

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛАРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛИЧНОГО  
КОМБИНАТА

Выполнил

Самсонов Е.С.

Проверил

Селезнев И.Л.

Минск 2023

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_  
(подпись)  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**З А Д А Н И Е**  
**по курсовому проектированию**

Студенту Самсонову Евгению Сергеевичу  
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта: Система контроля параметров тепличного комбината

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: с 14.11.2023 по 20.11.2023

3. Исходные данные к проекту:

1. Датчик температуры: аналоговый выходной сигнал; питающее напряжение 3,3В; диапазон измеряемой температуры от -55°C до +125°C; точность измерения ±0.5°C.

2. Датчик влажности воздуха: аналоговый выходной сигнал; диапазон измеряемой влажности 0%-100%; питающее напряжение 3,3В; точность измерения ±2%.

3. Датчик влажности почвы: аналоговый выходной сигнал; питающее напряжение 5В; диапазон измеряемой влажности 0%-100%; точность измерения ±5%.

4. Датчик освещенности: аналоговый выходной сигнал; питающее напряжение 5В; точность измерения ±7%.

5. Источник питания: напряжение питания 12В; выходной ток не менее 0.5А;

6. Микроконтроллер: напряжение питания 7-12В; 14 цифровых входов/выходов; 8 аналоговых входов; поддерживаемые интерфейсы: I2C, SPI, UART, PWM, 1-Wire

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

Введение

1. Обзор литературы по системам контроля параметров тепличного комбината.

2. Разработка структуры системы контроля параметров тепличного комбината.

3. Обоснование выбора элементов функциональной схемы системы контроля параметров тепличного комбината.

4. Разработка принципиальной электрической схемы устройства.

5. Разработка программного обеспечения.

Заключение.

Литература.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Структурная схема устройства (формат А3)

2. Функциональная электрическая схема устройства (формат А3)

3. Принципиальная электрическая схема устройства (формат А2)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Консультант по проекту (с назначением разделов проекта): И.Л. Селезнёв

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Дата выдачи задания: 02.06.2023

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с назначением сроков исполнения и трудоемкости отдельных этапов):

разделы 1,2 к 28.09 – 20 %; \_\_\_\_\_

раздел 3 к 13.10 – 20 %; \_\_\_\_\_

разделы 4 к 25.10 – 25 %; \_\_\_\_\_

раздел 5 к 09.11 – 20 %; \_\_\_\_\_

оформление пояснительной записки и графического материала к 13.11 – 15 %; \_\_\_\_\_

защита курсового проекта с 22.11 по 24.11. \_\_\_\_\_

РУКОВОДИТЕЛЬ \_\_\_\_\_ доцент каф. ЭВМ Селезнёв И.Л.  
(подпись)

Задание принял к исполнению 02.06.2023

(дата и подпись студента)

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО СИСТЕМАМ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА .....	6
1.1 Состав устройства .....	6
1.2 Микроконтроллеры .....	6
1.3 Датчик температуры .....	8
1.4 Датчик влажности воздуха .....	8
1.5 Датчик влажности почвы .....	9
1.6 Модуль отображения информации .....	9
1.7 Модуль индикации .....	10
1.8 Датчик освещенности .....	11
2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА .....	13
2.1 Постановка задачи.....	13
2.2 Определение компонентов структуры устройства .....	13
2.3 Взаимодействие компонентов устройства .....	15
3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА ...	16
3.1 Обоснование выбора микроконтроллеров.....	16
3.2 Обоснование выбора датчика температуры .....	16
3.3 Обоснование выбора датчика влажности воздуха.....	17
4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА .....	18
5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	26

## **ВВЕДЕНИЕ**

В современном сельском хозяйстве и огородничестве тепличные комбинаты играют важную роль в производстве сельскохозяйственных культур. Они позволяют управлять окружающей средой для оптимизации роста и урожайности растений. Однако поддержание и контроль необходимых параметров внутри теплицы является сложной задачей, требующей постоянного мониторинга и регулировки.

Система контроля параметров тепличного комбината представляет собой проект, направленный на автоматизацию процессов мониторинга климатических условий внутри теплицы. Важные параметры, которые могут контролироваться, это температура, влажность воздуха и почвы, а также освещенности.

Функционал системы состоит в получении цифровых сигналов от датчиков, их обработке и принятии решения о включении или выключении системы подачи воды на основании обработанной информации.

Целью данного курсового проекта является разработка и реализация автоматизированной системы контроля параметров тепличного комбината. Система будет включать в себя датчики, которые собирают информацию о параметрах внутри теплицы, а также управляющее устройство, которое на основе этой информации будет регулировать условия внутри теплицы.

# **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

## **1.1 Состав устройства**

Разрабатываемое устройство предназначено для считывания параметров теплицы, а именно: температура, влажность воздуха и почвы, а также информирует пользователя о всех измеряемых параметрах. Для решения этих задач в состав устройства должны входить:

1. Микроконтроллер.
2. Датчик температуры.
3. Датчик влажности воздуха.
4. Датчик влажности почвы.
5. Модуль отображения информации.
6. Модуль индикации.
7. Датчик освещенности.

## **1.2 Микроконтроллеры**

Микроконтроллер - это компактное интегральное микросхемное устройство, которое объединяет в себе функции процессора, встроенной памяти и периферийных устройств. Также следует учесть, что микроконтроллер и микропроцессор - это два разных типа устройств. Микроконтроллер уже содержит встроенную память и периферию, что позволяет ему функционировать как автономное устройство, в то время как микропроцессор требует внешних микросхем для своей работы.

Микроконтроллер можно рассматривать как однокристальный компьютер, способный выполнять относительно простые задачи. Существует широкий выбор микроконтроллеров, и они могут различаться по размеру, характеристикам, встроенным интерфейсам и назначению. Однако, среди них четыре основных типа интерфейсов, используемых для взаимодействия с другими устройствами, это I2C, UART, SPI и USB.

Интерфейс I2C является популярным промышленным стандартом для связи между микроконтроллерами и различными периферийными устройствами, такими как сенсоры, датчики, EEPROM (память только для чтения), дисплеи и многие другие.

I2C полезен во встраиваемых системах и микроконтроллерах, так как позволяет подключать множество устройств к одной шине, используя всего два провода. Это делает его идеальным выбором для коммуникации с различными периферийными устройствами во многих электронных приложениях.

Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART), представляет собой стандартный коммуникационный протокол, который используется для обмена данными между микроконтроллерами, компьютерами и другими устройствами. UART является одним из самых широко используемых для последовательной передачи данных в двоичном формате.

Интерфейс UART широко используется во встраиваемых системах, микроконтроллерах, компьютерах, а также в множестве других устройствах для обмена данными, программирования и отладки. UART - простой и надежный способ передачи данных, что делает его очень популярным в мире электроники.

