

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Система охраны

Студент(ка)

А.А. Мишанкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

С.В. Поносов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

## Аннотация

Бакалаврская работа состоит из 6 глав. В первой главе рассмотрены технические средства охраны и безопасности.

Во второй главе разработана структурная схема охранной системы согласно требуемым функциям.

В третьей главе приведен расчет основных параметров электрической принципиальной схемы и выбор соответствующих элементов.

Четвертая глава посвящена разработке печатной платы устройства.

В пятой - анализ опасных и вредных факторов при работе с установкой и способы их устранения.

В шестой - расчёт затрат на научно-исследовательские работы (НИР) по созданию системы охраны.

Пояснительная записка содержит 64 страниц, 16 рисунков, 12 таблиц.

Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Состояние вопроса.....	9
1.1 Магнито- и электроконтактные датчики.....	10
1.2 Пассивные инфракрасные детекторы движения .....	11
1.3 Радиоволновые и комбинированные детекторы движения.....	14
1.4 Детекторы битого стекла, ультразвуковые и вибродатчики .....	15
1.5 Фотоэлектрические датчики.....	18
2 Структурная схема охранной системы .....	19
3. Составление принципиальной электрической схемы.....	20
3.1 Выбор микроконтроллера .....	20
3.2 Схема микропроцессорного блока.....	25
3.3 Входные цепи.....	28
3.4 Блок питания .....	31
4 Разработка печатной платы .....	37
5 Безопасность и экологичность проекта .....	42
5.1. Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций.....	42
5.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта .....	44
5.3 Воздействие производственного фактора на организм человека.....	44
5.4 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	46
5.5 Обеспечение электробезопасности на рабочем месте.....	48
5.6 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте. ....	50
5.7 Экологическая экспертиза проекта .....	51
6. Расчет затрат инновационного проекта по разработке и созданию системы охраны.....	52
6.1 Исходные данные.....	52
6.2 Расчёт зарплаты исполнителей.....	55
6.3 Расчет затрат на основные материалы. ....	57

6.4 Расчет затрат на электроэнергию.....	59
6.5 Расчет амортизационных отчислений.....	60
6.6 Расчет накладных расходов.....	60
Заключение.....	62
Список используемой литературы .....	63

## Введение

С развитием электроники развиваются технические средства охраны. Развиваются разные направления: системы охранной сигнализации, системы дистанционного управления и контроля объектов, системы ограничения доступа, автомобильные охранные системы.

Тематика настоящей работы связана с пожаро - охранными системами для жилых и нежилых помещений.

Технические средства охраны и безопасности указанные на рисунке 1, могут применяться как отдельно, так и в комплексе. Специалисты подбирают комплекс технических средств охраны исходя из задач, определяемых заказчиком, условий размещения объекта.

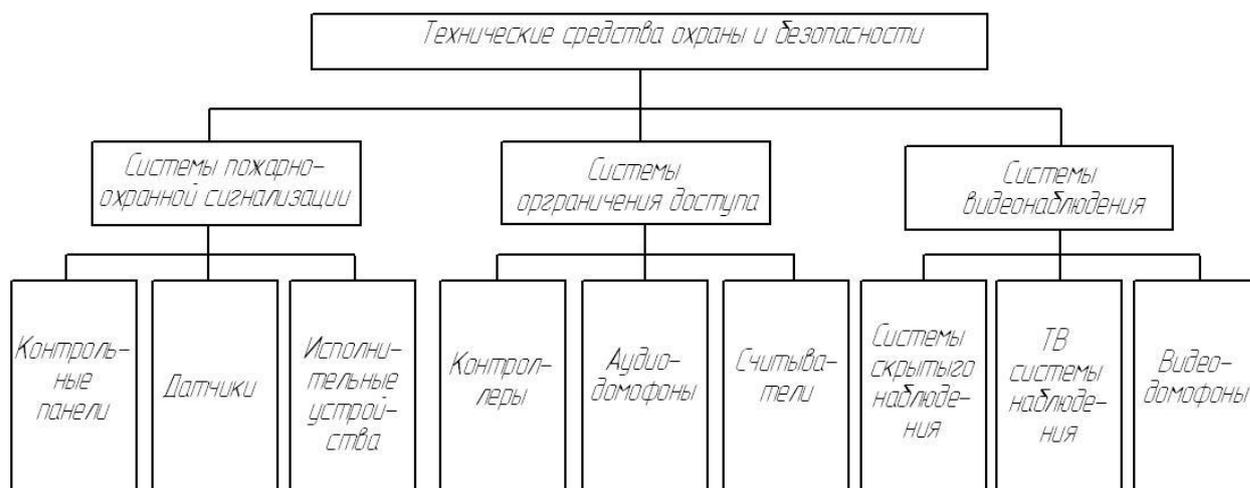


Рисунок 1 – Состав технических средств охраны и безопасности

Современная охранная система не только выполняет функции охранно-пожарной сигнализации. Она также может выполнять некоторые функции управления домом. Пример такой системы приведен на рисунке 2. Благодаря развитию направления «умный дом» управление рядом современных бытовых приборов и систем жизнеобеспечения жилого помещения сводится к определенной интеллектуальной системе. Это позволяет одной многофункциональной системе выполнять функции охранно-пожарной сигнализации, управлять работой отопительной системы, освещением, и другими хозяйственными системами в здании. Управление всей системой выводится на контрольную панель.

### Основные достоинства многофункциональных систем:

- Наглядный интерфейс центральной панели с актуальной информацией;
- Легкое управление;
- Раннее обнаружение возгорания;
- Определение несанкционированных действий (проникновение в охраняемую зону);
- Возможность передачи сообщений;
- Многофункциональная система может внедряться в общую систему управления коммуникациями;
- Кроме охранных и пожарных датчиков возможно подключение датчиков температуры, газа, влажности и т.д.;
- Вызов экстренной помощи для больных людей;
- Имитация деятельности в отсутствие хозяина;
- Запись и воспроизведение напоминаний, голосовых сообщений.

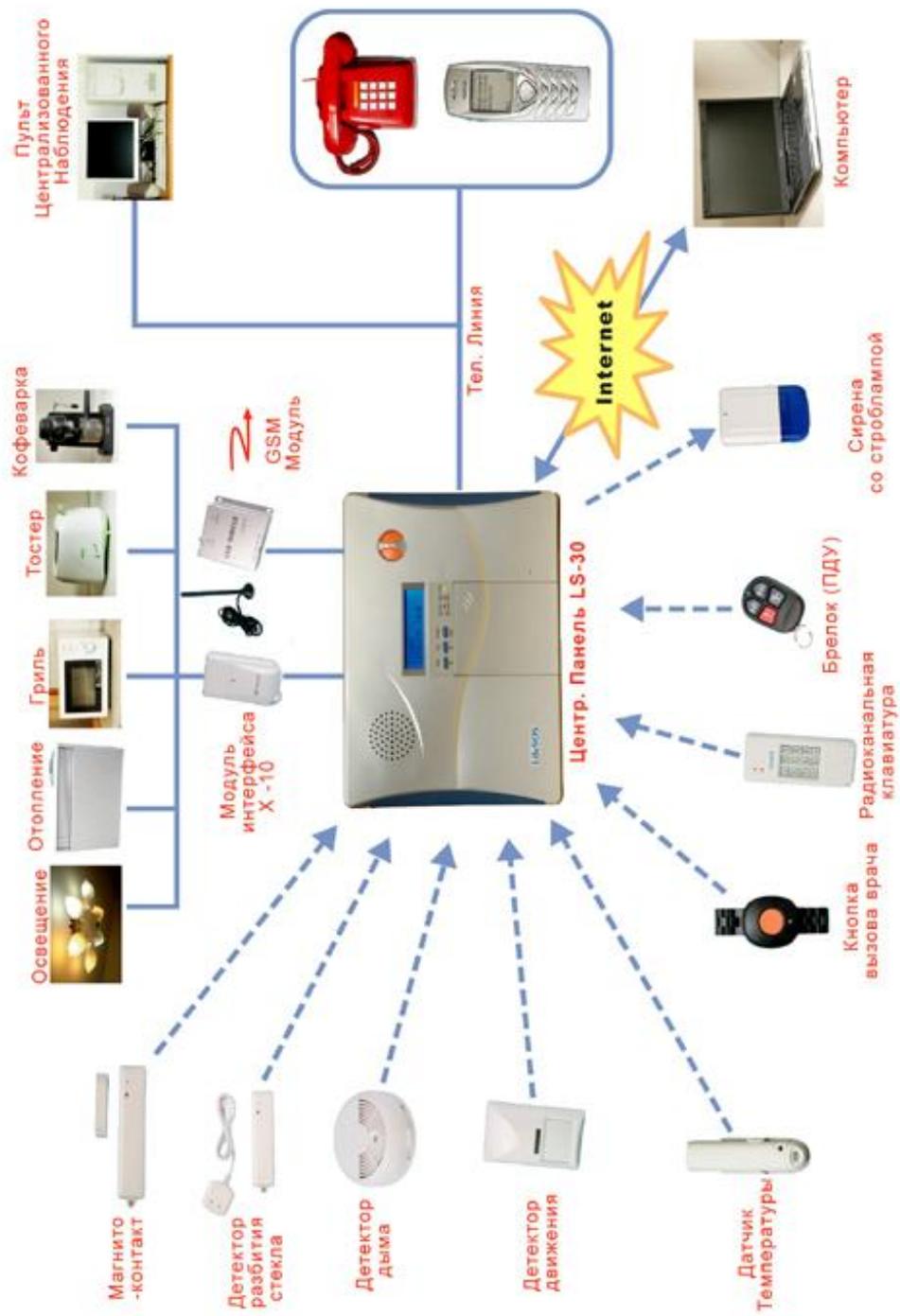


Рисунок 2 – Пример многофункциональной пожаро-охранной системы

Все же основные функции – это охранно-пожарные

На центральную консоль управления системы охранно-пожарной сигнализации поступает информация от нескольких беспроводных и проводных зоны. Каждая зона может характеризоваться своим типом взаимодействия (например, датчик открывания двери), определенными установками (например, время задержки срабатывания).

Задача бакалаврской работы состоит в разработке охранной системы с общим числом охраняемых зон – 5, с возможностью использования как пассивных охранных датчиков, так и активных датчиков: датчиков задымленности, инфракрасных устройств и т.д. с отдельными цепями питания и сигнализации.

## **1 Состояние вопроса**

### **Датчики и детекторы охранных систем**

Уровень надежности любой охранной системы или комплекса и их работа в целом зависят от того, какие датчики и детекторы в них использованы, где они размещены на охраняемой территории. Как уже отмечалось, под датчиками будем понимать извещатели, преобразующие физические величины и характеристики (например, тепло, свет, звук и т.п.) в электрический сигнал. Детекторами же будем называть извещатели, включающие в свой состав датчики, схему обработки сигналов и схему принятия решения.

Существуют различные типы датчиков. Издавна известны электроконтактные датчики, работающие на размыкание или замыкание контактов, датчики, выполненные из тонкого провода или фольги, рвущихся при механическом воздействии на них.

В современных системах охраны все большее предпочтение отдается бесконтактным датчикам и детекторам. К ним относятся пассивные и активные детекторы движения на ИК лучах, радиоволновые детекторы, детекторы вибрации и битого стекла, ультразвуковые, магнитоконтактные и фотоэлектрические датчики. Современные датчики и детекторы выполняются на основе последних достижений науки и техники. Они имеют не только высокие технические характеристики, но и прекрасный дизайн.

Детекторы движения позволяют регистрировать возникновение движения на охраняемом объекте. Существует несколько их разновидностей, различающихся по принципу регистрации движения: ультразвуковые детекторы, пассивные и активные детекторы с инфракрасным датчиком, детекторы с радиоволновым датчиком, а также их комбинации.

Ультразвуковые детекторы имеют довольно высокую чувствительность. Они излучают и принимают отраженный ультразвуковой сигнал и позволяют регистрировать даже незначительный воздушный поток. В связи с этим возникает проблема помехоустойчивости - любое незначительное движение, сквозняк приводят к срабатыванию датчика и ложной тревоге.

В настоящее время широко используются детекторы движения на основе ИК датчиков. Они срабатывают при попадании движущегося объекта, излучающего тепло (например, человека), в зону чувствительности датчика. ИК детекторы движения обеспечивают надежную охрану большой площади, имеют современный дизайн, который хорошо вписывается в интерьер квартиры или офиса.

В данной главе рассмотрены наиболее популярные и надежные типы датчиков и детекторов, приведены их технические характеристики и особенности применения.

### 1.1 Магнито- и электроконтактные датчики

Контактные датчики относятся к самым простым. Обычно они устанавливаются на двери и окна охраняемого помещения. Среди контактных датчиков широкое применение нашли электроконтактные датчики, представляющие собой ленту из тонкой алюминиевой фольги. Она клеится на стекло, двери, стены и т. п. При разрушении основания, на которое наклеена лента, она рвется и разрывает электрическую цепь. Для подключения к шлейфу охранной сигнализации лента зажимается в держателе (клемме), который приклеивается к тому же основанию, что и лента.

Широко распространены контактные датчики магнитного типа (магнито-контактные датчики). Эти датчики выпускаются двух типов: для наружной и скрытой установки. Для повышения надежности охраны часто устанавливают по два и более датчиков, которые соединяют между собой последовательно. Магнито-контактные датчики, предназначенные для скрытой установки, имеют цилиндрическую форму. Эти датчики, как и электроконтактные, подключаются к проводным шлейфам охранной сигнализации.

На российском рынке, кроме отечественных, широко представлены контактные датчики фирмы C&K Systems. Эти датчики можно быстро установить на окна или двери. Они выполнены на основе герконов, контакты которых замыкаются или замыкаются при приближении (удалении) постоянного магнита

(рисунок 1.1). Геркон - это прибор, состоящий из герметично запаянных в стеклянную трубку контактов, которые замыкаются или размыкаются при приближении к нему постоянного магнита. В охранных системах магнит крепится к подвижной части двери или окна, а геркон - к неподвижной.

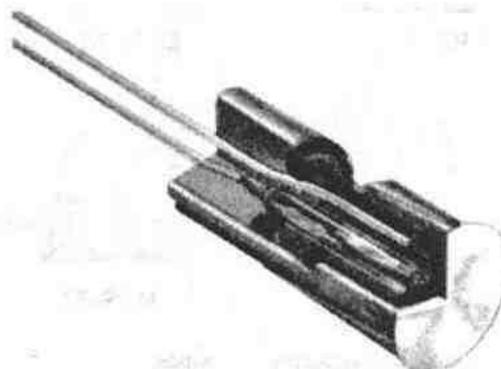


Рисунок 1.1 – Магнитоcontactный датчик с герконом

Фирма C&K Systems выпускает магнитоcontactные датчики двух типов: со стандартным рабочим зазором величиной 2 см и с расширенным рабочим зазором величиной 3 см. Особенности датчиков фирмы C&K Systems:

- возможность увеличения рабочего зазора на 50%;
- низкая стоимость;
- высокая технологичность;
- простота установки;
- высокая помехоустойчивость.

