Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций

Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

Кафедра ТЭ

Допустить к защите

зав. кафедрой

/А.Н. Игнатов/

(подпись) (Ф.И.О.)

**ВЫПУСКНАЯ**

**КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
БАКАЛАВРА**

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ-ВЛАЖНОСТИ

Пояснительная записка

ИТКЭ.405219.007 ПЗ

Студент / М.И.Дзюин /

(подпись) (Ф.И.О.)

Факультет МТС Группа МПП-88

Руководитель / А.А.Шабронов /

(подпись) (Ф.И.О.)

Консультант по экономическому обоснованию

/ А.А.Шабронов /

(подпись) (Ф.И.О.)

Новосибирск 2022 г.

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций

Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

**КАФЕДРА**

Технической электроники

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА**

СТУДЕНТА М.И.Дзюина ГРУППЫ МПП-88

«УТВЕРЖДАЮ»

«24» декабря 2021 г.

Зав. кафедрой ТЭ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ А.Н. Игнатов (подпись) (Ф.И.О.)

Новосибирск 2022 г.

1. Тема выпускной квалификационной работы бакалавра

Разработка устройства сопряжения для датчика температуры-влажности

утверждена приказом по университету от « 26 » января 2022 г. № 4/73о-22

2. Срок сдачи студентом законченного проекта « 10 » июня 2022 г.

3. Исходные данные по проекту (эксплуатационно-технические данные, техническое задание):

Применить датчик влажности-температуры на основе специализированных микросхем по интегральной технологии и  инидкатор отображения по технологии OLED и разработать устройство сопряжения для подключения к компьютеру через интерфейс USB-2 для отображения на компьютере и на индикаторе данных температуры и влажности. Предусмотреть автономную работу без компьютера от автономного источника питания.

|  |  |
| --- | --- |
| 4. Содержание расчетно-пояснительной записки  (перечень подлежащих разработке вопросов) | Сроки  выполнения  по разделам |
| Введение  Назначен | 26.01.2022 г. |
| Назначение и внутреннее устройство | 30.01.2022 г. |
| Общий принцип работы | 07.02.2022 г. |
| Расчетная часть | 29.02.2022 г. |
| Разработка программного обеспечения устройства | 15.03.2022 г. |
| Конструкция устройства | 02.04.2022 г. |
| Технология производства | 26.04.2022 г. |
| Технико-экономическое обоснование | 17.05.2022 г. |
| Заключение | 01.06.2022 г. |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов):

1. Раздел по экономическому обоснованию

Технико-экономическое обоснование

Уровень сформированности компетенций: *ПК-4 – способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов конструкций электронных средств –*

низкий/средний/высокий

/ А.А.Шабронов /

|  |  |
| --- | --- |
| Дата выдачи задания  « 24 » декабря 2021 г. | Задание принял к исполнению  « 24 » декабря 2021 г. |
| / А.А. Шабронов /  (подпись, Ф.И.О. руководителя) | / М.И.Дзюин /  (подпись, Ф.И.О. студента) |

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций

Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

##### **ОТЗЫВ**

о работе студента М.И.Дзюина в период подготовки выпускной квалификационной работы по теме «Разработка устройства сопряжения для датчика температуры-влажности»

Считаю, что представленная выпускная квалификационная работа заслуживает оценки « », а ее автор – Дзюин М.И. достоин присвоения квалификации «бакалавр» по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| - рекомендована к опубликованию |  | Тема предложена предприятием |  |
| - результат опубликован |  | Тема предложена студентом |  |
| - внедрена |  | Тема предложена кафедрой |  |
| - имеет практическую ценность |  | Тема является фундаментальной |  |
| - имеет научно-исследовательский характер |  | Рекомендую студента в магистратуру |  |
| - рекомендована к внедрению |  | Рекомендую студента в аспирантуру |  |

Руководитель выпускной квалификационной работы бакалавра

(должность, уч. степень, подпись, фамилия, имя, отчество (полностью), дата)

С Отзывом ознакомлен /М.И.Дзюин/

«\_\_\_» июня 2022 г.

Приложение к Отзыву

**Уровень сформированности компетенций у студента**

М.И.Дзюин

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Компетенции | | Уровень сформированности  компетенций | | |
| высокий | средний | низкий |
| 1 | | 2 | 3 | 4 |
| Общекультурные | ОК-6 – способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |  |  |  |
| ОК-7 – способностью к самоорганизации и самообразованию |  |  |  |
| Общепрофессиональные | ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики |  |  |  |
| ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |  |  |  |
| ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей |  |  |  |
| Профессиональные | ПК-5 готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств |  |  |  |
| ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования |  |  |  |
| ПК-7 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы |  |  |  |
| ПК-8 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |  |  |  |

Руководитель выпускной квалификационной работы бакалавра

Старший преподаватель /А.А.Шабронов/

«\_\_\_» июня 2022 г.

Работа размещена на сайте СибГУТИ: https://sibsutis.ru/science/diploma/element/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**АННОТАЦИЯ**

Выпускной квалификационной работа студента М.И.Дзюина

по теме Разработка устройства сопряжения для датчика температуры-влажности

Объём работы – страницы, на которых размещены рисунков и таблиц. При написании работы использовалось источника.

Ключевые слова: измерение, датчик, температура, влажность, преобразование\_\_

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

Работа выполнена: на кафедре технической электроники СибГУТИ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель: Старший преподаватель Шабронов А.А.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Целью работы являлось: разработка устройства сопряжения для датчика температуры влажности в соответствие с техническими требованиями\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Решаемые задачи: разработка устройство сопряжения для датчика температуры-влажности с минимальными затратами на производство, с использованием программируемой логики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Основные результаты: разработано устройство сопряжения для датчика температуры влажности, соответствующее всем техническим требованиям\_\_\_\_\_

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

**Graduation thesis abstract**

Of Dzuin M.I. on the theme development of an interface device for a temperature-humidity sensor.

The paper consists of pages, with figures and tables/charts/diagrams. While writing the thesis referencesources were used.

Keywords measurement, sensor, temperature, humidity, conversion\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

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

The thesis was written at department of Technical Electronics of SibGUTI \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(name of organization or department)

Scientific supervisor associate senior lecturer Shabronov A.A\_\_\_\_\_

(position, degree, last name, name)

The goal/subject of the paper is development of an interface device for a humidity temperature sensor in accordance with the technical requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

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

Tasks: development of an interface device for a temperature-humidity sensor with minimal production costs, using programmed logic \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Results: an interface device for a humidity temperature sensor has been developed that meets all technical requirements\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

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

**Содержание**

Обозначения и сокращения3

1 Введение4

2 Назначение и внутреннее устройство5

3 Общий принцип работы10

3.1 Интерфейс I2C10

3.2 Интерфейс UART11

3.3 Интерфейс USB12

4 Обоснование выбранного варианта исполнения13

4.1 Выбор датчика13

4.2 Выбор микроконтроллера15

5 Расчетная часть16

5.1 Электрический расчет и подбор элементной базы16

5.2 Тепловой расчет17

5.3 Расчет технологичности19

6 Разработка программного обеспечения устройства26

7 Конструкция устройства29

8 Технология производства30

8.1 Технологический анализ конструкции 30

8.2 Технологическая схема изготовления 32

8.3 Технологический процесс изготовления 33

9 Технико-экономическое обоснование35

10 Заключение37

Приложение А (обязательное) Технологическая схема сборки38

Ссылочные нормативные документы39

Ссылочные документы40

Библиография41

**Обозначения и сокращения**

В настоящей курсовой работе применяют следующие сокращения и обозначения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| КЗ | – | короткое замыкание |
| ОС | – | операционная система |
| ПК | – | персональный компьютер |
| ПО | – | программное обеспечение |
| РЭС | – | радиоэлектронное средство |
| ЭВМ | – | электронно - вычислительная машина |
| I2C | – | inter-integrated circuit |
| UART | – | universal asynchronous receiver-transmitter |
| USB | – | universal serial bus |

**1 Введение**

Сегодня практически нет отрасли народного хозяйства, раздела науки и техники, где бы не требовалось контролировать температуру и влажность газовых сред.

Но при всех этих потребностях состояние на рынке приборов для контроля температуры и влажности не оставляет уверенности в удовлетворительном положении. Многие датчики и приборы, которые используются потребителями, далеко не удовлетворяют потребностям современного уровня развития техники, другие являются неудобными, громоздкими или дорогостоящими.

Выбранная тема дипломного проекта является актуальной, так как, с развитием информационных технологий, внедрение автоматизированных систем управления, в решении повседневных задач является, легко реализуемой. Также, можно заметить, что на современном рынке присутствуют модели измерителей разной функциональности, что позволяет сделать вывод о существующей потребности потребителей в данном товаре.

