Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Структурная и функциональная организации

электронных вычислительных машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МЕТАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ СНАРЯДОВ

С ДВУХОСНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

БГУИР КП 1–40 02 01 01 307 ПЗ

Студент: А. В. Гуринович

Руководитель: А. А. Воронов

МИНСК 2022

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

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

ЗАДАНИЕ

по курсовому проекту студента

Гуриновича Андрея Викторовича

**1** Тема проекта: «Устройство для метания малоразмерных снарядов с двухосным движением».

**2** Срок сдачи студентом законченного проекта: 12 мая 2022 г.

**3** Исходные данные к проекту:

**3.1** Одноплатный компьютер Raspberry Pi Zero W

**3.2** Движение по двум осям

**3.3** Шаговые электродвигатели

**3.4** Камера с инфракрасной подсветкой

**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** Устройство для метания малоразмерных снарядов с двухосным движением.

Схема электрическая структурная.

**5.2** Устройство для метания малоразмерных снарядов с двухосным движением.

Схема электрическая функциональная.

**5.3** Устройство для метания малоразмерных снарядов с двухосным движением.

Схема электрическая принципиальная.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов  дипломного проекта | Объем  этапа,  % | Срок выполнения этапа | Примечания |
| Подбор и изучение литературы. | 25 | 05.02 – 20.02 |  |
| Структурное проектирование | 10 | 20.02 – 10.03 |  |
| Функциональное проектирование | 25 | 10.03 – 01.04 |  |
| Принципиальное проектирование | 30 | 01.04 – 20.04 |  |
| Оформление пояснительной записки | 10 | 20.04 – 10.05 |  |

Дата выдачи задания: 05.02.2022

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_ А. А. Воронов

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

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc103215291)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6](#_Toc103215292)

[1.1 Raspberry Pi Zero W 6](#_Toc103215293)

[1.2 Шаговые электродвигатели 8](#_Toc103215294)

[1.3 Камеры с инфракрасной подсветкой 9](#_Toc103215295)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 11](#_Toc103215296)

[2.1 Определение рабочих параметров 11](#_Toc103215297)

[2.2 Описание структурной схемы 12](#_Toc103215298)

[3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 14](#_Toc103215299)

[3.1 Датчик влажности 14](#_Toc103215300)

[3.2 Датчик температуры 14](#_Toc103215301)

[3.3 Датчик ультрафиолетового излучения 14](#_Toc103215302)

[3.4 Микроконтроллер 15](#_Toc103215303)

[3.5 Дисплей 15](#_Toc103215304)

[3.6 Внешние системы управления 15](#_Toc103215305)

[4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ 16](#_Toc103215306)

[4.1 Датчик влажности 16](#_Toc103215307)

[4.2 Датчик температуры 16](#_Toc103215308)

[4.3 Датчик ультрафиолетового излучения 16](#_Toc103215309)

[4.4 Микроконтроллер 17](#_Toc103215310)

[4.5 Дисплей 17](#_Toc103215311)

[4.6 Блок питания 18](#_Toc103215312)

[4.7 Внешние системы управления 18](#_Toc103215313)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 20](#_Toc103215314)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 21](#_Toc103215315)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 22](#_Toc103215316)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 23](#_Toc103215317)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 24](#_Toc103215318)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 25](#_Toc103215319)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 26](#_Toc103215320)

# ВВЕДЕНИЕ

Целю данной курсовой работы является создание двухосного подвеса на шаговых двигателях и устройства, стреляющего малоразмерными зарядами, закреплённого на нём.

Управление устройством осуществляется одноплатным компьютером Raspberry Pi Zero W, к которому подключены контроллеры двух двигателей и

В данном курсовом проекте разрабатывается модуль сканирования окружения – устройство сбора информации об окружающих объектах, передающее его на станцию для дальнейшей обработки и постройки 3D-модели окружения.

Идея разработки такого устройства состоит в том, чтобы создать инструмент для сканирования окружающей среды, объектов и получении информации об их состоянии, что может быть полезно в самых разных сферах.

Разрабатываемый модуль, может быть, в перспективе полезен для беспилотных транспортных средств, в геодезии, как составляющий компонент аппарата, запущенного на другое небесное тело; в научной, учебной и профессиональных сферах.

Разработка данного проекта повышает навыки создания аппаратного обеспечения, развивает навыки построения электрических структурных, функциональных и, что немаловажно в дальнейшей профессиональной деятельности, принципиальных схем. Очевидно, в общем смысле даётся возможность неплохой практики в разработке аппаратного обеспечения и документации к нему, а также углубляются знания по текущей и подобным дисциплинам. Личная заинтересованность в выбранной теме – разработка полезного модуля, который в перспективе может быть использован в реальных условиях.