## 1.2 Пассивные инфракрасные детекторы движения

Для охраны внутренних помещений наибольшее распространение получили пассивные ИК детекторы движения. Они отличаются друг от друга, в основном, размером зоны обнаружения и помехоустойчивостью.

Принцип действия пассивных ИК детекторов основан на регистрации изменения интенсивности ИК излучения, возникающего при движении теплового объекта, например человека или собаки, в зоне обнаружения прибора. Чувствительным элементом такого прибора является пироэлемент (пироприемник), на поверхности которого под воздействием ИК излучения от любого теплового

объекта возникает электрический заряд. Для регистрации факта движения теплового объекта в детекторе с помощью многосегментного зеркала формируется многолучевая диаграмма направленности, состоящая из множества лучей детекции, направленных под разными углами и в различных направлениях. Пересечение этих лучей тепловым объектом приводит к попаданию на пироэлемент импульсов ИК излучения и, как следствие, формирование последним электрических импульсов. Эти импульсы усиливаются и обрабатываются детектором, который подсчитывает их количество и временной интервал между ними. Значения этих параметров определяют помехоустойчивость прибора и диапазон обнаруживаемых скоростей перемещающегося теплового объекта (от 3 м/с для быстро бегущего человека до 0,3 м/с для очень медленного перемещения). Лучи детекции образуют зону обнаружения, которая определяет чувствительность прибора, т. е. максимальное расстояние, на котором еще происходит уверенное обнаружение перемещающегося объекта. Точные геометрические характеристики (конфигурация) зоны обнаружения обеспечиваются многосегментными зеркалами и оптической системой на линзах Френеля. Использование различных типов линз позволяет изменять конфигурацию зоны обнаружения в зависимости от обстановки. Благодаря этому детекторы движения имеют универсальное применение и используются для охраны объемов помещений, мест сосредоточения ценностей (музейных экспонатов, оргтехники и т. п.) и подходов к ним, коридоров, внутренних периметров, проходов между стеллажами, оконных и дверных проемов, полов и т. п. Оптическая система в зависимости от типа используемых линз позволяет получать зоны обнаружения следующих типов: объемную, поверхностную и узконаправленную.

Объемная зона (стандартная) формируется при использовании линз типа "широкий угол" и представляет собой сектор размером 90-110° с лучами детекции, образующими несколько дискретных зон обнаружения: дальнюю, промежуточную, ближнюю и нижнюю. Количество лучей детекции в этих зонах различное.

При использовании линз типа "горизонтальная занавеска" формируется поверхностная зона обнаружения. Такая зона имеет "мертвую" область (зона

неуверенного обнаружения) до высоты 1 - 1, 2 м от уровня пола, что позволяет использовать детекторы с линзой типа "горизонтальная занавеска" в помещениях, где есть домашние животные.

Узконаправленная зона, формируемая линзой типа "вертикальная занавеска", позволяет использовать детекторы для охраны узких коридоров. Для повышения обнаруживающей способности в некоторых детекторах используются датчики на основе двух или четырех пироэлементов. В данном случае луч детекции состоит из двух (четырёх) элементарных лучей, а специальная схема включения чувствительных площадок пироприемника и способ обработки сигнала обеспечивают повышенную устойчивость прибора к засветкам, вызванным излучением осветительных приборов (ламп белого цвета) и солнца, воспринимаемым как помеха.

Детекторы хорошо защищены от воздействия электрических разрядов и электромагнитного излучения СВЧ диапазона, прочным металлическим корпусом, выполняющим роль экрана. Для визуального контроля работоспособности прибора и уровня помех в месте его установки используется светодиодная индикация. В некоторых типах детекторов имеется возможность дистанционного включения/выключения светодиодных индикаторов по шлейфу сигнализации.

При обнаружении движения, помех или при вскрытии прибора тревожное извещение может формироваться двумя способами: коротким замыканием (путем увеличения тока потребления) или разрывом (путем уменьшения тока потребления) шлейфа сигнализации. Выдача тревожного извещения производится путем замыкания/размыкания контактов выходных реле тревоги, вторжения и неисправности. Тревожное извещение выдается в течение нескольких секунд, т.к, детектор запоминает сигнал тревоги. Иногда ИК детектор движения размещается в одном корпусе с детекторами других типов, например с детектором битого стекла. Это возможно благодаря использованию в детекторах движения метода пассивного инфракрасного обнаружения, не создающего помех и не оказывающего влияния на работу других приборов.

Для охраны внутренних помещений наибольшее распространение получили пассивные ИК-датчики движения (рисунок 1.2) и совмещенные датчики

типа пассивный + микроволновой (рисунок 1.3). Совмещенные датчики отличаются гораздо более высокой надежностью и устойчивостью к ложным срабатываниям.



Рисунок 1.2 – Внешний вид пассивного датчика движения



Рисунок 1.3 – Внешний вид дуального (комбинированного) датчика движения

### 1.3 Радиоволновые и комбинированные детекторы движения

Радиоволновые детекторы движения предназначены для обнаружения и регистрации движения в охраняемой зоне. Каждый детектор содержит СВЧ-модуль, в состав которого входят излучатель и приемник высокочастотных колебаний. В отличие от пассивных ИК детекторов, подробно рассмотренных выше, радиоволновые детекторы являются активными устройствами, так как излучают в пространство СВЧ колебания. Принцип действия этих приборов основывается на интерференции радиоволн сантиметрового диапазона или эф-

фекте Доплера (изменение частоты принимаемого сигнала, отраженного от движущегося объекта).

При охране внутренних помещений по характеристикам радиоволновые детекторы аналогичны описанным выше пассивным ИК детекторам. Однако в отличие от них, они имеют более низкую помехозащищенность и достаточно высокий уровень СВЧ излучений. Поэтому в последнее время все чаще стали применяться приборы, в состав которых входят два детектора - пассивный ИК и радиоволновый. Это так называемые детекторы двойной технологии. В таких приборах пассивный ИК детектор работает непрерывно. При регистрации им факта движения теплового объекта в зоне обнаружения включается радиоволновый детектор. Если последний подтвердит наличие подвижного объекта в зоне охраны, прибор сформирует и выдаст по шлейфу сигнализации тревожное извещение путем замыкания или размыкания контактов выходных реле. Такой режим работы детекторов позволяет обеспечить высокий уровень помехозащищенности прибора и уменьшить уровень СВЧ излучений, поскольку радиоволновый детектор включается только на короткое время. Радиоволновые детекторы могут работать на одной из нескольких рабочих частот (литер), устанавливаемых с помощью переключателей на плате СВЧ-модуля прибора. Это позволяет использовать несколько однотипных детекторов, работающих на различных частотных литерях, в одном помещении одновременно

#### 1.4 Детекторы битого стекла, ультразвуковые и вибродатчики

Кроме описанных выше детекторов, в охранных системах используются и другие типы датчиков. К ним относятся детекторы битого стекла, ультразвуковые датчики, вибродатчики и т. п.

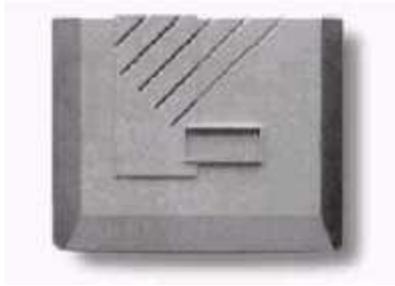


Рисунок 1.4 – Датчик разбития стекла

Задача обнаружения разрушения стекла может решаться с использованием различных физических принципов. К основным из них можно отнести следующие:

1. Регистрация механических нарушений элементов извещателя. В этом случае используются электроконтактные датчики из фольги или проводник из специального армированного стекла. Механическое разрушение целостности проводника при разрушении стекла фиксируется схемой обработки.

2. Использование инерционных свойств. В этом случае извещатель имеет два элемента: один жестко закрепляется на поверхности стекла, другой - подвижный. При механических колебаниях стекла контакт между этими элементами нарушается, что и фиксируется схемой обработки.

3. Использование пьезоэлектрического эффекта. В этом случае извещатели могут быть как пассивными, так и активными. В пассивном варианте пьезодатчик размещается на поверхности стекла. Он преобразует механические колебания стекла в электрический сигнал, который обрабатывается соответствующей схемой. Такие детекторы имеют низкую помехозащищенность и не позволяют контролировать работоспособность пьезодатчиков. Лучшие характеристики имеют активные извещатели, состоящие из передатчика и приемника акустических колебаний. Поскольку частота колебаний, излучаемых передатчиком, заранее известна, это позволяет в приемнике выделять именно ее, что повышает помехоустойчивость системы. Кроме того, любые нарушения контакта со стеклом передатчика или приемника будут зарегистрированы схемой обработки.

Всем детекторам, использующим рассмотренные выше принципы, свойственен общий недостаток - необходимость установки на поверхности защища-

емого стекла чувствительных элементов. Особенно это становится важным для окон и дверей, имеющих большое количество элементов остекления. Каждый из этих элементов требует установки на нем отдельного извещателя.

4. Регистрация акустических (звуковых) колебаний, возникающих при разрушении стекла. Этот принцип реализован в большинстве современных детекторов битого стекла. Он обеспечивает такие важные преимущества, как отсутствие каких-либо элементов на охраняемой поверхности стекла и возможность контроля нескольких окон одним детектором.

Детекторы битого стекла реагируют на звук разбиваемого стекла. Наиболее совершенные модели анализируют спектр звуковых сигналов в помещении. Если этот спектр содержит составляющую, совпадающую со спектром разбиваемого стекла, то детектор срабатывает.

Двухпороговые детекторы битого стекла регистрируют звук удара по стеклу и звук разбиваемого стекла. Для индикации тревоги такой извещатель должен зарегистрировать два этих сигнала с интервалом между ними не более 150 мс.

Ультразвуковые датчики работают следующим образом. Они излучают и принимают отраженный сигнал ультразвуковой частоты. Эти датчики характеризуются высокой чувствительностью, высоким уровнем ложных срабатываний, зависимостью настроек от перепадов температуры и влажности и т. д. Поэтому ультразвуковые датчики не нашли широкого применения и используются, в основном, в недорогих системах для защиты замкнутых изолированных объемов.

Вибродатчики реагируют на наличие вибрации поверхности, контролируемой прибором, возникающей при попытке ее разрушения. Эти датчики работают на основе пьезоэффекта или эффекта электромагнитной индукции и устанавливаются на стенах, дверях, стеклах и т. п. Вибродатчики отличаются низкой стоимостью и низкой помехоустойчивостью.

## 1.5 Фотоэлектрические датчики

Фотоэлектрические датчики излучают и принимают отраженный сигнал инфракрасного излучения с длиной волны порядка 1 мкм. Они используются в составе систем защиты внутреннего и внешнего периметра для бесконтактного блокирования пролетов, дверей, лифтов, проемов, коридоров и т.п. Их отличает высокая устойчивость и надежность работы. Фотоэлектрические датчики состоят из двух частей – передатчика и приемника. Они разносятся вдоль линии охраны. Между ними проходит система модулированных инфракрасных лучей (рисунок 1.5).

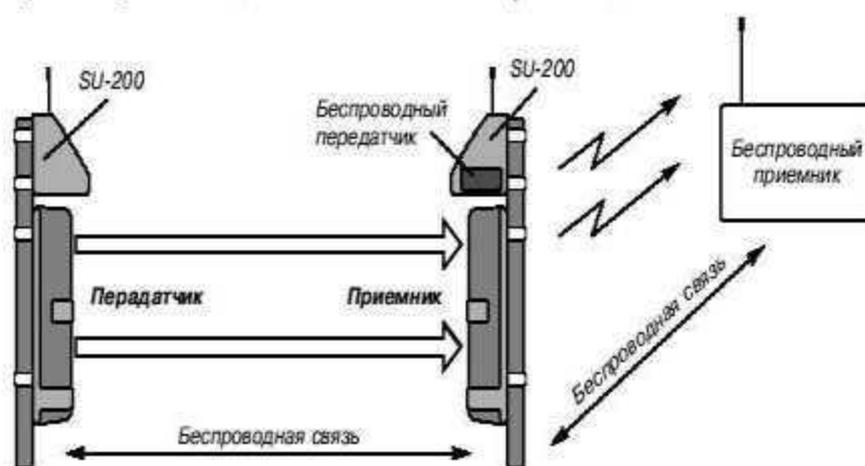


Рисунок 1.5 – Фотоэлектрические датчики

Датчики этого типа срабатывают при попытке пересечь систему лучей, отличаются высокой устойчивостью и надежностью работы. Наиболее совершенные модели фотоэлектрических датчиков могут работать автономно. Для этого они оснащаются солнечными элементами, которые заряжают аккумуляторные батареи датчиков.

## 2 Структурная схема охранной системы

Структурная схема устройства изображена на рисунке 2.1. Основной элемент системы – микроконтроллер, к нему через входные цепи подключаются датчики, детекторы, шлейфы охранной системы. К микроконтроллеру также подключаются блок светодиодной индикации, исполнительное устройство (сирена), блок установки временных параметров, ключ системы для санкционированного отключения. Блок питания обеспечивает работу всей системы (в том числе и автономную) и формирует необходимые уровни напряжений. Блок питания состоит из понижающего трансформатора, выпрямителя, регулируемого стабилизатора напряжения, аккумулятора (источник бесперебойного питания), стабилизатора напряжения, формирователя опорного напряжения.