Интерфейс SPI – это синхронный последовательный интерфейс для обмена данными между микроконтроллерами, микросхемами и периферийными устройствами. SPI предоставляет эффективный способ обмена данными, особенно в приложениях, где требуется высокая скорость передачи и надежность.

SPI широко используется во встраиваемых системах, микроконтроллерах и различных периферийных устройствах, таких как датчики, дисплеи, аудио кодеки и многое другое. Это надежный и эффективный способ для обмена данными в электронных устройствах.

Универсальная последовательная шина (USB) – это стандартный интерфейс для подключения различных устройств к компьютерам, мобильным устройствам и другой электронной аппаратуре. USB стал широко распространенным стандартом для передачи данных, подачи питания и подключения периферийных устройств.

Для сравнения были выбраны микроконтроллеры ESP32 и LGT8F328P. Результаты сравнения приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 — Сравнение микроконтроллеров

Параметры сравнения	ATmega328	ESP32	LGT8F328P
Входное напряжение	1,8 – 5,5 В	2,2 – 3,6 В	1,8 – 5,5 В
Флэш-память	32 Кб	4 Мб	32 Кб
ОЗУ	2 Кб	520 Кб	2 Кб
Тактовая частота	16 МГц	80 - 240 МГц	16 МГц
Разрядность	8 бит	32 бит	8 бит
Цифровые входы/выходы	14 шт	21 шт	23 - 24 шт
Аналоговые входы/выходы	6 шт	15 шт	6 шт
Выходное напряжение	3,3В, 5 В	3,3В	3,3В, 5 В
Рабочая температура	от -25 до +85 °С	от -40 до +125 °С	от -40 до +85 °С
Встроенный видеочип	нету	нету	нету
Размеры	69 мм × 53 мм	18 мм × 25,5 мм	43,6 мм × 18,3 мм
Интерфейс	SPI,I2C,UART	UART,SPI, I2C,USB	UART, I2C,SPI

### 1.3 Датчики температуры

Датчики температуры представляют собой устройства, предназначенные для измерения температуры объектов или среды, используя разнообразные свойства и характеристики измеряемых материалов или окружающей среды. Процесс измерения температуры включает в себя передачу небольшого количества тепловой энергии от измеряемого объекта к датчику, который преобразует эту энергию в электрический сигнал. В данном контексте, для сравнительного анализа были выбраны датчики температуры DS1820, TMP36 и DHT22. Результаты подробного сравнения представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 — Сравнение датчиков температуры

Параметры сравнения	АНТ10	DS1820	LM35DZ
Что измеряет	Температура, влажность	Температура	Температура,
Тип сигнала	Аналоговый	Аналоговый	Аналоговый
Напряжение питания	3,3 В	От 3 до 5,5 В	4 - 30 В
Температурный диапазон	от -40 до +80 °C	от -55 до +125 °C	от -55 до +150 °C
Погрешность	+/-2 - 5 °C(при 25 °C)	+/-0.5 °C (от -10 до 85 °C)	+/-0.5 °C(при 25 °C)
Потребляемый ток	От 1 до 2,5 мА	1мА	До 60 мкА

### 1.4 Датчик влажности воздуха

Датчики влажности воздуха представляют собой устройства, предназначенные для измерения уровня влажности в окружающей среде. Процесс измерения влажности включает в себя взаимодействие с окружающей средой, при котором датчик регистрирует уровень водяного пара в воздухе и преобразует эту информацию в электрический сигнал. В данном контексте, для сравнительного анализа были выбраны датчики влажности воздуха АНТ10, ВМЕ280 и DHT22. Результаты сравнения представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 — Сравнение датчиков влажности воздуха

Параметры сравнения	АНТ10	ВМЕ280	DHT22
Тип сигнала	Аналоговый	цифровой	цифровой
Диапазон измерения	От 0% до 100%	От 0% до 100%	От 0% до 100%
Погрешность	+/-2%	+/-3%	+/-2 - 5%
Потребляемый ток	0,1 мкА	1,8 мА	От 1 до 2,5 мА



## 1.5 Датчик влажности почвы

Датчик влажности почвы служит для измерения уровня влажности в почве. Этот электронный датчик может определять содержание влаги в почве и выдавать соответствующий сигнал, который позволяет оценить, насколько влажной или сухой является почва.

Датчики влажности почвы широко используются в сельском хозяйстве и садоводстве, а также в автоматических системах полива, для определения оптимального времени и объема полива растений. Они также применяются в экологических и агрометеорологических исследованиях для мониторинга влажности почвы в природных экосистемах.

Датчики влажности почвы часто встроены в зонды или установлены в грунте на определенной глубине. Они работают на основе различных физических принципов, включая измерение проводимости почвы или изменения диэлектрической проницаемости почвы в зависимости от влажности.

Полученные данные от датчика влажности почвы помогают сельхозпроизводителям и садоводам более эффективно управлять поливом, предотвращая как пересушивание, так и переувлажнение почвы. Таким образом, датчики влажности почвы способствуют оптимизации урожаев и сбережению водных ресурсов.

В данном случае для сравнения были выбраны датчики влажности почвы YL38, SEN0193, VH400. Результаты детального сравнения приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 — Сравнение датчиков влажности почвы

Параметры сравнения	YL38	SEN0193	VH400
Тип сигнала	цифровой/ аналоговый	аналоговый	цифровой
Диапазон измерения	От 0% до 100%	От 0% до 100%	От 0% до 100%
Погрешность	+/-2 - 5%	+/-3 - 5%	+/-3%
Потребляемый ток	35 мА	30 мА	30 мА
Напряжение питания	3,3-5 В	3,3-5 В	3,3-5 В

## 1.6 Модуль отображения информации

Модуль отображения информации играет важную роль в процессе представления данных. Он предназначен для вывода информации, полученной с датчиков или обработанной микропроцессором. В данном контексте будет использоваться OLED дисплей.

Существует несколько видов модулей отображения информации. Сегментные дисплеи используются для отображения простых величин, таких как температура, время или количество оборотов. Они состоят из сегментов,

которые можно включать или выключать, чтобы отобразить определенные символы. Такие дисплеи могут быть как жидкокристаллическими, так и светодиодными.

Алфавитно-цифровые дисплеи, также известные как текстовые или символьные, предоставляют возможность выводить разнообразную информацию. Они состоят из массива крупных пикселей, которые могут отображать буквы, цифры и другие символы.

Графические дисплеи, такие как мониторы компьютеров и экраны смартфонов, способны отображать сложные изображения и графику. Они имеют высокое разрешение и могут воспроизводить цветную графику.

Выбор конкретного типа дисплея зависит от целей и потребностей проекта. Каждый вид дисплея имеет свои преимущества и может использоваться для различных задач, начиная от простых индикаций и заканчивая выводом сложных графических данных.

