Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Схемотехника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА БИБЛИОТЕКИ

БГУИР КП 1–40 02 01 01 307 ПЗ

Студент: А. В. Гуринович

Руководитель: Ю. И. Некревич

МИНСК 2021

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет: ФКСиС. Кафедра: ЭВМ.

Специальность: 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети».

Специализация: 40 02 01-01 «Проектирование и применение локальных компьютерных сетей».

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Б.В.Никульшин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

по курсовому проекту студента

Гуриновича Андрея Викторовича

**1** Тема проекта: «Система контроля микроклимата библиотеки».

**2** Срок сдачи студентом законченного проекта: 6 декабря 2021 г.

**3** Исходные данные к проекту:

**3.1** Датчики ультрафиолетового излучения.

**3.2** Датчики влажности.

**3.3** Датчики температуры.

**3.4** Управление системой вентиляции.

**4** Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке

вопросов):

Введение 1. Обзор литературы. 2. Разработка структурной схемы. 3. Разработка функциональной схемы. 4. Разработка принципиальной схемы. Заключение. Список использованных источников. Приложения.

**5** Перечень графического материала (с точным указанием обязательных

чертежей):

**5.1** Система контроля микроклимата библиотеки.

Схема электрическая структурная.

**5.2** Система контроля микроклимата библиотеки.

Схема электрическая функциональная.

**5.3** Система контроля микроклимата библиотеки.

Схема электрическая принципиальная.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов  дипломного проекта | Объем  этапа,  % | Срок выполнения этапа | Примечания |
| Подбор и изучение литературы. | 25 | 14.09 – 12.10 |  |
| Структурное проектирование | 10 | 12.10 – 12.11 |  |
| Функциональное проектирование | 25 | 12.10 – 12.11 |  |
| Принципиальное проектирование | 30 | 12.11 – 06.12 |  |
| Оформление пояснительной записки | 10 | 12.11 – 06.12 |  |

Дата выдачи задания: 14.09.2021

Руководитель Ю. И. Некревич

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ \_\_\_\_\_\_\_\_ А. В. Гуринович

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc90385036)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6](#_Toc90385037)

[1.1 ГОСТ 7.50-2002 6](#_Toc90385038)

[1.2 Датчики влажности 6](#_Toc90385039)

[1.3 Датчики температуры 7](#_Toc90385040)

[1.4 Датчики ультрафиолетового излучения 8](#_Toc90385041)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 9](#_Toc90385042)

[2.1 Определение рабочих параметров 9](#_Toc90385043)

[2.2 Описание структурной схемы 10](#_Toc90385044)

[3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 12](#_Toc90385045)

[3.1 Датчик влажности 12](#_Toc90385046)

[3.2 Датчик температуры 12](#_Toc90385047)

[3.3 Датчик ультрафиолетового излучения 12](#_Toc90385048)

[3.4 Микроконтроллер 13](#_Toc90385049)

[3.5 Дисплей 13](#_Toc90385050)

[3.6 Внешние системы управления 13](#_Toc90385051)

[4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ 14](#_Toc90385052)

[4.1 Датчик влажности 14](#_Toc90385053)

[4.2 Датчик температуры 14](#_Toc90385054)

[4.3 Датчик ультрафиолетового излучения 14](#_Toc90385055)

[4.4 Микроконтроллер 15](#_Toc90385056)

[4.5 Дисплей 15](#_Toc90385057)

[4.6 Блок питания 16](#_Toc90385058)

[4.7 Внешние системы управления 16](#_Toc90385059)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 18](#_Toc90385060)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 19](#_Toc90385061)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 21](#_Toc90385062)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 22](#_Toc90385063)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 23](#_Toc90385064)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 24](#_Toc90385065)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 25](#_Toc90385066)

# ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на повсеместный перенос информации с бумажных носителей на цифровые, большое количество информации всё ещё хранится только на бумажных носителях, причём носители данной информации часто существуют в малом количестве, а иногда и вовсе в единственном экземпляре.

Из-за физических и химических особенностей бумажных носителей, для поддержания их в хорошем состоянии и замедления их строения, существует необходимость в специализированных помещениях или зданиях, спроектированных специально для долгосрочного хранения бумажных носителей информации, такие помещения называют книгохранилищами.

Хранения (консервация документов) стандартизирована межгосударственным стандартом «ГОСТ 7.50-2002. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Консервация документов. Общие требования» (далее – Стандарт) [1]. Стандарт в том числе устанавливает и требования по микроклимату: температурно-влажностный, световой режимы.