На данном этапе, во всем мире в целом и в нашей стране, в частности, усиливается тенденция к широкому внедрению автоматизации и компьютеризации в различные сферы человеческой деятельности. Ведущее место в этом занимают современные технологические новшества для бытовых нужд. Здесь и возникает необходимость в автоматизации процессов измерения влажности и температуры воздуха, обработки получаемых результатов с использованием ЭВМ.

В настоящее товарный ряд измерителей температуры и влажности воздуха представлен, в большинстве своем, приборами, основанными на микроконтроллерах. Популярность такого решения продиктована большой функциональностью таких приборов благодаря тому, что микроконтроллеры выполняют большое количество различных операций.

Информационно-измерительная система уровня температуры и влажности может во многом помогать в быту и на производстве. На многих предприятиях необходимо непрерывное контролирование состояния внешней среды, для поддержания работоспособности работника и оборудования, а также для выдержки требуемого качества выпускаемой продукции.

Целью данного дипломного проекта, является создание автоматического малогабаритного устройства для измерения и отображения уровня температуры и влажности в условиях производственного предприятия.

**2 Назначение и внутреннее устройство изделия**

Разрабатываемое радиоэлектронное устройство представляет собой измеритель температуры и влажности, предназначенный для непосредственного измерения требуемых параметров окружающей среды, в непрерывном режиме, с возможным местным питанием и питанием непосредственно от сети. Основной предполагаемой средой использования измерителя являются условия сельского хозяйства.

Схема устройства и все его комплектующие плотно располагаются внутри пластикового корпуса. Устройство содержит в себе индивидуально изготавливаемые детали и сборки, а также готовые покупные стандартные и прочие изделия. Печатная плата, со всеми компонентами устройства, может крепиться внутри корпуса с помощью заранее заготовленных крепежных отверстий в самой плате, или с использованием клея. Крепления всех компонентов на плате и между собой выполнено с помощью пайки, клеммных и штыревых соединений. Общий вид собранного устройства в открытом виде, указан в соответствии с рисунком 2.1.

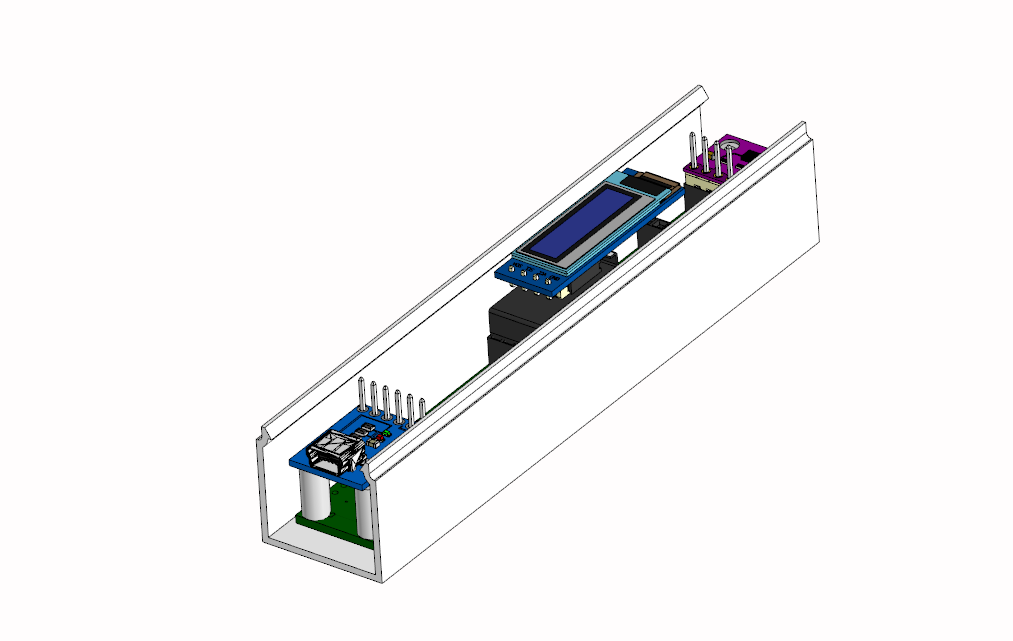


Рисунок 2.1 – Общий вид устройства в открытом виде

Разработка устройства начинается с обозначения его основных функциональных блоков, определения их требуемых параметров и дальнейшим составлением упрощенной структурной схемы, отображающей самые основные узлы разрабатываемого устройства. Структурная схема приведена в соответствии с рисунком 2.2.

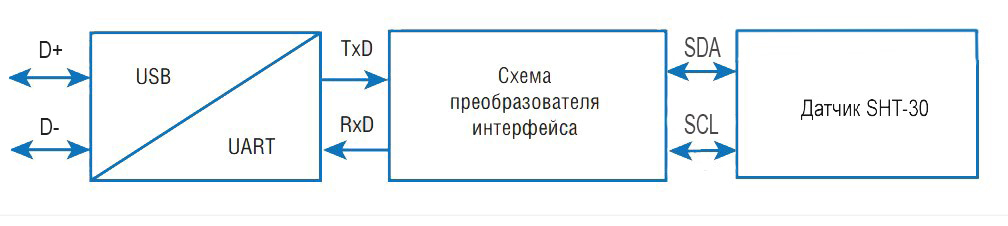


Рисунок 2.2 – Структурная схема устройства

Конечное изготавливаемое устройство имеет вид печатной платы, с закрепленными компонентами, находящейся внутри пластмассового корпуса, с плотно закрытой крышкой, с вырезанным отверстием под вывод дисплея устройства для внешней фиксации измеряемых величин при работе в режиме местной батареи. Изображается в соответствии с рисунком 2.3.

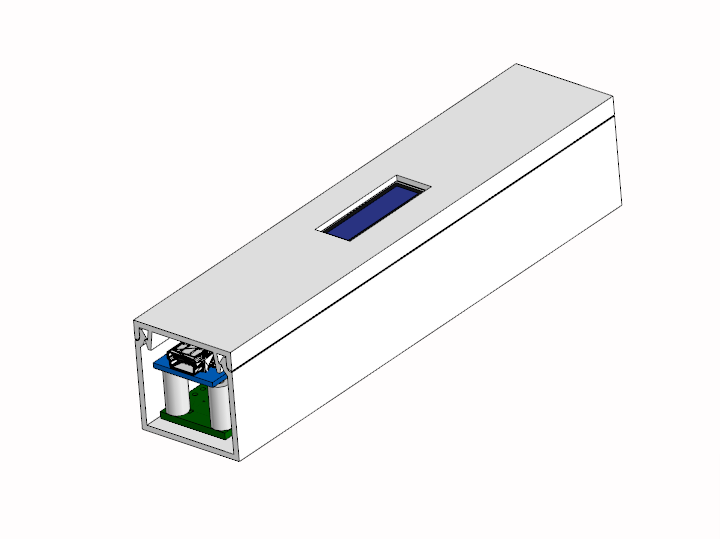


Рисунок 2.3 – Итоговый вид устройства

В роли основных сборочных единиц данного устройства выступают плата преобразователя, конечное готовое устройство, корпус и компоненты, впаиваемые на печатную плату. В роли оригинальной детали выступает печатная плата устройства, изготавливаемая на заказ по заданным размерам.

Готовый модуль в виде датчика температуры - влажности марки «SHT30» представляет собой печатную плату с вмонтированными компонентами, предоставляющую информацию о температуре и влажности в цифровом виде с помощью чувствительного датчика, используя высокоскоростной интерфейс передачи данных I2C. Плата закрепляется в устройстве с помощью штыревых разъемов, впаянных в соответствующие отверстия на плате. Вид платы представлен в соответствии с рисунком 2.4.



Рисунок 2.4 – Модуль датчика «SHT30»

Также готовым модулем устройства является жидкокристаллический дисплей марки «SSD1306», выполненный в виде готовой печатной платы с вмонтированными компонентами. Дисплей предназначен для вывода информации и работе устройства, для ее визуальной фиксации без непосредственного подключения к рабочей станции. Вывод информации воспроизводится с помощью высокоскоростного интерфейса I2C. Общий вид дисплея приведен в соответствии с рисунком 2.6. Плата закрепляется в устройстве с помощью штыревых разъемов, впаянных в соответствующие отверстия на плате.



Рисунок 2.5 – Модуль дисплея «SSD1306»

Основной сборочной единицей является преобразователь интерфейса, выполненная на печатной плате, с вмонтированными компонентами. Основой схемы является 8-битный микроконтроллер, запрограммированный на преобразование одного интерфейса передачи данных в другой.

Предусмотрено дальнейшее развитие устройства, внедрение улучшений и дополнительных функций. При желании разработчика или потребителя может предоставляться защита от короткого замыкания и электромагнитных наводок, различные виды питания, светодиодная индикация различных режимов работы, подключение дополнительных выносных датчиков и ручная регулировка режимом работы устройства. На данном этапе разработки устройство имеет минимальную комплектацию, необходимую для его стабильной работы. Компоненты на сборке впаиваются в заранее заготовленные монтажные отверстия на плате. Общий вид сборки приведен в соответствии с рисунком 2.6.

