СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc72368225)

[1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 5](#_Toc72368226)

[2 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБАТЫВАЕМОМУ УСТРОЙСТВУ. 9](#_Toc72368227)

[2.1Анализ схемы электрической принципиальной 9](#_Toc72368228)

[2.2 Анализ условий эксплуатации и дестабилизирующих факторов 14](#_Toc72368229)

[3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ, УНИФИЦИРОВАННЫХ УЗЛОВ, УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ 15](#_Toc72368230)

[4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ И МЕТОДА КОНСТРУИРОВАНИЯ 21](#_Toc72368231)

[5 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА, ГЕРМЕТИЗАЦИИ, ВИБРОЗАЩИТЫ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ 24](#_Toc72368232)

[6 РАСЧЁТ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСВА 29](#_Toc72368233)

[6.1 Компоновочный расчёт печатной платы 29](#_Toc72368234)

[6.2 Расчёт конструктивно-технологических параметров печатной платы. Выбор и обоснование метода изготовления печатной платы 31](#_Toc72368235)

[6.3 Оценка теплового режима и выбор способа охлаждения 37](#_Toc72368236)

[6.4 Расчёт механической прочности и системы виброударной защиты 41](#_Toc72368237)

[6.5 Обеспечение электромагнитной совместимости 44](#_Toc72368238)

[6.6 Оценка надёжности устройства 46](#_Toc72368239)

[10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ УСТРОЙСТВА 50](#_Toc72368240)

[11 ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ, МАРКИРОВКЕ, УПАКОВКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ УСТРОЙСТВ 53](#_Toc72368241)

[11.1 Требования к хранению 53](#_Toc72368242)

[11.2 Требования к маркировке 53](#_Toc72368243)

[11.3 Требования к упаковке 54](#_Toc72368244)

[11.4 Требования к транспортировке 55](#_Toc72368245)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 57](#_Toc72368246)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 58](#_Toc72368247)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 59](#_Toc72368248)

**ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И ТЕРМИНОВ**

В настоящей пояснительной записке применяются следующие обозначения и сокращения:

ПС – пожарная сигнализация.

ПКП – приемно-контрольный прибор.

ПИ – пожарный извещатель.

# ВВЕДЕНИЕ

На любом объекте существует угроза нанесения ущерба имуществу и здоровью людей при возникновении неконтролируемого возгорания или пожара. Единственный способ свести в этом случае возможные потери к минимуму - это построить эффективную систему обнаружения и ликвидации возгорания. Основным способом решения этой проблемы является установка системы пожарной сигнализации, которая предназначается для обнаружения очагов возгорания и управления системами оповещения людей о пожаре, установками автоматического пожаротушения, а также технологическим оборудованием.

Также немало важную роль играет обеспечения охранной составляющей на объектах содержащих ценное имущество. Средства охраны призваны защитить информационные ресурсы от хищения, несанкционированного копирования и модификации. С наступлением эры технического прогресса почти повсеместно стали использовать технические средства защиты. И в первую очередь охранные сигнализации.

Системы охранной и пожарной сигнализации многое объединяет. Они имеют общие каналы связи, используют похожие алгоритмы приема и обработки информации. Поэтому их логично объединяют в одну систему - охранно-пожарную сигнализацию.

Охранно-пожарная сигнализация - это базовый элемент в системе безопасности любого предприятия. Системы охранно-пожарной сигнализации постоянно совершенствуется, изобретаются новые способы обнаружения пожара, снижается процент ложных тревог.

На любом предприятии, в каждом офисе необходимо иметь такую систему. Это продиктовано как желанием владельца обезопасить свое имущество, жизнь и здоровье сотрудников, так и государственными стандартами, и нормативными актами МЧС. Актуальность данной темы обусловлена тем, что такие системы можно применять как в промышленных условиях, так и в домашних.

# ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Система пожарной сигнализации - это совокупность совместно действующих средств пожарной сигнализации, установленных на защищаемом объекте, для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре на этом объекте, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и технических устройств.

В настоящее время можно выделить три основных типа пожарной сигнализации: традиционные пороговые, адресные, адресно-аналоговые.

Традиционные пороговые (неадресные) ПС представляют собой систему с лучевой архитектурой, в которой приемно-контрольный прибор определяет зону возникновения тревожного извещения в пределах шлейфа. В шлейф пожарной сигнализации такого типа включаются обычные пороговые (активные, пассивные) датчики. При срабатывании датчика его номер и помещение на станции не указываются, инициируется только номер шлейфа. Применение неадресных систем целесообразно для небольших объектов (не более 30-40 помещений). Конкретное место срабатывания может определить лишь дежурный персонал путем обследования всех помещений зоны. Недостатки систем этого типа - низкая информативность (в том числе отсутствие информации о неисправности извещателя), высокая вероятность ложных срабатываний, дорогостоящий монтаж.

Адресные системы ПС позволяют определить не только зону, но и точный адрес сработавшего датчика. При активизации датчик передает по шлейфу адрес в последовательном коде, который отображается на дисплее ПКП. В каждом датчике или монтажном цоколе расположена схема установки адреса. Таким образом, система определяет конкретное место формирования сигнала о тревоге, что повышает оперативность реагирования специальных служб. Адресные системы пожарной сигнализации подразделяются на неопросные и опросные. В интеллектуальных адресных системах может использоваться произвольный вид шлейфа: кольцевой, разветвленный, звездой и любое их сочетание, не требуется ни каких оконечных элементов шлейфа. В опросных адресных системах наличие датчика подтверждается его ответами на запросы ПКП (не реже 5-10 с). Если ПКП при очередном запросе не получает ответ от датчика, его адрес индицируется с соответствующим сообщением. В этом случае отпадает необходимость использования функции разрыва шлейфа и при отключении одного датчика сохраняется работоспособность всех остальных.

Адресно-аналоговые системы ПС, обладают большими наиболее развитыми функциональными возможностями, надежностью и гибкостью, являются центром сбора телеметрической информации, поступающей от датчиков. В современном здании, оборудованном дорогостоящими системами телекоммуникации, автоматизации и жизнеобеспечения, применение адресно-аналогового оборудования является верным решением. Важным отличием адресно-аналоговых систем ПС является то, что в них извещатель является лишь измерителем параметра и транслирует на ПКП его значение и свой адрес, а ПКП оценивает величину и скорость изменения этого параметра, а также управляет индикацией ПИ, включая соответствующий режим. Т.е. все решения по контролю и управлению пожарной ситуацией на объекте принимаются приемно-контрольным прибором. Современная адресно-аналоговая система ПС - это специализированный компьютерный комплекс, который позволяет контролировать целый набор параметров - и оценивать состояние объекта по нескольким ПИ, находящимся в одном или разных помещениях, менять чувствительность ПИ в зависимости от условий эксплуатации и времени работы. Адресно-аналоговая система также позволяет гибко организовать работу и взаимодействие всех инженерных систем жизнеобеспечения здания.

Сердцем любой системы ПС обычно является модуль управления и контроля – составная часть установки пожарной сигнализации для приема информации от пожарных извещателей, выработки сигнала о возникновении пожара или неисправности установки и для дальнейшей передачи и выдачи команд на другие устройства. Такие модули принято считать приемно-контрольным прибором, они являются основными элементами, формирующими на объекте информационно-аналитическую систему охранной, пожарной или охранно-пожарной сигнализации. Такие системы могут быть автономными или централизованными. При централизованной охране объектовый комплекс технических средств, формируемый одним или несколькими ПКП, образует объектовую подсистему охранно-пожарной сигнализации, которая с помощью системы передачи извещений передает в заданном виде информацию о состоянии объекта на пульт централизованного наблюдения, размещаемый в центре приема извещений о тревоге. Информация, формируемая ПКП при автономной и централизованной охране, передается сотрудникам специальных служб обеспечения охраны объекта, на которых возложены функции реагирования на тревожные извещения, поступающие с объекта.

В таблице 1.1 представлены основные характеристики приборов приемно-контрольных доступных на рынке.

Таблица 1.1 – Основные характеристики приборов приемно-контрольных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модель | Количество зон | Основные характеристики | Цена, руб. |
| Гранит-8Л | 8 | Передача сигналов тревоги на ПЦН осуществляется через городскую телефонную сеть и/или по голосовому каналу сотовой связи стандарта GSM. SMS-уведомление на сотовый телефон владельца о событиях на объекте (для GSM-терминала), отправляется только после доставки извещения на ПЦН и носит вспомогательный характер. Режимы работы и используемые прибором электронные ключи управления задаются при программировании настроек прибора на АРМ администратора системы "ЛАВИНА". Режим "Тихая тревога" для второго охранного шлейфа (ШС2). Возможность передачи извещений "Тревога", "Внимание", "Пожар" и "Неисправность" размыканием контактов реле "ПЦН1" и "ПЦН2" или организации автономной работы прибора. 8 шлейфов сигнализации (ШС) с функциями охранных или пожарных. | 342 |
| Радуга-4А | 64 | Управление установками газового, аэрозольного, порошкового пожаротушения, установками дымоудаления, управления световыми и звуковыми оповещателями. Контролирует состояние 1 шлейфа сигнализации (ШС) и 4 шлейфов датчиков состояния, передачи извещений на ПЦН, контроль исправности шлейфов, цепей управления и пуска. Контроль до 64 адресных зон и формирование команд на исполнительные устройства, сигналов на пульт централизованного наблюдения и устройства пожарной автоматики. Полностью соответствует требованиям по организации автоматического пожаротушения. Максимальное количество активных извещателей, подключаемых к прибору, определяется их энергопотреблением и может составлять от 250 до 750 шт. | 570 |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модель | Количество зон | Основные характеристики | Цена, руб. |
| КОДОС  А-20 | 200 | Автоматическое определение подключенных адресных блоков. Защита настроек системы паролями. Объединение в разделы зон и каналов управления. Отложенное срабатывание зоны и отложенная постановка зоны на охрану. Управление исполнительными устройствами. Объединение зон в группы и конфигурирование зон, управляющих каналами. Постановка/снятие с охраны разделов. Обновление микропрограммы Включение сирены и передача сигнала тревоги на Пульт Центрального Наблюдения. Возможность работы в автономном режиме, либо в режиме связи с компьютером | 925 |

На основании данных, представленных в таблице 1.1 можно сказать, что

современные ПКП предоставляют широкий спектр функций, однако их стоимость не всегда соответствует потребительскому ожиданию. Поэтому целью данной дипломной работы является разработка наиболее выгодного главного модуля управления и контроля для охранно-пожарной сигнализации с целью применения его в жилом помещении для личного пользования потребителя.

