Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники

Кафедра радиоэлектронных средств

Факультет компьютерного проектирования

*“К защите допустить”*

Заведующий кафедрой РЭС

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.С. Образцов

*”\_\_\_\_” июня 2001 года*

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

НА ТЕМУ:

"Блок обмена сообщениями коммутационной станции"

Дипломник: ( Хомутовский Ю.А. )

Руководитель: ( Алексеев В.Ф. )

Консультанты:

по технологии: ( Серенков В.Ю. )

по экономике: ( Старова Л.И. )

по охране труда и

экологической безопасности: ( Мельниченко Д.А. )

Рецензент: ( )

Минск 2001

**Аннотация**

УДК 621.396.

Хомутовский Ю.А.

Разработка конструкции блока обмена сообщениями коммутационной станции. Дипломный проект по специальности '' Проектирование и производство РЭС ".-Мн.:БГУИР,2001.- с.

В дипломном проекте произведена разработка схемы электрической принципиальной и конструктивного исполнения блока обмена сообщениями коммутационной станции, описаны его электрические и конструкторские параметры и характеристики. В ходе выполнения дипломного проекта проведен литературный обзор аналогичных устройств. Проведены конструкторские расчеты и расчет комплексного показателя технологичности. Также приведено технико-экономическое обоснование разработки и изложены вопросы охраны труда и экологической безопасности. Для изготовления данного устройства разработана конструкторская документация.

Ил.- , табл.- , прилож.- , список лит.- назв.,

графическая часть - л. А1.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1 Техническое задание

1.1 Наименование, шифр и основание для выполнения ОКР

1.2 Цели, задачи, назначение ОКР

1.3 Технические требования

1.4Требования к программному обеспечению

1.5 Требования к надежности

1.6 Требования к технологичности

1.7 Требования к уровню унификации и стандартизации

1.8 Требования к безопасности и экологии

1.9 Эстетические и эргономические требования

1.10 Требования к патентной чистоте

1.11 Требования к маркировке и упаковке

1.12 Требования к транспортированию, эксплуатации, хранению, ремонту

2 Анализ исходных данных и основные технические требования предъявляемые к конструкции

2.1 Краткие сведения об электронных системах коммутации

2.2 Патентный поиск

2.3 Анализ климатических факторов

2.4 Анализ дестабилизирующих факторов

2.5 Описание общей структуры АТС

2.6 Описание БОС

3 Выбор и обоснование элементной базы, унифициронанных узлов установочных изделий и материалов конструкции

3.1 Обоснование выбора элементной базы

3.2 Анализ элементов на устойчивость к внешним воздействиям

3.3 Описание материалов конструкции

4 Выбор и обоснование компоновочной схемы, методов и принципов конструирования

4.1 Анализ существующих принципов конструирования

4.2 Общие требования к конструкции АТС

4.3 Описание конструкции шкафа

4.4 Описание конструкции кассеты

4.5 Описание конструкции блока

4.6 Компоновка шкафа

5 Выбор способов и средств теплозащиты, герметизации, виброзащиты и экранирования

5.1 Выбор элементов, для которых необходимо проведение подробного расчета теплового режима

