Бюджетное образовательное учреждение

Чувашской Республики среднего профессионального образования

«Чебоксарский электромеханический колледж»

Министерства образования и молодежной политики Чувашской Республики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

«Проектирование графического интерфейса

пользователя на основе сенсорной панели для

семейства микроконтроллеров PIC 24»

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Студент: Кузнецов П.О.

(Фамилия И. О.)

(подпись) (чч.мм.гггг)

Руководитель: Иванов П.В.

(Фамилия И. О.)

(подпись) (чч.мм.гггг)

Консультант

по экономике: Данилова С.Ф.

(Фамилия И. О.)

(подпись) (чч.мм.гггг)

Рецензент: Егорова А.Е.

(Фамилия И. О.)

(подпись) (чч.мм.гггг)

Зав. отделением: Егорова А.Е.

(Фамилия И. О.)

(подпись) (чч.мм.гггг)

2014

Бюджетное образовательное учреждение

Чувашской Республики среднего профессионального образования

«Чебоксарский электромеханический колледж»

Министерства образования и молодежной политики Чувашской Республики

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора колледжа

по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_Игольникова И.Е.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г

ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование

Студенту Кузнецов Павлу Олеговичу курса 4 гр.В3-10

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема работы Проектирование графического интерфейса пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24

2 Срок сдачи работы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3 Исходные данные к работе

Дочерняя плата Graphics PICtail™ Plus, Универсальный Flash микроконтроллер PIC24FJ64GA004, 4-х проводная резистивная сенсорная панель microchip AC164127-4, LCD экран microchip AC164127-4.

4 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) Классификация и требования к графическим интерфейсам пользователя, Аппаратное и программное обеспечение реализации графического интерфейса, Структура ГИП, Общие требования к разрабатываемому устройству, Разработка и описание структурной схемы устройства, Описание элементной базы для проектируемого устройства PIC24FJ64GA004, Универсальный Flash микроконтроллер, 4-х проводная резистивная сенсорная панель microchip AC164127-4, LCD экран microchip AC164127-4, Разработка и описание электрической принципиальной схемы устройства, Разработка алгоритма управляющей программы для устройства,

Технология изготовления печатной платы устройства, Конструкторский расчет печатной платы устройства, Маркетинговое исследование, Расчет себестоимости на разработку устройства, Расчет себестоимости производства опытного образца, Расчёт цены единицы продукции, Характеристика объекта разработки и рабочего помещения, Анализ опасных и вредных производственных факторов, Мероприятия по устранению или уменьшению влияния опасных и вредных производственных факторов, Расчеты, Пожарная безопасность, Экологичность проекта.

5 Специальная часть \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) Электрическая принципиальная схема, структурная схема.

7 Календарный график выполнения работы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование  этапов работ | Срок  выполнения | Форма  отчетности |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

8. Рекомендуемая литература\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

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

Дата выдачи задания: «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

Руководитель работы: Иванов П.В.

Задание принял к исполнению (дата): 05.05.2014 г.

Подпись студента\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Содержание

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Разраб.

Кузнецов П.О.

Провер.

Иванов П.В.

Реценз.

Егорова А.Е.

Н. Контр.

Иванов П.В.

Утверд.

Егорова А.Е.

Проектирование графического интерфейса пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24

Лит.

Листов

90

ЧЭМК

[АННОТАЦИЯ………………………………………………………………………….. 4](#_Toc319942768)

[ВВЕДЕНИЕ…………………………………………………………………………….. 5](#_Toc319942768)

[1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ…………………………………………………….......7](#_Toc319942772)

[1.1 Классификация и требования к графическим интерфейсам пользователя .7](#_Toc319942773)

[1.2 Аппаратное и программное обеспечение реализации графического интерфейса…………………………………………………………………….……..8](#_Toc319942774)

[1.3 Структура ГИП………………………………………………………………. ..9](#_Toc319942775)

[Выводы по разделу……………………………………………………………………15](#_Toc319942768)

[2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ……………………………………………………17](#_Toc319942782)

[2.1 Общие требования к разрабатываемому устройству……………………... 17](#_Toc319942783)

[2.2 Разработка и описание структурной схемы устройства………………….. 18](#_Toc319942784)

[2.3 Описание элементной базы для проектируемого устройства……………. 26](#_Toc319942785)

[2.3.1 PIC24FJ64GA004 Универсальный Flash микроконтроллер…………… 26](#_Toc319942786)

[2.3.2 4-х проводная резистивная сенсорная панель microchip AC164127-4... 33](#_Toc319942787)

[2.3.3 LCD экран microchip AC164127-4………………………………………... 34](#_Toc319942788)

[Выводы по разделу……………………………………………………………………37](#_Toc319942768)

[3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ………………………………………………. 38](#_Toc319942789)

[3.1 Разработка и описание электрической принципиальной схемы устройства 38](#_Toc319942790)

[3.2 Разработка алгоритма управляющей программы для устройства……… 38](#_Toc319942791)

[3.3 Технология изготовления печатной платы устройства…………………… 42](#_Toc319942792)

[3.4 Конструкторский расчет печатной платы устройства……………………. 46](#_Toc319942793)

[Выводы по разделу…………………………………………………………………...](#_Toc319942768)55

[4 ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА…………………………... 56](#_Toc319942789)

[4.1 Маркетинговое исследование……………………………………………….. 56](#_Toc319942790)

[4.2 Расчет себестоимости на разработку устройства…………………………. 56](#_Toc319942790)

[4.3 Расчет себестоимости производства опытного образца………………….. 60](#_Toc319942790)

[Выводы по разделу……………………………………………………………………67](#_Toc319942768)

[5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ..............68](#_Toc319942816)

[5.1 Характеристика объекта разработки и рабочего помещения…………… 68](#_Toc319942790)

[5.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов……………….. 70](#_Toc319942790)

[5.3 Мероприятия по устранению или уменьшению влияния опасных и вредных производственных факторов……………………………………………………. 72](#_Toc319942790)

[5.4 Расчеты……………………………………………………………………….. 74](#_Toc319942790)

[5.5 Пожарная безопасность……………………………………………………... 80](#_Toc319942790)

[5.6 Экологичность проекта……………………………………………………… 83](#_Toc319942790)

[Выводы по разделу……………………………………………………………………86](#_Toc319942768)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ………………………………………………………………………..87](#_Toc319942816)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ………………………………………………………….....89](#_Toc319942816)

ПРИЛОЖЕНИЯ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

ДП.В310.15.В00.ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ А –

ПРИЛОЖЕНИЕ Б –

ПРИЛОЖЕНИЕ В –

ПРИЛОЖЕНИЕ Г –

ПРИЛОЖЕНИЕ Д –

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте разрабатывается устройство графического интерфейса пользователя (Graphical User Interface, GUI) на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24 - это система средств для взаимодействия пользователя с устройством, основанная на представлении всех доступных пользователю системных объектов и функций в виде графических компонентов экрана (окон, кнопок, полос прокрутки и т. п.). При работе с GUI пользователь имеет произвольный доступ (с помощью клавиатуры или устройств координатного ввода, например, touch-screen) ко всем видимым экранным объектам.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

ДП.В310.15.В00.ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря исследованиям, проведённым в 60-е годы Дагом Энгельбартом в научно-исследовательском институте Стэнфорда был изобретён графический интерфейс пользователя. Впоследствии концепция GUI была перенята учеными из исследовательской лаборатории Xerox PARC в 1970-х. В 1973 году в лаборатории Xerox PARC собрали молодых учёных и дали свободу исследований. В результате, кроме всего прочего, на свет появляется концепция графического интерфейса WIMP (Windows, Icons, Menus, Point-n-Click) и в рамках этой концепции создаётся компьютер Alto. Он не был выпущен как коммерческий продукт, но широко использовался на фирме как корпоративный Xerox инструмент. В 1979 году Three Rivers Computer Corporation выпускает рабочую станцию PERQ, похожую по принципам построения на Alto. В 1981 году Xerox выпускает продолжение Alto – Star. Коммерческое воплощение концепция GUI получила с 1984 года в продуктах корпорации Apple Computer. В операционной системе AmigaOS GUI с многозадачностью был использован в 1985 году. В настоящее время GUI является стандартной составляющей большинства доступных на рынке операционных систем и приложений. Примеры систем, использующих GUI: Mac OS, GEM, Atari TOS, Microsoft Windows, Solaris, GNU/Linux, NeXTSTEP, OS/2, BeOS, Android, iOS, Bada, MeeGo. Хотя в подавляющем большинстве систем GUI является надстройкой для операционной системы, существуют и независимые его реализации. Известен вариант графической программы BIOS Setup, когда, ещё до загрузки ОС, управление настройками IBM PC-совместимой ЭВМ производится мышью, аналогично полноценному GUI. Впрочем, такой вариант BIOS не прошёл проверку временем. Также имеются GUI для МК, не требующие ОС.

Использование в современном микроконтроллере достаточного мощного вычислительного устройства с широкими возможностями, построенного на одной

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

ДП.В310.15.В00.ПЗ

микросхеме вместо целого набора, значительно снижает размеры, энергопотребление и стоимость построенных на его базе устройств.

Используются в управлении различными устройствами и их отдельными блоками:

в вычислительной технике: материнские платы, контроллеры дисководов жестких и гибких дисков, CD и DVD, калькуляторах;

электронике и разнообразных устройствах бытовой техники, в которой используется электронные системы управления – стиральных машинах, микроволновых печах, посудомоечных машинах, телефонах и современных приборах;

В промышленности:

устройств промышленной автоматики – от программируемого реле и встраиваемых систем до ПЛК, систем управления станками.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

ДП.В310.15.В00.ПЗ

# 1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Классификация и требования к графическим интерфейсам пользователя

Одна из разновидностей пользовательского интерфейса – это графический интерфейс пользователя. Его особенностью является то, что команды отраженные на дисплее изображены в виде графических картинок. Главное отличительное свойство от интерфейса командной строки состоит в том, что у пользователя есть произвольный доступ ко всем элементам интерфейса и он сам непосредственно управляет ими. Преимущественно элементы интерфейса реализованы на основе метафор, что отражает их свойства и применение это облегчает понимание и более быстрое освоение программы, что особенно удобно для начинающих пользователей.

Основные идеи графического интерфейса пользователя были предложены в ходе работы ученых в лаборатории исследований Xerox PARC в 1973 году. Тогда перед учеными стояла задача свободных исследований и одна из предложенных идей компании Xerox была идея графического интерфейса. Вследствие этого родился компьютер Alto. По принципу Alto была разработана рабочие станция PERQ и логическое продолжение Star. А коммерческий успех пришел к графическому интерфейсу в компании Apple Computer. Впервые он был использован в операционной системе AmigaOS в 1985 году. Сейчас большинство операционных систем и их приложений работает с графическим интерфейсом, например: Solaris, GNU/Linux, Microsoft Windows, Mac OS, NeXTSTEP, BeOS.

Существует три вида интерфейса: простой, двумерный и трехмерный. Простой – это стандартизированные элементы интерфейса и типовые формы, заложенная в самой подсистеме. Двумерный представляет собой нестандартизированные элементы интерфейса и оригинальные метафоры. Они реализуется за счет сторонней библиотеки или собственных средств приложения. Трехмерный на данный момент не достаточно классифицирован, поэтому мы не будем давать ему основное определение. Стоит напомнить, что одна из основополагающих идей графического интерфейса, аббревиатура DWIM – Do What I Mean, что в переводе означает «делай то, что я говорю». Имеется в виду то,

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

ДП.В310.15.В00.ПЗ

что пользователь должен понимать, какое действие последует после его команды, т.е. изображения должны быть максимально предсказуемы и понятны для всех, вне зависимости от уровня подготовки или опыта работы в программах.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

ДП.В310.15.В00.ПЗ

1.2 Аппаратное и программное обеспечение реализации графического интерфейса

Состав GUI:

Устройства ввода графической информации:

* Сканер;
* Видео- и Веб-камера;
* Цифровой фотоаппарат;
* Плата видеозахвата.

Указательные (координатные) устройства:

* Мышь;
* Трекбол;
* Тачпад;
* Световое перо;
* Графический планшет;
* Тачскрин;
* Джойстик;
* Устройства основанные на компьютерном зрении типа Kinect;
* Сенсорные панели или матрицы.

Устройства вывода визуальной информации(LCD, светодиодные системы, СОИ, операторные панели):

* Монитор (дисплей);
* Принтер;
* Графопостроитель;
* Оптический привод с функцией маркировки дисков;
* Светодиоды (на системном блоке или ноутбуке, например, информирующие о чтении/записи диска);
* Проектор;
* Операторная панель.

Обрабатывающее введенную информацию устройства (МК, МП, ПЛИС…):

* Микроконтроллер;
* Микропроцессор;
* ПЛИС.

Программные комплексы ГИП:

* Инструментарий для разработки пользовательского интерфейса (toolkits);
* Высокоуровневые средства разработки интерфейса (higher-level development tools).

1.3 Структура ГИП

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Графический интерфейс пользователя (Graphical User Interface, GUI) это система средств для взаимодействия пользователя с устройством, основанная на представлении всех доступных пользователю системных объектов и функций в виде графических компонентов экрана (окон, кнопок, полос прокрутки и т. п.). При работе с GUI пользователь имеет произвольный доступ (с помощью клавиатуры или устройств координатного ввода, например, touch-screen) ко всем видимым экранным объектам. Впервые графический интерфейс пользователя был реализован в операционных системах персональных компьютеров, но сейчас элементы GUI стали неотъемлемой частью даже простых бытовых и медицинских приборов, сотовых телефонов, устройств промышленной автоматики и многих других. Поскольку графический интерфейс становится все более и более востребованным, то становится очевидным желание разработчиков интегрировать элементы GUI в свои устройства. Естественно, что разработчики заинтересованы в снижении стоимости готового устройства, но для многих практическая реализация сложного графического интерфейса пользователя становится затруднительной задачей, так как требует много усилий и времени для создания

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

ДП.В310.15.В00.ПЗ

собственной библиотеки или покупки готовых программных продуктов сторонних

фирм.

Компания Microchip, ведущий производитель микроконтроллеров, известна своими решениями позволяющими снизить затраты как на разработку, так и общую стоимость изделия благодаря комплексному подходу к реализации проекта. Бесплатная графическая библиотека Microchip позволяет легко реализовать графический интерфейс пользователя с использованием 16-и разрядных микроконтроллеров PIC24 и цветных QVGA дисплеев.

Программный интерфейс приложения (API) графической библиотеки Microchip.

Графическая библиотека Microchip может обслуживать как монохромные индикаторы, так и многоцветные CSTN/TFT (16, 256 и 65тыс. цветов) дисплеи, имеющие параллельный или последовательный (I2C или SPI) интерфейс связи с микроконтроллером. Применение индикатора с контроллером и графической

памятью позволяет минимизировать требования по памяти, быстродействию и числу выводов управляющего микроконтроллера, поэтому, графическим цветным TFT-модулем может управлять даже дешевый, например, 28-выводный контроллер PIC24FJ32GA002 с 32КБ Flash памятью программ и 4КБ ОЗУ.

Библиотека разделена на три уровня: графические объекты (Graphics Objects Layer – GOL), графические примитивы (Graphics Primitive Layer) и драйвера устройств (Device Driver Layer). Уровень графических объектов содержит средства создания и управления сложными графическими объектами, которые, в свою очередь, создаются с помощью платформонезависимых графических примитивов, таких как линия, прямоугольник, окружность и т.п. Драйвера устройств специфичны для конкретного дисплея и предоставляют основные функции для более высоких уровней библиотеки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Архитектура графической библиотеки Microchip приведена на рисунке 1.1.

1 Application Layer – пользовательская программа, которая использует графическую библиотеку.

2 User Message Interface – этот уровень должен быть создан пользователем для предоставления сообщений библиотеке. Графическая библиотека поддерживает передачу сообщений с помощью клавиатуры или touch-панели

индикатора.

3 Graphics Object Layer – этот уровень отрисовывает такие элементы управления как кнопки, слайдеры, окна и т.д.

4 Graphics Primitives Layer – этот уровень реализует простейшие графические объекты (линии, прямоугольники, окружности и т.п.).

5 Device Display Driver – этот уровень управляет индикатором и зависит от типа применяемого дисплея.

6 Graphics Display Module – графический дисплей.

Реализация графической библиотеки предоставляет две конфигурации – блокирующую и не блокирующую (Blocking и Non-Blocking). Для блокирующей конфигурации функции вывода графических объектов задерживают выполнение программы, пока графический объект не будет выведен полностью. Для не блокирующей конфигурации функции вывода графических объектов не ждут выполнения отрисовки и передают управление пользовательской программе. Различные конфигурации позволяют включать графическую библиотеку в программы на основе операционных систем реального времени (RTOS) и более эффективно использовать ресурсы микроконтроллера.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

11

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Каждый тип дисплея имеет свои характеристики (интерфейс связи, графический контроллер). Для связи библиотеки с дисплеем определен набор функций – драйвер дисплея. Текущая версия графической библиотеки (версия 1.0 на момент написания статьи) поддерживает несколько типов графических контроллеров Samsung S6D0129/S6D0139, Renesas R61505U, Solomon Systech SSD1339, LG LGDP4531 и Densitron HIT1270, однако возможна поддержка и других контроллеров, для этого из всей библиотеки нужно модифицировать лишь функции драйверов устройств. Доступность библиотеки в исходных кодах позволяет осуществить поддержку дисплеев с различными графическими контроллерами.

Программный интерфейс приложения уровня драйверов дисплея используется для сброса дисплея, определения размеров экрана, выделения области, установки текущего цвета и реализации аппаратно-зависимых функций для работы с дисплеем (см. табл. 1.1).