Для сравнения были выбраны модули отображения информации OLED 128x64, PCD8544, LCD 1602. Результаты детального сравнения приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 — Сравнение модулей отображения информации

Параметры сравнения	OLED 128x64	PCD8544	LCD 1602
Напряжение питания	5 В	3,3-5 В	5 В
Потребляемый ток	8мА	5-20мА	1мА
Тип	OLED	LCD	LCD
Интерфейс	I2C	SPI	I2C
Размер	27мм x 27мм	43 мм x 43 мм	80мм x 36мм
Разрешение	128 x 64 пикселей	48 x 84 пикселей	16 x 2 символов

## 1.7 Модуль индикации

В основе этого модуля лежит светодиод. Светодиод - это полупроводниковое устройство с электронно-дырочным переходом, которое генерирует свет при прохождении через него электрического тока в определенном направлении.

Свет, излучаемый светодиодом, ограничивается узким диапазоном спектра, что означает, что светодиод излучает свет практически в одном цвете (особенно если это светодиоды видимого спектра). Это отличает светодиоды от ламп, которые излучают более широкий спектр света, требуя использования светофильтров для получения конкретного цвета свечения.

Спектральный диапазон излучения светодиода зависит от типа и химического состава используемых полупроводников, а также ширины запрещенной зоны.

Существует две основные категории светодиодов: индикаторные и осветительные. Индикаторные светодиоды используются для указания состояния, сигнализации и подсветки дисплеев и приборных панелей. Они обладают умеренной яркостью и невысокой мощностью. Осветительные светодиоды, напротив, используются для освещения помещений в светодиодных лампах и лентах, автомобильных фарах и других приложениях, где требуется интенсивное освещение. Мощность таких светодиодов может достигать десятков ватт.

В данном устройстве, так как светодиод будет использоваться для индикации, будут применены индикаторные светодиоды. Для сравнения были выбраны светодиоды GNL-3012CW, GNL-3012Y и GNL-3012B. Результаты детального сравнения приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 — Сравнение модулей индикации

Параметры сравнения	GNL-3012CW	GNL-3012Y	GNL-3012B
Максимальное прямое напряжение	2.1 В	2.1 В	2.1 В
Размер линзы	3 мм	3 мм	3 мм
Потребляемый ток	до 20 мА	до 20 мА	до 20 мА
Длина волны	580 нм	565 нм	380 нм
Спектр цветов	белый	желтый	синий
Светодиодный режим управления	общий катод	общий катод	общий катод

## 1.8 Датчик освещенности

Датчики освещенности в теплицах представляют собой устройства, спроектированные для непрерывного мониторинга уровня освещенности внутри теплицы и автоматического управления системой освещения в зависимости от изменяющихся условий. Они выполняют критическую роль в обеспечении оптимальных условий для роста растений, особенно в ситуациях, когда недостаток естественного света, например, в зимние месяцы или во время пасмурной погоды, может негативно повлиять на рост и урожайность.

Работа датчиков освещенности в теплицах основана на их способности измерять интенсивность света, падающего на растения. Эти устройства обычно размещаются в стратегических точках внутри теплицы, где они непрерывно отслеживают уровень освещенности. Когда этот уровень снижается ниже установленного порога, датчик срабатывает, и система

управления освещением активирует источники искусственного света, такие как лампы или светодиодные панели.

Автоматическое управление освещением обеспечивает несколько важных преимуществ. Во-первых, оно экономит энергию, поскольку освещение включается только в случае необходимости, и выключается, когда уровень света удовлетворяет потребности растений. Это способствует сокращению энергопотребления и снижению эксплуатационных расходов.

Во-вторых, автоматическое управление освещением гарантирует, что растения всегда получают необходимое количество света для фотосинтеза и здорового роста. Это особенно важно в условиях, когда длительность дневного света ограничена или изменчива.

Датчики освещенности могут быть интегрированы в системы управления климатом и поливом теплицы. Такая интеграция позволяет создать гармоничную систему, в которой освещение, температура и уровень влажности регулируются автоматически, чтобы обеспечить растениям оптимальные условия для роста. Этот комплексный подход повышает эффективность возделывания растений и способствует увеличению урожайности.

Важно отметить, что выбор и установка датчиков освещенности в теплице должны быть согласованы с видами растений и их потребностями в свете. Разные растения могут требовать разное количество освещения, и уровень освещенности может изменяться в зависимости от времени года и времени суток. Поэтому система управления освещением должна быть гибкой и настраиваемой, чтобы учитывать все эти факторы.

Кроме того, датчики освещенности в теплицах могут использоваться для мониторинга и анализа данных. Эти устройства могут записывать информацию о количестве света в течение дня и ночи, что может быть полезно для оптимизации условий возделывания растений. По этим данным можно определить, какие части теплицы получают наибольшее количество света, а где необходимо улучшить освещение.

В итоге датчики освещенности в теплице содействуют повышению урожайности, улучшению качества продукции и более эффективному использованию ресурсов, делая их важным компонентом современного сельского хозяйства. Результаты детального сравнения приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 — Сравнение датчиков освещенности

Параметры сравнения	LM393	TCRT1000	QRE1113
Напряжение питания	3,3 В	3,3 В	3.0 В
Рабочая температура	от -25 до +85 °C	от -25 до +85 °C	от 0 до +85 °C
Потребляемый ток	60 мА	до 80 мА	до 60 мА
Тип элемента	Фототранзистор	Фототранзистор	Фотодиод

## **2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА**

### **2.1 Постановка задачи**

Для разработки структуры устройства, необходимо начать с определения его целей и функций. В данном случае, целью является создание микропроцессорного устройства, которое будет контролировать различные параметры в тепличном комбинате. Эти параметры могут включать в себя данные о температуре, влажности, освещенности, и, возможно, другие факторы, которые влияют на условия внутри теплицы и на рост растений.

Когда все компоненты выбраны, нужно определить, как они будут взаимодействовать друг с другом и с микропроцессором. Это может потребовать использования аналоговых или цифровых входов и выходов, а также разработки программного обеспечения для обработки данных и управления устройством.

Важной частью разработки структуры является также обеспечение питания для всех компонентов, а также разработка корпуса или монтажной платы для установки устройства в теплице. Кроме того, стоит обдумать способы передачи данных с устройства, например, через беспроводные связи, если это необходимо.

Таким образом, структура разрабатываемого устройства для контроля параметров тепличного комбината будет включать в себя выбранные датчики, микропроцессор, программное обеспечение, и средства связи или передачи данных, а также систему питания и корпус для установки в теплице.

Для реализации было выбрано устройство, осуществляющее сбор информации о параметрах теплицы:

- сбор информации о температуре воздуха;
- сбор информации о влажности почвы;
- сбор информации о влажности воздуха;
- сбор информации об освещенности теплицы;
- вывод информации на дисплей;
- управление режимами.

### **2.2 Определение компонентов структуры устройства**

При выборе компонентов, включаемых в структуру устройства, необходимо учитывать функции, определенные в начальной постановке задачи. Проведя детальный анализ этих функций, можно выделить определенные компоненты, которые, как было выяснено, играют важную роль в обеспечении заданных функциональных характеристик устройства.