5.2 Выбор способа охлаждения на ранней стадии проектирования

5.3 Выбор способов герметизации

5.4 Обоснование необходимости защиты от механических воздействий

5.5 Обоснование необходимости экранирования

6 Расчет конструктивных параметров изделия

6.1 Компоновочный расчет

6.2 Расчет теплового режима

6.3 Расчет конструкторско-технологических параметров

6.3.1 Выбор и обоснование методов изготовления ПП

6.3.2 Расчет параметров печатного монтажа

6.4 Полный расчет надежности

6.5 Расчет электромагнитной совместимости

7 Обоснование выбора средств автоматизированного проектирования

8.Разработка технологического процесса сборки и монтажа

8.1 Расчет показателей технологичности

8.2 Разработка технологической схемы сборки блока

9.Технико-экономическое обоснование

9.1 Краткая экономическая характеристика проектируемого устройства

9.2 Прогноз объема продаж и расчетного периода

9.3 Расчет себестоимости товара и его рыночной цены

9.4 Расчет сметной стоимости НИОКР

9.5 Расчет стоимостной оценки затрат

9.6 Расчет экономического эффекта

10.Охрана труда и экологическая безопасность

11 Анализ и учет требований эргономики и технической эстетики

Заключение

Литература

**ВВЕДЕНИЕ**

Научно-техническая революция сопровождается значительным ростом объема передаваемой информации и требований к качеству связи. Эти требования сводятся прежде всего к созданию экономичных сетей связи за счет внедрения наиболее прогрессивных систем передачи и распределения информации, которые обеспечивают повышение эффективности сети связи по всем технико-экономическим показателям. Наиболее прогрессивными системами распределения информации в настоящее время являются электронные системы коммутации различного типа.

Среди электронных систем коммутации общепризнанно технико-экономическое преимущество цифровых методов перед другими методами благодаря относительной простоте технической реализации, высокой помехоустойчивости, интеграции способов представления информации в одной форме и практически оптимальному объему памяти хранения информации. В настоящее время происходит интенсивное внедрение в существующие сети связи цифровых методов передачи, распределения и обработки информации. В наибольшей степени преимущества цифровых методов сказываются при построении цифровых сетей связи с интеграцией служб, где информация любого вида передается в единой цифровой форме и для обслуживания различных заявок используются одни и те же цифровые соединительные пути. Практически процесс интеграции подходит к тому, что исчезнут всякие различия в обслуживании различных видов связи.

При разработке цифровых сетей связи с интеграцией служб следует учесть, что существуют различные требования к виду связи, услугам, вероятностно-временным характеристикам и др. Отличительной особенностью архитектуры сетей интегрального обслуживания является функция определения вида информации. Речь и данные, совместившись в общих каналах, передаются и коммутируются по сети связи одинаково, однако, исходя из особенностей передачи речи, требования к задержкам речи и данных существенно различны. Кроме того, речевая информация в силу своей избыточности не требует защиты от ошибок, а в случае передачи данных при поражении информации требуется повторная передача.

Хотя большую часть информации (до 80...90%) человек получает через зрение, наиболее удачным ее видом для передачи на расстояния по технико-экономическим соображениям является речь. Не случайно объем речевых сообщений, передаваемых по сетям, на один-два порядка превосходит объем всех других видов сообщений. Поэтому технико-экономические показатели сети связи в значительной мере определяются теми решениями, которые заложены при проектировании электронных автоматических телефонных станций (ЭАТС).

Таким образом, основными преимуществами цифровых АТС являются: снижение трудовых затрат на изготовление электронного коммутационного оборудования за счет автоматизации процесса их изготовления и настройки; уменьшение габаритных размеров и повышение надежности оборудования за счет использования элементной базы высокого уровня интеграции; уменьшение объема работ при монтаже и настройке электронного оборудования в объектах связи; существенное сокращение штата обслуживающего персонала за счет полной автоматизации контроля функционирования оборудования; повышение качества передачи и коммуникации; увеличение вспомогательных и дополнительных видов обслуживания абонентов и др.

1. **ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**1.1 Наименование, шифр и основание для выполнения ОКР**

Разработка центральной АТСЭ для сельской телефонной сети.

Основанием для разработки является программа курса "Конструирование РЭА и автоматизация производства" для высших учебных заведений, утвержденная Министерством образования Республики Беларусь.

**1.2 Цели, задачи, назначение ОКР**

Целью разработки является создание комплекса унифицированных базовых технических и программных средств центральной АТСЭ для сельской телефонной сети.

Задача ОКР - разработка комплекса цифрового оборудования АТСЭ модульного типа для оптимального и экономического построения и развития сельских телефонных сетей.

Комплекс оборудования АТСЭ предназначен для построения:

- центральной сельской АТС;

- узлов сельско-пригородных;

- городской районной АТС;

- подстанций.

**1.3 Технические требования**

Требования к конструкторскому устройству

Конструкция АТСЭ должна обеспечивать соответствие требованиям ГОСТ15150-69 группы 3.