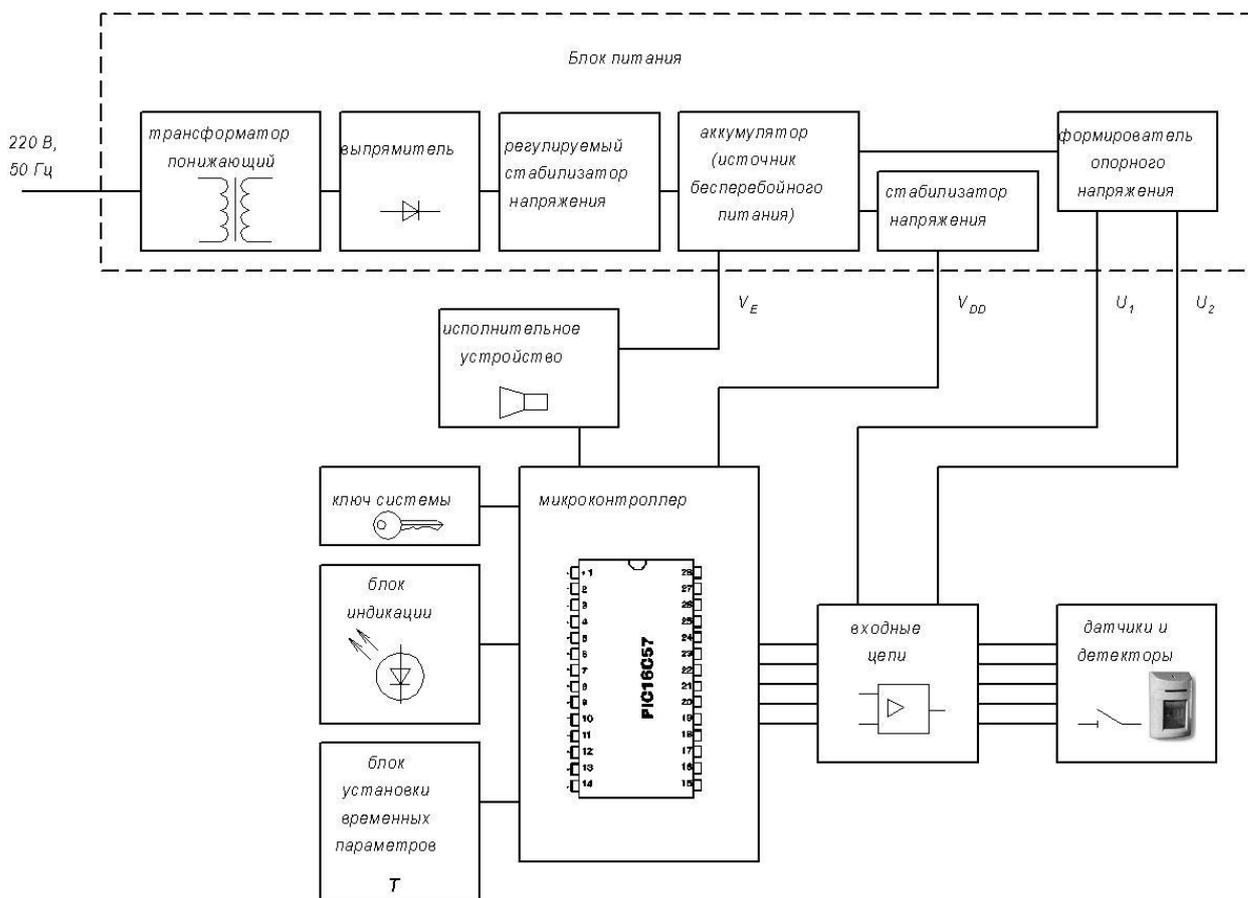


Рисунок 2.1 – Структурная схема охранной системы

### 3. Составление принципиальной электрической схемы

#### 3.1 Выбор микроконтроллера

Для реализации разрабатываемого устройства решено выбрать микроконтроллер PIC16C57. Семейство PIC16C5X представляет собой дешевые, высокопроизводительные, полностью статические, 8-битные, КМОП микроконтроллеры с RISC архитектурой.

Производительность микроконтроллеров PIC составляет 5 миллионов операций в секунду (самое большое быстродействие среди 8-битовых микроконтроллеров). Данные микроконтроллеры можно применять для обработки сигнала в режиме реального времени, использовать в схемах управления электродвигателями, видеоиграх, дисковых накопителях, и всевозможных устройствах ввода/вывода.

В конструкцию микроконтроллеров PIC также включено много энергосберегающих особенностей, делающих их микромощными в режиме ожидания (потребляемый ток менее 1 мкА), низковольтными по напряжению питания (2 В).

Это открывает широкие возможности для разработки устройств с батарейным питанием, питанием от телефонной линии, солнечных батарей и удаленных от источников электроэнергии устройств, таких как, например, беспроводные и мобильные телефоны, электронные сторожа и системы блокировки автомобилей, антирадары, различные системы дистанционного управления, удаленные интеллектуальные сенсоры.

Микроконтроллеры PIC, выполненные в 28-выводных DIP и SOIC (для поверхностного монтажа) корпусах идеальны для использования во встроенных и ограниченных габаритами устройствах, таких как, например, карманные устройства, автомобильные модули, небольшие периферийные устройства для компьютеров, различные потребительские устройства.

Семейство микроконтроллеров имеет особенности, уменьшающие стоимость системы и требования к питанию. Схема запуска по включению питания и таймер запуска генератора позволяют во многих случаях обойтись без внеш-

них схем сброса. Возможен выбор одного из четырех типов тактовых генераторов, среди которых есть RC генератор и микропотребляющий генератор LP. Дополнительный режим пониженного энергопотребления SLEEP, сторожевой таймер WDT и возможность защиты программы от считывания позволяют эффективно использовать микроконтроллеры этого семейства в широком спектре применений.

Структурная схема микроконтроллера приведена на рисунке 3.1.

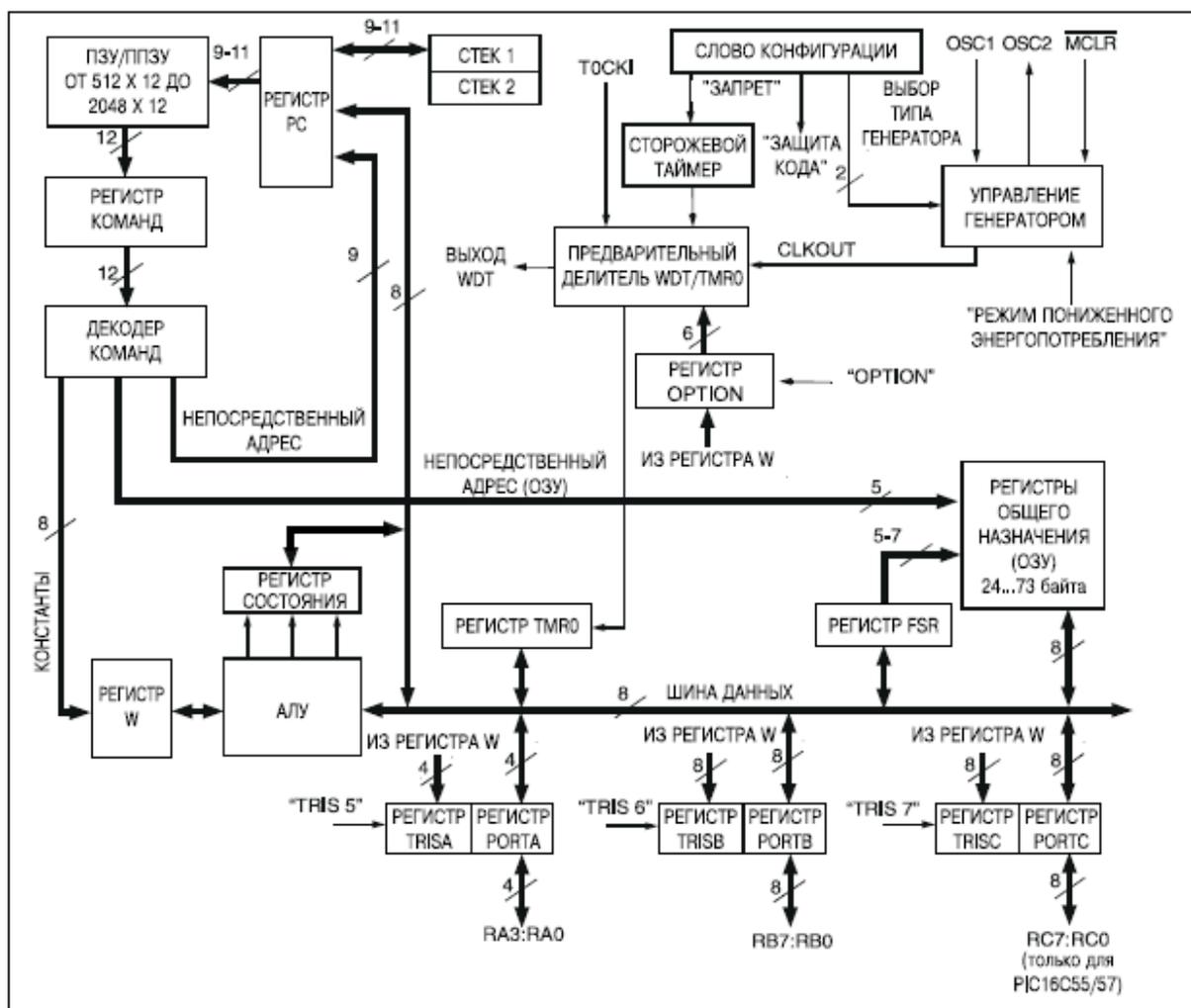


Рисунок 3.1 – Структурная схема микроконтроллера

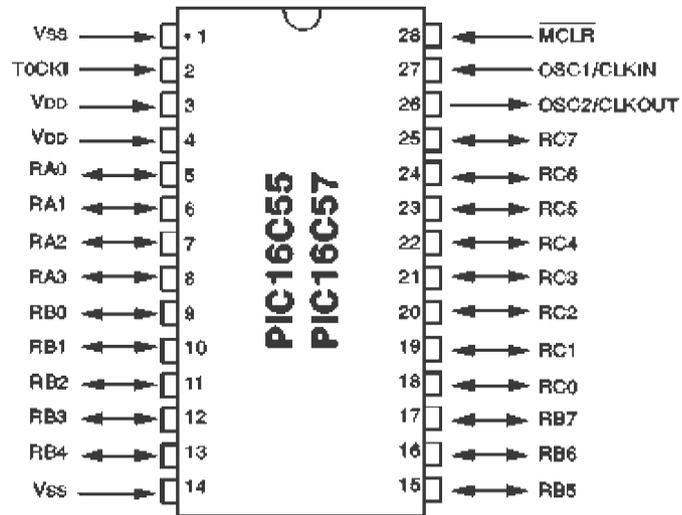


Рисунок 3.2 – Выводы микросхемы PIC16C57

Описание выводов микроконтроллера приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Описание выводов PIC16C57

Наименование	DIP	Тип	Буфер	Примечание
RA0	6	I/O	TTL	Двунаправленный порт ввода/вывода.
RA1	7	I/O	TTL	
RA2	8	I/O	TTL	
RA3	9	I/O	TTL	
RB0	10	I/O	TTL	Двунаправленный порт ввода/вывода.
RB1	11	I/O	TTL	
RB2	12	I/O	TTL	
RB3	13	I/O	TTL	
RB4	14	I/O	TTL	
RB5	15	I/O	TTL	
RB6	16	I/O	TTL	
RB7	17	I/O	TTL	
RC0	18	I/O	TTL	Двунаправленный порт ввода/вывода.
RC1	19	I/O	TTL	
RC2	20	I/O	TTL	
RC3	21	I/O	TTL	
RC4	22	I/O	TTL	
RC5	23	I/O	TTL	
RC6	24	I/O	TTL	
RC7	25	I/O	TTL	
T0CKI	1	I	ST	Вход таймера TMR0.
MCLR/Vpp	28	I	ST	Вход сброса/напряжение программирования. Сброс низким уровнем.
OSC1/CLKIN	27	I	ST	Вход генератора/внешняя тактовая частота.
OSC2/CLKOUT	26	O	-	Выход генератора. Подключается к осциллятору. В режиме RC выход 1/4 тактовой частоты OSC1.
Vdd	2	p	-	Положительное напряжение питания.
Vss	4	p	-	Общий вывод.
N/C	3,5	-	-	Не используются.

Обозначения: I - вход, O - выход, I/O - вход/выход, P - питание,

— не используется, TTL - вход TTL, ST - вход с триггером Шмидта.

Общие характеристики микроконтроллера PIC16C57:

- Максимальная тактовая частота (МГц) 20
- Память программы (ППЗУ, слов) 2к
- Память данных (ОЗУ, байт) 72
- Модуль таймера TMR0
- Разряды ввода/вывода 20
- Диапазон напряжений питания (В) 2,5 – 6,25
- Число команд 33
- Типы корпусов DIP28, SOIC28, SSOP28

Электрические характеристики. Предельные эксплуатационные данные:

Диапазон рабочих температур	-55°C...+125°C
Диапазон температуры хранения	-65°C...+150°C
Напряжение на выводе VDD относительно VSS	0...+7.5 В
Напряжение на выводе MCLR относительно VSS	0...+14 В
Напряжение на любом выводе относительно VSS, кроме VDD и MCLR	-0.6В...VDD+0.6В
Общая рассеиваемая мощность	800 мВт
Макс, ток по выводу VSS	150 мА
Макс, ток по выводу VDD	50 мА
Макс, ток по выводу VDD	100 мА
Макс, ток по входу TOCKI	±500 мкА
Макс, втекающий ток по любому разряду порта	±20 мА
Макс, вытекающий ток по любому разряду порта	±20 мА
Макс, суммарный втекающий ток всех разрядов одного порта	50 мА
Макс, суммарный вытекающий ток всех разрядов одного порта	40 мА

### 3.2 Схема микропроцессорного блока

Контроль за входами и управление всеми выходными цепями осуществляется с помощью программы, прошитой в контроллере (разработка программы не входит в задачи данного проекта). Принципиальная схема устройства сигнализации приведена на рисунке 3.3.