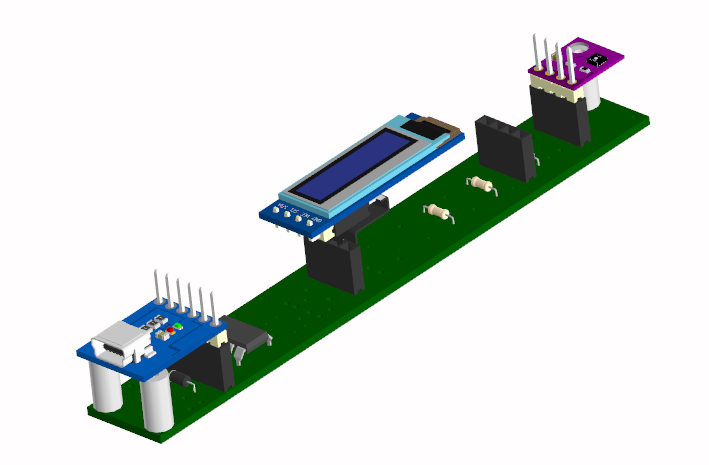


Рисунок 2.6 – Общий вид платы преобразователя интерфейса

Корпус выполнен из пластмассы, изготавливаемый по размерам, соответствующим размеру печатной платы.

Размеры печатной платы, на которую производится монтаж основных элементов, и все монтажные отверстия подбираются в соответствии с обеспечением заданных свойств и параметров устройства. Печатная плата, как оригинальная деталь, изготавливается двухсторонним методом с небольшим количество переходных отверстий.

Общий вид изделий изображен в соответствии с рисунками 2.7 и 2.8.

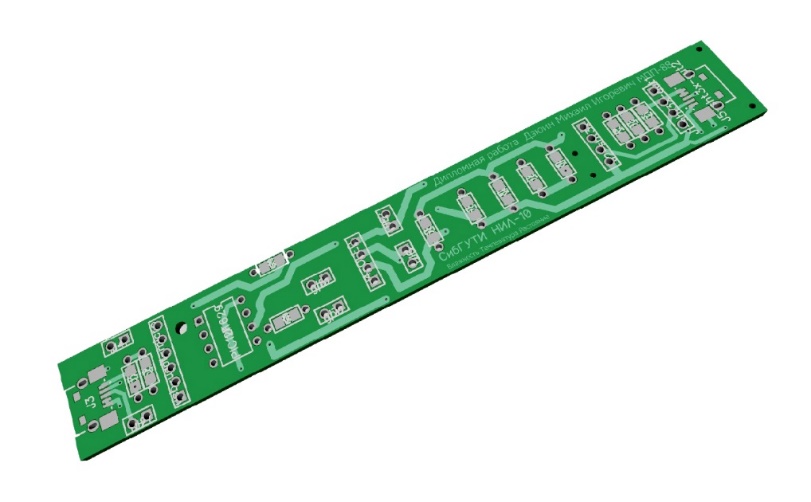


Рисунок 2.7 – Вид печатной платы

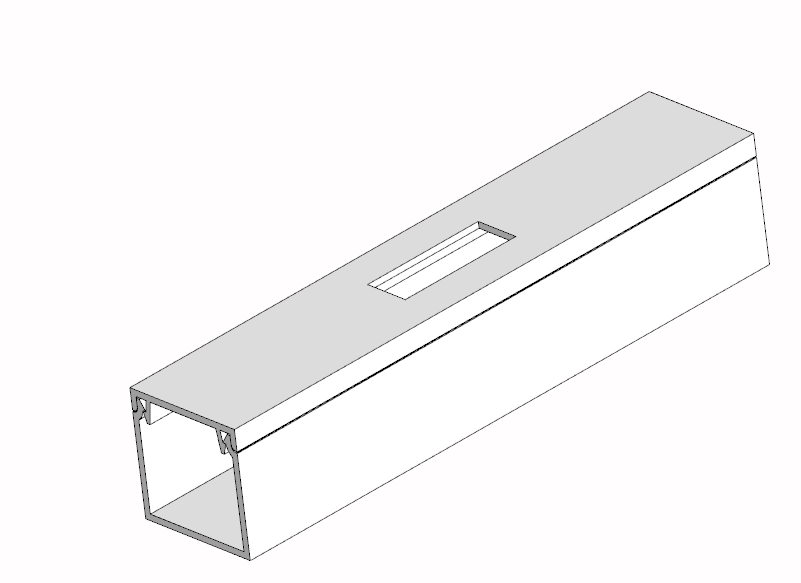


Рисунок 2.8 – Общий вид корпуса

**3 Общий принцип работы**

В основе работы разрабатываемого устройства лежит программная реализация преобразования интерфейса передачи данных I2C, используемого модулем датчика, в интерфейс USB, с помощью использования возможностей 8 - битного микроконтроллера. Преобразование происходит поэтапно, сначала с помощью микроконтроллера полученные данные преобразуются из I2C в UART, затем, с помощью готового модуля преобразования UART, преобразуется в USB. Способы и методы преобразования основываются на принципиальных различиях в приеме - передачи информации в каждом интерфейсе.

**3.1 Интерфейс I2C**

Датчик температуры влажности, вмонтированный в устройство, получает информацию в аналоговом виде, переводит ее в цифровую и отправляет по интерфейсу I2C. Интерфейс I2C является физической сетью и представляет собой двухпроводную шину, линии которой называются «DATA» и «CLOCK» (необходим ещё и третий провод - земля, но интерфейс принято называть двухпроводным по количеству сигнальных проводов). Соответственно, по линии «DATA» передаются данные, линия «CLOCK» служит для тактирования. К шине может быть подключено до 128 абонентов, каждый со своим уникальным номером. В каждый момент времени информация передаётся только одним абонентом и только в одну сторону. Логика передачи данных данного типа интерфейса представлена в соответствии с рисунком 3.1

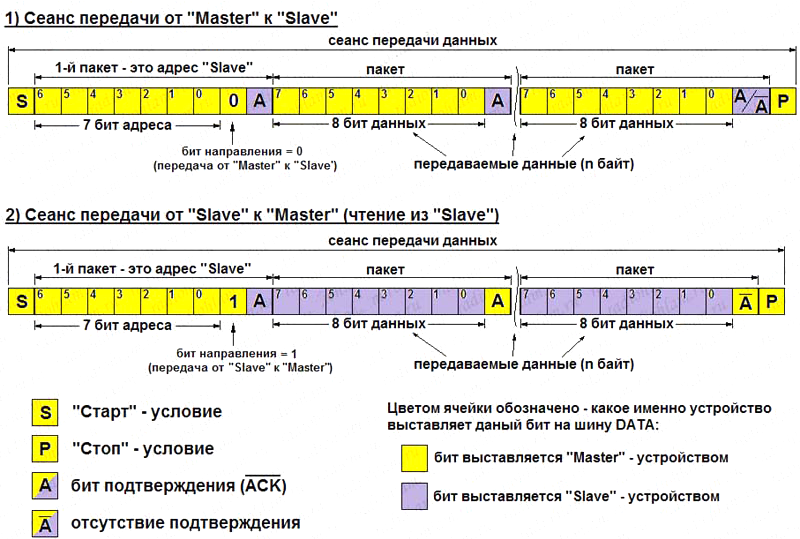


Рисунок 3.1 – Логика приема-передачи данных I2C

**3.2 Интерфейс UART**

Микроконтроллер получает заранее обработанную информацию и преобразует ее в интерфейс UART, используя свое собственное внутреннее устройство. Интерфейс UART представляет собой универсальный асинхронный приёмопередатчик. Связь в UART может быть симплексной (данные передаются только в одном направлении), полудуплексной (каждая сторона осуществляет передачу, но только по очереди), или полнодуплексной (обе стороны могут передавать одновременно). Данные в UART передаются в виде кадров. Логика передачи данных с помощью данного интерфейса представлена в соответствии с рисунками 3.2 и 3.3

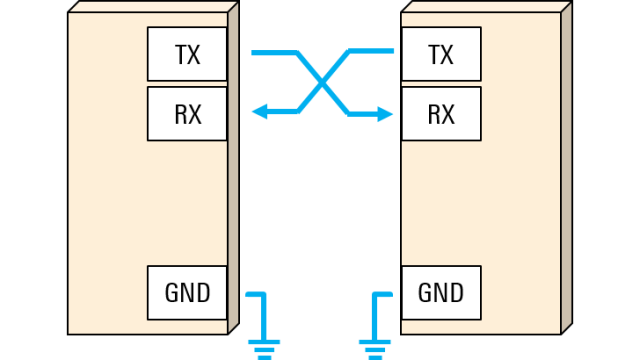


Рисунок 3.2 – Принцип связи интерфейса UART

Кадры протокола UART содержат стартовые и стоповые биты, биты данных и необязательный бит четности.