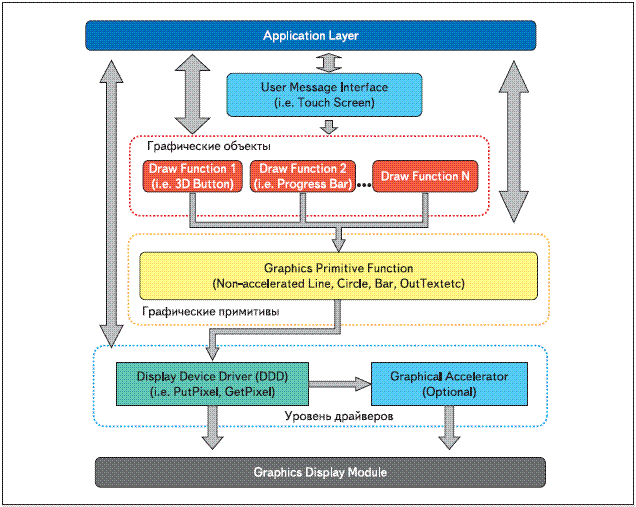


Рисунок 1.1 Архитектура графической библиотеки

Уровень драйверов устройства

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Таблица 1.1 Функции драйвера устройств

|  |  |
| --- | --- |
| Имя функции | Описание |
| ResetDevice | Инициализация дисплея. |
| GetMaxX | Возвращает размер экрана по оси х |
| GetMaxY | Возвращает размер экрана по оси y |
| SetColor | Устанавливает текущий цвет отображения |
| GetColor | Возвращает текущий цвет отображения |
| SetActivePage | Устанавливает текущую графическую страницу |
| SetVisualPage | Устанавливает текущую отображаемую графическую страницу |
| PutPixel | Модификация пикселя экрана |
| GetPixel | Возвращает цвет пикселя |

Таблица 1.1 (окончание)

|  |  |
| --- | --- |
| PutImage | Прорисовка изображения на экране |
| SetClipRgn | Задает текущие границы региона |
| GetClipLeft, GetClipTop, GetClipRight, GetClipBottom | Возвращает левую, верхнюю, правую и нижнюю границу региона |
| SetClip | Разрешает или запрещает границы региона |
| IsDeviceBusy | Проверяет, если контроллер дисплея занят выполнением предыдущей операции |
| SetPalette | Установка регистров цветовой гаммы контроллера |

Графические примитивы

Уровень графических примитивов содержит базовые графические функции и «общается» с индикатором посредством драйверов устройств, поэтому функции графических примитивов становятся независимыми от типа применяемого дисплея. Функции создания графических примитивов могут быть реализованы в уровне драйверов устройства, если применяемый дисплей имеет графический ускоритель.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Таблица 1.2 Функции уровня графических примитивов

|  |  |
| --- | --- |
| Имя функции | Описание |
| InitGraph | Инициализация контроллера дисплея, установка типа линии сплошная, цвет экрана черный, цвет объекта белый, установка курсора в верхний левый угол. |
| ClearDevice | Очистка экрана, установка курсора в позицию 0,0. |
| GetX | Возвращает положение курсора по координате х. |
| GetY | Возвращает положение курсора по координате y. |
| MoveTo | Устанавливает курсор в новое положение x, y. |

Таблица 1.2 (продолжение)

|  |  |
| --- | --- |
| MoveRel | Устанавливает курсор в новое положение относительно текущих координат dX и dY могут быть положительными или отрицательными. |
| OutChar | Выводит символ по текущим координатам. |
| OutText | Выводит строку символов по текущим координатам. Строка должна заканчиваться нулем. |
| OutTextXY | Выводит строку символов по координатам x и y. Строка должна заканчиваться нулем. |
| GetTextHeight | Возвращает высоту символа. Для выбранного шрифта изображение всех символов имеет одинаковую высоту. |
| GetTextWidth | Возвращает длину строки символов для выбранного шрифта. |
| SetFont | Устанавливает текущий шрифт для функций OutChar(), OutText() и OutTextXY(). |
| SetLineType | Устанавливает тип линии. |
| Line | Рисует линию установленного типа от точки x1, y1 в x2, y2. |
| LineRel | Рисует линию установленного типа от текущей точки в заданную по смещению. |
| LineTo | Рисует линию установленного типа от текущей точки в заданную. |
| Circle | Рисует окружность с заданным центром и радиусом. |
| FillCircle | Рисует закрашенную окружность с заданным  центром и радиусом. |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Таблица 1.2 (окончание)

|  |  |
| --- | --- |
| DrawPoly | Рисует полигон, установленным типом линии, используя заданное число узловых точек. |
| Rectangle | Рисует прямоугольник по координатам верхний левый угол, нижний |
| Bar | Рисует закрашенный прямоугольник по координатам верхний левый угол, нижний правый угол. |
| GetImageWidth | Возвращает ширину картинки. |
| GetImageHeight | Возвращает высоту картинки. |

Графические объекты (Graphics Objects Layer – GOL)

С точки зрения реализации графического интереса, наибольший интерес представляют графические объекты. Графическая библиотека Microchip, реализует 3D графические объекты, такие как кнопки, слайдеры, и др.

Выводы по разделу

В данном разделе дипломного проекта была проведение классификация графического интерфейса пользователя. Были рассмотрены требования к графическому интерфейсу пользователя на примере Windows. Также были рассмотрены аппаратное и программное обеспечение графического интерфейса пользователя.

В структуре GUI при работе пользователь имеет произвольный доступ ко всем видимым экранным объектам. Графическая библиотека может обслуживать как монохромные индикаторы, так и многоцветные СSTN/TFT (16,256, и 65тыс. цветов) дисплеи, имеющие параллельный или последовательный (I2C или SPI) интерфейс связи с микроконтроллером. Реализация графической библиотеки предоставляет две конфигурации функции выводы графических объектов задерживают выполнение программы, пока графический объект не будет выведен полностью.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Для не блокирующей конфигурации функции вывода графических объектов не ждут выполнения отрисовки и передают управление пользовательской программе.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

ДП.В310.15.В00.ПЗ

2 Конструкторская часть

2.1 Общие требования к разрабатываемому устройству

Требования к системе:

Требования к PIC24FJ64GA004:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

ДП.В310.15.В00.ПЗ

* разрядность вычислительного ядра – 16 бит;
  + набор встроенных периферийных устройств (таймеры, АЦП и т.п.);
  + наличие битовых операций;
  + аппаратная организация обработки данных (структура машинного цикла, соотношение тактов ГТИ и машинных циклов);
  + возможность работа по прерываниям, по внешним сигналам готовности или по командам человека;
  + количество управляемых портов ввода/вывода, характер передачи –   
    байтовая или битовая, программная настройка направления передачи;
  + тип устройств ввода/вывода, которыми должен управлять выбираемый МК в проектируемой системе (терминалы, выключатели, реле, клавиши, датчики, цифровые устройства визуальной индикации, аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи, модуляторы и т.д.);
  + поддерживаемые способы загрузки программ в микроконтроллер, возможность внутрисистемного программирования (ISP), использование при этом стандартизированных интерфейсов (SPI, I2C);
  + количество и тип напряжений питаний;
  + условия окружающей среды, необходимые для эксплуатации.

Требования к 4-х проводному резистивному сенсорному экрану:

Сопротивление каждой оси сенсорного экрана обычно меньше, чем 1 К. В описании для одного модуля, например, указано минимальное сопротивление X-направления 300 Ом и максимальное 900 Ом. Точно так же сопротивление Y-направления определено от 200 до 650 Ом. Это выполняется, чтобы согласовать сопротивление выходов порта микроконтроллера и сенсорного экрана.

Требования к LCD экрану:

Тип матрицы – TFT;

Класс матрицы – активная матрица (AMLCD);

[Разрешение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) – 3,2";

Размер точки (размер пикселя) – 320·240;

Яркость – 65536 цветов.

2.2 Разработка и описание структурной схемы устройства

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Графическая библиотека Microchip написана для работы с 16-и разрядными микроконтроллерами PIC24FJxxx и 32-х разрядными PIC32 с интегрированным параллельным мастер-портом (Parallel Master Port – PMP). Наличие параллельного мастер порта (PMP) позволяет осуществить быстрый обмен данными между микроконтроллером и дисплеем. Большой объем памяти микроконтроллеров (до 512Кб) и широкий набор периферии (по 2 USART, SPI, I2C, часы реального времени, модуль вычисления CRC), делает контроллеры PIC24 и PIC32 идеальными для широкого класса приложений.

В состав библиотеки входят подробные примеры использования. При задействовании всех функций библиотеки требуется примерно 24Кб программной памяти. Каждый объект динамически выделяет от 2 до 24 Байт ОЗУ, таким образом, графическим цветным TFT-индикатором может управлять даже дешевый, 28-и выводный контроллер PIC24FJ32GA002 с 32КБ Flash памятью программ и 4КБ ОЗУ. При необходимости, пользовательские шрифты и картинки могут храниться во внешней энергонезависимой памяти.

Библиотека разработана для легкой интеграции графического интерфейса в разрабатываемое устройство. Использование готовых графических объектов требует от программиста минимального количества строк кода. Библиотека содержит хорошо документированный API, с применением которого, можно создавать и управлять работой графических объектов. Обычно, поведение графического объекта управляется библиотекой. Управление поведением объекта облегчено реализацией механизма передачи сообщений, описанного ранее. Полученные сообщения обрабатываются и состояние объекта изменяется на основании содержания

сообщения. Библиотека автоматически меняет вид объекта и перерисовывает его

на экране дисплея.

Рассмотрим пример применения графической библиотеки Microchip. На рисунок 2.1 представлен простой алгоритм программы.

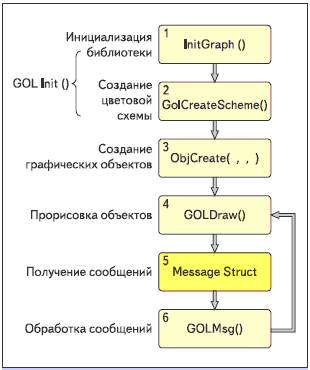


Рисунок 2.1 Алгоритм программы

Для начала использования библиотеки программисту требуется создать небольшой код. Во-первых, в программе должны быть подключены модули библиотеки и драйвер дисплея. Далее нужно выполнить инициализацию дисплея, вызвав функцию InitGraph(), в которой производится сброс дисплея, установка курсора в начало координат (положение 0, 0). Затем вызывается функция GOLCreateScheme(), с помощью которой задается текущая цветовая схема для используемых графических объектов. Если не предусматривается изменений в используемой цветовой схеме, то можно вместо вызовов функций InitGraph() и GOLCreateScheme() применить вызов только функции GOL\_Init(). Если создается новая цветовая схема, то нужно вставить примерно такой код:

GOL\_SCHEME× altScheme; // объявляем альтернативную цветовую схему  
altScheme = GOLCreateScheme(); // создаем альтернативную цветовую схему  
altScheme->TextColor0 = BLACK; // устанавливаем цвет для color 0 altScheme-

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

ДП.В310.15.В00.ПЗ

>TextColor1 = BRIGHTBLUE; // устанавливаем цвет для color 1.

Следующий шаг это создание графических объектов. Функции ObjCreate ( , , ) предоставляют возможность создания различных графических объектов. Это может быть одиночный вызов функции BtnCreate ( , , ) который создаст объект «Button»или вызов нескольких функций для создания нескольких объектов. Для примера создадим три графических объекта (две кнопки и один слайдер, см. рисунок 2.2):

BtnCreate(ID\_BTN1, // Идентификатор кнопки 1  
20, 160, 150, 210, // Размер и положение кнопки  
0, // радиус скругления углов  
BTN\_DRAW, // установить статус объекта:  
// отрисовать кнопку  
NULL, // не использовать картинку в качестве изображения  
"LEFT", // написать на кнопке этот текст  
NULL); // использовать цветовую схему по умолчанию  
BtnCreate( ID\_BTN2, // Идентификатор кнопки 2  
170, 160, 300, 210,  
0, //   
BTN\_DRAW,  
NULL,  
"RIGHT",  
NULL);  
SldCreate(ID\_SLD1, // Идентификатор слайдера  
20, 105, 300, 150, // Размер и положение слайдера  
SLD\_DRAW, // установить статус объекта:  
// отрисовать слайдер  
100, // диапазон значений  
5, // приращение значения  
30, // установить ползунок в это значение  
NULL); // использовать цветовую схему по умолчанию.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Все эти вызовы функций отображены на рисунке 2.1 как ObjCreate(), где Obj

заменяется на Btn для кнопок и на Sld для слайдера. Каждый объект библиотеки имеет свою функцию ObjCreate(), которые возвращают указатель на новый созданный объект. Если объект успешно создан, то он автоматически добавляется в активный список объектов.

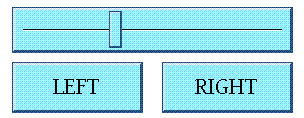


Рисунок 2.2 Графические объекты созданные в примере программы

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

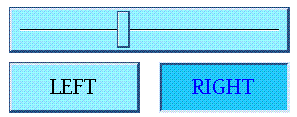
Лист

21

ДП.В310.15.В00.ПЗ

После того как графические объекты созданы, их нужно прорисовать на экране, для этого служит функция GOLDraw(). Эта функция анализирует состояние объектов. Если объект требует отрисовки, то этот объект будет перерисован. В приведенном примере задано состояние кнопок BTN\_DRAW, а слайдера SLD\_DRAW, т.е. данные объекты требуют прорисовки. После вызова  функции GOLDraw() объекты будут отображены на дисплее, а запрос на прорисовку объектов будет сброшен. Состояние объекта может быть изменено программно или с помощью запросов от устройств ввода, таких как клавиатура, сенсорный экран и т.п. Для данного примера используем индикатор с сенсорным экраном. Сенсорный экран заполняет структуру сообщений, если произошло касание экрана (рисунок 2.3, шаг 5). Это сообщение будет обработано библиотекой при вызове функции GOLMsg(), в которой происходит анализ того, какой из объектов создал сообщение. Состояние объекта будет изменено в соответствии с сообщением и при следующем вызове функции GOLDraw() этот объект будет перерисован на экране. Кнопка будет отображена нажатой при касании экрана в ее области, а движок слайдера будет перемещен при «перетаскивании» его по экрану (см. рисунок 2.3). Приведенный пример выполняет стандартные функции присущие созданным графическим объектам: с помощью сенсорного экрана можно нажать на кнопки и передвинуть движок слайдера. Попробуем изменить стандартное поведение. Пусть нажатие на кнопку LEFT или RIGHT будет сдвигать положение

движка слайдера соответственно влево или вправо.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Рисунок 2.3 Изменение состояния кнопки при касании сенсорного экрана

Для добавления пользовательских действий над объектами используется функция GOLMsgCallback(). Эта функция вызывается в функции GOLMsg() каждый раз, когда графический объект получает новое сообщение.

Для реализации управления положением движка слайдера с помощью кнопок, добавим код в функцию GOLMsgCallback().

WORD GOLMsgCallback(WORD objMsg, OBJ\_HEADER· pObj, GOL\_MSG· pMsg){WORD objectID;  
SLIDER·pSldObj; // получение идентификатора объекта, который создал сообщение objectID = GetObjID(pObj);  
if (objectID == ID\_BTN1) {  // проверяем что сообщение от 1-й кнопки  
// и кнопка нажата   
if(objMsg == BTN\_MSG\_PRESSED) {  
// устанавливаем указатель на слайдер с именем ID\_SLD1  
pSldObj = (SLIDER\*)GOLFindObject(ID\_SLD1);  
// уменьшение значения положения движка слайдера  
SldDecPos(pSldObj);  
// установить перерисовку движка слайдера.

SetState(pSldObj, SLD\_DRAW\_THUMB);  
}  
}  
if (objectID == ID\_BTN2) { // проверяем что сообщение от 2-й кнопки  
// и кнопка нажата

if (objMsg == BTN\_MSG\_PRESSED) {

// устанавливаем указатель на слайдер с именем ID\_SLD1  
pSldObj = (SLIDER\*)GOLFindObject(ID\_SLD1);

// увеличение значения положения движка слайдера  
SldIncPos(pSldObj);  
// установить перерисовку движка слайдера  
SetState(pSldObj, SLD\_DRAW\_THUMB);  
}  
}  
// мы должны возвратить 1 для обновления кнопок (эффекты нажатия и отпускания)  
return 1;  
}

Приведенный код изменяет положение движка слайдера при касании сенсорного экрана в области одной из графических кнопок. Кнопка LEFT сдвигает движок влево, кнопка RIGHT – вправо. Функция GOLMsgCallback() должна возвращать 1 для разрешения действий графических объектов, присущих им по умолчанию, т.е. кнопки будут прорисовываться в нажатом или нормальном состоянии, а движок слайдера будет иметь возможность передвигаться с помощью сенсорного экрана.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Как видим, нам потребовалось написать минимум кода для создания трех графических объектов и осуществления взаимодействия между ними с помощью сенсорного экрана дисплея.

Графическая библиотека Microchip предоставляет широкое поле деятельности для разработчика и позволяет осуществлять различные действия с целыми графическими объектами или с дисплеем на уровне драйверов. Так, например, иллюстрации отображаемых графических объектов в этой статье получены путем получения цвета отдельных пикселей, формирования bmp-файла и передачи копии экрана дисплея через COM-порт в компьютер.

Для начала работы с графической библиотекой, компания Microchip предлагает дочернюю плату Graphics PICtail™ Plus (номер для заказа AC164127). Плата Graphics PICtail™ Plus это демонстрационная плата для изучения

графической библиотеки и для освоения работы с цветными ЖКИ дисплеями. Плата содержит графический (65К цветов) QVGA модуль с разрешением 320x240 точек и с резистивной touch-панелью. Модуль поддерживает портретную и ландшафтную ориентацию, содержит встроенную 4 Мбит Flash память для возможности хранения графических элементов, звуковой излучатель и разъем для подключения к плате Explorer 16. Дочерняя плата подключается к демонстрационной плате Explorer 16.