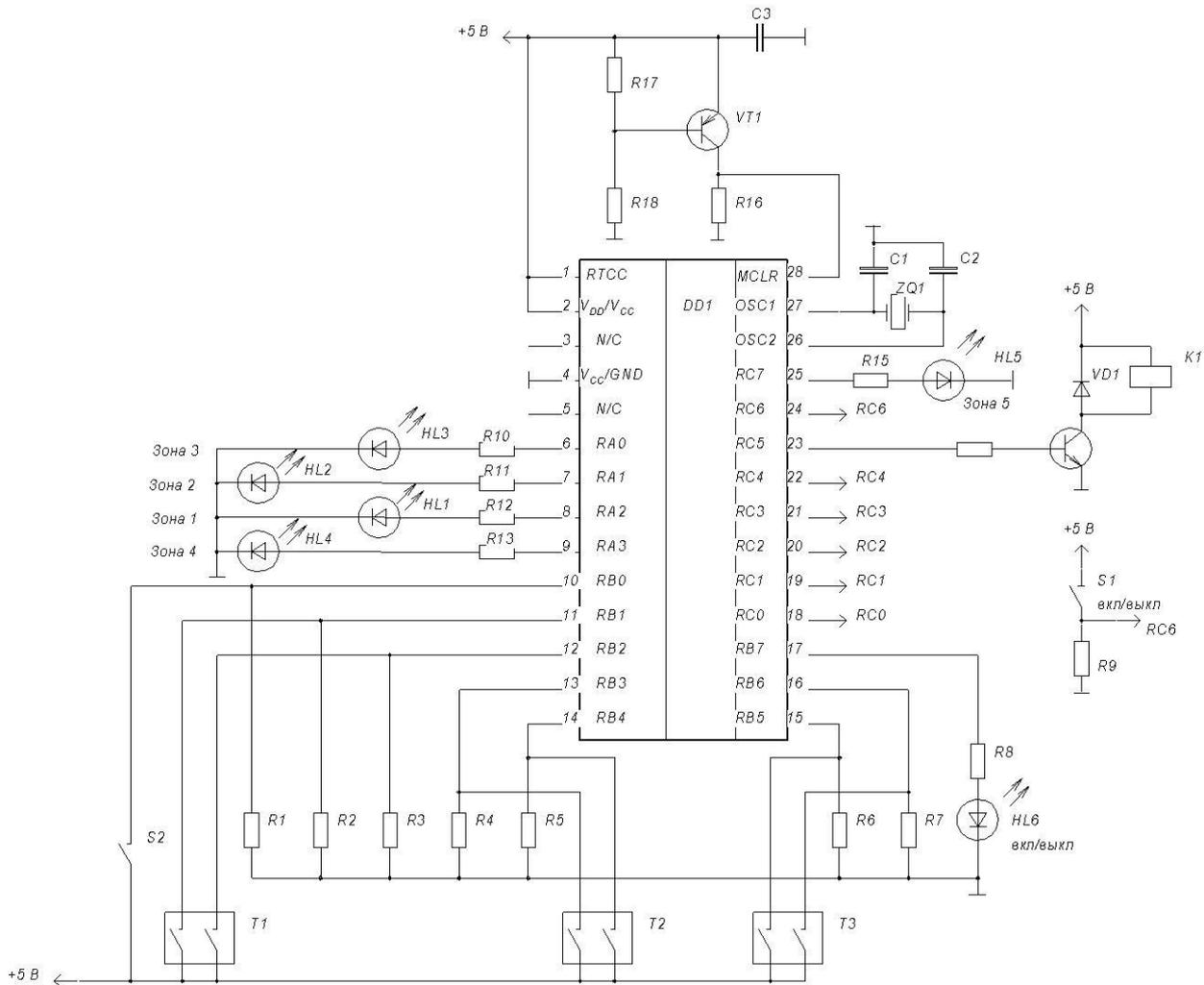


Рисунок 3.3 – Схема микропроцессорного блока

Задающий генератор микроконтроллера использует кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C1, C2. Согласно рекомендациям производителя выберем кварцевый резонатор на 4,000 МГц (тип – 6ДС, корпус – НС-49U, номер гармоники –1). Конденсаторы C1, C2 – 25 В – 22пФ ± 5%.

«Мастер ключ» подключается к контактам 19 и 20. В зависимости от его положения на входе 24 микроконтроллера формируется либо низкий, либо высокий уровень. При низком уровне система находится в рабочем режиме, при высоком — в дежурном. В качестве «мастер ключа» можно использовать обычный тумблер, но в целях повышения безопасности рекомендуется установить кодовый замок или дистанционно управляемый выключатель. Светодиод HL6 индицирует включение рабочего режима.

*Блок светодиодной индикации.* Светодиоды HL1 — HL5 индицируют состояние шлейфов всех зон.

Выберем светодиоды красного свечения диаметром 5 мм типа АЛ1102АМ (Основные параметры: Цвет свечения и линзы – красный; максимальное обратное напряжение - 2В; максимальное прямое напряжение - 2,8В; максимальный импульсный прямой ток - 60мА). Светодиоды подключаются к микросхеме через токоограничительные резисторы R10 (R8, R11, R12, R13) сопротивлением 330 Ом.

Сопротивление резисторов  $R_{10} = (U_{DD} - U_{HL}) / I_{HL} = (5 - 2,8) / 0,006 = 366 \text{ Ом}$ , где  $U_{DD}$  - напряжение питания микросхемы,  $U_{HL}$  - максимальное прямое напряжение на светодиоде,  $I_{HL}$  – ток светодиода (задали 6 мА).

Значение сопротивления резисторов выберем 330 Ом. Мощность резисторов  $P_{R_{10}} = (U_{DD} - U_{HL})^2 / R_{10} = 0,015 \text{ Вт}$ .

Выбираем резисторы R10, R8, R11, R12, R13 – С-4–0,125 Вт–330 Ом ± 10%.

Для стабильной работы микроконтроллера предусмотрена *цепь автоматического сброса* на резистивном делителе, выполненная на элементах R16 — R18, VT1. Сигнал сброса вырабатывается, когда напряжение питания становится меньше, чем  $V_{\text{ДДСБРОСА}} = 0,7 * (R_{17} + R_{18}) / R_{17}$ . Значение сопротивления R16 не должно превышать 40 кОм, значения R17, R18 рекомендуется выбирать из

диапазона от 1 до 100 кОм. Зададим напряжение  $V_{DDCBPOCA} = 3В$ , тогда отношение

$$R18/R17 = (V_{DDCBPOCA} / 0,7) - 1 = (3/0,7) - 1 = 3,3.$$

Зададим значение  $R17 = 1$  кОм, тогда  $R18 = 3,3$  кОм.

Элементы цепи сброса: резистор  $R16 - C-4-0,1 Вт-10 кОм \pm 10\%$ ; резистор  $R17 - C-4-0,1 Вт-1 кОм \pm 10\%$ ;  $R18 - C-4-0,1 Вт-3,3 кОм \pm 10\%$ ; конденсатор  $C3 - 25В - 0,1 мкФ \pm 10\%$ ; транзистор  $VT1 - BC638$  (Основные параметры:  $U_{КБО.МАКС} = 60В$ ;  $U_{КЭО.МАКС} = 60В$ ; максимально допустимый ток  $I_{К.МАКС} = 0,1А$ ; максимальная рассеиваемая мощность  $1Вт$ ; корпус-ТО92).

#### *Блок установки временных параметров.*

В схеме предусмотрены три движковых двухпозиционных переключателя  $T1 - T3$  (тип элементов-  $ADE0204- SWITCH DIP EXT ACTUATOR 2POS$ ), с помощью которых можно установить требуемые временные параметры системы сигнализации (табл. 3.2):

$T1$  — длительность сигнала «тревога»;

$T2$  — время на вход (задержка включения режима «тревога»);

$T3$  — время на выход (задержка включения режима «охрана»).

Таблица 3.2 – Временные параметры системы сигнализации

T1			T2			T3		
Длительность сигнала тревога			Время на вход			Время на выход		
1	2	мин	1	2	сек	1	2	сек
0	0	0,5	0	0	15	0	0	15
1	0	1	1	0	30	1	0	30
0	1	1,5	0	1	45	0	1	45
1	1	2	1	1	60	1	1	60

Временные параметры задаются программой микроконтроллера.

На входы микросхемы  $DD1$ , куда подключаются переключатели  $T1-T3$ ,  $S2$  подключаются также балластные сопротивления  $R1-R7$  номиналом  $15 кОм$  (рисунок 3.3).

Транзистор VT2 является электронным ключом для включения реле K1, к контактам которого подключают сирену. транзистор BC639 ( $U_{КБО.МАКС} = 100 В$ ;  $U_{КЭО.МАКС} = 100 В$ ; максимально допустимый ток коллектора  $I_{К.МАКС} = 0.1 А$ ; статический коэффициент передачи тока  $h_{21_{ЭМИН}} = 40$   $h_{21_{ЭМИН}} = 40$ ; граничная частота коэффициента передачи тока  $f_{гр} = 100 МГц$ ; максимальная рассеиваемая мощность – 1Вт; корпус – ТО92). Резистор R14 ограничивает базовый ток. Выберем R14=1,2 кОм, тогда базовый ток транзистора будет  $I_B = (U_{ВХ} - 0,7) / R14 = (5 - 0,7) / 1200 = 3,6$  мА.

Диод VD1 защищает транзистор VT2 от всплесков напряжения при выключении реле. Выбираем диод 1N4148 (материал–кремний; максимальное постоянное обратное напряжение – 100 В; максимальное импульсное обратное напряжение – 120 В; максимальный прямой ток – 0.15 А; максимальный обратный ток – 5 мкА; максимальное прямое напряжение – 1 В; максимальное время обратного восстановления – 0.004 мкс; рабочая температура– -65...150 С; корпус – DO35).

Сирена питается от аккумулятора, подключается к контактам реле K1 серии FRM1-1C1 (рабочее напряжение 6В, контакты рассчитаны на ток до 10А).

### 3.3 Входные цепи

Разрабатываемая охранная система рассчитана на пять охраняемых зон. Охранные шлейфы каждой зоны имеют свой вход (Входы RC0 – RC4 микросхемы DD1). Входные цепи имеют одинаковую структуру. Рассмотрим работу одного из входов (рисунок 3.4). Шлейф зоны 1 (условно показано два датчика) через дополнительный резистор  $R_f = 4,7$  кОм, включенный последовательно с датчиками, подключаются к входам операционных усилителей – инвертирующему входу первого и неинвертирующему входу второго.

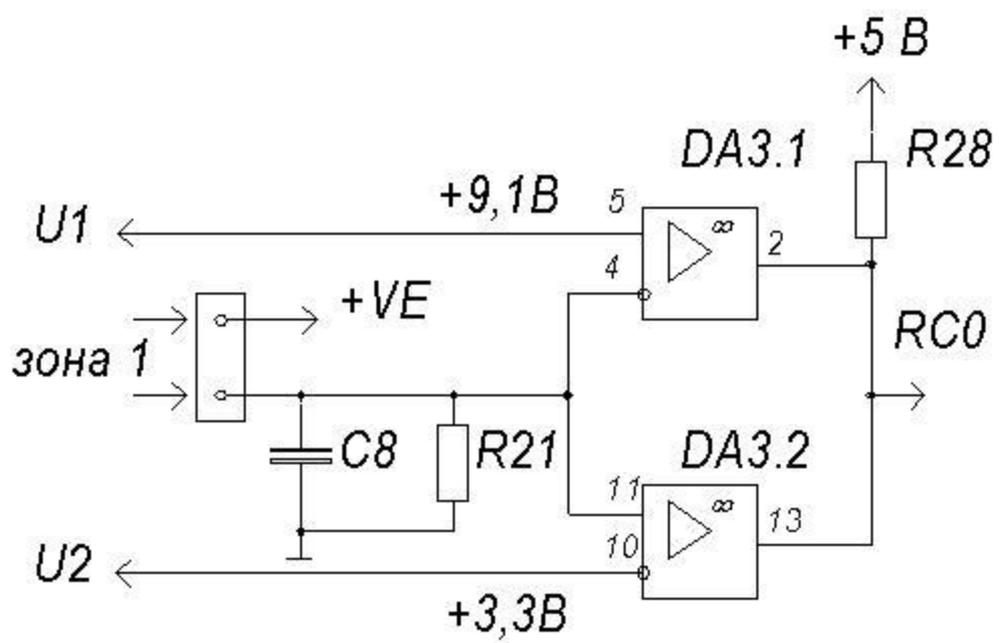


Рисунок 3.4 – Входная цепь зоны 1

Конденсатор С8 и резистор Rf представляют собой фильтр НЧ с частотой среза около 60 Гц. На два других входа операционных усилителей поступают опорные напряжения 3,3 и 9,1 В (см. расчет блока питания). Пока датчики зоны замкнуты и шлейф цел, напряжение, которое определяется делителем Rf-R21, поддерживается в этом диапазоне. В случае размыкания одного из датчиков зоны, разрыва шлейфа или его короткого замыкания напряжение на входе изменится и выйдет из заданного диапазона, на соответствующем входе микроконтроллера (вывод 18) появится лог. 0 и система перейдет в режим «тревога».

Схема сравнения построена на микросхемах DA3 — DA5 (LM339). Каждая из них содержит четыре компаратора. Для формирования входных цепей каждой из пяти зон используется пара компараторов. Блоком питания формируются опорные напряжения  $U_1=9,1$  В и  $U_2=3,3$  В. Зададим значение напряжения с делителя Rf-R21  $U_f=6,5$  В (среднее между 9,1 и 3,3 В), тогда сопротивление R21 должно составлять:

$$R_{21}=(R_f \cdot U_f)/(V_E-U_f)=(4700 \cdot 6,5)/(12-6,5)=5,55 \text{ кОм},$$

где  $V_E=12$  В – напряжение питания охранного шлейфа.

Выбираем значение  $R_{21}=5,6$  кОм.

Рассеиваемая мощность резистора R21 составит;

$$P_{R_{21}}=U_{R_{21 \max}}^2/R_{21}=12^2/5600=0,025 \text{ Вт}.$$

Конденсатор С8 и резистор Rf представляют собой *фильтр НЧ* с частотой среза  $f_c=60 \div 70$  Гц (для фильтрации возможных помех из блока питания). Из этих условий определим значение емкости конденсатора С8:

$$C_8=1/(2\pi \cdot R_f \cdot f_c)=1/(2\pi \cdot 4700 \cdot 70)=0,484 \text{ мкФ}.$$

Выбираем значение  $C_8=0,47$  мкФ.

Цепи остальных зон работают аналогично.

### 3.4 Блок питания

Питание устройства осуществляется от вторичной обмотки понижающего трансформатора 220/17 В. В блок питания входят также предохранитель FU1 3,15 А, выпрямительный диодный мост VD2 — VD5, емкостные фильтры на конденсаторах С14– С15, регулируемый стабилизатор напряжения на 13,8 В, стабилизатор напряжения на 5В для питания микросхемы, формирователи опорных напряжений U1 и U2 (рисунок 3.5).