Оборудование АТСЭ должно размещаться в стойках, конструкция которых должна обеспечивать:

- установку на полу без использования фальшполов;

- доступ к элементам монтажа и регулировки;

- взаимозаменяемость однотипных блоков;

- размещение оборудования станции в помещении высотой до 2,5 м;

- верхнее и нижнее подключение внешних кабелей.

Показатели назначения

В максимальной конфигурации АТСЭ должна обеспечивать значения величин емкости и нагрузки, приведенных в таблице 1.

Таблица 1.1 - Значения величин емкости и нагрузки АТС.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование параметра | Значение |
| 1. | Станционная нагрузка | 3000 эрл. |
| 2. | Максимальное количество вызовов в ЧНН | 150000 |
| 3. | Максимальное количество направлений | 120 |
| 4. | Максимальное количество линий в одном направлении | 512 |
| 5 | Максимальная емкость:  -количество абонентских линий  -количество соединительных линий | 10000  2600 |
| 6. | Максимальное количество соединительных линий  (в режиме узловой АТС) | 3600 |

Средняя нагрузка на абонентскую линию - 0,12 Эрл.

Нагрузка на соединительную линию - 0,8 Эрл.

АТСЭ должна обеспечивать следующие виды связи:

а) автоматическую внутреннюю связь между всеми абонентами станции;

б) автоматическую входящую и исходящую местную связь;

в) транзитную связь между входящими и исходящими линиями;

г) исходящую и входящую автоматическую и Полуавтоматическую зоновую, междугороднюю и международную связь;

д) автоматическую исходящую связь к вспомогательным и справочно-информационным службам;

е) полупостоянную коммутацию.

Оборудование АТСЭ должно обеспечивать возможность подключения следующих видов абонентских линий:

- аналоговых двухпроводных;

- цифровых (2-х и 4-х проводных).

Параметры аналоговых двухпроводных линий должны быть следующими:

- собственное затухание абонентской линии на частоте 800 Гц должно быть не более 4,5 дБ;

- величина переходного затухания межу цепями двух абонентских линий на ближнем к АТС конце на частоте 800 Гц должна быть не менее 69,5 дБ;

- сопротивление шлейфа абонентской линии, включая сопротивление телефонного аппарата, до 1800 Ом;

-емкость между проводами и между каждым проводом и землей не более 0,5 мкф;

- сопротивление изоляции между проводами или между каждым проводом и землей не менее 20 кОм;

- собственное затухание шлейфа абонентской линии удаленного абонента, на частоте 800 Гц должно быть не более 7 дБ;

- сопротивление шлейфа абонентской линии удаленного абонента, включая сопротивление телефонного аппарата, до 3800 Ом.

Параметры цифровых абонентских линий должны соответствовать Рек. МККТТ 1.430.

В АТСЭ могут включаться следующие типы ОАТУ:

- телефонные аппараты с кнопочным номеронабирателем и с частотным способом передачи номера;

- телефонные аппараты с кнопочным частотным номеронабирателем с индукторным вызовом с дополнительной кнопкой R;

- спаренные телефонные аппараты;

- таксофоны для местной телефонной связи;

- таксофоны для междугородной связи с управлением тарификацией от АТС на постоянном токе путем переплюсовки;

- устройства передачи данных, факсимильной, телеграфной и фототелеграфной связи с предоставлением связи по телефонному каналу и работающих в полосе частот 300 - 400 Гц ;

- автоответчики СЛ и СЛМ ;

- оконечные цифровые установки с базовым 2В + D и первичным ЗОВ + D доступом, используемые на цифровой сети интегрального обслуживания (ISDN);

- устройства пожарной, охранной, тревожной сигнализации.

При работе со своими абонентами АТС должна формировать следующие акустические сигналы.

"Ответ станции" - информирует абонента о готовности станции к приему номера. Непрерывный синусоидальный сигнал частотой 425 ± 3 Гц.

