов Н. И. Умная теплица. – Ростов-на-Дону: Владис, 2009.

Приложение А – Схема электрическая структурная



						ПГУ 1.09.05.01.16. 004 Э1			
						Система контроля состояния объекта Схема электрическая структурная	Лист	Масс	Масшт
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				а	аб
Разраб.		Шутов А.В.					Лист	Листов 1	
Провер.		Бычков А.С.							
Т. контр.		Кучин А.В.					ФВТ, каф. ВТ группа 15ВО2		
Реценз.									
Утверд.		Митрохин М.А.							

Приложение Б – Схема электрическая принципиальная



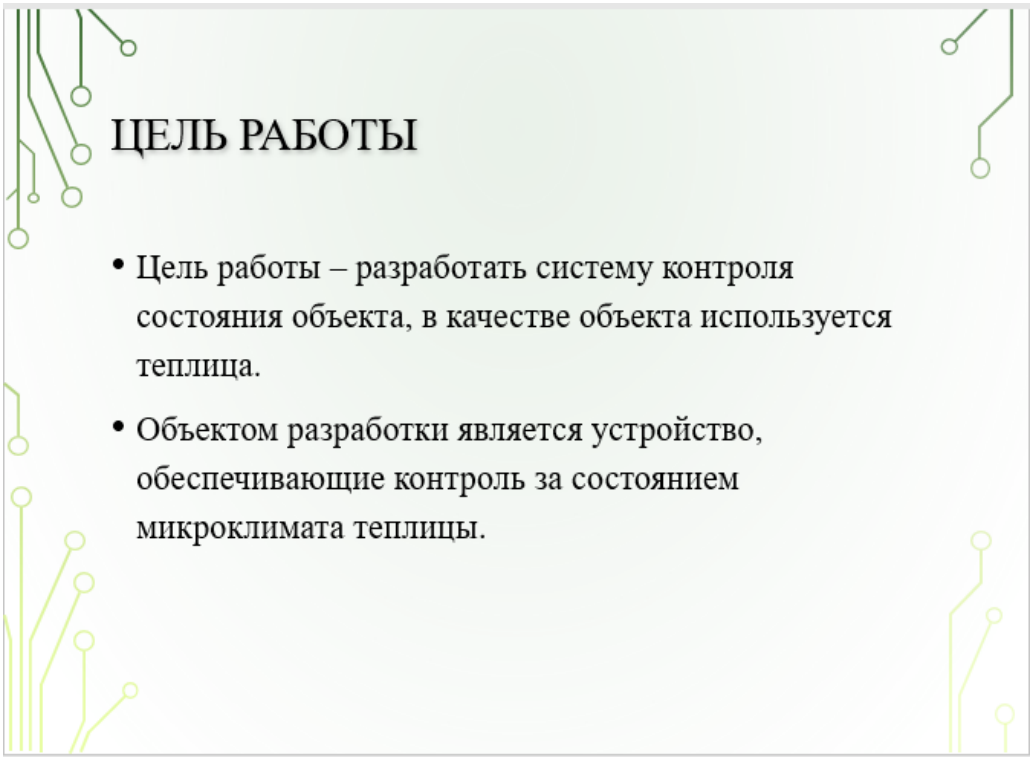
					ПГУ 1.09.05.01.16. 004 ЭЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Шутов А.В.			Система контроля состояния объекта Схема электрическая принципиальная	Лист	Масса	Масштаб
Провер.		Бычков А.С.						
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Реценз								
Н. контр.		Кучин А.В.				ФВТ, каф. ВТ группа 16ВО2		
Утверд.		Митрохин М.А.						

Приложение В – Перечень элементов

Зона	Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
		Конденсаторы		
	C1..C3	ECAP (K50-35), 0.68мкФ, 50В	*3*	*Импорт*
	C4...C9	К10-17Б, 0.1 мкФ	*6*	*Импорт*
		Микросхемы		
	A2	ARDUINO NANO	*1*	*Импорт*
	A3	DS3231	*1*	*Импорт*
	A4	TB6612FNG	*1*	*Импорт*
	DD1	PCF8574AT	*1*	*Импорт*
		Индикация		
	HG1	*LCD 2004*	*1*	*Импорт*
		Резисторы		
	R1..R3	*МО-200 2 Вт, 10 кОм*	*3*	*Импорт*
	R4..R6	*CF-100 1 Вт, 4.7 кОм*	*3*	*Импорт*
	R7	*3224J-1-103E 10 кОм*	*1*	*Импорт*
		Энкодеры		
	A1	*EC11*	*1*	*Импорт*
		Транзисторы		
	VT1	*S8050*	*1*	*Импорт*
		Разъёмы		
	XP1..XP3	*3-228,Разъем питания*	*3*	*Импорт*
	XP4..XP6	*MW-3MR, разъем питания*	*3*	*Импорт*
	XP7..XP8	*KF301-2P, клемный блок*	*2*	*Импорт*

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	*ПГУ4.09.05.01.16.004ПЭ*		
Разраб.		*Шутов А.В.*			*Система контроля состояния объекта Перечень элементов*	Лит.	Лист 1 / Листов 1
Пров.		*Бычков А.С.*					
Н. контр.		*Кучин А.В.*				*Кафедра ВТ гр.15ВО2*	
Утверд.		*Митрохин М.А*					

Приложение Г – Презентация



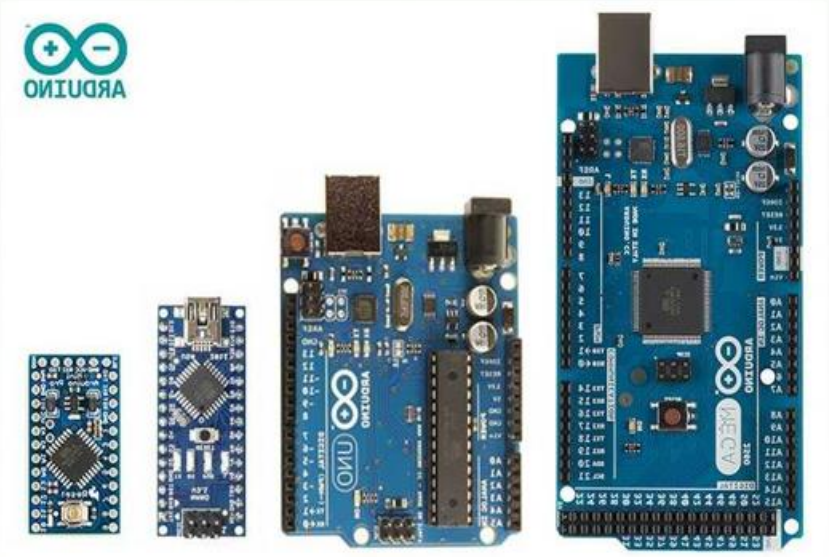
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

ITеплица

Smart Standard «Умная теплица

Смарт-теплица Терраформ

ВЫБОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРА



ARDUINO NANO

ARDUINO MINI

ВЫБОР ДАТЧИКОВ

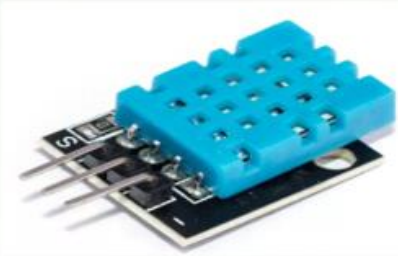
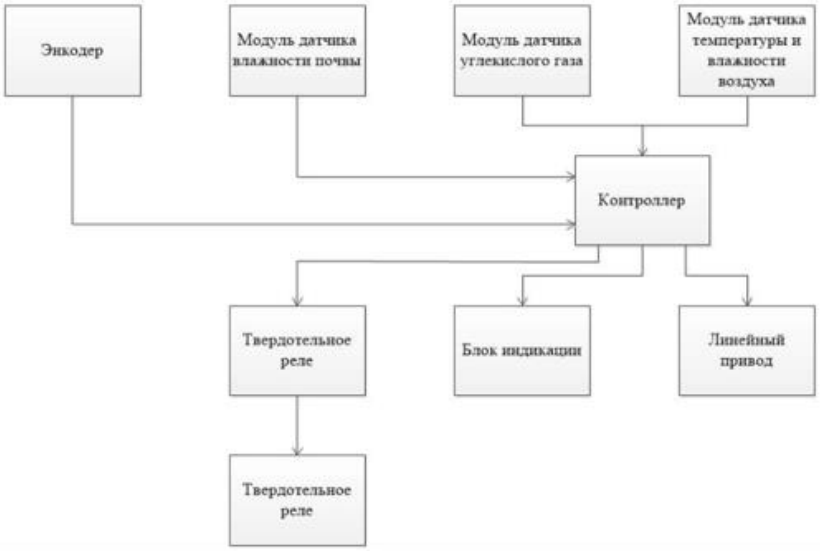


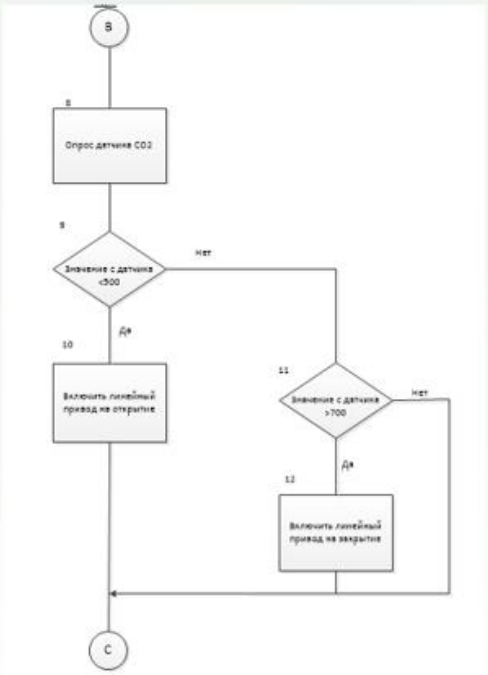
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ



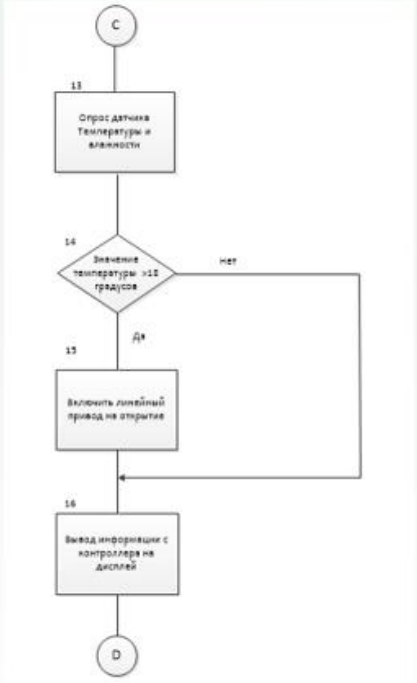
АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ
1
Начало
2
Питание включено
Нет
3
Конец
Да
4
Инициализация
D
A

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ
A
5
Опрос датчика влажности почвы
6
Значение с датчика >750
Нет
Да
7
Включение реле на 30 секунд
B

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ



АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