# 2 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБАТЫВАЕМОМУ УСТРОЙСТВУ

## Анализ схемы электрической принципиальной

Схема электрическая принципиальная модуля управления системой пожарной сигнализации представлена на рисунке 2.1.

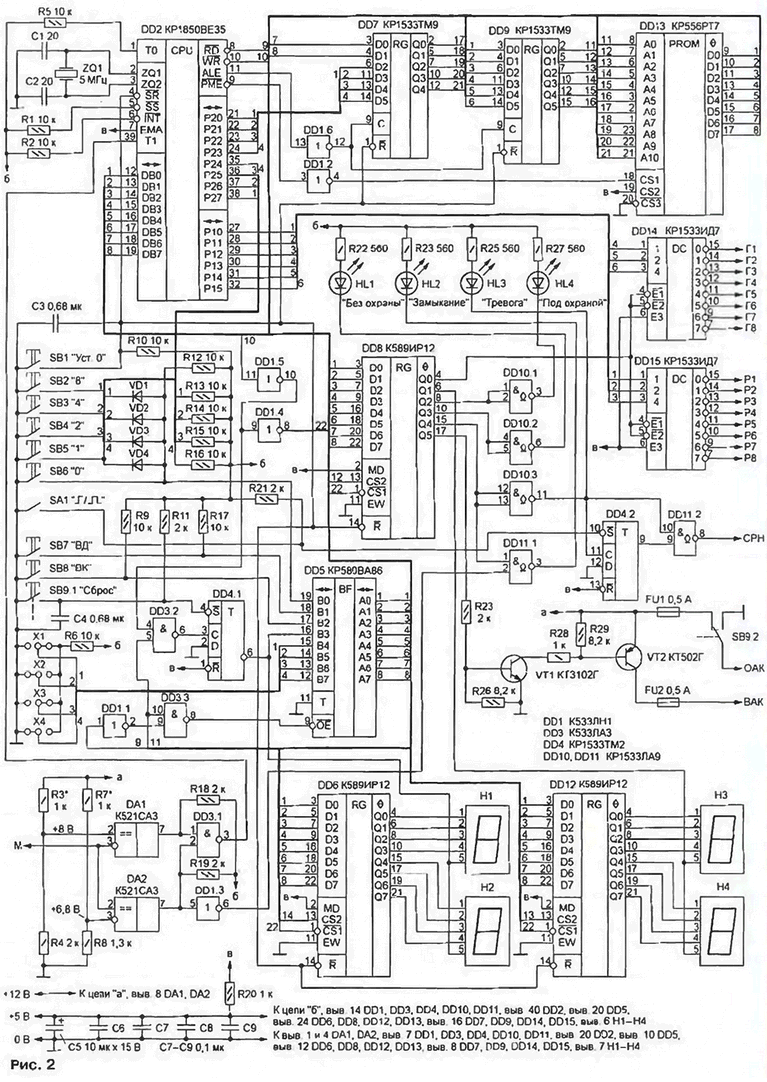


Рисунок 2.1 – Схема электрическая принципиальная устройства

Предлагаемая система предназначена для охраны объектов, оборудованных датчиками, контакты которых размыкаются при срабатывании. Имеется возможность взятия объекта под охрану и снятия с нее, прослушивания шумов и других звуков в охраняемых помещениях, обнаружения попыток замыкания проводов, идущих от датчиков к системной плате. В устройство можно ввести пожарную сигнализацию. Упрощение системы (по сравнению с другими устройствами с подобным набором функций) достигнуто применением однокристальной микро-ЭВМ (микроконтроллера) КР1850ВЕ35.

К описываемой системе охраны может быть подключено до 64 датчиков, причем для соединения их с контроллером достаточно 16 проводов – восьми групповых и восьми разрядных линий. Датчики В1-В64 размещены в охраняемых помещениях, остальные узлы – в блоке контроллера, установленном на рабочем месте дежурного оператора.

Для опроса датчиков групповые (S1-S8) и разрядные (S9- S16) ключи поочередно замыкаются по сигналам Г1- Г8 и Р1-Р8 от системной платы, причем в каждый момент замкнут только один из S1-S8 и один из S9 - S16.

Датчик может быть любого типа (механический, радиолокационный, инфракрасный, ультразвуковой), важно только, чтобы при срабатывании контакты S1 его выходной цепи размыкались. Кроме того, потребуются резисторы R1 и R2 и диод VD1. Все остальное монтируется при необходимости. Узел S1R1R2 должен быть конструктивно выполнен таким образом, чтобы исключить доступ злоумышленника непосредственно к контактам S1. В этом случае все попытки заблокировать датчик, закоротив идущие к нему провода, будут зафиксированы системой. Этим свойством можно воспользоваться для подключения нормально разомкнутых контактов 52 датчика пожарной сигнализации. Подаваемый контроллером сигнал "Замыкание" будет и сигналом "Пожар". Правда, точно узнать, что случилось, можно будет лишь лично прибыв на место.

Микрофон ВМ1 и усилитель А1 предназначены для прослушивания оператором шумов в охраняемом помещении. Важно, чтобы постоянная составляющая напряжения на выходе работающего усилителя была достаточна для открывания диода VD2, через который звуковой сигнал по общей для всех датчиков цепи АК (акустический контроль) поступает на вход УМЗЧ.

Формируемый контроллером импульс ВАК (включение акустического контроля) поступает одновременно на все датчики, но реагирует на него только тот из них, который в данный момент выбран замкнувшимися групповым и разрядным ключами. В результате открывается его транзистор VT1, через светодиод оптрона U1 течет коллекторный ток, открывается фототиристор оптрона, и на усилитель А1 подается напряжение питание. Усилитель остается включенным до тех пор, пока цепь ОАК (отключение акустического контроля) не будет кратковременно разорвана в контроллере, что приведет к закрыванию тиристора.

Основа схемы системной платы контроллера - микроконтроллер КР1850ВЕ35 (DD2), управляющая программа которого хранится в ППЗУ DD13. Микроконтроллер обращается к внешней памяти программ, формируя сигнал РМЕ. Микросхемы DD7 и DD9 образуют регистр адреса, запись в который происходит по сигналу АLЕ. причем старшие разряды адреса микроконтроллер выводит через разряды Р20-Р23 своего порта Р2.

Небольшое число периферийных регистров позволило, исключив дешифратор, пользоваться для их выбора отдельными разрядами шины адреса. Микроконтроллер обращается к регистрам по адресам:

* 0001Н - регистр состояния органов управленияDD5 (чтение), триггер DD4.1 (запись);
* 0002Н - регистр управления DD8 (только запись);
* 0004Н - регистр индикатора оперативной информации DD12 (только запись);
* 0008Н - регистр индикатора постоянной информации DD6 (только запись).

Выходные сигналы регистра управления DD8 включают и выключают опрос датчиков (Q0), а также индикаторы оперативной информации (Q1), взятия под охрану (Q2) и снятия с нее (Q3). На выходе Q4 этого регистра формируется сигнал тревоги, а Q5 управляет электронным ключом (транзисторыVT1, VT2), подающим сигнал включения акустического контроля. К выходам регистров оперативной (DD12) и постоянной (DD6) информации подключено по две ячейки цифровых индикаторов Н1 - Н4. Выполнены они по схеме, показанной на рисунке 2.2.

Микроконтроллер последовательно опрашивает датчики, выводя в порт Р1 коды их номеров. В соответствии с ними дешифраторы DD14 и DD15 формируют сигналы опроса Г1 - Г8, Р1 - Р8. Состояние датчика, находящегося на пересечении групповой и разрядной линий, ключи которых в данный момент замкнуты, определяется по падению напряжения на нем, создаваемому током, протекающим по цепи (см. рис. 1): источник питания + 12 В, измерительный резистор R1, замкнутый групповой ключ, датчик, замкнутый разрядный ключ, общий провод. В исходном состоянии (при отсутствии тревоги) сопротивление датчика и падающее на нем напряжение малы (но не равны нулю), при срабатывании - велики.

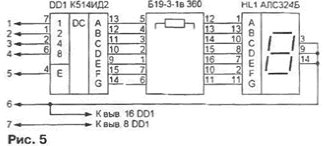


Рисунок 2.2 – Схема цифровых индикаторов.

К точке соединения измерительного резистора с групповыми ключами (цепь М) подключены входы компараторов DA1 и DА2. Порог срабатывания первого из них равен 8 В и находится между уровнями напряжения, соответствующими сработавшему и несработавшему датчикам. Компаратор DА2 реагирует на входное напряжение менее 6,8 В, т.е. ниже уровня, характерного для несработавших датчиков. Это позволяет фиксировать замыкания подходящих к датчикам линий. При необходимости пороги компараторов могут быть изменены подборкой резисторов RЗ и R7.