С точки зрения будущего развития, на основе вышесказанного, данная разработка может усовершенствована для дальнейшего реального применения и коммерческого использования. Основной рынок покупателей может прийтись на учебные заведения, научные институты или другие коммерческие организации.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Raspberry Pi Zero W

Raspberry Pi Zero W – миниатюрный одноплатный компьютер, стандартной операционной системой (далее – ОС) для которого является Raspberry Pi OS (ранее Raspbian) [1].

Raspberry Pi OS основана на ОС Debian, которая является дистрибутивом Linux, таким образом, работа на Raspberry Pi Zero W мало чем отличается от других дистрибутивов Linux с графическим интерфейсом.

Питание одноплатного компьютера осуществляется через интерфейс Universal Serial Bus (далее – USB), а именно через установленный на компьютере порт типа USB Micro-B. Напряжение: 5 Вольт.

Вывод изображения максимальным разрешением 1920 на 1080 пикселей осуществляется через интерфейс micro High Definition Media Interface (далее – HDMI).

Также одноплатный компьютер обладает интерфейсом для взаимодействия с камерой Camera Serial Interface (далее – CSI), для которого в том числе существуют и камеры с инфракрасной подсветкой.

Основным отличаем Raspberry Pi Zero W от базовой модели Raspberry Pi Zero является присутствие у первой беспроводных интерфейсов.

### 1.1.1 Wi-Fi

Беспроводной стандарт Wi-Fi на Raspberry Pi Zero W представлен в версиях стандарта Institute of Electrical and Electronics Engineers (далее – IEEE) 802.11 [2], а именно: 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n.

Подключение к Raspberry Pi Zero W по беспроводному интерфейсу Wi-Fi позволяет управлять ОС удалённо. К примеру, может быть использован сетевой протокол прикладного уровня SSH или система удалённого доступа к рабочему столу компьютера «Virtual Network Computing». Удалённое управление является крупным преимуществом в сравнении с базовой моделью, так как стандартное подключение через mini-HDMI может быть недоступно либо неудобно при эксплуатации миниатюрного компьютера как управляющего другими устройствами без прямого доступа к монитору.

Wi-Fi позволяет Raspberry Pi Zero W сохранять постоянное подключение к сети Internet, что даёт возможность оперативно обновлять как системное программное обеспечение (далее – ПО), так и прикладное ПО, что является преимуществом, так как при выходе обновлений ПО нет необходимости в ручной установке обновлений с физически носителей информации. Существует возможность проводить комплексное беспроводное обновление ПО на нескольких одноплатных компьютерах одновременно.

### 1.1.2 Bluetooth

Беспроводной стандарт Bluetooth [3] на Raspberry Pi Zero W представлен в версии 4.1 [1]. Данный стандарт, среди прочего, позволяет удобно подключать устройства ввода: мыши, клавиатуры, игровые контроллеры, что позволяет осуществлять управление одноплатным компьютером в удобной для пользователя форме.

Raspberry Pi Zero W поддерживает протокол Bluetooth Low Energy (далее – Bluetooth LE), данный протокол позволяет критически снизить энергопотребление, что важно при питании устройства через шину USB от обычных портов компьютеров. Устройства, использующие Bluetooth с низким энергопотреблением, будут потреблять меньше энергии, чем другие Bluetooth-устройства предыдущих поколений. Во многих случаях устройства смогут работать более года на одной миниатюрной батарейке типа таблетка без подзарядки.

### 1.1.3 Система на кристалле

Основным чипом Raspberry Pi Zero W является спроектированный на архитектуре типа Reduced Instruction Set Computer (далее – RISC) Advanced RISC Machine (далее – ARM) BCM2835 SoC [4] производителя Broadcom. Тактовая частота чипа составляет один гигагерц, чего в современный реалиях достаточно для выполнения многих программ без графического интерфейса.

С графическим же интерфейсом производительность не соответствует современным стандартам скорости работы: частота обновления интерфейса часто составляет менее 24 кадров с секунду, между запросом действия и его выполнением может пройти большое количество времени.

Оперативная память составляет 512 мегабайт, чего хватает для простых задач, не связанных с графикой. Для обработки изображений и иных графических задач целесообразнее отправлять данные на сервер и получать результат операции, которая выполняется на мощном устройсте.

ARM архитектура позволяет UNIX-подобная ОС позволяет эффективно использовать ограниченные ресурсы системы.

### 1.1.4 Распиновка

Raspberry Pi Zero W обладает контактами в количестве сорока штук, из них 29 – являются интерфейсами ввода-вывода общего назначения (general-purpose input/output, GPIO), также присутствует несколько контактов для земли и 3,3 и 5 Вольтового питания. На рисунке 1.1 представлена распиновка Raspberry Pi Zero W.

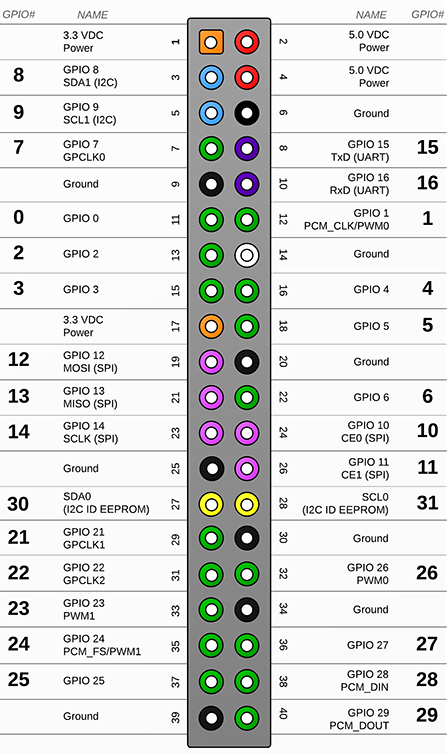


Рисунок 1.1 – Расположение и функциональность контактов

на Raspberry Pi Zero W

## 1.2 Шаговые электродвигатели

Шаговые электродвигатель [5] – синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками. Постоянный ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток по определённому алгоритму вызывает дискретные (определённые запитанные обмотки приводят ротор в определённое положение) угловые перемещения ротора, которые называют шагами.

Для управления шаговыми электродвигателями используются специальные контроллеры, который часто называют драйверами. Контроллер подключён к обмоткам электродвигателя

Скорость такого электродвигателя определяется скоростью переключения включенных обмоток. Чем быстрее обмотки переключаются, тем быстрее движется ротор, при этом у этого процесса существуют и ограничения, если обмотки будут переключаться слишком быстро, ротор не будет успевать перемещаться, что приведёт к замедлению двигателя: вместо последовательных равномерных шагов будет происходить резкие движения с промежутками, так как пропуск одного шага движения приводит к отсутствию движения до тех пор, пока алгоритм переключения обмоток не дойдёт до этого шага ещё раз.

Такая конструкция позволяет реализовать очень точное управление углом поворота ротора шагового двигателя относительно катушек, так как конкретная подача тока на конкретные катушки приводит к конкретному, ожидаемому перемещению ротора, также у данных двигателей отсутствует инерция вращения, так как ротор постоянно находится под действием магнитного поля одной из катушек.

На рисунке 1.2 схематически изображён электродвигатель.

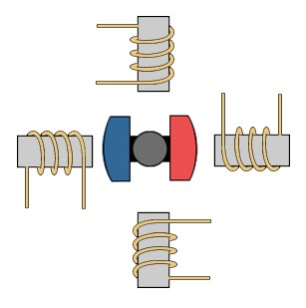


Рисунок 1.2 – Схематическое изображение электродвигателя с четырьмя обмотками

Четыре обмотки, расположенные на статоре под углом 90° относительно друг друга. Обмотки двигателя не соединены, что означает, что двигатель с такой схемой имеет шаг поворота 90°. Обмотки задействуются поочередно по часовой стрелке или против неё, направление вращения вала двигателя обусловлен порядком задействования обмоток. Вал двигателя вращается на 90° каждый раз, когда на катушку поступает ток, тем самым создавая магнитное поле. Таким образом, у этого шагового электродвигателя всего 4 шага. Увеличив количество обмоток и подавая ток сразу на несколько обмоток, можно достигнуть увеличения количества шагов электродвигателя в разы.

## 1.3 Камеры с инфракрасной подсветкой

Отличие камер с инфракрасной подсветкой [6] состоит в том, что их матрицы могут воспринимать инфракрасное излучение, а на корпусе камеры располагаются инфракрасные лампы. Так как глаз человека способен воспринимать свет с длиной волны до 780 нанометров, а инфракрасное излучение находится в диапазоне, которые неразличимы невооруженным глазом – 800-950 нанометров, излучение камеры неразличимо человеку, однако матрица камеры его распознаёт, хоть изображение и получается монохромным. По сути, такие камеры являются обычными камерами с подсветкой, однако данная подсветка неразличима человеческим глазом.

На рисунке 1.3 представлено излучение, которое различимо человеческим глазом и нет.

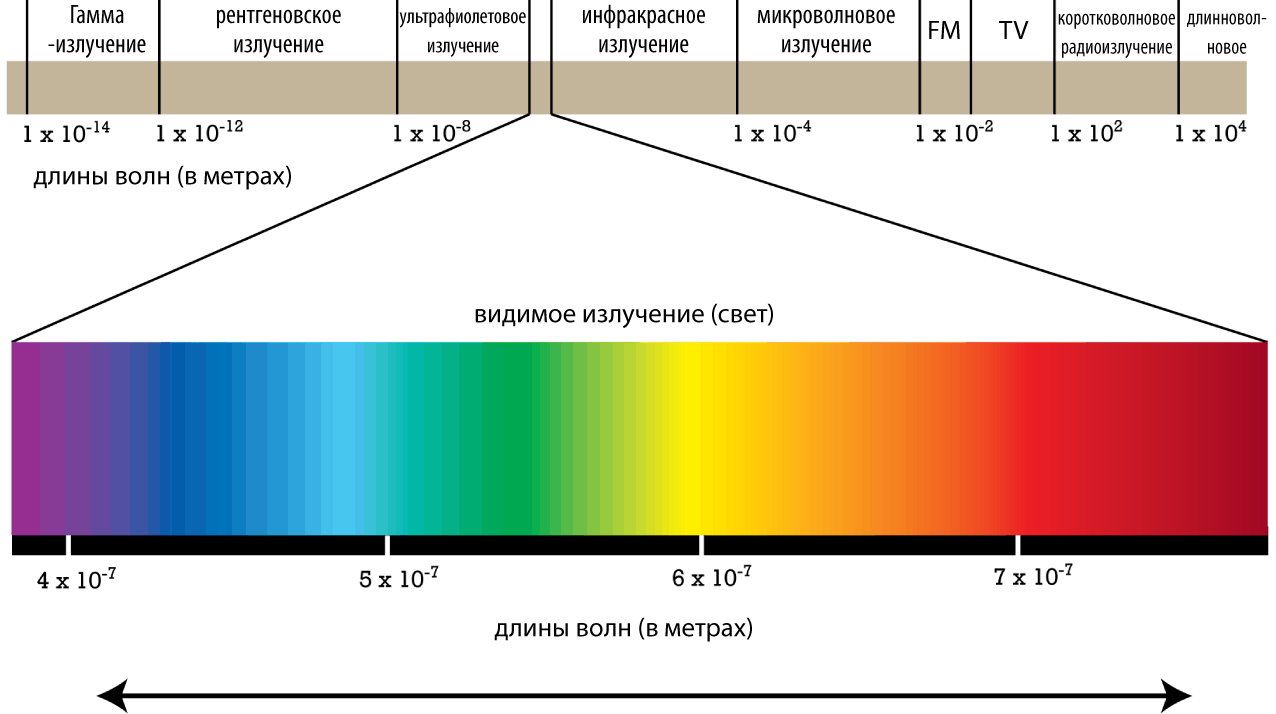


Рисунок 1.3 – видимое и невидимое излучение

# 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] Официальный сайт Raspberry Pi [Электронный ресурс]. – Raspberry Pi Zero – Режим доступа: https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-zero/ – Дата доступа: 11.05.2022

[2] Сайт организации «The Working Group for WLAN Standards» [Электронный ресурс]. – IEEE 802.11TM WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS – Режим доступа: https://www.ieee802.org/11/ – Дата доступа: 11.05.2022

[3] Сайт организации «Bluetooth Special Interest Group» [Электронный ресурс]. – Core Specification 4.1 – Режим доступа: https://www.bluetooth.com/specifications/specs/core-specification-4-1/ – Дата доступа: 11.05.2022

[4] Онлайн-журнал «MagPi» [Электронный ресурс]. – Raspberry Pi 4, 3A+, Zero W - specs, benchmarks & thermal tests – Режим доступа: https://magpi.raspberrypi.com/articles/raspberry-pi-specs-benchmarks – Дата доступа: 11.05.2022

[5] Онлайн-магазин «3DiY Shop» [Электронный ресурс]. – Шаговые двигатели – Режим доступа: https://3d-diy.ru/wiki/cnc/stepper-motor/ – Дата доступа: 11.05.2022

[6] Онлайн-магазин «CARCAM» [Электронный ресурс]. – Что такое ИК-подсветка – Режим доступа: https://carcam.ru/articles/4to-takoe-irlight/ – Дата доступа: 11.05.2022

# 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**