Поддержание установленных Стандартом параметров в ручном режиме имеет несколько недостатков: необходимость содержания и обучения сотрудников, которые должны проводить измерения в разных частях книгохранилища, анализировать их и принимать решения о коррекции микроклимата; опасность «человеческого фактора»: ошибки в расчётах, принятия неправильных решений по коррекции микроклимата, пропуск проверок микроклимата и иные ошибки.

Решением всех вышеперечисленных проблем служит автоматизированная система со следующими задачами: сбор информации с датчиков, расположенных на разных участках книгохранилища, анализ полученной информации об освещённости, температуре и влажности, принятие решения о подаче сигнала внешним устройствам, отвечающим за вентиляцию книгохранилища, изменение температуры воздуха в вентиляции, уровень искусственного освещениях.

Целью данного курсового проекта является разработка модульной системы контроля микроклимата библиотеки.

Задачей системы является автоматизация процессов сбора и анализа информации о температуре, влажности и ультрафиолетовом излучении в книгохранилище; процесса обработки этой информации и принятия решения о включении или выключении систем циркуляции, изменение температуры и увлажнения воздуха.

Функционал системы состоит в получении цифровых сигналов от датчиков, их обработке и принятии решения о включении или выключении систем циркуляции, увлажнения и изменение температуры воздуха на основании обработанной информации.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 ГОСТ 7.50-2002

Межгосударственный стандарт «ГОСТ 7.50-2002. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Консервация документов. Общие требования» принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств 5 марта 2002 года, введён 1 января 2003 года [1].

Несмотря на девятнадцатилетний возраст, Стандарт не нуждается в обновлении, из-за отсутствия изменений в технологиях производства и хранения бумажных носителей. Изучение наиболее эффективных методов хранения бумажных носителей ведётся с появления самих носителей, а современный характер приобрели в середине двадцатого века, когда книги и журналы окончательно перестали быть элитарными источниками информации, а их выпуск рос с каждых годом. Тогда начали появятся специализированные помещения в составах больших библиотек, постепенно они приняли современный вид, отличительными особенности которого является: полное отсутствие окон, либо существования маленького количества технических окон, автоматизированная система вентиляции и пожаротушения, без применения воды. [2]

## 1.2 Датчики влажности

В случае книгохранилища необходимы датчики влажности, которые определяют относительную влажность газа, в данном случае воздуха, такие датчики называют гигрометрами [3]. Существуют различные гигрометры, основанные на разных принципах. Ниже приведено описание различных электронных гигрометров.

### 1.2.1 Оптоэлектронные

Гигрометры этого типа производят измерение точки росы (температура воздуха, при которой содержащийся в нём пар достигает состояния насыщения и начинает конденсироваться в росу) при помощи охлаждаемого зеркала, которое охлаждается до температуры ниже температуры точки росы, затем медленно нагревается до температуры точки росы. Данный тип датчиков обладает самой высокой точностью, однако является наиболее дорогим, и может выдавать искажённую информацию при загрязнении зеркала. Так как помещение книгохранилища имеет хорошую вентиляцию, а следовательно пыль из него быстро удаляется, также самих источников пыли практически нет, загрязнения зеркала будет проблемой с низкой вероятностью. Из этого следует, что данный вариант датчиков является наиболее подходящим для книгохранилища.

### 1.2.2 Ёмкостные

Гигрометры этого типа измеряют изменение емкости полимерного или металоксидного конденсатора, вызванное абсорбцией влаги. Диапазон измерения таких датчиков находится в промежутке от 5 до 95 относительных процентов, однако они подвержены искажению показаний из-за изменения свойств конденсатора со временем. Данные датчики подходят для системы контроля микроклимата, однако требуют замены для сохранения точности измерений, по прошествии определённого промежутка времени.

### 1.2.3 Кондуктометрические

Гигрометры этого типа также называют резистивными. Они используют эффект изменения электропроводимости гигроскопичных солей некоторых типов или электропроводящих полимеров в зависимости от насыщенности газа влагой. Зная исходное сопротивление элемента при определённой влажности, можно рассчитать относительную влажность для другого сопротивления.