Нештатная ситуация (тревога) фиксируется при срабатывании любого из компараторов и наличии во внутреннем ОЗУ микроконтроллера отметки, что данное помещение взято под охрану. Сигнал СРН, включающий сирену или другое исполнительное устройство, подается только при подтверждении срабатывания датчика через 20мс после его первого обнаружения. Одновременно включается светодиод HL3 ("Тревога"). а если сработал компаратор DА2, то включается и светодиод НL2 ("Замыкание"). Номер датчика отображается на цифровом индикаторе оперативной информации (НЗ, Н4) и запоминается во внутреннем регистре R20 микроконтроллера. Кроме того, подается сигнал ВАК длительностью примерно 20мс, включающий микрофонный усилитель в помещении, где сработал датчик.

Тревога продолжается 3с. после чего о нештатной ситуации свидетельствует только номер сработавшего датчика, перенесенный на индикатор постоянной информации (Н1, Н2). Если контакты выключателя SА1 разомкнуты, сигнал СРН останется активным и после истечения трехсекундного интервала. Отключают его переводом SА1 в замкнутое положение.

Индикатор постоянной информации можно погасить нажатием кнопки SВ9 ("Сброс"). Ее вторая контактная группа разрывает цепь ОАК, отключая прослушивание охраняемого помещения. Пока индикатор не погашен, микроконтроллер, обнаружив сработавший датчик, сравнивает его номер с хранящимся в регистре R20. Если они совпали, новых событий не произойдет, а если нет (сработал еще один датчик), вновь будет подан сигнал тревоги.

Несколько одновременно сработавших датчиков обрабатываются поочередно, начиная с того, у которого номер наименьший. Именно он зафиксируется в регистре R20 и будет выведен на индикатор постоянной информации. Каждые 3с будет подаваться сигнал тревоги, а на индикаторе оперативной информации появляться номер очередного сработавшего датчика.

Управляют системой охраны командами, коды которых оператор набирает, пользуясь кнопками SВ2-SВ6. Код команды - двузначное десятичное число, в старшем разряде которого находится цифра N. совпадающая с заданной в двоичном виде перемычками XI-Х4. На принципиальной схеме они показаны в положении, соответствующем цифре 5. При необходимости ее легко изменить, переставив перемычки. Предусмотрены следующие команды: N0 - взять помещение под охрану; N1 - снять помещение с охраны; N2 - проверить, взято ли помещение под охрану; N3 - поочередно показать на индикаторе номера всех помещений, взятых под охрану; N4 - взять под охрану все помещения; N5 - снять с охраны все помещения.

Первые три команды требуют предварительного набора номера помещения (датчика). Для этого нажимают на одну или одновременно на несколько кнопок SВ2-SВ6 с таким расчетом, чтобы сумма их значений была равна старшему разряду номера. Введенная цифра будет показана в младшем разряде индикатора оперативной информации и занесена в память микроконтроллера, хотя после отпускания кнопок индикатор погаснет. Аналогично вводят вторую цифру номера. Она появится в младшем разряде индикатора, а ранее введенная - в старшем. Если допущена ошибка, достаточно повторить все с начала, введя правильные значения. После того, как правильный номер набран, нажимают на кнопку SВ7 ("ВД" - ввод данных).

Аналогично набирают коды команд, но вводят их нажатием кнопки SВ8 ("ВК"- ввод команды). Режим выбранного помещения отображается светодиодами HL4 ("Под охраной") и НL1 (" Без охраны"). Исполнение команд взятия под охрану и снятия с нее приводит к изменению состояния соответствующих разрядов внутреннего ОЗУ микроконтроллера. Команда поочередного вывода номеров помещений, взятых под охрану, изменений в ОЗУ не производит.

Кнопка SВ1 ("Уст. 0") предназначена для перезапуска контроллера и используется в основном при отладке устройства и поиске неисправностей. Однако если нажать ее одновременно с кнопкой SВ6 ("0"), все помещения, обслуживаемые системой, будут сняты с охраны.

## Анализ условий эксплуатации и дестабилизирующих факторов

Модуль контроля и управления для системы пожарной сигнализации эксплуатируется в диапазоне температур от -10 до +50°С и относительной влажности до 80%.

Данное устройство должно храниться на стеллажах в вентилируемых помещениях при температуре окружающей среды от +15 до +50°С и относительной влажности не более 80%.

Основным назначением модуля контроля и управления является эксплуатация в районе с умеренным климатом и экономически нецелесообразно их использование вне пределов этого района.

Так как система будет устанавливаться и эксплуатироваться в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги), то подходящим видом по ГОСТ 15150-69 является климатическое исполнение УХЛ 4.2

Таблица 2.1 – Характеристики вида климатического исполнения УХЛ 4.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение температуры воздуха при эксплуатации, °С | | | | Относительная влажность | |
| Рабочее | | Предельное рабочее | | Среднегодовое значение | Верхнее значение |
| верхнее | нижнее | верхнее | нижнее | При 20°С | при 25 °С |
| +35 | +10 | +40 | 0 | 60% | 80% |

# 3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ, УНИФИЦИРОВАННЫХ УЗЛОВ, УСТАНОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ

Выбор элементной базы должен обеспечить надежность, ремонтопригодность и экономичность. При этом необходимо стремиться к выбору недорогих элементов, имеющих широкое применение в современных электронных средствах, добиваться максимальной простоты сборки и электрического монтажа, регулировки и испытаний.

Характеристики изделий электронной техники приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Элементы, входящие в модуль управления, и их характеристики

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение | Тип | Примечание | Корпус |
| C1, C2 | GRM | Конденсатор электролитический поляризованный сквозного монтажа;  C = 20мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-40…+105)0С | SMD 0805 |
| C2, C4 | JRB | Конденсатор многослойный керамический поверхностного монтажа;  C = 0.68мкФ; Uраб = 16В;  Диапазон температур (-55…+125)0С |  |
| C5 | JRB | Конденсатор электролитический поляризованный сквозного монтажа;  C = 10мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-40…+105)0С |  |
| C6-C9 | JRB | Конденсатор многослойный керамический поверхностного монтажа;  C = 0,1мкФ; Uраб = 100В;  Диапазон температур (-55…+125)0С |  |
| DD1 | К533ЛН1 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 401.14-4 |

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение | Тип | Примечание | Корпус |
| DD2 | КР1850ВЕ35 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 2123.40-6 |
| DD3 | КР1533ЛА3 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 2102Ю.14-В |
| DD4 | КР1533ТМ2 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 2102Ю.14-В |
| DD5 | КР580ВА86 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 2140.20-1 |
| DD6, DD12 | К589ИР12 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 239.24-2 |
| DD7, DD9 | КР1533ТМ9 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 238.16-1 |
| DD10, DD11 | КР1533ЛА9 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 2102Ю.14-В |
| DD13 | КР556РТ7 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 405.24-2 |
| DD14, DD15 | КР1533ИД7 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+70)0С | 238.16-1 |
| DD16-DD20 | КР514ИД2 | Uпит не более 5В;  Диапазон температур (-10…+85)0С | 402.16-1 |
| FU1, FU2 | ACML-0402HC-700-T | Диапазон температур (-55…+125)0С | SMD 0402 |
| HG1-HG4 | АЛС324Б | Цифровой индикатор. Диапазон температур (-60…+70)0С |  |
| R1-R51 | RC | Бескорпусные толстопленочные резисторы; R = 560Ом, 1кОм, 1.3кОм 2кОм, 8.2кОм, 10кОм;  Pном. = 0,125 Вт; Uраб = 200В;  Диапазон температуры (-55…+125)0С | SMD 0805 |
| SA1 | FSM2JSML | Переключатель с одним полюсом и одним направлением |  |

Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение | Тип | | Примечание | Корпус |
| SA2 | EG1218 | Переключатель с одним полюсом и двумя направлением | |  |
| SB1-SB9 | GB-25AP | Кнопка | |  |
| VD1-VD4 | M7 | Диод универсальный | | SMA |
| VD5, VD6, VD8 | GNL-3014BC | Светодиод синий | |  |
| VD7 | GNL-3012HD | Светодиод красный | |  |
| VT1 | КТ3102Г | Транзистор кремниевый эпитаксиально-планарной структуры p-n-p усилительный, средней мощности  Диапазон температуры (-40…+85)0С | | TO-18 |
| VT2 | КТ502Г | Транзистор кремниевый эпитаксиально-планарной структуры p-n-p усилительный, средней мощности  Диапазон температуры (-40…+85)0С | | ТО-92 |
| XS1 | DCJ200-10 | Разъём питания для системы  Диапазон температуры (-20…+70)0С | |  |
| XS2-XS5, XS8 | TSW | Разъём для управляющих сигналов, 3 контантов  Диапазон температуры (-55…+105)0С | | TSW-108-05-G-S |
| XS6, XS7 | TSW | Разъём для подключения датчиков, 8 контантов  Диапазон температуры (-40…+105)0С | | TSW-103-05-G-S |
| ZQ1 | РПК01 | Кварцевый резонатор  Диапазон температуры (-20…+70)0С | | HC-49S |

Элементная база выбирается исходя из их назначения в схеме, объёма производства, экономической целесообразности применяемого способа изготовления изделия. Также материалы и элементы выбираются с учетом требований, предъявляемых к компоновке платы в целом, а также отдельных её элементов.

В стеклотекстолитах имеет структуру слоеного пластика, волокна которого чередуются с полимерным связующим веществом. В качестве полимера зачастую используют следующие вещества: бакелиту, эпоксидную смолу или полиэфирную смолу. Основой стеклотекстолита является стеклоткань. Этот материал обладает хорошим механическим и электрическим свойствами, химической инертностью, высокой стойкостью к перегревам, обладает высокими гидрофобными свойствами.

Из недостатков можно выделить то, что листы стеклотекстолита имеют предельные запасы прочности и требуют соблюдения определенных условий хранения. При обработке они могут выделять токсичную пыль от смол, которая способна раздражать слизистую. Кроме того, при нагреве до высоких температур (от 400 °C) изделия выделяют токсичные пары, включая фенол и его производные. Также можно выделить сравнительно высокую стоимость.