Следует подчеркнуть, что выбор этих компонентов является неотъемлемым шагом при проектировании устройства, поскольку от них зависит успешное выполнение функций. Эти компоненты могут рассматриваться как часть инженерного решения, и их характеристики и

взаимодействие будут иметь существенное влияние на производительность и эффективность всего устройства.

Таким образом, при проектировании структуры устройства следует уделять особое внимание этим компонентам, убедившись в том, что они не только соответствуют заданным функциям, но и хорошо интегрируются в общую архитектуру устройства. Это позволит обеспечить оптимальное взаимодействие между компонентами и, следовательно, обеспечить успешное выполнение задачи, поставленной перед устройством.

Проанализировав выделенные функции, были определены следующие компоненты, представленные ниже.

1) Микроконтроллер — является неотъемлемым и ключевым элементом всей схемы устройства. В первую очередь, микроконтроллер отвечает за обработку поступающей информации. Это включает в себя прием, анализ и интерпретацию данных, поступающих от различных датчиков, внешних устройств или других источников. Микроконтроллер способен обрабатывать данные в реальном времени, что делает его важным компонентом в системах, где требуется оперативная реакция на изменяющиеся условия.

Микроконтроллер обеспечивает координацию работы всех элементов системы, что гарантирует согласованное и эффективное выполнение задачи устройства.

2) Датчик температуры — стабилизатор напряжения и источник питания схемы.

3) Датчик влажности воздуха — представляет собой важный компонент, обеспечивающий поддержание оптимальных условий для роста растений. Этот датчик служит для постоянного контроля уровня влажности внутри теплицы, что необходимо для здорового развития растений. Он также позволяет автоматически управлять системами полива, предотвращая переувлажнение или недостаточное увлажнение почвы. Контроль влажности воздуха помогает предотвращать развитие грибков и плесени, обеспечивая здоровую среду для роста растений. Этот компонент также способствует оптимизации урожая и снижению затрат на энергопотребление.

4) Датчик влажности почвы является частью системы, обеспечивающей контроль и поддержание оптимальных условий для роста растений. Его главная функция заключается в постоянном отслеживании влажности в почве, что имеет решающее значение для здорового роста и процветания растений. Датчик влажности почвы позволяет точно измерять уровень влажности и контролировать процесс полива, обеспечивая почве необходимое количество влаги. Это помогает предотвратить как пересушивание, так и переувлажнение почвы, что может негативно повлиять на рост и здоровье растений.

5) Модуль отображения информации основная функция заключается в предоставлении информации о текущем состоянии тепличной среды и работе различных систем. Этот модуль предоставляет важные данные о температуре, влажности, уровне освещенности и других параметрах внутри теплицы. Это

информация позволяет следить за условиями роста растений и вовремя реагировать на изменения.

6) Датчик освещенности выполняет функцию в обеспечении оптимальных условий для роста растений. Его главная задача - контролировать уровень освещенности внутри теплицы и обеспечивать регулировку освещения в зависимости от потребностей растений. Датчик освещенности позволяет точно измерять интенсивность света, что важно для оптимального фотосинтеза растений.

7) Модуль индикации, представленный светодиодами, является частью системы мониторинга внутри теплицы. Эти светодиоды выполняют роль визуального интерфейса для оператора или садовода, предоставляя информацию о текущих условиях в теплице. Кроме того, модуль индикации может предоставлять информацию о состоянии системы управления теплицей, таких как система полива и освещения.

7) Модуль управления, представленный матричной клавиатурой, представляет собой компонент системы, обеспечивающий пользователю возможность активно взаимодействовать с теплицей. Эти кнопки выполняют роль интерфейса, позволяя управлять режимами работы и настраивать параметры среды внутри теплицы.

### **2.3 Взаимодействие компонентов устройства**

Устройство имеет четыре режима работы: считывает информацию с датчика температуры, считывает информацию с датчика влажности воздуха, считывает информацию с датчика влажности почвы, также считывает информацию с датчика освещенности, затем эти данные передаются на контроллер, который их анализирует. Режимы работы можно будет выбрать с помощью кнопок на органе управления, которые отвечают за соответствующие режимы. Текущий режим работы будет продемонстрирован на дисплее.

Контроллер сравнивает допустимые значения и полученные значения с датчика температуры, влажности и освещенности, и выводит соответствующие показания на дисплей.

При превышении допустимых значений, полученных с датчиков, сработает светодиод.

Модуль питания взаимодействует со всеми элементами схемы напрямую или через контроллер, благодаря ему осуществляется питание всех необходимых элементов.

### **3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛИЧНОГО КОМБИНАТА**

Чтобы выбрать элементы устройства, необходимо опираться на его индивидуальные параметры, функции, которые оно может выполнять, а также на его характеристики. Анализ таблиц в обзоре литературы позволяет объективно и наглядно оценить параметры и характеристики, что упрощает и оптимизирует процедуру выбора.

Функциональная схема разрабатываемого устройства представлена в приложении В.

#### **3.1 Обоснование выбора микроконтроллеров**

Выбор микроконтроллера ATmega328 вместо ESP32 и LGT8f328p обоснован несколькими факторами:

1. Простота и надежность: ATmega328 - это микроконтроллер, который широко используется во многих проектах и известен своей надежностью.
2. Энергопотребление: ATmega328 обычно имеет более низкое энергопотребление по сравнению с ESP32, что делает его более подходящим для устройств с ограниченным источником питания.
3. Цена: ATmega328 является более доступным с точки зрения стоимости по сравнению с более мощными микроконтроллерами, такими как ESP32.
4. Простота в программировании: ATmega328 - это популярный выбор, так как он легко программируется через Arduino IDE, что упрощает разработку для многих пользователей.
5. Скорость разработки: ATmega328 является подходящим выбором, если нужно быстро создать прототип или простой проект, так как он не требует сложных настроек и интеграции.

#### **3.2 Обоснование выбора датчика температуры**

Выбор датчика температуры АНТ10 вместо ВМЕ280 и DHT22 обусловлен несколькими факторами:

1. Точность и разрешение: АНТ10 обладает высокой точностью и разрешением при измерении температуры, что делает его отличным выбором, где важна точность измерений. Он предоставляет аналоговый выход и может измерять температуру с точностью до долей градуса Цельсия.
2. Интерфейс: АНТ10 обеспечивает цифровой выход по шине I2C, что делает его удобным для подключения к микроконтроллерам. Если вам нужен датчик с интерфейсом наблюдения, это может соответствовать вашему выбору.



3. Стабильность: АНТ10 известен своей стабильностью в работе в широком диапазоне температур. Это делает его подходящим для работы в разных климатических условиях.

4. Надежность и долговечность: АНТ10 предлагает долгий срок службы и не имеет подвижных частей, что увеличивает его надежность.

