Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В БАССЕЙНЕ

Выполнил Никанов И.В.

Проверил Байрак С.А.

МИНСК 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учреждение образования**

**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники**

«Утверждаю»

Зав. кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Задание по курсовому проекту студента гр. 750502**

**Никанова Ивана Владимировича**

**Тема проекта:** Система контроля микроклимата бассейна.

**Дата выдачи задания:** 14.09.2019 г.

**Дата сдачи проекта:** 27.12.2019 г.

**Исходные данные к проекту:** Спроектировать систему контроля микроклимата бассейна.

*Содержание пояснительной записки:*

1. Введение
2. Обзор литературы
3. Обоснование выбора структурной схемы
4. Обоснование выбора функциональной схемы
5. Обоснование выбора принципиальной схемы
6. Разработка печатной платы
7. Описание работы устройства
8. Заключение
9. Литература

*Перечень графического материала:*

1. Структурная схема
2. Функциональная схема
3. Принципиальная схема
4. Схема печатной платы

*Календарный план работы над проектом:*

1. Обзор литературы -10% «28 сентября»
2. Разработка структурной схемы -25% «12 октября»
3. Разработка функциональной схемы -40% «26 октября»
4. Разработка принципиальной схемы -60% «10 ноября»
5. Разработка печатной платы -75% «23 ноября»
6. Оформление курсового проекта -100% «7 декабря»

Руководитель курсового проекта Байрак.С.А. \_\_\_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc533519532)

[1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6](#_Toc533519533)

[2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА 11](#_Toc533519534)

[3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ](#_Toc533519535)

[УСТРОЙСТВА 12](#_Toc533519535)

[4. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА 22](#_Toc533519536)

[5. РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ 27](#_Toc533519537)

[6. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА 28](#_Toc533519538)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 29](#_Toc533519539)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 30](#_Toc533519540)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 33](#_Toc533519541)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 34](#_Toc533519542)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 35](#_Toc533519543)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 36](#_Toc533519544)

# **ВВЕДЕНИЕ**

**В Беларуси физической культуре и спорту, который уже стал визиткой страны на мировой арене, уделяется огромное внимание. Об этом говорят высокие достижения белорусов на международных соревнованиях, наличие спортивных сооружений мирового класса и, конечно, активная поддержка здорового образа жизни и спорта среди жителей. Одним из любимых спортивных занятий белорусов по опросам является плавание.**

**Одну из главных ролей в обеспечении жителей страны качественными спортивными сооружениями для плавания играет микроклимат.**

Микроклимат - это один из важнейших параметров, влияющий на здоровье и общее самочувствие людей. Это понятие включает в себя особенности климата на небольших пространствах, обусловленные особенностями местности. В частности, особенности многих показателей, таких как: температура, относительная влажность, освещённость, воздухообмен, скорость движения воздуха, содержание твердых частиц в воздухе и многие другие показатели. В моем случае проект нацелен на контроль трех показателей, а именно температуры, уровня воды и влажности. Все связано с тем, что именно эти показатели важны для любого пловца, будь то профессионал или начинающий.

Можно отметить и то, что в некоторых бассейнах трудность контроля микроклимата заключается в том, что кроме самих спортсменов климат должен быть благоприятным и для тех, кто будет наблюдать и болеть.

Здание бассейна, как правило, состоит не только из самого бассейна, но из набора разнообразных помещений. Это и раздевалки, и душевые, и служебные помещения, и многие другие. Это значит, что для каждого помещения должен выбираться самый благоприятный микроклимат.

Согласно гигиеническим требованиям [1] температура воздуха должна составлять: в залах с ваннами - +31 - 32 °C (на 1 - 2 °C выше температуры воды); в раздевальных и душевых - +25 - 26 °C. В таких условиях пловцы и болельщики будут чувствовать себя комфортно. В тоже время допустимы разбежки, при которых температура остаётся более чем комфортной.

Спроектированная система должна быть эффективной и недорогой. Из-за того, что техника постоянно развивается у нас есть возможность использовать новейшие устройства и приборы вычислительной и измерительной техники. При этом в современных реалиях доля электронных информационных устройств и устройств автоматики непрерывно увеличивается. Это является результатом постоянного развития интегральных технологий, которые позволяют наладить производство и массовый выпуск дешевых, высококачественных, не требующих настройки и наладки микроэлектронных функциональных узлов различного назначения. Этот подход поможет максимально упростить и улучшить процесс сбора и обработки информации с датчиков.

Целью курсового проекта является разработка системы контроля параметров микроклимата бассейна. Не менее важной задачей является поиск наиболее рентабельного решения поставленной задачи. Основная задача проектируемого устройства сбор информации с нескольких датчиков, преобразование ее и обработка для дальнейшего отображения пользователю.

# **1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Для разработки курсового проекта необходимы знания не только в области принципов работы и устройства элементов схемы, но также и в области, в которой производится исследования. Чтобы получить необходимые знания, используется различная научная литературы, электронные ресурсы и методические пособия.

1.1 Обзор информации о бассейнах

Основные сведения о бассейнах приводятся в электронных ресурсах [2] и [3].

Бассейны, как и любые другие подобные здания, имеют свои определенные условия. Все бассейны делятся на:

* открытые;
* крытые;
* плавательные;
* гидромассажные;
* опытовые .

Плавательные в свою очередь делятся на: бассейны для плавания, спортивные, детские, плескательные, универсальные комплексы/учебно-тренировочные бассейны, оздоровительные, купальные, учебные, аквапарки, бассейны для прыжков в воду, комплексные или комбинированные, демонстрационные.

В электронном ресурсе [2] перечислены основные требования к бассейнам. Основными параметрами являются температура, водообмен, способ дезинфекции воды и т.д., но из-за того, что в курсовом проекте рассматривается общий бассейн, то за основу мы возьмем температуру, влажность и уровень воды.