Неметаллические покрытия на плате используются для защиты:

* печатных проводников и поверхности основания печатной платы от воздействия припоя;
* элементов проводящего рисунка от замыкания навесными радиоэлементами.

Для защиты печатных проводников и поверхности основания печатной платы от воздействия припоя используют диэлектрические защитные покрытия на основе эпоксидных смол, сухого пленочного резиста, холодных эмалей, оксидных пленок. Варианты конструктивных покрытий печатных плат приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Конструктивные покрытия печатных плат

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид покрытия | Толщина, мкм | Назначение покрытия |
| Серебряное | 6 – 12 | Улучшение электрической проводимости |
| Сплав серебро-сурьма | 6 – 12 | Улучшение электрической проводимости и повышение износоустойчивости переключателей и концевых контактов |

Продолжение таблицы 3.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид покрытия | Толщина, мкм | Назначение покрытия |
| Золотое и его сплавы | 0,5 – 3,0 | Улучшение электрической проводимости, снижение переходного сопротивления и повышение износоустойчивости |
| Палладиевое | 1 – 5 | Снижение переходного сопротивления и повышение износоустойчивости контактов переключателей и концевых контактов |
| Никелевое | 3 – 6 | Защита от коррозии, повышение износоустойчивости контактов переключателей и концевых контактов |
| Медное | 25 – 30 | Обеспечение электрических параметров, соединение проводящих слоев |

В качестве конструктивного покрытия печатной платы выбираем сплав серебро-сурьма. Покрытие печатных проводников, контактных площадок и металлизированных отверстий сплавом Sn97Cu3.

На надежность электронных средств оказывает влияние выбор припоя для электрического монтажа. Для пайки выводных электрорадиоэлементов выбираем припой ПОС-61. Для пайки SMD элементов выбираем паяльную пасту Mechnic XP-50.

Позиционные обозначения элементов маркировать краской маркировочной МКЭЧ по ГОСТ 14763-89.

После установки элементов покрываем лаком Plastik 71.

Перед пайкой электрорадиоэлементов необходимо подготовить посадочные места – очистить от окислов. Для этого применяется флюс.

Флюс – вещество органического и неорганического происхождения, предназначенные для удаления оксидов с паяемых поверхностей, снижения поверхностного натяжения, улучшения растекания жидкого припоя и/или защиты от действия окружающей среды.

Рассмотрим принцип действия паяльных флюсов. Для облегчения соединения деталей и печатной платы требуется нагрев металла. При этом на его поверхности образуется оксидная пленка, снижающая способность припоя соединяться с металлическими деталями. Решить проблему позволяет флюс для пайки. При комнатной температуре данное химическое соединение остается инертным, а для получения полезных свойств требуется его интенсивный нагрев. Флюсы могут добавляться в припой или наносятся непосредственно на металлические поверхности для предотвращения нежелательного окисления.

Таким образом выполняются сразу три задачи:

* растворение оксидной пленки, образовавшейся на поверхности обрабатываемого металла;
* роль кислородного барьера для предотвращения дальнейшего окисления;
* улучшение смачивания поверхностей, подлежащих пайке.

Одним из главных требований к флюсам является способность выдерживать высокие температуры, сохраняя при этом все полезные эксплуатационные свойства.

для химической очистки соединяемых поверхностей и обеспечивающий прочность связи в области пайки, выбираем флюс Kester 959T.

# 4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ И МЕТОДА КОНСТРУИРОВАНИЯ

Компоновочная схема изделия определяется количеством и габаритами элементной базы, объёмом монтажных соединений, способом защиты от электростатических и магнитных полей, ремонтопригодностью, механическими воздействиями.

Компоновочные схемы делятся на 2 типа:

* централизованная;
* децентрализованная.

При централизованной компоновке все элементы сложной системы располагаются в одном отсеке на специальных этажерочных конструкциях или шкафах, длина и количество межблочных соединений сведены к минимуму, ремонт и демонтаж наиболее удобны, легче выполнить качественные системы охлаждения и амортизации.

Децентрализованная компоновочная схема обеспечивает относительно большую легкость размещения элементов изделия на объекте, не требуется тщательная экранировка отдельных блоков, при соответствующих схемных решениях может быть более надежной, сохраняя частичную работоспособность при выходе из строя отдельных элементов изделия. Недостатком является значительная длина межблочных соединений, затруднен полный демонтаж системы, для каждого отдельного блока необходимо предусматривать автономные системы охлаждения, виброзащиты.

При проектировании данного устройства будет использована централизованная компоновочная схема, так как все элементы будут находиться на одной плате и в одном корпусе.

При компоновке элементов на печатную плату необходимо учитывать элементы, которые будут размещаться на передней панели. Для этого необходимо заранее выбрать их место размещение, что повлияет на форму устройства.

Компоновка РЭС осуществляется уже на этапе технического предложения, поскольку необходимо учесть требования по габаритам и массе, которые определены в техническом задании. На последующих стадиях проектирования происходит корректировка и уточнение компоновочных параметров. Как правило, при компоновке необходимо определить площадь и объем, массу конструкции. В том случае, если результаты расчетов не будут соответствовать требованиям ТЗ, то по согласованию с заказчиком в технически обоснованных случаях в ТЗ могут быть внесены соответствующие корректировки.

При компоновке модуля контроля и управления для системы пожарной сигнализации должны быть учтены следующие основные требования:

* оптимальность, устойчивость и стабильность функциональных межблочных связей;
* требования по жесткости и прочности;
* эргономика, удобство ремонта;
* оптимальное размещение комплектующих элементов в модулях всех уровней с учетом коэффициента заполнения по объему и удобству для осмотра и ремонта;
* сосредоточение центра тяжести ближе у опорной поверхности;
* наличие достаточного пространства для межблочных соединений.

При проектировании платы индикатора напряжения сети многофункционального, необходимо учитывать влияние паразитных электромагнитных связей. Учет и анализ этих связей на ранней стадии проектирования позволит в значительной степени снизить затраты на производство всего изделия, сократить сроки проектирования, добиться более устойчивой работы.

Способом решения этой проблемы является исключение с самого начала конструирования схемы модуля причин, порождающих помехи. При этом необходимо: понять, какие виды помех наиболее вероятны в данной схеме и выбрать и разместить печатные платы, кабели и другие структурные составляющие системы таким образом, чтобы исключить как можно больше причин, вызывающих помехи, и обеспечить при этом возможность подключения подавляющих помехи компонентов.

Помехи бывают двух типов: постоянные и перецеживающиеся. Постоянные помехи имеют один и тот же характер. Поэтому можно легко выявить их причину. Однако могут возникнуть трудности при ее устранении, но если она устранена, то окончательно. Перецеживающие помехи появляются время от времени. Такой характер помех сильно затрудняет выявление их источника.

Проблемы возникновения помех и наводок можно свести к минимуму, изолируя чувствительные части схемы от источника помех, устраняя паразитные индуктивные и емкостные связи. Для этого необходимо:

* располагать маломощные (чувствительные) схемы поблизости от источника сигнала;
* размещать мощные схемы (в которых велика вероятность возникновения помех) вблизи нагрузок;
* располагать маломощные и мощные схемы как можно дальше друг от друга;
* стараться свести к минимуму длину проводников;
* использовать максимально короткие контуры прохождения тока.

# 5 Выбор и обоснование способов и средств обеспечения теплового режима, герметизации, виброзащиты и электромагнитной совместимости

Вопрос охлаждения изделий электронной техники является одним из важных этапов конструирования электронных средств в связи с широким использованием в электронных средствах элементов, выделяющих при работе тепло. Проблема отвода тепла от изделий электронной техники в первую очередь должна решаться на этапе разработки электронных средств. Выделяемое изделиями тепло может быть отведено от поверхности прибора и передано за пределы аппаратуры несколькими методами, применяемыми отдельно или в сочетании друг с другом. В зависимости от характера и назначения электронных средств применяют следующие методы отвода тепла от индивидуальных изделий электронной техники или групп изделий:

* естественное охлаждение (воздушное);
* принудительное воздушное охлаждение;
* принудительное жидкостное (без кипения или с поверхностным кипением);
* охлаждение, основанное на изменении агрегатного состояния вещества;
* термоэлектрическое охлаждение.

Эффективность того или иного метода охлаждения определяется значением коэффициента теплоотдачи, то есть интенсивностью протекающих процессов теплоотдачи.

Выбор метода охлаждения определяется следующими факторами интенсивностью (плотностью) теплового потока, условиями теплообмена с окружающей средой, условиями эксплуатации (возможностью демонтажа или замены элементов), нормами эксплуатации (уровень шума, токсичностью хладагентов), специальными условиями работы (стационарными или кратковременными режимами, работой против сил тяготения и так далее), затратами электроэнергии на привод нагнетателей и другими.

Анализируя схему электрическую модуля контроля и управления для системы пожарной сигнализации, тип корпуса устройства и техническое задание, можно сделать предположение о возможности применения естественного воздушного охлаждения.

При естественном охлаждении отвод тепла происходит за счет теплопроводности, естественной конвекции окружающего воздуха и излучения.

Герметизация – это обеспечения полной непроницаемости для газов и жидкостей стен и поверхностей, ограничивающих внутренние части и объёмы аппаратов и машин, помещений и сооружений, а также их стыков и соединений. Следует различать понятия герметизации и герметичности. Герметизация широко применяется в науке и технике. Способ герметизации выбирается в зависимости от конкретных целей и условий. Для герметизации используют пайку, сварку и холодное газодинамическое напыление соединений и течей металлических деталей и изделий, специальные герметизирующие материалы (герметики), составы и уплотнения.

Воздействие влаги на материал корпуса модуля контроля и управления и изоляционные материалы имеет разную природу, но одинаковый конечный результат – разрушение исходной структуры материала. В фенопласте это происходит за счет разрушение структурной решетки, в изоляционных материалах – за счет влагопоглощения.