### **3.3 Обоснование выбора датчика влажности воздуха**

Выбор датчика влажности воздуха АНТ10 вместо ВМЕ280 и DHT22 обоснован следующими причинами:

1. Точность и стабильность: АНТ10 известен своей высокой точностью измерений влажности воздуха.

2. Компактный размер: АНТ10 обладает компактным размером, что облегчает его интеграцию в небольшие устройства с ограниченным пространством.

3. Цифровой интерфейс: АНТ10 работает с цифровым интерфейсом, что упрощает подключение к контроллерам и микроконтроллерам, а также обработку данных.

4. Надежность и долговечность: АНТ10 - надежный датчик с долгим сроком службы, что делает его подходящим для долгосрочных проектов.

5. Минимальное воздействие на окружающую среду: АНТ10 не требует использования вредных веществ, таких как ртуть, и не имеет движущихся частей, что делает его экологически безопасным и надежным для использования.

### **3.4 Обоснование выбора датчика влажности почвы**

Выбор датчика влажности почвы YL38 вместо SEN0193 и VH400 может быть обоснован несколькими факторами:

1. Цена и доступность: YL38 обычно предлагает более доступные цены, что может быть привлекательным фактором, особенно если вам не требуется максимальная точность и вы хотите сэкономить на стоимости компонентов.

2. Простота использования и подключения: YL38 прост в использовании и подключении. Если вам важна простота установки и не требуется сложная настройка, YL38 является более удобным вариантом.

3. Надежность в конкретных условиях: В зависимости от ваших условий эксплуатации, YL38 является подходящим вариантом, так как он проявляет стабильность и эффективность в нашем конкретном типе почвы и окружающей среде.

4. Применение в простых системах: YL38 может быть предпочтительным вариантом для простых систем автоматизации полива или сбора данных о влажности почвы. Так как мой проект не требует продвинутых функций, YL38 является более практичным решением.

### **3.5 Обоснование выбора модуля отображения информации**

Выбор модуля отображения информации OLED 128x64 вместо PCD8544 и LCD 1602 может быть обоснован несколькими факторами, которые зависят от конкретных требований:

1. Качество отображения и разрешение: OLED-дисплеи, такие как 128x64, обычно обеспечивают более высокое качество отображения и большее разрешение по сравнению с LCD-дисплеями типа PCD8544 и LCD 1602. OLED обеспечивает более четкие и контрастные изображения.

2. Тонкий и компактный дизайн: OLED-дисплеи обычно более тонкие и компактные, что делает их привлекательными для проектов, где важна компактность.

3. Высокий уровень яркости: OLED-экраны обладают хорошей яркостью и высоким контрастом, что обеспечивает хорошую видимость даже при ярком освещении.

4. Гибкость по дизайну: OLED-дисплеи гибче в плане дизайна интерфейса. Они могут отображать более сложные графические элементы и иметь возможность анимации, что может быть важным для некоторых проектов.

5. Низкое энергопотребление в некоторых режимах: В некоторых случаях OLED-дисплеи могут потреблять меньше энергии, так как подсветка происходит на уровне каждого пикселя, в то время как у LCD-дисплеев есть постоянная подсветка.

6. Простота программирования: Для OLED-дисплеев часто доступны удобные библиотеки и примеры кода для быстрой и легкой интеграции в проект.

### **3.6 Обоснование выбора датчика освещенности**

Выбор датчика освещенности LM393 вместо TCRT1000 и QRE1113 обоснован рядом факторов:

1. Широкий диапазон рабочих условий: LM393 обеспечивает надежную работу в различных условиях освещенности, что делает его универсальным и применимым в различных сценариях использования.

2. Способность к обнаружению черных/тёмных поверхностей: LM393 более эффективен к обнаружению черных или тёмных поверхностей, что полезно в некоторых приложениях, например, в линейных оптических системах.

3. Цена и доступность: LM393 часто предоставляет хороший баланс между ценой и производительностью, что является важным фактором при выборе датчика освещенности для проекта.

4. Простота в использовании и подключении: LM393 предоставляет удобный интерфейс и прост в использовании, это весомый фактор для выбора.

## **4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА**

Принципиальная схема разрабатываемого устройства представлена в приложении В.

Расчёт системы питания устройства сводится к определению минимального выходного тока и вырабатываемой мощности внешнего источника питания.

### **4.1 Микроконтроллер**

Микроконтроллер ATmega328 соединен со всеми элементами схемы через аналоговые или цифровые входы и выходы платы Arduino Nano.

Arduino Nano является компактной и многофункциональной платой Arduino, предоставляя множество возможностей для разработки электронных проектов. Эта плата обладает 14 цифровыми входами/выходами и 8 аналоговыми входами/выходами, что делает ее отличным выбором для широкого спектра задач. Несмотря на свои компактные размеры, Arduino Nano сохраняет функциональность Arduino Uno, обеспечивая удобство и эффективность в процессе создания и отладки электронных устройств.

В схеме устройства модуль отображения информации подключен к входам интерфейса: A4, A5, 5V, GND, датчик температуры и влажности к аналоговым входам A4 и A5 и входам питания 5V и GND, датчик освещенности подключен к аналоговому входу A1 и входам питания 5V и GND, датчик влажности почвы подключен к аналоговому входу A0 и входам питания 5V и GND, светодиодный модуль к цифровому выходу D10 и D13. Данный микроконтроллер питается от напряжения 5 В.

### **4.2 Датчик температуры**

Датчик АНТ10 подключен к аналоговому входу микроконтроллера A4 и к входам питания 5V и GND. Через A4 поступает информация о значении температуры в зависимости от напряжения, поступающего на аналоговый вход. Питается датчик от напряжения 5 В.

### **4.3 Датчик влажности воздуха**

Датчик АНТ10 подключен к аналоговому входу микроконтроллера A5 и к входам питания 5V и GND. Через A5 поступает информация о значении влажности воздуха в зависимости от напряжения, поступающего на аналоговый вход. Питается датчик от напряжения 5 В.

#### 4.4 Датчик влажности почвы

Датчик YL38 подключен к аналоговому входу микроконтроллера A0 и входам питания 5V и GND. Через A0 поступает информация о значении влажности почвы в зависимости от напряжения, поступающего на аналоговый вход. Питается датчик от напряжения 5 В.

#### 4.5 Модуль отображения информации

Дисплей OLED 128x64 поддерживает интерфейс I2C и поэтому подключен к входам A4, A5 микроконтроллера. Согласно спецификации, на вход VCC подаётся напряжение 5 В. Дисплей принимает данные через интерфейс I2C, поэтому выход SDA и SCL подключены к выходам A4 и A5 соответственно.

#### 4.6 Датчик освещенности

Датчик LM393 подключен к аналоговому входу микроконтроллера A1 и входам питания 5V и GND. Через A1 поступает информация о значении освещенности в зависимости от напряжения, поступающего на аналоговый вход. Питается датчик от напряжения 5 В.