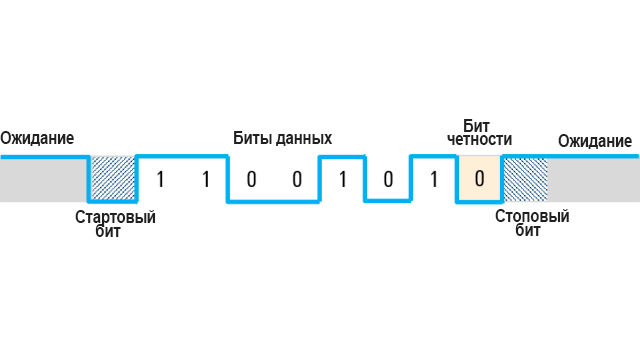


Рисунок 3.3 – Логика приема-передачи данных UART

Асинхронность интерфейса означает отсутствие общего тактового сигнала, поэтому для работы UART необходимо настроить одинаковую скорость передачи данных, или битовую скорость на обеих сторонах соединения.

**3.3 Интерфейс USB**

Получив информацию в виде UART, она отправляется на вход модуля преобразователя USB-UART. Интерфейс USB представляет собой последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике. Интерфейс позволяет не только обмениваться данными, но и обеспечивать электропитание периферийного устройства.

На логическом уровне устройство USB поддерживает транзакции приёма и передачи данных. Каждый пакет каждой транзакции содержит в себе номер оконечной точки на устройстве. При подключении устройства драйверы в ядре ОС читают с устройства список оконечных точек и создают управляющие структуры данных для общения с каждой оконечной точкой устройства. Совокупность оконечной точки и структур данных в ядре ОС называется каналом.

Оконечные точки, а значит, и каналы, относятся к одному из четырех классов которые могут быть поточными, управляющими, изохронными и прерываниями.

Время шины делится на периоды, в начале периода контроллер передаёт всей шине пакет «начало периода». Далее, в течение периода, передаются пакеты прерываний, потом изохронные в требуемом количестве, в оставшееся время в периоде передаются управляющие пакеты и в последнюю очередь поточные.

Активной стороной шины всегда является контроллер, передача пакета данных от устройства к контроллеру реализована как короткий вопрос контроллера и длинный, содержащий данные, ответ устройства. Расписание движения пакетов для каждого периода шины создаётся совместными усилиями аппаратуры контроллера и ПО драйвера. Форма пакета интерфейса представлена в соответствии с рисунком 3.4.

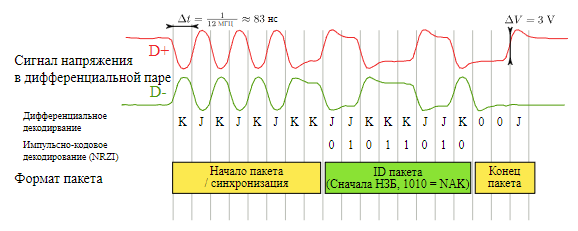


Рисунок 3.4 – Осциллограмма пакета USB

**4 Обоснование выбранного варианта исполнения**

Все внутреннее устройство разрабатываемого изделия подбирается в совокупности требуемых параметров и технического задания. Основой выбора конкретного исполнения устройства является выбор датчика температуры-влажности. На настоящее время на рынке представлено огромное количество разных вариантов датчиков, как по их структуре, так и по физическому методу измерения требуемых параметров. Также, немаловажной частью устройства является микроконтроллер, от выбора которого зависит принцип построения всего устройства.

**4.1 Выбор датчика**

В данной работе за основу измерения требуемых параметров был выбран датчик температуры влажности марки «SHT30». Выбор производился, в основном, по соотношению цена/качество, по разрешающей способности, габаритам датчика и структуре его обвязок. Большинство датчиков имеет встроенный, последовательный интерфейс передачи данных I2C, используемый в данной работе, в следствии чего, сравнение по данному отличию не проводится.

Основными аналогами выбранного датчика марки «SHT30», выступают датчики марки «BME-680» и «DHT-11». Принципиальные отличие данных датчиков друг от друга заключаются в различных методах измерения параметров, в цене, габаритах и основных параметрах. Условные сравнительные характеристики данных датчиков приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Сравнительные характеристики датчиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сравниваемые параметры | «SHT-30» | «BME-680» | «DHT-11» |
| Цена | Низкая | Высокая | Высокая |
| Габариты | Маленькие | Маленькие | Большие |
| Погрешность измерения | ±2%, ±0,3 ˚С | ±3%, ±1 ˚С | ±5%, ±2 ˚С |
| Виды измерения | Температура и влажность | Температура, влажность, давление | Температура и влажность |

Методы измерения температуры и влажности разнятся от датчика к датчику. Рассмотрим основные методы и принципы измерения температуры внешней среды и выделим их основные преимущества и недостатки:

а) метод с использованием терморезисторов работает по принципу изменения сопротивления проводника при изменении его температуры. Благодаря простой и надежной конструкции, датчики этого типа широко применяются в электронике и машиностроении. Неоспоримым плюсом этих измерителей является высокая точность, чувствительность и простые устройства считывания;

б) метод с использованием термопар основан на том, что в замкнутых контурах проводников или полупроводников возникает электрический ток, если места спайки различаются по температуре. Для измерения температуры, один конец термопары помещают в среду измерения, а другой служит для снятия значений. Единственным, но существенным недостатком этого вида измерителей является их довольно большая погрешность, что недопустимо для многих технологических процессов;

в) метод с использованием полупроводниковых датчиков работает на принципе изменения характеристик p-n перехода под воздействием температуры. Так как зависимость напряжения на транзисторе от температуры всегда пропорциональна, можно сделать датчик с высокой точностью измерения. Несомненными плюсами такого решения является дешевизна, высокая точность данных, и линейность характеристик на всем диапазоне измерения. Кроме того, их можно монтировать прямо на полупроводниковой подложке, что делает этот тип датчиков незаменимым для микроэлектронной промышленности.

Рассмотрим основные методы и принципы измерения влажности внешней среды. Емкостные методы измерения, в зависимости от устройства и производителя, работают в метровом диапазоне частот от 5 до 180 МГц. На значение постоянной диэлектрической проницаемости, в этом частотном диапазоне, частично влияет практически идентичная степень реальной части (фактическое содержание воды) и мнимой части (содержание минералов, химический состав и температура). Выделение этих двух влияющих переменных невозможно. По этой причине точное измерение влажности невозможно под воздействием переменных параметров, таких как температура и содержание минеральных веществ, переменный гранулометрический состав, неоднородность материала

Микроволновые измерительные системы работают на высоких частотах больших 1 ГГц. Однако в этом частотном диапазоне реальная часть постоянного тока снова уменьшается. Это приводит к снижению разрешения измерения. Кроме того, проблемная доля мнимой части или вклада ошибки постоянной диэлектрической проницаемости, переменной возмущения при измерении влажности, снова увеличивается. Поэтому микроволновые методы, в меньшей степени по сравнению с емкостными, реагируют на отклонения температуры и электропроводности самого материала.

В отличии от емкостного метода, это можно скорректировать программной обработкой отраженного сигнала, однако за это приходится платить.

Микроволновый метод является технически и физически сложным методом измерения, при котором различные параметры, такие как температура, форма зерна или гранул и размеры, могут влиять на результат измерения.

**4.2 Выбор микроконтроллера**

В связи с огромным предложением различных видов микроконтроллеров на рынке, выбор определённого типа становится затруднителен. В настоящей дипломной работе при разработке устройства был использован 8-битный микроконтроллер марки «PIC12f629». Выбор основывается, первостепенно, на уже ранее знакомой «PIC» архитектуре, так как работа с определенным типом микроконтроллера требует отличного понимая его внутреннего устройства.

Данный микроконтроллер обладает намного меньшей разрядностью чем современные аналоги, однако в условиях данной работы, его мощностей более, чем достаточно. Исходя из этого несмотря на то, что данный микроконтроллер и обладает сравнительно маленьким набором возможностей и мощностей, он легко выполняет, требуемыми в условиях данной работы, задачи, и при этом имеет наименьшую стоимость по сравнению с аналогами. Внешний вид представлен в соответствии с рисунком 4.1.



Рисунок 4.1 – Внешний вид «PIC12f629»

**5 Расчет**

**5.1 Электрический расчет и подбор элементной базы**

Электрический расчет разрабатываемого устройства начинается с составления основной принципиальной схемы требуемого устройства, в соответствии с техническим заданием. Принципиальная схема представлена в соответствии с ИТКЭ.ХХХХХХ.007 ПЭ

Для работы устройства, в целом, достаточно использования одного микроконтроллера, так как он обладает достаточным набором функций, однако требуется использование дополнительных элементов для стабилизации его работы и выдержки нормального режима работы всего устройства.