Наличие влаги – причина электрохимической коррозии, реакции которой идут при низких температурах.

Разрушение структурной может быть равномерной (по всей поверхности изделия), и неравномерной (например, за счет механического повреждения поверхности алюминия и затем образования отверстий в нем).

Влияние влаги на материалы, входящие в состав модуля контроля и управления системы пожарной сигнализации, может быть очень значительным из-за отсутствия изоляционных материалов. Но разрабатываемая система относится к классу аппаратуры, которая будет эксплуатироваться в закрытом помещении.

Исходя вышеперечисленных факторов можно сделать вывод, что окружающая среда помещения, где будет использоваться разрабатываемый модуль, не повлияет на него.

В данном разделе решается вопрос о необходимости виброзащиты устройства и выборе, при необходимости, способа ее осуществления.

В процессе эксплуатации и транспортировки модуль контроля и управления подвергается различным видам механических воздействий в виде вибраций (основные параметры: частота вибраций *f*, и возникающее при этом ускорение *g*), ударов (основные параметры: ускорение и длительность) и линейных ускорений.

Под вибропрочностью понимают способность электронных средств противостоять разрушающему действию вибрации в заданных диапазонах частот и при возникающих ускорениях в течение срока службы, а под виброустойчивостью аппаратуры - способность выполнения всех функций в условиях вибрации в заданных диапазонах частот и возникающих при этом ускорений.

Известно, что в приборах, не защищенных от вибрации и ударов, узлы, чувствительные к механическим перегрузкам, выходят из строя. Делать такие узлы настолько прочными, чтобы они выдерживали максимальные (действующие) динамические перегрузки, нецелесообразно, так как увеличение прочности в конечном счете приводит к увеличению массы, а вследствие этого и к неизбежному возрастанию динамических перегрузок. Поэтому считают более целесообразным использовать другие средства для снижения воздействия перегрузок.

При проектировании электронных средств прежде всего следует выяснить, нужны ли вообще защитные мероприятия. С этой целью сравнивают оговоренные в технических условиях причины допустимых механических воздействий для предназначенных к использованию элементов (микросхем, резисторов и так далее) с величинами механических действий на объекте установки радиоэлектронных средств. При этом величины воздействующих механических факторов следует скорректировать с учетом возможного резонансного усиления колебаний по пути их распространения с места установки блока до конкретного рассматриваемого элемента. В случае, если уровни воздействующих механических факторов превышают допустимые, предусматривают защитные мероприятия с оценкой их эффективности.

Защитные системы от наиболее распространенных видов механических помех, к которым относятся вибрации и удары, могут быть пассивными и активными. Пассивные виброзащитные системы, по сравнению с активными, более просты в исполнении и не требуют для выполнение своих функций затрат дополнительной энергии.

Существуют три пассивных способа виброзащиты аппаратуры:

* увеличение жесткости конструкции;
* демпфирование;
* использование виброизоляторов.

Плату модуля контроля и управления для системы пожарной сигнализации можно представить, как колебательную систему с равномерно распределенной нагрузкой. Она характеризуется собственной частотой. Поведение колебательной системы при воздействии на нее извне вибраций зависит от отношения частоты этих вибраций к резонансной частоте. Собственная частота колебаний плат зависит от формы, размеров, характера материала и условий закрепления.

Для обеспечения электромагнитной совместимости необходимы ликвидация или максимальное ослабление влияния помех, источников нежелательных сигналов на элементы конструкции. Помехой является непредусмотренный при проектировании электронных средств сигнал, способный вызвать нежелательное воздействие, выраженное в виде нарушения функционирования, искажения передаваемой информации. Помехами могут быть напряжения, токи, электрические заряды, напряженность поля и др. Источники помех весьма многообразны по физической природе и подразделяются на внутренние и внешние.

Внутренние помехи возникают внутри электронных средств. Источниками электрических помех являются блоки питания, цепи распределения электроэнергии, термопары, потенциалы, возникающие при трении.

Источниками магнитных помех являются трансформаторы и дроссели. При наличии пульсаций выходного напряжения вторичных источников электропитания цепи распределения электроэнергии, тактирующие и синхронизирующие цепи следует рассматривать как источники электромагнитных помех. Значительные помехи создают электромагниты, электрические двигатели, реле и электромеханические исполнительные механизмы устройств ввода и вывода информации электронных средств. Внутренними помехами являются помехи от рассогласования волновых сопротивлений линий связи с входными и выходными сопротивлениями модулей, которые эти линии соединяют, а также помехи, возникающие по земле.

Внешними помехами являются помехи сети электропитания, сварочных аппаратов, щеточных двигателей, передающей радиоэлектронной аппаратурой и пр., а также помехи, вызванные разрядами статического электричества, атмосферными и космическими явлениями, ядерными взрывами. Действие на аппаратуру внешних помех по физической природе аналогично действию внутренних помех.

Приемниками помех являются высокочувствительные усилители, линии связи, магнитные элементы, характеристики которых изменяются под действием полей рассеивания источников помех. Помехи могут проникать в ЭС непосредственно по проводам или проводникам (гальваническая помеха), через электрическое (емкостная помеха), магнитное (индуктивная помеха) или электромагнитное поле. Многочисленные проводники, входящие в состав любой аппаратуры, можно рассматривать как приемопередающие антенные устройства, принимающие или излучающие электромагнитные поля.

Гальваническая связь возникает в результате протекания токов и падения напряжений на электрических соединениях конструкций. Радикальным способом устранения гальванической помехи является устранение цепей, по которым проходят совместные токи питания и земли как чувствительных к помехам схем, так и сравнительно не чувствительных мощных схем. Таким образом, по проводам, связывающим модули в систему, пере­даются как полезные сигналы, так и сигналы помехи. Эффективным схемным средством селективного ослабления помехи при отсутствии ослабления и искажения сигнала является использование помехоподавляющих фильтров.

Экраны включаются в конструкцию для ослабления нежелательного возмущающего поля в некотором ограниченном объеме до приемлемого уровня. Возможны два варианта защиты. В первом случае экранируемые средства размещается внутри экрана, а источник помех - вне его, во втором - экранируется источник помех, а защищаемая от помех аппаратура располагается вне экрана. Первый вариант используют при защите от внешних помех, второй - внутренних. В обоих вариантах в качестве экранов используются металлические оболочки.

При выполнении линий передачи схемы печатным способом вводятся экранирующие трассы, коммутируемые с шиной нулевого потенциалаи выполняющие функции экранов проводов. Если источник помехи расположен на соседней плате, то защита схемы экранирующей трассой невозможна

В проектируемом модуле контроля и управления для системы пожарной сигнализации, учитывая используемую элементную базу, значительных внутренних помех, оказывающих влияние на работоспособность устройства, не должно возникать. Внешние помехи также не должны возникать. Следовательно, дополнительных средств, снижающих количество помех, не нужно устанавливать на печатную плату.

# 6 РАСЧЁТ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

### Компоновочный расчёт печатной платы

Для определения размеров печатной платы и габаритных размеров корпуса электронного средства выполняются компоновочные расчеты. Рассчитываются установочные площади типоразмеров элементов, устанавливаемых на печатные платы. Установочные габаритные размеры ИЭТ платы рекомендуется сводить в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Габаритные параметры ИЭТ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Кол-во, шт. | Установочная площадь, мм2 | Объем, мм3 |
| 1. Конденсатор керамический серии GRM - SMD 0805 | 2 | 2,5 | 3,25 |
| 1. Конденсатор электролитический серии JRB, 10мкФ | 2 | 31,172 | 374,064 |
| 1. Конденсатор электролитический серии JRB, 1мкФ | 3 | 23,472 | 281,664 |
| 1. Конденсатор электролитический серии JRB, 0.68мкФ | 1 | 19,635 | 215,985 |
| 1. Микросхема К533ЛН1, 401.14-4 | 1 | 61.75 | 142.025 |
| 1. Микросхема КР1850ВЕ35, 2123.40-6 | 1 | 748.23 | 2618.8 |
| 1. Микросхема КР1533ЛА3, 2102Ю.14-В | 1 | 154.22 | 822 |
| 1. Микросхема КР1533ТМ2, 2102Ю.14-В | 1 | 154.22 | 822 |
| 1. Микросхема КР580ВА86, 2140.20-1 | 1 | 202.5 | 1012.5 |
| 1. Микросхема К589ИР12, 239.24-2 | 2 | 472.5 | 2362.5 |
| 1. Микросхема КР1533ТМ9, 238.16-1 | 2 | 142.5 | 712.5 |
| 1. Микросхема КР1533ЛА9, 2102Ю.14-В | 2 | 162.64 | 805.1 |

Продолжение таблицы 6.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Кол-во, шт. | Установочная площадь, мм2 | Объем, мм3 |
| 1. Микросхема КР556РТ7, 405.24-2 | 1 | 228 | 638.4 |
| 1. Микросхема КР1533ИД7, 238.16-1 | 2 | 142.5 | 712.5 |
| 1. Микросхема КР514ИД2, 402.16-1 | 4 | 114 | 364,8 |
| 1. Переключатель FSM2JSML | 1 | 28,62 | 263,304 |
| 1. Переключатель EG1218 | 1 | 32,45 | 217,415 |
| 1. Резистор серии RC, SMD 0805 | 29 | 2,5 | 1,25 |
| 1. Диод универсальный M7, SMA | 4 | 45,5 | 72,8 |
| 1. Светодиод GNL-3012HD | 3 | 11,946 | 75,259 |
| 1. Светодиод GNL-3014BC | 1 | 11,946 | 75,259 |
| 1. Транзистор КТ3102Г, TO-18 | 1 | 16,619 | 76,448 |
| 1. Транзистор КТ3102Г, TO-92 | 1 | 16,619 | 76,448 |
| 1. Разъём DCJ200-10 | 1 | 128,7 | 1415,7 |
| 1. Разъём TSW-103-05-G-S | 5 | 19,735 | 101,042 |
| 1. Разъём TSW-108-05-G-S | 2 | 45,541 | 237,27 |
| 1. Кварцевый резонатор HC-49S | 1 | 51,15 | 214,83 |
| 1. Цифровой индикатор | 4 | 112,5 | 585 |

Суммарная установочная площадь всех элементов , мм2, вычисляется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7.1) |

где – значение установочной площади i-го элемента;

– количество элементов.