Были выбраны именно эти параметры, так как при соблюдении всех норм и установок по отношению к ним здание бассейна прослужит свой максимальный срок и условия в нем будут наиболее благоприятными для находящихся внутри посетителей.

Так как человек не может самостоятельно точно определить такие параметры как температура, влажность и уровень воды, возникает необходимость использования определенных измерительных приборов, а именно датчиков для нужных параметров. В данном курсовом проекте будут использованы датчики, которые мы перечислили выше: температуры, влажности и уровня воды, которые мы рассмотрим ниже.

1.2 Обзор информации о датчиках

Датчики – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Современные датчики обозреваются в [4]. Поскольку нас интересуют только те датчики, которые необходимы для курсового проекта, то большинство информации, взятой из данной книги, будет о них.

В книге указано, что все датчики можно разделить на пассивные и активные. В зависимости от точки отсчета датчики делятся на абсолютные и относительные.

Также из данной книги мы можем узнать о следующих характеристиках температурных датчиков: их классификации, схемах подключения, а также о передаточных характеристиках и их погрешностях.

Помимо температурных, в книге мы можем увидеть передаточные характеристики датчиков влажности.

Датчики уровня воды также обозреваются в [4]. Они подразделяются на:

* резистивный
* оптический
* магнитный
* емкостный.

С их схемами подключения, примерами использования, передаточной характеристикой, а также недостатками и достоинствами также можно ознакомится в [4].

Таким образом мы ознакомились со всеми необходимыми датчиками, которые будут использоваться в курсовом проекте.

1.3 Обзор информации по схемотехнике

Современные электронные устройства, которые применяются для контроля параметров климата в помещении, имеют сложное строение и зачастую состоят из всевозможных элементов.

В [5] источнике утверждается, что промышленность при нынешнем уровне развития в полной мере обеспечивает составными частями, которые используются при производстве устройств измерительной и вычислительной техники, например, триггерами, считчиками, компараторами и так далее.

Сейчас выпускаются микропроцессоры при использовании БИС и СБИС. Данные комплексы представляют из себя вычислительное устройство или её некоторые части. Задачи, которые нужно выполнить интегральным схемам микропроцессоров, устанавливаются электрическим сигналом, поступающим на их входы. Следовательно, данные микросхемы дают возможность для создания значительного числа разнообразных операций, которые позволяют вести обработку цифровых данных без изменений в процессе их изготовления.

В [6] источнике можно подчерпнуть много исчерпывающей информации об основах электротехники, операционных усилителях, генераторах импульсов и так далее.

Изучение схемотехники в данной книге начинается с элементарных понятий: напряжение, ток и сопротивление. Затем рассматриваются резисторы, их соединение; такие понятия, как мощность, проводимость; источники тока и напряжения; теоремы; универсальные измерительные приборы. В каждом разделе есть упражнения. Это могут быть как задачи, так и теоретические вопросы. С первых страниц становится ясно, что пособие будет полезно как старшекласснику, так и профессору, потому что есть информация на все случаи жизни.

Стоит обратить внимание на главы 4 и 9.

В главе под номером 4 говорится об обратной связи и операционных усилителях.

Информацию об основах сопряжения цифровых и аналоговых сигналов можно найти в 9 главе.

В учебном пособии [7] рассматриваются электронные приборы и их элементарная база. Стоит обратить особое внимание главе 5, так как она посвящена аналоговым электронным устройствам. Можно найти достаточное количество информации об аналоговых и дифференциальных усилителях, приведены схемы усилительных каскадов, операционных усилителей.

В [8] источнике описывается информация о функциональных узлах и компонентах, используемых при создании приборов, автоматике, вычислительной технике и так далее. Приведены формулы подсчета основных узлов, используемых в электронике. Данный источник качественно описывает самые разные компоненты. Также дается теория по построению генератора электрических импульсов.

Принцип функционального описания, параметров и режимов работы, главных свойств и характеристик микросхем и преобразователей можно изучить, используя ресурс [9]. Также здесь описаны наиболее значимые принципы схемотехники, которые обуславливают работу данных микросхем. Авторы в своей работе рассматривают микросхемы ЦАП и АЦП, цифровые микросхемы, БИС памяти, которые лежат в основе микроэлектроники. Вместе со справочной информацией очень много внимания отдано характеристике функционирования микросхем, их строению, и создании других функциональных узлов на их основе.

АЦП не единственный элемент, который нам понадобится. Также нам понадобятся операционные усилители и коммутатор.

Операционный усилитель необходим для усиления выходного сигнала с датчиков. Использование операционных усилителей обусловлена характеристиками ОУ, которые близки к идеальным, благодаря чему, на ОУ можно построить множество электронных узлов.

В книге [10] можно подробно познакомиться с операционными усилителями, с их особенностями, параметрами, а также с идеальным и реальными операционными усилителями.

ОУ можно классифицировать по следующим параметрам:

* 1. по типу элементной базы;
     + на полевых транзисторах:
     + на биполярных транзисторах;
     + на электронных лампах (устарели);
  2. по области применения:
     + прецизионные (имеют очень малые напряжения смещения);
     + низковольтные;
     + высоковольтные;
     + микромощные.

Также возможна классификация по входным и выходным сигналам.

В учебном пособии [11] рассмотрены электронные приборы и их элементарная база. Наибольший интерес представляет Глава 5, так как она посвещена аналоговым электронным устройствам. В ней имеется информация об аналоговых и дифференциальных усилителях, приведены схемы усилительных каскадов, операционных усилителей.

В источнике [12] можно найти большое количество различных схем, статей для начинающих радиолюбителей, онлайн калькуляторы для расчета различных параметров. Основной целью сайта является популяризация современной радиоэлектроники в мировом сообществе.

Сайт [13] также можно назвать очень известным в узких кругах. Сайт содержит статьи по различным темам так или иначе связанными с программированием, радиоэлектроникой и другими научно-популярными темами.