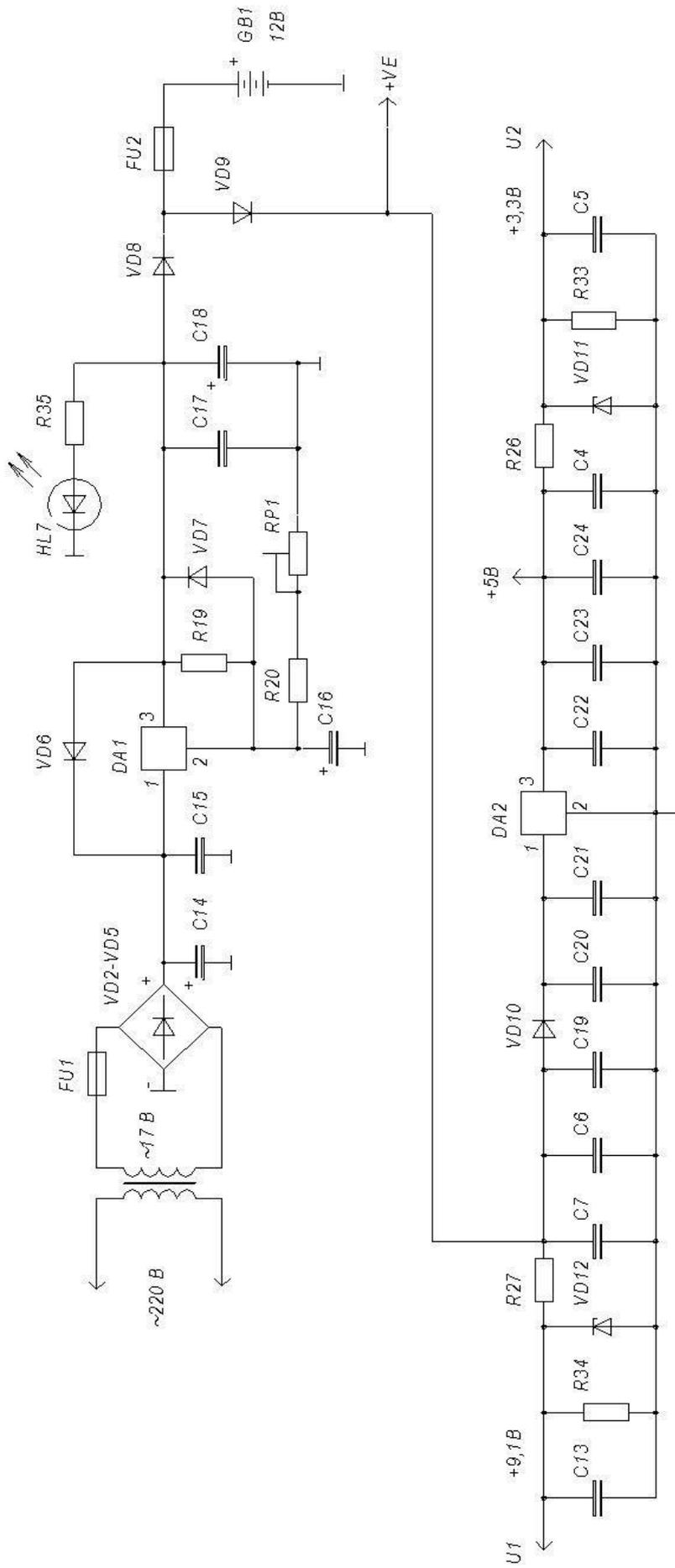


Рисунок 3.5 – Блок питания охранной системы

*Регулируемый стабилизатор напряжения* выполнен на элементах DA1, R19, R20, C16 – C18, RP1. DA1 – микросхема LM317 фирмы Texas Instruments – трехвыводной регулятор напряжения. Основные параметры микросхемы LM317:

- Разность выходного и входного напряжений –  $3 \div 40$  В;
- Температура  $0 \div 125$  °С;
- Изменение выходного напряжения при изменении входного на 1 В – 0.02%/В;
- Ток общего вывода – 50 мкА;
- Типичное значение опорного напряжения,  $V_{ref} = 1,25$  В
- Максимальный выходной ток – 2,2 А

Стабилизатор напряжения построен по одной из типичных схем [6]. В данном случае выходное напряжение стабилизатора определяется по формуле:

$$V_O = V_{ref} [1 + (R20 + RP1)/R19] + [I_{adj} \cdot (R20 + RP1)],$$

где  $V_{ref}$  - значение опорного напряжения,

$I_{adj}$  - ток общего вывода (типичное значение – 50 мкА).

При выборе элементов  $R19 = 220$  Ом,  $R20 = 1,8$  кОм,  $RP1 = 1$  кОм выходное напряжение стабилизатора может настраиваться в пределах  $V_O = 11,6 \div 17,3$  В. Переменным резистором RP1 нужно установить напряжение 13,8 В.

Согласно рекомендациям [6] значение емкости конденсатора C15 должно составлять от 0,1 до 1 мкФ. Выберем значение  $C15 = 0,22$  мкФ,  $C17 = 0,1$  мкФ,  $C16 = 10$  мкФ (полярный на напряжение 25 В). Диоды VD6, VD7 – 1N4002 (материал – кремний; максимальное постоянное обратное напряжение – 50 В; максимальное импульсное обратное напряжение – 60 В; максимальный прямой ток – 1 А; максимально допустимый прямой импульсный ток – 30 А; максимальный обратный ток – 5 мкА; максимальное прямое напряжение – 1,1 В; рабочая температура –  $-65 \dots 150$ °С; корпус – DO204AL).

Светодиод HL7 (AL102AM) индицирует наличие питающего напряжения. Значение токоограничивающего резистора R35 выберем из условия:

$$R35 = (V_O - V_{HL7}) / I_{HL7} = (13,8 - 2,8) / 10 \cdot 10^{-3} = 1100 \text{ Ом},$$

где  $V_O=13,8$  В– выходное напряжение стабилизатора;  $U_{HL7}$ ,  $I_{HL7}$  – напряжение и ток светодиода HL7.

$$P_{R35}=(V_O-U_{HL7})^2/R35=(13,8-2,8)^2/1100=0,11 \text{ Вт.}$$

Выберем резистор С-4–0,125 Вт–1,2 кОм± 10%.

Напряжение через диод VD8 (1N4002) подается на аккумулятор GB1, который служит источником бесперебойного питания.

В качестве GB1 можно использовать аккумулятор напряжением 12 В емкостью 7 А ч (аккумулятор свинцовый PG(GS) 12-7, размер –151x65x94мм). Зарядка аккумулятора осуществляется через диод VD8 и плавкий предохранитель F2 на ток 3,15 А. Выбираем предохранитель керамический ВП1-1(3,15 А / 250В) с техническими данными : материал – керамика; номинальное напряжение – 250В; номинальный рабочий ток – 3.15А; контакты – цилиндрические; длина корпуса 15мм; диаметр корпуса 4мм; рабочая температура – -60...100°С.

На элементах DA2, VD10, C4, C6, C7, C20 – C24 (рисунок 3.5) собран стабилизатор напряжения 5 В для питания микроконтроллера. Здесь использован трехвыводной стабилизатор напряжения LM7805 со следующими параметрами:

- максимальное входное напряжение – 35 В;
- выходное напряжение – 5,0 В ±4%;
- выходная мощность – 15W;
- тепловой дрейф выходного напряжения – 0,8 – мВ/°С;
- выходной ток до 1А;
- кратковременное значение ударного тока – 2,2 А;
- корпус – ТО-220.

Номинальные значения емкостей конденсаторов выбраны согласно рекомендациям производителя микросхемы для типичной схемы включения (C21, C22 –0,1 мкФ).

На стабилитронах VD11, VD12 и резисторах R26, R27, R33, R34 (рисунок 3.5) реализованы *формирователи опорных напряжений* для работы компараторов DA3 — DA5. При выборе опорных напряжений U1, U2 руководствовались следующим соотношением:

$$V_E > U1 > U_f > U2 > 0,$$

где  $V_E = 12$  В – напряжение питания охранного шлейфа;  $U_f = 6,5$  В (см. расчет входных цепей).

Исходя из ряда стандартных напряжений стабилизации стабилитронов выберем напряжения  $U1 = 9,1$ В,  $U2 = 3,3$  В и соответствующие приборы VD11 – КС433А, VD12 – 1N4739А. Технические параметры стабилитронов сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 Технические параметры стабилитронов

Технические параметры	КС433А	1N4739А
Мощность рассеяния, Вт	1	1,3
Минимальное напряжение стабилизации, В	3	8,6
Номинальное напряжение стабилизации, В	3,3	9,1
Максимальное напряжение стабилизации, В	3,6	9,5
Статическое сопротивление, Ом	25	5,0
при токе	30	28
Минимальный ток стабилизации $I_{ст.мин.}$ , мА	3	-
Максимальный ток стабилизации $I_{ст.макс.}$ , мА	191	100
Рабочая температура, °С	-60...125	-55...200
Способ монтажа	в отверстие	в отверстие
Корпус	kd-8	DO-41

Нагрузочные резисторы R33, R34 выберем из условия  $R33 \gg R_{ст}$  для устойчивой работы схемы стабилизации. Выберем резисторы R33, R34 номиналом 15 кОм.

Зададим ток стабилизации  $I_{ст} = 50$  мА для стабилитронов VD11, VD12, тогда значения балластных сопротивлений R26, R27 определим по формуле:

$$R_{бал} = U_{вх} / I_{ст},$$

где  $U_{вх}$  – входное напряжение для схемы стабилизации (оно соответственно равно 5 В и 12 В). Тогда

$$R_{26} = U_{вх} / I_{ст} = 5 / 0,05 = 100 \text{ Ом},$$

$$R_{27} = U_{вх} / I_{ст} = 12 / 0,05 = 240 \text{ Ом},$$

Выберем значение  $R_{26} = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_{27} = 220 \text{ Ом}$ .

Рассеиваемая мощность резисторов составит

$$P_{R_{26}} = (U_{вх} - U_{ст})^2 / R_{26} = (5 - 3,3)^2 / 100 = 0,03 \text{ Вт},$$

$$P_{R_{27}} = (U_{вх} - U_{ст})^2 / R_{27} = (12 - 9,1)^2 / 220 = 0,038 \text{ Вт}.$$

Типы элементов приведены в перечне элементов для принципиальной электрической схемы.

## 4 Разработка печатной платы

Печатная плата – это плоская изоляционная пластина (чаще всего текстолитовая), с токопроводящими (медными) дорожками. На плате помещаются элементы, соединяемые медными дорожками в соответствии с электрической схемой. Фольгированный стеклотекстолит обладает хорошими электроизоляционными свойствами, механической прочностью и низким водопоглощением. Токопроводящий слой печатной платы создается химическим методом, а проводники получают травлением медной фольги.

Использование печатных плат позволяет уменьшить габаритные размеры изделия, автоматизировать производство, облегчить настройку аппаратуры.

Разработка печатной платы складывается из нескольких этапов.

Компоновка – размещение навесных компонентов на печатной плате. Для этого нужно знать габаритные размеры всех элементов, массы, изоляционные расстояния. При размещении элементов стараются добиться минимальной длины печатных проводников.

Трассировка – оптимальное размещение печатных проводников, соединяющих контактные площадки. Печатные проводники (дорожки) не должны пересекаться, и должны иметь минимальную длину.

Завершающий этап - оформление конструкторской документации на печатную плату.

Для схемы устройства будем использовать двухстороннюю однослойную печатную плату для избегания большого количества перемычек и длинных дорожек. Токопроводящий слой печатной платы создается химическим методом, а проводники получают травлением медной фольги. Исходя из жесткости платы, габаритные размеры её выбираются с учетом соотношения сторон, например: 1:1; 1:2; 2:3; 2:5.

Удельный вес элементов, условия внешнего воздействия определяют толщину печатной платы. Номинальный ряд толщинами односторонних печатных плат следующий: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мм.

В связи с этим будем использовать толщину печатной платы равную 1,5 мм.

Токопроводящий слой печатной платы создается комбинированным методом – комбинация технологических приемов травления фольгированного диэлектрика с последующей металлизацией монтажных отверстий. Комбинированный метод используется при одно- и двустороннем печатном монтаже.

Для изготовления печатной платы комбинированным методом необходимо иметь фольгированный стеклотекстолит СФ-1 – прессованный многослойный лист, состоящий из полотнищ стеклоткани, пропитанных эпоксидно-фенольным лаком и облицованные с двух сторон электролитической фольгой.

Обеспечение возможности свободной установки радиоэлементов определяется выполнением следующих соотношений между диаметром отверстий на печатной плате и диаметром выводов элемента. Если диаметр вывода  $d_B \leq 0,8 \text{ мм}$ , то диаметр отверстия  $d_{отв}$  (мм):

$$d_{отв} = d_B + 0,2 \quad (4.1)$$

Если  $d_B > 0,8 \text{ мм}$ , то:

$$d_{отв} = d_B + 0,3 \quad (4.2)$$

Отверстия, соединенные печатными проводниками, и отверстия под пайку выводов навесных элементов должны иметь контактную (монтажную) площадку, равную:

$$d_M = d_{отв} + 2b, \quad (4.3)$$

где  $d_M$  – диаметр монтажного отверстия;  $b \geq 0,7 \text{ мм}$ .

Количество и диаметр отверстий, форма и наличие металлизации контактных площадок указываются на чертеже печатной платы.

Все отверстия в печатной плате, служащих в качестве монтажных или переходных, металлизировать – покрываем оловом марки ПОС-40.

Значение минимально допустимой ширины проводника принимается равным 0,8 мм.

Ширина печатных проводников (дорожек) выбирается в зависимости от плотности тока. Расположение проводников должно соответствовать схеме трассировки.

Шероховатость неметаллизированной поверхности платы  $R_z \leq 80$ , а металлизированной -  $R_z \leq 40$ .

Большинство деталей блока беспроводных датчиков (кроме передатчика и геркона) предназначены для поверхностного монтажа. Они установлены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, ее чертежи показаны на рисунках 4.1 – 4.2. Передатчик и геркон установлены со стороны, свободной от печатных проводников.

Координатная сетка имеет шаг 1,25 мм. Центры монтажных отверстий располагаются в узлах координатной сетки.

Печатная плата разработана с помощью автоматизированного проектирования (САПР) – программного пакета P-CAD.