Для получения суммарной установочной площади платы, значения установочной площади и объема ИЭТ, в мм, подставляются из вышеуказанной таблицы. Таблица формируется на основании справочных данных.

Площадь печатной платы , мм2, вычисляется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7.2) |

где – коэффициент заполнения платы;

– количество сторон монтажа.

Исходя из полученной площади и с учётом крепёжных отверстий для платы, а также с учётом отступа от края плата выбираем размеры платы 105 160 мм. Площадь такой печатной платы равна , что полностью удовлетворяет запросам по размеру монтажной зоны. Выбирает толщину печатной платы, равной 1,5 мм. Окончательные габариты получи в результате размещения элементов и трассировки печатной платы.

По таблицe вычисляем суммарный установочный объем всех элементов модуля контроля и управления Vуст, мм3, вычисляется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7.4) |

где − значение установочного объема i-го элемента.

Объем заполнения печатной платы , мм3, определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7.5) |

где – коэффициент заполнения по объему.

## Расчёт конструктивно-технологических параметров печатной платы. Выбор и обоснование метода изготовления печатной платы

Будет использоваться печатная плата 2-ой группы жесткости по ГОСТ 23752-79. В нашем случае печатная плата должна удовлетворять условиям эксплуатации по ГОСТ 15150-69 УХЛ 4.2.

Печатные платы 2-ой группы жесткости имеют диапазон рабочих температур от -40 до +850С и обеспечивают надежную работу при относительной влажности до 98% при температуре +350С. Помимо этого, характеризуются стойкостью к повышенному давлению [10].

Класс точности определяет наименьшее минимальное значение основных размеров конструктивных элементов. ГОСТ 23751-86 определяет 5 классов точности. Параметры классов точности представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Классы точности печатных плат [11]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Класс точности | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Мин. ширина проводника, t, мм | 0,75 | 0,45 | 0,25 | 0,15 | 0,10 |
| Мин. расстояние между центрами проводников, S, мм | 0,75 | 0,45 | 0,25 | 0,15 | 0,10 |
| Мин. ширина гарантийного пояска, В, мм | 0,30 | 0,20 | 0,1 | 0,05 | 0,025 |
| Отношение диаметра мин. отверстия к толщине ПП (γ) | 1:2,5 | 1:2,5 | 1:3 | 1:4 | 1:5 |

Исходя из технологических возможностей производства выбирается комбинированный позитивный метод изготовления печатной платы. Разработка печатной платы ведется по 3-му классу точности, так как используется двусторонняя печатная плата с односторонним монтажом. Допуски на расположение отверстий и контактных площадок для 3-го класса точности ПП приведены в таблице 6.3. [добавитьn текст]

Таблица 6.3 – Допуски на расположение отверстий и контактных площадок для 3-го класса точности ПП [11]

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры, мм | Значение допуска |
| 1 | 2 |
| Допуск на отверстие ∆d без металлизации, d ≤ 1 мм | ±0,05 |
| То же, d > 1 | ±0,1 |
| Допуск на отверстие ∆d с металлизацией и оплавлением, d ≤ 1 мм | +0,00  -0,13 |
| То же, d > 1 | +0,05  -0,18 |
| Допуск на ширину печатного проводника, контактной площадки, концевого печатного контакта, экрана ∆b без покрытия | ±0,05 |
| То же, с покрытием | ±0,1 |
| Допуск на расположение осей отверстий δd(Td), при размере платы по большей стороне менее 180 | 0,08 |
| Допуск на расположение центров контактных площадок δp(TD), при размере платы большей стороне менее 180 | 0,15 |
| Допуск на расположение центров (осей) проводников δl(Tl) относительно центра (оси) любого другого элемента поводящего рисунка, при размере платы большей стороне менее 180 | 0,03 |
| Минимальное значение гарантийного пояска, b | 0,1 |

Диаметры контактных площадок и монтажных отверстий выбираются в соответствии с ГОСТ 10317-79.

Расчет конструктивно-технологических параметров печатной платы:

1. При выборе толщины печатной платы следует учитывать, что с увеличением ее толщины и уменьшением диаметра отверстий усложняется технология нанесения металлизации, поэтому рекомендуется выбирать толщину ПП согласно пропорции γ представленной в таблице 6.2:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.6) |

где Нп – толщина печатной платы;

– минимальный диаметр металлизированных отверстий.

Следовательно, толщина печатной платы 1,5 мм.

2. Определяем минимальную ширину печатного проводника по постоянному току для цепей питания и заземления

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.7) |

где – максимальный постоянный ток, протекающий в проводниках, А;

– допустимая плотность тока, выбирается в зависимости от метода изготовления печатной платы ( для комбинированного позитивного метода);

- толщина проводника (фольги), мм.

1. Определяем номинальное значение диаметров монтажных отверстий по формуле 6.8:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.8) |

где – максимальное значение диаметра вывода навесного ИЭТ, устанавливаемого на печатную плату. Для прямоугольного вывода за диаметр берется диагональ его сечения;

– нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия (определяется классом точности печатной платы и диаметром отверстия), мм;

r – разница между минимальным диаметром отверстия и максимальным диаметром вывода ИЭТ, её выбирают в пределах 0,1…0,4 мм. Примем r = 0,1 мм.

Диаметры монтажных и переходных отверстий металлизированных и не металлизированных должны соответствовать ГОСТ 10317‑79. Предпочтительные размеры монтажных отверстий выбирают из ряда 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0 мм [12].

Подставим данные о диаметрах выводов элементов в формулу 6.8:

[todo: пересчет]

GRM

мм

JRB 100 mkF:

мм

JRB 1, 10 mkF:

0,7 мм

DIP-16:

PCF8574A:

BC547A:

TSW connectors:

РПК01:

мм

Светодиоды:

1. Рассчитаем диаметры контактных площадок

Наименьшее номинальное значение диаметра контактной площадки Dmin, мм под выбранное отверстие рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.9) |

где *d* – номинальное значение монтажного отверстия;

*b* – размер гарантийного пояска;

*Δdво* – верхнее предельное отклонение диаметра отверстия;

*Δdтр* – величина подтравливания диэлектрика, которая для МПП принимается равной 0,03 мм, для ОПП, ДПП, ГПК – нулю;

*Тd* – позиционный допуск расположения оси отверстия;

*TD* – позиционный допуск расположения центра контактной площадки;

*Δtво* – верхнее предельное отклонение диаметра контактной площадки;

*Δtно* – нижнее предельное отклонение диаметра контактной площадки.

Dmin1 (0,7) = 1,18 мм;

Dmin2 (0,8) = 1,28 мм;

Dmin3 (1,0) = 1,48 мм;

Dmin4 (1,1) = 1,63 мм;

Dmin5 (1,2) = 1,73 мм;

Dmin6 (1,5) = 2,03 мм;

Dmin7 (1,7) = 2,23 мм;

Максимальный диаметр контактной площадки:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.10) |

Dmax1 = 1,24 мм;

Dmax2 = 1,34 мм;

Dmax3 = 1,54 мм;

Dmax4 = 1,69 мм;

Dmax5 = 1,79 мм;

Dmax6 = 2,09 мм;

Dmax7 = 2,29 мм;

1. Определяем ширину проводников. Минимальная ширина проводников для ДПП, изготовляемых комбинированным позитивным методом при фотохимическом способе получения рисунка

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.11) |

где b1min – минимальная эффективная ширина проводника. Для 3-го класса b1min = 0,18 мм;

hф = 0,035 - толщина фольги, мм;

Максимальная ширина проводника:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.12) |

После проведения вышеизложенных расчетов можно сделать вывод о том, что параметры печатного монтажа отвечают требованиям, предъявляемым к платам 3-го класса точности.

## 6.3 Оценка теплового режима и выбор способа охлаждения

[todo]

Проводим расчет теплового режима устройства контроля параметров качества электрической энергии:

6.4.1 Определяем площадь поверхности корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.15) |

где - габаритные размеры блока (L1 = 0,100 м, L2 = 0,140 м, L3 = 0,040 м).

6.4.2 Определяем поверхность нагретой зоны:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.16) |

где – размеры нагретой зоны;

– коэффициент заполнения ().

6.4.3 Определяем удельную мощность, рассеиваемую с поверхности нагретой зоны:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.17) |

где Р- мощность источников тепла, рассеиваемая в аппарате.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.18) |

где – мощность, потребляемая устройством;

– коэффициент нагрузки (0,4…0,8).

6.4.4 Определяем удельную мощность, рассеиваемую поверхностью корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.19) |

6.4.5 Определяем коэффициент, являющийся функцией удельной мощности корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.20) |

6.4.6 Определяем коэффициент, являющийся функцией удельной мощности нагретой зоны:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.21) |

6.4.7 Находим коэффициент, зависящий от давления окружающей среды:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.22) |

где – давление окружающей среды.

6.4.8 Определяем коэффициент, зависящий от давления внутри корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.23) |

где – давление внутри корпуса.

6.4.9 Определяем перегрев корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.24) |

6.4.10 Определяем перегрев нагретой зоны:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.25) |

6.4.11 Определяем температуру корпуса:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.26) |

где - верхнее значение температуры окружающей среды

6.4.12 Определяем температуру нагретой зоны:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.27) |

Полученные результаты свидетельствуют об удачно проведенном тепловом расчете, так как расчетные числовые значения температур меньше предельно допустимых значений, обеспечивающих безотказную работу генератора звуковых частот в течение заданного отрезка времени непрерывной работы.