Демонстрационная плата Explorer 16 (номер для заказа DM240001) это дешевое средство отладки для ознакомления и начала работы с высокопроизводительными семействами 16-и разрядных микроконтроллеров Microchip PIC24 и контроллерами цифровой обработки сигналов dsPIC33F. Плата имеет возможность работы с внутрисхемным отладчиком ICD-2 и внутрисхемным эмулятором REAL-ICE для быстрой отладки приложений. Комплект содержит 2 дочерние платы с контроллерами PIC24FJ128GA010 и dsPIC33FJ256GP710, возможно подключение процессорных модулей с 32-х разрядным контроллером PIC32. К плате предусмотрено подключение дополнительных интерфейсных модулей расширения, таких как модули IrDA, Ethernet интерфейсов, SD и MMC карт памяти, плат для работы со звуком, и, конечно же, плату с графическим индикатором.

Сенсорные клавиши (клавиатуры) по функциональному назначению аналогичны механическим. Однако они не имеют механических подвижных частей. Сенсорная клавиша представляет собой металлическую площадку на печатной плате, покрытую специальным защитным слоем. При касании около площадки ее емкость изменяется (увеличивается), что фиксируется контроллером. Механическое замыкание каких-либо контактов в таких датчиках отсутствует. На рисунке 2.5 представлена демонстрационная плата STEVAL-ICB001V1 на базе микросхемы STMPE1208. Большинство контроллеров сенсорных клавиш поддерживает, непосредственно, кнопки (button), линейные и круговые полосы прокрутки (slider и wheel, соответственно).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

ДП.В310.15.В00.ПЗ

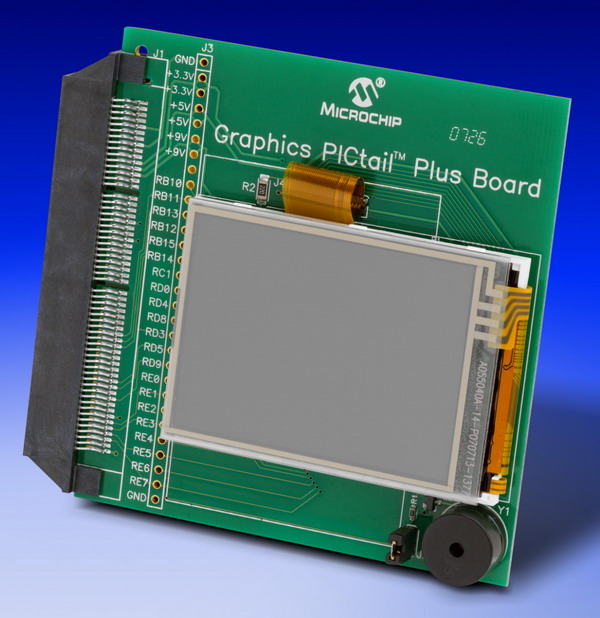


Рисунок 2.4 Дочерняя плата Graphics PICtail™ Plus

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Сенсорные экраны состоят из отображающего экрана, на котором формируется изображение органов управления и другая информация, и прозрачной сенсорной панели, устанавливаемой перед экраном.

Сенсорные панели позволяют определять координаты точки прикосновения в любой области экрана. В зависимости от этих координат компьютер принимает решение об активации какого-либо органа управления, изображенного на экране (принцип, аналогичный действию компьютерной мыши).

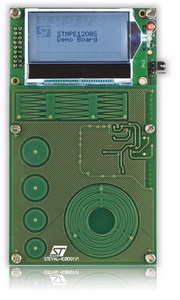


Рисунок 2.5 - Отладочная плата сенсорной клавиатуры STEVAL-ICB001V1

2.3. Описание элементной базы для проектируемого устройства

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

ДП.В310.15.В00.ПЗ

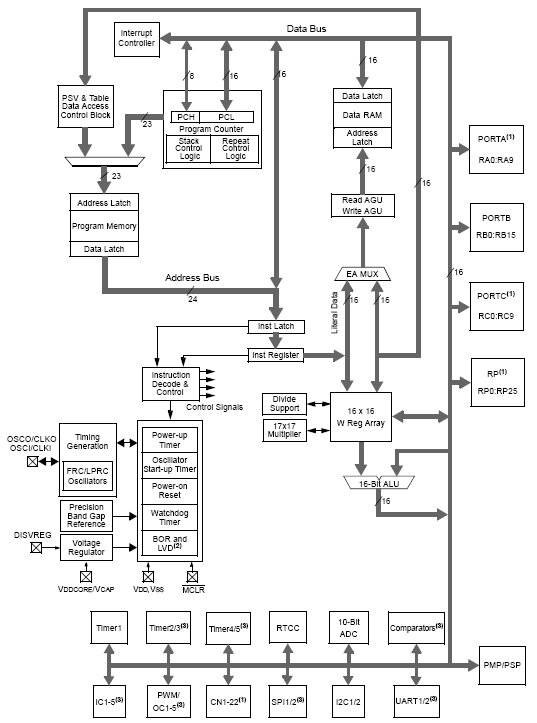
2.3.1. PIC24FJ64GA004 Универсальный Flash микроконтроллер  
Таблица 2.1 – Основные параметры PIC24FJ64GA004

|  |  |
| --- | --- |
| ЦПУ: **Ядро** | PIC24 |
| ЦПУ: **F**,МГц | от 0 до 32 |
| Память: **Flash**,КБайт | 64 |
| Память: **RAM**,Кбайт | 8 |
| **I/O (макс.)**,шт. | 35 |
| Таймеры: **16-бит**,шт | 5 |
| Таймеры: **Каналов ШИМ**,шт | 5 |
| Таймеры: **RTC** | Да |
| Интерфейсы: **SPI**,шт | 2 |
| Интерфейсы: **I2C**,шт | 2 |
| Интерфейсы: **LIN**,шт | 1 |
| Аналоговые входы: **Разрядов АЦП**,бит | 10 |
| Аналоговые входы: **Каналов АЦП**,шт | 13 |

Таблица 2.1 (окончание)

|  |  |
| --- | --- |
| Аналоговые входы: **Быстродействие АЦП**,kSPS | 500 |
| Аналоговые входы: **Аналоговый компаратор**,шт | 2 |
| **VCC**,В | от 2 до 3.6 |
| **ICC**,мА | 25 |
| **TA**,°C | от -40 до 85 |
| **Корпус** | QFN-44 TQFP-44 |

Микроконтроллер (англ. Micro Controller Unit, MCU) – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств, содержит ОЗУ и (или) ПЗУ. По сути, это однокристальный компьютер, способный выполнять простые задачи.

Блок-схема  
[](http://catalog.gaw.ru/project/images/components/24fj64ga004%5b7%5d.jpg)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Группа компонентов

[PIC/dsPIC](http://catalog.gaw.ru/index.php?page=components_list&id=192)

## Общее описание

Ядро PIC24 основано на модифицированной Гарвардской архитектуре (раздельная шина команд и шина данных) с расширенным набором инструкций, име-

ет 16 ортогональных регистров общего назначения, векторную приоритетную систему прерываний, и другие особенности (методы адресации, аппаратные циклы).

16-битные микроконтроллеры представлены в двух модификациях - PIC24F и PIC24H, которые отличаются технологией изготовления FLASH программной памяти. Это определяет диапазон питающих напряжений – для PIC24F – 2,0…3,6 В, для PIC24H – 3,0…3,6 В. Оба варианта не имеют встроенной памяти EEPROM.

Первое семейство (PIC24F) производится по более дешевой технологии (0,25 мкм) и работает с максимальной производительностью ядра 16MIPS@32МГц. Второе семейство (PIC24H) производится с использованием более сложного техпроцесса изготовления, что позволяет добиться большей скорости работы (40MIPS@80МГц). Оба семейства поддерживают внутрисхемное программирование (ICSP), а так же самопрограммирование (RTSP). За счет изменения структуры FLASH памяти скорость программирования значительно увеличена (менее 1 секунды для контроллеров с 64 Кб программной памяти). Следует заметить, что семейство PIC24H поддерживает не менее 1000 циклов перепрограммирования FLASH памяти.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Высокая производительность достигается за счет переработанной системы тактирования - одна команды выполняется а за 2 такта генератора. Это позволяет существенно поднять производительность микроконтроллеров и при этом значительно снизить энергопотребление.

Новое ядро имеет 16-битную шину данных, линейную память программ (поддерживается до 8 Мбайт) и линейную память данных (до 64 кБ). Важной особенностью является возможность отображения части памяти программ в память данных, что позволяет эффективно работать с таблицами констант, не используя для этого инструкции табличного чтения/записи. При этом доступ к отображенной памяти программ (только чтение) осуществляется за 2 командных такта.

Расширенная система команд позволяет получать эффективный код при

использовании компиляторов языков высокого уровня. Поддерживается большое количество методов адресации (прямая, косвенная, пре- и постинкрементная, со смещением, и т. п.), трехоперандные инструкции (типа C = A + B), инструкции сдвига на произвольное кол-во бит, инструкции знакового и беззнакового умножения и деления. Используется программный стек (в отличие от аппаратного у 8-битных семейств) с контролем переполнения. Для передачи параметров в функции существует возможность выделять фрейм в стеке с помощью LINK регистра.

Система прерываний семейств PIC24 является векторной – каждое прерывание имеет свой вектор в ПЗУ. Кроме того, каждому прерыванию может быть присвоен приоритет от 0 до 7. Аппаратные исключения (ошибка АЛУ, сбой генератора, переполнение стека, и т. п.) так же имеют свои адреса в таблице векторов прерываний. Следует заметить, что семейства PIC24 имеют две таблицы векторов прерываний, из которых активная выбирается программно.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Порты ввода/вывода

Каждый порт кроме привычных регистров TRIS, PORT и LAT имеет регистр ODC, конфигурирующий вывод как выход с открытым стоком. Это позволяет работать с внешними устройствами с напряжением питания 5 В, для которых логическая единица на выводе контроллера попадает в зону неопределенного состояния. Выводы контроллера настроенные на вход толерантны к 5 В.

Переназначение портов ввода/вывода

Многие контроллеры получили возможность переназначения функций портов ввода/вывода на разные выводы микроконтроллера (Peripheral Pin Select, PPS). Данная особенность позволяет оптимизировать разводку печатной платы или задействовать необходимые периферийные модули для связи в внешними цепями.

Таймеры

Контроллеры семейства PIC24F имеют пять 16-битных таймеров, из которых четыре (TIMER2 и TIMER3, TIMER4 и TIMER5) могут объединяться в два 32-битных. Все таймеры имеют регистры периода и векторы прерывания по совпадению, а так же могут работать в синхронном и асинхронном режимах.

TIMER1 имеет генератор для низкочастотного кварцевого резонатора, от которого тактируется модуль часов реального времени. Так же от этого генератора

может тактироваться ядро микроконтроллера.

Контроллеры семейства PIC24H имеют до девяти 16-битных таймеров, из которых восемь могут объединяться в четыре 32-битных.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

30

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Модули захвата

Контроллеры семейства PIC24F имеют до 9 идентичных независимых модулей захвата, формирующих прерывания и сохраняющих мгновенное значение таймера при возникновении внешнего события (передний или задний фронт импульса на выводе контроллера). Модули захвата имеют настраиваемый 4-уровневый буфер FIFO, который позволяет реже обрабатывать прерывания при высокой частоте событий.

Контроллеры семейства PIC24H имеют до 8 модулей захвата.

Модули сравнения / генерации ШИМ Контроллеры семейства PIC24F имеют до пяти независимых модулей сравнения, устанавливающих определенное логическое состояние на выводе контроллера при совпадении значения выбранного таймера с регистром модуля. Модули сравнения позволяют генерировать на выводе контроллера одиночный импульс, серию и непрерывную последовательность импульсов. Кроме того, этот модуль может быть использован для генерации сигнала ШИМ с учетом задержек на переключение мощных MOSFET транзисторов (dead-time). Два регистра сравнения у каждого модуля позволяют генерировать центральносмещенный ШИМ сигнал.

Контроллеры семейства PIC24H имеют до 8 модулей сравнения/ генерации ШИМ.

Модуль SPI™

Контроллеры семейств PIC24F и PIC24H имеют до трех 16-битных модулей SPI с 8-уровневым буфером FIFO и скоростью обмена до 16 Мбит/с. Модули могут работать в режимах «ведущий», «ведомый», «ведущий с кадровой синхронизацией». Последний режим позволяет подключать к контроллеру современные голосовые кодеки.

Модуль I2C™

Контроллеры семейств PIC24F и PIC24H имеют до трех модулей I2C, поддерживающих режимы «ведомый» и «ведущий» с возможностью арбитража и 8- и

10-битной адресации. Имеется возможность прерывания по совпадению адреса с задаваемой маской.

Модуль USART

Контроллеры семейств PIC24F и PIC24H имеют до четырех модулей UART с возможностью 8- и 9-битного обмена. Основными особенностями этих модулей являются наличие линий аппаратного управления потоком (CTS и RTS), 4-уровневого буфера FIFO на приемнике и на передатчике, а так же кодер и декодер спецификации IrDA®. Тактовый генератор модуля имеет 16-битный предделитель, который обеспечивает установку скорости обмена от 15 бит/с до 1 Мбит/с при тактовой частоте 32 МГц.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

31

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Параллельный порт

Модуль параллельного 8-битного порта поддерживает 16-битную адресацию, и может быть использован для коммуникации с внешней памятью, ЖКИ индикаторами и другими устройствами с параллельной шиной. Модуль имеет 2 вывода CS (chip-select), возможность конфигурации активных уровней управляющих линий, автоинкремент/декремент адреса, выбор активных уровней шин данных и адреса, конфигурацию задержек. Модуль может работать как в режиме ведущего, так и в режиме ведомого. Параллельный порт присутствует только в контроллерах семейства PIC24F.

Модуль часов реального времени с календарем

Модуль тактируется от генератора таймера TIMER1 и имеет возможность аппаратной калибровки. Данные в регистрах хранятся в формате BCD, существует возможность гибкой настройки системы тревог. Учет високосных годов и перевод времени зимнее/летнее должен осуществляться программно. Модуль присутствует только в контроллерах семейства PIC24F.

Модуль вычисления CRC

Модуль предназначен для вычисления циклического избыточного кода с произвольным полиномом. Модуль имеет 16-уровневый FIFO данных, и прерывание по завершению вычисления. Модуль доступен только в контроллерах семейства PIC24F.

10-битный АЦП

Контроллеры семейства PIC24F имеют один 10-битный АЦП последовательного приближения (до 16 каналов) с частотой преобразования 500 тыс. выборок в секунду. Формирователь напряжения для схемы выборки хранения имеет дифференциальный вход, что позволяет оцифровывать сигнал с дифференциальных датчиков без использования промежуточного усилителя. Частота преобразования может быть увеличена, при этом происходит потеря младших разрядов результата. АЦП имеет буфер на 16 слов, заполнение буфера происходит по заданной последовательности – возможно автоматическое поочередное сканирование выбранных каналов. Прерывание возникает при заполнении буфера на заданное количество уровней. Результаты преобразования могут быть представлены как дробные или целые числа, знаковые или беззнаковые. Контроллеры семейства PIC24H имеют до двух АЦП с расширенной функциональностью (4 устройства выборки-хранения с дифференциальными формирователями, что позволяет проводить одновременное измерение по четырем дифференциальным каналам). Разрядность АЦП определяется пользователем – возможно использование АЦП как 12-битного при частоте преобразования 500 тыс. выборок в секунду, либо как 10-битного при частоте преобразования 1,1 млн выборок в секунду. Каждый модуль АЦП может иметь до 32 каналов. Возможна синхронная работа преобразователей, при этом эквивалентная частота преобразования удваивается.

12-битный АЦП

Контроллеры семейства PIC24H имеют до двух 12-битных АЦП последовательного приближения (до 32 каналов) с частотой преобразования 500 тыс. выборок в секунду. Функциональность 12-битного АЦП аналогична 10-битному АЦП семейства PIC24F, рассмотренному выше (одно УВХ).

Компараторы

Контроллеры семейства PIC24F имеют два или три компаратора с генератором опорного напряжения. Характеристики и функциональность

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

32

ДП.В310.15.В00.ПЗ

компараторов аналогичны модулям в 8-битных семействе PIC18. Семейство PIC24H компараторов не имеет.

Модуль DMA

Модуль DMA (прямой доступ к памяти) присутствует только в контроллерах

семейства PIC24H. Он позволяет эффективно передавать данные между периферией (SPI, UART, АЦП, CAN и т. д.) и ОЗУ без использования программных ресурсов. Для этого в семейство PIC24H добавлен блок 2 кБайт двухпортовой памяти ОЗУ. Модуль DMA имеет восемь идентичных каналов, каждый из которых может быть гибко настроен для приема и передачи блока данных, слова (16-бит), байта. При этом используется косвенная адресация с постинкрементом, либо ping-pong адресация.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

33

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Модуль CAN

Модуль CAN присутствует только в контроллерах семейства PIC24H. В сравнении с аналогичным модулем в контроллерах PIC18 он значительно переработан и имеет 16 фильтров на прием, 3 маски на прием, FIFO буферы на прием и на передачу.

Модуль USB

Модуль USB On-The-GO (OTG) присутствует в некоторых микроконтроллерах PIC24F, обладая функциональностью как хоста (host), так и клиента (device).

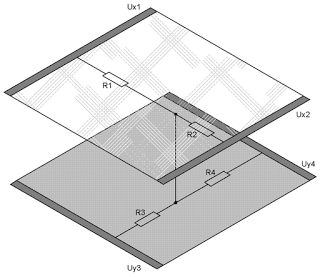
Следует отметить, что впервые в практике Microchip контроллеры семейств PIC24F и PIC24H имеют JTAG интерфейс, позволяющий проводить граничное сканирование устройства, программировать FLASH память программ и проводить внутрисхемную отладку. Стандартный ICSP интерфейс так же будет присутствовать в каждом контроллере PIC24, что позволит использовать привычные средства разработки и производства (ICD2, PROMATE 3, REAL ICE и т. п.).

2.3.2. 4-х проводная резистивная сенсорная панель microchip AC164127-4

Сенсорные экраны (Се́нсорный экран - устройство ввода информации, представляющее собой экран, реагирующий на прикосновения к нему.) находят все большее применение в современной электронной технике. Подавляющее большинство устройств (около 90%) сейчас оснащено резистивными сенсорными экранами.

Резистивный сенсорный экран состоит из стеклянной панели и гибкой пластиковой мембраны. На панель и на мембрану нанесено резистивное покрытие. Пространство между стеклом и мембраной заполнено микроизоляторами, которые

равномерно распределены по активной области экрана и надёжно изолируют проводящие поверхности.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

34

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Рисунок 2.6 4-х проводная резистивная сенсорная панель

Когда на экран нажимают, панель и мембрана замыкаются, и контроллер с помощью АЦП регистрирует изменение сопротивления и преобразует его в координаты прикосновения (X и Y). В общих чертах алгоритм считывания таков:

На верхний электрод подаётся напряжение +5В, нижний заземляется. Левый с правым соединяются накоротко и проверяется напряжение на них. Это напряжение соответствует Y-координате экрана.

На левый и правый электрод подаётся +5В и «земля», с верхнего и нижнего считывается X-координата.

2.3.3 LCD экран microchip AC164127-4

Плата контроллера TFT ЖК-панели представляет собой интегрированное решение, позволяющее подключать различные типы TFT ЖК-панелей к источникам таких видеосигналов, как аналоговый RGB, S-video, композитный видеосигнал, DVI, HDMI. Платы предназначены для использования в ЖК-мониторах, ЖК-телевизорах, цифровых фоторамках, медиапроигрывателях, в дисплейных рекламных мониторах. Основная функция платы дисплейного контроллера - преобразование входных сигналов стандартных цифровых или аналоговых интерфейсов в сигналы управления TFT ЖК-панелью. Кроме того, контроллер обеспечивает преобразование видеосигналов для:

* Масштабирования изображения, поступающего через выбранный видеоин-

терфейс, под конкретный фиксированный формат TFT ЖК-панели.

* Цветовой коррекции сигналов (в частности, гамма-коррекция) с учетом спектральной характеристики фильтров TFT ЖК-панели.

Плата дисплейного контроллера также содержит источники напряжений для питания схемы ЖК-панели и формирователь опорных уровней напряжений для питания столбцовых драйверов ЖК-панели. Платы современных контроллеров содержат дополнительные компоненты, расширяющие функциональные возможности дисплейного устройства. В зависимости от назначения модуля контроллера (монитор, медиаплеер, телевизор, рекламный проигрыватель) его структура может содержать дополнительные модули:

* OSD (On Screen Display)-контроллер для формирования поля экрана сервисного меню;
* ИК-приемник для дистанционного управления (в основном, для ЖК-телевизоров);
* Модуль TV-тюнера;
* Встроенный стереоусилитель малой или средней мощности (мониторы и ЖК-телевизоры);
* USB-интерфейс для апгрейда ПО или для подключения носителей мультимедийного контента (фото, аудио, видео);
* Интерфейс считывателя SD-карт с носителями мультимедийного контента.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

35

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Выходной интерфейс с панелью включает (рисунок 2.7) сигналы управления TCON (Timing Controller) для формирователя сигналов развертки в ЖК-панели, а также шины питания и опорные сигналы напряжения столбцовых драйверов. Микросхемой TCON осуществляется преобразование сигналов, полученных от контроллера, в сигналы управления столбцовыми и строчными драйверами матрицы TFT. Как правило, в современных платах ЖК-панелей используется одна микросхема дисплейного контроллера, которая и обеспечивает выполнение всех функций обработки и преобразования входных видеосигналов в сигналы управления ЖК-панелью.

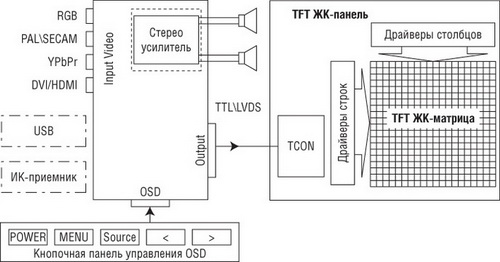


Рисунок 2.7 Структура связей контроллера интерфейса с TFT ЖК-панелью

Дополнительно устанавливаются микросхемы декодеров для считывания мультимедийной информации.

Настройка параметров под конкретный тип ЖК-панели может осуществляться как в процессе производства (установка default), так и через управляющий DDCинтерфейс (протокол I2C), например, из компьютерного графического контроллера, а также самим пользователем в ручном режиме посредством клавиатуры, расположенной на передней панели конечного устройства, например, монитора. Как правило, используется пятикнопочная панель управления. Функции режимных кнопок при этом: POWER, MENU, SOURCE/UP, LEFT, RIGHT.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

36

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Схема интерфейса кнопочной панели управления OSD показана на рисунок 2.8

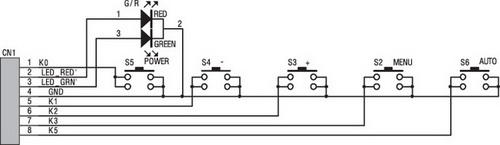


Рисунок 2.8 Схема интерфейса кнопочной панели управления OSD

Выводы по разделу

В данном разделе дипломного проекта был описан алгоритм программы. Еще были описаны требования к микроконтроллеру.

В элементной базе устройства была составлена блок-схема микроконтроллера и состав 4-х проводной резистивной сенсорной панели и структура связей контроллера интерфейса LCD экрана.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

37

ДП.В310.15.В00.ПЗ

3 Технологическая часть

3.1 Разработка и описание электрической принципиальной схемы устройства

Принципиальные электрические схемы – это чертежи, показывающие полные электрические и магнитные и электромагнитные связи элементов объекта, а также параметры компонентов, составляющих объект, изображённый на чертеже. Здесь существуют много стандартов как на оформление чертежей, так и на условные графические изображения компонентов. На территории бывшего СССР действует государственный стандарт, однако с появлением принципиально новых компонентов пришлось отступать от стандартов, так как условных изображений просто не существует, поэтому реально наиболее общего стандарта на УГО фактически нет. В зарубежных странах приняты стандарты IEC, DIN и ANSI и другие национальные стандарты, но на практике у производителей очень часто используется корпоративные стандарты, однако этот чертёж не учитывает габаритных размеров и расположения деталей объекта. В энергетике используются как однолинейные, так и полные схемы.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

38

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Эта разновидность схем предназначена в основном для наиболее полного понимания всех процессов, происходящих в цепи или на участке цепи, а также для расчёта параметров компонентов.

3.2 Разработка алгоритма управляющей программы для устройства

Особенности разработки и отладки программ на MPLAB C для PIC24: Компилятор MPLAB C для PIC24 представляет собой эффективный программный инструмент разработки приложений для 16-битных микроконтроллеров фирмы Microchip, базирующийся на стандарте ANSI C.

Компилятор MPLAB C для PIC24 выполняет компиляцию файлов исходных текстов, создавая промежуточные ассемблерные и объектные файлы. Полученные объектные файлы затем компонуются с другими объектными файлами и библиотеками и собираются компоновщиком (линкером) в исполняемый файл

программы.

Кроме того, объектные файлы в формате COFF или ELF можно использовать

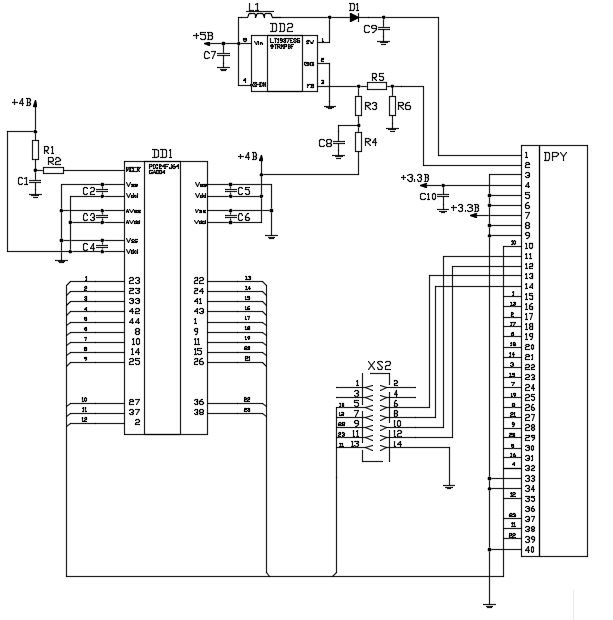


Рисунок 3.1 – электрическая принципиальная схема

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

39

ДП.В310.15.В00.ПЗ

при создании библиотек, либо загрузить в отладчик среды MPLAB IDE для дальнейшего тестирования и отладки. С помощью утилиты преобразования форматов можно преобразовать COFF или ELF-файл в формат HEX-файла, пригодный для загрузки в память программ целевой системы. На практической стороне разработки. Везде, где это нужно, будет даваться краткое пояснение работы того или иного элемента языка.

Практическое знакомство с MPLAB C для PIC24 начнем с разработки и

отладки простого приложения на Си для микроконтроллера PIC24FJ128GA010.

Для этого с помощью мастера приложений создадим новый проект точно так же, как это делали для программы на ассемблере. Компилятор MPLAB C для PIC24 включает средства оптимизации программ при трансляции стандартных ANSI C программ в ассемблерный код микроконтроллера PIC24.

В компилятор включены многочисленные расширения, позволяющие эффективно работать с периферийными модулями микроконтроллеров, а также дополнительные библиотеки с готовыми функциями для работы с периферией. При разработке демонстрационных программ этой книги мы будем использовать среду разработки MPLAB IDE фирмы Microchip и студенческую версию компилятора С30.

В этом разделе практические аспекты разработки программ для PIC24, в частности, отладки программ с помощью симулятора MPLAB SIM. Отладчик MPLAB SIM предоставляет намного больше возможностей для отладки и трассировки Си-программ по сравнению с приложениями на ассемблере, что позволяет успешно разрабатывать и тестировать довольно сложные приложения, написанные на языке Си. Задержка между переключениями формируется функцией Delay, а величина этой задержки определяется значением счетчика cnt в самой функции.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

40

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Поскольку мы будем выполнять отладку в программном симуляторе MPLAB SIM, то начальное значение cnt можно выбрать достаточно большим, чтобы можно было наблюдать изменения состояния бита 0 порта А визуально. Компиляцию программы нужно выполнить в режиме Debug, а для наблюдением за состоянием порта А, вернее, его младшего бита в раскрывающемся списке окна просмотра переменных следует выбрать PORTA.

Изменения состояния бита 0 лучше всего наблюдать в режиме Animate отладчика, хотя можно запустить программу и в режиме Run, а затем остановить и запустить ее несколько раз для анализа состояния бита. Также можно использовать пошаговое выполнение программы, хотя это потребует больше времени. Это далеко не самая сложная программа, поэтому процесс отладки довольно очевиден. Намного сложнее протестировать программу, которая должна

работать с внешними прерываниями или, например, с точными временными

интервалами.

Методы тестирования и отладки подобных программ предполагают хорошие знания аппаратно-программной архитектуры микроконтроллера и возможностей программного симулятора MPLAB SIM. Создадим в MPLAB IDE проект, в котором приложение будет переключать тот же бит 0 порта А, но уже в обработчике прерывания Таймера 1. В микроконтроллерах PIC24F имеется несколько таймеров, но мы будем использовать 16-битный Таймер 1 (его часто называют таймером А-типа).

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

41

ДП.В310.15.В00.ПЗ

При превышении значения PR1 устанавливается флаг прерывания \_T1IF, и если разрешено прерывание Таймера 1, то вызывается функция-обработчик этого прерывания. В начало этой программы включен макрос \_CONFIG2, который определяет параметры источника тактового сигнала микроконтроллера. При отладке программы в симуляторе MPLAB SIM этот макрос можно не использовать, поскольку все необходимые настройки производятся в самом симуляторе.  
При работе с реальным оборудованием, в зависимости от аппаратного решения, выбранного для тактирования устройства, следует правильно указать константы этого макроса. Смысл констант, используемых для настройки источника тактового сигнала, описан в заголовочном файле устройства. Программа должна переключать бит 0 порта А в противоположное состояние каждые 3 с, для чего мы используем прерывание Таймера 1 микроконтроллера PIC24FJ128GA010. Каждые 3 с инициируется прерывание Таймера 1, и управление передается функции-обработчику \_T1Interrupt.

В режиме Animate изменения состояния переменных и регистров можно наблюдать в окне просмотра переменных в процессе выполнения программы, однако следует помнить, что в этом случае программа будет выполняться далеко не в режиме реального времени. Промежуточные состояния переменных можно наблюдать, установив в определенных местах программы точки прерывания или же перейдя в пошаговый режим работы.

Еще одно замечание: точность временных интервалов в режиме Run зависит от производительности процессора персонального компьютера, его загрузки и

выбранной в окне настройки тактовой частоты микроконтроллера. Тем не менее,

не следует полагать, что если в отладчике установить определенную частоту процессора, то все команды программы и временные зависимости будут точно соответствовать этой частоте.

Но в любом случае, временные соотношения между интервалами выполнения команд, вызовы и обработка прерываний и т.д. будут выполняться по возможности максимально точно. Если процессор персонального компьютера загружен выполнением других программ, то отклонения от реального режима при отладке программы в режиме Run будут больше. Вернемся к отладке нашей программы.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

42

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Что же касается регистра W3, то в него помещается адрес метки J2, который зависит от настроек компилятора и компоновщика, выполняющего сборку программы.

Для разработки сложных программ намного больше возможностей предоставляет компилятор языка Си фирмы Microchip, известный под названием MPLAB C для PIC24. Весь последующий материал этой книги будет опираться на методы разработки и отладки программного обеспечения на языке Си. В следующем разделе мы коснемся основных методов разработки и отладки программного обеспечения с использованием данного компилятора.

3.3 Технология изготовления печатной платы устройства

Печатная плата (англ. printed circuit board, PCB, или printed wiring board, PWB) – пластина из диэлектрика, на поверхности и/или в объёме которой сформированы электропроводящие цепи электронной схемы. Печатная плата предназначена для электрического и механического соединения различных электронных компонентов. Электронные компоненты на печатной плате соединяются своими выводами с элементами проводящего рисунка обычно пайкой.

Материал

Это заготовка внутреннего слоя многослойной печатной платы. Диэлектрический материал, например текстолит, ламинированный медной фольгой. Толщина меди обычно составляет от 0,018 мм до 0,07 мм.

Ламинирование фоторезтстом

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

43

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Следующий этап - нанесение пластичного фоточувствительного материала на заготовку. Заготовка очищается и приготавливается к нанесению фоторезиста. Этот этап проходит в чистой комнате с желтым освещением. Резист светочувствителен (обычно к ультрафиолету) и при долгом не использовании разрушается.

Размещение фотошаблона

На заготовке размещается фотошаблон. На рисунке изображена только его малая часть. Круг, часть которого изображена, в последствии будет соединением с внутренним слоем. Изображение на фотошаблоне негативное по отношению к будущей схеме. Под темными участками фотошаблона медь не будет удалена.

Экспонирование фоторезиста

Участки поверхности незащищенные фотошаблоном засвечиваются. Фотошаблон снимается. После этого засвеченные участки могут быть удалены химически.

Обработка резиста

Засвеченные участки резиста удаляются, оставляя резист только в тех областях, где будут проходить дорожки платы. Назначение резиста –защитить медь под ним от воздействия травителя на следующем этапе.

Травление

Заготовка травится для удаления ненужной меди. Резист, оставшийся на поверхности предохраняет медь под ним от травления. Вся незащищенная медь удаляется, оставляя диэлектрическую подложку. После травления дорожки схемы созданы и внутренний слой имеет требуемый рисунок.

Удаление фоторезиста

Резист удаляется, открывая невытравленную медь. Теперь заготовка представляет собой полностью готовый внутренний слой. В нашем примере она будет вторым и третьим слоями будущей платы. На следующем этапе на нее наносятся верхний (первый) и нижний (четвертый) слои платы.

Ламинирование печатной платы

На этом этапе внутренний слой является центром многослойной платы. Слои одностороннего текстолита добавляются сверху и снизу внутреннего слоя. Затем соединенные слои ламинируются под прессом при высокой температуре и давлении. Скрепление происходит путем адгезии текстолита к внутреннему слою.

Сверловка

Плата сверлится там где требуется металлизация отверстий. В нашем примере отверстие просверлено сквозь площадку на втором слое. В то же время пересечения с рисунком третьего слоя нет. Взаиморасположение просверленных отверстий с рисунком слоев существенно.

Осаждение меди

Этот этап служит для покрытия отверстия тонким слоем металла. Проблемам в том, что поверхность отверстия непроводящая. Для металлизации плата помещается в ванну, где плата полностью покрывается тонким слоем меди. Сущность процесса химическая и в результате покрываются как диэлектрические, так и металлические поверхности.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

44

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Нанесение резиста

Далее плата покрывается резистом, резист засвечивается через фотошаблон, засвеченные участки удаляются. Эти этапы аналогичны описанным ранее с одним отличием: резист удаляется с участков, где будет наносится медь. Следовательно, изображение на фотошаблоне должно быть позитивным.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

45

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Электролитическое нанесение меди

Медь наносится на поверхность отверстия до толщины 0,25мм. Медь, осажденная ранее на поверхность отверстия достаточно толстая, чтобы проводить ток, необходимый для электоролитического осаждения меди. Это необходимо для надежного электрического соединения сторон и внутренних слоев платы.

Оловянно-свинцовое покрытие

Оловянно-свинцовое электролитическое покрытие выполняет две важные функции. Во-первых, оловянно-свинцовая смесь выступает резистом для последующего травления. Во-вторых, она защищает медь от окисления. Если плата производится не по процессу SMOBC, тогда эта смесь может быть расплавлена в печи для лужения дорожек.

Удаление резиста

Резист удаляется, оставляя оловянно-свинцовую смесь (припой) и нанесенную медь. Медь, покрытая припоем, выдержит процесс травления и образует собой рисунок платы.

Травление меди

На этом этапе припой используется как резист для травления. Незащищенная медь удаляется, оставляя на плате рисунок будущей схемы.

Удаление припоя

Припой удаляется с поверхности меди и плата очищается. Это начало процесса, называемого SMOBC (solder mask over bare copper - маска поверх необработанной меди). В других процессах, оловянно-свинцовая смесь расплавляется для дальнейшего использования (лужение).

Нанесение маски

Для защиты поверхности платы, где в дальнейшем не потребуется пайка, наносится маска. Существует несколько типов масок и методов ее нанесения. Фоточувствительная маска наносится тем же способом, что и фоторезист и обеспечивает высокую точность процесса. Шелкографический способ нанесения не обладает такой точностью, но материал маски более пластичен.

НAL (Hot Air Leveling - выравнивание горячим воздухом)

Припой наплавляется на незащищенную маской медь, сохраняя ее от окисления. В отличие от других процессов, под маской припоя не остается. Плата SMOBC готова для заключительных этапов: нанесения надписей (шелкография), резки, тестирования и упаковки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

46

ДП.В310.15.В00.ПЗ

3.4 Конструкторский расчет печатной платы устройства

Прежде, чем проводить расчет компоновочных параметров, определим размер печатной платы устройства. Площадь печатной платы рассчитаем, исходя из площади установочной поверхности элементов. Площади установочных поверхностей приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Площади установочной поверхности элементов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элементы | Площадь одного элемента, мм2 | Количество элементов | Общая площадь, мм2 |
| Микросхема DD1  Микросхема DD2-DD4  Конденсаторы С1- C3  Конденсатор С4  Резисторы R1-R7  Диоды VD1-VD9 | 146,25  150  60,125  225  22  23,75 | 1  3  3  1  7  9 | 146,25  450  180,375  225  154  213,75 |

Таблица 3.1 (окончание)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Транзистор VT1  Транзистор VT2  Кварцевый резонатор ZQ1 | 69,498  21,84  172,8 | 1  1  1 | 69,498  21,84  172,8 |

Общую площадь печатной платы найдем, используя следующую формулу:

S= SDD+ SC+SR+SVD+SVT+SZQ,

где SDD - площадь, необходимая для установки микросхем на ПП;

SC - площадь, необходимая для установки конденсаторов на ПП;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

47

ДП.В310.15.В00.ПЗ

SR – площадь, необходимая для установки резисторов на ПП;

SVD - площадь, необходимая для установки диодов на ПП;

SVT - площадь, необходимая для установки транзисторов на ПП;

SZQ - площадь, необходимая для установки кварцевого резонатора на ПП.

Общая площадь, занимаемая ЭРЭ на печатной плате:

Sобщ.=(146,25+450)+(180,375+225)+154+213,75+(69,498+21,84)+172,8= =1633,513мм2.

Площадь печатной платы рассчитаем по формуле:

SПП = Sобщ / 0,6 = 1633,513 / 0,6 =2722,5 мм2.

Было рассмотрено несколько вариантов соотношения сторон печатной платы (60·80, 60·60, 60·80), но выбран размер 60×80 мм по ГОСТ10317-79.

Объем печатной платы определяется с учетом превышения над плоскостью платы самого высокого ЭРЭ плюс толщина основания ПП (высота кварцевого резонатора ZQ1, равная 25,7 мм, плюс толщины платы, равная 1,5 мм). То есть полный объем платы:

Vп.п=60×80×27,7=132960 мм3.

## Расчет печатного монтажа

1) Выбор метода изготовления и класса точности печатной платы

Для соединения элементов электрической схемы автосторожа между собой в качестве базовой несущей конструкции выбираем двухстороннюю печатную плата размером 60×80 выполненную комбинированным позитивным методом из стеклотекстолита фольгированного СФ-2Н-50Г-1,5 (ГОСТ 10316-78) по четвертому классу точности.

2) Расчёт печатного монтажа

Исходные данные:

* толщина платы, мм 1,5;
* максимальный ток, протекающий в проводнике, Imax, мА 200;
* толщина фольги h, мм 0,05;
* допустимая плотность тока iдоп, А/мм2 38;
* удельное сопротивление печатного проводника ρ, Ом⋅мм2/м 0,0175;
* максимальная длина печатного проводника ℓ, м 0,07;
* напряжение питания для микросхем Uп, В 6;
* шаг координатной сетки, мм 1,25.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

48

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Основные конструктивные параметры печатных плат для четвертого класса точности (ГОСТ 23751-86):

* минимальное значение номинальной ширины проводника t1min, мм 0,15;
* допуск на ширину проводника без покрытия Δt, мм ±0,03;
* допуск на расположение отверстий δd, мм 0,05;
* допуск на расположение контактных площадок δp, мм 0,15;
* гарантийный поясок bм на наружном слое, мм 0,05;
* номинальное расстояние между проводниками S, мм 0,15;
* допуск на расположение проводников на ДПП δl, мм 0,03;
* допуск на отверстие Δd с металлизацией, Двыв≤1 мм ;
* то же, Двыв>1 мм ;
* допуск на отверстие Δd без металлизации, Двыв≤1 мм ±0,05;
* то же, Двыв>1 мм ±0,01.

## 2.1) Расчет по постоянному и переменному току.

Минимальная ширина печатного проводника по постоянному току для цепей питания и заземления:

где Imax - максимальный постоянный ток протекающий в проводнике;

iдоп - допустимая плотность тока, А/мм2;

h - толщина проводника, мм.

Минимальная ширина проводника, исходя из допустимого падения напряжения на нем:

где ρ - удельное сопротивление, Ом⋅мм2/м;

ℓ - длина проводника, м;

Uдоп - допустимое падение напряжения, В.

Uдоп не должно превышать 5% питающего напряжения микросхем, следовательно: Uдоп =Un∙5%=6∙0,05=0,3В.

Значения минимальной ширины печатного проводника по постоянному току для цепей питания и заземления bmin1 и минимальной ширины проводника, исходя из допустимого падения напряжения на нем bmin2 по ГОСТ 2375-86 не должны быть меньше рассчитанных значений. Исходя из технических особенностей производства плат по 4 классу точности, выбираем ширину проводника равную 0,15 мм. Это значение больше чем bmin1 и bmin2.При данной ширине проводника печатная плата будет работать стабильно.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

49

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Расчет по переменному току не проводится из-за низкой частоты работы схемы, т.е. влиянием паразитных емкостей и индуктивностей проводников можно пренебречь.

2.2) Конструктивно-технологический расчет.

1) Номинальное минимальное значение диаметров монтажных отверстий определяется по формуле:

Дmin=Двыв+Δdн.о.+Δз,

где Двыв – максимальный диаметр вывода устанавливаемого ЭРЭ, мм;

Δdн.о – нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия. Для 4-го класса точности печатных плат при диаметре отверстия, меньшем либо равно 1мм, Δd=0,1 мм.

Δз – разница между минимальным диаметром отверстия и максимальным диаметром вывода ЭРЭ, ее выбирают в пределах 0,1..0,4 мм. Примем Δз=0,25 мм.

Отверстия для выводов транзисторов КТ502Б, КТ342А (VT1 и VT2) и микросхемы К561ЛА7 (DD1) при Двыв= 0,5 мм:

Дmin1\*=0,5+0,1+0,1=0,7 мм.

Отверстия для выводов диодов КД522Б (VD1-VD9) при Двыв= 0,588 мм:

Дmin2\*=0,588+0,1+0,1=0,788 мм.

Отверстия для выводов микросхем К561ИЕ10, К561ИЕ8 (DD2, DD3-DD4)

при Двыв= 0,59 мм:

Дmin3\*=0,59+0,1+0,1=0,79 мм.

Отверстия для выводов резисторов МЛТ-0,125 (R1-R7) , конденсаторов К52-1А, К53-4А (С1-C2, C3) при Двыв=0,7 мм:

Дmin4\*=0,7+0,1+0,1=0,9 мм.

Отверстие для выводов конденсатора К50-6 (C4) при Двыв=0,9 мм:

Дmin5\*=0,9+0,1+0,1=1,1 мм.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

50

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Отверстие для кварцевого резонатора РК124А-32768 Гц (ZQ1) при Двыв=1,3мм и Δd=0,15 мм (т.к. диаметр отверстия больше 1мм):

Дmin6\*=1,3+0,15+0,1=1,55 мм.

Для обеспечения минимизации числа различных диаметров монтажных отверстий полученные значения диаметров необходимо округлить. Тогда, выбирая из ряда предпочтительных размеров, получим следующий набор диаметров – Дmin1=Дmin2=Дmin3=0,8мм; Дmin4=1мм; Дmin5=1,3мм; Дmin6=1,8мм.

2) Номинальное максимальное значение диаметров монтажных отверстий:

Дmax=Дmin+Δd+(0,1..0,15)

Вычислим номинальные максимальные значения диаметров монтажных отверстий для минимальных диаметром 0,8; 1; 1,3; 1,8 мм:

Дmax1=0,8+0,05+0,1=0,95 (мм);

Дmax2= 1+0,05+0,1=1,15 (мм);

Дmax3= 1,3+0,1+0,1=1,5 (мм);

Дmax4= 1,8+0,1+0,1=2 (мм).

3) Минимальный диаметр металлизированных переходных отверстий найдём из условия:

Дмmin ≥ Hрасч·ν,

где Hрасч – расчётная толщина платы (Hрасч =1,5 мм);

ν – отношение диаметра отверстия к толщине платы, ν ≥0,33.

Следовательно:

Дмmin\*= 1,5·0,33 =0,495 мм.

С учетом требования минимизации количества различных отверстий сводим рассчитанное значение к значению из ряда предпочтительных размеров.

Дмmin= 0,8 мм (данное значение должно быть не больше половины расчётной ширины платы, т.е. не больше 0,8 мм).

2.3 Расчёт диаметров контактных площадок

1) Эффективный минимальный диаметр контактных площадок для всех видов отверстий вычисляется по формуле:

где bм - гарантийный поясок, мм;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

51

ДП.В310.15.В00.ПЗ

δd и δp - допуски на расположение отверстий и контактных площадок, мм;

Дmax - максимальный диаметр просверленного отверстия:

Вычислим значения эффективных минимальных диаметров контактных площадок для монтажных отверстий с максимальными значениями диаметров 0,95; 1,15; 1,5; 2,0 мм:

(мм);

(мм);

(мм);

(мм).

2) Минимальный диаметр контактных площадок для всех видов отверстий при оплавляемом покрытии олово – свинец вычисляется по формуле:

где hг – толщина гальванической меди. По поверхности проводников плат средних размеров hг =0,05мм;

ДminКП – эффективный минимальный диаметр контактной площадки.

Вычислим значения минимальных диаметров контактных площадок при оплавляемом покрытии олово – свинец для отверстий с эффективными минимальными значениями диаметров контактных площадок 1,45; 1,65; 2,0; 2,5мм:

(мм);

(мм);

(мм);

(мм).

3) Максимальный диаметр контактной площадки определим по формуле:

ДmaxКП=Дmin1+0,05.

Вычислим значения максимальных диаметров контактных площадок для отверстий со значениями минимальных диаметров контактных площадок при покрытии олово – свинец 1,525; 1,725; 2,075; 2,575 мм:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

52

ДП.В310.15.В00.ПЗ

ДmaxКП1\*=1,525+0,05=1,575 (мм);

ДmaxКП2\*=1,725+0,05=1,775 (мм);

ДmaxКП3\*=2,075+0,05=2,125 (мм);

ДmaxКП3\*=2,575+0,05=2,625 (мм).

Для обеспечения минимизации числа различных диаметров отверстий полученные значения диаметров сведём к значениям из ряда предпочтительных размеров:

ДmaxКП1=1,6 мм;

ДmaxКП2=2,0 мм;

ДmaxКП3=2,3 мм;

ДmaxКП4=2,7 мм;

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.2

Таблица 3.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ЭРЭ | Двыв, мм | Дmin\*, мм | Дmin, мм | Дmax, мм | ДminКП, мм | Дmin1,  мм | ДmaxКП\*, мм | ДmaxКП, мм |
| VT1-VT2  DD1 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,95 | 1,45 | 1,525 | 1,575 | 1,6 |
| VD1-VD9 | 0,588 | 0,788 |
| DD2-DD4 | 0,59 | 0,79 |
| R1-R7  С1-C3 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,15 | 1,65 | 1,725 | 1,775 | 2,0 |
| С4 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 2,0 | 2,075 | 2,125 | 2,3 |
| ZQ1 | 1,3 | 1,55 | 1,8 | 2,0 | 2,5 | 2,575 | 2,625 | 2,7 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

53

ДП.В310.15.В00.ПЗ

2.4) Минимальная ширина сигнального проводника:

tmin=t1 min+1,5hг+Δt,

где t1min - минимальная эффективная ширина проводника (0,15 мм);

Δt - допуск на ширину проводника без покрытия (0,03 мм).

tmin=0,15+1,5·0,05+0,03=0,255 мм

Максимальная ширина проводника:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

54

ДП.В310.15.В00.ПЗ

tmax=tmin+0,02;

tmax=0,255+0,02=0,275≈0,3 мм.

2.5) Расчёт элементов проводящего рисунка

1) Минимальный зазор между сигнальным проводником и контактной площадкой:

где Lэ - расстояние между центрами рассматриваемых элементов;

δl - допуск на расположение проводника, мм.

Вычислим значение для контактной площадки диаметром , равными 1,6 мм, при Lэ=1,25мм:

(мм).

Для , равными 2,0; 2,3; 2,7 мм, при Lэ=2,5мм:

(мм);

(мм);

(мм).

Результаты расчета показывают, что, минимальное расстояние между любыми из используемых сигнальным проводником и контактной площадкой диаметром 1,6 мм, должно быть больше или равно 1,25 мм, а при контактных площадках

диаметрами 2,0; 2,3; 2,7 мм, минимальное расстояние должно быть не меньше 2,5 мм.

2) Минимальный зазор между двумя проводниками равен:

S2min=LЭ–(tmax+2⋅δ1).

При Lэ=1,25мм:

S2min=1,25-(0,3+2⋅0,03)=0,89(мм).

Таким образом, любые два (из используемых) проводника могут быть проведены на расстоянии 1,25 мм

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

55

ДП.В310.15.В00.ПЗ

3) Минимальный зазор между двумя контактными площадками:

S3min=LЭ –(DmaxКП+2⋅δP).

Вычислим значения S3min для диаметров , равных 1,6; 2,0; 2,3; 2,7 мм, при Lэ=2,5мм:

S3min1=2,5-(1,6+2⋅0,15)=0,6 (мм);

S3min2=2,5-(2,0+2⋅0,15)=0,2 (мм);

S3min3=2,5-(2,3+2⋅0,15)=-0,1 (мм) → S3min3=3,75-(2,3+2⋅0,15)=1,15 (мм);

S3min4=2,5-(2,7+2⋅0,15)=-0,5 (мм) → S3min4=3,75-(2,7+2⋅0,15)=0,75 (мм).

Из выше написанного расчета видно, что на расстоянии 2,5 мм могут находиться лишь отверстия с диаметром контактной площадки не выше 2,0мм. При диаметре контактных площадок отверстий, равном 2,3; 2,7 мм, расстояние между контактными площадками должно быть не менее 3,75мм.

Таким образом, расчет показывает, что расстояние между элементами проводящего рисунка больше минимально допустимого значения и параметры печатного монтажа отвечают требованиям четвертого класса точности.

Выводы по разделу

Была выбрана конструкция печатной платы разрабатываемого устройства – односторонняя печатная плата, и метод изготовления печатной платы устройства – комбинированный, как удовлетворяющий конструктивно-технологическим требованиям к разрабатываемому устройству. Был проведен необходимый расчет конструктивных элементов печатного рисунка платы.

# 4 ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

## 4.1 Маркетинговое исследование

На отечественном рынке сенсорные технологии практически появились к началу 2000 года. В основном это были сенсорные информационные киоски на базе зарубежной техники, предназначенные для установки на вокзалах, в гостиницах, музеях, банкоматах и т.п.

В нашей стране также ведутся работы в области создания сенсорных устройств ввода информации. В отечественной практике предпочтение отдается оптическим системам на ИК-лучах, в меньшей степени емкостным и резистивным системам. Известны отдельные разработки сенсорных многофункциональных клавиатур и экранов. Однако отечественные разработки в области сенсорного экранного ввода заметно отстают от зарубежного уровня.

4.2 Расчет себестоимости на разработку устройства

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

56

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Разработку декоративной системы освещения для жилого помещения условно можно разделить на этапы и работы конструкторской подготовки производства, представленные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Перечень основных этапов ОКР

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этап | Содержание работ, входящих в этап | Вид, отчетности по законченной работе | Кол-во исполнителей, чел. | Должность | Продолжительность работы, дни |
| Подготовитель  ный | 1.Ознакомление с заданием на проектирование |  | 1 | Руководитель, техник | 2 |
| 2.Подбор и изучение научно-технической литературы | Пояснитель  ная записка | 2 | Техник | 2 |
| 3.Анализ состояния вопроса по этой теме | Лит. обзор | 2 | Техник | 2 |
| 4.Разработка и согласование технического задания | Техническое задание | 3 | Руководитель, техник | 3 |

Таблица 4.1 (окончание)

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

57

ДП.В310.15.В00.ПЗ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эскиз  ный | 1.Анализ и разработка структурной схемы | Структурная схема | 2 | Техник | 2 |
| 2.Проработка конструкции изделия в целом | Эскиз | 1 | Техник | 1 |
| 3.Разработка алгоритма управляющей программы | Блок-схема алгоритма | 2 | Техник | 1 |
| 4.Составление пояснительной записки к эскизному проекту | Пояснительная записка | 2 | Техник | 3 |
| Технический проект | 1.Разработка принципиальной схемы | Принципиальная схема | 3 | Техник | 3 |
| 2.Разработка конструкции печатной платы | Чертеж платы | 2 | Техник | 3 |
| 3.Составление перечня | Перечень | 2 | Техник | 4 |
| 4.Разработка кода управляющей программы | Код программы | 2 | Техник | 1 |
| 5.Составление пояснительной записки к  техническому проекту | Пояснительная записка | 2 | Техник | 2 |
| Изготовление опытного образца | 1.Обеспечение опытного производства необходимыми материалами и комплектующими изделиями | Составление сметы | 2 | Техник | 4 |
| 2.Изготовление опытного образца | Опытный образец | 2 | Техник | 2 |
| 3.Проверка функционирования опытного образца | Акт проверки | 2 | Техник | 4 |
| Приемка | Передача опытного образца заказчику | Акт передачи | 2 | Руководитель, техник | 1 |
| Акт передачи | 1 | Руководитель, техник | 4 |
|  | Итого |  |  |  | 44 |

На основании данных, представленных в таблице 4.1, рассчитываем смету затрат на ОКР по следующим статьям затрат:

1. Материалы, использующиеся при выполнении ОКР.
2. Основная заработная плата разработчиков изделия.
3. Дополнительная заработная плата (20% от основной заработной платы).
4. Отчисления на социальные нужды (30% от суммы основной и дополнительной заработной платы).
5. Накладные расходы (18% от размера основной и дополнительной заработной платы).
6. Арендная плата за использование помещения, оборудованного для изготовления печатных плат.

В таблице 4.2 представлен расчет заработной платы работников, участвующих в разработке изделия.

Таблица 4.2 Расчет заработной платы работников

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Должность | Оклад,  руб./ме  с. | Оплата,  руб./день | Продолжительность работ, дни | Итого |
| Техник | 9500 | 431 | 44 | 18964 |
| Руководитель | 14150,4 | 643,2 | 10 | 6432 |
| Итого | | | | 25396 |
| Дополнительная заработная плата (20% от основной зарплаты) | | | | 5079,2 |
| Основная и дополнительная заработная плата | | | | 30475,2 |
| Отчисления на социальные нужды (30% от основной и дополнительной зарплаты) | | | | 9142,56 |

Опираясь на данные, полученные при расчете, в таблице 4.2 можно произвести условный расчет сметы на опытно-конструкторскую разработку изделия.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

58

ДП.В310.15.В00.ПЗ

1. Затраты на материалы составляют ориентировочно 1300 руб.
2. Расчет затрат на основную заработную плату разработчиков 25396 рублей.
3. Расчет затрат на дополнительную заработную плату работников 5079,2 рублей
4. Отчисления на социальные нужды 9142,56 рублей
5. Накладные расходы 5485 рубль.

Полученные при расчёте данные следует внести в итоговую таблицу.

Таблица 4.3 - Смета затрат на ОКР устройства.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

59

ДП.В310.15.В00.ПЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Затраты по элементам | Сумма,  руб. |
| 1 | Материалы | 1300,00 |
| 2 | Основная заработная плата разработчиков | 25396 |
| 3 | Дополнительная заработная плата | 5079,2 |
| 4 | Отчисления на социальные нужды | 9142,56 |
| 5 | Накладные расходы |  |
| 6 | Арендная плата | 4758 |
| Итого | | 51161,26 |

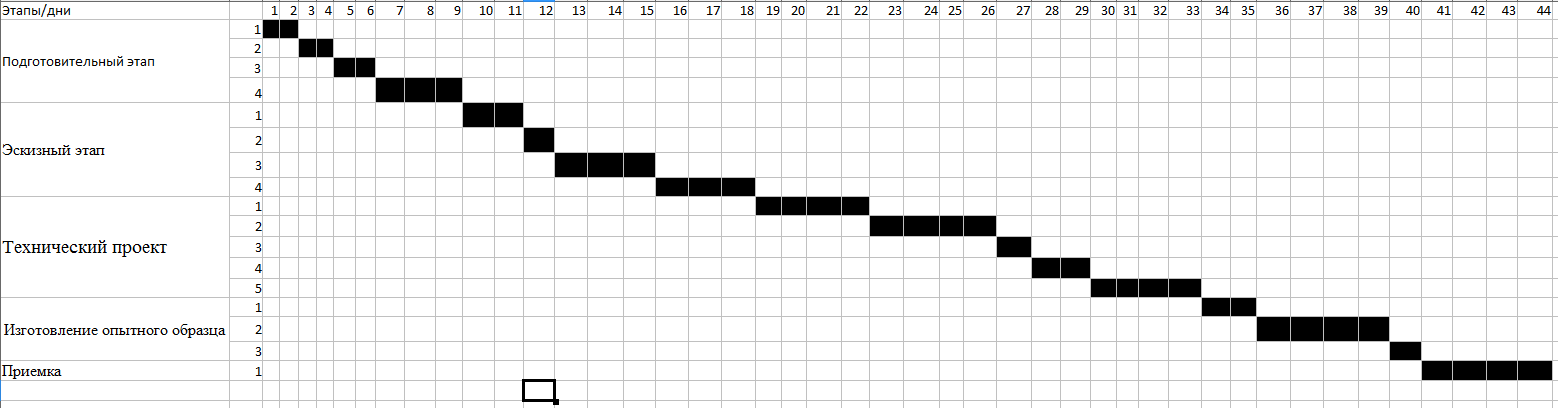


Рисунок 4.1 График основных этапов ОКР

## 4.3 Расчет себестоимости производства опытного образца

## Расчёт себестоимости опытного образца можно разделить на следующие этапы:

* основные и вспомогательные материалы;
* комплектующие изделия;
* основная заработная плата производственных рабочих;
* отчисления на социальные нужды;
* расходы на аренду помещения, оборудованного для изготовления печатных плат;
* прочие расходы.

Затраты на основные и вспомогательные материалы.

В данную статью расходов включаются материалы (основные и вспомогательные), расходуемые на изготовление нестандартных деталей и узлов проектируемого изделия согласно его конструкции, разработка которой представлена в предыдущих главах данного дипломного проекта. Данные, полученные в результате расчёта затрат на основные и вспомогательные материалы, используемые при разработке и производстве опытного образца декоративной системы освещения, представлены в таблице 4.4.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

60

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Таблица 4.4 - Расчёт затрат на основные и вспомогательные материалы на одну плату

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование и характеристика материалов | Единица  измерения | Цена,  руб. | Количество | Сумма,  руб. |
| 1 | Стеклотекстолит СФ1-35Г ГОСТ 10316-78 | м2 | 330 | 0,13 | 42,9 |
| 2 | Припой ПОС-61 | кг | 730 | 0,03 | 21,9 |
|  | ГОСТ 21931-76 |  |  |  |  |
| 3 | Хлорное железо | кг | 240 | 0,1 | 24 |
|  | ГОСТ 11159-85 |  |  |  |  |

Таблица 4.4 (окончание)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | Спиртобензиновая смесь | л | 305 | 0,1 | 30,5 |
| 5 | Флюс паяльный ЛТИ-120 | л | 495 | 0,01 | 4,95 |
| Итого:  Основные материалы | | | | | 124,25 |
| Вспомогательные материалы (25% от основных) | | | | | 31,06 |
| Итого: основные и вспомогательные материалы | | | | | 155,31 |
| Транспортно-заготовительные расходы (20% от основных и вспомогательных материалов) | | | | | 31,06 |
| Всего затрат на основные и вспомогательные материалы | | | | | 186,37 |

Затраты на комплектующие материалы на одно изделие определяются согласно ведомости спецификации. Результаты расчёта заносим в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 - Расчёт затрат на комплектующие материалы на одно изделие

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование и характеристика изделий | Единица измерения | Цена, руб. | Кол-во | Сумма, руб. |
| 1 | ИМС микроконтроллера | шт | 50 | 1 | 50 |
| 2 | Диод | шт | 4,3 | 5 | 21,5 |
| 3 | Катушка индуктивности | шт | 27,56 | 3 | 82,69 |
| 4 | Резистор | шт | 2,9 | 12 | 34,8 |
| 5 | Конденсатор | шт | 3,8 | 15 | 57 |
| 6 | Транзистор | шт | 13,2 | 3 | 39,6 |
| 7 | Сенсорная панель | шт | 73,8 | 1 | 73,8 |
| 8 | ЖКИ | шт | 157,3 | 1 | 157,3 |
| 9 | Резонатор | шт | 32,5 | 1 | 32,5 |
| 10 | Кнопки | шт | 12 | 4 | 48 |
| 11 | Операционный усилитель | шт | 37 | 1 | 37 |
|  | Итого |  |  |  | 634,19 |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

61

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Расчёт заработной платы производственных рабочих опытного производства, занятых изготовлением опытного образца.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

62

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Таблица 4.6 - Расчёт заработной платы производственных рабочих.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды работ | Вид  операции | Разряд  работы | Трудоемкость,  ч | Часовая тарифная  ставка,  руб./ч | Итого  зарплата,  руб. |
| Изготовление печатной платы | Сверловка,  нанесение  рисунка,  травление | 3 | 5 | 45 | 225 |
| Монтаж ЭРИ | Пайка | 3 | 3 | 45 | 135 |
| Регулировка  изделия | Регулировка | 5 | 4 | 55 | 220 |
| Итого тарифная заработная плата | | | | | 580 |
| Доплата (50% от тарифной заработной платы) | | | | | 290 |
| Итого основная заработная плата | | | | | 870 |
| Дополнительная зарплата (18% от основной зарплаты) | | | | | 156,6 |
| Основная и дополнительная заработная плата | | | | | 1026,6 |
| Отчисления на социальные нужды (30% от основной и дополнительной заработной платы) | | | | | 307,98 |

Расчет себестоимости опытного образца проектируемого изделия и прочих расходов

Если количество деталей, узлов и блоков разрабатываемого изделия велико и детально не разработаны технология изготовления и конструкция, допускается расчет себестоимости единицы изделия укрупненным методом. На практике используется укрупненный метод калькулирования величины накладных расходов.

Калькуляцией себестоимости называется исчисление себестоимости единицы продукции.Себестоимость опытного образца рассчитывается по следующей формуле:

Спол = Мосн + Мпок + Зэ + Зосн + Здоп + Ссоц.осн + Знакл. + КР (4.9)

где Мосн – затраты на основные материалы, руб.;

Мпок – затраты на покупные, комплектующие изделия, руб.;

Зэ – расчета затрат на электроэнергию, руб;

Зосн – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

Здоп – дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;

Ссоц.осн. – отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих, руб.;

Знакл. – накладные расходы;

А – амортизация спецоборудования;

КР – коммерческие (внепроизводственные) расходы.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

63

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Данные по материальным затратам, по расходам по заработной плате (основной и дополнительной), по социальным отчислениям берутся из таблиц 4.2 – 4.6 соответственно.

В табл. 4.7 приводится форма расчета затрат на электроэнергию.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование прибора или оборудования | Количество, шт. | Потребляемая мощность, кВт | Часы работы | Тариф за 1 кВт-час, руб. | Стоимость электроэнергии, руб. |
| Паяльник | 1 | 0,3 | 5 | 4,5 | 6,75 |
| Компьютер | 1 | 0,7 | 10 | 4,5 | 31,5 |
| Дрель | 1 | 0,5 | 0,9 | 4,5 | 2,02 |
| Итого: | | | | | 40,27 |

Накладные расходы представляют собой расходы предприятия, связанные с организацией, управлением производством, а также все общехозяйственные расходы; рассчитывается в % от основной заработной платы производственных рабочих.

Величина накладных расходов принимаются по данным завода, на котором

предполагается изготовление новой аппаратуры или производится аналогичная аппаратура. Если завод-изготовитель неизвестен, то размер накладных расходов принимается 200-250 %. В данном проекте 230%.

Знакл = % Зпосн. (2.10)

Знакл = 2,3·870=1362,75 руб.

Коммерческие расходы это расходы, связанные с реализацией продукции.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

64

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Величина коммерческих расходов принимаются по данным завода, на котором предполагается изготовление новой аппаратуры или производится аналогичная аппаратура. Если завод-изготовитель неизвестен, то размер коммерческих расходов принимается 5-15%. В данном проекте 7% от производственной себестоимости:

(186,37+634,19+40,27+870+156,6+307,98+1362,75) ·8% = 284,59руб.

Полная производственная себестоимость составит:

186,37+634,19+40,27+870+156,6+307,98+1362,75+240,53 = 3842,75 руб.

Полная себестоимость разрабатываемого образца – 3842,75руб.

Таблица 4.7 Калькуляция себестоимости опытного образца

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование статей затрат | Опытный образец (сумма,  руб) |
| 1 | Основные и вспомогательные материалы | 186,37 |
| 2 | Комплектующие изделия | 634,19 |
| 3 | Основная заработная плата основных производственных рабочих | 870 |
| 4 | Дополнительная заработная плата производственных рабочих | 156,6 |
| 5 | Отчисления на социальные нужды | 307,98 |
| 6 | Арендная плата | 4758 |
| 7 | Накладные расходы | 1362,75 |
| 8 | Коммерческие расходы | 284,59 |
|  | Полная себестоимость | 3842,75 |

## 4.4 Расчёт цены единицы продукции

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

65

ДП.В310.15.В00.ПЗ

В случае возможной продажи устройства рассчитаем цену продукции.

Цена изделия = себестоимость полная + прибыль (4.1)

Прибыль устанавливается от планируемой рентабельности производства.

Рентабельность – важный показатель экономической эффективности производства на предприятии, объединении, отраслях экономики.

Рентабельность = прибыль/себестоимость · 100% (4.2)

Средняя рентабельность в электротехнической промышленности – свыше 15%.

Рентабельность нашего изделия – 25%.

Прибыль, получаемая от реализации нашего изделия – 25%.

Прибыль = 0,25·себестоимость изделия

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

66

ДП.В310.15.В00.ПЗ

*0.П*

Цена изделия = 3842,75+ 3842,75·0,25 = 4803руб (4.3)

Таким образом, цена нашего образца – 4803 руб

Рассчитаем количество продукции, при котором возместятся затраты (единовременные):

(4.4)

где Q – количество продукции;

Ц – цена изделия;

Зединоврем. – единовременные затраты;

Себест – себестоимость изделия;

(4.5)

Таким образом, необходимо реализовать 47 штук изделий, чтобы окупить затраты, связанные с опытно-конcтрукторскими работами.Произведем поверку расчёта точки безубыточности графическим методом (Рисунок 4.1).

Таблица 4.10 Основные технико-экономические показатели

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Показатели | Единица  измерения | Значения |
| 1 | Единовременные затраты (ОКР) | руб | 51161,26 |
| 2 | Себестоимость собранного опытного образца | руб. | 3842,75 |
| 3 | Цена опытного образца | руб. | 4803 |
| 4 | Прибыль | руб. | 960,68 |
| 5 | Рентабельность | % | 25 |
| 6 | Количество изделий, которое необходимо пропроизвести, чтобы добиться безубыточности | шт | 53 |

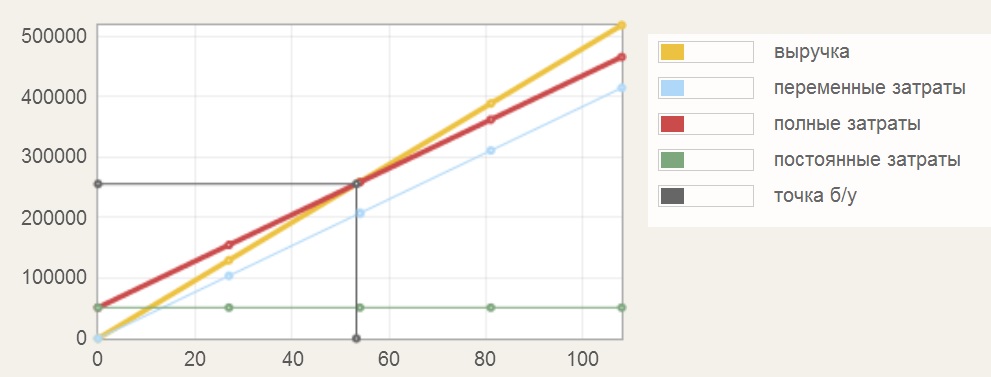


Рисунок 4.2 График расчета точки безубыточности

Выводы по разделу

В данном дипломном проекте проведен расчет на проектирование и создание устройства. Полная себестоимость продукта при сборке составила 3842,75 рублей.

Цена прибора будет составлять 4803 рублей что на 20% дешевле аналогов по таким же характеристикам, рентабельность- 25% . При продаже 53 шт образца окупятся затраты, связанные с опытно -конструкторской разработкой.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

67

ДП.В310.15.В00.ПЗ

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

В данном дипломном проекте разработан графический интерфейс пользователя  для определения взаимодействия с пользователем на уровне визуализированной информации. При разработке устройства необходимо провести анализ неблагоприятных факторов, воздействующих на окружающую среду и людей непосредственно связанных с его изготовлением, а также устранению или снижение этих факторов.

В этом разделе будут рассмотрены следующие вопросы: выявление и анализ опасных и вредных факторов, возникающих при производстве радиоэлектронной аппаратуры; описание и обоснование мероприятий для устранений вредных факторов при изготовлении радиоэлектронных устройств; проведена характеристика параметров рабочего помещения; расчет заземления, вентиляции и расчет искусственного освещения, а также основные мероприятия по пожарной безопасности для рабочего помещения. Так как в процессе изготовления радиоэлектронной аппаратуры возникает вероятность выделение вредных паров при пайке, был проведен расчет валовых выбросов свинца и оксида олова.