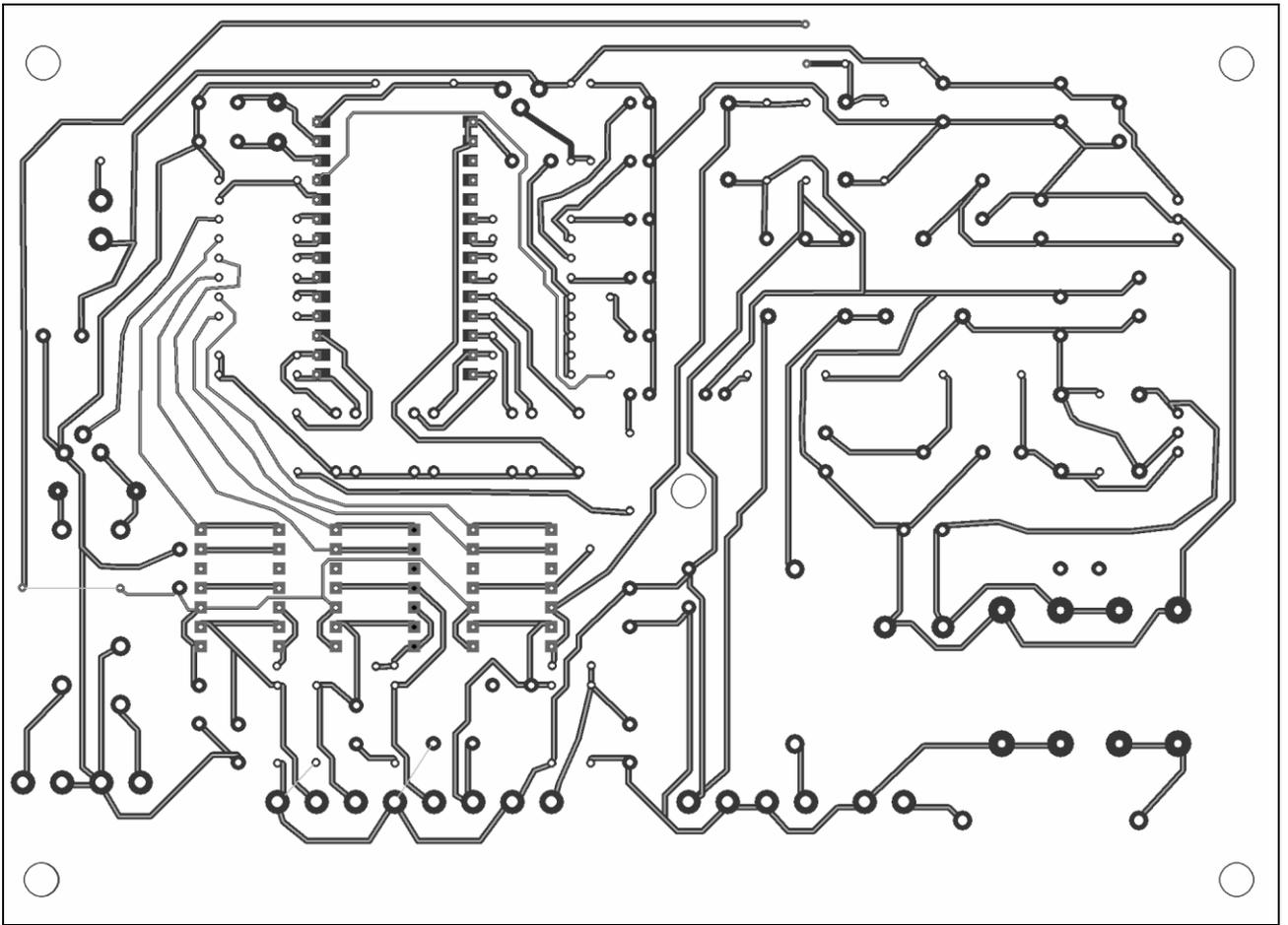


Рисунок 4.1 – Эскиз печатной платы

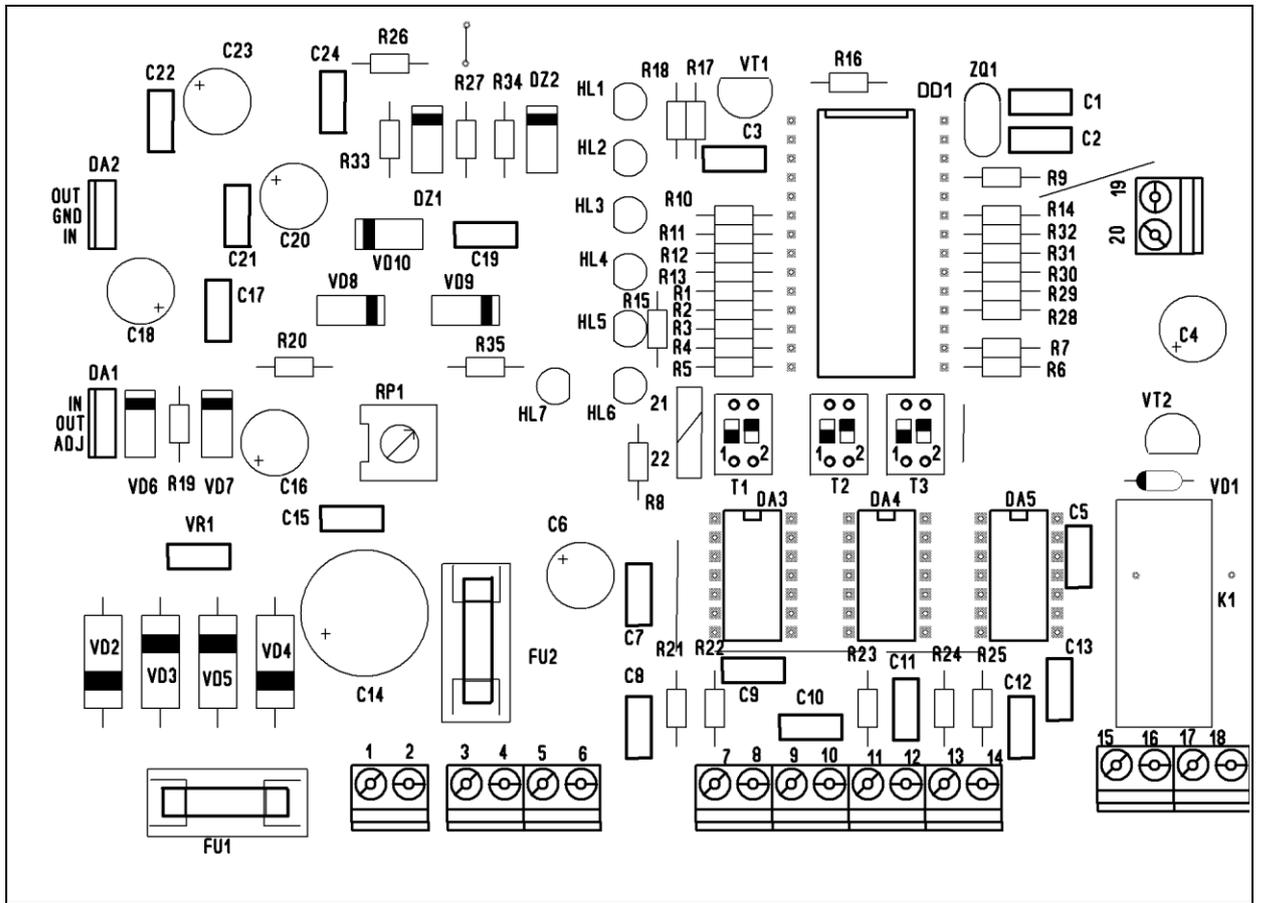


Рисунок 4.2 – Расположение элементов на печатной плате

## 5 Безопасность и экологичность проекта

5.1. Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций. Эскиз лабораторного помещения, предназначенного для изготовления печатных плат, представлен на рисунке 5.1. Применяемое при этом технологическое оборудование сведено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Спецификация оборудования для рабочего места

№	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	Ванна для травления плат	Химическое травление и обезжиривание плат
2	Установка для механической обработки	Механическая обработка изделий
3	Шкаф для хранения инструментов и реактивов	Хранение инструментов и реактивов
4	Раковина.	Соблюдение личной гигиены работников
5	Сушильная камера	Сушка печатной платы
6	Зона пайки и травления плат изделий	Монтаж и пайка радиоэлементов, сборка конструкций, механическая обработка изделий, вырезка контура платы из текстолита
7	Сверлильный станок	Изготовление технологических отверстий

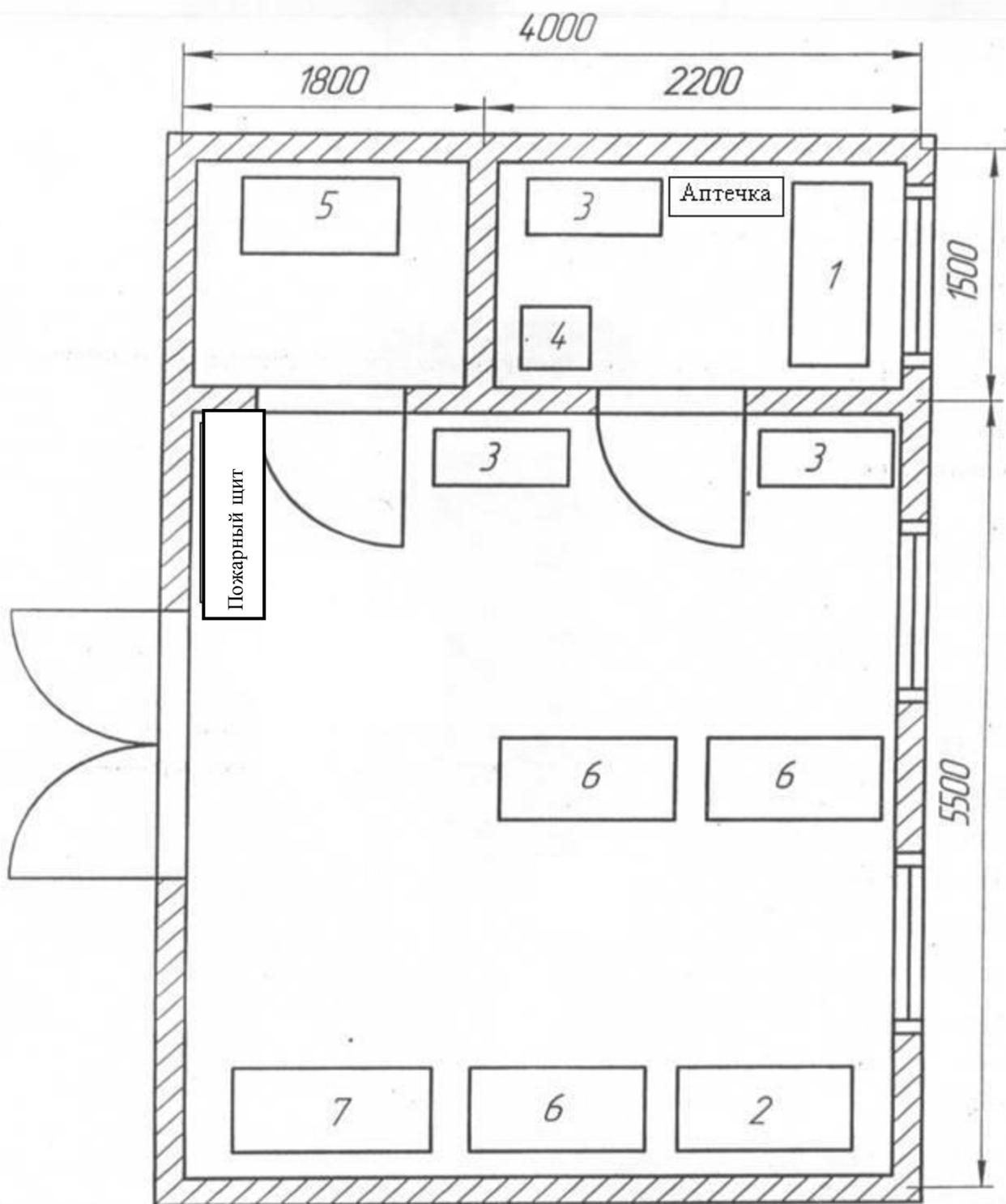


Рисунок 5.1 – Эскиз рабочего помещения

5.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта.

Рабочее место человека характеризуется рабочей средой, которая представляет собой комплекс факторов, таких как биологические, химические, физические, социальные, информационные и другие свойства среды, воздействующие на человека

По спецификации оборудования, представленной в таблице 5.1 проанализировали опасные и вредные производственные факторы, которые возникают при выполнении работ на данном рабочем месте. В результате анализа составили перечень вредных производственных факторов, который приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Вредные и опасные производственные факторы

№	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технические операции при которых встречается данный производственный фактор
1	Воздействие отравляющих радиоэлементов и веществ	Пайка, ванна для травления плат
2	Поражение электрическим током	Пайка, работа с оборудованием
3	Термическое воздействие	Пайка, сушильная камера
4	Движущиеся части установок	Сверлильный станок, установки для механической обработки изделий
5	Влияние шума и вибраций	Работа оборудования
6	Влияние освещения	Рабочие места обработки заготовок
7	Психофизические нагрузки	Монтаж, пайка радиоэлементов

5.3 Воздействие производственного фактора на организм человека.

Каждый из перечисленных факторов оказывает определенное воздействие на организм человека.

5.3.1 Воздействие отравляющих веществ

При изготовлении печатных плат применяются растворы хлорного железа, различных кислот для вытравливания дорожек. При приготовлении таких растворов возникает опасность разбрызгивания, разлива растворов и, как след-

ствии, возможность получения химических ожогов. Процесс работы ванной для травления плат, т.е. процесс химического травления печатных плат сопровождается выделением паров из травильных растворов.

Выделение пыли, газов, паров и аэрозолей на организм, содержание их в воздухе нормировано ГОСТ Р ИСО 16017-2-2007, устанавливая ПДК. Кислоты: соляная кислота ПДК - 5 мг/м<sup>3</sup>, 3-его класса опасности; серная кислота ПДК - 1 мг/м<sup>3</sup>, 4-его класса опасности; азотная кислота ПДК - 2 мг/м<sup>3</sup> 3-его класса опасности; уксусная кислота ПДК-5 мг/м<sup>3</sup>.

При пайке радиоэлементов электропаяльником происходит выделение вредных веществ (свинец, кадмий, олово, цинк, олово, углеводороды, окись углерода), содержащихся во флюсах и припоях, что также негативно сказывается на органы дыхательных путей. По степени воздействия на организм человека, согласно ГОСТ 3778-98, свинец относится к чрезвычайно опасным, медь - высокоопасным.

### 5.3.2 Термическое воздействие на организм человека

При работе с электропаяльником и сушильной камерой возникает опасность - термическое воздействия на организм человека. При термическом воздействии на организм человека нарушается терморегуляция организма.

### 5.3.3 Движущиеся механические части устройств

При работе со сверлильным станком, установкой для механической обработки изделий возможны физические повреждения, связанные с движением механических частей этих устройств. Физические повреждения (потеря конечностей, переломы различной степени тяжести, ушибы). ГОСТ Р МЭК 60745-2-1-2006 «Машины ручные электрические. Безопасность и методы испытаний. Часть 2-1. Частные требования к сверлильным и ударным сверлильным машинам».