При выборе типа корпуса в первую очереди нужно было опираться на габаритные размеры печатные платы, чтобы в дальнейшем удобно и беспроблемно закрепить печатную плату. Так же нужно было учитывать габаритные размеры антенны, дисплея, клавиатуры и разъемов. На основе данных факторов и происходил выбор тип корпуса.

На основании расчётов и условий эксплуатации был выбран негерметичный корпус.

## 6.4 Расчёт механической прочности и системы виброударной защиты

Для того чтобы проверить насколько хорошо защищено проектируемое устройство от механических воздействий, необходимо провести расчеты собственных частот вибраций, а затем подобрать соответствующие виброизоляторы.

Так как разрабатываемый модуль предполагается использовать без виброизоляторов, то в этом случае печатная плата является единственной колебательной системой.

Жесткость плат зависит от материала, формы, геометрических размеров и способа закрепления.

Печатная плата разрабатываемого прибора изготовлена из стеклотекстолита марки СФ2-35-1,5. Она имеют прямоугольную форму следующих размеров: a×b×h = 160 мм×105мм×1,5мм.

Расчет собственной частоты колебания плат позволяет подобрать основные параметры их конструкции, исключающие возможности появления резонанса. При расчете платы ее представляют в виде тонкой пластины, так как отношение толщины платы к наименьшему из двух размеров меньше, чем 1:10.

При расчете платы-пластины принимают следующие упрощения:

1. толщина платы постоянна;
2. ЭРЭ на плате располагаются равномерно на ее поверхности;
3. изгибные деформации при колебаниях малы, по сравнению с толщиной, упругие деформации подчиняются закону Гука;
4. материал пластины идеально упругий, однородный и изотропный;
5. “нейтральный” слой при поперечных колебаниях не подвержен деформациям растяжения (сжатия).

Для данного способа закрепления платы, поправочный коэффициент, учитывающий способ закрепления равен:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.28) |

где *а* – длина большей стороны,

*b* – длина меньшей стороны.

Цилиндрическая жесткость платы равна:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.29) |

где *Е* – модуль упругости материала платы Е =3,02⋅1010 *Н/м*2;

*h* – толщина печатной платы, h= 1,5⋅10-3 *м*;

*γ* – коэффициент Пуассона для материала платы, *μ* = 0,22.

Распределенная по площади масса платы и ЭРЭ:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.30) |

где *ρ* – удельная плотность материала платы, *ρ* = 2,05⋅103 *кг/м*3;

*mЭ* – масса элементов, *mЭ* = 0,04582 *кг*.

Определим частоту собственных колебаний плат:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.31) |

Как упругая пластина печатная плата может подвергнуться усталостному разрушению при действии циклических нагрузок, в особенности при резонансе. В результате нарушаются контактные соединения в разъемах, разрушаются пленочные проводники, места пайки и т.д. Подобные отказы в работе радиоэлектронных средств в какой-то мере можно избежать, выполнив условие (6.32) и обеспечив тем самым достаточную усталостную долговечность платы в вибрационном поле.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.32) |

где *fmin* – минимальная частота собственных колебаний платы, которая рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.33) |

где *nbmax* – максимальные вибрационные перегрузки, *g*;

*g* – ускорение свободного падения, принимаем равным *g* = 9,81 *м/с2*;

*β* – безразмерная постоянная, выбираемая в зависимости от частоты собственных колебаний и воздействующих ускорений.

Условие (6.32) выполняется: fmin = 433,644 *Гц* > *f0* 107,9 *Гц*. Таким образом, плата будет обладать достаточной усталостной долговечностью при воздействии вибраций.

Амплитуда изгибных колебаний по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.34) |

где *nbmax* – максимальные вибрационные перегрузки, выраженные в единицах *g*;

*fmin* – минимальная частота собственных колебаний платы.

Условия (6.32) и (6.34) выполняются, следовательно, проектируемая печатная плата будет иметь достаточную усталостную прочность при гармонических вибрациях.

## 6.5 Обеспечение электромагнитной совместимости

Рассчитаем сопротивление проводника по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.35) |

где – удельное объемное электрическое сопротивление проводника,

*ρ* = 0,0175 мкОм/м – для медных проводников, полученных методом химического травления;

– длина проводника, мм;

– ширина проводника, мм;

– толщина проводника, мкм.

Рассчитаем допустимый ток в печатном проводнике:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.36) |

где – допустимая плотность тока, которая равна 48 А/мм2.

Далее найдем паразитные емкости и индуктивности печатного монтажа в наиболее критических местах печатной платы. Для расчета паразитной ёмкости выбирается участок, где она наибольшая. Емкость между двумя выбранными проводящими элементами определяется формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.37) |

где – длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм.

*а* – толщина диэлектрика, мм (*a* = 1,41 мм)

*b* – ширина проводника, мм

*tn* – толщина проводника, мм

– диэлектрическая проницаемость среды между проводниками, расположенных на наружных поверхностях платы, покрытой лаком, определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.38) |

где ξп и ξл – диэлектрические проницаемости материала платы и лака

(для стеклотекстолита ξп = 6, для лака ξл = 4).

Для расчета паразитной индуктивности проводников печатной платы, рассчитывается собственная индуктивность печатного проводника, по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.39) |

где *ln* – длина участка проводника, мм;

*b* – ширина проводника, мм;

*tn* – толщина проводника, мм.

Индуктивность двух параллельных печатных проводников, расположенных с одной стороны печатной платы с зазором и с противоположным направлением тока в них рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6.40) |

где *ln* – длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм;

*b* – ширина проводника, мм;

*tn* – толщина проводника, мм;

*а* – толщина диэлектрика, мм.

Полученные значения паразитной емкости и индуктивности малы и ими можно пренебречь и дополнительных мер по ее устранению предпринимать не следует.

## 6.6 Оценка надёжности устройства

Надёжность – это свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта и транспортирования. В общем случае надежность – это свойство изделия сохранять способность выполнять заданные функции [].

Надежность радиоэлектронных средств зависит от количества и качества входящих в него электрорадиоэлементов, качества сборки, условий эксплуатации и от своевременности обслуживания и ремонта.

Качественными характеристиками надежности являются:

* безотказность;
* ремонтопригодность;
* долговечность;
* сохраняемость.

Безотказность – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Ремонтопригодность – свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению возможных причин возникновения отказов, повреждений, и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при выполнении установленных требований по техническому обслуживанию и ремонту.

Сохраняемость – свойство изделия непрерывно находиться в исправном состоянии при хранении и транспортировании.

Предельное состояние – это состояние устройства, при котором его дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена.

Расчет выполним для периода нормальной эксплуатации при следующих допущениях:

* + отказы элементов случайны и независимы;
  + учитываются только случайные отказы;
  + имеет место экспоненциальный закон надежности устройства.

Исходными данными для расчета являются значения интенсивности отказов для всех электрорадиоэлементов, установленных на печатной плате.

Заданное время работы t3 составляет 1000 ч.

Составляем таблицу 6.5 интенсивности отказов отдельных элементов.

Таблица 6.5 – Значения интенсивности отказов отдельных элементов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа элементов | Количество элементов в группе, ni | Интенсивность отказов для элементов группы  λоj, ∙10-6 (1/ч) | Произведение  nj⋅λоj, ∙10-6 (1/ч) |
| Пьезоэлектрический динамик | 1 | 0,026 | 0,026 |
| Конденсаторы твердотельные | 7 | 0,002 | 0,024 |
| Конденсаторы электролитические | 1 | 0,00012 | 0,00108 |
| Микросхема DIP-16 | 4 | 0,023 | 0,092 |
| Резисторы SMD 0805 | 51 | 0,044 | 0,66 |
| Диоды универсальные SMA | 4 | 0,091 | 0,182 |
| Светодиоды каплевидные | 4 | 0,034 | 0,068 |
| Транзисторы TO-92 | 1 | 0,044 | 0,132 |
| Разъём питания DCJ200-10 | 1 | 0,0104 | 0,0104 |
| Разъёмы TSW | 7 | 0,0041 | 0,0164 |
| Кварцевый резонатор HC-49S | 1 | 0,026 | 0,026 |
| Печатный монтаж | 219 | 0,000017 | 0,003723 |
| λΣ |  |  | 1,54 |

Скорректируем λΣ, учитывая электрический режим и условия работы элементов (Кэ = 5)

λΣ (ν)= 1,54∙10-6∙5= 7,7∙10-6 1/ч

Наработка на отказ:

То=1/ (6,8∙10-6) = 129870,8 ч.

Вероятность безотказной работы за время tз:

Р(tз)=е  -1000/129870,8 = 0,992

В результате расчёта надёжности получено, что вероятность безотказной работы за заданное время tз превышает заданную 0,8

# 10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ УСТРОЙСТВА

При производстве устройства наибольшей опасности подвергаются рабочие при выполнении заготовительных операций. К таким относят раскрой заготовок, разрезку материала и выполнение базовых отверстий на заготовках печатных плат. В крупносерийном производстве разрезку материала выполняют методом штамповки в специальных штампах на эксцентриковых прессах с одновременной пробивкой базовых отверстий на технологическом поле. В серийном и мелкосерийном производстве широкое распространение получили одно- и много ножевые роликовые ножницы. Разрезку основных и вспомогательных материалов, необходимых при изготовлении печатной платы в мелкосерийном и единичном производстве, осуществляют с помощью гильотинных ножниц.

Базовые отверстия получают различными методами в зависимости от класса печатной платы. На печатной плате первого класса базовые отверстия получают методом штамповки с одновременной вырубкой заготовки. Базовые отверстия на заготовках плат второго и третьего классов получают сверлением в универсальных кондукторах.