В минимальной комплектации требуется присутствие резисторов подтяжки, для исключения наводящихся помех. Также, необходимо использование мощного резистора для рассеивания большого тока, в случае непредвиденного короткого замыкания, и использование диода Шоттки, для стягивания различного обратного напряжения, с информационных линий и линий питания, на землю. Существует возможность добавления дополнительных защитных диодов и фильтрующих фильтров, светодиодов, однако в данной комплектации они использованы не были.

В разработанной схеме присутствуют резисторы R3 и R4. Минимальный номинал сопротивления R, кОм, данных резисторов вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.1) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | Vпит | – | удельная норма расхода материала, кг/м2. |

Вычисление номинала сопротивления резисторов R, кОм, производится в соответствии с формулой (5.1)

Для нормального выполнения функций минимальное значение номинала данных резисторов берется примерно в 10 раз больше рассчитанного. Для использования подходят резисторы марки **«С2–29В – 0,25 – 11кОм ±1,0% ОЖ0.467.130 ТУ».**

Резистор R1 является токоограничивающим резистором в случае возникновения КЗ. Он должен иметь хорошую номинальную мощность рассеивания. Для использования подходит резистор марки «**С1–4 – 2 – 75Ом ±5,0% ОЖ0.467.130 ТУ».**

Диод D1 является диодом Шоттки. Диод подбирается по максимально низкому прямому напряжению и максимально большому обратному. Для использования подходит диод марки «1N5817».

**5.2 Тепловой расчет**

Любое радиоэлектронное устройство в процессе своей работы выделяет некоторое количество тепла. В условиях его эксплуатации и особенностей конструкции данное значение может варьироваться, в следствии чего, необходимо произвести расчет общего количества отводимого тепла от устройства и его компонентов, в целях выяснения, требуется ли для данного устройства использование дополнительного метода охлаждения, для нормализации его рабочих параметров в процессе работы. Так как устройство, в условиях его конструкции, имеет свободную циркуляцию воздуха внутри, а рабочие токи и напряжения малы, то общее отводимое тепло с устройства является незначительным. Однако, индивидуальное расположение компонентов на плате может привести к их тепловому воздействию друг на друга, в следствии чего тепловой расчет необходим.

Для реализации теплового расчёта воспользуемся программой инженерного моделирования методом конечных элементов, «Elcut». Условия моделирования являются стационарными, с конвекцией воздуха пропорциональной непринудительному обдуву. Температура нагрева компонентов рассчитывается без учета влияния температуры внешней среды, т.е. для условного понимания конечной температуры, следует учитывать температуру окружающей среды в среде использования устройства. Для запуска расчета, к каждому элементу следует задать их физические параметры. Данные параметры определяются с помощью сопроводительной документации на каждый используемый компонент. Готовые покупные модули, используемые в устройстве, в расчете не учитываются ввиду их незначительного влияния, также исключено влияние проводниковых линий. Параметры приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Параметры компонентов для теплового расчета

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Рези­стор  75 Ом | Рези­сторы 11кОм | Диод Шоттки | Микро­контрол­лер | Печатная плата | Ко­лодки |
| Теплопровод­ность, Вт/К∙м | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,25 | 0,30 |
| Рассеивае­мая мощ­ность, Вт | 2,00 | 0,25 | 0,10 | 0,80 | 0,00 | 0,00 |
| Объем эле­мента, мм­3 | 60,00 | 18,00 | 24,00 | 170,00 | – | – |
| Рабочий диапа­зон темпера­тур, ˚С | - 55  …  +125 | -55  …  +125 | -40  …  +150 | -40  …  +125 | -65  …  +155 | -60  …  +110 |
| Коэффици­ент конвек­ции, Вт/К∙м2 | 12 | | | | | | |

Создаем упрощенную 3D модель устройства в программе и задаем элементам требуемые полученные параметры. Результат расчета приведен в соответствии с рисунком 5.1.

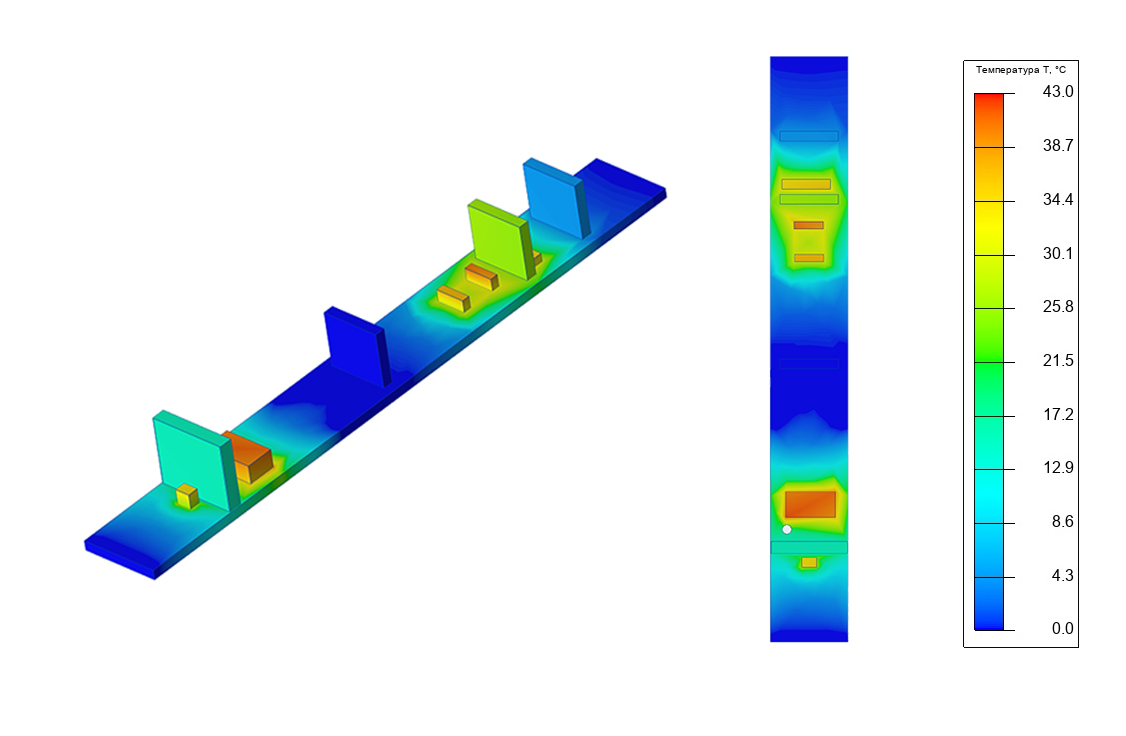


Рисунок 5.1 – Результат расчета

В результате проведения расчетов, можно наблюдать, что температура каждого из элементов, находится в пределах их индивидуальных рабочих температурных диапазонов, в следствии чего не требуется использование дополнительных методов охлаждения.

**5.3 Расчет технологичности**

Произведем расчет норм расхода материалов изготавливаемого устройства. Расход вспомогательных материалов НРМ, кг, вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.2) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | НУД | – | удельная норма расхода материала, кг/м2; |
|  |  | – | площадь обрабатываемой поверхности, м2. |

Удельные нормы расхода вспомогательных материалов при сборочно-монтажных работах в условиях данной работы рекомендованы РД4.050.011-89 и приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Удельные нормы расхода вспомогательных материалов при

сборочно-монтажных работах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование технологической операции | Наименование материала | Удельная норма расхода, для групп сложности деталей | |
| первой | второй |
| Обезжиривание поверхности пе­ред склеиванием | Бензин авиационный Б-70 | 0,060  кг/м2 | 0,080  кг/м2 |
| Склеивание де­талей | Клей БФ-4 | 0,175  кг/м2 | – |
| Лужение паяль­ником | Канифоль сосновая | 0,034  кг/м2 | 0,036  кг/м2 |
| Зачистка элек­тропаяльников | 0,025 кг/100  паек | – |
| Пайка изделий | 0,030  кг/м2 | 0,032  кг/м2 |
| Растворители марок 645, 646,647,648 | 0,006  кг/м2 | – |

Расчет норм расхода всех вспомогательных материалов НРМ, кг, производится в соответствии с формулой (5.2)

Нормирование расхода припоя для выполнения электрического монтажа РЭС выполняют из расхода:

- 0,10 г на одну пайку печатного монтажа;

- 0,17 г на одну пайку объемного монтажа.

Нормирование расхода флюса выполняют из условия расхода его в размере 20 % от величины расхода припоя.

Расход спирта этилового NРС, л, при выполнении сборочно-монтажных и электромонтажных работ, в общем, случае вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.3) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | NУД | – | удельная норма расхода спирта этилового, л/м2, л/шт. и т.д.; |
|  |  | – | объем выполняемой работы, м3, шт. и т. д. |

При расчете норм расхода спирта следует учитывать, что при выполнении некоторых операций используют спирто-бензиновую смесь (50%). В этом случае кроме расчета норм расхода спирта необходимо рассчитать норму расхода бензина.