В [14] источнике описываются принципиальные схемы для разных функциональных узлов, преобразователей сигналов из аналогово в цифровой и цифрового в аналоговый преобразователей, фильтров, датчиков, усилителей. Здесь имеется список большинства параметров схем и примеры их расчета.

1.4 Обзор информации о правилах оформления курсового проекта

Для проведения и оформления курсовой работы используются нормативы, которые описаны в [15], [16] и [17]. Здесь представлены принципы создания и оформления таблиц, рисунков, текста и различных схем: структурной, функциональной и принципиальной.

В пособии [15] приводятся правила оформления курсового проекта. Также там указано как оформлять принципиальную, функциональную и структурную схемы. Приведены примеры листа заданий, титульного листа, ведомости документов.

1.5 Обзор информации о микроконтроллере

Для изучения материалов по микроконтроллеру использовался электронный ресурс [18].

С помощью данного ресурса были почерпнуты следующие знания о микроконтроллерах:

* 1. Существуют следующие виды микроконтроллеров:
     + цифровые сигнальные процессоры;
     + встраиваемые 8-битные микроконтроллеры;
     + 16- и 32-битные микроконтроллеры.
  2. Выпускается большая спецификация по микроконтроллерам, т.к. микроконтроллер имеют в своем составе вспомогательные устройства с целью использования минимального количества вспомогательных элементов вместе с микроконтроллером.

В состав микроконтроллера входят:

* + генератор тактовых импульсов;
  + центральный процессор;
  + память программ и программный интерфейс;
  + схема начального запуска процессора;
  + средства ввода/вывода информации;
  + таймеры, которые фиксируют число командных циклов.

1. Также в статье рассказывается про типы памяти микроконтроллера и системы команд:
   * память программ;
   * память данных;
   * регистры микроконтроллера.

Так же для более подробного изучения принципа работы, схемы и параметров микроконтроллера было изучено пособие [19].

В данной книге приводятся многочисленные примеры работы 8-битных микроконтроллеров с ОЗУ, с различными интерфейсами, а также были приведены примеры программной реализации микроконтроллеров и были рассмотрены основные вопросы такие как:

* + источники питания;
  + логика работы;
  + подключаемые устройства и параметры входных и выходных сигналов.

1.6 Обзор спецификации

Спецификация на датчики температуры MAX7502, LM26, LM235, TMP20 и TMP75 представлена в [20], [21], [22], [23] и [24] соответственно.

В [25], [26], [27], [28] и [29] можно найти спецификацию для датчиков влажности HIH6130-021, HIH-4000, HIH-4021, HIH-4030, HIH-4602.

Также будут рассмотрены такие датчики уровня воды как RSF54Y100RC, RSF56Y100RC, SHR-2, LLE101101 и LS02. Спецификация для каждого из них представлена в [30], [31], [32], [33] и [34] соответственно.

Спецификация для микроконтроллера ATmega16 представлена в [36].

В [37] можно найти спецификацию для светодиода L-59EGW-CA.

# **2. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА**

Структурная схема предназначена для того, чтобы дать общее представление о принципе действия устройства, информацию о крупных блоках, использованных при проектировании системы, а также о связях между ними.

В данной схеме нашего устройства можно выделить следующие крупные блоки:

1. Датчики информации:

* датчик температуры;
* датчик влажности;
* датчик уровня воды.

1. Усилители – устройства, которые осуществляют согласование датчика с микроконтроллером, а также усиливают сигнал;
2. Микроконтроллер - получает первичную информацию с датчиков, анализирует ее и при необходимости выдает ответную реакцию;
3. Климатическая установка – изменяет параметры микроклимата в бассейне;
4. Индикация – сигнализирует при определенных обстоятельствах:
   1. световая - сигнализирует о состоянии в помещениях здания бассейна. Может состоять из трех RGB-светодиодов.

При построении структурной схемы необходимо учитывать следующие требования:

1. Диапазон температур должен быть в пределах от 25 до 32 градусов по Цельсию;
2. Относительная влажность воздуха от 50 до 60%;
3. Уровень воды должен варьироваться относительно датчика, который должен быть закреплен на определенном уровне, относительно бортов.

В рамках данного курсового проекта система контроля микроклимата бассейна должна выполнять определенные задачи, а именно:

1. Собирать информацию с датчиков первичной информации;
2. Анализировать собранные данные;
3. Уведомлять управляющего данной системой человека о состоянии микроклимата.

На базе полученных блоков в дальнейшем будут представлены функциональная и принципиальная схемы разрабатываемого устройства.

Структурная схема представлена в приложении А.

# **3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА**

Как можно понять из информации предыдущего раздела, в разрабатываемом устройстве применяются датчики уровня воды, температуры, влажности, а также светодиоды, излучатель звука и микроконтроллер.

В данном разделе можно найти более подробную информацию о компонентах, которые будут использоваться, а также о том, почему был выбран тот или иной компонент. Для датчиков будет приведено сравнение с аналогами. Функциональная схема устройства представлена в приложении Б.

3.1 Датчик температуры

Датчики температуры можно найти почти в любой современной аппаратуре. Они выполняют очень важную функцию, а именно измеряют температуру различных объектов, веществ, а также окружающей среды. Однако, существует огромное число разных датчиков, и все они выполняют свою работу по-разному.

По способу измерения температуры датчики подразделяются на следующие виды:

1. Терморезистивные;
2. Термоэлектрические контактные;
3. Полупроводниковые;
4. Оптические;
5. Акустические;
6. Пьезоэлектрические.

У каждого из видов датчиков есть свои недостатки и преимущества. Из-за этого выбор очень усложняется. Чтобы облегчить себе задачу при выборе датчика температуры нужно обратить свое внимание на основные характеристики:

1. Температурный коэффициент;
2. Точность измерений;
3. Напряжение питания;
4. Диапазон измерений.