В настоящее время в серийном производстве сверление базовых отверстий по кондуктору на универсальных сверлильных станках уступило место сверлению на специализированных станках.

Из приведенного выше можно выделить следующие факторы обитаемости:

* физические факторы — механизмы для раскройки плат (прессы, механические ножницы, сверлильные станки), наибольшую опасность представляют механизмы с ручной подачей материала и работающие в автоматическом режиме;
* химические факторы — при выполнении базовых отверстий на сверлильных станках может выделятся большое количество пыли, текстолит и гетинакс выделяют при контакте с раскаленным сверлом токсичные вещества;
* психофизические факторы — наибольшую опасность представляет работа пресса в автоматическом режиме, требующая большого напряжения, внимания и осторожности работающего, так как всякое замедление движения рабочего может привести к травматизму.

При работе на станках с ручной подачей материала труд относится к тяжелой категории, при работе с автоматической подачей материала средней категории тяжести.

Во избежание попадания рук рабочего в опасную зону применяют системы двурукого включения, при котором пресс включается только после одновременного нажатия обеими руками двух пусковых кнопок.

В прессах и ножницах с педалями для предотвращения случайных включений педаль ограждают или делают запорной. Часто, кроме этого, опасную зону прессов ограждают при помощи фотодатчиков, сигнал от которых автоматически останавливает пресс, если рука рабочего оказалась в опасной зоне. При ручной подаче необходимо применять специальные приспособления: пинцеты, крючки и т. д.

Радикальным решением вопроса безопасности является механизация и автоматизация подачи и удаления заготовок из штампа, в том числе с использованием средств робототехники.

Во избежание травм при работе на сверлильных станках необходимо следить за тем, чтобы все ремни, шестерни и валы имели жесткие неподвижные ограждения. Движущиеся части и механизмы оборудования, требующие частого доступа для осмотра, ограждаются съемными или открывающимися устройствами ограждения. В станках без электрической блокировки должны быть приняты меры, исключающие возможность случайного или ошибочного их включения во время осмотра.

Во избежание захвата одежды и волос рабочего его одежда должна быть заправлена так, чтобы не было свободных концов; обшлага рукавов следует застегнуть, волосы убрать под берет.

Образующиеся при сверлении, резке материала заготовок ПП пыль необходимо удалять с помощью промышленных пылесосов.

При эксплуатации устройства для соблюдения электрической безопасности запрещается:

* эксплуатировать устройство в условиях, не соответствующих требованиям эксплуатационной документации изготовителя;
* превышать допустимую токовую нагрузку;
* оклеивать и окрашивать электрические провода, кабели и само устройство;
* использовать провода и кабели с поврежденной или утратившей свои защитные свойства изоляцией;
* оставлять без присмотра включенные в электросеть электрические приборы и оборудование, за исключением приборов, эксплуатационными документами на которые допускается их работа без надзора.

После окончания работы все электроустановки в здании (сооружении) необходимо отключать, за исключением дежурного освещения, источников электропитания установок пожарной автоматики, систем оповещения и управления эвакуацией, систем против дымной защиты, а также электроустановок, которые по условиям технологического процесса должны работать круглосуточно [18].

При соблюдении всех перечисленных мер безопасности влияние опасных факторов можно свести практически на нет.

# 11 ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ, МАРКИРОВКЕ, УПАКОВКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ УСТРОЙСТВ

## 11.1 Требования к хранению

Хранение устройств изготовителем и потребителем в упаковке для транспортирования в складах должно соответствовать условиям хранения по ГОСТ15150-69.

Условия хранения модуля контроля и управления для системы пожарной сигнаоизации, в части воздействия климатических факторов, должны соответствовать группе условий хранения 2 по ГОСТ 15150-69:

* место хранения – закрытые помещения с естественной вентиляцией;
* температура окружающей среды – от -50 до +40 оС.

Срок хранения усилителя в упаковке изготовителя в условиях хранения 2 по ГОСТ 15150-69 – не более пяти лет.

## 11.2 Требования к маркировке

Маркировка изделия должна соответствовать требованиям ГОСТ 18620-86.

Сведения о блоке содержатся на трех маркировочных табличках, располагаемых на корпусе устройства.

Первая маркировочная табличка, расположенная на лицевой стороне, содержит:

– товарный знак предприятия-изготовителя;

– название устройства;

– градуировку диапазона настроек сопротивления изоляции;

– градуировку дополнительной задержки во времени;

– надпись: «Зроблена у Беларусi».

Вторая маркировочная табличка, расположенная на левой стороне, содержит:

– товарный знак предприятия-изготовителя;

– название устройства;

– наименование предприятия-изготовителя;

– схему электрическую принципиальную;

– обозначение технических условий.

Третья маркировочная табличка, расположенная спереди содержит:

– товарный знак предприятия-изготовителя;

– название устройства;

– напряжение питания;

– максимальный потребляемый ток;

– максимальная потребляемая мощность;

– измерительное напряжение;

– максимальный измерительный ток;

– степень защиты - по ГОСТ 14254-80;

– масса;

– дата изготовления;

– заводской номер.

Маркировочные таблички выполнены методом, исключающим потерю надписей в процессе эксплуатации.

После проверки отделом технического контроля предприятия-изготовителя устройство пломбируется.

## 11.3 Требования к упаковке

Упаковка устройства соответствует требованиям ГОСТ 9181-74.

Для упаковывания изделия следует применять потребительскую и транспортную тару.

В качестве потребительской тары должны применяться:

* коробки по ГОСТ 12301-81;
* пачки по ГОСТ 12301-80;
* ящики по ГОСТ 9142-84 (для изделий общей массой свыше 7,5 кг);
* коробки из пенополистирола;
* чехлы из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354-82 или других полимерных пленок, не вызывающих коррозию изделий;
* пакеты из бумаги по ГОСТ 8273-75 или ГОСТ 2228-81;
* ящики металлические.
* в качестве транспортной тары должны применяться:
* ящики дощатые типов II, III, V по ГОСТ 2991-85; ящики типа III, усиленные двумя поясными планками, следует применять для транспортирования изделий водным путем и при железнодорожных перевозках мелкими отправками;
* ящики фанерные типов II и VI по ГОСТ 5959-80; ящики типа II следует применять только при пересылке почтой;
* ящики многооборотные фанерные по ГОСТ 9395-76 и дощатые по ГОСТ 9395-75;
* ящики из гофрированного картона для электроизмерительных приборов по ГОСТ 22852-77;
* ящики деревянные для продукции, поставляемой на экспорт, в том числе и в районы с тропическим климатом, по ГОСТ 24634-81;
* тара на амортизаторах, разработанная для конкретных изделий и согласованная в установленном порядке;
* комбинированные ящики, изготовленные из комбинированных материалов: картона с пенополистирола, резофана и т.п., согласованные в установленном порядке;
* ящики – по ГОСТ 16511-86.

В качестве потребительской тары для усилителя применяют коробки из гофрированного картона по ГОСТ 12301-81, а в качестве транспортной тары применяются ящики из гофрированного картона по ГОСТ 22852-77.

Упаковывание усилителя должно производиться в закрытом помещении с температурой воздуха не ниже 15°С и относительной влажностью до 80%.

Упаковка должна обеспечивать сохранность изделия при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании, хранении и необходимую защиту от внешних воздействий.

## 11.4 Требования к транспортировке

Устройства в упаковке предприятия-изготовителя должны транспортироваться любым видом закрытого транспорта (железнодорожные вагоны, закрытые автомашины, контейнеры, герметизированные отсеки самолетов, трюмы и т.д.), при перевозке открытым транспортом транспортные ящики с изделиями должны быть укрыты водонепроницаемыми материалами (например, брезентом).

Условия транспортирования усилителей в части воздействия климатических факторов внешней среды соответствуют требованиям, установленным ГОСТ 15150-69, для условий хранения 2:

– температура окружающей среды – от -50 до +60 оС.

Срок транспортирования входит в общий срок хранения блоков.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате данного дипломного проектирования был разработан основой модуль для контроля и управления системой пожарной сигнализации.

Все цели, обозначенные в техническом задании, были достигнуты, а приведённые во введении умозаключения во время выполнения проекта были приняты во внимание. Разработка велась в соответствии с ними и со спецификой получаемой в университете квалификации.

Немаловажной деталью дипломного проектирования стали подготовка, создание и оформление всего необходимого для проекта графического материала. Благодаря набору наглядных и оформленных по всем правилам стандарта предприятия структурных схем и схем алгоритмов, у любого квалифицированного инженера есть возможность быстро и в достаточной мере ознакомиться со всеми возможностями модуля контроля и управления для системы пожарной сигнализации. Таким образом, команда разработчиков может активно пополняться новыми кадрами, в случае возникновения необходимости, которые будут включаться в проектирование без остановки технологических процессов и отвлечения занятых сотрудников.

Проведённое технико-экономическое обоснование говорит о высокой экономической выгоде от создания модуля контроля и управления для системы пожарной сигнализации. Следует отметить, что спроектированный модуль может вполне стать частью любой охранно-пожарной системы. Этот эффект был достигнут в частности благодаря правильно реализованному схемотехническому решению. В результате проектирования был приобретен навык решения не только реальных инженерных задач, но и экономических в соответствии с планом индивидуального задания.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] – Полупроводниковая схемотехника: справочное руководство: пер. с нем./Титце У., Шенк К. – М.:Мир, 1985 – 512с.

[2] – Зубчук, В. И. Справочник по цифровой схемотехнике / В. И. Зубчук, В. П. Сигорский, А. Н. Шкуро. – Киев : Тэхника, 1990. – 448 с.

[3] – “Постановление министерства труда и социальной защиты республики беларусь” от 24 декабря 2013 г. № 130

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Схема электрическая структурная**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Схема электрическая принципиальная**