Удельные нормы расхода спирта в условиях данной работы рекомендованы ОСТ 4Г 0.50.226-84 и приведены в таблицах 5.3, 5.4, 5.5.

Таблица 5.3 – Удельные нормы расхода технического этилового спирта марки

А по ГОСТ 17299-78 на протирку

|  |  |
| --- | --- |
| Объект протирки | Удельная норма расхода, л |
| Контакты электрорадиоэлементов (на 100 шт.) | 0,005 |
| Детали неметаллические, м2 | 0,048 |

Таблица 5.4 – Удельные нормы расхода технического этилового

ректификованного спирта высшего сорта по ГОСТ 18300-87 на

промывку

|  |  |
| --- | --- |
| Объект промывки | Удельная норма расхода, л |
| Узлы на печатных платах от остатков флюса после пайки, м2 | 0,249 |

Таблица 5.5 – Удельные нормы расхода технического этилового спирта марки А

по ГОСТ 17299-78 при лужении и пайке

|  |  |
| --- | --- |
| Объект промывки | Удельная норма расхода, л |
| Приготовление флюса, кг, марок ФКСп | 1,098 |
| Пайка групповая методом погружения выводов навесных элементов на платах с печатным монтажом, м2 | 0,192 |
| Лужение деталей и сборочных единиц, м2 | 0,035 |

Расчет расхода спирта этилового всех вспомогательных материалов NРС, л, производится в соответствии с формулой (5.3)

Норму штучного времени на изготовление изделия ТШТ, мин, вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.4) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где |  | – | коэффициент, учитывающий тип производства и эксплуатационную характеристику изделия, приведен в таблице 5.5; |
|  |  | – | оперативное время на выполнение операции, мин; |
|  |  | – | подготовительно-заключительное время в процентах от оперативного; |
|  |  | – | время на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах от оперативного; |
|  |  | – | время на личные надобности в процентах от оперативного; |
|  |  | – | время на отдых в процентах от оперативного. |

Таблица 5.6 – Коэффициент, учитывающий тип производства и

эксплуатационную характеристику изделия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип  производства | Значение коэффициента К | | |
| Бытовое РЭС | Специальное РЭС стационарное и бортовое наземное | Специальное РЭС бортовое (кроме наземных) |
| Единичный  Мелкосерийный  Среднесерийный  Крупносерийный  Массовый | –  –  1,000  0,750  0,700 | 1,600  1,500  1,200  –  – | 1,900  1,800  1,500  –  – |

Нормы времени для различных операций сборочных работ приведены в ОСТ 4Г 0.050.011-81.

Нормы времени для различных операций монтажных работ приведены ОСТ 4Г 0.050.012-81.

Нормы подготовительно-заключительного времени и времени на отдых приведены в ОСТ 4Г 0.050.012-81.

Вычисление нормы штучного времени на изготовление детали ТШТ, мин*,* производится в соответствии с формулой (5.4)

Уровень выполнения требований по технологичности У, отн.ед., вычисляют по формуле

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | (5.5) | |
| где |  | – | фактическое значение комплексного показателя технологичности, отн.ед.; | |
|  | КТЕХНОЛ.БАЗ | – | базовое значение показателя технологичности, отн.ед. | |

За базовое значение показателя технологичности при оценке технологического уровня разработки применяют нормативные значения показателя технологичности, установленные для соответствующих групп в ОСТ 107.15.2011-91.

В соответствии с типом изготавливаемого устройства произведем расчет показателей технологичности для радиоэлектронных устройств электронных модулей второго уровня.

Фактическое значение комплексного показателя технологичности изделия КТЕХНОЛ.ФАКТ, отн.ед., на уровне радиоэлектронных устройств, вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.6) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где |  | – | обобщенный показатель технологичности, характеризующий  схемотехническое решение, отн.ед.; |
|  |  | – | обобщенный показатель технологичности, характеризующий конструктивное решение, отн.ед.; |
|  |  | – | обобщенный показатель технологичности составных частей изделия, отн.ед. |

Значение обобщенного показателя технологичности, характеризующего схемотехническое решение КСХ, отн.ед., вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.7) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где |  | – | показатель технологической рациональности элементной базы, отн.ед.; |
|  |  | – | показатель монтажепригодности, отн.ед.; |
|  |  | – | показатель контролепригодности, отн.ед.; |
|  |  | – | показатель сложности настройки, отн.ед. |

Значение обобщенного показателя технологичности, характеризующего конструктивное решение КК, отн.ед., вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.8) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где |  | – | показатель типоразмерной характеристики, отн.ед.; |
|  |  | – | показатель применения базовых несущих конструкций, отн.ед. |
|  |

Значение обобщенного показателя технологичности составных частей КСЧ, отн.ед., вычисляют по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.9) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где |  | – | комплексный показатель технологичности β-ой составной части, отн.ед.; |
|  |  | – | коэффициент весомости β-ой составной части отн.ед; |
|  |  | – | показатель контролепригодности, отн.ед.; |
|  |  | – | применяемость β-ой составной части, шт. |

Номенклатура и нормированные значения частных показателей технологичности изделий приведены в ОСТ 107.15.2011-.

Нормативные значения показателей технологичности приведены в ОСТ 107.15.2011-91.

Значение коэффициентов весомости составных частей приведены в ОСТ 107.15.2011-91.

Расчет значения обобщенного показателя технологичности, характеризующего схемотехническое решение КСХ, отн.ед., производится в соответствии с формулой (5.7)

Расчет значения обобщенного показателя технологичности, характеризующего конструктивное решение КК, отн.ед., производится в соответствии с формулой (5.8)

Расчет значения обобщенного показателя технологичности составных частей КСЧ, отн.ед., производится в соответствии с формулой (5.8)

Фактическое значение комплексного показателя технологичности изделия КТЕХНОЛ.ФАКТ, отн.ед., производится в соответствии с формулой (5.6)

Расчет уровня выполнения требований по технологичности У, отн.ед., производится в соответствии с формулой (5.5)

Деталь технологична для разового и повторяющегося единичного производств.

**6 Разработка программного обеспечения**

Для работы устройства требуется написать программное обеспечение, как для самого микроконтроллера, так и для фиксации получаемых данных на ПК.

Программирование микроконтроллера производится на языке «Assembler», с алгоритмом, построенным относительно принципов приема и передачи информации в используемых интерфейсах передачи данных.

Программное обеспечение для обработки, полученной информации на ЭВМ, реализуется на языке «Forth» и выполняется по алгоритму «MASTER-SLAVE». Алгоритм в виде схемы представлен в соответствии с рисунком 6.1.

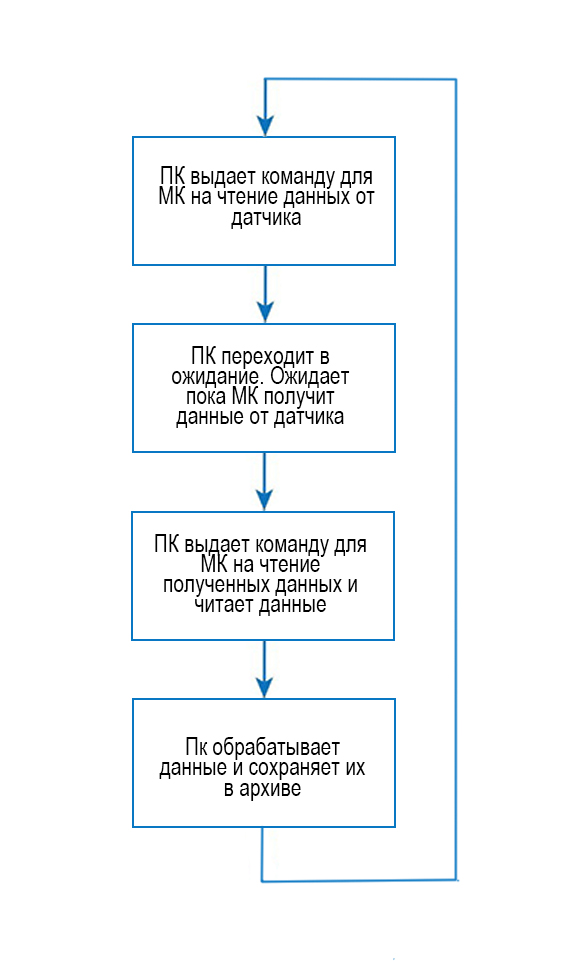


Рисунок 6.1- Алгоритм работы программного обеспечения

При запуске программы, пользователю представляется основное меню, с возможностью вызова различных подпрограмм, в зависимости от требований. Также в главном окне представляет главная информация о программе и используемом компьютере, а также возможность цветовой настройки интерфейса.

Для дальнейшей работы в программе требуется обнаружение порта, к которому подключено устройство с датчиком. Обнаружение происходит в автоматическом режиме при запуске программы, однако, существует возможность ручной настройки и опроса всех портов, в случае неполадок автоматической работы. Общий вид главного меню представлен в соответствии с рисунком 6.2.