Для сравнения были взяты интегральные датчики MAX7502, LM26, LM235, TMP20, TMP75, которые обозреваются в [20], [21], [22], [23] и [24] соответственно. Сравнительная характеристика представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнение датчиков температуры

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Температурный диапазон, ̊C | Точность, ±°C | Температурный коэффициент, мВ/°C |
| MAX7502 | -55..+125 | 2 | 9 |
| LM26 | -55..+125 | 4 | 10 |
| LM235 | -40..+125 | 3 | 10 |
| TMP20 | -55..+125 | 2.5 | 12 |
| TMP75 | -40..+125 | 1.5 | 12 |

При измерении температуры одними из важнейших характеристик являются точность и температурный коэффициент(чувствительность), поэтому был выбран датчик TMP75.

Отличительной чертой данной модели является возможность измерения температуры с большим разрешением. По выбору пользователя, разрядность выходных данных может составлять 9, 10, 11 и 12 бит. Режим 9 бит устанавливается по умолчанию после подачи питания, что в общем случае, обеспечивает полную совместимость с датчиками других производителей. Увеличение разрешения выполняется программно, для чего достаточно в регистр конфигурации микросхемы записать нужное значение. Время измерения температуры при этом возрастает. Но, учитывая особенности микросхем, пользователь, в большинстве случаев, этого просто не заметит. Преобразование полученного кода в значение температуры выполняется стандартными способами в программе микроконтроллера. Условно-графическое обозначение датчика представлено на рисунке 3.1.

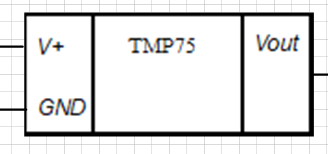


Рисунок 3.1. – Условно-графическое обозначение TMP75

3.2 Датчик влажности

Аналогично датчикам температуры, датчики влажности также очень часто встречаются в современной аппаратуре. Они используются для измерения уровня влажности. В настоящее время используются различные технологии для измерения относительной влажности, которые основаны на изменении определенных параметров различных структурах (емкость, сопротивление, проводимость и температуру) в зависимости от степени насыщения водяным паром. У каждой из технологий есть свои достоинства и недостатки (точность, долговременная стабильность, время преобразования и т.д.).

По способу измерения влажности датчики подразделяются на следующие виды:

1. Емкостные;
2. Резистивные;
3. Термисторные.

В таблице 3.2.1 можно увидеть преимущества и недостатки каждого из видов.

Таблица 3.2.1 – Особенности датчиков влажности каждого вида

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид датчика | Достоинство | Недостаток |
| Емкостной | Высокая надежность, низкая стоимость | Не обнаружено |
| Резистивный | Самый дешевый | Низкая доля рынка |
| Термисторный | Имеют долгий срок службы | Не обнаружено |

Как и при выборе датчика температуры, необходимо выбирать датчик по определенным критериям:

1. Диапазон;
2. Линейность;
3. Точность;
4. Отклик;
5. Напряжение.

Фирма Honeywell, среди всех производителей датчиков, всегда выделялась высоким качеством продукции и уникальными свойствами своих изделий. Как показала практика их применения, они надежны, точны и долговечны.

Для сравнения были выбраны датчики этого семейства, но разных типов: HIH6130-021, HIH-4000, HIH-4021, HIH-4030, HIH-4602. Спецификация данных датчиков представлена в [25], [26], [27], [28] и [29] соответственно.

Сравнительная характеристика представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2.2 – Сравнение датчиков влажности

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Диапазон, % | Линейность, % | Точность, ±% | Отклик, с | Напряжение, В |
| HIH6130-021 | 0.. 100 | 0.5 | 4 | 6 | 5 |
| HIH-4000 | 0.. 100 | 0.5 | 3.5 | 15 | 5 |
| HIH-4021 | 0.. 100 | 0.5 | 3.5 | 5 | 5.8 |
| HIH-4030 | 0.. 100 | 0.5 | 3.5 | 5 | 5.8 |
| HIH-4602 | 0.. 100 | 0.5 | 3.5 | 50 | 5 |

Исходя из вышеперечисленных характеристик, можно сказать, что практически все датчики нам подходят, но мы остановимся на модели HIH6130-021, так как он чрезвычайно прост в применении и для его работы обязателен только один конденсатор.

Еще из плюсов можно отметить то, что при длительном бездействии, внутренние схемы датчика автоматически переходят в режим пониженного энергопотребления. Для старта измерения достаточно обратиться к датчику. Длительность периода измерения составляет 36.65 миллисекунд. По окончании измерения датчик вновь перейдет в спящий режим. Последнее измеренное значение сохраняется во внутреннем буфере микросхемы и доступно для считывания в любое время. Условно-графическое обозначение датчика представлено на рисунке 3.2.1, а график зависимости напряжения от влажности на рисунке 3.2.2.

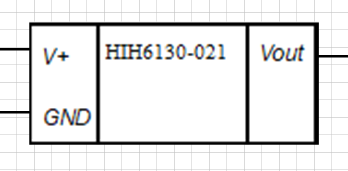


Рисунок 3.2.1 – Условно-графическое обозначение HIH6130-021

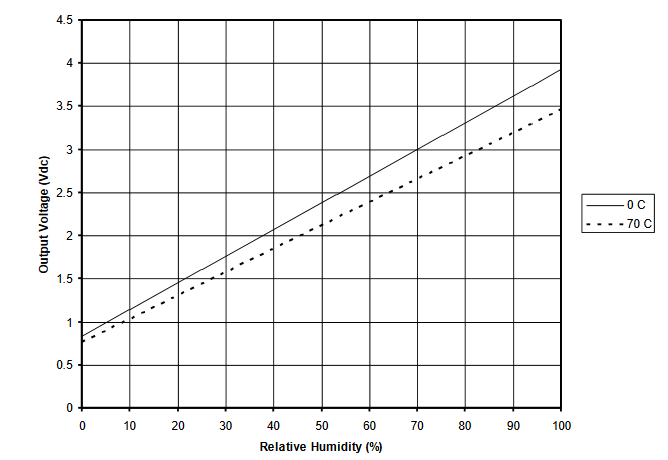


Рисунок 3.2.2 – График зависимости напряжения от влажности

3.3 Датчик уровня воды

Известно много способов измерения уровня жидкости. Для этого подходят такие виды датчиков как:

* резистивный;
* оптический;
* магнитный;
* емкостный.

Выбор датчика для каждого конкретного случая определяется многими факторами, но, пожалуй, основным из них является тип жидкости. Сложнее всего измерять уровень сжиженных газов, особенно жидкого гелия, обладающего низкой плотностью и низкой диэлектрической проницаемостью, не считая того, что он должен храниться в закрытых сосудах Дюара при криогенных температурах.

Нам же, для измерения уровня обычной воды в бассейне подойдут куда более простые датчики. Мы будет рассматривать такие датчики как RSF54Y100RC, RSF56Y100RC, SHR-2, LLE101101 и LS02. Спецификация для каждого из них представлена в [30], [31], [32], [33] и [34] соответственно.

Основными характеристиками при выборе данных датчиков являются:

* рабочая среда;
* тип датчика;
* рабочая температура.

Сравнительная характеристика каждого из датчиков представлена в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Сравнение датчиков уровня жидкости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Рабочая среда | Тип датчика | Рабочая температура, ̊C |
| RSF54Y100RC | Жидкость | Поплавковый | -20..+100 |
| RSF56Y100RC | Жидкость | Поплавковый | -10..+105 |
| SHR-2 | Жидкость | Подвесной | +1..+80 |
| LLE101101 | Жидкость | Оптический | -40..+125 |
| LS02 | Жидкость | Поплавковый | -30..+80 |

Каждый из типов датчиков обладает определенными преимуществами, и может быть рекомендован к установке. Выбор конкретной модели зависит исключительно от предъявляемых требований к устройству, включая точность измерения, надежность, срок эксплуатации и устойчивость к внешним факторам.

Так поплавковые датчики считаются наиболее экономичным вариантом, обеспечивающим приемлемую точность измерения, и часто используются в быту, а оптические обеспечивают максимальную точность измерений.

Поплавковый тип датчиков – самый распространенный измеритель, популярность которого обусловлена предельно простой конструкцией и соответственно надежностью. А вот оптический(электронный) – это дорогие в производстве, но имеющие более долговечную конструкцию типы датчиков. Одно из преимуществ подобных устройств – отсутствие подвижных элементов, что положительно сказывается на надежности и сроке эксплуатации.

Для нашего курсового проекта нам подойдет оптический датчик LLE101101, так как они хорошо подходят в случае, если есть высокая вероятность вибрации воды. На рисунке 3.3 показано как датчик будет выглядеть на схеме.

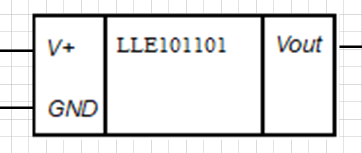


Рисунок 3.3 – Условно-графическое изображение датчика LLE101101

3.4 Усилитель сигнала

Операционный усилитель в схеме устанавливается на выходе сигналов с датчиков первичной информации и предназначен для усиления выходного аналогового сигнала.

Данный операционный усилитель используется для усиления сигнала с датчика температуры.

Операционный усилитель представлен на рисунке 3.4

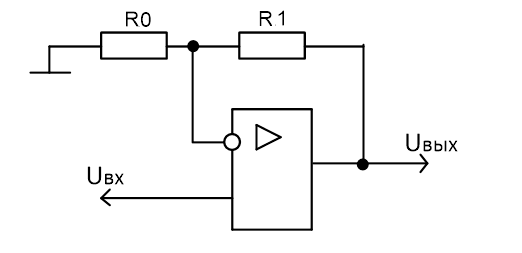
****

Рисунок 3.4 – Схема операционного усилителя

Коэффициент усиления определяется по формуле:

(3.1)

Зависимость выходного напряжения операционного усилителя от входного напряжения вычисляется по формуле:

(3.2)

Из формулы 3.2 следует, что коэффициент усиления равен:

(3.3)

Всю нужную информацию по операционному усилителю можно найти в [35]. Спецификация представлена в [36].

3.5 Микроконтроллер

Первичную информацию, которая приходит с датчиков, нужно анализировать, чтобы впоследствии управлять светодиодами. Для этой цели нам понадобится микропроцессор. Выбор был сделан в пользу микроконтроллера ATmega16 компании Atmel.

Отличительными чертами данного микроконтроллера являются:

1. Простой и понятный интерфейс;
2. Относительно низкая рыночная стоимость;
3. Встроенный АЦП.

Всю информацию можно найти в [37].

Условно-графическое обозначение ATmega16 представлено на рисунке 3.5.

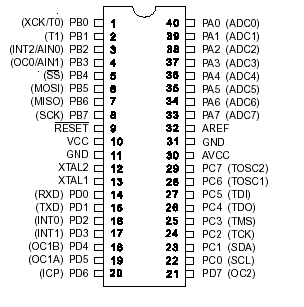


Рисунок 3.5 – Условно-графическое обозначение ATmega16

3.6 Климатическая установка

В данном курсовом проекте будет использовать климатическая установка ThermoCond 29 компании Menerga - одного из ведущих производителей климатических систем, входящий в группу компаний Systemair, который успешно интегрирует в своих продуктах отопление, вентиляцию и кондиционирование.

Данная климатическая установка – это многофункциональная компактная система для создания благоприятного климата в бассейне.

Основные функции данной установки:

* фильтрация воздуха;
* регулирование температуры воздуха.

В преимущества можно отнести энергоэффективность и дистанционное техобслуживание. Информация о данной климатической установке представлена в [38].

Условно-графическое обозначение ThermoCond 29 представлено на рисунке 3.6.

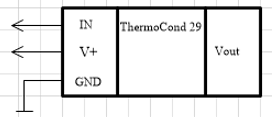


Рисунок 3.6 – Условно-графическое обозначение ThermoCond 29

3.7 Светодиоды

Светодиод – это диод, особенностью которого является то, что при прохождении через него электрического тока, он излучает свет. Условно-графическое обозначение светодиода представлено на рисунке 3.6.1.

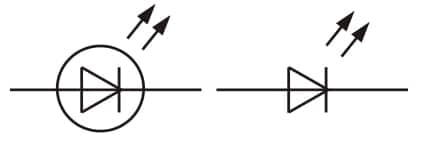


Рисунок 3.7.1 - Условно-графическое обозначение светодиода

Основной задачей светодиода будет сигнализация человека, который управляет системой, о том, что все показатели в норме. Выбор можно сделать в пользу компании-производителя Kingbright, потому что они считаются одними лучших в мире по двум основным показателям — интенсивность свечения и стоимость люмена. Мы остановимся на модели L-59EGW-CA. Спецификация для данной модели представлена в [39].

RGB-диод состоит из трех цветных светодиодов, которые смонтированы в общем корпусе. В результате регулирования яркости излучения каждого из светодиодов можно получить свечение любого цвета.

RGB-светодиоды бывают трех типов:

1. С общим анодом;
2. С общим катодом;
3. С шестью выводами.

L-59EGW-CA относится к первому типу. Его условно-графическое обозначение представлено на рисунке 3.6.2.

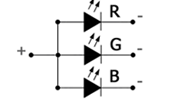


Рисунок 3.7.2 - Условно-графическое обозначение RGB-светодиода с общим анодом

Для каждого показателя, измеряемого в системе, будет использоваться свой RGB-светодиод. Также будет использовано 3 цвета:

* Зеленый (все в норме);
* Красный (показатель повышен);
* Желтый (показатель понижен).

# **4. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА**

На основании функциональной схемы была спроектирована принципиальная схема – более полная электрическая схема разрабатываемой системы. На данной схеме показывают входы и выходы электрических схем, которые не были указаны в функциональной схеме, электрические элементы, устройства, а также их номиналы и связи между ними. Данная схема представлена в приложении В.

Принципиальная схема дает полное представление об электрическом устройстве разрабатываемой системы контроля микроклимата бассейна.

Здесь будет представлена информация о принципе работы и функционировании устройств и элементов схемы.

4.1 Датчик температуры

Принципиальная схема датчика температуры TMP75 представлена на рисунке 4.1.

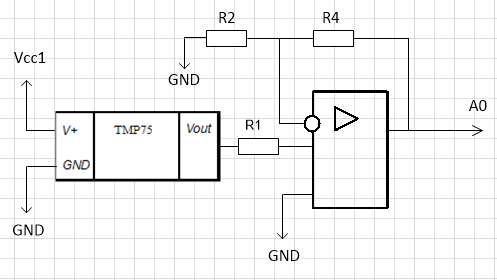


Рисунок 4.1 - Схема датчика TMP75

Исходя из характеристик датчика, а также спецификации [24], напряжение питания стоит выбрать равным 5 В, а сопротивление резистора R1 равным 5 кОм, чтобы уменьшить силу тока, который придет на микроконтроллер.

Из-за того, что шаг измерения АЦП составляет 0,0048 В (разрядность АЦП, встроенных в микроконтроллер равняется 10, поэтому шаг измерения АЦП будет равнять 5/1024 В), возникает новая проблема: АЦП микроконтроллера не сможет распознать изменение температуры в 0,1°С. Чтобы исправить эту проблему нужно выбрать такие сопротивления резисторов R2 и R4, чтобы получился достаточный коэффициент усиления. В спецификации [36] можно найти схему, где сопротивления берутся 10 кОм и 1 Мом, в результате чего коэффициент усиления становится равным 101. Для нас это слишком большое усиление, поэтому сопротивления можно взять поменьше. Можно взять сопротивление R2 = 200 кОм, а сопротивление R4 = 300 кОм, в результате чего коэффициент усиления получится равным 5. Теперь, если принять то, что выходное напряжение будет меняться от 5 В при +20,0°С, микроконтроллер сможет распознать разницу в 0,1°С.

При +20,0°С выходное напряжение (после усиления) будет равным 25 В, а при +20,1°С выходное напряжение будет равным 25,006 В.

Параметры схемы: Vcc1 = 5 В, R1 = 5 кОм, R2 = 200 кОм, R4 = 300 кОм.

4.2 Датчик влажности

Принципиальная схема датчика влажности HIH6130-021 представлена на рисунке 4.2

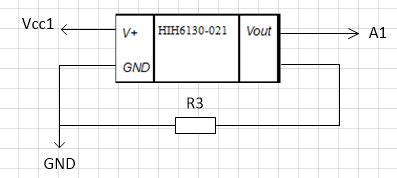


Рисунок 4.2 – Схема датчика HIH6130-021

Исходя из рекомендаций, представленных в спецификации датчика [25], напряжение питания стоит выбрать равным 5 В, а сопротивление резисторов равным 2,2 кОм.

Параметры: Vcc1 = 5 В, R3 = 2,2 кОм.

4.3 Датчик уровня воды

Принципиальная схема датчика влажности LLE101101представлена на рисунке 4.3

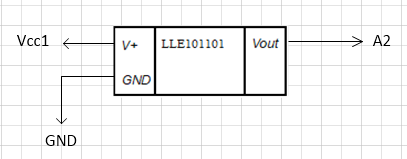


Рисунок 4.3 – Схема датчика LLE101101

Компания Honeywell не дает общий доступ к принципиальным схемам датчиков данного типа, поэтому будем использовать схему, представленную на рисунке 4.3. В документации [33] сказано, что напряжение питания должно равняться 5 В.