### 5.3.4 Влияние шума и вибрации

Интенсивное шумовое воздействие, которое характерно при механической обработке печатных плат, неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии. Уровень шума на рабо-

чем месте не должен превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

#### 5.3.5 Влияние освещенности

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, наступает преждевременная усталость. Неправильное направление света на рабочее место может создавать резкие тени, блики и дезориентировать работающего.

Колебания освещенности, вызванные резким изменением напряжения в сети, имеют большую амплитуду, каждый раз вызывая переадаптацию глаза, приводят к значительному утомлению.

#### 5.3.6 Психофизические нагрузки

Работы, выполняемые при изготовлении печатных плат ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», относится к легким физическим работам, но при этом возникают длительные статические напряжения на мышцы, что может привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Психофизиологические факторы, возникающие в процессе работы: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные и эмоциональные нагрузки; длительные статические нагрузки и монотонность.

### 5.4 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

Снижение уровня воздействия на работающих вредных веществ или его полное устранение достигается путем проведения технологических, санитарно-технических, лечебно-профилактических мероприятий и применением средств индивидуальной защиты. В рабочем помещении поддерживается микроклимат соответственно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Сан-ПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Полы являются токонепроводящими, в воздухе отсутствует

токопроводящая пыль, отсутствуют сырость, и возможность одновременного прикосновения к корпусам и заземленным металлическим конструкциям.

Основными показателями, характеризующими микроклимат в данном помещении, являются температура воздуха  $T = 22-25^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность воздуха 40-60%; скорость движения воздуха в лаборатории и = 0,1-0,3 м/с. Допустимые сочетания температуры, влажности и скорости воздуха в рабочей зоне цехов промышленных предприятий регламентируются ГОСТ 12.1.005-88.

#### 5.4.1 Воздействие отравляющих веществ.

Чтобы снизить к минимуму влияние на организм человека вредных веществ, применяются установки местной вытяжной вентиляции с улавливанием и удалением вредных веществ непосредственно от источника их образования ГОСТ 25743-83 «Шкафы вытяжные радиохимические. Типы, основные параметры и размеры». К данным установкам относятся вытяжные шкафы.

Защита от запыления при механической обработке заготовок печатных плат осуществляется совместно общеобменной и местной вытяжной вентиляцией. Вытяжку воздуха необходимо компенсировать притоком наружного воздуха, прогретого до температуры не ниже  $18^{\circ}\text{C}$ . Объем приточного воздуха, осуществляемый приточной механической вентиляцией должен быть на 10-15% меньше вытяжки для того, чтобы воспрепятствовать проникновению воздуха в другие помещения. В случае необходимости приточный воздух следует очищать от пыли согласно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ГН 2.2.5-1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

В случаях превышения ПДК ограничивается время работы, используются средства индивидуальной защиты ПЗ-1, ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

#### 5.4.2 Поражение электрическим током

Для ограничения действия данного фактора необходимо ограничить возможность соприкосновения с персонала с токоведущими частями. Для этого должна использоваться специальная изоляция оборудования (ГОСТ 12.2.003 - 91), а также необходимо использование специальной одежды для персонала. Оборудование, используемое в процессе работы должно иметь заземление согласно ГОСТ 12.1.030-81.

#### 5.4.3 Термическое воздействие на организм человека.

Для ограничения воздействия данных факторов необходимо создание в лабораторном помещении микроклимата, соответствующего ГОСТ 12.1.005-76, который регламентирует допустимые сочетания температуры, влажности и скорости воздуха в рабочей зоне

#### 5.4.4 Влияние шума и вибрации

Уровень шума на рабочем месте не превышает значений, установленных ГОСТ 12.1.003-83, т.е. не превышает 80 дБ. Уровень звукового давления в диапазоне частот 11-20 кГц не должен превышать соответственно 75-110 дБ, а общий уровень звукового давления в диапазоне частот 20-100 кГц не должен быть выше 110 дБ.

Защита людей, работающих непосредственно в шумной зоне, осуществляется применением средств индивидуальной защиты (антифоны, беруши и др.), согласно ГОСТ 12.4.002-97.

#### 5.4.5 Влияние освещенности

Для избегания вредного воздействия этого фактора на организм человека необходимо обеспечить достаточное освещение рабочего места. Освещенность регламентируется ГОСТ 24940.

В соответствии со СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» данная работа имеет V разряд зрительной работы, поэтому необходимо применение комбинированного освещения. Также необходимо использование местного освещения только рабочей поверхности.

#### 5.5 Обеспечение электробезопасности на рабочем месте.

В соответствии с ПУЭ данное помещение относится к помещениям повышенной опасности.

В процессе изготовления печатных плат возникает опасность поражения электрическим током. Проходя через живые ткани, электрический ток оказывает на организм человека тепловое (ожог), механическое (разрыв тканей), химическое (электролиз) и биологическое (сокращение мышц, паралич дыхания и сердца) воздействия.

Одним из опасных факторов является прикосновение к токоведущим частям электроустановок. Электроустановки в данном помещении работают при напряжениях до 1000 В, и основными техническими средствами обеспечения безопасности работ являются: заземление, зануление и отключение. При эксплуатации различных электрических устройств, согласно действующим на данный момент ПУЭ, можно использовать следующие меры защиты от поражения током: обеспечение недоступности токоведущих частей и защитные заземления. Надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для обслуживающего персонала. Для защиты от прикосновения к частям, находящимся под напряжением, применяется двойная электроизоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции (согласно ГОСТ 12.1.038). Рабочая изоляция — это изоляция токоведущих частей, обеспечивающая нормальную работу и защиту от поражения током.

Также в качестве меры, предохраняющей рабочих от поражения электрическим током, используется защитное заземление. Это преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей установки, то есть корпуса, который может оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. При малых значениях сопротивления заземляющего устройства напряжение корпуса относительно земли будет небольшим и прикосновение к корпусу будет безопасным.

Также представляет опасность статическое электричество — совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых материалов или на изолированных проводниках. Такой разряд вызывает у человека рефлекторное движение, что в ряде случаев может привести к попада-

нию работающего в опасную зону оборудования и закончиться несчастным случаем.

Уменьшение интенсивности генерации электрических зарядов достигается использованием слабо электризующихся и не электризующихся материалов. Устранение зарядов статического электричества осуществляется использованием материалов со слабой электропроводностью для отекания образовавшихся зарядов, например, слабоэлектропроводного линолеума в помещении и покрытие рабочих столов слабоэлектропроводным пластиком.

#### 5.6 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте.

Данное производственное помещение по классификации НПБ 105-95 соответствует категории взрыво- и пожаробезопасное.

В соответствии с СНиП 21-01-97 пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системой предотвращения пожара, системой противопожарной защиты, организационно-техническими мероприятиями. В рабочем помещении установлено 8 дымовых пожарных извещателей автоматического действия.

Противопожарная защита помещения обеспечивается применением автоматической установки пожарной сигнализации и использованием основных строительных конструкций здания с регламентированными в соответствии со СНиП 21-01-97 пределами огнестойкости.

В соответствии с нормами первичных средств пожаротушения при площади помещения, не превышающей  $100 \text{ м}^2$ , в распоряжении персонала имеется углекислотный огнетушитель ОУ-5, предназначенный, для тушения возгорания различных, веществ и электроустановок с напряжением до 10 кВ при температуре окружающего воздуха от  $-40$  до  $+50^\circ\text{C}$ . Для тушения электроустановок применяются углекислотные или порошковые огнетушители. Двери открываются наружу, чтобы в случае массового движения рабочих из помещения они не являлись препятствием для выхода.

Профилактические методы борьбы с пожарами предусматривают следующие мероприятия: организационные, технические, режимные, эксплуатационные:

## 5.7 Экологическая экспертиза проекта

При изготовлении печатных плат окружающей среде может быть нанесён ущерб следующими факторами:

- а) выброс в атмосферу вредных веществ,
- б) загрязнение водной среды жидкими отходами,
- в) загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами.

Выброс в атмосферу вредных веществ происходит при химической обработке печатных плат, а также при лужении и пайке. При этом происходит загрязнение атмосферы. Для предотвращения выброса вредных веществ в атмосферу вентиляционная система должна быть обеспечена фильтрами, а для последующего применения использованного ацетона должны быть очистные установки.

Загрязнение водной среды жидкими отходами может быть вызвано промышленными стоками, содержащими отработанные травильные растворы, растворы реактивов, используемых в технологическом цикле. Для очистки промышленных стоков от вредных примесей должны применяться очистные сооружения. Промышленные стоки перед их поступлением на очистные сооружения надо подвергнуть локальной очистке от ионов тяжёлых металлов.

Твёрдые отходы – обрезки слоистых пластиков, текстолита и пр., используемых в производстве печатных плат должны подвергаться утилизации.

## 6. Расчет затрат инновационного проекта по разработке и созданию системы охраны

### 6.1 Исходные данные.

Перечень стадий и этапов по созданию и разработке охранной системы сведен в таблицу 6.1, данные для расчета затрат на НИОКР представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.1 - Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР

№	Наименование работ	Трудоёмкость чел/день		Наименование исполнителя	Кол-во исполнителей		F <sub>обор</sub> , дни
		i	Σ		i	Σ	
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>I. Маркетинговые исследования</b>							
1.1	Сбор информации и анализ рынков сбыта	4	4	Маркетолог	1	1	компьютер
1.2	Разработка собственного прогноза конъюнктуры рынка	4	4	Маркетолог	1	1	компьютер
1.3	Оценка эффективности использования результатов прогноза	3	3	Маркетолог	1	1	компьютер
<b>II. Конструкторская подготовка</b>							
<b>2.1 Разработка технического задания</b>							
2.1.1	Составление технического задания на разработку охранной системы на микроконтроллере	4	4	Инженер II кат.	1	1	компьютер
2.1.2	Анализ и оценка существующих аналогов	3	3	Инженер II кат.	1	1	компьютер
2.1.3	Проведение патентного поиска	2	2	Инженер II кат.	1	1	компьютер
<b>2.2 Эскизное проектирование</b>							
2.2.1	Разработка принципиальных схем	4	4	Ведущий инженер (ВИ)	1	1	Компьютер
2.2.2	Расчёт основных параметров устройств	3	3	Инженер II кат.	1	1	Компьютер
2.2.3	Расчёт технико-эксплуатационных показателей	3	3	Инженер II кат.	1	1	Компьютер

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
2.3 Техническое проектирование							
2.3.1	Разработка чертежа общего вида	3	2	Инженер II к.	1	1	Компьютер
2.3.2	Расчёт на надёжность	3	2	Инженер 2к	1	1	компьютер
2.4 Рабочее проектирование							
2.4.1	Окончательная доработка конструкции охранной системы	3	3	ВИ Инженер II кат.	1 1	2	Компьютер
2.4.2	Разработка методов испытаний	3	3	ВИ	1	1	компьютер
2.4.3	Изготовление макетного образца устройства	3	3	Слесарь III кат.	1	1	Сверлильный станок Мультиметр Паяльник
III Технологическая подготовка							
3.1	Разработка тех. процесса сборки схемы	3	3	Инженер II кат.	1	1	компьютер
3.2	Изготовление печатной платы	3	3	Слесарь III кат.	1	1	Сверлильный станок
3.3	Сборка радиоэлементов на плату	3	3	Слесарь III кат.	1	1	Паяльник
3.4	Монтаж узлов в корпус	3	3	Слесарь III кат.	1	1	Паяльник
3.3	Проведение окончательных испытаний	3	3	Инженер II кат.	1	1	Осциллограф Мультиметр
3.4	Технико-эконом. оценка результатов НИОКР и составление отчёта	3	3	Инженер II кат.	1	1	Компьютер
<b>Итого:</b>		$\Sigma$ дней					
Маркетолог		11	19				
Ведущий инженер		10					
Инженер II категории		33					
Слесарь III категории		12					
<b>Итого:</b>							Дни
Мультиметр							6
Паяльник							9
Компьютер							46
Осциллограф							3
Сверлильный станок							6

Таблица - 6.2 Исходные данные для расчета затрат на проведение НИОКР

Наименование затрат	Единицы измерения	Абсолютная величина
1	2	3
1. Директивное время на проведение НИОКР	дни	61
2. Среднемесячные оклады:		
- ведущий инженер	руб.	18500
- маркетолог	руб.	15500
- инженер II категории	руб.	16200
3. Часовые тарифные ставки:		
-слесарь III разряда	руб.	65
4. Коэффициент накладных расходов $K_{накл}$	%	60
5. Коэффициент отчислений на социал. нужды, $K_{сн}$ :	%	34,5
6. Стоимость 1 кВт электроэнергии	руб.	2,68
7. Установочная мощность оборудования:		
осциллограф С1-77	кВт	0,05
паяльник ЭПСН-40	кВт	0,04
Сверлильный станок	кВт	0,2
Компьютер	кВт	0,6
8. Коэффициент использования оборудования по мощности $K_{исп}$		0,86
9. Коэффициент загрузки оборудования $K_{загр}$		
осциллограф С1-77		0,65
паяльник ЭПСН-40		0,9
Сверлильный станок СН106Н		0,5
Компьютер		0,85
10. Средняя норма амортизационных отчислений $N_a$		0,13
11. Первоначальная стоимость оборуд., $C_a$		
осциллограф С1-77	руб.	9000
мультиметр	руб.	520
паяльник ЭПСН-40	руб.	500
Сверлильный станок СН106Н	руб.	9000
Компьютер	руб.	25000
12. Режим работы предприятия:		
Продолжительность рабочего дня	час.	8
Количество смен в сутки		1
Количество дней в году	дни	365
Выходных дней	дни	104
Праздничных дней	дни	12
13. Премия за работу на производстве	%	10

## 6.2 Расчёт зарплаты исполнителей

### 6.2.1 Эффективный годовой фонд рабочего времени.

$$F_{\text{ЭФФ.год}} = (366 - D_{\text{вс}} - D_{\text{пр}}) \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \cdot T_{\text{см.пред}}, \quad (6.1)$$

где  $D_{\text{вс}}$  – количество выходных дней;

$D_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней;

$T_{\text{см}}$  – количество часов в смену;

$D_{\text{пред}}$  – количество предпраздничных дней

$T_{\text{см.пред}}$  – количество сокращенных часов в смену в предпраздничный день.

$$F_{\text{ЭЭ.год}} = (366 - 104 - 12) \cdot 8 - 7 \cdot 1 = 1985 \text{ час}$$

### 6.2.2 Среднее количество рабочих дней в месяце:

$$D_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ЭФФ}}}{12 \cdot q}; \quad (6.2)$$

где  $F_{\text{ЭФФ}}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени;

$q$  – продолжительность рабочего дня;

$$D_{\text{ср}} = \frac{1985}{12 \cdot 8} = 21; \text{ день}$$

### 6.2.3 Заработная плата инженерно-технических работников в день:

$$O_{\text{ср.день}} = \frac{O_{\text{ср}}}{D_{\text{ср}}}, \quad (6.3)$$

где  $O_{\text{ср}}$  – должностной оклад работника.

$$Z_{\text{итр}} = O_{\text{ср.день}} \times T_{\text{р}}; \quad (6.4)$$

где  $T_{\text{р}}$  – трудоемкость, чел/дн.