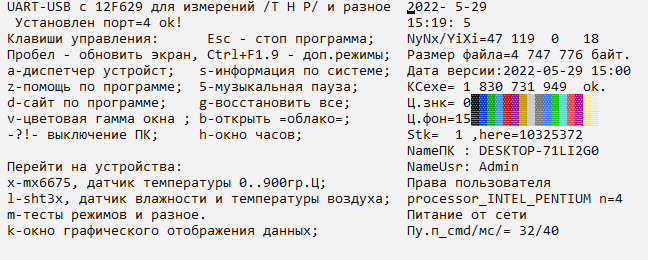


Рисунок 6.2 – Главное меню программы.

Для сбора информации с датчика влажности и температуры существует соответствующая, подпрограмма. В данной подпрограмме представляется возможность запуска функции чтения информации с датчика и вывода ее на экран. Также, есть возможность проверка портов компьютера на наличие датчика, и запуск окна с графиком, для более наглядного сбора информации. Меню подпрограммы и окно графика представлены в соответствии с рисунками 6.3 и 6.4

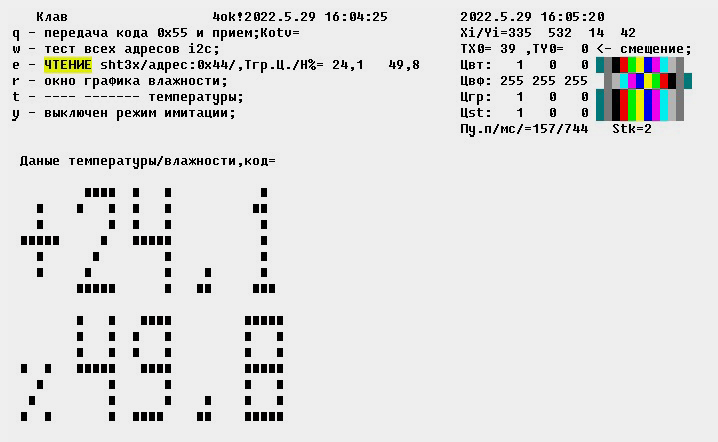


Рисунок 6.3 – Меню подпрограммы

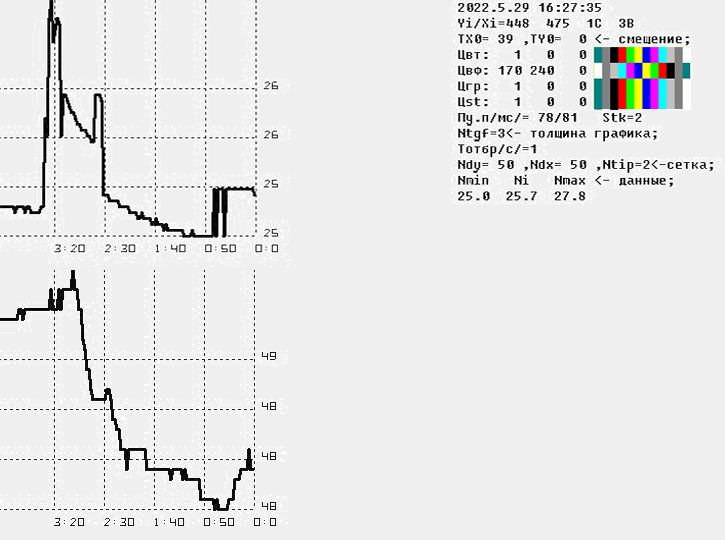


Рисунок 6.4 – Окно с изображением графиков температуры,

влажности

При чтении данных с датчика в программном обеспечении подразумевается запись получаемой информации в отдельном файле, для наглядного изучения полученной информации за определённый период времени.

Программа может быть подготовлена на любом языке и имеет индивидуальные методы настройки интерфейса. Для тестирования даны коды команды для проверки работы программой «гипертерминал»[5] вручную.

**7 Конструкция**

Конструкция устройства представляет собой печатную плату со всеми компонентами и модулями установленную внутри пластикового корпуса в соответствии с ИТКЭ.ХХХХХХ.007 СБ.

Сама печатная плата, на которую производится в дальнейшем монтаж всех необходимых компонентов и модулей, изготавливается на заказ в соответствии с ИТКЭ.ХХХХХХ.007. Печатная плата закрепляется внутри корпуса с помощью использования термоклея по углам платы. На печатной плате просверлены крепежные отверстия разных диаметров, для создания возможности выбора того или иного вида крепления.

Корпус представляет собой кабель-канал с индивидуальной длиной и проделанным отверстием в верхней крышке, для закрепления модуля светодиодного дисплея, в соответствии ИТКЭ.ХХХХХХ.007. Корпус имеет свободно открытые торцевые поверхности, для легкого доступа к работе с устройством. Внутри корпуса имеется дополнительное свободное пространство в целях естественной конвекции.

На печатную плату производится монтаж готовых модулей, которые крепятся с помощью клеммных колодок и должны иметь дополнительную опору, которая выполнена с помощью пластмассах втулок, закрепленных с модулем с помощью клея в соответствии с ИТКЭ.ХХХХХХ.007 СБ. Монтаж остальных элементов производится с помощью пайки.

**8 Технология**

**8.1 Технологический анализ конструкции**

Проектирование технологического процесса сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры начинается с тщательного изучения исходных данных (технических условий и технических требований, комплекта конструкторской документации, программы выпуска, условий запуска в производство и т.д.). На данном этапе основным критерием, определяющим пригодность аппаратуры к промышленному выпуску, является технологичность конструкции.

Под технологичностью конструкции (ГОСТ 18831-73) понимают совокупность ее свойств, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями конструкций изделий аналогичного назначения при обеспечении заданных показателей качества.

В соответствии с выбранным методом изготовления деталей, сборочных единиц или РЭС в целом, проявляются различные свойства технологичности конструкции РЭС. Изготавливаемая РЭС состоит из нескольких сборочных блоков скрепленных между собой посредством монтажа. Основными изготавливаемыми деталями исходного устройства являются смыкаемые части корпуса и печатные платы устройства, изготавливаемые под заказ. Методы изготовления данных деталей выбираются на основании технических условий.

Выбор методов зависит от назначения РЭС, ее функций, преобладающего вида связей, уровня унификации, автоматизации. В основу метода по видам связей положена структура геометрических и кинематических связей между деталями, представляющих собой систему опорных точек, число и размещение которых зависит от заданных степеней свободы и геометрических свойств твердого тела. Метод применим при проектировании неподвижного соединения деталей для исключения внутреннего напряжения. Метод является основным также тогда, когда от конструктора нужна высокая точность взаимного перемещения деталей или длительное и точное сохранение определенных параметров, зависящих от расположения деталей. Отличительной чертой метода является то, что характер взаимосвязи двух деталей не зависит от погрешностей их изготовления. Данный метод позволяет обеспечить взаимозаменяемость деталей в массовом производстве.

Метод по способу выявления связей основан на минимизации числа связей в конструкции, применяется для создания РЭС на основе оригинальной несущей конструкции (каркаса, шасси) в виде моноузла (моноблока с оригинальными элементами).

Методу присущи следующие недостатки:

- длительность процесса проектирования и внедрения;

- низкая надежность и ремонтопригодность;

- сложность внесения изменений;

- значительная стоимость разработки.

Базовый метод конструирования. В основу метода положено деление РЭС на законченные части, конструктивную и схемную. Разновидности метода:

- функционально-узловой;

- функционально-модульный;

- функционально-блочный.

Основываются на принципах агрегатирования, функциональной и размерной взаимозаменяемости, схемной и конструкторской унификации. Базовый метод в настоящее время является основным. На этапе разработки он позволяет вести работу над многими узлами и блоками одновременно. На этапе производства сокращает сроки освоения серийного производства РЭС. При эксплуатации повышает эксплуатационную надежность РЭС, облегчает обслуживание, улучшает ремонтопригодность РЭС. В условиях изготовления требуемого устройства будет использован данный метод.

**8.2 Технологическая схема изготовления**

При разработке технологического маршрута сборки РЭС определяют последовательность выполнения технологических операций и состав средств технологического оснащения сборки. На последовательность сборки оказывают влияние различные факторы: конструкция, масса и размеры собираемого изделия и его составных частей, тип производства и программа выпуска изделий, функциональная взаимосвязь элементов и степень их взаимозаменяемости, точность сборки и методы ее достижения, степень расчлененности изделия на отдельные узлы, условия сборки и др.

Последовательность сборки изделия в наглядной форме представляют в виде технологической схемы сборки.

В настоящее время при сборке РЭС наибольшее применение нашли схемы сборки «веерного типа» и схемы сборки с базовой деталью, а также комбинации на их основе.