#### 4.7 Расчет мощности элементов схемы

Потребляемая мощность разрабатываемого устройства равна сумме мощностей потребителей электрической энергии. Мощность каждого из потребителей рассчитывается исходя из максимального потребляемого тока компонентом и его напряжения питания.

В реализованной схеме используются микроконтроллер ATmega328, датчик температуры АНТ10, датчик влажности воздуха АНТ10, датчик влажности почвы YL38, электродвигатель постоянного тока TGP01S-A130, дисплей OLED 128x64, датчик освещенности LM393, 2 светодиода, матричная клавиатура.

Таким образом потребляемая мощность будет равна:

$$P = 5 \cdot 22 + 3,3 \cdot 0,025 + 5 \cdot 35 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 16 + 5 \cdot 20 \cdot 2 + 5 \cdot 350 + 5 \cdot 100 = 2866 \text{ мВт.}$$

Мощности каждого из потребителей схемы устройства представлены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Расчет мощности элементов схемы устройства

Потребитель	U, В	I, мА	Кол-во	P, мВт
Микроконтроллер ATmega328	5	22	1	110

Продолжение таблицы 4.1

Датчик температуры и влажности АНТ10	3,3	0,025	1	0.83
Датчик влажности почвы YL38	5	35	1	175
Датчик освещенности LM393	5	10	1	50
Дисплей OLED 128x64	5	16	1	80
Светодиод	5	20	2	200
Электродвигатель постоянного тока TGP01S-A130	5	350	1	1750
Матричная клавиатура	5	100	1	500
Суммарная мощность				2866

Для обеспечения надежности работы устройства закладывается запас по мощности в 30%:

$$P = P + P * 0.3 = 2,866 + 2,866 * 0.3 = 29.122639 \approx 3,7 \text{ Вт}$$

Выходное напряжение источника питания равняется 5 В, максимальная выходная мощность схемы равняется 3,7 Вт. Рассчитаем минимальный выходной ток источника питания:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3,7}{5} = 0,74 \text{ А}$$

Расчёт системы питания имеет следующие результаты – выходное напряжение внешнего питания 5 В, мощность внешнего источника питания 3,7 Вт, минимальный выходной ток 0,74 А.

#### 4.8 Расчет нагрузки светодиодов

В данном курсовом проекте используется два светодиода различных цветов, подключенные к входам D10, D13.

Для ограничения тока светодиода используется резистор номиналом, рассчитываемым по следующей формуле:

$$R = \frac{U_{\Pi} - U_{\text{Д}}}{I_{\text{ПР}}},$$

где  $U_{\Pi}$  – напряжения питания,  $U_{\text{Д}}$  – напряжение, падающее на светодиоде,  $I_{\text{ПР}}$  – прямой ток светодиода.

В проекте используются светодиоды красного цвета, со следующими параметрами:  $I_{\text{ПР}} = 20 \text{ мА}$ .  $U_{\text{Д}} = 1 \text{ В}$ .

Получаем:

$$R = \frac{5 - 1}{20 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Ом.}$$

Следовательно, для того чтобы предотвратить перегрев светодиода, он должен быть подключен через резистор с сопротивлением не менее 200 Ом. Однако, важно учесть, что слишком большое сопротивление может привести к тому, что светодиод будет гореть очень слабо, что не всегда желательно. В данном проекте светодиоды подключаются через резисторы сопротивлением 220 Ом, обеспечивая оптимальное сочетание между яркостью свечения и безопасностью работы устройства. Такой подход позволяет сохранить стабильную работу светодиодов, предотвращая их перегрев и, в то же время, обеспечивая достаточную яркость для эффективного функционирования проекта.

#### **4.9 Исполнительное устройство**

Электродвигатель постоянного тока TGP01S-A130 подключен к цифровому выходу микроконтроллера D11 и входам питания 5V и GND. На вход питания электродвигателя через транзистор 2N2222 поступает сигнал с цифрового выхода D11. Питается электродвигатель от напряжения 5 В.

#### **4.10 Устройство управления**

Мембранная клавиатура 4x4 подключена к цифровым входам микроконтроллера D2-D5 и цифровым выходам D6-D9. Когда пользователь нажимает на клавишу, происходит замыкание соответствующей комбинации цифрового входа и выхода. Это создает замкнутый цепной путь, который микроконтроллер может обнаружить. Программно, микроконтроллер может определить, какая именно клавиша была нажата, анализируя комбинацию активных цифровых входов и выходов.

## **5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

### **5.1 Требования к разработке программного обеспечения**

Разработанное устройство предназначено для сбора информации о различных параметрах в тепличном комбинате. В его состав входят датчики температуры и влажности воздуха, датчик освещенности, а также датчик влажности почвы. Разрабатываемое программное обеспечение должно эффективно анализировать эти параметры, проводить их обработку и оповещать пользователя в случае несоответствия заданным стандартам.

Алгоритм работы устройства предполагает постоянный мониторинг показателей от всех датчиков. В случае выявления отклонений от установленных норм (например, недопустимо высокой или низкой температуры, недостаточного освещения или неудовлетворительного уровня влажности воздуха или почвы), устройство активирует оповещение пользователя.

Алгоритм также предусматривает обработку исключительных ситуаций, таких как потеря связи с одним из датчиков или сбой в их работе. В случае обнаружения подобных проблем, устройство должно способствовать корректной диагностике и быстрому восстановлению связи или замене неисправных датчиков.

Таким образом, разработанное устройство для контроля параметров в тепличном комбинате обеспечивает надежное и эффективное мониторинговое решение, способное обрабатывать исключительные ситуации и своевременно информировать пользователя о необходимости принятия мер.

### **5.2 Блок-схема алгоритма**

Блок-схема алгоритма программного обеспечения разрабатываемого устройства представлена в приложении Г.

Блоки 1 – 4 представляют собой подготовку программы для дальнейшей работы (инициализация переменных и определение модулей, подключенных к микроконтроллеру). Основная логика программы представлена в блоках 5 – 28.

В блоках 8 – 13 проверяется, значение влажности почвы больше чем 800. Если да, то в блоке 10 начинается цикл, который включает мотор пока значение больше 200.

В блоках 14–16 происходит обработка нажатия клавиши и устанавливается выбранный режим работы. В 14 блоке происходит обработка нажатия клавиши, затем в 15 блоке устанавливается выбранный режим работы. В 16 блоке происходит переход к выбранному режиму работы.

В блоках 17–22 происходит отображение выбранного параметра и ежесекундное обновления дисплея для отслеживания изменений в реальном времени.

В блоках 23–25 происходит очистка дисплея и получение значения обновленного параметра.

### **5.3 Исходный код программы для устройства контроля параметров тепличного комбината**

Исходный код программного обеспечения разрабатываемого устройства представлен в приложении Д.

Функция `void setup()` (строки 50 – 79): Эта функция инициализирует различные компоненты и переменные при старте программы. Она устанавливает соединение с последовательным портом, устанавливает режим вывода для светодиода и мотора, выполняет мигание светодиодом для сигнализации о старте, инициализирует дисплей и датчик АНТ, а затем очищает буфер дисплея и выводит стартовое меню.