Параметры: Vcc1 = 5 В.

4.4 Микроконтроллер

Принципиальная схема микроконтроллера представлена на рисунке 4.4.

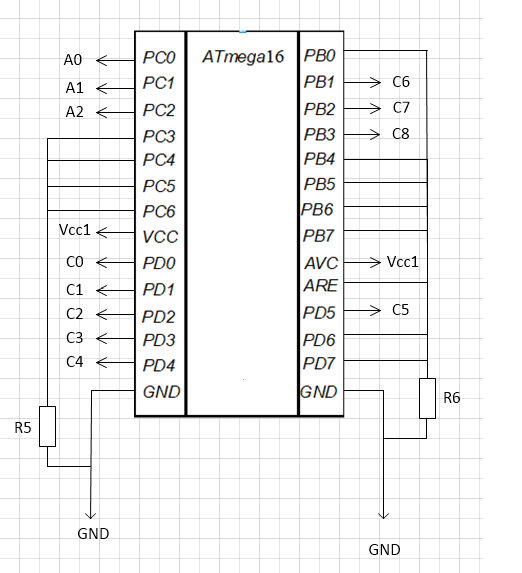


Рисунок 4.4 – Принципиальная схема микроконтроллера

Для понимания работы системы опишем входы и выходы микроконтроллера, задействованные в схеме.

На аналоговые входы PC0, PC1 и PC2 будут поступать сигналы с датчиков температуры, давления и пульса соответственно. После преобразования в цифровой вид, информация будет анализироваться и, в зависимости от показания того или иного датчика, будет осуществляться ответная реакция. На входы напряжения VCC и AVCC подается напряжение источника питания +5,0 В. С цифровых пинов PD0, PD1 и PD2 будут подаваться сигналы на первый диод, который соответствует состоянию температуры человека, и тем самым будет задаваться нужный цвет светодиода. Аналогично, с пинов PD3, PD4 и PD5 будут подаваться сигналы на второй RGB-светодиод, а с пинов PB1, PB2 и PB3 – на третий.

Те пины, которые мы не использовали, заведем на общую землю через резисторы большого сопротивления, для того чтобы предотвратить короткое замыкание. Возьмем R5 = R6 = 15 кОм.

Разрядность АЦП, встроенных в микроконтроллер равна 10, из-за этого шаг измерения АЦП будет равен 5/1024 В.

4.5 Климатическая установка

Принципиальная схема климатической установки представлена на рисунке 4.6.

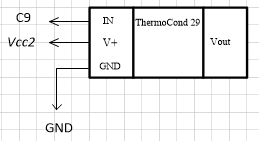


Рисунок 4.6 – Принципиальная схема климатической установки ThermoCond 29

Согласно спецификации [38], напряжение питания должно равняться 400 В.

Параметры: Vcc2 = 400 В.

4.6 Светодиод

Принципиальная схема светодиода представлена на рисунке 4.5.

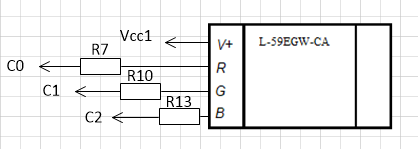


Рисунок 4.5 – Принципиальная схема светодиода L-59EGW-CA

На входы R, G и B будут подаваться сигналы с цифровых выходов микроконтроллера. Согласно спецификации [39], на анод должно подаваться напряжение 5 В и сила тока равная 20 мА, которая будет идти на входы R, G и B.

На зеленом светодиодах падение напряжения равно 2,2 В, на красном 1,8 В, а на синем – от 3 до 4 В. Расчет сопротивления резистора будет производиться по формуле [40]:

, (4.1)

где Uпит– напряжение питания, Uд– напряжение на светодиоде и I– сила тока, идущего к светодиоду.

Таким образом мы получаем значения сопротивлений равные:

R1 = 160 Ом;

R2 = 140 Ом;

R3 = 75 Ом.

# **5. РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ**

Печатная плата представляет собой пластины, на поверхности которых находятся электропроводящие цепи электронных схем, и используются для соединения различных электронных компонентов. Для обеспечения необходимой прочности и контакта используют пайку. К функциям платы можно причислить теплоотвод, экранирование, а также придание жесткости самой конструкции.

Различают следующие виды печатных плат:

1. Односторонние
2. Двусторонние
3. Многослойные

Для достижения наилучшего результата и для того, чтобы с платой не возникало проблем, нужно соблюдать определенные правила при построении, а именно: [41] и [42].

Для построения печатной платы можно использовать системы автоматизированного проектирования, такие как Proteus или DipTrace. На основе принципиальных платы они получают готовые печатные платы. Соблюдаются все правила схемотехники.

Печатная плата разрабатываемого устройства представлена в приложении Г.

# **6. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА**

Система контроля микроклимата бассейна, которую была разработана, позволяет отслеживать и контролировать такие параметры как: температура, влажность и уровень жидкости. Измерение происходит при помощи трех аналоговых датчиков.

Основная задача ложится на микроконтроллер со встроенным АЦП, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой. Это делается для того чтобы человек, который управляет данной системой мог видеть информацию в привычном для нас виде. После преобразования сигнала в цифровой микроконтроллер анализирует полученные данные и, если надо, отправляет команды на климатическую установку, которая в свою очередь меняет нужные параметры: такие как температура или влажность воздуха.

Также, чтобы усиливать сигнал, идущий с датчика температуры, используется операционный усилитель. Это делается для того чтобы температура измерялась с нужной точностью.