Схемы сборки «веерного типа» целесообразно использовать в серийном и массовом производствах для изделий, конструкция которых имеет соответствующее расчленение на группы. На данных схемах стрелками показывают направление сборки деталей и узлов.

Схемы сборки с базовой деталью целесообразно использовать в мелкосерийном и единичном производстве, а также в серийном и массовом производствах для изделий, конструкция которых не имеет соответствующего расчленения на группы. При такой сборке необходимо выделить базовый элемент, т.е. базовую деталь, подгруппу, группу. В качестве базовой обычно выбирают ту деталь, поверхности которой будут использованы при установке в готовое изделие или при креплении узла к ранее собранным узлам. В большинстве случаев базовой деталью служит плата, панель, шасси.

Для сложных РЭС целесообразно разрабатывать укрупненную технологическую схему сборки, характеризующую сборку изделия, а также технологические схемы сборки узлов, соответствующие узловой сборке.

Технологические схемы сборки дают наглядное представление о сборочных свойствах изделия (в том числе о технологичности) и возможностях организации процесса сборки РЭС.

В соответствии с требуемым изготавливаемым устройством и дальнейшим его эксплуатации выберем схему сборки веерным типом. Схема сборки устройства указана в приложении А.

**8.3 Технологический процесс изготовления**

В настоящей дипломной работе используется вид единичного технологического процесса по уровню обобщения. Единичный технологический процесс применим только для изготовления одного конкретного изделия, а типовой технологический процесс — для изготовления группы схожих изделий.

К преимуществам единичного технологического процесса относятся: с одной стороны, возможность учета всех особенностей данного изделия, а с другой стороны — наиболее эффективного изготовления изделия за счет учета конкретных производственных условий (имеющегося технологического оборудования, приспособлений, инструментальной оснастки, квалификации рабочих и т.п.).

Наряду с преимуществами единичный технологический процесс имеет и недостатки. Для его разработки требуются большие затраты времени и труда.

Затраты времени на разработку технологического процесса могут во много раз превышать затраты времени на его осуществление. Если изготавливается большое число изделий, то доля затрат времени на разработку технологического процесса, приходящаяся на одно изделие, будет незначительной, но при небольшом выпуске изделий эта доля резко возрастет. В этом случае разрабатывают укрупненный технологический процесс, например создают лишь маршрутное описание технологического процесса, в которое включают последовательность операций и оборудование, но без указаний переходов и режимов процесса. Все остальное предоставляется решать непосредственно рабочему, который должен иметь соответствующую квалификацию. По мере роста объема выпускаемой продукции разработку технологического процесса проводят более подробно.

В единичном производстве высокая продолжительность разработки технологического процесса нередко входит в противоречие с продолжительностью самого процесса. Чем тщательней и подробней разрабатывается единичный технологический процесс, тем больше времени требуется для его разработки и тем выше должна быть квалификация технолога. Однако в определенных условиях затраты времени на разработку процесса становятся значительно больше затрат времени на его осуществление.

Технологический процесс обработки данных можно разделить на четыре укрупнённых этапа:

- начальный или первичный, сбор исходных данных, их регистрация (приём первичных документов, проверка полноты и качества их заполнения и т. д.);

- механизированный, сбор и регистрация информации осуществляется непосредственно человеком с использованием простейших приборов (весы, счётчики, мерная тара, приборы учёта времени и т. д.);

- автоматизированный, использование машиночитаемых документов, регистрирующих автоматов, систем сбора и регистрации, обеспечивающих совмещение операций формирования первичных документов и получения машинных носителей; автоматический — используется в основном при обработке данных в режиме реального времени (информация с датчиков, учитывающих ход производства — выпуск продукции, затраты сырья, простои оборудования — поступает непосредственно в компьютер);

- подготовительный, приём, контроль, регистрация входной информации и перенос её на машинный носитель. Различают визуальный и программный контроль, позволяющий отслеживать информацию на полноту ввода, нарушение структуры исходных данных, ошибки кодирования. При обнаружении ошибки производится исправление вводимых данных, корректировка и их повторный ввод;

- основной, непосредственно обработка информации. Предварительно могут быть выполнены служебные операции, например, сортировка данных.

«Заключительный». Контроль, выпуск и передача результатной информации, её размножение и хранение.

**9 Технико-экономическое обоснование**

Себестоимость создаваемой продукции является выраженными в денежной форме затратами организации на перепроизводство и реализацию.

В соответствии с выбранным режимом работы устройства изменяется его комплектация используемых компонентов. Для определения конечной относительной стоимости устройства, определяется стоимость каждого входящего в него компонента с учетом места продажи. Стоимости компонентов в случае разных режимов работы представлены в соответствии с таблицами 9.1 и 9.2

Указать ссылку откуда бралась стоимость

Таблица 9.1– Стоимость компонентов устройства в режиме работы от сети

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Компонент | Стоимость компонента, руб. | Количество, шт. | Стоимость доставки, руб. | Общая стоимость, руб. |
| Резистор 75 Ом | 7,00 | 1 | – | 7,00 |
| Резистор 11кОм | 13,00 | 2 | – | 26,00 |
| Диод | 3,00 | 1 | – | 3,00 |
| Микроконтроллер | 91,40 | 1 | 17,23 | 108,63 |
| Модуль датчика | 110,50 | 1 | 20,00 | 130,50 |
| Модуль USB-UART | 121,20 | 1 | – | 121,20 |
| Клеммная колодка | 10,00 | 4 | – | 40,00 |
| Штыревая вилка | 11,00 | 4 | – | 44,00 |
| Втулки | 7,00 | 3 | – | 21,00 |
| Печатная плата | 145,00 | 1 | – | 145,00 |
| Шлейф | 12,00 | 1 | – | 12,00 |
| Кабель-канал | 46,00 | 1 | – | 46,00 |

Таблица 9.2 – Стоимость компонентов устройства в режиме работы от

местной батареи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Компонент | Стоимость компонента, руб. | Количество, шт. | Стоимость доставки, руб. | Общая стоимость, руб. |
| Резистор 75 Ом | 7,00 | 1 | – | 7,00 |
| Резистор 11кОм | 13,00 | 3 | – | 39,00 |
| Диод | 3,00 | 2 | – | 6,00 |
| Микроконтроллер | 91,40 | 1 | 17,23 | 108,63 |
| Модуль датчика | 110,50 | 1 | 20,00 | 130,50 |
| Модуль дисплея | 132,00 | 1 | 27,20 | 159,20 |
| Клеммная колодка | 10,00 | 4 | – | 40,00 |
| Штыревая вилка | 11,00 | 4 | – | 44,00 |
| Втулки | 7,00 | 3 | – | 21,00 |
| Печатная плата | 145,00 | 1 | – | 145,00 |
| Шлейф | 12,00 | 1 | – | 12,00 |
| Кабель-канал | 46,00 | 1 | – | 46,00 |

Таким образом себестоимость исполнений будет равняться 701,3 руб. и 745,4 руб. соответственно. Исходя из полученной себестоимости данных исполнений основания стоимость всего устройства в целом будет иметь значение около 1000 рублей за изделие с учетом НДС.

**10 Заключение**

В процессе работы над выпускной квалификационной работой было разработано устройство сопряжения для датчика температуры-влажности. Устройство позволяет производить замер параметров внешней среды в реальном времени и фиксировать их значения как с помощью ЭВМ, так и с помощью светодиодного дисплея, встроенного в устройство.

В результате выполнения данного дипломного проекта был рассмотрен процесс разработки устройства. Были выбраны способы конструкции, рассмотрены методы реализации. Была выбрана элементная база и написано программное обеспечение. Были произведены основные требуемые расчёты.

Приложение А

(обязательное)

**Технологическая схема сборки**

**Библиография**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Вайспапир В.Я. Технологическая подготовка производства радиоэлектронных средств /Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск,2005. – 24 с. |
| [2] | Ушаков С.Е Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры /М.:Радио и связь, 1986. |
| [3] | Вайспапир В.Я., Катунин Г.П., Мефодьева Г.Д. ЕСКД в студенческих работах: учеб. пособие для студентов вузов. – Новосибирск: СибГУТИ, 2004. |

**Ссылочные нормативные документы**

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение документа, на который дана ссылка | Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка |
|  | |
| РД4.050.011-89 | 5 |
| ОСТ 4Г 0.50.226-84 | 5 |
| **ОЖ0.467.130 ТУ** | 5 |
| ГОСТ 17299-78 | 5 |
| ГОСТ 18300-87 | 5 |
| ОСТ 107.15.2011-91 | 5 |

**Ссылочные документы**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование документа, на который дана ссылка | Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка |
|  | |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Лист регистрации изменений* | | | | | | | | | | |
| *Изм.* | *Номера листов* | | | | *Всего листов в докум.* | *№ докум.* | *Вводящий № сопроводительного документа и дата* | *Подпись* | *Дата* |
| *изме-нен-ных* | *заме-нен-ных* | *новых* | *анну-лиро-ван-ных* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |