Содержание

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ОБЗОР СОСТАВЛЯЮЩИХ ОХРАННО-ПОЖАРНЫХ СИГНАЛИЗАЦИЙ

1.1 Система охранной сигнализации

1.2 Система пожарной сигнализации

1.3 Технические средства обнаружения

1.4 Технические средства оповещения

1.5 Технические средства сбора и обработки информации

1.6 Периферийные устройства охранно-пожарной сигнализации

1.7 Питание устройств охранно-пожарной сигнализации

2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

2.1 Анализ существующих решений

2.2 Требования к структуре устройства

2.3 Синтез структуры устройства

3. СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА

3.1 Выбор и обоснование применения элементной базы

3.2 Особенности и принцип работы устройства

3.3 Моделирование в системе OrCAD

4. РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОГО УЗЛА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Выбор типа и материала печатной платы

4.2 Выбор класса точности печатной платы

4.3 Конструкторско-технологический расчёт

4.4 Электрический расчёт

4.5 Проектирование печатных узлов в САПР P-CAD

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

|  |  |
| --- | --- |
| Аббревиатура | Значение |
| ППКОП | Прибор приёмно-контрольный охранно-пожарный |
| ПЦН | Пульт централизованного наблюдения |
| ШС | Шлейф сигнализации |
| СОУЭ | Система оповещения и управления эвакуацией людей |
| ИМС | Интегральная микросхема |
| БПТЛ | Блок подключения телефонной линии |
| ВЧ | Высоко-частотные |
| КМОП | Комплементарная логика на [транзисторах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80) [металл-](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%9E%D0%9F_%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) |
|  | оксид-полупроводник |
| ПП | Печатная плата |
| АЦС | Аналогово-цифровая система |
| ОЗУ | Оперативное запоминающее устройство |
| ДПП | Двустороння печатная плата |
| КП | Контактная площадка |
| КС | Координатная сетка |
| МО | Монтажное отверстие |
| КОС | Коэффициент относительной связности |

ВВЕДЕНИЕ

Уровень криминализации вынуждает нас с усиленным вниманием относиться к безопасности личности, имущества. Сегодня мы всё больше осознаём необходимость применения современных систем защиты (охраны) дома, гаража или любых других охраняемых объектов. Чем ценнее имущество, тем многофункциональнее и надежнее должны быть эти системы.

Системы защиты достаточно разнообразны, а их номенклатура велика, более того, они в своем развитии отслеживают самые передовые технологии в области электроники, связи и т.д.

С развитием SMD элементной базы и SMT технологий началось развитие нового поколения систем охраны. В их основе по прежнему остается классическая схема сбора данных, но, в то же время, она уже состоит из разных физических высокоточных датчиков и микроконтроллерного модуля обработки информации, а оповещение происходит по-разному и с помощью разных технических средств.

Итак, современные охранные системы – это новый способ решения распознавательных задач для надежной охраны территории и имущества от не желаемого проникновения. Определив факт вторжения или другой опасности, система должна предупредить об этом оператора.

Таким образом, целью данного дипломного проекта является разработка устройства управления многофункциональной системы охраны на основе современной элементной базы высокой степени интеграции (микроконтроллер PIC16F73), который при разработке схемы обеспечивает многофункциональность системы, а при конструировании и производстве системы является недорогим по сравнению с аналогичными устройствами и имеет все преимущества SMT технологии. Кроме того технология КМОП микроконтроллера обеспечивает максимальную энергоэкономичность всех узлов, а это очень важный параметр системы.

1. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ОБЗОР СОСТАВЛЯЮЩИХ ОХРАННО-ПОЖАРНЫХ СИГНАЛИЗАЦИЙ

Система охранно-пожарной сигнализации представляет собой сложный комплекс технических средств, служащих для своевременного обнаружения возгорания и несанкционированного проникновения в охраняемую зону. Охранно-пожарная сигнализация может интегрироваться в комплекс, объединяющий системы безопасности и инженерные системы здания, обеспечивая достоверной адресной информацией системы оповещения, пожаротушения, дымоудаления, контроля доступа и др. [1]

Система охранно-пожарной сигнализации

Сенсорные устройства

Оборудование централизованного управления

Технические средства сбора и обработки информации

Технические средства оповещения

Технические средства извещения

Питание

Система охранной сигнализации

Система пожарной сигнализации

Рис.1.1 **Структура охранно-пожарной сигнализации**

В зависимости от масштаба задач, которые решает система охранно-пожарной сигнализации, в ее состав входит оборудование трех основных категорий (см. рис.1.1):

* Оборудование централизованного управления охранно-пожарной сигнализацией (например, центральный компьютер с установленным на нем ПО для управления охранно-пожарной сигнализацией – пульт централизованного наблюдения (ПЦН); в небольших системах охранно-пожарной сигнализации задачи централизованного управления выполняет охранно-пожарная панель);
* Оборудование сбора и обработки информации с датчиков охранно-пожарной сигнализации: приборы приемно-контрольные охранно-пожарные (панели);
* Сенсорные устройства:

- технические средства обнаружения (извещатели);

- технические средства оповещения (звуковые и световые оповещатели, модемы, системы речевого оповещения)

Интеграция охранной и пожарной сигнализации в составе единой системы охранно-пожарной сигнализации осуществляется на уровне централизованного мониторинга и управления. При этом системы охранной и пожарной сигнализации администрируются независимыми друг от друга постами управления, сохраняющими автономность в составе системы охранно-пожарной сигнализации. На небольших объектах охранно-пожарная сигнализация управляется приемно-контрольными приборами.

Приемно-контрольный прибор осуществляет питание охранных и пожарных извещателей по шлейфам охранно-пожарной сигнализации, прием тревожных извещений от извещателей, формирует тревожные сообщения, а также передает их на станцию централизованного наблюдения и формирует сигналы тревоги на срабатывание других систем.

Рассмотрим детальнее каждую из составляющих системы охранно-пожарной сигнализации

1.1 Система охранной сигнализации

Система охранной сигнализации в составе охранно-пожарной сигнализации выполняет задачи своевременного оповещения службы охраны о факте несанкционированного проникновения или попытке проникновения людей в здание или его отдельные помещения с фиксацией даты, места и времени нарушения рубежа охраны.

1.2 Система пожарной сигнализации

Система пожарной сигнализации предназначена для своевременного обнаружения места возгорания и формирования управляющих сигналов для систем оповещения о пожаре и автоматического пожаротушения.

1.3 Технические средства обнаружения

Технические средства обнаружения – это извещатели, построенные на различных принципах действия. Извещатель – это устройство, формирующее определенный сигнал при изменении того или иного контролируемого параметра окружающей среды. По области применения извещатели делятся на охранные и пожарные.

Охранные извещатели по виду контролируемой зоны подразделяются на точечные, линейные, поверхностные и объемные. По принципу действия – на электроконтактные, магнитоконтактные, ударноконтактные, пьезоэлектрические, оптико-электронные, емкостные, звуковые, ультразвуковые, радиоволновые и т.д.

Пожарные извещатели по способу приведения в действие разделяют на ручные и автоматические. В ручных извещателях отсутствует функция обнаружения очага загорания, их действия сводятся к передаче тревожного извещения в электрическую цепь шлейфа сигнализации после обнаружения загорания человеком и активизации извещателя путем нажатия соответствующей пусковой кнопки. Автоматические пожарные извещатели разделяют на тепловые, дымовые, пламени, газовые и комбинированные.

Расчет общего количества извещателей и определение мест их установки должны проводится с учетом особенностей помещения, а также требований нормативно-технической документации, регламентирующей общие вопросы проектирования и монтажа установок пожарной автоматики, систем и комплексов пожарной и охранной сигнализации.

1.4 Технические средства оповещения

Одной из важнейших систем безопасности на любом объекте является система оповещения и управления эвакуацией людей (далее СОУЭ), основное назначение которой – своевременная передача информации о возникновении пожара и реализация плана эвакуации людей с объекта.

Основное назначение системы оповещения – это предупреждение находящихся в здании людей о пожаре или другой аварийной ситуации и управление эвакуацией. Однако в штатном режиме системы оповещения могут использоваться также для передачи фоновой музыки или речевых объявлений, например, по помещениям компании.

Большинство систем оповещения о пожаре строится по модульному принципу, поэтому в зависимости от архитектурных особенностей здания и его назначения система оповещения может включать в себя устройства, предназначенные для экстренной трансляции, или же дополняться модулями, служащими для повышения качества звука.

В торговых центрах и офисных зданиях система оповещения о пожаре может создавать уютную обстановку, транслируя приятную фоновую музыку, или передавать объявления служебного или рекламного характера. В случае поступления с датчиков сигнала тревоги, трансляция общего назначения прерывается, и система оповещения о пожаре начинает передавать экстренное сообщение, записанное в блок памяти или зачитываемое диспетчером. Такая расстановка приоритетов при трансляции является обязательным требованием для системы оповещения о пожаре.

В зависимости от функциональных характеристик, СОУЭ делятся на 5 типов:

1-й тип характеризуется наличием звукового способа оповещения (звонки, тонированный сигнал и т.д.)

2-й тип характеризуется наличием звукового способа оповещения и светоуказателей «Выход». Оповещение должно производится во всех помещениях одновременно.

3-й тип характеризуется речевым способом оповещения (запись и передача спецтекстов) и наличием светоуказателей «Выход». Регламентируется очередность оповещения: сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально отработанной схеме.

4-й тип характеризуется речевым способом оповещения, наличием светоуказателей направления движения и «Выход». Должна обеспечиваться связь зоны оповещения с диспетчерской. Регламентируется очередность оповещения: сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально отработанной схеме.

5-й тип характеризуется речевым способом оповещения, наличием светоуказателей направления движения и «Выход». Светоуказатели направления должны быть с различным включением для каждой зоны. Должна обеспечиваться связь зоны оповещения с диспетчерской. Регламентируется очередность оповещения: сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных по специально отработанной схеме. Обеспечивается полная автоматизация управления системой оповещения и возможность реализации множества вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения.

Для трансляции звуковых сообщений по зонам оповещения используются громкоговорители различных конструкций.

Количество и схема расположения громкоговорителей выбираются исходя из характеристик громкоговорителей, задач системы оповещения о пожаре и особенностей помещения: его архитектуры, характеристик звукопоглощения поверхностей, заполненности помещений людьми, высоты размещения громкоговорителей над уровнем пола.

1.5. Технические средства сбора и обработки информации

К техническим средствам сбора и обработки информации относятся приборы приемно-контрольные, контрольные панели, сигнально-пусковые устройства и т.п. Они предназначены для непрерывного сбора информации от технических средств обнаружения (извещателей), включенных в шлейфы сигнализации, анализа тревожной сигнализации на объекте и ее отображения управления местными световыми и звуковыми оповещателями, индикаторами и другими устройствами, а также формирование и передача извещений о состоянии объекта на центральный пульт централизованного наблюдения. Они же обеспечивают сдачу под охрану и снятие объекта с охраны.

Приемно-контрольная аппаратура охранно-пожарной сигнализации

Для получения и обработки извещений охранно-пожарная сигнализация использует различные типы приемно-контрольной аппаратуры: центральные станции, контрольные панели, приборы приемно-контрольные (название определяется стандартами страны-производителя, далее по тексту примем термин «контрольная панель»). Данная аппаратура отличается информационной емкостью — количеством контролируемых шлейфов сигнализации на приборы малой – до 5 шлейфов сигнализации, средней – от 6 до 50 шлейфов сигнализации и большой – свыше 50 шлейфов сигнализации и степенью развития функций управления и оповещения. Как правило, небольшие объекты оборудуются неадресными системами, контролирующими несколько шлейфов охранно-пожарной сигнализации, а на средних и больших объектах используются адресные и адресно-аналоговые системы.

Функции управления и оповещения реализуются в контрольных панелях с помощью специализированных входных и выходных интерфейсов. Для отображения информации охранно-пожарная сигнализация широко использует встроенные световые и буквенно-цифровые индикаторы, звуковые сигнализаторы. Выходной интерфейс в контрольных панелях охранно-пожарной сигнализации для небольших объектов – это, как правило, набор релейных выходов. На больших объектах системы охранно-пожарной сигнализации строятся по сетевым технологиям, поэтому пожарные контрольные панели оснащаются внешними интерфейсами RS422 или RS48, а также способны взаимодействовать по сети Ethernet или с помощью модемной связи по коммутируемому телефонному каналу.

В представленном дипломном проекте реализовывался именно аналог данной составляющей системы охранно-пожарной сигнализации – прибора приемно-контрольного охранно-пожарного.

1.6 Периферийные устройства охранно-пожарной сигнализации

Периферийными считаются все устройства охранно-пожарной сигнализации (кроме извещателей), имеющие самостоятельное конструктивное исполнение и подключаемые к контрольной панели охранно-пожарной сигнализации через внешние линии связи. Наиболее часто используются следующие типы периферийных устройств охранно-пожарной сигнализации:

* пульт управления — применяется для управления устройствами охранно-пожарной сигнализации из локальной точки объекта;
* модуль изоляции коротких замыканий — используется в кольцевых шлейфах охранно-пожарной сигнализации для обеспечения их работоспособности в случае короткого замыкания;
* модуль подключения неадресной линии — для контроля неадресных извещателей охранно-пожарной сигнализации;
* релейный модуль — для расширения функции оповещения и управления контрольной панели;
* модуль входа/выхода — для контроля и управления внешними устройствами (например, автоматическими установками пожаротушения и дымоудаления, технологическим, электротехническим и другим инженерным оборудованием);
* звуковой оповещатель — для оповещения о пожаре или тревоге в требуемой точке объекта с помощью звуковой сигнализации;
* световой оповещатель — для оповещения о пожаре или тревоге в требуемой точке объекта с помощью световой сигнализации;
* принтер сообщений — для печати тревожных и служебных системных сообщений.

1.7 Питание устройств охранно-пожарной сигнализации

Все устройства охранно-пожарной сигнализации должны обеспечиваться бесперебойным электропитанием. В качестве основного, как правило, используется сетевое электропитание контрольных панелей охранно-пожарной сигнализации, остальные устройства питаются от низковольтных вторичных источников постоянного тока или от шлейфа охранно-пожарной сигнализации. В соответствии с отечественными нормами пожарной безопасности, охранно-пожарная сигнализация должна бесперебойно функционировать в случае пропадания сетевого электропитания на объекте в течение суток в дежурном режиме и не менее 3 часов в режиме тревоги. Для выполнения этого требования охранно-пожарная сигнализация должна использовать систему резервного электропитания — дополнительные источники или встроенные аккумуляторные батареи.

2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА

2.1 Анализ существующих решений

# Были рассмотрены следующие приборы – прототипы разрабатываемого устройства управления работой системы безопасности:

# - «Кварц» [2] ;

# - «Сигнал-20 сер. 02» [3];

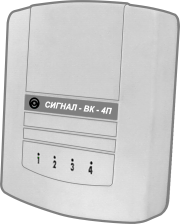
# - «Сигнал-ВК-4П» [4]



# Рис. 2.1. Внешний вид прибора приемно-контрольного охранно-пожарного «Кварц»



# Рис. 2.2. Внешний вид «Сигнал-20 сер. 02» - прибора приемно-контрольного охранно-пожарного



# Рис. 2.3. Внешний вид «Сигнал-ВК-4П» — прибора приемно-контрольного

Была составлена сравнительная таблица характеристик представленных приборов и разработанного устройства («Устройство»):

Таблица 2.1. Параметры сравниваемых устройств

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименования параметра | | Устройство | **Кварц** | Сигнал-20 | Сигнал-ВК-4П |
| 1 | Информационная емкость (количество ШС), ед. | | 4 | 1 | 20 | 4 |
| 2 | Информативность, ед. не менее | | 14 | 8 (9) | 10 | 8 |
| 3 | Реакция на разрыв шлейфа, мс, и более | | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 4 | Управление прибором | | Клавиатура-4Т | Клавиатура-4Т | Клавиатура-4Т | Клавиатура-4Т |
| 5 | Количество групп, не более | | 1 | 1 | 5 | 1 |
| 6 | Программируемое время задержки на вход/выход, время памяти тревоги, время звучания сирены, сек. с точностью  ± 8 секунд | | 10-990 | 100-1000 | 10-900 | 10-900 |
| 7 | Параметры шлейфа:  1) сопротивление проводов шлейфа, не более:  -для охранного шлейфа, кОм  -для пожарного шлейфа, Ом  2) сопротивление утечки между проводами, каждым проводом и землей, не менее:  -для охранного шлейфа, кОм  -для пожарного шлейфа, кОм  3) сопротивление выносного резистора, кОм  4) сопротивление шунтирующего резистора для пожарных ШС, ком | | 1  470  20  50  3±1%  2,2±5% | 1  470  20  50  4.7  2,5 | 1  470  20  50  4.7  3,1 | 1  470  20  50  4.7(8.2)  2 |
| 8 | Величина напряжения в шлейфе в дежурном режыме, В | | 8 – 12 | 16-20 | 24 | 24 |
| 9 | | Величина тока в шлейфе в дежурном режыме, мА | 2,5 – 5 | 1,5 | 5 | 5 |
| 10 | | Мощность, потребляемая от сети переменного тока, ВА | 15 | 8 | 24 | 30 |
| 11 | | Коммутируемые реле ПЦН:  - ток, А, не менее  - напряжение, В, не менее | 0,3  72 | 0,1/80 | 2 А / 28 В или 0,1 мА / 80 В | 0.05  72 |
| 12 | | Время технической готовности, сек., не более | 5 | 5 | 7 | 7 |
| 13 | | Ток для питания извещателей, суммарный по выходам “+12В”, “ПВЫХ”, мА, не более | 350 | 100 (150) | 350 | 100 |
| 14 | | Ток для питания сирены по выходу “СИР”, мА, не более | 350 | 350 | 350 | 600 |
| 15 | | Габаритные размеры, мм, не более | 160×100×65 | 185 × 150 х 70 | 355 × 160 х 35 | 210 × 170 х 85 |
| 16 | | Масса (без аккумулятора), кг, не более | 1,6 | 1.6 | 1.8 | 2 |
|  | | Диапазон рабочих температур | -30: +50° С | -30:+50°С | -30: +50° С | -30: +50° С |
| 17 | | Средний срок службы, лет, не менее | 10 | 10 | 10 | 10 |

По представленным характеристикам видим, что по некоторым характеристикам разрабатываемое устройство уступает своим аналогам, а по некоторым (информативность, информационная емкость, масса, мощность, потребляемая от сети переменного тока) превосходит некоторые из них. Можно сделать вывод, что данное устройство является конкурентом некоторых готовых решений ведущих производителей приемно-контрольных приборов отечественного рынка.

2.2 Требования к структуре устройства

Исходя из выданного задания на дипломный проект делаем вывод, что проектируемое устройство выполняет следующие функции:

1. Получение и обработка данных с шлейфов сигнализации
2. Хранение запрограммированных настроек
3. Оповещение о возможной угрозе разными способами
4. Обеспечение непрерывной работы прибора

Исходя из требований изложенных выше, функционально проектируемое устройство можно разделить на следующие блоки:

- блок обработки и управления;

- блок индикации;

- блок подключения внешних устройств управления и оповещения;

- блок питания.

Каждый блок должен выполнять определенные функции и находиться во взаимосвязи с центральным процессором либо передавая ему данные либо получая от него команды управления или данные.

2.3 Синтез структуры устройства

Структурная схема состоит из таких блоков:

- блок обработки и управления;

- блок индикации;

- блок подключения внешних устройств управления и оповещения;

- блок питания.

Датчики

Блок индикации

Блок обработки и управления

Блок подключения внешних устройств управления и оповещения

Блок питания

Внешние ус-ва (клавиатура, ПЦН, телефонная линия)

Рис.2.4. Структурная схема устройства

Рассмотрим функции, которые выполняет каждый блок структурной схемы.

* Блок индикации.

Блок индикации должен обеспечивать четкое, удобное и своевременное оповещение о возможной угрозе. Для выполнения данных функций будет использоваться система выносных светодиодов.

* Блок обработки и управления.

Данный блок обеспечивает управление всем устройством в целом. Он принимает информацию поступающую с шлейфов сигнализации, подключаемых к разъему XS2.1, обрабатывает ее и выдаёт на блок индикации результат. Для обеспечения всех функций управления в блок включен микроконтроллер (PIC16F73), на который и положена основная работа устройства. Также в состав данного блока входит энергонезависимая память EEPROM 24LC01B для записи и хранения полупостоянных данных системы, пользовательских или заводских установок. Соединение памяти с микроконтроллером осуществляется с помощью двухпроводной шины I2C

* В блок подключения внешних устройств управления и оповещения входят:

- схема подключения выносной клавиатуры - КЛО– осуществляет ввод информации при программировании и управлении прибором, отображая информацию при помощи светодиодов.

- схема подключения к телефонной линии – использование «диалера» - для мониторинга, оповещения или дистанционного программирования через абонентскую телефонную сеть

- релейный выход на пульт централизированного наблюдения (ПЦН)

* блок питания

Обеспечивает автоматическое переключение на питание от аккумулятора (10,8 В – 13,2 В) при пропадании напряжения сети 220 В 50 Гц и обратное переключение при восстановлении сети. Включает схему заряда аккумулятора.

В зависимости от положения джампера JMP1 прибор находится в одном из трех режимов: режим записи заводских установок, режим программирования конфигурации прибора, режим охраны.

Запись заводских установок осуществляется автоматически, программирование конфигурации прибора выполняется при помощи клавиатуры.

В режиме охраны прибор измеряет сопротивление шлейфов, и в зависимости от результата измерения выдает команды на выходы пульта централизированного наблюдения (ПЦН), световые и звуковые оповещатели, или остается в дежурном режиме.

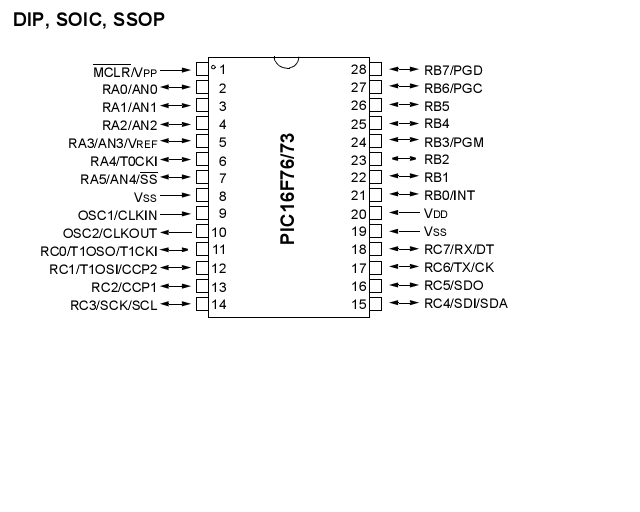
Постановка и снятие прибора с охраны производится при помощи кода, вводимого с клавиатуры.

3. СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА

3.1. Выбор и обоснование применения элементной базы

Выбор микроконтроллера

На схеме электрической принципиальной нам необходимо подобрать микроконтроллер. Рассмотрим вариант от фирмы MicroChip микроконтроллер PIC16F73[6,7]:



# Рис. 3.1. Расположение выводов микроконтроллера pic16f73

# Основные характеристики и особенности pic16f73:

**Высокопроизводительный RISC-процессор:**

* Всего 35 простых для изучения инструкции
* Все инструкции исполняются за один такт (200 нс), кроме инструкций перехода, выполняемых за два такта минимальная длительность такта 200 нс
* 14 битовые команды
* 8 - битовые данные
* Вход внешних прерываний
* 8-уровневый аппаратный стек
* Прямой, косвенный и относительный режимы адресации для данных и инструкций

**Периферия:**

* Сильноточные схемы портов ввода/вывода: - 25 мА макс. вытек. ток - 25 мА макс. втек. ток
* Timer0: 8-разрядный таймер/счетчик
* Timer1: 16-разрядный таймер/счетчик
* Timer2: 8-разрядный таймер/счетчик
* 2 ШИМ модуля
* Последовательные интерфейсы - 3-проводный SPI - I2C Master и Slave режимы - USART
* Параллельный Slave порт (только для PIC16F74/77)

# 8-битный АЦП

**Особенности микроконтроллера:**

* Сброс при включении питания (POR)
* Таймер включения питания (PWRT) и таймер запуска генератора (OST)
* Сброс по снижению напряжения питания (BOR)
* Сторожевой таймер (WDT) с собственным встроенным RC-генератором для повышения надежности работы
* Режим экономии энергии (SLEEP)
* Выбор источника тактового сигнала
* Программирование на плате через последовательный порт (ICSPT) (с использованием двух выводов)
* Программируемая защита кода
* 1000 циклов записи/стирания FLASH памяти программы
* 100 000 циклов записи/стирания памяти данных ЭСППЗУ
* Период хранения данных ЭСППЗУ > 40 лет

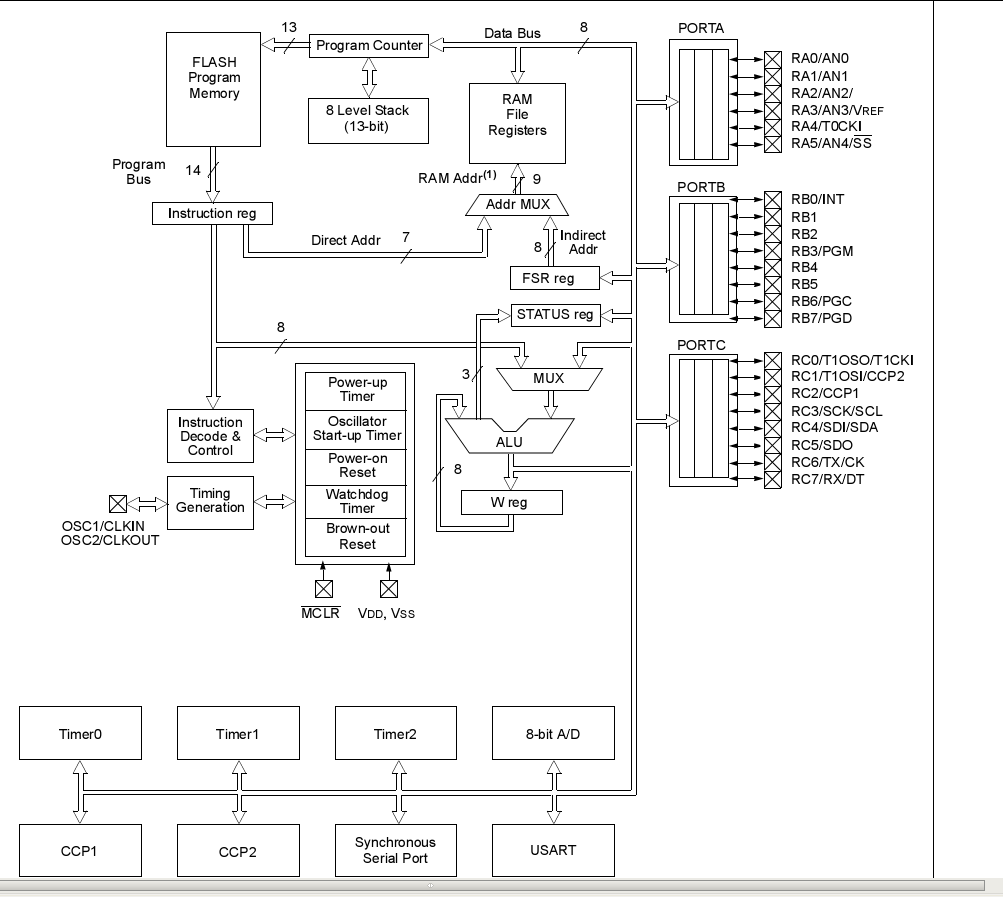


Рис.3.2 Внутреннее устройство микроконтроллера

**Преимущества данного микроконтроллера:**

**Технология КМОП:**

* Экономичная, высокоскоростная технология КМОП
* Полностью статическая архитектура
* Широкий рабочий диапазон напряжений питания - от 2,0В до 5,5В
* Промышленный и расширенный температурный диапазоны
* Низкое потребление энергии

**Совместимость:**

# Полная совместимость по выводам с семействами микроконтроллеров: - PIC16C73B/74B/76/77 - PIC16F873/874/876/877

По представленным выше параметрам (экономичность и низкое потребление энергии благодаря технологии КМОП, **высокопроизводительный RISC-процессор, широкая функциональность и совместимость с** семействами других микроконтроллеров), можем сделать вывод, что данный микроконтроллер полностью удовлетворяет требованиям к разрабатываемому устройству, поэтому остановим выбор на нём.

Выбор EEPROM

Рассмотрим параметры памяти 24LC01B от Мicrochip [8]:

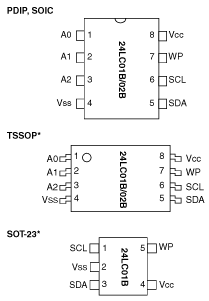


Рис. 3.3 Цоколевка 24LC01B

Особенности:

* Низкое напряжение питания - до 2.5 В
* Потребление тока - в активном (active) режиме – 1 мкА - в режиме ожидания (standby) – 10 мкА (5.5 В) - в режиме ожидания (standby) – 5 мкА (3.0 В)
* Организация: единым блоком 128 байт (128х8) - 1K , 256 байт (256х8) - 2K
* 2-х проводный последовательный интерфейс, совместимый с I2C
* Совместимость с 100 КГц (2.5 В) и 400 КГц (5 В)
* Cамосинхронизирующийся цикл записи/авто-стирания
* Страничный буффер до 8 байт
* 2 мс - типичное время цикла записи при страничной записи.
* Возможна работа как последовательное ОЗУ
* Период хранения данных > 200 лет
* Защита от статики > 3 000 В
* 1 000 000 гарантированных циклов записи/стирания
* Хранение данных > 200 лет
* Корпуса: 8L DIP, SOIC, TSSOP и SOT-23
* Температурные диапазоны: - Коммерческий: 00С ... +700 - Промышленный: -400С ... +850

По представленным выше параметрам можем сделать вывод, что данная микросхема памяти полностью удовлетворяет требования к разрабатываемому устройству, поэтому остановим выбор на ней.

3.2 Особенности и принцип работы устройства

Электропитание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В (+22 В, -33 В), частотой (50±1) Гц.

Мощность, потребляемая от сети переменного тока во всех режимах (без учета потребления внешних световых и звуковых оповещателей), не более 15 ВА.

Резервное электропитание прибора осуществляется от источника постоянного тока (аккумулятора) напряжением 10,8 В – 13,2 В.

Ток, потребляемый от аккумулятора во всех режимах работы (без учета потребления дополнительных блоков, внешних извещателей и оповещателей), не более 120 мА.

Время работы от аккумулятора емкостью 7 Aч в дежурном режиме при наличии пожарных ШС - не менее 24 часа; в режимах «Пожар», дежурном без пожарных ШС, «Тревога» - не менее 4 часов. Время восстановления полной емкости аккумулятора не более 40 часов.

Прибор обеспечивает автоматическое переключение на питание от аккумулятора при пропадании напряжения сети 220 В 50 Гц и обратное переключение при восстановлении сети без выдачи ложного извещения "Тревога".

При снижении напряжения питания до (11,2-10,8) В (в течение времени не менее 1 секунды) прибор выдает извещение «Тревога» по всем линиям ПЦН или выдает сообщение «Аккумулятор разряжен» и снимает выходное напряжение с линии связи.

В приборе встроен блок защиты аккумулятора от глубокого разряда, который отключает аккумулятор при снижении напряжения источника до 10,8 – 10,3 В.

Отключение прибора от электропитания осуществляется штепсельной вилкой и снятием клемм с аккумулятора.

Прибор имеет цепь заряда для необслуживаемого аккумулятора. Ток заряда от 300 до 450 мА для полностью разряженного аккумулятора.

Режимы работы прибора задаются при программировании энергонезависимой памяти. Управление прибора осуществляется от выносной клавиатуры.

Также важным параметром является вид шлейфа сигнализации, который можно подключать к устройству. Рассмотрим далее применяемые виды шлейфов.

ШС «входная дверь» – шлейф, который при вскрытии объекта должен нарушаться всегда первым. С момента нарушения этого шлейфа начинается отсчет времени задержки на вход. После истечения времени задержки на вход, если прибор не был снят с охраны, на ПЦН поступает сигнал тревоги с включением внешней сирены (типа «Шмель»).

ШС «тревожная кнопка» – ШС, при нарушение которого на ПЦН поступает сигнал тревоги без включения звуковых и световых оповещателей.

Пожарные ШС – ШС, в которые подключаются пожарные извещатели. Повторяют работу ШС «круглосуточные», отличие состоит в том, что обрыв и короткое замыкание является «неисправностью» и звуковое оповещение о сигналах «пожар» и «неисправность» отличается характером звучания сирены.

ШС с ограниченным временем памяти тревоги – ШС, имеющие возможность автоматически переустанавливаться в режим «Охрана» по истечении времени памяти тревоги, при условии восстановления этих ШС в дежурный режим.

Световая индикация.

Индикатор «Сеть» – светится постоянно при наличии сети 220В, мигает при ее отключении.

Индикатор «Питание» – светится постоянно при нормальном напряжении аккумулятора, мигает при его разряде.

Индикатор «Готов» – сигнализирует об исправности цепей сигнализации и готовности прибора к сдаче под охрану (индикатор светится – прибор готов к сдаче под охрану, мигает вместе с индикатором «Охрана» – при вскрытии корпуса прибора, не светится – прибор не готов к сдачи под охрану, имеются нарушенные ШС или ШС в режиме «Авария»).

Индикатор «Охрана» – сигнализирует о полной или частичной охране (индикатор светится – прибор находится в режиме «Самоохраны» или в режиме частичной охраны, мигает – режим задержки на вход выход, ШС в режиме «Тревога» или ШС в режиме «Авария», не светится – прибор снят с охраны).

Индикаторы «Шлейф-1» - «Шлейф-4» – сигнализируют о состоянии шлейфов сигнализации (индикатор светится – ШС в дежурном режиме, мигает – ШС нарушен, не светится – снят с охраны).

Выносные индикаторы «CВ-1» - «СВ-4» – сигнализируют о состоянии шлейфов сигнализации (индикатор светится – ШС в дежурном режиме, мигает – ШС нарушен, не светится – снят с охраны).

Выносной индикатор «Подтверждение» – сигнализирует о взятии прибора под охрану ПЦН (индикатор светится – прибор находится в режиме «Самоохраны» или в режиме частичной охраны, мигает – режим задержки на вход выход, ШС в режиме «Тревога» или ШС в режиме «Авария», не светится – прибор снят с охраны).

Для правильного восприятия человеком вида нарушения можно настроить прибор на различные виды звуковой информации, выводимой на подключаемую сирену. Имеется три основных вида звуковой индикации, рассмотренных далее.

Звуковая индикация

Сирена звучит непрерывно – нарушение охранного шлейфа.

Сирена звучит прерывисто – сработал пожарный извещатель.

Сирена звучит кратковременно каждые полминуты – неисправность пожарного шлейфа.

Перечень основных режимов работы и условия их формирования приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Перечень основных режимов работы и условия их формирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режимы работы | Условия  формирования | Состояние оповещателей | | | | | | | | Пвых | Изв. на ПЦН | | Примечания |
| Сеть | Питание | Охрана | Готов | Шлейф 1-  Шлейф 4 | СВ1-СВ4 | Подт. | СИР. | Релейн.  вых | В/ч выход |
| 1. Дежурный режим (взят под охрану) | 2,31<Rшс<4,20  кОм | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | 8 |
| 2. Тревога обрыв | Rшс>4,40 кОм | + | + | 1-  0,5 | - | 1-  0,5 | 1-  0,5 | 1-  0,5 | + | + | - | - | 4 |
| 3. Тревога замыкание | Rшс<2,101 кОм | + | + | 1-  0,5 | - | 1-  0,5 | 1-  0,5 | 1-  0,5 | + | + | - | - | 4 |
| 4. Пожар | 4,4<Rшс<18  кОм | + | + | + | - | 1-  0,5 | 1-  0,5 | 1-  0,5 | 4-2 | + | + | + | 5 |
| 5. Неисправность обрыв | Rшс>32 кОм | + | + | + | - | 1-0,85 | 1-0,85 | 1-  0,5 | 27-2 | + | - | - | 10 |
| 6. Неисправность замыкания | Rшс<2,01 кОм | + | + | + | - | 1-0,15 | 1-0,15 | 1-  0,5 | 27-2 | + | - | - | 10 |
| 7. Дежурный режим ШС снятых с охраны | 2,31<Rшс<4,20  кОм | + | + | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - |
| 8. Обрыв или замыкание ШС, снятых с охраны | Rшс>4,40 кОм  Rшс<2,01 кОм | + | + | - | - | - | - | - | - | + | - | - |  |
| 9. Прибор вскрыт | Нарушен тампер | + | + | 1-  0,5 | 1-0,5 | + | + | + | + | + | - | - | 6 |
| 10. Нет 220В | Отсутствует  сеть | 1-  0,5 | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | - |
| 11. Аккумулятор разряжен | Напряжение  10,8 -11,2 В | 1-  0,5 | 1-0,5 | + | + | + | + | + | - | + | - | - | 6 |
| 12. Программиро вание | Прибор снят с  охраны JMP в пол. ПРОГ. | + | + | 0,5-  0,25 | - | - | - | 1-  0,5 | - |  | - | - | - |

Примечания

1. “+” – светодиод, сирена, реле, в/ч выход включен.
2. “-” – светодиод, сирена, реле, в/ч выход выключен.
3. Х - У – прерывистое включение с периодом Х, длительностью У (секунд).
4. Для ШС “Тревожная кнопка” светодиоды “Шлейф1 – Шлейф4”, “СВ1 – СВ4” выключаются, “Охрана” и “Подтверждение” не мигают, сирена не включается.
5. Работа сирены в режиме “Пожар” имеет приоритет, реле включается если на него запрограммированы пожарные ШС и пожарный режим работы.
6. Если на выход ПЦН распределен пожарный ШС - извещение не передается.
7. Светодиоды “Подтверждение”, “Охрана” включены, если под охраной входная дверь.
8. Для пожарных ШС

Рассмотрим работу устройства в дежурном режиме (взят под охрану - jmp2 установлен в положение РАБ или ЗАВ). Информация со шлейфов сигнализации поступает через разъем ХS2.1 на делители напряжения (резистивная схема R1-R8), далее для защиты микроконтроллера стоят ограничители уровня напряжения - для защиты входа МК от возможных выбросов напряжения положительной и отрицательной полярности, превышающих напряжение питания, служат диоды (VD1-VD8). После попадания в микроконтроллер (PIC16F73), информация анализируется и по запрограммированной и сохраненной ранее (программирование происходит при установленном в положение ПРОГ джампере jmp2)в энергонезависимой памяти (24LC01В – соединена с микроконтроллером по шине I2C) тактике охраны, в зависимости от режима работы (условия формирования которого представлены в таблице 3.2) выполняется одно из действий:

- звуковое оповещение (сигнал проходит через инвертор, выполненный на элементах R36, R37,VT5,VD18 на сирену, подключенную к разъему XS2.2)

- световое оповещение посредством выносных индикаторов - через ограничители уровня напряжения – VD22-VD29 и токоограничивающие резисторы R47-R50 которые вместе создают схему для защиты от возможных помех (выносные индикаторы как правило размещают удаленно от прибора и имеют место различные помехи, статическое электричество и т.д.) разъему XS2.3 подключается выносной индикаторный прибор для отображения текстовых сообщений или просто мигающих знаков

- передача информации на пульт централизованного наблюдения – каскад VD20,VD21,VT8, обеспечивает управление всеми режимами работы реле K1, которое формирует сигнал тревоги для последующей передачи его на ПЦН - при этом на ПЦН транслируется тревожное извещение, на сирену включается звуковой сигнал. Данное состояние прибора – ТРЕВОГА, оно сохраняется до нажатия кнопки СБРОС, после чего:

* если все ШС находятся в состоянии НОРМА, то индикаторы состояний ШС гаснут, индикаторы сигнализаторов также гаснут, включается звуковой сигнал (данное состояние прибора соответствует режиму приема под охрану и длится 3-5 сек. для успокоения подключенных извещателей) и затем, после окончания звукового сигнала, прибор переходит в состояние НОРМА (контакты реле размыкаются, на сигнализаторах звук выключен, индикаторы сигнализаторов горят ровным светом, все 4 индикатора ШС мигают);
* если любой из ШС находится в состоянии ТРЕВОГА, то прибор переходит в режим ожидания (состояния НОРМА), при этом контакты реле остаются замкнутыми, на сигнализаторах звук выключается, индикаторы сигнализаторов продолжают мигать. При восстановлении состояния НОРМА по всем ШС прибор функционирует в соответствии с выше описанным алгоритмом.

- передача оповещения посредством телефонной линии – через дифференциалный усилитель низкочастотного сигнала (VT6, VT7) трансформаторным выходом (TV1) и варисторами для ограничения напряжения (RU3, RU4) микроконтроллер связан с телефонной линией для оповещения по телефону о возможной угрозе.

Кнопка вскрытия - S1 – предназначен для сигнализации о том, что снята верхняя крышка прибора, и открыт доступ к клеммным колодкам прибора и элементам электронной схемы.

Прибор не принимает объект под охрану, если хотя бы один ШС находится в состоянии ТРЕВОГА.

3.3 Моделирование в системе OrCAD

Для моделирования в системе OrCad была выбрана схема стабилизации напряжения питания. Схема питания состоит из: стабилизатора питания LM317, диода КД708А и блокировочных конденсаторов. На рис. 3.4 представлена схема для моделирования в редакторе Schematics.

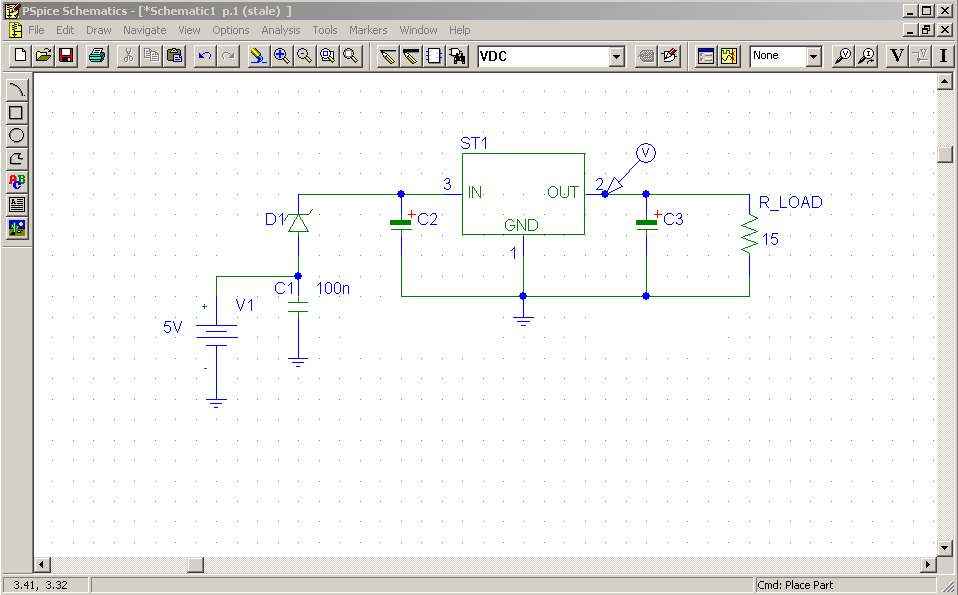


Рис. 3.4. Схема для моделирования DC Sweep

Для моделирования были использованы специальные библиотеки моделей от производителей, чтобы получить максимально достоверные результаты. Промоделируем схему по напряжению питания от 0 до 6 В с шагом 0,1 В. Для этого в меню Analysis/Setup выбираем вид анализа DC Sweep и проводим анализ схемы по Voltage Source от 0 В до 6 В с шагом 0,1 В.

В результате как показано на рис. 3.5, данная схема стабилизирует напряжение 3,3 В начиная с 4,5 В источника

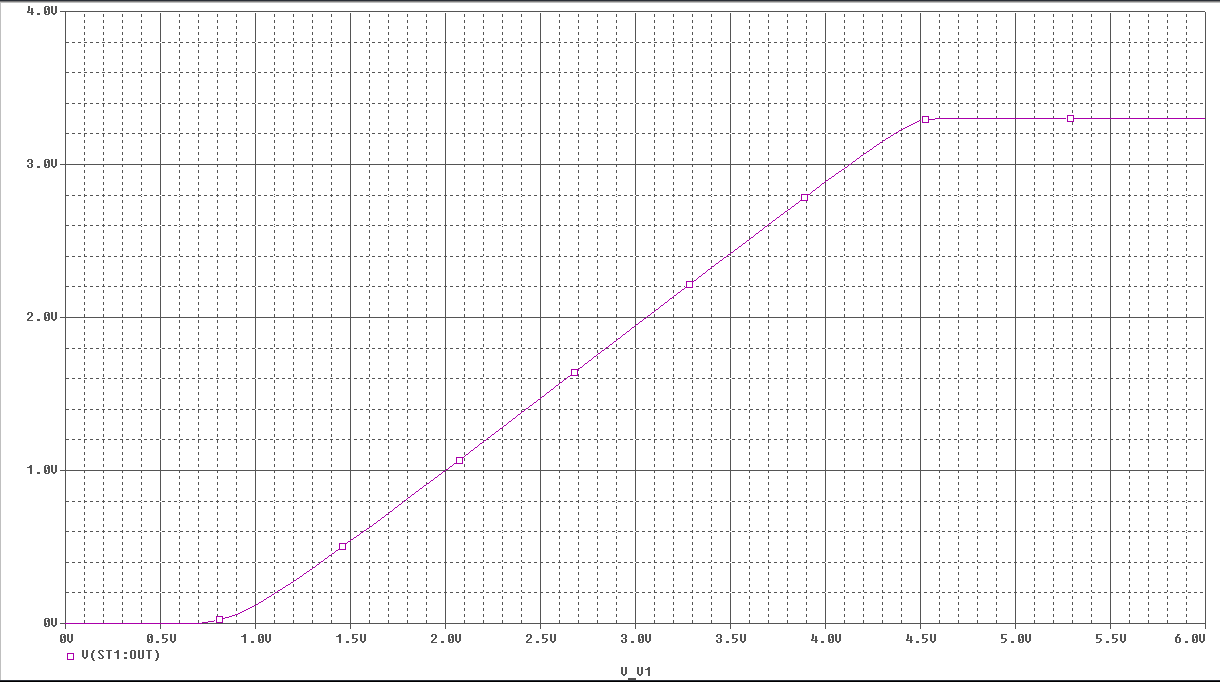


Рис. 3.5 – DC Sweep анализ

Чтобы проверить как стабилизатор справляется с низкочастотной помехой, промоделируем схему, подключив на вход источник синусоидального напряжения 50 Гц со смещением в 5 В и амплитудой колебаний 0,1 В. Для этого вместо источника постоянного напряжения VDC установим источник типа VSIN, как показано на рис. 3.6.

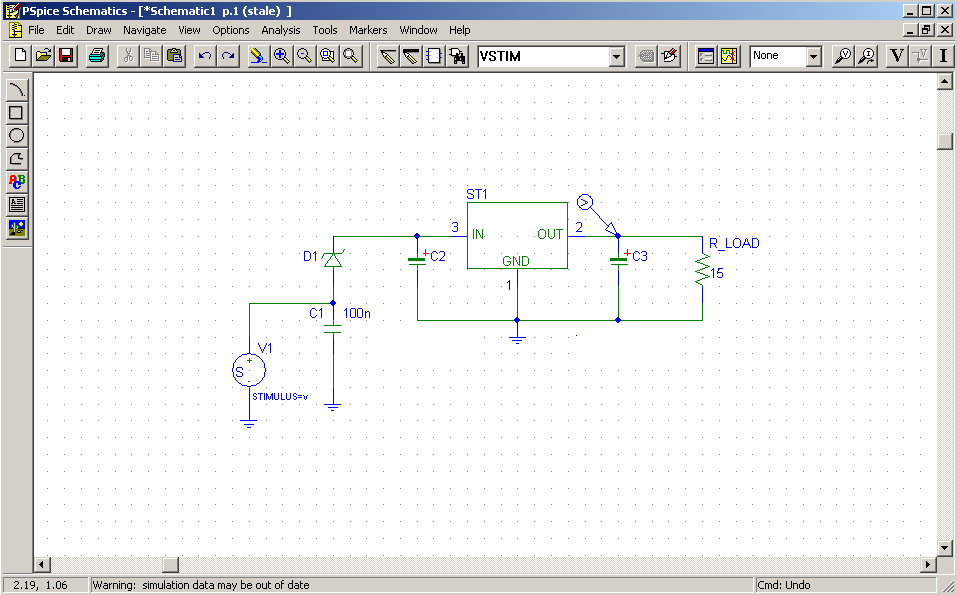


Рис. 3.6. Схема питания с источником синусоидального сигнала

На рис. 3.7 показан сигнал, подаваемый на вход, а на рис. 3.8 – сигнал получаемый на выходе стабилизатора.

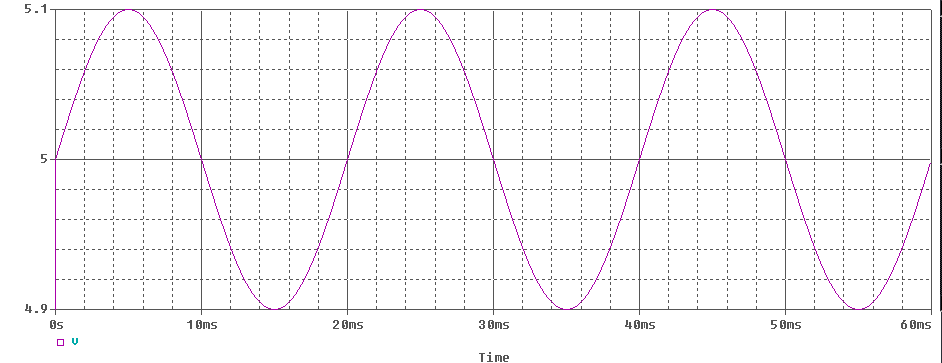


Рис. 3.7. Входной синусоидальный сигнал

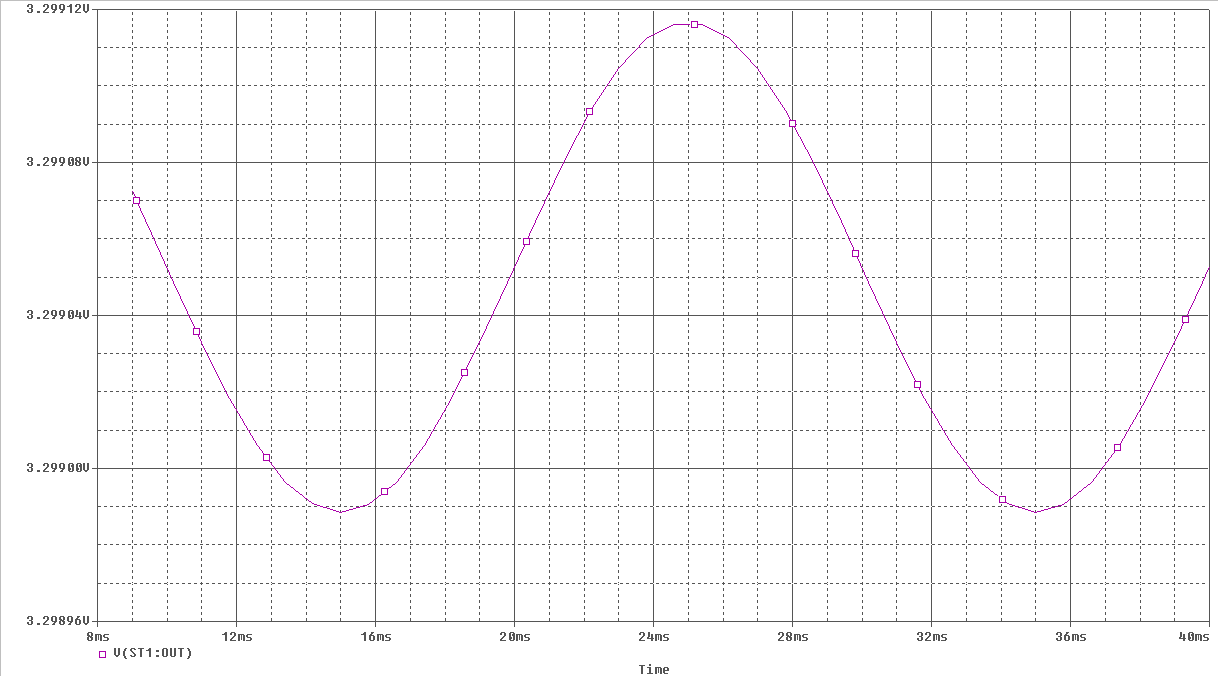


Рис. 3.8. Выходной сигнал стабилизатора

Как видно из рис. 3.8. амплитуда колебаний составляет 0,00006 В, при входной амплитуде 0,1 В.

Т.е. коэффициент подавления будет:

 (Дб);

4. РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОГО УЗЛА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Выбор и обоснование типа и материала печатной платы

Печатной платой (ПП) называется материал основания, вырезанный по размеру, содержащий необходимые отверстия и по меньшей мере один проводящий рисунок. Материал для печатной платы должен обладать следующими свойствами:

- иметь минимальные ε, tgδ, TKp, ТКε;

- для стабильной работы и исключения паразитных емкостей p и Unp максимум;

- ТКЛР печатной платы близок к ТКЛР меди;

- теплопроводность и теплоемкость должны быть максимальны для отвода тепла от печатных медных проводников;

- стойкость к химическим, внешним воздействиям;

- высокие механические свойства (твердость, прочность на изгиб, сжатие, растяжение, вибростойкость);

- допускать возможность обработки резанием и штамповкой;

- сохранять свои свойства при воздействии климатических факторов, а также в процессе создания рисунка схемы и пайки.

Для изготовления печатных плат используются слоистые диэлектрики, плакированные электролитической медью. К материалам печатных плат предъявляются следующие требования:

* Они должны обладать высокой термостойкостью (260° С в течение 5-20 с) и малой влагопроницаемостью (0,2 % - 0,8 %);
* Поверхностное сопротивление при 40° С должно быть не менее 104 МОм.
* Чистота меди должна быть не менее 99,5 %;
* Шероховатость не хуже 0,4 мкм.

Основными материалами для изготовления печатных плат являются:

- гетинакс;

- стеклотекстолит.

Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные представляют собой слоистые прессованные пластики, изготовленные на основе бумаги (гетинакс) или ткани из стеклянного волокна (стеклотекстолит), пропитанные термореактивными смолами и облицованные с одной или двух сторон медной электролитической фольгой.

Часто для изготовления печатных плат используют стеклотекстолит фольгированный травящийся, который представляет собой листовой прессованный слоистый пластик, изготовленный из стеклоткани, пропитанной искусственной термореактивной смолой и облицованный с одной или двух сторон электролитической фольгой с гальваностойким покрытием или медной электролитической оксидированной фольгой. Он предназначен для изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий. Еще – диэлектрик фольгированный тонкий, который изготавливают из стеклоткани, пропитанной термореактивной смолой и облицованной с одной или двух сторон электролитической фольгой.

В качестве материала для изготовления ПП выбираем стеклотекстолит СФ-2-35-1.5 ГОСТ 10316-88 он выдерживает перепады температур, вибрационные нагрузки, климатические удары (в отличие от гетинакса, который со временем имеет свойство расслаиваться):

- толщина фольги – 35 мкм;

- толщина основания (стеклотекстолита) - 1.5 мм.

Выбор конструкции печатной платы (ПП) мы будем осуществлять по таким критериям:

* габаритный;
* критерий плотности рисунка печатных проводников;
* материал основания;
* число слоев;
* технологичность конструкции.

Размеры ПП выбираются исходя из плотности компоновки размещения N (ИС/см2), которая зависит от размеров печатной платы, и исходя из требований к температурным диапазонам работы печатной платы, механической прочности, разрешающей способности фотолитографии, и др.

Оптимальным решением для данного устройства есть выбор двухсторонней печатной платы (ДПП) с металлизированными монтажными и переходными отверстиями. Этот тип плат характеризуется высокими коммутативными свойствами, повышенной прочностью соединения вывода навесного элемента с проводящим рисунком платы.

Применение ДПП позволяет значительно облегчить трассировку, оптимально разместить элементы, уменьшить габариты платы, уменьшить расход материала, обеспечить надежность соединений.

Поэтому для разработки печатного узла устройства управления работой системы безопасности выбираем двухстороннюю печатную плату.

4.2 Выбор класса точности ПП

Геометрические размеры печатных проводников (ширина, расстояние между проводниками и т.д.) определяются классом точности печатного монтажа. По этому критерию печатные платы делят на 5 классов. Исходя из всех основных требований к печатному узлу (быстродействие, минимальная стоимость и габариты, надежность) выбираем 3-ий класс точности печатного монтажа:

* плотность монтажа – средняя;
* минимальная ширина проводника b, мм – 0,25;
* расстояние между краями проводников S, мм – 0,25;
* разрешающая способность RС, пр/мм – 2;
* предельный размер печатной платы, мм – 200х200.

Для вычерчивания взаимного расположения печатных проводников, контактных площадок, монтажных отверстий, переходных отверстий, использую координатную сетку прямоугольной системы координат. Для 3-го класса точности принимаем шаг координатной сетки 1,25 мм.

4.3 Конструкторско-технологический расчет

1. Определяем минимальную ширину печатного проводника по постоянному току для цепей питания и «земли»:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.1) |

 - максимальный допустимый (суммарный) протекающий ток по шине питания и шине «земля».

 - допустимая плотность тока для печатных плат, изготовленных комбинированным методом.



 - толщина проводника

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2) |



 - толщина слоя гальванически осажденной меди.



 - толщина слоя химически осажденной меди.



Таб.4.1 – Потребляемые токи

|  |  |
| --- | --- |
| Тип ИС | Iпотр, мА |
| PIC16F73 | 25 |
| 24LC01B | 3 |
| LM317 | 6 |
| KPEH5A | 6 |
| PC457 | 25 |

Согласно таблице 4.1

∑Iпотр=65 мА \_\_\_\_\_





1. Определяем минимальную ширину проводника с учетом допустимого падения напряжения на нем:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.3) |



- длинна самого длинного проводника на моей печатной плате.



.

1. Определяем номинальный диаметр монтажного отверстия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.4) |

 - диаметр вывода ИС в корпусе второго типа.

 - нижнее предельное отклонение от номинального значения монтажного отверстия.

 - разность между минимальным диаметром монтажного отверстия и максимальным диаметром вывода.

.

1. Определяем диаметр контактной площадки:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.5) |



- минимальный эффективный диаметр контактной площадки.

 - максимальный диаметр просверленного отверстия.

 - ширина пояска вокруг контактной площадки

- погрешность расположения центра отверстия относительно узла координатной сетки;

 - погрешность расположения центра контактной площадки относительно узла координатной сетки;

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.6) |

 - допуск на диаметр отверстия;







1. Определяем ширину проводника:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.7) |

 - граничное значение для 3-го классы точности;





1. Определяем минимальное расстояние между проводником и контактной площадкой:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.8) |

 - расстояние между центрами элементов (шаг координатной сетки);



- максимальный диаметр контактной площадки;

 - максимальная ширина проводника;

 - погрешность расположения центра контактной площадки относительно узла координатной сетки;

 - погрешность смещения проводника относительно координатной сетки;



1. Определим минимальное расстояние между двумя соседними проводниками:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.9) |



1. Определяем минимальное расстояние между двумя соседними контактными площадками:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.10) |





1. Определяем расстояние между проводником и контактной площадкой (в случае, если проводник проходит между двумя контактными площадками):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.11) |



Рассчитанное значение  больше значения , которое определено третьим классом, поэтому проводник, проложенный между двумя контактными площадками, не будет касаться ни одной из контактной площадок.

1. Рассчитанные элементы печатного монтажа соответствуют выбранному классу точности монтажа. В этом можно убедиться, сравнив рассчитанные данные и граничные значения основных параметров печатного монтажа для 3-го класса точности:

bпр=0,35≥0,25

Smin=0,305≥0,25

bП0=0,1≥0,1

Кдт=0,53≥0,33

4.4 Электрический расчет ПП

1. Определим допустимое падение напряжения на печатных проводниках:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.12) |



1. Определим мощность потерь:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.13) |

UПИТ=5 В

tgϕ=0,002

fMAX=1 Гц(т.к. расчет по постоянному току);

С – емкость проводников, лежащих на сторонах платы:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.14) |

где S – площадь печатных проводников на ПП, S=2573 мм2;

ε=5,5 (для стеклотекстолита);

hПЛ=1,5 мм.

В итоге получим:



Тогда:



1. Определим емкость печатных проводников на одной стороне ПП:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.15) |

где lПР – длина двух параллельно идущих проводников (максимальная из чертежа ПП),

lПР=0,042 м;

S= 0,9 мм;

εЭФ – результирующая диэлектрическая проницаемость:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.16) |

Подставим в исходную формулу все полученные значения:



1. Определим взаимную индуктивность печатных проводников шины питания и шины «земля»:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.17) |

lш=lшп+lшз

lш=301+253=554мм

Тогда получим:



Таким образом, разработанная печатная плата удовлетворяет заданным условиям, поскольку полученные расчетные значения наиболее важных электрических параметров не превышают допустимых значений для данного типа печатных плат.

4.5 Проектирование печатных узлов в САПР P-CAD

Р-САD выполняет полный цикл проектирования ПП, включающий в себя графический ввод схемы, «упаковку» (перенос) схемы на ПП, ручное размещение компонентов, ручную, интерактивную или автоматическую трассировку проводников, контроль ошибок в схеме и ПП и выпуск конструкторской и технологической документации. Применение сопутствующих программ позволяет выполнять моделирование схем и анализ паразитных эффектов, присущих реальным ПП, до их изготовления, что обеспечивает преимущества Р-САD по сравнению с другими САПР. Система Р-САD 2001 предназначена для проектирования многослойных печатных плат (ПП) электронных устройств в среде Windows. Она состоит из четырех основных модулей: Р-САD Librаrу Маnаgеr (или Librarу Ехесutive), Р-САD Sсhеmаtiс, Р-САD РСВ, Р-САD Аutоrоutеrs и ряда вспомогательных про­грамм.

Р-САD Sсhеmаtiс и Р-САD РСВ — графические редакторы схем и ПП. Графический редактор ПП Р-САD РСВ вызывается автономно или из редактора схем Р-САD Sсhеmаtiс. В Р-САD Sсhеmаtiс составляется список соединений схемы (Netlist), который загружается в Р-САD РСВ, и на поле ПП переносятся из библиотек изображения корпусов компонентов с указанием линий электрических соединений между их выводами — эта операция называется упаковкой схемы на ПП. После этого вычерчивается контур ПП, внутри него (вручную или в интерактивном режиме с помощью SРЕССТRА) размещаются компоненты и проводится трассировка проводников.

В Р-САD РСВ появилось много новых возможностей, позволяющих улучшить качество разработки ПП. К ним относятся средства обнаружения и удаления изолированных островков металлизации, автоматическая очистка зазоров в областях металлизации при прокладке через занятые ими области проводников и простановке переходных отверстий (ПО), возможность задания индивидуальных зазоров для разных проводников, классов проводников и проводников, находящихся на различных слоях или в различных областях расщепления металлизированных слоев на области для подключения нескольких источников питания отдельно аналоговой и цифровой «земли». ПО допускается размещать в любой точке ПП что облегчает разметку центров крепежных отверстий.

Аutoroutеrs. В состав Р-САD 2001 входят два автотрассировщика: простейшая программа QuickRoute и заимствованная из системы Ргоtе1 программа Shape-Based-Route. Вместе с поставляемой отдельно программой SРЕССТRА они вызываются из управляющей оболочки Р-САD РСВ, в которой производится настройка стратегии трассировки. Очень удобно, что информацию об особенностях трассировки отдельных цепей можно с помощью стандартных атрибутов ввести еще на этапах создания принципиальной схемы или ПП. К ним относятся атрибуты ширины трассы, типа ассоциируемых с ней ПО и их максимально допустимого количества, признак запрета разрыва цепи в процессе автотрассировки, признак предварительно разведенной и зафиксированной цепи.

SРЕССТRА — программа ручной, интерактивной и автоматической трассировки проводников и размещения компонентов. Программа SРЕССТRА успешно трассирует ПП большой сложности (число слоев до 256) благодаря применению так называемой бессеточной (Shape-Based) технологии. В отличие от разработанных ранее сеточных трассировщиков, в которых графические объекты представлены в виде набора координат точек, в ней используются компактные способы их математического описания. За счет этого повышается эффективность трассировки ПП с высокой плотностью расположения компонентов и обеспечивается тонкая настройка сложных стратегий размещения компонентов и трассировки проводников.

Всем объектам ПП присваивается определенный уровень иерархии и вводятся правила размещения и трассировки, составляющие их стратегию, предусматривающую особенности разработки конкретной ПП.

Помимо обычного контроля соблюдения технологических зазоров типа проводник — проводник, проводник — ПО и т. п. в системе SРЕССТRА можно выполнить контроль максимальной длины параллельных проводников, расположенных на одном или двух смежных слоях, что позволяет уменьшить уровень перекрестных искажений. Контролируется также максимальное запаздывание сигнала в отдельных цепях.

SРЕССТRА воспринимает информацию о ПП, подготовленных с помощью од­ного из графических редакторов: МD, Р-САD РСВ, МicroSim, РСВоаrds, РАDS, Рrоtе1, ОrСАD Lауоut и многих др. Разработанная в SРЕССТRА ПП транслируется обратно для выпуска документации. Процедура такой двусторонней трансляции встроена в Р-САD РСВ, но она может выполняться и автономно.

5. РАСЧЕТ ВИБРОПРОЧНОСТИ ПЕЧАТНОГО УЗЛА

Данный расчет проводится с целью определения степени влияния вибрации на элементы печатного узла, а также с целью определения перегрузок, которые воздействуют на элементы монтажа при воздействии вибрации. При расчете на вибропрочность в качестве расчетной схемы принимается упрощенная модель в виде прямоугольной пластины с размерами сторон a\*b постоянной толщины h с определенным видом закрепления по контуру.

Массу печатаной платы можно рассчитать по такой формуле:

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

где ρ - плотность стеклотекстолита (ρ=2050 кг/м3), а\*b\*h – размеры печатной платы (берутся из чертежа печатной платы).

Пользуясь формулой ( 6.1) рассчитаем массу нашей печатной платы:

 (кг).

Определим коэффициент влияния (он учитывает массу ЭРЭ на печатной плате) пользуясь следующим выражением:



где mЭ – суммарная масса всех ЭРЭ на печатной плате, mЭ=30 г.

Рассчитаем КВ:

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

Далее следует определить собственную частоту колебаний печатной платы:

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

где D – цилиндрическая жесткость, определяется по формуле:

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

где Е – модуль Юнга (Е=3.02\*1010 Па);

μ - коэффициент Пуассона (μ=0.22).

Подставим эти значения в формулу (6.4):

 (Н\*м);

Определим α, считая, что плата опирается по четырем сторонам:

;

ν=ρ\*g, где g – ускорение свободного падения (g=9.81).

Теперь подставим все найденные значения в выражение (5.3) и найдем собственную частоту колебания печатной платы:

 (Гц).

Определяем амплитуду колебаний (прогиб) печатной платы при вибрации на частоте fс, при этом воспользуемся таким выражением:

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

где n – коэффициент перегрузки (n=8). Рассчитаем это значение:

 (мм).

Определим коэффициент динамичности, показывающий во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний платы на частоте f отличается от амплитуды на частоте fС:

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

где f – частота вибрации (f=50 Гц);

ε—показатель затухания колебаний (для стеклотекстолита при напряжениях, близких к допустимым, принимают ε=0.06).

Рассчитаем Кg:

.

Динамический прогиб в геометрическом центре ПП при её возбуждении с частотой f определяется:

 (мм).

Определим эквивалентную этому прогибу равномерную распределенную динамическую нагрузку:

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

где коэффициент С1 рассчитывается по такой формуле:

.

Подставим все значения в формулу (6.8) и найдем искомое значение:

 (Па).

Максимальный распределённый изгибающий момент:

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

где коэффициент С2 рассчитывается по такой формуле:

.

Подставим эти значения в формулу (6.9):

 (Н).

Определим допустимое напряжение для печатной платы из стеклотекстолита:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.10) |

где σT - предел выносливости материала печатной платы (для стеклотекстолита σT=105МПа);

[nσ] - допускаемый запас прочности, [nσ]=2.

 (МПа).

Проверим выполнение условия вибропрочности для печатной платы:



 МПа <<  МПа.

Окончательный расчёт подтвердил, что ПП не нуждается в дополнительных опорах, амортизаторах или других элементах, необходимых для уменьшения перегрузок при действии вибрации. При воздействии заданной возмущающей частоты механическая прочность обеспечена и прогиб не превышает 20 % (допустимой нормы).

6. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

Целью данного расчета является определение количественных значений основных показателей надежности по интенсивности отказов элементов.

Надежность - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования (ГОСТ 27.002-83).

Событие, состоящее в частичной или полной утрате работоспособности системы и приводящее к невыполнению или неправильному выполнению тестов или задач, называют отказом (ГОСТ 16325-76).

Под безотказностью устройства понимают свойство непрерывно сохранять работоспособное состояние, т.е. соответствовать основным требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Исходными данными для расчета показателей надежности типовых конструкций ЭВМ являются:

- схема электрическая принципиальная с указанием типов элементов, входящих в нее;

- режимы работы элементов (электрические, климатические и механические);

- значения интенсивности отказов всех типов элементов при номинальных и фактических режимах.

1. Из анализа логической схемы надежности определяется способ резервирования, используемый в изделии. Система является не резервированной.

Определяются интенсивности отказов элементов с учетом условий эксплуатации изделия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.1) |

где λoi – номинальная интенсивность отказов;

k1 и k2 – поправочные коэффициенты в зависимости от воздействия механических факторов (вибраций и ударных нагрузок);

k3 – поправочный коэффициент в зависимости от воздействия влажности и температуры;

k4 – поправочный коэффициент в зависимости от давления воздуха;

ai(T,kн) – поправочный коэффициент в зависимости от температуры поверхности элемента (T) и коэффициента нагрузки (kн).

Пользуясь перечнем элементов и справочной литературой, определяем интенсивность отказов элементов и заносим эти значения в таблицу 6.1.

Таблица 6.1. Интенсивность отказов элементов печатного узла

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование элемента | | Тип элемента | | N | | λ ∙10-7, 1/ч | | Кн | ai(T,kн) | |
| Конденсатор | | C0805 | | 25 | | 0,3 | | 0,1 | 0,05 | |
| Транзистор | | BC817 | | 14 | | 0,3 | | 0,4 | 1 | |
| Разъёмные соединения | |  | | 4 | | 0,2 | | 1 | 1 | |
| Резистор | | R0805 | | 65 | | 0,02 | | 0,1 | 0,03 | |
| Резистор подстроечный | | СП3-19Б | | 2 | | 0,05 | | 0,1 | 1 | |
| Предохранитель | |  | | 4 | | 1 | | 1 | 1 | |
| Джампер | |  | | 1 | | 2 | | 1 | 1 | |
| Кнопка | |  | | 1 | | 2 | | 1 | 1 | |
| Стабилитрон | |  | | 2 | | 0,2 | | 1 | 1 | |
| Варистор | |  | | 4 | | 0,2 | | 1 | 1 | |
| Трансформатор | |  | | 2 | | 0,2 | | 1 | 1 | |
| Диоды | |  | | 31 | | 2 | | 1 | 1 | |
| Диодный мост | |  | | 1 | | 0,3 | | 1 | 1 | |
| Реле | | JZC-33FC | | 1 | | 0,5 | | 1 | 1 | |
| Микросхемы | PIC16F73 | | 1 | | 0,2 | | 1 | | 1 |
| 24LC01B | | 1 | | 0,2 | | 1 | | 1 |
| LM317 | | 1 | | 0,2 | | 1 | | 1 |
| KPEH5A | | 1 | | 0,2 | | 1 | | 1 |
| PC457 | | 1 | | 0,2 | | 1 | | 1 |
| Резонаторы кварцевые | HC49SM | | 1 | | 0,25 | | 1 | | 1 |
| Печатная плата | ДПП | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 |
| Провода соединительные | МГВ-0,75 | | 10 | | 0,2 | | 1 | | 1 |
| Пайка выводов |  | | 600 | | 0,005 | | 1 | | 1 |

Раскроем обозначения в таблице:

λОi – интенсивность отказов элементов (1/ч);

КН – коэффициент нагрузки:

* для конденсаторов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.2) |

* для резисторов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.3) |

* для диодов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.4) |

* для транзисторов:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.5) |

ai(T,kн) – поправочный коэффициент в зависимости от температуры поверхности элемента и коэффициента нагрузки.

Таблица 6.2. Коэффициенты влияния механических воздействий.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Условия эксплуатации | Вибрация К1 | Ударные нагрузки К2 | Суммарные воздействия  KΣ |
| Лабораторные | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Стационарные | 1,04 | 1,03 | 1,07 |
| Корабельные | 1,3 | 1,05 | 1,37 |
| Автофургонные | 1,35 | 1,08 | 1, 46 |
| Железнодорожные | 1,4 | 1,1 | 1,54 |
| Самолетные | 1,46 | 1,13 | 1, 65 |

Таблица 6.3. Коэффициент влияния климатических условий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Влажность, % | Температура, °С | K3 |
| 60…70 | 20…40 | 1,0 |
| 90…98 | 20…25 | 2,0 |
| 90…98 | 30…40 | 2,5 |

Таблица 6.4. Коэффициент влияния атмосферного давления.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Давление, кПа | К4 | Давление, кПа | К4 |
| 0,1…1,3 | 1,45 | 32,0…42,0 | 1,2 |
| 1,3…2,4 | 1,40 | 42,0…50,0 | 1,16 |
| 2,4…4,4 | 1,36 | 50,0…65,0 | 1,14 |
| 4,4…12,0 | 1,35 | 65,0…80,0 | 1,1 |
| 12,0…24,0 | 1,3 | 80,0…100,0 | 1,0 |

Необходимые для расчетов коэффициенты выбираем из вышеприведенных таблиц.

k1 = 1,04 – т.к. условия эксплуатации прибора стационарные;

k2 = 1,03 - т.к. условия эксплуатации прибора стационарные;

k3 = 1 – температура 20…40°С, влажность 60…70%;

k4 = 1 – давление 80…100 кПа.

2. Найдем результирующую интенсивность отказов:

 (1/ч).

Найдем результирующую интенсивность отказов c учетом поправочных коэффициентов

 (1/ч).

3. Определим среднее время наработки на отказ:

 (часов).

4. Рассчитаем вероятность безотказной работы на протяжении 1 года:

.

Построим график зависимости :



Рис.6.1. График зависимости 

5. Найдем вероятность отказа нашего прибора через 1 год:



7. ТЕХНОЛОГИЯ ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Трафаретная печать является важным технологическим процессом для создания рисунков на основе эмалей и паст. В качестве основы используют фольгированные или нефольгированные синтетические и керамические материалы, в качестве резистов - синтетические лаки, в качестве паст для печати - композиции, состоящие из связующего, растворителей и мелкодисперсной основы (например, порошков металлов). Резисты, как правило, используются для создания технологических слоев при травлении и металлизации, в виде масок для пайки, коррозионно-защитных покрытий и маркировки. Пасты для печати, вжигаемые при температуре выше 1000 ᵒС, применяют для изготовления электрических элементов, резисторов, конденсаторов. На рис.7.1 представлена технологическая схема процесса изготовления печатных плат методом трафаретной печати

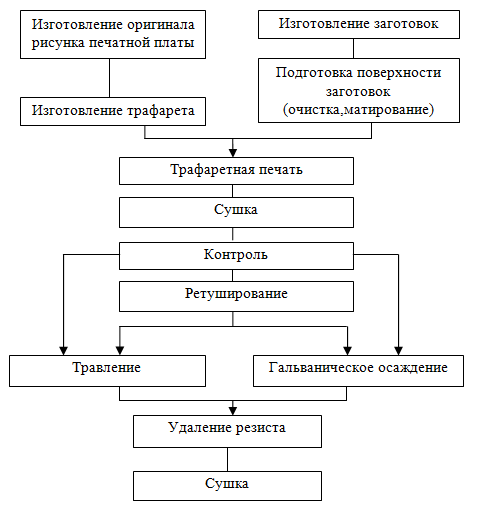


Рис.7.1. Технологическая схема процесса трафаретной печати

Рисунок 7.2 иллюстрирует принцип трафаретной печати.

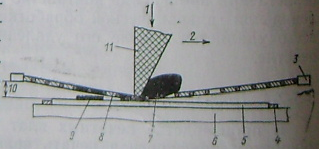


Рис. 7.2. Принцип трафаретной печати

1-давление ракеля; 2-направление движения ракеля; 3-рама; 4-фиксатор подложки; 5-подложка; 6-основание; 7-паста; 8-трафарет; 9-напечатанная структура; 10-зазор; 11-ракель.

Эластичный ракель, движущийся вдоль трафарета, продавливает через отверстия в нем пасту к поверхности подложки. Подложка устанавливается на плоском основании, трафарет закрепляется в раме, которая может подниматься.

Качество слоя при трафаретной печати зависит от большого числа факторов. Важнейшими из них являются:

\*материал, частота плетения (или шаг и размеры отверстий) и натяжение трафарета, тип маскирования;

\*состав и свойства резиста;

\*метод печати (контактная или неконтактная);

\*режим работы и оборудование (угол касания, установка рамы, скорость движения ракеля и т. д.);

\*состояние подложки (плоскостность, шероховатость, чистота поверхности).

Сетчатые трафареты изготавливают из нейлоновой полиэфирной сетки на основе моноволокна с толщиной нити 40 мкм и частотой плетения 80-200 нитей/см или сетки из нержавеющей стали с толщиной проволоки 30-50 мкм и частотой плетения 60-160 проволок/см, которые натягиваются с удлинением 4—5% для нейлона, 2% для полиэфира или упруго для нержавеющей стали с помощью механических или пневматических приспособлений на стабильные металлические, реже деревянные рамы. Необратимое изменение размеров вследствие вытягива­ния ниток ведет к уменьшению сроков службы синтетических трафаретов по сравнению с металлическими.

Для создания негативных сетчатых трафаретов могут быть использованы методы с прямым и косвенным нанесением эмульсии. В первом случае ячейки сетки заполняются эмульсией, чувствительной к ультрафиолетовому излучению. При экспонировании через фотошаблоны эмульсия затвердевает, а незасвеченные места селективно растворяются . При этом методе ячейки сетки или полностью открыты или полностью закрыты, т. е. получение структур, пересекающих ячейки невозможно. При косвенном методе фоточувствительные пленки экспонируются на пленочном основании и только после проявления в размягченном состояния переносятся под давлением на сетку. После сушки растворяют пленочное основание. Этим методом можно получать структуры, пересекающие ячейки.

Особо точные шаблоны выполнят из металлической фольги, на одной стороне которой вытравливается нужный рисунок, а на противоположной - тонкая сетчатая структура (рис.7.3.).

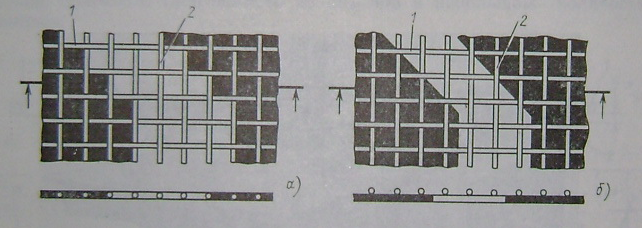


Рис. 7.3. Сетчатые трафареты, изготовленные методами прямого нанесения эмульсии: (а), косвенного нанесения эмульсии (б); 1 - фоторезист; 2 - сетка.

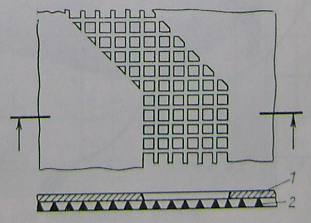


Рис. 7.4. Металлические маски, изготовленные методом травления

1. рисунок печатной платы: 2 - сетка.

Вязкость резистов и содержание в них твердых веществ во многом определяют процесс печати и качество слоев. Их тиксотропность должна быть такой, чтобы обеспечивалась воспроизводимость структуры, т. е не расплывались требуемые контурные линии. Содержание твердых веществ определяет толщину слоя, а, следовательно, и устойчивость слоя к химическим растворам. Современные резисты для трафаретной печати позволяют получать проводники (и зазоры между ними) шириной не менее 0,2 мм.

Между неконтактным и контактным методами трафаретной печати - имеется существенное отличие. В первом случае трафарет, который может быть изготовлен косвенным или прямым методом, располагают на определенном расстоянии от поверхности подложки. Ракель прижимает трафарет к участиям, на которые наносится паста, а упругие напряжения обеспечивают его отделение от подложки непосредственно за ракелем. Зазор между подложкой и трафаретом в зависимости от размеров последнего равен 0.3—3 мм. Напротив, при контактном методе, для которого лучшими являются металлические маски, их плотно прижимают к поверхности подложки и поднимают только после окончания движения ракеля.

При невысоких требованиях к точности рисунка и качеству слоёв, а также при небольших партиях применяют простые устройства для трафаретной печати, в которых рама с трафаретом относительно подложки устанавливается с помощью специальных выступов или фиксирующих штифтов, а ракель перемещается вручную. Так как в электронике часто необходимо обеспечить высокую точность совмещения печатного рисунка относительно контура подложки или нескольких печатных рисунков относительно друг друга при высоком качестве слоев и большой производительности, то применяют, как правило, полуавтоматические установки для нанесения паст. На рис.7.7 показана одна из таких установок с подвижным столом, обеспечивающая печатный формат до 650х900 мм.

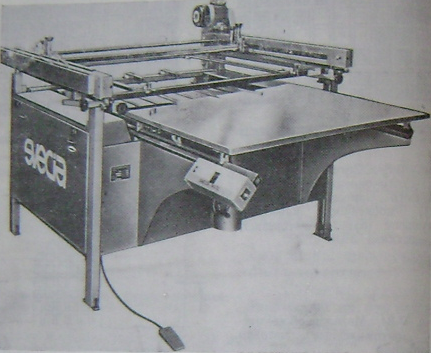


Рис.7.5. Полуавтоматическая установка для трафаретной печати

Важнейшими конструктивными элементами установок для нанесения паст являются подвижный механизм, в котором устанавливается печатная рама, устройство привода к управлению ракелем, устройства фиксирования подложек и установки трафаретов относительно поверхности печати. Механизм установки рамы может закрепляться следующим образом:

\*на петлях с поворотом;

\*в осевых подшипниках с поворотом;

\*горизонтально в четырех точках с вертикальный движением;

\*горизонтально со сдвиговым вертикальным движением.

Критериями оценки различных конструкции являются: время установка и съема, отсутствие пыли и поведение краски в трафарете при повороте рамы.

Ракель представляет собой прямоугольную заточенную полосу резины с твердостью 45—66 единиц по Шору, установленную таким образом, что обеспечивается ее плоскопараллельное движение по отношению к подложке под углом 60—70°. Наиболее сложными при этом являются свободные от вибраций установка и снятие ракеля и равномерная скорость его перемещения. Ракелем можно управлять механически на основе цепной передачи. Однако возникающее при этом толчкообразное движение требует применения массивных рам или дополнительных тормозных устройств. Вторым вариантом является пневматическое управление ракелем, однако неравномерность давления приводит к колеблющейся скорости перемещения, которая ухудшает качество печати. Наиболее равномерную работу обеспечивает гидропневматическое управление, которое, однако, вследствие конструктивных трудностей и высокой стоимости применялось до сих пор в небольшом количестве установок.

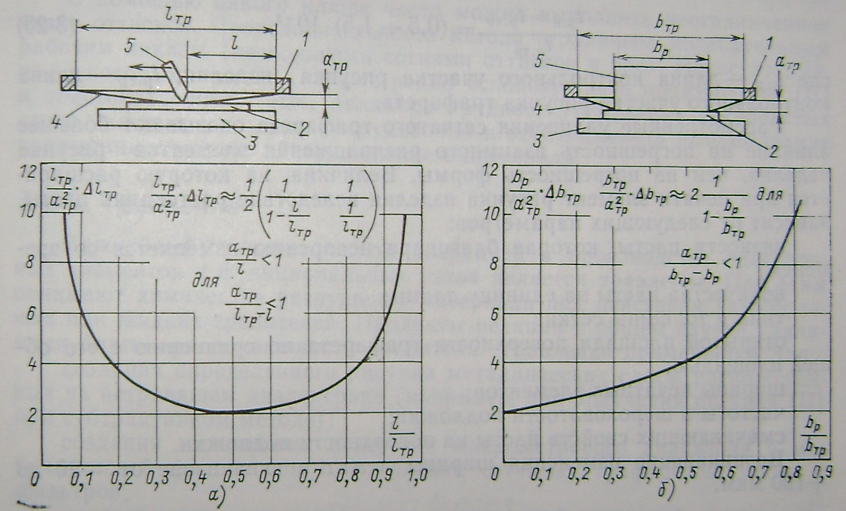


Рис.7.6. Удаление сетчатого трафарета при неконтактной печати.

а - в направлении печати; б - в поперечном направлении; 1 - рама; 2 - подложка; 3 - основание;4 - трафарет; 5 - ракель; lтр - длина трафарета; bтр - ширина трафарета; ∆lтр - удлинение трафарета в направлении печати; ∆bтр - удлинение трафарета в поперечном направлении; атр - зазор между подложкой и трафаретом; bр - ширина ракеля.

После установки подложек с помощью направляющих ребер или установочных штифтов их фиксация на основания производится посредством вакуумного присоса. Установка сетчатого трафарета относительно подложек основана на перемещении рамы и основания; при этом с помощью точных индикаторов длины возможно перемещение в микрометровом диапазоне.

Последующее рассмотрение допусков, определяемых процессом печати, должно наглядно показать трудности соблюдения небольших допусков на погрешности геометрических размеров и взаимного расположения элементов печати. При неконтактной печати сетка прогибается ракелем до соприкосновения с подложкой и испытывает обратимое удлинение, зависящее от положения ракеля (рис.7.6а). Напротив, растяжение сетчатого трафарета поперек движения ракеля почти не зависит от положения ракеля (рис.7.6б). Так как используют жесткие рамы, то воздействуют эти удлинения исключительно на трафарет, искажая в значительной степени рисунок схемы. Благоприятное воздействие оказывает упругое крепление трафарета (пневматическое натяжение, использование эластичных прокладок), а также такие размеры его, которые по сравнению с рисунком ПП относительно велики. При печати сетчатый трафарет вследствие силы трения, вызываемой движением ракеля, подвергается дополнительному растягивающему воз­действию. Сила трения зависит от большого числа факторов (типа трафарета, открытой поверхности, вязкости пасты, твердости и заточки ракеля) и характеризуется удельным коэффициентом трения трафарета.

Исследования, проведенные в условиях производства, позволили установить относительные погрешности рисунка изделия (ПП или ИМ) по сравнению с рисунком трафарета в продольном и поперечном направлениях

,

где  - длина контрольного участка рисунка изделия; - длина контрольного участка рисунка трафарета.

Рассмотренные удлинения сетчатого трафарета оказывают большее влияние на погрешность взаимного расположения элементов рисунка изделия, чем на погрешность формы. Величина, на которую расширя­ется при печати элемент рисунка изделия вследствие растекания пасты, зависит от следующих параметров:

\*вязкости пасты, которая благодаря испарению изменяется со временем;

\*количества пасты на единицу длины;

\*типа и толщины сетки;

\*открытой площади поверхности трафарета по сравнению с его общей площадью;

\*ширины печатных элементов;

\*чистоты и шероховатости подложки;

\*смачивающих свойств пасты на поверхности подложки.

Возникающие изменения ширины лежат в диапазоне от -20 до +120 мкм.

8. ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

8.1 Основные показатели

Основные технико-экономические и потребительские показатели устройства управления работой системы безопасности.

Основными технико-экономическими и потребительскими показателями цифрового устройства управления работой системы безопасности являются:

• Цена изделия;

• Массогабаритные характеристики;

• Чисто технические характеристики, такие как потребляемая мощность, напряжение питания т. д.;

• Время наработки на отказ, от которого зависят срок службы и гарантия на изделие;

• Надежность;

• Экономичность, т. е. потребляемая электроэнергия

8.2. Оценка уровня качества прибора.

Выходные положения

Оценка уровня качества прибора проводится с целью анализа сравнения и определения наиболее выгодного в техническом плане варианта инженерного решения.

Для каждого варианта технического решения рассчитывается коэффициент технического уровня.

Кт.р.j=∑φijBij (8.1)

где φij - коэффициент значимости i-ro параметра качества j—го варианта,

Bij - оценка i-ro параметра качества j-ro варианта в балах

n - количество параметров изделия

Наилучшим вариантом будет тот, в котором коэффициент технического уровня максимален.

При наличии количественной характеристики свойств изделия коэффициент технического уровня можно определить по формуле:

Кт.р=∑φiqi  (8.2)

Обоснование системы параметров изделия и определение относительных показателей качества

На основании данных про основные функции прибора, требований покупателя к нему и условий эксплуатации прибора, определяем основные параметры изделия. Система параметров, принятая к расчетам, должна в полной мере охарактеризовать потребительские качества прибора (его предназначение, надежность, экономическое потребление ресурсов и т.д.).

Определяем относительный показатель качества q; по формулам:

qi=PHi/PБi  (8.3)

qi=PБi/PHi (8.4)

где PHj и PБj - числовые значения i-ro параметра соответственно нового и базового изделий.

Формула (8.3) используется, когда при расчетах относительных показателей качества, когда увеличение величины параметра ведет к улучшению качества прибора и формула (8.4) - когда с возрастанием величины параметра качество изделия ухудшается.

Таблица 8.1 - Числовые значения по всем параметрам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Числовое значение параметра изделия | | |
| Новое устройство | Кварц | Сигнал-ВК-4П |
| Информационная емкость (количество ШС), шт | 4 | 1 | 4 |
| Величина напряжения в шлейфе в дежурном режыме, В | 12 | 16 | 24 |
| Обьем энергонезависимой памяти, Кб | 2 | 1 | 2 |
| Мощность, потребляемая от сети переменного тока, ВА | 15 | 8 | 30 |
| Масса прибора, кг | 1,6 | 1,8 | 2 |

Определение коэффициентов важности

Коэффициент важности того или иного параметра определяют установлением численных значений, определяющих важность (приоритет) технических параметров, а, следовательно, и степень общественной полезности каждого технического параметра. Коэффициент важности каждого параметра обычно определяют на основе экспертизы.

Объективность экспертных оценок предопределяет правильность оценки качества товара, поэтому экспертами следует назначать эрудированных специалистов, хорошо знающих специфику производства и главным образом особенности применения данного товара.

Выберем важнейшие параметры, которые характеризуют качество изделия:

Х1 - Информационная емкость (количество ШС)

Х2 - Величина напряжения в шлейфе в дежурном режиме

Х3 - Обьем энергонезависимой памяти

Х4 - Мощность, потребляемая от сети переменного тока

Х5 – Масса прибора

После детального обсуждения и анализа каждый эксперт оценивает степень важности параметров путем присвоения им рангов:

Таблица 8.2 Ранги параметров по оценкам экспертов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр |  |  |  |  |  | Сумма рангов Ri | Отклонение Δi | Δ2i |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Х1 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 19 | 4 | 16 |
| Х2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 9 | -6 | 36 |
| Х3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7 | -8 | 64 |
| Х4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 24 | 9 | 81 |
| Х5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 16 | 1 | 1 |
| Сумма | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 75 | 0 | 198 |

Определение возможности использования результатов ранжирования

параметров для дальнейших расчетов производят на основании расчета коэффициента координации экспертных оценок. Для этого:

а) Определяют сумму рангов каждого показателя:

Ri=∑ril (8.5)

где ril ранг i-ro параметра, определенный 1-м экспертом;

N — число экспертов.

б) определяют среднюю сумму рангов:

T=Rij/n (8.6)

в) определяют отклонение суммы рангов каждого параметра от средней суммы рангов:

Δi=Ri∙Т (8.7)

г) считают квадрат отклонения по каждому параметру и общую сумму квадратов:

S=∑Δ2i (8.8)

S=198

д) определяют коэффициент согласования:

W=12S/N2(n3-n) (8.9)

W=12\*198/25(125-5)=2376 /3000=0,792

Так как W>WH то определенные данные заслуживают на доверие.

Используя полученные от каждого эксперта результаты ранжирования параметров проводится попарное сравнение всех параметров:

Таблица 8.3 - Попарное сравнение всех параметров

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Эксперты | | | | | Результат | Числовое значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Х1,Х2 | < | < | < | < | < | < | 0,5 |
| Х1,ХЗ | < | < | < | < | < | < | 0,5 |
| Х1,Х4 | > | > | > | > | = | > | 1,5 |
| Х1,X5 | = | < | < | < | < | < | 0,5 |
| Х2,ХЗ | = | > | = | = | = | = | 1,0 |
| Х2,X4 | > | > | > | > | < | > | 1,5 |
| Х2,X5 | > | > | = | > | = | > | 1,5 |
| ХЗ,X4 | < | < | < | < | > | < | 0,5 |
| ХЗ,Х5 | > | < | > | < | > | > | 1,5 |
| Х4,X5 | < | < | < | < | < | < | 0,5 |

На основании принятой системы сравнения и полученных числовых значений составляем квадратную матрицу:

A=||ai,j|| (8.10)

где: ai,j - числовое значение оценки, определяющее степень превосходства i-ro параметра над j-тым.

После заполнения матрицы оценок находится сумма элементов bi по строкам для каждого показателя и подсчитывается общая сумма оценок по столбцу.

Bi=∑ai,j (8.11)

где: n - число оцениваемых параметров;

ai,j — элементы матрицы сравнения параметров

Значение коэффициента Рi, на первом этапе для каждого параметра определяется как отношение соответствующей частной суммы по строкам к общей сумме по столбцу:

φi=bi/∑ bi (8.12)

где: bi- вес i-го параметра по результатам экспертных оценок;

n - число оцениваемых параметров;

С целью получения более достоверной оценки приоритета делается второй этап расчета. Для этого по каждому показателю по строкам находим сумму произведений на соответствующие частные суммы по столбцу, полученному на первом этапе.

bi=ai1∙b1+ai2∙b2+...+ain∙bn (8.13)

где: bi - весомость i-го параметра, определенная на предыдущем шаге;

bi - весомость i-ro параметра, определенная на текущем шаге;

n - число оцениваемых параметров;

aij - элементы матрицы сравнения параметров.

Формулы для расчета относительной оценки на втором и последующих шагах:

φi= bi/∑ bi (8.14)

где: bi - весомость i-го параметра, определенная на предыдущем шаге;

bi - весомость i-го параметра, определенная на текущем шаге;

n - число оцениваемых параметров;

Относительные оценки (φi), рассчитываются до тех пор, пока последующие значения будут незначительно отличатся от предыдущих (различие составит менее 5 %).

Опыт оценки весомости показателей качества доказывает, что обычно достаточно трёх шагов расчета.

Результаты расчета приоритета всех показателей сведены в табл. 8.4:

Таблица 8.4 - Приоритеты всех показателей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Показатель | | | | | 1-я итерация | | 2- я итерация | | |
|  | XI | Х2 | ХЗ | Х4 | Х5 | Ві |  | Ві ` | |  |
| XI | 1 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 0,5 | 4 | 0,167 | 19 | | 0,163 |
| Х2 | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 5,5 | 0,229 | 27 | | 0,232 |
| ХЗ | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 1,5 | 4,5 | 0,188 | 22 | | 0,189 |
| Х4 | 1,5 | 1,5 | 0,5 | 1 | 0,5 | 5 | 0,208 | 24 | | 0,206 |
| Х5 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 0,5 | 1 | 5 | 0,208 | 24,5 | | 0,210 |
| Сумма | | | | | | 24 | 1 | 116,5 | 1 | |

Таблица 8.4 - Сравнение значений параметров устройств

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Числовое значение параметра изделия | | |
| Новое устройство | Кварц |
| Информационная емкость (количество ШС), шт | 4 | 1 |
| Величина напряжения в шлейфе в дежурном режиме, В | 12 | 16 |
| Объем энергонезависимой памяти, Кб | 2 | 1 |
| Мощность, потребляемая от сети переменного тока, ВА | 15 | 8 |
| Масса прибора, кг | 1,6 | 1,8 |

Рассчитываем по формуле (8.2) коэффициент технического уровня:

Кт.р. = 0,163\*4 + 0,232\*0,75 + 0,189\*2+0,206\*1,875+0,21\*0.89 =

=0,652+0,174+0,378+0.38625+0,1869=1,78

Если КТ.Р > 1, тогда новый прибор превышает аналог по конкурентоспособности, если КТ.Р = 1 – находится на одном уровне. Произведенными расчетами, было доказано, что разрабатываемое устройство не уступает существующим аналогам, а по некоторым параметрам схож с ними и даже превышает, и можно с уверенностью сказать, что прибор будет конкурентоспособным .

8.3 Расчет себестоимости прибора

Расчет себестоимости проектируемого изделия предполагает составление калькуляции согласно установленному в списке статей затрат. Калькуляцию будем проводить для всего прибора. Тип производства - массовое.

Сырье и материалы.

Затраты на приобретение материалов вычисляются на основе норм их использования и цен, с учетом транспортно-заготовительных затрат.

См=Кт.з∑qBMi Ц мi (8.15)

где qBMi - норма затрат i-того материала на единицу продукции, гр;

Цmi - цена единицы i-того материала;

Кт.з. - коэффициент транспортно-заготовительных затрат (Кт.з = 1,05-1,1).

Расчеты представим в виде таблицы:

Таблица 8.5 - Затраты на сырье и материалы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | Марка | Ед. измер. | Норма затрат | Цена единицы, грн | Сумма, грн |
| 1.Стеклотекстолит  2.Припой и флюс | СТ2  ПиФ7 | Кг  Кг | 0,03  0,005 | 25  10 | 0,75  0,05 |
| Всего |  |  |  |  | 0,8 |
| Транс. затраты | ДТ | Литр | 0,00002 | 1,7 | 0,01 |
| Всего |  |  |  |  | 1,61 |

Покупные комплектующие, полуфабрикаты, работы

Расчет аналогичен предыдущему пункту. Результаты в таблице:

Таблица 8.6 - Затраты на комплектующие, полуфабрикаты

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Изделие | Марка | Кол. Штук | Цена гр. | Сумма, грн |
| Конденсатор | C0805 | 25 | 0,5 | 12,5 |
| Транзистор | BC817 | 14 | 1,2 | 16,8 |
| Разъёмные соединения | PWL-2 | 4 | 3 | 12 |
| Резистор | R0805 | 65 | 0,5 | 32,5 |

Продолжение таблицы 8.6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Изделие | Марка | Кол. Штук | Цена гр. | Сумма, грн |
| Резистор подстроечный | СП3-19Б | 2 | 0,75 | 1,5 |
| Джампер | JMP1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| Кнопка | SB1 | 1 | 2,5 | 2,5 |
| Диоды | BZX55C3V9 | 31 | 2,2 | 68,2 |
| Реле | JZC-33FC | 1 | 3,5 | 3,5 |
| Микросхемы | PIC16F73 | 1 | 10 | 10 |
|  | 24LC01B | 1 | 5 | 5 |
|  | LM317 | 1 | 3 | 3 |
|  | KPEH5A | 1 | 4 | 4 |
|  | PC457 | 1 | 2 | 2 |
| Резонаторы кварцевые | HC49SM | 1 | 0,2 | 0,2 |
| Всего |  |  |  | 175,2 |

Основная заработная плата.

Затраты по этой статьей рассчитываются по каждому виду работ в зависимости от нормы времени (нормативной трудоемкости) и почасовой тарифной ставки работников.

Сз.о. = ∑ Сti ∙ tшi (8.16)

где Сз.о. - почасовая тарификация для i-того вида работ (операций), грн.

tшi - норма времени i-того вида работ, час.

Таблица 8.7 - Список работ соответствует технологическому процессу производства изделия.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ | Ставка почас., грн | Норма, час | Сумма, грн |
| Монтаж ПП | 2,4 | 0,2 | 0,48 |
| Пайка элементов | 2,4 | 0,3 | 0,72 |
| Настройка | 3,5 | 0,3 | 1,05 |
| Всего |  |  | 2,25 |

Дополнительная зарплата.

Затраты определяются как процент (%) от основной зарплаты, ориентировочно как 30-40 %. В результате, получаем:

35 % от 2,25= 0, 78 грн.

Отчисление на социальное страхование.

За действующими (на 1.01.99) нормативами отчисления на социальное страхование составляют 37,5 % от суммы основной и дополнительной заработной платы.

Получили сумму: 1,13 грн.

Общепроизводственные затраты.

Общепроизводственные затраты составляют % от основной заработной платы. Их норматив - 200-300%.

Итого получаем сумму: 6,7 грн.

Общехозяйственные затраты.

Данный вид затрат относится к себестоимости изделия пропорционально основной заработной плате и составляют 100-200%. Итого получаем сумму: 3,4 грн.

Внепроизводственные (коммерческие ) затраты.

Затраты по этой статье определяются в % от производственной себестоимости (обычно 2,5-5 %)

Сумму всех предыдущих расчетов занесем в таблицу 8.8:

Таблица 8.8 - Смета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Статьи затрат | Сумм, грн | % |
| 1 | Сырье и материалы | 1,61 | 1,17 |
| 2 | Покупные изделия, полуфабрикаты | 175,2 | 83,65 |
| 3 | Основная заработная плата | 2,25 | 1,64 |
| 4 | Дополнительная заработная плата | 0,78 | 0,5 |
| 5 | Отчисление на социальное страхование | 1,13 | 0,82 |
| 6 | Общепроизводственные затраты | 6,7 | 4,9 |
| 7 | Общехозяйственные затраты | 3,4 | 2,4 |
| Производственная себестоимость | | 191,07 | 95 |
| 8 | Не производственные затраты | 6,53 | 5 |
| Полная себестоимость | | 197,6 | 100 |

8.4 Определение цены изделия

Нижняя граница цены.

Нижняя граница цены защищает интересы производителя продукции и предусматривает покрытие всех затрат на изготовление вида продукции, реализацию, и обеспечение уровня рентабельности не ниже уже существующих уровней. Нижняя граница цены определяется по формуле:

Цн.м=Цопт.n(1+αндс / 100 ) (8.17)

Цопт.n =Спов( 1 + Рн/100 ) (8.18)

где Цопт. - оптовая цена предприятия, грн;

Спов - полная себестоимость прибора, грн;

Рн - нормативный уровень рентабельности, %;

αндс - налог на добавленную стоимость, % (20% )

Цн.м = 217,12\*(1+20/100) = 260,5 грн

Цн.м = 197,6\*(1+0,2) = 237,12 грн

Верхняя граница цены.

Верхняя граница цены защищает интересы покупателя и определяется той ценой, которую покупатель готов заплатить за продукцию с лучшим качеством.

Цв.м. = ЦБ∙КТ.Р. (8.19)

где ЦБ - цена базового изделия, грн

КТ.Р. — уровень качества нового изделия (определённый ранее).

Цв.м. = 1,37\*197,6 = 270,7 грн.

Договорная цена.

Договорная цена может быть установлена по договорённости между

производителем и покупателем в интервале между нижней и верхней ценой.

Цн.м. <: Цдог < Цв.м.

260,5 < Цдог < 270,7

Примем за договорную цену 265 грн.

Оценка конкурентоспособности .

Уровень конкурентоспособности может быть рассчитан по формуле:

Кk=, (8.20)

де Кцс – коэффициент изменения “цены потребления” относительно базового изделия.

Кцс =, (8.21)

где Цдн, Цдб – договорная цена нового и базового изделия, грн.;

Вен, Веб – соответствено годовые эксплуатационные траты нового и базового изделий, грн..

Кцс=265/315=0,84;

Кk=1,43/0,84=1,7.

Кк превышает 1 (>1), таким образом, можно говорить о конкурентоспособности прибора.

9. охрана труда

* 1. Анализ условий труда

Охрана труда - это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Человек - оператор, как звено системы человек - радиоэлектронная аппаратура, выполняет свою трудовую деятельность на рабочем месте, оснащенном средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием. Рабочее место человека оператора функционирует в условиях, определяемых окружающей средой. Согласно ГОСТ 21035-75 эту среду называют рабочей, понимая под ней совокупность физических, химических, биологических, информационных, социально-психологических и эстетических свойств внешней среды, воздействующей на человека.

В зависимости от значений факторов внешней среды на рабочем месте различают комфортную, относительно дискомфортную, экстремальную и сверхэкстремальную рабочую среду. Допустимыми являются комфортная, относительно дискомфортная рабочая cреда.

Поэтому при анализе рабочего места и рабочей среды необходимо выполнять проверку наличия и допустимости уровней воздействия опасных и вредных физических, химических, биологических и психофизических факторов по ГОСТ 12.0.003-74 и другим стандартам ССБТ.

К физическим факторам относятся :

- движущиеся машины, механизмы и их элементы, запыленность и загазованность воздуха, температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха;

- уровень шума, вибраций, инфра- и ультразвуков;

- плотность воздуха, ее резкое изменение, подвижность и ионизация воздуха;

- ионизирующие и электромагнитные излучения, статические заряды, электрические и магнитные поля;

- освещенность;

- опасность поражения электрическим током.

Исследуемое помещение – помещение высотой 3м и площадью 15м2 (3 м х 5 м), в котором оборудовано 2 рабочих места. На каждом из них установлены панели системы охранной сигнализации, на которых расположены кнопки управления, светодиодные и семисегментные индикаторы. Трудовая деятельность работников в этом помещении заключается в наблюдении за панелями системы охранной сигнализации.

В процессе трудовой деятельности работников в исследуемом помещении их здоровье будет подвергаться воздействию следующих вредных и опасных факторов :

- неблагоприятные эргономические факторы – при неправильном организации рабочего места возможно уменьшение производительности труда, повышенная утомляемость, увеличение количества ошибок и возможность травматизма;

- неблагоприятный микроклимат - параметры микроклимата в помещении должны поддерживаться на требуемом, для данного вида трудовой деятельности, нормами уровне ;

- запыленность воздуха - в помещении присутствует бытовая пыль;

- отсутствие или недостаток естественного света, повышенная или пониженная освещенность, яркость и контрастность, пульсации светового потока ;

- излучения - источниками излучения в этом помещении являются мониторы наблюдения ;

- опасность поражения электрическим током в случае не соблюдения правил техники безопасности - электропитание оборудования осуществляется по однофазной сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц ;

- опасность возникновения пожара в случае несоблюдения норм пожарной безопасности - в помещении имеются горючие материалы (столы, стулья, паркет, отделочные материалы)

* 1. Организация рабочего места

Под рабочим местом понимается часть пространства, где протекает целенаправленное воздействие человека на машину, материал или технологический процесс. При этом воздействие может производиться вручную, с помощью инструментов, органов управления и контроля или технических устройств.

Организация рабочего места пользователя видеотерминала должна обеспечивать соответствие всех элементов рабочего места и их расположение эргономическим требованиям ГОСТ 12.2.032 "ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования"; характеру и особенностям трудовой деятельности.

Площадь, выделенная для одного рабочего места с видеотерминалом составляет не меньшее 6 м2, а объем не меньшее 20 м3.

Рабочие места с видеотерминалами относительно световых проемов размещаются так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.

При размещении рабочих мест с видеотерминалами необходимо придерживаться таких требований:

- рабочие места с видеотерминалами размещаются на расстоянии не менее 1м от стен со световыми проемами;

- расстояние между боковыми поверхностями видеотерминалов должно быть не менее 1,2 м;

- расстояние между тыльной поверхностью одного видеотерминала и экраном другого не должна быть меньшей 2,5 м;

Конструкция рабочего места пользователя видеотерминала (при работе сидя) обеспечивает поддержание оптимальной рабочей позы с такими эргономическими характеристиками: ступни ног - на полу или на подставке для ног, бедра - в горизонтальной плоскости; предплечье - вертикально; локти - под углом 70-90° к вертикальной плоскости; запястья согнутые под углом не больше 20° относительно горизонтальной плоскости, наклон головы -15-20° относительно вертикальной плоскости.

Если пользование видеотерминалом есть основным видом деятельности, то указанное оснащение размещается на основном рабочем столе, как правило, с левой стороны.

Высота рабочей поверхности стола для видеотерминала находится в пределах 600-800 мм, а ширина - обеспечивает возможность выполнения операций в зоне досягаемости моторного поля.

Рекомендованные размеры стола: высота - 725 мм, ширина – 600 -1400 мм, глубины – 800 -1000 мм.

Рабочий стол имеет пространство для ног высотой не меньше 600 мм, шириной не меньше 500 мм, глубиной на уровне колен не меньше 450 мм, на уровне вытянутой ноги – не меньше 650 мм.

Рабочий стол оборудован подставкой для ног шириной не меньше 300 мм и глубиной не меньше 400 мм, с возможностью регулирования по высоте в пределах 150 мм и угла наклона опорной поверхности – в пределах 20. Подставка имеет рифленую поверхность и бортик на передней стороне высотой 10 мм. Использование подставки для ног теми, у кого ноги не достают до пола, когда рабочее сиденье находится на высоте, необходимой для обеспечения оптимальной рабочей позы.

Рабочие сиденья имеют такие основные элементы: сидение, спинка и стационарные или съемные подлокотники. В конструкцию сидений введены дополнительные элементы: подголовник и подставка для ног.

Рабочие сиденья являются подъемно-поворотными, такими которые регулируются по высоте, углом наклона сиденья и спинки. Регулирование каждого параметра является независимым, плавным, имеет надежную фиксацию. Ход ступенчатого регулирования элементов сидения для линейных размеров 15 – 20 мм, для угловых – 2 – 50. Усилия для регулирования не превышают 20Н.

Ширина и глубина сиденья не меньше 400 мм. Высота поверхности сиденья регулируется в пределах 400 – 500 мм, а угол наклона поверхности - от 150 вперед до 50 назад. Поверхность сиденья является острой, передний край закруглен.

Высота спинки сиденья составляет 300+/-20 мм, ширина – не меньше 380 мм, радиус кривизны в горизонтальной плоскости – 400 мм. Угол наклона спинки регулируется в пределах 0 – 300 относительно вертикального положения. Расстояние от спинки до переднего края сиденья регулируется в пределах 260 – 400 мм.

* 1. Микроклимат в помещении

Согласно ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” под микроклиматом производственных помещений понимают климат их внутренней среды, который определяется действующими на организм человека в сочетании температуры, влажности, скорости движения воздуха и тепловых излучений.

Таким образом, основными параметрами микроклимата являются :

- температура воздуха ;

- относительная влажность воздуха ;

- скорость движения воздуха ;

Параметры микроклимата могут изменяться в очень широких пределах, оказывать существенное влияния на самочувствие и здоровье человека, производительность и качество его труда.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88, исследуемое помещение относиться к категории Iа (виды деятельности с расходом энергии не более 120 ккал/ч (139 Вт)), так как к этой категории относятся работы, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением и работы, выполняемые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для категории работ Iа приведены в табл. 9.1

В теплый период года допускается повышение температуры воздуха на постоянных рабочих местах до 31…320 С при легких работах.

Для обеспечения установленных норм на данном рабочем месте в зимний период применяется центральное водяное отопление, которое регулируются соответственно СНиП 2.04.05-91 “Отопление, вентиляция, и кон­диционирование”.

Контроль этих параметров осуществляется с помощью термометра, психометра и анемометра. Результаты измерений сравнивают с нормативными.

Таблица 9.1 - Нормируемые параметры микроклимата в рабочей зоне

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Период Года | Параметры | Оптимальные  нормы | Допустимые  нормы | Фактическое  значение |
| Теплый  период  года | температура  воздуха | 22-24 °С | 21-25 °С | 23 °С |
|  | относительная  влажность | 40–60 % | ≤ 70 % | 60 % |
|  | скорость движения  воздуха | 0,1 м/с | ≤ 0,2 м/c | 0,1 м/с |
| Период Года | Параметры | Оптимальные  нормы | Допустимые  нормы | Фактическое  значение |
| Холодный  период  года | температура  воздуха | 23-25 °С | 22-26 °С | 22 °С |
|  | относительная  влажность | 40–60 % | ≤ 70 % | 50 % |
|  | скорость движения  воздуха | 0,1-0,2 м/с | ≤ 0,2 м/c | 0,1 м/с |

Проанализировав данные таблицы можно сделать вывод, что все па­ра­метры микроклимата не выходят за пределы ограничений и поэтому не создают ощущения дискомфорта и не ведут к понижению работоспособности, благодаря тому, что

1. источниками тепла являются осветительные лампы, а в зимнее время лампы и батареи отопления;

Системы отопления должны компенсировать потери тепла через ограждающие наружные строительные конструкции, на нагревание воздуха, поступающего снаружи через окна, двери и т.п.

Количество тепла, теряемое строительной конструкцией Q3 , зависит от разницы температур, их величины, площади и вида материала и может быть подсчитано для плоских поверхностей по формуле:

Q3= k Fk ( tв – tн ) , ккал/ч (9.1)

где:k=(1 / R0 ) – коэффициент теплопередачи конструкции ограждения, ккал/ч;

R0 – общий коэффициент термического сопротивления теплопереходу ограждения, ккал/ч м2 град;

Fk – поверхность ограждающей конструкции , м2

tв – расчетная температура воздуха в помещении , 0 С

tн - расчетная температура наружного воздуха , 0 С

Для конструкции из обычного кирпича толщиной 510 мм R0=1,03 ккал/ч м2 град, с площадью наружной стены 15 м2, температурой в помещении 240 С и наружной температуры -15 0 С

Q3 = 15 ( 24 – (- 15 )) / 1,03 = 568 ккал/ч

Определяем относительный расход воды на эквивалентный квадратный метр (э. к. м.) с теплоотдачей эталонного прибора 435 ккал/ч м2 при разности между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха 64,5 0С и подачей воды сверху вниз в количестве 17,4 кг/м2 ч. Теплоотдающую поверхность нагрева отопительных приборов определяют в э. к. м., а затем пересчитывают на метраж принятых к установке типов приборов.

Относительный расход воды на э. к. м. составит:

 (9.2)

где : Δt – разность температур межу средней температурой теплоносителя в нагревательном приборе и температурой в помещении, 0С

ΔТ – перепад температур теплоносителя в нагревательном приборе, 0С



При других, чем указано выше, параметрах теплоносителя и количествах проходящей через прибор воды, значение э. к. м. будет равно:

q э. к. м. = 7,98 ( Δt –10 ) α (9.3)

где : α - поправочный коэффициент, зависящий от относительного расхода воды (для q=0,539 α=0,93 )

q э. к. м. = 7,98 (54 –10) 0,93 = 326 ккал/ч

Необходимая поверхность приборов э. к. м. Fпр составит:

Fпр = Q3 / q э. к. м. = 568 / 326 = 1,74 м2(9.4)

Необходимое количество секций радиаторов М-140 (f э. к. м.=0,31 м2) равно :

N = Fпр / f э. к. м = 1,74 / 0,31 = 6 штук. (9.5)

1. требуемая влажность обеспечивается обогревом и вентиляцией;
2. естественная притяжно-вытяжная вентиляция обеспечивается давлением, создаваемым ветренным напором через вентиляционные шахты здания.
   1. Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

Источники выделения вредных веществ в исследуемом помещении отсутствуют. Однако в помещении присутствует бытовая пыль.

Пыль - один из производственных факторов, вредно влияющих на человека. По способу образования пыль подразделяют на аэрозоль дизинтеграции, поступающий в воздух в результате механического измельчения твердых материалов, и аэрозоль конденсации, образующийся при возгонке твердых веществ.

Вредное воздействие пыли зависит от ряда физических и химических ее свойств. Основную роль при этом играет концентрация пыли во вдыхаемом воздухе, дисперсность и форма частиц пыли.

Предельно допустимые концентрации пыли выражаются в миллиграммах на м3. Они регламентированы ГОСТ 12.1.005-88. ПДК бытовой пыли 6 мг/м3 . Поддержание концентрации бытовой пыли ниже ПДК обеспечивается регулярной влажной уборкой, производимой в исследуемом помещении.

* 1. Освещение

Важную роль при плодотворной работе играет освещение помещения лаборатории. Правильно выполненная система освещения рабочего места повышает производительность труда на 10 %, снижает количество несчастных случаев на 20%, благоприятно влияет на производственную среду. Все это способствует уменьшению утомляемости зрения рабочих.

В исследуемом помещении используется совмещенное освещение, представляющее собой естественное одностороннее боковое освещение в светлое время суток , осуществляемое через проемы в стенах (окна), которое дополняется искусственным общим в темное время суток. При этом рабочие места расположены относительно окон так как это рекомендовано СниП II.4-85.

Совмещенное освещение представляет собой дополнение естественного освещения искусственным в светлое время суток при недостаточном по нормам естественном освещении.

В качестве критерия естественного освещения принят коэффициент естественной освещенности (КЕО), представляющий собой выраженное в процентах отношение естественной освещенности, которая создается в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

При системе естественного бокового освещения нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на расстоянии 1м от стены, наиболее удаленной от световых проемов на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условий рабочей поверхности или пола.

Нормированные значения КЕО для зданий, располагаемых в III световом поясе зависят от разряда зрительной работы, выполняемой в производственных помещениях, или назначения помещения. Для зданий, расположенного в IV поясе светового климата, нормированные значения КЕО

eiiV=ei III⋅m⋅C (9.6)

где ei III - значение КЕО по таблицам и нормам, % ; m - коэффициент светового климата ; С - коэффициент солнечности климата.

По нормам для СНиПII - 4 - 85 для зрительных работ высокой точности III разряда, коэффициент естественной освещенности eIII=1,5 ; поскольку Киев расположен в IV поясе светового климата, коэффициент светового климата m = 0.9 со; при географической широте 50° с.ш. и южнее и азимуте световых проемов лаборатории 180° коэффициент солнечности климата С = 0.95. Таким образом по 9.6:

eIV = 1,5 ⋅ 0.95 ⋅ 0.9 = 1.2825

что соответствует санитарным нормам.

При общем искусственном равномерном освещении светильники размешаются на потолке равномерно. Для искусственного освещения помещения применены газоразрядные светильники Л201Б 2 х 40 -14 в количестве 4 шт., расположенные в два ряда. Наименьший размер объекта различения для зрительных работ равен 0.4 мм, что соответствует III разряду зрительных работ (зрительным работам высокой точности). Так как фон объекта различения темный, контраст объекта различения с фоном средний - подразряд зрительной работы б), поэтому при выбранном типе искусственного освещения освещенность в помещении должна быть не менее 300 лк.

9.6 Электробезопасность

Электричество широко применяется во всех областях народного хозяйства, поэтому вопросам электробезопасности уделяется большое внимание. Рассмотрим воздействие электрического тока на организм человека. Проходя через организм, ток вызывает термическое, электрическое и биологическое воздействия.

Эти действия тока приводят к электрическим травмам, которые условно можно свести к двум видам :

- местные электрические травмы ;

- общие электрические травмы (электрические удары).

В исследуемом помещении номинальное напряжение питающей сети 220 В, 50 ГЦ однофазного переменного тока. Потребителями энергии являются система охранной сигнализации и другие периферийные устройства, подключаемые к ней. Для нормальной работы система охранной сигнализации требует зануления. Но при этом существует опасность включения вилки питания неправильно, то есть вместо фазы - нуль, что может привести к выходу аппаратуры из строя. Поэтому вилка шнура питания должна соответствовать евростандарту. В качестве розетки рекомендуется использовать сетевой удлинитель (также должен отвечать евростандарту, то есть иметь специальный, защищающий от неправильного включения вилки, штырь), имеющий предохранитель и выключатель.

Безопасность эксплуатации электрического оборудования и защита от поражения электрическим током обеспечивается применением ряда защитных мер:

- персонал, работающий должен быть технически грамотным и дисциплинированным, а так же обязан знать параметры электропитания

- должна обеспечиваться недоступность и рабочая изоляция токоведущих частей;

- должно обеспечиваться защитное разделение сети;

- должно обеспечиваться защитное зануление (Принцип действия зануления состоит в предотвращении пробоя фазы на корпус в однофазное короткое замыкание с целью получения большого тока, способного обеспечить срабатывание максимальной токовой защиты и автоматически отключить поврежденную электроустановку от питающей сети);

- персонал, выполняющий ремонтные работы в электрических установках, должен иметь электромеханическую специальность;

- должны осуществляться проверка знаний по технике безопасности и инструктаж по оказанию первой помощи человеку, пораженному электрическим током.

Основными нормативными документами по защите от поражения электрическим током, которыми необходимо пользоваться при организации работы, являются: “Правила устройства электроустановок потребителей”, “Инструкция по выполнению сетей заземления электроустановок”, СН - 102 - 65, ГОСТ 12.4.001 - 84, ГОСТ 12.2.007-84.

9.7 Пожарная безопасность

В соответствии со СНиП 2.01.02-85, СНТП24-86 исследуемое помещение по пожарной и взрывной безопасности относится к категории “В”, т.е. является помещением в котором находятся твердые горючие вещества и материалы.

По огнестойкости помещение относится ко II степени огнестойкости (ГОСТ 12.1.004 - 91), т.е. механические конструкции в помещении, стены выполнены из несгораемых материалов.

Помещение относится к :

- категории В;

- класс зоны - П I Iа (ПУЭ - 85) ;

- требуемая степень огнестойкости II ;

- ширина прохода не менее 1 м ;

- ширина коридора не менее 1.4 м ;

- ширина двери не менее 0.9 м ;

- ширина лестничной площадки не менее 2 м ;

- расстояние от двери помещения до эвакуационного выхода 50 м

На случай возникновения пожара на лестничной площадке за помещением установлен пожарный щит, оборудованный пожарным инвентарем , огнетушителями марки ОУ-5 (огнетушитель углекислый, ручной) для тушения загораний различных материалов и установок под напряжением до 1000 В химическим пенным огнетушителем ОХП-10, для тушения твердых материалов и ящиком с песком. На стене, рядом с входной дверью, находится план эвакуации и по всему коридору развешены эвакуационные знаки.

В помещении на потолке установлены тепловые датчики ДТЛ автоматической пожарной сигнализации, включенные последовательно по шлейфной системе. Датчик одноразового действия ДТЛ представляет собой две упругие металлические пластинки, спаянные легкоплавким припоем. При повышении температуры до 22° С спай расплавляется и пластины размыкаются, разрывая цепь и включая сигнализацию. Кроме того, на лестничных площадках имеется водопровод с внутренними пожарными кранами. В качестве пожарной связи служит внутренний телефон.

Помещение имеет один выход, он ведет непосредственно на лестничную площадку, ведущую на улицу, дверь помещения открываются внутрь.

Таким образом, обеспечение эвакуации соответствует нормам, установленным в СНиП 2-09-02-85 «Производственные здания». В здании насчитывается три эвакуационных выхода с этажа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения дипломного проекта можно сделать такие выводы:

* анализируя схемные решения аналогов и разрабатываемого устройства, констатируем, что устройство пока не обладает патентной чистотой;
* по сравниваемым параметрам охранно-пожарных приборов разработана структурная схема устройства;
* по требованиям параметров структурной схемы разработана принципиальная схема на современной SMD элементной базе, которая обеспечивает многофункциональность устройства, расширяет количество методов оповещения о возможных угрозах и позволяет конструктивно выполнить устройство управления в виде самостоятельного модуля, что позволяет его применять с разными по сложности устройствами, а также обеспечивает надёжную работу при отсутствии источника постоянного тока;
* применяя микросхемы с шагом выводов 0,625 мм, для них разработано посадочное место когда шаг координатной сетки ПП равен 1,25 мм, что позволило эффективно согласовать элементы печатного монтажа на поверхность и в отверстия;
* Конструкторско-технологический расчет элементов печатного монтажа показал, что печатная плата относится к третьему классу точности.
* Электрический расчет печатной платы показал, что значения электрических параметров не превышают допустимые значения для двусторонней печатной платы.
* проведенные поверочные конструкторско-технологические расчеты показывают, что ограничения на элементы печатного монтажа не нарушаются;
* при расчете печатного монтажа на вибропрочность показано, что печатную плату необходимо жёстко закрепить по четырем сторонам. При этом показано, что устройство не нуждается в дополнительных опорах, амортизаторах или других элементах для уменьшения перегрузок при действии вибрации;
* по интенсивности отказов и с учетом множества дестабилизирующих факторов определены основные показатели надежности, которые значительно превосходят представленные в техническом задании. Среднее время наработки до первого отказа составляет 1,12\*105 часов;

В экономической части данного дипломного проекта проведен расчет организационно-экономических показателей, определена себестоимость (197 грн) и договорная цена устройства (265 грн), проведена оценка уровня качества и конкурентоспособности устройства;

Данный дипломный проект содержит в себе информацию об условиях труда, которые должны быть соблюдены для нормальной работы персонала и обеспечения надлежащего состояния человеческого здоровья

Все параметры и характеристики устройства полностью удовлетворяют требованиям, поставленным в техническом задании.

Приведенные расчёты и графическая часть показывают, что задание дипломного проекта полностью выполнено.