### 1.2.4 Пьезоэлектрические

Пьезоэлектрики – диэлектрики, в которых наблюдается пьезоэффект, то есть те, которые могут либо под действием деформации индуцировать электрический заряд на своей поверхности (прямой пьезоэффект), либо под влиянием внешнего электрического поля деформироваться (обратный пьезоэффект).

Принцип работы датчиков такого типа основан на изменении частоты механических колебаний пластинки из пьезоэлектрика (к примеру, кварцевого кристалла) с нанесённой на него плёнкой обратимо поглощающего-десорбирующего влагу вещества, при поглощении влаги масса плёнки увеличивается, что снижает частоту колебаний электромеханической системы, колебания в которой поддерживаются электронным автогенератором;

## 1.3 Датчики температуры

Для обеспечения сохранности документов необходимо поддерживать температурный режим согласно Стандарту, для этого необходимо предусмотреть датчики температуры в книгохранилище. После измерения температуры воздуха системой будет проводиться анализ данных и принятие решения о необходимости подогрева или охлаждения помещения, или об отсутствии необходимости.

Ниже приведено описание различных электронных датчиков температуры [4].

### 1.3.1 Термоэлектрические

Принцип работы основан на том, что в замкнутых контурах проводников или полупроводников возникает электрический ток, при условии, что места спайки различаются по температуре. Для измерения температуры, один конец термопары помещают в среду измерения, а с помощью другого – снимают показания. Данный тип датчиков обладает большой погрешностью, что делает его непригодным для работы в книгохранилище, где максимальное отклонение температуры от нормы составляет 2 °С.

### 1.3.2 Терморезисторные

Данный тип датчиков основан на измерении изменения сопротивления проводника при изменении его температуры. Имеют высокую точность и простой метод считывания данных: измерение сопротивления. Подходят для проекта.

### 1.3.3 Полупроводниковые

Используют изменение характеристик p-n перехода под воздействием температуры: зависимость напряжения на транзисторе от температуры всегда пропорциональна. Имеют высокую точность, благодаря материалу изготовления позволяют устанавливать их сразу на плату с преобразователем данных в цифровые.

## 1.4 Датчики ультрафиолетового излучения

Из-за специфики организации хранения бумажных носителей, необходимы датчики именно ультрафиолетового излучения, так как именно оно влияет на носители в значительной степени. Длинны волн этого излучения лежат в диапазоне от 10 до 400 нанометров. Одним из вариантов измерения ультрафиолетового излучения является метод, основанный на фотовольтаическом эффекте [5].

Рабочая поверхность ультрафиолетового светодиода, установленного на плате датчика, поглощает часть электромагнитного излучения ультрафиолетового диапазона, электроны, получая энергию фотонов, переходят на внешний энергетический уровень, где становятся свободными. Увеличение количества свободных электронов приводит к возникновение тока, который затем усиливается операционным усилителем. Уровень напряжения на выходе прямо пропорционален силе тока, протекающего через ультрафиолетовый светодиод, а следовательно, интенсивности ультрафиолетового излучения, таким образом, зная значения силы тока при разной интенсивности ультрафиолетового излучения, можно анализировать информацию с подобных датчиков.

# 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

## 2.1 Определение рабочих параметров

Для определения рабочих параметров необходимо обратиться к Межгосударственному стандарту «ГОСТ 7.50-2002. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Консервация документов. Общие требования» [1].

### 2.1.1 Влажность

Согласно Стандарту, а именно подпунктам пункта № 4.3: «В хранилище должна осуществляться свободная циркуляция воздуха, исключающая образование застойных зон», «В помещениях для хранения документов постоянно поддерживают относительную влажность 55%±5%», «Влажность воздуха контролируют и регистрируют два-три раза в неделю в одно и то же время суток, при нарушениях режима – ежедневно».

Таким образом, необходимо обеспечить контроль над влажностью посредством соответствующих датчиков. Согласно подпункту № 4.3.6 Стандарта, «Измерительные приборы размещают в главных проходах в каждой комнате и на каждом ярусе, вдали от отопительных и вентиляционных систем на расстоянии (1,4±0,1) м от пола».

### 2.1.2 Температура

Согласно Стандарту, а именно подпунктам пункта № 4.3: «В помещениях для хранения документов постоянно поддерживают температуру воздуха (18±2) °С», «Температуру и влажность воздуха контролируют и регистрируют два-три раза в неделю в одно и то же время суток, при нарушениях режима – ежедневно».

Таким образом, необходимо обеспечить контроль температурного режима посредством соответствующего датчика. Согласно подпункту № 4.3.6 Стандарта, «Измерительные приборы размещают в главных проходах в каждой комнате и на каждом ярусе, вдали от отопительных и вентиляционных систем на расстоянии (1,4±0,1) м от пола».

### 2.1.3 Освещённость

Согласно Стандарту, а именно подпунктам пункта № 4.2: «Документы хранят в темноте или при освещении рассеянным светом. Не допускается освещение документов прямыми солнечными лучами»; «Для освещения следует использовать лампы с фильтром, защищающим от ультрафиолетового излучения и поглощающим тепло, или волоконно-оптические системы освещения», «Источники света должны обеспечивать оптическое излучение с длиной волны не менее 400 и не более 760 нм».

Таким образом, очевидно, что система искусственного освещения должна работать только при присутствии в помещении персонала книгохранилища, лампы в нём не должны излучать волны вне установленного спектра (не должны быть в ультрафиолетовом спектре), а свет из окон допускается только в слабом, рассеянном виде.

Для обеспечения сохранности документов необходимо предусмотреть сигнализацию, которая будет оповещать операторов книгохранилища о нарушениях светового режима. Для этого следует установить датчики освещённости, которые будут реагировать исключительно на освещение вне установленного Стандартом спектра.

## 2.2 Описание структурной схемы

Схема электрическая структурная проектируемой системы представлена в приложении А.

Система состоит из следующих блоков:

1. Датчики влажности.
2. Датчики температуры.
3. Датчики ультрафиолетового спектра.
4. Управления.

Блоки датчиков в данной курсовой работе содержат по одному датчику, при практической реализации системы множество датчиков одного типа подключаются к устройству, преобразующему сигнал от них по дизъюнктивному принципу, устройство передаёт сигнал в блок управления, который действует аналогично системе с единичными датчиками, так как для него входной сигнал преобразует устройство.

Ниже приведено описание блоков и их взаимодействия с другими блоками.

### 2.2.1 Блок датчиков влажности

Блок содержит в себе необходимое для конкретного книгохранилища количество аналоговых датчиков влажности. Блок имеет одностороннюю связь с блоком управления, направленную в сторону последнего.

### 2.2.2 Блок датчиков температуры

В блоке содержится требуемое для практической реализации системы количество датчиков температуры. Аналоговые данные передаются на вход блока управления.

### 2.2.3 Блок датчиков ультрафиолетового спектра

Блок представляет из себя совокупность аналоговых датчиков электромагнитных волн ультрафиолетового спектра в необходимом для конкретной реализации системы количестве. Данные с блока передаются на аналоговый вход блока управления.

### 2.2.4 Блок управления

Основной блок, который обработает информацию с вышеперечисленных блоков, имеет жидкокристаллический дисплей для вывода собираемых датчиками данных.

При отклонении параметров влажности или температуры от соответствующих Стандарту, подаёт сигнал на соответствующие внешние системы контроля. Присутствие положительного двоичного сигнала сообщает советующей системе контроля о необходимости активации системы до возвращения сигнала в логический нуль. В случае обнаружения датчиками ультрафиолетового спектра, на дисплей выводится предупреждение о необходимости оператору системы провести проверку причин возникновения данного отклонения.

### 2.2.5 Внешние системы управления

Системы управления увлажнением, температурой и вентиляцией воздуха являются внешними устройствами с бинарными входами, которые, при подаче логической единицы от контроллера, активируют соответствующий процесс изменения до спада логической единицы.

# 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Схема электрическая функциональная разрабатываемой системы представлена в приложении Б.

Ниже, в подразделах, приведены описания требований к компонентам. Требования основаны на Стандарте, связь компонентов основывается на структурной схеме из предыдущего раздела. Для функциональной схемы выбраны абстрактные очертания будущих компонентов, то есть описываются только основные контакты и связи.

Условные обозначения контактов датчиков выполнены по следующей схеме: входные контакты обозначаются «IN», а выходные – «OUT», в скобках указан тип используемого сигнала: «D» обозначает цифровой (бинарный) сигнала, «A» – аналоговый.

## 3.1 Датчик влажности

Учитывая требования Стандарта к влажности, точность устройства должна составлять минимум 5% относительной влажности, диапазон измерений от минимум от 50% до 60% относительной влажности. Диапазон рабочих температур примем за наиболее вероятный диапазон температур в помещении – минимум от 0 °С до 40 °С. Датчик должен иметь один аналоговый выход, который будет использован для связи с блоком управления. На схеме датчик обозначен «HS», от «humidity sensor».

## 3.2 Датчик температуры

Согласно Стандарту, отклонение температуры от рекомендуемой в книгохранилище не должно превышать 2 °С, следовательно точность датчика должна составлять минимум аналогичное значение. Минимальный диапазон измеряемых температур примем за наиболее вероятный диапазон возможных в помещении температур: от 0 °С до 40 °С. На схеме данному датчику соответствует обозначение «TS», от «temperature sensor». Для связи с блоком управления датчику необходим один аналоговый выход.

## 3.3 Датчик ультрафиолетового излучения

Стандарт предусматривает только спектр рекомендуемого освещения, без погрешностей, из-за отсутствия влияния электромагнитного излучения в инфракрасном спектре на носители информации в книгохранилище, необходимо детектирование только ультрафиолетового диапазона. Датчик должен иметь один аналоговый выход, который будет использован для связи с блоком управления. На схеме датчик обозначен «UVS», от «ultraviolet sensor».

## 3.4 Микроконтроллер

Для обработки данных с датчиков и управления внешними системами необходимо использовать микроконтроллер, необходимо наличие достаточного для подключения датчиков и систем управления количества входов и выходов. Входы должны иметь возможность обрабатывать аналоговый сигнал.

## 3.5 Дисплей

Наиболее удобным решением для отображения информации с датчиков является дисплей. Учтивая малое количество выводимых данных, в системе могут быть использованы как семисегментные, так и пикскльные дисплеи малого размера. Дисплей должен иметь заднюю подсветку, для комфортного восприятия информации при условиях искусственного освещения.

## 3.6 Внешние системы управления

Система рассчитана для книгохранилищ с уже установленными системами циркуляции, изменение температуры и увлажнения воздуха. Системы должны иметь бинарные входы для активации соответствующих функций.

# 4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Схема электрическая принципиальная разрабатываемой системы представлена в приложении В.

## 4.1 Датчик влажности

Согласно описанным в третьем разделе параметрам, был выбран датчик относительной влажности компании Honeywell, модель «HIH-4000-001» [6]. Диапазон измеряемых значений составляет полный спектр значений относительной влажности, погрешность – 3,5%. Диапазон рабочих температур составляет промежуток от -40°С до 85 °С, что удовлетворяет требованиям работы в помещении.

Датчик имеет два контакта для питания и один аналоговый информационный. Для правильной работы датчика, согласно информации из технической спецификации, необходимо подключить резистор R1 номиналом 80 кОм между GND и Vout.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через аналоговый выход Vout, который подключён к контакту PC3 микроконтроллера. Имеет обозначение «S01» – первый датчик.

## 4.2 Датчик температуры

В схеме используется датчик температуры компании Analog Devices, с наименованием модели «AD22100KTZ» [7]. Диапазон измеряемых температур оставляет промежуток от -50 °С до 150 °С, что удовлетворяет требованиям, указанным выше, в третьем разделе. Погрешность составляет 0.5 °С, что также удовлетворяет требованиями.

Датчик имеет два контакта для питания и один аналоговый информационный. Согласно информации из технической спецификации, для функционирования датчика необходимо в цепь между микроконтроллером и информационным выходом встроить резистор R2 номиналом 1 кОм, также эту цепь нужно заземлить конденсатором C1ёмкостью в 0.1 мкФ.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через аналоговый выход Vout, который подключён к контакту PC4 микроконтроллера. Имеет обозначение «S02» – второй датчик.

## 4.3 Датчик ультрафиолетового излучения

В качестве датчика электромагнитных волн ультрафиолетового спектра выбрана модель «GYML8511» компании Sunfounder [8]. Диапазон измеряемых длин волн составляет промежуток от 280 до 315 нм, то есть среднее и ближнее ультрафиолетовое излучение. Диапазон рабочих температур составляет промежуток от -20°С до 70 °С, что удовлетворяет требованиям работы в помещении.

Датчик имеет пять контактов: информационный выход, напряжение которого прямо пропорционально интенсивности ультрафиолетового излучения (OUT), общая земля питания (GND), вход напряжения питания, от +4 до +6 В (номинально 5 В) постоянного тока (VIN), вход напряжения питания, от +2,7 до +3,6 В (номинально 3,3 В) постоянного тока (3V3), вход разрешения (подтянут внутренним сопротивлением модуля) (EN). При установке EN в уровень логического нуля модуль перестанет регистрировать УФ излучение. Для данной реализации системы используются только контакты OUT, GND и VIN.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через аналоговый выход OUT, который подключён к контакту PC5 микроконтроллера. Имеет обозначение «S03» – третий датчик.

## 4.4 Микроконтроллер

В качестве микроконтроллера для данной системы выбрана модель «ATmega8-16PU» [9], производимая компанией Microchip Technology Inc., модель обладает достаточным количеством входов и выходов, диапазон рабочих температур составляет промежуток от -40°С до 85 °С, что удовлетворяет требованиям работы в помещении, объём памяти программ составляет 8 КБ, обладает АЦП, что позволяет работать с входными аналоговыми сигналами.

Все контакты портов B, C и D: PB0 – PB7, PC0 – PC7, PD0 – PD7, – являются двунаправленными: то есть могут как считывать сигнал, так и генерировать его. Выходы на внешние системы управления подключены к порту B. Датчики подключены к входам порта «C», так как они поддерживают обработку аналогового сигнала. Связь с дисплеем осуществляется через порт D.

Обозначен как «C01» – первый элемент блока управления.

## 4.5 Дисплей

В качестве дисплея выбрана жидкокристаллическая модель «1602A» [10] разработки компании Hitachi. Модель обладает двумя строками, вмещающими 16 ASCII-символов, светодиодной задней подсветкой и настраиваемой контрастностью.

Контакты VSS и VDD отвечают за питание дисплея; A и K – питание задней подсветки; VEE подключён через переменный резистор R3 номиналом 10 кОм, через который осуществляется управление уровнем контрастности; RS – активация режима выбора сегмента; RW – выбор операции, логический ноль соответствует записи, нуль – чтению; E – вход включения; D0 - D7 – восемь информационных двунаправленных контактов. Дисплей может работать как в четырёхбитном режиме, используя только контакты D4 - D7 для информации, так и в восьмибитном режиме, в котором используются все доступные информационные контакты.

Соединение дисплея с микроконтроллером осуществляется через шину, к которой, с одной стороны, подключены все информационные и управляющие, кроме управления контрастностью, контакты дисплея, а с другой – PD0 – PD7 для советующих информационных контактов D0 - D7 и PB0, PB1, PB2 для управляющих контактов E, RW, RS соответственно. Имеет обозначение «C02» – второй элемент блока управления.

## 4.6 Блок питания

Питание схемы осуществляется от электрической сети переменного тока напряжением 220 В, в систему встроен блок питания, который преобразуется в постоянный ток напряжением 5 В [11].

VD1 – диодный мост модели «КЦ402А», используемы для выпрямления переменного тока в постоянный, после него установлен стабилизатор напряжения модели «KP14EH5A». Номинал конденсаторов C2, C3, C4 и C5 составляет соответственно 10 мкФ, 200 мкФ, 200 мкФ, 2000 мкФ, номинал резистора R4 составляет 10 кОм.

## 4.7 Внешние системы управления

Среди изученных систем управления: модели «ТРМ133М» [12] и «ТРМ202» [13] компании Овен, «M245» [14] компании ZENTEC, «UNIVERSE 6.1» [15] компании Danfoss и иных большинство используют как интерфейс связи RS-485, при этом всегда используются только два контакта.

Так как интерфейс определяет только электрические и временные характеристики, возможно использовать любые соединители и кабели, которые будут физически удовлетворительно передавать сигнал. Для уменьшения размеров платы, в качестве разъёмов будут использоваться двухконтактные RJ-11, так как стандарт является одним из наиболее распространённых и простых, подлежит простой замене.

Недостатком данного решения является необходимость перепрограммировать контроллер для каждой конкретной реализации системы, так как набор передаваемых системам управления команд может отличаться на разных системах управлениях.

Однако такое подключение позволяет работать с практически любыми типами управления устройствами, так как можно как подавать команды двоичным кодом, так и подключить концы провода напрямую к контактам включения определённых функций на устройствах управления. Также использование стандарта RS-485 позволяет как отправлять данные на устройства управления, так и получать с них информацию.

Порты RJ-11 обозначены на схеме как «С03», «С04», «С05» – третий-пятый элементы блока управления. В вышеуказанном порядке отвечают за системы циркуляции, подогрева и увлажнения соответственно. Подключены к контактам PB6 и PB7, PC0 и PC1, PB3 и PB4 соответственно.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсового проекта создана схема устройства для управления микроклиматом книгохранилища. Система обеспечивает рекомендуемые Стандартом параметры, что обеспечивает долговечность носителей информации, а следовательно, и хранения информации на них.

Система анализирует информацию с датчиков влажности, температуры и ультрафиолетового спектра электромагнитного освещения, на основании полученных данных выдаёт управляющие сигналы на внешние устройства: системы управления увлажнением, подогревом и вентиляцией воздуха.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Межгосударственный стандарт ГОСТ 7.50-2002 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Консервация документов. Общие требования. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200030174 – Дата доступа: 06.12.2021

[2] Сетевое издание «Onliner.by» [Электронный ресурс]. – Районы, кварталы. Национальная библиотека: история ромбокубооктаэдра – Режим доступа: https://realt.onliner.by/2012/07/07/nacionalnaya – Дата доступа: 06.12.2021

[3] Онлайн журнал про электричество «Электрик Инфо» [Электронный ресурс]. – Датчики влажности - как устроены и работают. – Режим доступа: http://electrik.info/main/automation/1083-datchiki-vlazhnosti-kak-ustroeny-i-rabotayut.html – Дата доступа: 06.12.2021

[4] Сайт проекта «ПУЭ8» [Электронный ресурс]. – Датчики измерения температуры: типы, принцип работы. – Режим доступа: https://pue8.ru/vybor-elektrooborudovaniya/804-datchiki-izmereniya-temperatury-tipy-printsip raboty.html – Дата доступа: 06.12.2021

[5] Сайт компании «3DIY» [Электронный ресурс]. – Обзор датчика ультрафиолетового излучения GYML8511 – Режим доступа: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-uf-GYML8511/ – Дата доступа: 06.12.2021

[6] Сайт компании «Honeywell» [Электронный ресурс]. – HIH-4000 Series datasheet – Режим доступа: https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4000-series-product-sheet-009017-5-en.pdf – Дата доступа: 06.12.2021

[7] Сайт компании «Analog Devices» [Электронный ресурс]. – AD22100: Voltage Output Temperature Sensor with Signal Conditioning. – Режим доступа: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD22100.pdf – Дата доступа: 06.12.2021

[8] Вики компании Sunfounders [Электронный ресурс]. – GYML8511 UV Sensor. – Режим доступа: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=GYML8511\_UV\_Sensor – Дата доступа: 06.12.2021

[9] Сайт компании «Microchip» [Электронный ресурс]. – ATmega8-16PU Datasheet – Режим доступа: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8\_L\_datasheet.pdf – Дата доступа: 06.12.2021

[10] Сайт «Openhacks» [Электронный ресурс]. – Specification for LCD Module 1602A-1 – Режим доступа: https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf – Дата доступа: 06.12.2021

[11] Сайт «Radio-Magic.ru» [Электронный ресурс]. – Схема блока питания на 5 Вольт – Режим доступа: <https://radio-magic.ru/power-supply/70-power-5volt> – Дата доступа: 06.12.2021

[12] Сайт компании Овен [Электронный ресурс]. – ТРМ133М контроллер для приточно-вытяжной вентиляции – Режим доступа: https://owen.ru/product/trm133m – Дата доступа: 06.12.2021

[13] Сайт компании Овен [Электронный ресурс]. – ТРМ202 двухканальный регулятор с универсальным входом и RS-485 – Режим доступа: https://owen.ru/product/trm202– Дата доступа: 06.12.2021

[14] Сайт «VentAvtomatika.ru» [Электронный ресурс]. – Контроллер ZENTEC M245 – Режим доступа: https://ventavtomatika.ru/avtomatika/controllers/kontroller-carel-c.pco-mini-din-high-end.html – Дата доступа: 06.12.2021

[15] Сайт «VentAvtomatika.ru» [Электронный ресурс]. – Контроллер (ПЛК) Danfoss UNIVERSE 6.1 (MCX06D)– Режим доступа: https://ventavtomatika.ru/avtomatika/controllers/kontroller-(plk)-danfoss-universe-6.1-(mcx06d).html – Дата доступа: 06.12.2021

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

**Схема электрическая структурная**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

**Схема электрическая функциональная**

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Обязательное)

**Схема электрическая принципиальная**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Обязательное)

**Перечень элементов**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(Обязательное)

**Ведомость документов**