Расчет заработной платы ИТР представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Длительность работы и заработная плата исполнителей

Должность исполнителя	Кол-во исполнителей, чел.	Трудоемкость, чел/дней.	Заработная плата в день, руб.	Зарплата, руб.
Маркетолог	1	11	738,0	8118
Ведущий инженер	1	10	880,0	8800
Инженер II кат.	1	33	771,4	25456,2
Итого:				42374,2

6.2.4 Тарифная заработная плата производственных рабочих:

$$Z_{np} = S_{ch} \cdot g \cdot t_i; \quad (6.5)$$

где  $S_{ch}$  - тарифная ставка;

$g$  - продолжительность рабочего дня;

$t_i$  - трудоемкость  $i$ -ого рабочего.

Расчет заработной платы производственных рабочих представлен в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Тарифная заработная плата производственных рабочих

Специальность	Тарифная ставка, Sch руб.	Продолжительность раб дня, g, час	Трудоемкость, $T_i$ , дней	Зарплата, руб.
Слесарь. III кат.	65,0	8	12	6240
Итого:				6240

6.2.5 Основная заработная плата рабочих-повременщиков:

$$Z_{осн} = Z_{тар} \cdot (1 + K_{пр}); \quad (6.6)$$

где  $K_{пр}$  - премии, связанные с работой на производстве;

$Z_{тар}$  - тарифная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$$Z_{осн} = 6240 \cdot (1 + 0,1) = 6864 \text{ руб.}$$

6.2.6 Суммарная заработная плата исполнителей:

$$Z_{исп} = Z_{ИТР} + Z_{осн}; \quad (6.7)$$

где  $Z_{ИТР}$  – заработная плата инженерно-технических работников, руб.;

$Z_{ОСН}$  – основная заработная плата рабочих повременщиков, руб.

$$Z_{ИСП} = 42374,2 + 6864 = 49238,2 \text{ руб.}$$

### 6.2.7 Отчисления на социальные нужды:

$$C_{соц} = Z_{ИСП} \cdot K_{соц} = 49238,2 \cdot 0,345 = 16987 \text{ руб.} \quad (6.8)$$

## 6.3 Расчет затрат на основные материалы.

Расчет затрат на основные материалы представлен в таблице 6.5

Таблица 6.5 - Затраты на основные материалы для изготовления системы охраны

Наименование материала	Марка	ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Норма расхода, шт.	Цена за единицу, (руб.)	Затраты, (руб.)
1	2	3	4	5	6	7
Кварцевый резонатор	РК169МВ-6АП-12 МГц		шт.	1	52	52
	МС-306-32, 768кНz		шт.	1	48	48
Шунт 881545-5			шт.	3	50	150
Батарея литиевая	CR AASLF		шт.	1	25	25
Корпус			шт	1	175	175
Канифоль	А	ГОСТ 19113-84	уп	1	20	20
Припой	Пос61	ГОСТ 21931-76	уп	1	75	75
Провода	Velleman Components	ГОСТ 26413.0-85	м	10	5	50
Лак	КО-916	ГОСТ 8865	уп	30	40	40
Текстолист	ПТК	ГОСТ 5-78	мм	100*200	30	30
Итого						665

### 6.3.1 Затраты на основные материалы с учетом транспортно-заготовительных расходов.

$$C_{осн} = \sum_{i=1}^n S_M \cdot (1 + K_{ТЗ}), \quad (6.9)$$

где  $K_{ТЗ}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;  $K_{ТЗ} = 0,06$   
 $S_M$  – стоимость основных материалов, руб.

$$C_{осн} = 665 \cdot (1 + 0,06) = 705 \text{ руб.}$$

6.3.2 Полную стоимость покупных комплектующих изделий определили по табл. 6.6.

Таблица 6.6 - Стоимость покупных комплектующих изделий

Наименование изделия	Марка, размер	ГОСТ, ТУ	Колич., шт.	Цена за единицу (руб.)	Затраты (руб.)
1	2	3		6	7
Микросхемы	K176ЛП11	ГОСТ1746 7-79	1	14	14
	K155ЛД3		1	15	15
	МАХ232А		1	45	45
	АТ89С51		1	52	52
	K1401УД1		1	48	48
	KP142EH5A		1	28	28
Диоды и стабилитроны	Д223Б	ТУ 362.029	1	7	7
	АЛ307Б		10	7	70
	Д223Б		2	6	12
	КД213Б		1	10	10
	КС530А		1	14	14
	Д223Б		1	12	12
Транзисторы	КТ503Б	ТУ 336.182	11	25	25
	КТ201Г		1	30	30
	КТ503Б		1	20	20
	КТ848А		1	70	70
	КТ503Г		1	18	18
	КТ855Б		1	80	80
Конденсаторы	K53-14-50-15нФ	ОЖО.464. 214ТУ	2	11	22
	K10-17-6,3-0,1мкФ		4	12	48
	K53-14-6,3-1800мкФ		1	11	11
	K53-14-6,3-0,1мкФ		1	10	10
	КМ5Б-М47-22пФ		2	12	24
	K10-17-6,3-0,1мкФ		7	12	84
	K10-17-50-100мкФ		1	6	6
	K53-14-6,3-100мкФ		1	8	8
	K10-17-6,3-2,2мкФ		1	9	9
	K53-14-50-100мкФ		1	9	9
	K10-17-50-2,2мкФ		1	10	10

Продолжение таблицы 6.6

Наименование изделия	Марка, размер	ГОСТ, ТУ	Колич., шт.	Цена за единицу (руб.)	Затраты (руб.)
1	2	3		6	7
Резисторы	P1-4-0,125-9К1-К		11	0,5	5,5
	P1-4-0,125-К68-К		2	0,5	1,0
	P1-4-0,125-82-К		2	0,5	1,0
	P1-4-1-62-К		2	1	2,0
	P1-4-0,125-К47-К		10	0,5	5,0
	P1-4-0,125-К13-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-К3-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-4К3-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-К68-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-4К3-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-К68-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-К3-К		1	0,5	0,5
	P1-4-0,125-4К3-К		1	0,5	0,5
	P1-4-1-К3-К		1	1	1
	P1-4-1-К15-К		1	1	1
Итого					831,5

Стоимость покупных комплектующих изделий с учетом транспортно-заготовительных расходов:

$$C_{\text{покуп}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{покуп}} \cdot (1 + K_{\text{мз}}), \quad (6.10)$$

где  $K_{\text{ТЗ}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;  $K_{\text{ТЗ}} = 0,04$

$S_{\text{покуп}}$  – стоимость покупных комплектующих изделий, руб.

$$C_{\text{покуп}} = 831,5 \cdot (1 + 0,04) = 865 \text{ руб.}$$

#### 6.4 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию:

$$C_{\text{эл}} = Q_{\text{эл}} \cdot \Pi_{\text{эл}} = 187,68 \cdot 2,68 = 502,98 \text{ руб.}, \quad (6.11)$$

где  $\Pi_{\text{эл}}$  – стоимость электроэнергии за 1 кВт·ч, руб;

$Q_{\text{эл}}$  – количество электроэнергии определяется по формуле 6.12

$$Q_{\text{эл}} = N_{\text{уст}} \cdot t_{\text{м}} = 0,6 \cdot 312,8 = 187,68 \text{ кВт·ч}; \quad (6.12)$$

где  $N_{\text{уст}}$  – установленная типовая мощность прибора, кВт;

$t_M$  – машинное время работы оборудования, час;

$$t_M = T_{\text{ОБОР}} \cdot q \cdot D \cdot K_{\text{ЗАГ}} = 46 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,85 = 312,8 \text{ ч}, \quad (6.13)$$

где  $T_{\text{ОБОР}}$  – количество дней работы оборудования;

$D$  – количество смен в сутки;

$K_{\text{ЗАГ}}$  – коэффициент загрузки оборудования;

$q$  – продолжительность рабочего дня;

Таблица 6.7 - Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	$N_{\text{УСТ}}$ , кВт	$K_{\text{ЗАГ}}$	$t_M$ , час	$Q_{\text{ЭЛ}}$ кВт·ч	$C_{\text{ЭЛ}}$ , руб
Осциллограф	0,05	0,65	24	0,78	2,1
Паяльник	0,04	0,9	88	3,16	7
Компьютер	0,6	0,85	312,8	187,68	503
Сверлильный станок	0,2	0,5	36	3,6	12,9
Итого					525

## 6.5 Расчет амортизационных отчислений

Расчет ведется для стоимости компьютера

$$A_M = \frac{C_{\text{ОБ}} \cdot N_{\text{АМ}} \cdot t_M}{100 \cdot F_{\text{ЭФ.ОБОР}}} = \frac{25000 \cdot 13 \cdot 312,8}{100 \cdot 1687,25} = 603 \text{ руб}, \quad (6.14)$$

где  $N_{\text{АМ}} = 0,13$  – годовая норма амортизационных отчислений;

$C_{\text{ОБ}}$  – первоначальная стоимость компьютера, руб.;

$t_M = 312,8 \text{ ч}$  – машинное время работы компьютера,

$F_{\text{ЭФ.ОБОР}}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени оборудования, час;

$$F_{\text{ЭФ.ОБОР}} = F_{\text{ЭФФ}} \cdot K_{\text{ЗАГ}} = 1985 \cdot 0,85 = 1687,25 \text{ ч}; \quad (6.15)$$

где  $F_{\text{ЭФФ}}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени;

$K_{\text{ЗАГ}}$  – коэффициент загрузки оборудования.

## 6.6 Расчет накладных расходов

$$C_{\text{НР}} = Z_{\text{ИСП}} \cdot K_{\text{НР}} = 49238,2 \cdot 0,6 = 29543 \text{ руб}, \quad (6.16)$$

где  $Z_{исп}$  – заработная плата исполнителей, руб.,

$K_{НР} = 0,6$  – коэффициент накладных расходов.

Результаты расчёта затрат на НИОКР по созданию системы охраны сведены в таблицу 6.8.

Таблица 6.8 - Результаты расчета затрат на НИОКР

Наименование статей затрат	Абсолютная величина затрат, руб.	Удельный вес, %
Затраты на основные материалы	705	0,7
Затраты на комплектующие	865	0,9
Затраты на электроэнергию	525	0,5
Зарплата исполнителей	49238	50
Отчисления на соц. нужды	16987	17,3
Амортизационные отчисления	603	0,6
Накладные расходы	29543	30
Итого:	98466	100

В результате анализа выявлено, что большую часть в структуре себестоимости составляют расходы на заработную плату исполнителей (50%) и накладные расходы (30%) при общей сумме затрат 98466 руб.

## Заключение

В ходе выполнения бакалаврской работы была разработана охранная система на микроконтроллере PIC16C57. Система работает от сети 220В, 50 Гц, имеет аккумулятор для автономной работы. Число охраняемых зон – пять, в том числе один канал круглосуточной охраны и канал с задержкой времени срабатывания и задержкой взятия под охрану. Это время выбирается от 15 с до 60 с. Индикация светодиодная (по каждому каналу) и звуковая (сирена). Разработана электрическая принципиальная схема, печатная плата устройства.

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности, а также экономической эффективности проекта.

## Список используемой литературы

1. Аксенов А.И., Нефедов А.В. Резисторы. Конденсаторы. Справочное пособие. - М.: СОЛОН-Р, 2000. - 240 с.
2. Гершунский Б.С. Справочник по расчету электронных схем. - К.: Вища школа, 1983. - 240 с.
3. Илюнин К.К. Справочник по электроизмерительным приборам. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр.отд-ие, 1983. - 783 с.
4. Кокшаров В.С. Преобразовательная техника. Проектирование малогабаритных источников вторичного электропитания: Учеб. пособие. - Уфа: Уфимск. авиац. ин-т, 1991. - 84 с.
5. Кокшаров В.С., Шуляк А.А. Преобразовательная техника. Выбор и расчет элементов сглаживающих фильтров: Учеб. пособие. - Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2002. - 129 с.
6. LM317 3-TERMINAL ADJUSTABLE REGULATOR – Texas Instruments Incorporated <[www.ti.com](http://www.ti.com)>
7. Справочник: Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные. Стабилитроны. Тиристры /А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков и др.: Под ред. А.В. Голомедова.. - М.: Радио и связь, 1989. - 528 с.
8. Справочник: Полупроводниковые приборы. Диоды высоко-частотные. Диоды импульсные. Оптоэлектронные приборы. /А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков и др.: Под ред. А.В. Голомедова.. - М.: КУБК-а, 1994. - 592 с.
9. Перебаскин А.В. Интегральные микросхемы. Микросхемы для линейных источников питания и их применение. - М.: ДОДЕКА, 2000. - 608 с.
10. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник/М. И. Богданович, И. Н. Грель, С. А. Дубина и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Мн.: Беларусь, Польша. 1996.
11. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроительных специальностей вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991.

12. Аналоговые интегральные схемы: Справочник/А. Л. Булычев, В. И. Галкин, В. А. Прохоренко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Мн.: Беларусь, 1994.
13. Резисторы, конденсаторы, коммутационные устройства РЭА: Справочник/Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков, В. А. Прохоренко, Ю. П. Ходоренок - Мн.: Беларусь, 1994.
14. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры: Справочник/ В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев, В. М. Петухов. - М.: Радио и связь, 1987.
15. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник/ О. Г. Чебовский, Л. Г. Моисеев, Р. П. Недешовин. - 2 изд. перераб. и доп. - М.: Энергия, 1985.
16. Дорошенко Б.И., Окороков А.А. Расчет зарядных процессов при питании емкостного накопителя через управляемый однофазный выпрямитель. – Проблемы технической электродинамики, 1978, вып. 65, с. 25-28.
17. Родионова В.Н., Туровец О.Г. Организация производства и управление предприятием: Учебное пособие. – М.: Издательство РИОР, 2005 – 128 с.
18. Девясилов В.А. Охрана труда. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 448 с.
19. Горина Л.Н. обеспечение безопасных условий труда на производстве. – Учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
20. Ушаков К.З. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. – М.:МГТУ, 2004. – 533 с.