Функция `void loop()` (строки 82 – 291): Это главный цикл программы, который выполняется непрерывно после инициализации. Он обновляет параметры каждую секунду, обрабатывает нажатия клавиш на клавиатуре, управляет светодиодом в зависимости от освещенности, выводит влажность почвы в монитор порта и управляет мотором в зависимости от влажности почвы.

Функция `void handleKeyPress(char key)` (строки 120 – 181): Эта функция обрабатывает нажатия клавиш на клавиатуре. Она интерпретирует, какую клавишу нажал пользователь, и выполняет соответствующее действие в зависимости от выбранной клавиши.

Функция `void updateParameters()` (строки 184 – 193): Эта функция обновляет параметры на дисплее в соответствии с выбранным параметром. Если выбран конкретный параметр, функция обновляет дисплей с соответствующей информацией.

Функция `void displayParameter(int param)` (строки 196 – 243): Эта функция отображает выбранный параметр на дисплее. Она очищает дисплей и выводит информацию о выбранном параметре.

Функция `void displaySecondPage(int param)` (строки 246 – 266): Эта функция отображает параметры на второй странице меню на дисплее. Она выводит информацию о параметрах на второй странице меню.

Функция `float getTemperature()` (строки 269 – 273): Эта функция получает значение температуры от датчика температуры и влажности АНТ. Она получает событие от датчика и возвращает температуру в градусах Цельсия.

Функция `float getHumidity()` (строки 276 – 280): Эта функция получает значение влажности от датчика температуры и влажности АНТ. Она получает событие от датчика и возвращает относительную влажность в



процентах.

Функция `void displayStartMenu()` (строки 283 – 291): Эта функция используется для вывода стартового меню на графический дисплей устройства. Каждая строка меню соответствует определенному параметру или функции системы контроля тепличного комбината

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсового проекта была создана система контроля параметров тепличного комбината, предназначенная для непрерывного мониторинга и анализа ключевых параметров в тепличной среде. Система способна измерять и анализировать температуру внутри теплицы, уровень освещенности, влажность почвы и воздуха, а также управлять системой полива и освещения.

При выявлении несоответствий в измеренных параметрах, таких как переизбыток или недостаток влажности, температурные аномалии или проблемы с освещением, система оповещает оператора с помощью световых сигналов, а также предоставляет дополнительную информацию на графическом интерфейсе.

Система контроля параметров тепличного комбината обладает следующими преимуществами:

- высокая точность измерений и надежность данных;
- использование современных технологий для обеспечения непрерывного мониторинга;
- интеграция системы управления поливом и освещением для оптимального роста растений;
- графический интерфейс для удобного отображения и анализа данных.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Вычислительные машины, системы и сети: дипломное проектирование (методическое пособие) [Электронный ресурс]: Минск БГУИР 2019. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_136308.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_136308.pdf)
- [2] Документация Arduino [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://docs.arduino.cc/>.
- [3] Геддес, М. 25 крутых проектов с Arduino / М. Геддес; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – Москва: Эксмо, 2019. – 272 с.
- [4] Arduino NANO [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano>.
- [5] Статья – Датчики [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: [http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub\\_16\\_datchiki.htm](http://www.electrolibrary.info/subscribe/sub_16_datchiki.htm).
- [6] АНТ10 — аналоговый датчик температуры и влажности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://esphome.io/components/sensor/aht10.html>.
- [7] YL38 — датчик влажности почвы [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.datasheetarchive.com/?q=yl-38>.
- [8] OLED 128x64 – модуль отображения информации [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.buydisplay.com/datasheet-128x64-oled-module-spi-0-96-inch-graphic-displays-white-on-black>.
- [9] LM393 – датчик освещенности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Lm393%20datasheet&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiApOyqBhDlARIsAGfnyMr7JeVDgnYGAhj9GTSF3J3usTKLeV4BmnsuVIwVhF9i9Kw44oiYrpYaAj8EEALw\\_wcB](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Lm393%20datasheet&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiApOyqBhDlARIsAGfnyMr7JeVDgnYGAhj9GTSF3J3usTKLeV4BmnsuVIwVhF9i9Kw44oiYrpYaAj8EEALw_wcB).
- [10] Мотор – исполнительное устройство [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://agricultural-gearbox.en.made-in-china.com/product/gQYRxVeMIJWk/China-Plastic-Gearbox-Mini-Geared-Motor-Tgp01s-A130.html>.
- [11] Microsoft Word – MP3 – TF – 16P V1.0 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://picaxe.com/docs/spe033.pdf>.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

**Схема структурная**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(обязательное)

### **Схема функциональная**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(обязательное)

**Схема принципиальная**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
(обязательное)

**Схема программы**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

### Листинг кода

```
1  /*
2      Студент группы 050541 Самсонов Е.С.;
3      Микропроцессорное устройство контроля параметров тепличного комбината;
4  */
5  #include <Wire.h>
6  #include <Adafruit_GFX.h>
7  #include <Adafruit_SSD1306.h>
8  #include <Adafruit_AHTX0.h>
9  #include <Keypad.h>
10
11 #define SCREEN_WIDTH 128
12 #define SCREEN_HEIGHT 64
13 // Инициализация дисплея
14 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
15
16 // Определение размерности клавиатуры
17 const byte ROWS = 4;
18 const byte COLS = 4;
19
20 // Массив кнопок на клавиатуре
21 char keys[ROWS][COLS] = {
22     {'1', '2', '3', 'A'},
23     {'4', '5', '6', 'B'},
24     {'7', '8', '9', 'C'},
25     {'*', '0', '#', 'D'}
26 };
27
28 // Определение контактов строк и столбцов клавиатуры
29 byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6};
30 byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2};
31
32 Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS); //
Инициализация клавиатуры
33
34 Adafruit_AHTX0 aht; // Инициализация датчика температуры и влажности
35
36 const int soilMoisturePin = A0; // контакт для считывания информации с
датчика влажности почвы
37 const int lightSensorPin = A1; // контакт для считывания информации с
датчика освещенности
38 const int ledPin = 10; // контакт для управления светодиодом
39 const int motorPin = 11; // контакт для управления мотором
40
41 unsigned long motorStartTime = 0;
42 const unsigned long motorDuration = 1000; // Длительность включения
мотора в миллисекундах
43 unsigned long lastKeyPressTime = 0; // Время последнего нажатия клавиши
44 int selectedParam = 0; // Выбранный параметр
45 int currentPage = 1; // Текущая страница меню
46 int soilMoistureValue = analogRead(soilMoisturePin);
47 static bool motorActive = false; // Флаг для отслеживания активности
мотора
48
49 // Инициализация
50 void setup() {
51     Serial.begin(9600);
```



```

52
53   pinMode(ledPin, OUTPUT);
54   pinMode(motorPin, OUTPUT);
55
56   // Мигаем светодиодом 5 раз при включении
57   for (int i = 0; i < 5; i++) {
58       digitalWrite(ledPin, HIGH);
59       delay(100);
60       digitalWrite(ledPin, LOW);
61       delay(100);
62   }
63
64   // Инициализация дисплея и датчика
65   if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
66       Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
67       for (;;)
68   }
69
70   if (!aht.begin()) {
71       Serial.println(F("Failed to initialize AHT sensor!"));
72       while (1);
73   }
74
75   display.display(); // Очистить буфер дисплея
76   delay(200);
77   display.clearDisplay();
78   displayStartMenu();
79 }
80
81 // Основной цикл
82 void loop() {
83     unsigned long currentMillis = millis();
84     if (currentMillis - lastKeyPressTime >= 1000) {
85         updateParameters();
86         lastKeyPressTime = currentMillis;
87     }
88
89     char key = keypad.getKey();
90
91     if (key) {
92         handleKeyPress(key);
93     }
94
95     // Автоматическое включение светодиода при освещенности выше 800
96     if (analogRead(lightSensorPin) > 800) {
97         digitalWrite(ledPin, HIGH);
98     } else {
99         digitalWrite(ledPin, LOW);
100    }
101
102    // Вывод значений влажности почвы в Serial Monitor
103    Serial.print("Soil Moisture Value: ");
104    Serial.println(analogRead(soilMoisturePin));
105
106    // Управление мотором в зависимости от влажности почвы
107    if (soilMoistureValue > 600 && !motorActive) {
108        digitalWrite(motorPin, HIGH); // Включение мотора
109        motorStartTime = millis(); // Запоминаем время начала работы мотора
110        motorActive = true; // Устанавливаем флаг, что мотор был активирован
111    } else if (soilMoistureValue < 200 && motorActive) {
112        if (millis() - motorStartTime >= motorDuration) {
113            digitalWrite(motorPin, LOW); // Выключение мотора после истечения
времени