Для того чтобы можно было следить за системой, в разрабатываемом устройстве используется светодиод. Если один из параметров находится вне нужного диапазона, то зеленый светодиод гаснет, и загорается другой. Данный светодиод подключен к микроконтроллеру, который и контролирует его работу и вызывает нужное действие.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном курсовом проекте была разработана система контроля микроклимата бассейна. Контроль осуществлялся за такими параметрами как температура, влажность и уровень воды.

Данная система отлично подойдет для всех типов бассейнов: начиная от детских “лягушатников” и заканчивая бассейнами, в которых занимаются профессиональные спортсмены.

Основными преимуществами данной схемы можно назвать относительно хорошую точность измерений, простоту в понимании и реализации, дешевизну комплектующих, а также малое энергопотребление. Еще одним немаловажным плюсом можно считать то, что схему можно модернизировать, а точнее добавлять новые датчики.

В недостатки можно отнести отсутствие блока контроля ошибок, что может повлечь за собой такие глобальные проблемы, как выход из строя всей системы.

В конце, стоит отметить, что на выходе, мы получили полноценную систему, предназначенную для мониторинга параметров микроклимата, которая должна прекрасно справляться с поставленной задачей. Основная цель в реализации системы была достигнута.

# **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сайт sanatoria.by. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.sanatorii.by/?Gigienicheskie_trebovaniya_k_ustrojstvu_oborudovaniyu_i_ekspluatacii_plavatelnyh_bassejnov>
2. Сайт Swim-sport. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.swim-sport.ru/articles/vidi-basseinov/>
3. Сайт Википедия. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://grouphe.by/pool/pool-design/>
4. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник – Техносфера, 2005.
5. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
6. Хоровиц П.,  Уинфилд Х. Искусство схемотехники: Пер. с англ. —­­ Изд. 2-е. — М.: Издательство БИНОМ 2014. — 704 с.
7. Лаврентьев, Б. Ф. Схемотехника электронных средств / Б. Ф. Лаврентьев – М: Издательский центра Академия, 2010. – 336 с
8. Аналоговые и аналогоцифровые ИС под ред. Тихонова А. И. – Москва: Ангстрем, 2009. -10 с.
9. Федорков Б. Г. «Микросхемы ЦАП и АЦП – функционирование, параметры, применение». М. Энергоатомиздат. 1990.
10. Операционные усилители Мамий А.Р., Тлячев В.Б.
11. Топильский, В. Б. Микроэлектронные измерительные преобразователи / В. Б. Топильский – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 493 с
12. Сайт Паяльник. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://cxem.net>
13. Сайт Geektimes. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://geektimes.ru>
14. Единая система конструкторской документации (ЕСКД): справ. пособие / С. С. Борушек [и др.] – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 352 с.
15. Глецевич И. И. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по дипломному проектированию для студентов специальности 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» / И. И. Глицевич, в. А. Прытков, А. В. Отвагин. – Минск: БГУИР, 2009. – 99 с.
16. Положение об организации проведения курсового проектирования в БГУИР / Живицкая Е. Н. [и др.] – Минск: БГУИР, 2010. – 19 с.
17. Аналоговые и аналогоцифровые ИС под ред. Тихонова А. И. – Москва: Ангстрем, 2009. -10 с.
18. Основные типы микроконтроллеров и их архитектура. Электронный ресурс – режим доступа: http://life-[prog.ru/view\_arhitektura.php?id=1](http://life-prog.ru/view_arhitektura.php?id=1)
19. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы. Баранов В.Н.
20. MAX7502datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX7500-MAX7504.pdf>
21. LM26datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm26.pdf>
22. LM235 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm335.pdf>
23. TMP20 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmp20.pdf>
24. TMP75 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/sbos288l/sbos288l.pdf>
25. HIH6130-021 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-humidicon-hih6100-series-product-sheet-009059-6-en.pdf>
26. HIH-4000 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4000-series-product-sheet-009017-5-en.pdf>
27. HIH-4021 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4010-4020-4021-series-product-sheets-009020-1-en.pdf>
28. HIH-4030 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4030-4031-series-product-sheet-009021-4-en.pdf>
29. HIH-4602 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://sensing.honeywell.com/honeywell-sensing-hih4602-ac-series-product-sheet-009022-1-en.pdf>
30. RSF54Y100RC datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.cynergy3.com/sites/default/files/RSF50%202016_1.pdf>
31. RSF56Y100RC datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.sensorica.ru/pdf/rsf50.pdf>
32. SHR-2 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.rtkt.ru/files/elkoep/data/sensors.pdf>
33. LLE101101 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.compel.ru/item-pdf/308d75c2ce0917f2093608e0b78b0977/ps/honey~lle.pdf>
34. LS02 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.compel.ru/item-pdf/ba30bdedb34feb8d2619fcde65c85443/pn/meder~ls02-1a66-pa-500w.pdf>
35. Операционные усилители. Виды и работа. Питание и особенности. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/operatsionnye-usiliteli/>
36. LM158 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/223/DOC000223781.pdf>
37. ATmega16 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.gaw.ru/pdf/Atmel/AVR/atmega16p.pdf>
38. ThermoCond 29 datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://planetaklimata.com.ua/instr/Systemair/Menerga_ThermoCond_29_Data_Sheet_Rus.pdf>
39. L59EGW-CA datasheet. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.farnell.com/datasheets/1446139.pdf>
40. Сопротивления для светодиодов. Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.kakprosto.ru/kak-49926-kak-podbirat-soprotivleniya-dlya-svetodiodov>
41. 7 правил проектирования печатных плат. Электронный ресурс - Режим доступа: <https://habr.com/post/414141/>
42. Техника разводки печатных плат. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://cxem.net/comp/comp40.php>

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(*обязательное*)

Структурная схема

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(*обязательное*)

Функциональная схема

# **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

(*обязательное*)

Принципиальная схема

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

(*обязательное*)

Печатная плата