5.1 Характеристика объекта разработки и рабочего помещения

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

68

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Разработанное устройство представляет собой радиоэлектронный блок, предназначенный для определения взаимодействия с пользователем на уровне визуализированной информации. При возникновении аварийных режимов диагностические инструменты должны позволять сохранять полный набор информации, необходимой разработчику для идентификации проблемы (снимки экранов, текущее состояние памяти, файловой системы).. При этом отображение режимов работы осуществляется LCD экран, параметры сети передаются через интерфейс RS-485 в систему верхнего уровня. Все управление осуществлено на базе микроконтроллера. Напряжение питания для УЗИП составляет 5 В при токе 25 мА.

Типовое рабочее место монтажника радиоаппаратуры и устройств в критериях единичного мелкосерийного производства содержит в себе: однотумбовый стол и кресло; регулируемый по высоте и по горизонтали осветительный прибор; ящик для отходов, крепящийся на шарнирах; ввод для электропаяльника и промышленного фена; газоприемник местного отсоса; панель для включения контрольно-измерительных устройств с клеммой для заземления. Верхняя крышка стола покрывается жаропрочным пластиком. По мере необходимости регулирования температуры нагрева электропаяльника и промышленного фена рабочее место оснащается автотрансформатором либо автоматическим устройством для регулирования температуры жала электропаяльника. Искусственное освещение предусматривает освещенность в рабочей зоне 300-400 лк. Клеммы ввода электроэнергии к рабочему месту ограждаются во избежание случайного прикосновения. Локальный климат в производственном помещении поддерживает механическая общеобменная вентиляция. В прохладный и переходный периоды года температура в рабочей зоне составляет 18-20°С, относительная влажность воздуха – 60-40%, скорость движения воздуха – 0,2 м/с; в теплый период года: температура 22-25° С, относительная влажность воздуха – 60-40%, скорость движения воздуха – 0,3 м/с. Пол под ногами радиомонтажника всегда сухой и изолированный от железных частей. Напряжение питания электропаяльника, промышленного фена и контрольно-измерительной аппаратуры составляет 220 В.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

69

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Все неподсоединенные к полосам заземления предметы (инструменты, компактные приборы, комплектующие изделия в железной антистатической таре либо без нее и пр.) размещены на заземленной металлической пластинке на рабочем столе.

При работе с полупроводниковыми устройствами и микросхемами необходимо помнить о заземлении: рук радиомонтажника с помощью браслета; корпуса электропаяльника; корпуса автоматических установок, созданных для монтажа полупроводниковых устройств и микросхем; корпуса измерительной и иной аппаратуры.

Рациональное размещение инструментов содействует правильной планировке рабочего места, устранению лишних движений, уменьшению утомляемости, что уменьшает утраты рабочего времени и наращивает, таким образом, производительность труда.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

70

ДП.В310.15.В00.ПЗ

5.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасным производственным фактором называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Вредным производственным фактором называют такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

К основным вредным и опасным факторам, что влияют на людей, занятых на производстве радиоэлектронной аппаратуры, можно отнести :

* плохая освещенность рабочей зоны;
* опасность поражения электрическим током;
* неудовлетворительные параметры микроклимата рабочей зоны в производственных помещениях;
* содержание в воздухе рабочей зоны вредных веществ разного характера влияния в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации.

В качестве информации, получаемой через зрительный канал, во многом зависит от освещения. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию; кроме того, оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может также являться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации у работающих.

Естественное освещение должно предусматриваться, как правило, в помещениях с постоянным пребыванием людей.

Искусственное освещение предусматривается для освещения производственных, жилых, общественных, складских и вспомогательных зданий; площадок предприятий и мест производства работ вне зданий; улиц, дорог и площадей в го-

родах, поселках и сельских населенных пунктах; некоторых помещений и производственных участков в зданиях различного назначения.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий допускается предусматривать:

а) для производственных помещений, в которых выполняются работы I и II разрядов;

б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированные значения коэффициента естественной освещенности;

в) в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке.

Разработанное устройство относится к классу радиоэлектронного оборудования, принцип действия которых основан на использовании радиотехнических устройств, электронных и полупроводниковых приборов.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

71

ДП.В310.15.В00.ПЗ

В процессе изготовления и монтажа проектируемого изделия монтажнику требуется паяльник, питание которого осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220В, вследствие чего возникает вероятность соприкосновения человека с токоведущими частями паяльника.

Организация и проведение работ по пайке изделий должны соответствовать требованиям Правил и действующих нормативных актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда .

На работников, занятых пайкой изделий, возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов:

* повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ;
* повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента, расплавов припоев и солей;
* повышенная температура воздуха рабочей зоны.

При производстве печатных плат радиоэлектронной аппаратуры широко ис-

пользуется сплав олово-свинец - при пайке и лужении. Так как процесс изготовления происходит при повышенных температурах, следует опасаться выделяемых

в атмосферу тяжелых паров, свинца, вызывающих раздражение слизистых оболочек, а при больших концентрациях - рак кожи и дыхательных путей. При сверлении монтажных и технологических отверстий в платах образуется пыль, которая при попадании в дыхательные пути человека, может вызвать раздражение.

5.3 Мероприятия по устранению или уменьшению влияния опасных и вредных производственных факторов

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

72

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Для обеспечения производственного освещения примем следующие меры:

* освещенность на рабочих местах должна соответствовать характеру зрительной работы и оптимальным значениям в соответствии со СНиП 23­05-95 «Естественное и искусственное освещение»;
* обеспечение равномерности распределения света на рабочей поверхности, т.е. освещение на рабочем месте не должно отличаться от периферийной части не более чем па 20-30%;
* отсутствие резких теней на рабочих поверхностях, так как резкие тени искажают размеры и формы объектов, а движущиеся тени способствуют ускорению утомляемости, что приводит к травмам;
* отсутствие блесткости, которая вызывает ускоренное утомление, снижение работоспособности и увеличению травматизма;
* постоянство освещенности рабочей поверхности во времени, т.к. колебания освещенности рабочих и периферийных зон также приводят к переутомлению;
* правильная цветопередача, т.е. спектральный состав должен отвечать характеру работы;
* наличие аварийного и эвакуационного освещения для

производственного помещения;

* экономичность освещения с учетом рационального подбора типа и вида освещения, а также уровня освещенности;
* обеспечение электро-, взрыво- и пожаробезопасности сетей электроснабжения осветительного оборудования;
* своевременное обслуживание осветительных установок.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

* безопасное расположение токоведущих частей;
* изоляцию рабочего места;
* защитное отключение;
* малое напряжение (12 В) для питания ручного электроинструмента, светильников стационарного местного освещения, переносных ламп, так и в тех случаях, когда возможен длительный контакт с корпусом электрооборудования. С точки зрения опасности поражения электрическим током рассматриваемое помещение относится к категории помещений без повышенной опасности.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

73

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, в производственных помещениях применяют следующие способы:

* защитное заземление;
* зануление;
* выравнивание потенциала;
* систему защитных проводов;
* защитное отключение;
* изоляцию нетоковедущих частей;
* электрическое разделение сети;
* контроль изоляции;
* компенсацию токов замыкания на землю;
* средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют раздельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита. Руководящими документами при эксплуатации электросиловых установок и устройств являются: «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правила технической эксплуата-

ции электроустановок» (ПТЭ) и «Правила техники безопасности при обслуживании электроустановок» (ПТБ).

Для создания благоприятного микроклимата на рабочих местах, т.е. условий производственной среды, при которых создаются оптимальные параметры жизнедеятельности, называемых комфортными, необходимо:

* согласно СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий» нормируемый объем производственного помещения на одного работающего

должен составлять не менее 15 м при выполнении легкой физической работы;

* площадь помещений для одного работающего должна составлять не менее 4,5 м2, высота помещений - не менее 3,25 м;
* выявить источники и, по возможности, определить количественную характеристику избыточного тепло- и влаговыделения;
* установить причины, способствующие созданию неблагоприятной обстановки на производстве;
* обеспечить эффективную рационально оборудованную вентиляцию, кондиционирование воздуха и систему отопления.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами при электромонтажных работах могут предусматривать:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

74

ДП.В310.15.В00.ПЗ

* ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах;
* применение прогрессивной технологии производства (замкнутый цикл, автоматизация, комплексная механизация, дистанционное управление, непрерывность процессов производства, автоматический контроль процессов и операций), исключающей контакт человека с вредными веществами;
* выбор соответствующего производственного оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальном ведении технологического процесса, а также правильную эксплуатацию санитар-

но-технического оборудования и устройств (отопления, вентиляции, водопровода, канализации);

* применение специальных систем по улавливанию и утилизации вредных газов, рекуперацию вредных веществ и очистку от них технологических выбросов;
* применение средств индивидуальной защиты работающих;
* специальную подготовку и инструктаж обслуживающего персонала.

Для очистки воздуха и защиты атмосферы в производственном

помещении применяются следующие устройства:

* пылеуловитель ротационного типа. При работе вентиляторного колеса за счет центробежной силы пыль отбрасывается к стенке спиралеобразного контура:
* движется по ней в направлении выхлопного отверстия. Очищенный воздух поступает в трубу;
* фильтры. Очистка воздушного потока выполняется сменными фильтрами при небольшой запыленности воздуха, иначе возникает потребность в частой смене фильтра. Фильтр – перфорированный барабан с глухой крышкой. В барабане установлен грубоволокнистый войлок толщиной 3–5 мм. Вокруг барабана на его внешней стороне расположен брызгоуловитель, представляющий собой набор перфорированных плоских и гофрированных слоев винипластовых лент. Брызгоуловитель и фильтроэлемент нижней частью установлены в слоях жидкости.

5.4 Расчеты

Расчет заземления

В рассмотренном помещении электропроводка трехфазная на 380 В проведена под штукатуркой на высоте 2 м от пола. Силовые проводники имеют двойную изоляцию. Штепсельные розетки установлены на высоте одного метра от пола. Выключатели на стенах расположены на высоте 1,75 метра от пола со стороны ручки для открытия двери. Корпуса электроизмерительных приборов изготовлены из специального материала – ударопрочного пластика, что делает поражение электрическим током человека, при прикосновении к нему практически невозможным. То есть, специальных мероприятий для электробезопасности применять

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

75

ДП.В310.15.В00.ПЗ

не нужно. Корпус промышленного фена изготовлен из металла и возникает опасность поражения человека электрическим током через нарушение изоляции и перехода напряжения от токоведущих частей. В связи с этим корпус необходимо преднамеренно соединить с нулевым проводом. В помещении примененная схема зануления, где гз (рабочее заземление) избран с учетом использования природных заземлений и повторного заземления нулевого проводника rn=4 Ом, r0=1,0 Ом.

Целью расчета заземления - определить число, длину горизонтальных элементов (соединительных шин) и разместить заземлитель на плане электроустановки, исходя из регламентированных правилами значений. По ГОСТ 12.1.038-82 (2001) сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом. В качестве заземляющего устройства выбираем предварительно трубу с наружным диаметром 0,08 м и длиной 3 м, закладываемую на глубине 0,7 м от поверхности.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

76

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Тогда сопротивление одиночного трубчатого заземлителя определяется по формуле (5.1):

где:

p- удельное электрическое сопротивление грунта р =40 Ом;

l - длина заземлителя, м;

d - диаметр заземляющего устройства, м;

Н - глубина, равная расстоянию от поверхности до середины электрода, Н =2,2 м.

Определителем число заземлителей по формуле (5.2):

(5,2)

где:

R3 - допустимое сопротивление заземлителя R3 =4 Ом;

Т - коэффициент использования требуемого заземлителя при расстоянии между вертикальными заземлителями 3м .Т = 0,68

Принимаем три заземлителя. Тогда эквивалентное сопротивление параллельно включенных однотипных заземлителей рассчитаем по формуле (5.3):

(5,3)

Параллельное сопротивление заземлителей осуществляется стальными полосами, сопротивление которых определяется по формуле (5.4):

(5,4)

где:

* l - глубина заземления полосы, м;
* В - ширина полосы, В=0,05 м;
* Н - глубина заземления полосы, м.

Действительное сопротивление соединительных полос определяем с учетом взаимного экранирования заземлителей по формуле (5.5):

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

77

ДП.В310.15.В00.ПЗ

(5.5)

где: пп - коэффициент использования соединительных полос, цп = 0,45. Сопротивление контура заземлителя, состоящего из труб и соединительных полос:

таким образом, сопротивление заземлителя удовлетворяет требованиям ПУЭ (R3 < 4Ом).

Расчет освещения

Геометрические размеры помещения, в котором будут проводится работы по проектированию и электрическому монтажу сетевого устройства защиты от импульсных перенапряжений:

* длинна а = 6 м;
* ширина b = 5 м;
* высота h = 2,60 м.
* В помещении лаборатории будут работать два инженера- электронщика.
* Исходя из значений a, b, h, рассчитаем площадь помещения:
* Si = a х b = 6 х 5 = 30 (кв.м) - площадь помещения;
* Sn = 6.2 (кв.м) - общая площадь столов и шкафа.
* Площадь: S = Si - Sn = 30- 6.2 = 23,8 (кв.м).
* Объем: V = S х h = 23,8 х 2,60 = 61,88 (куб.м).
* Площадь и объем, что приходится на одного рабочего, определяется по фор-

мулам:

* S1 = S2 = S/2 = 23,8/2=11,9 кв.м V1 = V2 = V/2 =61,88/2=30,94 кв.м
* На основании приведенных выше данных рассчитаем значение площади и объема помещения, что приходится на одного служащего. Результаты расчетов приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1Результаты расчетов

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

78

ДП.В310.15.В00.ПЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Норматив | Реальные  параметры |
| Площадь, S | не меньше 4,5 кв. м. | 11,9 кв.м |
| Объем , V | не меньше 15 куб. м. | 30,94 куб.м |

Анализируя условия труда в помещении, заметим, что объем помещения, который приходится на одного человека, больше нормативного значения. Следовательно, данное помещение подходит для проведения электромонтажных работ.

В рассматриваемом помещении применяется искусственное освещение. Определим количество и размещение светильников в помещении

[17].

При определении числа светильников с люминесцентными лампами типа ОД, ОДР, ОДО, ОДОР, МОД, ПВЛ-6, НОГЛ, ПУ высота расположения светильников над рабочей поверхностью (Нсв) принимается равным 1,4 м; ВОД, ВЛН, ПВЛ-1 - Нсв =1,5 м.

Расстояние Ьсв, рассчитываемое по формуле (5.6) крайних светильников от стены рекомендуется принимать: при наличии пристенных проходов Ьсв/2; в остальных случаях–L/3. Зная размеры помещения и принимая высоту подвеса светильников, можно определить их количество.

Для выбранного типа светильников (промышленный без отражателя - ПУ) выбирается значение m.

Lcв = m х Нсв (5.6)

где m – коэффициент, зависящий от типа светильника (см. таблицу4.2);

Lсв – высота расположения светильников над рабочей поверхностью, М.

Таблица 5.2 Значение коэффициента m в зависимости от типа светильников

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип светильника | m | Тип светильника | m |
| 1. «Универсальный» (У) | 1,4-1,5 | 7. То же, с отражателем (ПУ) | 1,5 |
| «Г лубокоизлучатель»: |  | для сырых помещений |  |
| 2. эмалированный (Гэ) | 1,4 | 8. с химически активной средой: без отражателя (СХ) | 20 |
| 3. со средней концентрацией | 0,9 | 9. с отражателем (СХ, СХМ) | 1,4 |
| потока |  |  |  |
| 4.концентрированного | 0,7 | 10. Взрывозащищенный без | 2,0 |
| светораспределения (Гк) |  | отражателя |  |
| 5.Фарфоровый | 2,0 |  |  |
| полугерметический (Фм) |  |  |  |
| 6. Промышленный без | 2,0 | 11. То же, с отражателем | 1,4 |
| отражателя (ПУ, СПБ) |  |  |  |

Для выбранного типа светильника коэффициент m=2,0.

Тогда Lсв = 2,0 х 1,4 = 2,8 м.

Количество светильников в одном ряду по длине помещения определяется по формуле (5.7):

Ncв.дл. = (а - Lсв)/ Lсв (5.7)

Nв.дл. = (6-2,8)/2,8 = 1,14. Берем 2 шт.

Количество светильников в одном ряду по ширине помещения определяется по формуле (5.8):

Nсв.ш. = (b - Lсв)/ Lсв (5.8)

Nсв.ш. = (5-2,8)/2,8 = 0,78. Берем 1 шт.

Где а и b - соответственно длина и ширина, помещения, м.

Общее количество светильников в помещении определяется по формуле (5.9):

Nобщ = Nсв.дл ·Nсв.ш (5.9)

Тогда общее количество светильников Nобщ = 2·1 = 2 шт.

Расчет вентиляции

Вытяжной шкаф применяется для удаления вредных веществ. Как правило, при электромонтажных и паяльных работах выделяется пары свинца и олова .

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

79

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Объем воздуха, м /4, удаляемого через вытяжной шкаф рассчитывается по формуле (5.10):

L = Fn·βn·3600, (5.10)

где Fn - площадь рабочего проема вытяжного шкафа, через которые засасывается воздух, м2.

βn - скорость воздуха в рабочем проеме, βn = 1,25 м/с.

Площадь рабочего проема рассчитываем по формуле (5.11):

Fn =π·r2 = π ·(0,07)2 =0,015 м2. (5.11)

Тогда объем L будет равен:

L = 0,015 ·1,25 · 3600 = 69 м3/4.

Общеобменную вентиляцию рассчитаем по кратности воздухообмена. Необходимое количество воздуха рассчитаем по формуле (5.12):

L = k·wn, (5.12)

где к - кратность воздухообмена, 1/4 (1-10); примем к =4.

wn - объем помещения = 30,94м .

L = 4·30,94 = 123,76 м3/4.

5.5 Пожарная безопасность

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

80

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Пожарная безопасность. Общие требования» пожарная безопасность промышленного объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно­-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

* исключать возникновение пожара;
* обеспечивать пожарную безопасность людей;
* обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
* обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

В производственных помещениях в целях пожарной безопасности обязательно должна быть установлена пожарная сигнализация, находиться огнетушители и план эвакуации. Так же обязательно вести журнал регистрации противопожарного инструктажа, иметь инструкцию о мерах пожарной безопасности, инструкцию о порядке действия персонала при срабатывании пожарной автоматики. Обязательно должен быть назначен ответственный за пожарную безопасность сотрудник, который должен иметь корочки, свидетельствующие об окончании обучения в учебном центре МЧС.

Система пожарной сигнализации предназначена для своевременного обнаружения места возгорания и формирования управляющих сигналов для систем оповещения о пожаре и автоматического пожаротушения. Основные функции пожарной сигнализации обеспечиваются различными техническими средствами. Для обнаружения пожара служат извещатели, для обработки и протоколирования информации и формирования управляющих сигналов тревоги – приемно-контрольная аппаратура и периферийные устройства (подключаются к контрольной панели через внешние линии связи). Кроме этих функций, пожарная сигнализация должна формировать команды на включение автоматических установок пожаротушения и дымоудаления, систем оповещения о пожаре, технологического, электротехнического и другого инженерного оборудования объектов. Современная аппаратура имеет собственную развитую функцию трансляции и оповещения о пожаре.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

81

ДП.В310.15.В00.ПЗ

В производственных помещениях связанных с электромонтажными работами устанавливают порошковые или углекислотные огнетушители. В состав углекислотных огнетушителей входят «чистые» огнетушащие составы (огнетушащее вещество (по ГОСТ 8050-85) - двуокись углерода (СО2), которая, попадая на горящее вещество, охлаждает его и производит тушение; испаряясь, она не оставляет следов), не повреждающие технику и другие объекты, но стоят такие огнетушители на порядок дороже. Количество огнетушителей в помещении рассчитывается

по специальной таблице (НПБ 166-97 "Пожарная техника. Огнетушители.

Требования к эксплуатации"). Но приблизительно показатели следующие: Если площадь помещения - менее 100 м , то устанавливается один огнетушитель типа ОП-4 или ОУ (как в нашем случае). Огнетушители следует располагать на защищаемом объекте в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009 (раздел 2.3) таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, каких- либо механических воздействий и других неблагоприятных факторов, таких как вибрация, повышенная влажность и других. Огнетушители должны размещаться в легкодоступных и заметных местах. Не допускается хранение и эксплуатация огнетушителей в местах, где температура может превышать 500°С и под прямыми лучами солнца. Необходимо соблюдать осторожность при выпуске огнетушащего вещества из раструба углекислотного огнетушителя, так как температура на его поверхности понижается до -60- 700°С. При тушении электроустановок, находящихся под напряжением, не допускается подводить раструб ближе 1 м до электроустановки и пламени. После применения огнетушителя в закрытом помещении, помещение необходимо проветрить. Каждый работник в обязательном порядке должен быть ознакомлен с правилами эксплуатации огнетушителей. В соответствии с правилами пожарной безопасности должны быть разработаны и вывешены на видных местах планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара. План эвакуации должен включать в себя графическую и текстовую часть. Графическая часть представляет собой чертеж поэтажных планов здания, которые не должны загромождаться второстепенными деталями. Сплошными зелеными стрелками показывают основные рекомендуемые пути эвакуации, пунктирными стрелками указывают резервные пути эвакуации. На планах эвакуации должно быть условными знаками показано размещение огнетушителей, пожарных кранов, телефонов. Текстовая часть выполняется в виде таблицы. Она должна содержать инструкции о действиях при пожаре, дополненные для наглядности знаками безопасности и символами. Размеры планов эвакуации выбирают не менее 600 мм х 400 мм для этажных и секционных планов эвакуации и 400 мм х 300 мм для локальных планов эвакуации. Для составления плана эвакуации необходимо предоставить следующие данные: поэтажный план помещения; перечень помещений (с правильным названием); полное название организации; должность, ФИО ответственного лица, утверждающего план эвакуации; места расположения огнетушителей, пожарных кранов, электрощитовых, ручных пожарных извещателей, телефонов, запасных выходов, пожарных лестниц, выходов из окон (если есть). При наличии вахты (охраны) также необходимо указать место хранения ключей.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

82

ДП.В310.15.В00.ПЗ

5.6 Экологичность проекта

Производственная организация должна определить экологическую политику и обеспечить формирование требований к системе управления окружающей средой (СУОС). Экологическая политика - заявление (декларация) о ее намерениях и принципах деятельности по отношению к общим характеристикам окружающей среды.

При изготовлении радиоэлектронных устройств происходят выбросы вредных веществ, и в первую очередь воздействие их на человека происходит посредством вдыхания этих веществ с окружающим воздухом. В воздухе рабочей зоне находится множество веществ, которые оказывают отрицательное действие не только на организм человека, но и на всю окружающую среду, поэтому важное значение имеет не только безопасность выполняемых работ, но и их экологичность. В настоящее время появилось очень много предприятий и заводов, соответственно увеличились и выбросы вредных веществ в окружающую среду.

При работе участка выделяются вредные вещества: водород, хлорид меди, пары соляной кислоты. Также возможно выделение хлора. Соляная кислота и хлор относятся к классу высокоопасных химических веществ. Они оказывают раздражающее воздействие на слизистые оболочки, поверхность кожи и органы дыхания. В сточных водах присутствуют хлорид меди, соляная кислота. Попадание этих веществ в водоемы изменяет уровень кислотности рН, что влечет за собой изменение биологического равновесия и может привести к гибели живых организмов. Поэтому прямой сброс сточных вод в канализацию недопустим.

Для очистки сточных вод участка по травлению печатных плат от солей меди и соляной кислоты применим ионообменный метод очистки. Этот метод позволяет обеспечить высокую эффективность очистки, а также получать выделенные из сточной воды металлы в виде относительно чистых концентрированных солей.

Для ионообменной очистки сточных вод используют синтетические ионообменные смолы. На рисунке 5.1 представлена схема ионообменной очистки сточных вод ванн травления от соединений меди. Сточные воды поступают в приемный резервуар 1, откуда насосом 2 подаются в фильтр 3 для очистки от механических примесей.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

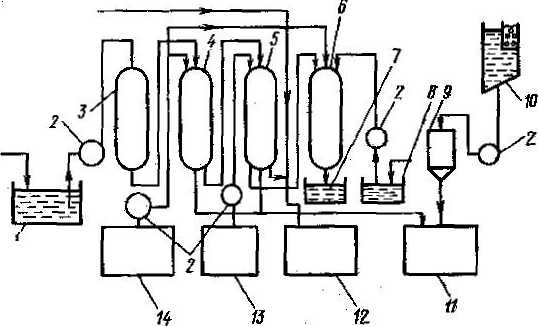
Дата

Лист

83

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Очищенная от механических примесей сточная вода поступает в последовательно расположенные анионитовые фильтры 4 и 5, заполненные ионообменной смолой в ОН- форме. Очищенная таким образом сточная вода вновь подается в ванну омеднения 12. Вспомогательный катионитовый фильтр 6 предназначен для дополнительной обработки сточной воды в пусковой период. В бак 7 поступают выделенные соединения меди. Бак 8 предназначен для сбора отработанного раствора. Емкости 13 - со щелочью и 14 - с кислотой предназначены для промывки фильтров. Промывной раствор нейтрализуется в баке 11, куда через дозатор 9 одновременно подается необходимое для нейтрализации количество извести из бака 10. Данная схема позволяет задерживать до 95% солей металлов, образующихся при работе участка по производству печатных плат.



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

84

ДП.В310.15.В00.ПЗ

Рисунок 5.1 Схема ионообменной очистки сточных вод ванн травления

К числу таких методов можно отнести следующие 2 метода - сорбционный метод и мембранная технология. Сорбционный метод используется как для обезвреживания сточных вод, так и для очистки электролитов в гальванических ваннах от органических веществ. При фильтрации сточных вод через сорбент (активированный уголь, циолит) на его поверхности сорбируются ИТМ. Сорбент после определенного времени использования необходимо регенерировать. Очистка сточных вод производится на гранулированных адсорберах с полотым, взрыхленном и псевдосжиженным слоем. Также применяются аппараты на пылевидных сорбентах либо с перемешиванием воздуха, либо намывные фильтры. Преимуществом данного метода является отсутствие вторичных загрязнений, возможность рекуперации собранных веществ и высокая, до 95%, степень очистки, а недостатком – значительная стоимость сорбентов и необходимость узла регенерации.

Мембранная же технология основана на применении мембран, которые способны задерживать практически все многовалентные катионы. Для удаления ионов никеля и меди может применяться гиперфильтрация (обратный осмос). Процесс гиперфильтрации состоит в отделении воды от ИТМ через полупроницаемую мембрану. Диаметр пор такой мембраны составляет 0,001 мкм. Вода подается под давлением 60 - 100 атм. Гиперфильтр задерживает 50-70 % примесей. Поэтому применение мембран для очистки промывных сточных вод и регенерации электролитов представляется наиболее перспективным.

Расчет валовых выбросов свинца и оксида олова

При проведении пайки используются мягкие сплавы, имеющие температуру плавления 180°-230°С. Эти припои содержат свинец, олово, поэтому при пайке в воздух выделяются аэрозоли оксидов свинца и олова.

Расчет валовых выбросов проводится по свинцу и оксидам олова по формуле (5.13):

Mэпi = gtnt ·3600·10-6 т/год , (5.13)

где:

gi - удельные выделения свинца и оксидов олова, г/сек берутся из справочных данных в зависимости от припоя;

п - количество паек в год;

t - время работы паяльником, час.

Выберем припой ПОС-61, при пайке электропаяльниками мощностями 20-60 Вт, удельные выделения:

* свинца и его соединений – gcB = 0,005·103 г/сек;
* оксида олова - gOл = 0,0033·103 г/сек;

Всего при монтаже печатной платы необходимо сделать около 500 паек. Учитывая опыт работы лаборантом, на пайку 500 точек (с учетом нанесения флюса) уходит примерно 1 час 40 мин. Причем половина этого времени уйдет на нанесение флюса и перемещение паяльника в «холостую», значит «чистое» время работы паяльником

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

85

ДП.В310.15.В00.ПЗ

t = 50 мин = 0,83 часа.

В году 252 рабочих дня по 8 часов в день, т.е. в году 2016 рабочих часов. Найдем количество паек в год:

n = 2016 - 500= 604679 паек в год.

1,667

Найдем валовые выбросы:

- свинца и его соединений:

Мсэвп = 0,005·10 3·604679·0,83·3600·10 6 = 0,009 т/год;

- оксида олова M эолп = 0,0033·10 3·604679·0,83·3600 ·10 6 = 0,006 т/год.

Таким образом в год выброс свинца составляют: 0,009 т/год, выброс оксида олова: 0,006 т/год.

Выводы по разделу

В данной части дипломного проекта были проанализированы и перечислены опасные и вредные факторы, воздействующие на рабочих при проведении электромонтажных работ. Были описаны характеристики объекта разработки и производственного помещения.

Был проведен анализ основных вредных и опасных факторов для данного производства. К ОВПФ, что влияют на людей, занятых на производстве радиоэлектронной аппаратуры, можно отнести: плохая освещенность рабочей зоны; опасность поражения электрическим током; неудовлетворительные параметры микроклимата рабочей зоны в производственных помещениях; содержание в воздухе рабочей зоны вредных веществ разного характера влияния в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации. Были описаны мероприятия по снижению их влияния и проведены необходимые расчеты.

Особое внимание было уделено внимание загрязнению окружающей среды при травлении печатных плат. Был проведен расчет выбросов в атмосферу соединений свинца и олова при травлении печатной платы, и методы их очистки.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

86

ДП.В310.15.В00.ПЗ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработан графический интерфейс пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24, который применяется как система средств для взаимодействия пользователя с устройством.В разработанное устройстве пользователь имеет произвольный доступ (с помощью клавиатуры или устройств координатного ввода, например, touch-screen) ко всем видимым экранным объектам. При этом отображение графической информации осуществляется на жидкокристаллический индикатор. Все управление осуществлено на базе микроконтроллера.

В аналитической части дипломного проекта были рассмотрены необходимые аналитические аспекты для разработки разработан графический интерфейс пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24. В качестве базовой схемы для разрабатываемого устройства была выбрана схема на основе микроконтроллера, как обладающая широкими функциональными возможностями для обработки информации с сенсорного экрана и организации человеко-машинного интерфейса, а также возможностью связи с системами управления верхнего уровня, например с компьютером.

В конструкторской части дипломного проекта были обозначены технические требования к разрабатываемому устройству. Была разработана электрическая структурная схема устройства, в ней выделены функциональные узлы и описано их назначение в разрабатываемом устройстве.

В технологической части дипломного проекта на основе структурной схемы была построена электрическая принципиальная схема устройства, расписан принцип действия схемы с учетом ее компонентов. Также был разработаны алгоритмы работы подпрограмм, по которым будет работать управляющий микроконтроллер. Среда разработки программы для контроллера – Graphics PICtail™ Plus. Была выбрана конструкция печатной платы разрабатываемого устройства – односторонняя печатная плата, и метод изготовления печатной платы устройства – комбинированный, как удовлетворяющий конструктивно-технологическим требованиям к

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

87

ДП.В310.15.В00.ПЗ

разрабатываемому устройству. Был проведен необходимый расчет конструктивных элементов печатного рисунка платы.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

88

ДП.В310.15.В00.ПЗ

В экономической части пояснительной записки дипломного проекта был произведён экономический расчёт целесообразности изготовления устройства.

Продолжительность разработки устройства – 2,8 месяцев. Постоянные затраты, включающие в себя заработную плату разработчиков, арендную плату, социальные отчисления, накладные расходы, составляет 52525,38 рубля. Затраты на основные и вспомогательные материалы и комплектующие изделия равны 2015,05 рублей. Для возможного запуска изделия в серийное производство был рассчитан минимальный уровень производства устройства, при котором величина выручки от реализации продукта равна издержкам производства и обращения этого продукта, и он составляет 40 единиц продукции.

Социальная значимость проекта заключается в том, что разработанный графический интерфейс пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24 может применяться в вычислительной технике: материнские платы, контроллеры дисководов жестких и гибких дисков, CD и DVD, калькуляторах.

В части безопасности и экологичности проектных решений были проанализированы и перечислены опасные и вредные факторы, воздействующие на рабочих, при разработке устройства, а также изложены мероприятия по обеспечению комфортных условий труда, безопасности работы с искусственного освещения для рабочего помещения. Особое внимание было уделено загрязнению окружающей среды при травлении печатных плат. Был проведен расчет выбросов в атмосферу соединений свинца и олова при травлении печатной платы. При разработке проекта окружающей среде вред не причинён.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

89

ДП.В310.15.В00.ПЗ

1. ГН 2.2.5.687-98. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.

2. ГОСТ 2.417-91. Единая система конструкторской документации. Платы

печатные. Правила выполнения чертежей.

3. ГОСТ 12.1.002-84. Электрические поля токов промышленной частоты

напряжением до 10 кВ. Общие требования безопасности.

4. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху

рабочей зоны.

5. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие

требования безопасности.

6. ГОСТ 23751-86. Печатные платы. Основные параметры конструкции.

7. ГОСТ 23752-79. Печатные платы. Общие технические условия.

8. ГОСТ Р МЭК-61312. Защита от электромагнитного импульса молнии.

# 9. Магда Ю. Микроконтроллеры PIC 24. Архитектура и программирование. М.: [Додэка XXI](http://www.ozon.ru/brand/858744/), 2009 г. - 240 с.

10. Новицкий Н.И., Горностай, Л.Ч.Организация, планирование и управление производством. Практикум (курсовое проектирование): учебное пособие.

11. Горюшкин А. [и др.] – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2010. – 320с.

12. Охрана труда и промышленная экология / В.Т.Медведев [и др.] – 2-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия»,2008.- 416с.

13. Оценка освещения рабочих мест. Методические указания (утв. 16.06.1998 МУ 2.2.4.706-98).

14. Пелих А.С. Экономика предприятия – М.: 2006. – 403с.

15. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: учебник. – М.:ФОРУМ: ИНФРА-М,2005. – 560с.

16. Тавернье К. - PIC-микроконтроллеры. Практика применения. /М.: ДМК Пресс , 2002г. - 272 с.

17. Пушкарев А.В. Применение беспроводных сетей ZigBee в системах

телеметрии. М. – Компэл, 2009. – 156с.

18.Саврушев Э.Ц. P-CAD для Windows. Система проектирования печатных плат. Практ. пособие. - М.: Изд – во «ЭКОМ», 2007. – 320с.:ил.

19.Сухариер А.С. ЖК индикаторы. М., Радио и связь. 1991. 256 с.78.

20.Тищенко Н.Ф. Справочник «Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе». - М.: Химия, 1991.

21.Трофимов Ю. Светодиодная элементная база – некоторые особенности и

проблемы применения в дисплейных технологиях // Электр.комп. 2002. №1.

С.29-34.

22.Уилмсхерст Т. Разработка встроенных систем с помощью микроконтроллеров PIC. Принципы и практические примеры. Пер. с англ. – К.: «МК-Пресс», СПб «КОРОНА-ВЕК», 2008. – 544с., ил.

23. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда / А.В.Фролов, Т.Н.Бакаева. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 736с.: - ил.

24. Устройства связи – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.pkp.by/oven/ustrojstva-svjazi.html

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

90

ДП.В310.15.В00.ПЗ

ОТЗЫВ

на дипломный проект

студента группы В3-10 Кузнецова Павла Олеговича

на тему: « Проектирование графического интерфейса пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24 ».

Дипломный проект Кузнецова П.О. Посвящен проектированию графического интерфейса пользователя на основе сенсорной панели для семейства микроконтроллеров PIC24.

Для реализации данного проекта было необходимо решить следующие задачи:

1. Собрать и изучить теоретические материалы об устройстве;