```

```

114     motorActive = false; // Сбрасываем флаг, чтобы мотор мог быть
активирован снова
115     }
116     }
117 }
118
119 // Обработка нажатий клавиш
120 void handleKeyPress(char key) {
121     display.clearDisplay();
122     display.setTextSize(1);
123     display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
124
125     switch (key) {
126         case '1':
127             selectedParam = 1;
128             break;
129         case '2':
130             selectedParam = 2;
131             break;
132         case '3':
133             selectedParam = 3;
134             break;
135         case '4':
136             selectedParam = 4;
137             break;
138         case '5':
139             selectedParam = 5;
140             break;
141         case '6':
142             if (currentPage == 2) {
143                 // Переключение состояния светодиода
144                 digitalWrite(13, !digitalRead(13));
145                 selectedParam = 6;
146             }
147             break;
148         case '7':
149             if (currentPage == 2) {
150                 // Вкл мотора
151                 digitalWrite(motorPin, HIGH);
152                 delay(1000);
153                 digitalWrite(motorPin, LOW);
154                 selectedParam = 7;
155             }
156             break;
157         case '0':
158             selectedParam = 0;
159             break;
160         case 'A':
161             if (currentPage == 1) {
162                 // Переключение на 2 страницу
163                 currentPage = 2;
164             } else {
165                 // Переключение на 1 страницу
166                 currentPage = 1;
167             }
168             break;
169         default:
170             break;
171     }
172
173     // Вывод параметра на дисплей
174     if (currentPage == 1) {
175         displayParameter(selectedParam);

```

```

176     } else if (currentPage == 2) {
177         displaySecondPage(selectedParam);
178     }
179
180     display.display();
181 }
182
183 // Обновление параметров на дисплее
184 void updateParameters() {
185     if (selectedParam != 0) {
186         if (currentPage == 1) {
187             displayParameter(selectedParam);
188         } else if (currentPage == 2) {
189             displaySecondPage(selectedParam);
190         }
191         display.display();
192     }
193 }
194
195 // Отображение параметра на дисплее
196 void displayParameter(int param) {
197     float temperature = getTemperature();
198     float humidity = getHumidity();
199
200     display.setCursor(0, 0);
201
202     switch (param) {
203         case 1:
204             display.clearDisplay();
205             display.print(F("Temperature: "));
206             display.println(temperature);
207             break;
208         case 2:
209             display.clearDisplay();
210             display.print(F("Humidity: "));
211             display.println(humidity);
212             break;
213         case 3:
214             display.clearDisplay();
215             display.print(F("Soil Moisture: "));
216             display.println(map(analogRead(soilMoisturePin), 0, 1023, 0, 100));
217             break;
218         case 4:
219             display.clearDisplay();
220             display.print(F("Light Intensity: "));
221             display.println(analogRead(lightSensorPin));
222             break;
223         case 5:
224             display.clearDisplay();
225             display.print(F("Temperature: "));
226             display.println(temperature);
227             display.print(F("Humidity: "));
228             display.println(humidity);
229             display.print(F("Soil Moisture: "));
230             display.println(map(analogRead(soilMoisturePin), 0, 1023, 0, 100));
231             display.print(F("Light Intensity: "));
232             display.println(analogRead(lightSensorPin));
233             break;
234         case 6:
235             display.clearDisplay();
236             display.print(F("LED State: "));
237             display.println(digitalRead(13) ? "ON" : "OFF");
238             break;

```

```

239     default:
240         displayStartMenu();
241         break;
242     }
243 }
244
245 // Отображение второй страницы меню
246 void displaySecondPage(int param) {
247     display.setCursor(0, 0);
248     display.println(F("6 - Toggle LED"));
249     display.println(F("7 - Motor"));
250
251     switch (param) {
252         case 6:
253             display.clearDisplay();
254             display.setCursor(0, 0);
255             display.print(F("LED State: "));
256             display.println(digitalRead(13) ? "ON" : "OFF");
257             break;
258         case 7:
259             display.clearDisplay();
260             display.setCursor(0, 0);
261             display.print(F("Motor: "));
262             display.println(F("Turning on for 1 second"));
263             break;
264     }
265 }
266 }
267
268 // Получение значения температуры
269 float getTemperature() {
270     sensors_event_t temp;
271     aht.getEvent(nullptr, &temp);
272     return temp.temperature;
273 }
274
275 // Получение значения влажности
276 float getHumidity() {
277     sensors_event_t humidity;
278     aht.getEvent(&humidity, nullptr);
279     return humidity.relative_humidity;
280 }
281
282 // Отображение стартового меню на дисплее
283 void displayStartMenu() {
284     display.setCursor(0, 0);
285     display.println(F("1 - Temperature"));
286     display.println(F("2 - Humidity"));
287     display.println(F("3 - Soil Moisture"));
288     display.println(F("4 - Light Intensity"));
289     display.println(F("5 - All Parameters"));
290     display.println(F("A - Second Page"));
291 }

```

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
(обязательное)

**Перечень элементов**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
(обязательное)

**Ведомость документов**