"Посылка вызова" - информирует абонента о поступлении к нему вызова. Прерывистый синусоидальный сигнал частотой 25+2 Гц, импульс 1,0+0,1с, пауза 4,0±0,4с. Первая посылка вызова не менее 0,3±0,03с. Напряжение на зажимах вызывного трансформатора 95±5В.

"Контроль посылки вызова" - информирует вызывающего абонента о свободности вызываемого абонента и посылке ему вызывного сигнала. Прерывистый синусоидальный сигнал частотой 425±ЗГц: импульс 1,0±0,1с, пауза 4,0±0,4с.

Сигнал "Занято" информирует абонента о занятости вызываемого абонента после набора номера или об отбое другого абонента после разговора, или при всех состояниях непроизводительного занятия. Прерывистый синусоидальный сигнал частотой 425±ЗГц: импульс 0,3-0,4с, пауза 0,3-0,4с.

Межстанционная связь АТСЭ со всеми типами станций и УПАТС, со спецслужбами и узлами спецслужб, УЗСЛ и АМТС, с УСП должна осуществляется по цифровым каналам систем передачи ИКМ со скоростью 2048 кбит/с.

АТСЭ должна использовать в качестве линейного кода код HDB-3.

АТСЭ должна обеспечивать форму импульса на ИКМ линии, соответствующую шаблону Рек. G. МККТТ.

Должна быть обеспечена возможность работы АТСЭ по физическим соединительным линиям.

Оборудование АТСЭ должно быть рассчитано на питание от источника опорного напряжения 60 В или 48 В постоянного тока с заземленным положительным полюсом.

Допускаемые установившиеся отклонения этого напряжения от значения номинального составляют +107-20% .

Электропитание внешних устройств должно осуществляться от системы бесперебойного питания переменного тока с выходными параметрами напряжения 220В + 10 % и частотой 50 Гц ± 2%.

Система технического обслуживания АТСЭ должна обеспечивать контроль состояния и реконфигурацию технических средств с целью поддержания работоспособности станции.

Система контроля должна включать:

- аппаратный контроль (отслеживание появления аппаратно-фиксируемых сбоев);

- программный контроль (проверка работоспособности технических средств АТСЭ, а также измерение параметров АЛ).

При возникновении аварийных ситуаций в оборудовании АТСЭ или получении сигнала о пропадании электропитания и о других аварийных ситуациях от сельских оконечных АТС предусмотреть вывод звуковой и световой сигнализации на табло аварийной сигнализации АТСЭ.

Система реконфигурации должна обеспечивать:

- вывод из конфигурации неисправного оборудования и переход на резервное при его наличии или перераспределение нагрузки при отсутствии резерва;

- ввод оборудования в конфигурацию после ремонта.

Система администрирования АТС должна обеспечивать:

- управление основными функциями станции;

- сбор, обработку и предоставление информации о работе станции (учет нагрузки на СЛ и группы СЛ по направлениям, на АЛ и отдельные группы абонентов, контроль состояния АЛ и СЛ, подробный учет исходящих с АТСЭ соединений и т.п.);

- ведение учета услуг, предоставленных абонентом.

Администрирование и управление техническим обслуживанием должно осуществляться через пульт управления, реализованный как программно-аппаратный комплекс на базе ПЭВМ.

**1.4Требования к программному обеспечению**

ПО АТСЭ совместно с аппаратными средствами должно обеспечивать функционирование АТСЭ в соответствии с требованиями настоящего ТЗ.

ПО должно настраиваться на любую конфигурацию технических средств независимо от варианта исполнения АТСЭ.

Структура ПО должна позволять вводить новые возможности без перепрограммирования базовых функций,

Для проверки функционирования отдельных технических средств АТСЭ должны быть разработаны пуска–отладочные тесты, которые должны выполняться на неработающей АТСЭ с использованием технологических средств (например, ПЭВМ) и обеспечивать локализацию неисправности до модуля.

Программное обеспечение должно быть представлено в виде, необходимом для проведения настройки на любую конфигурацию технических средств АТСЭ и сопровождаться исходными текстами и необходимой документацией.

**1.5 Требования к надежности**

Средняя наработка на отказ станции То, не менее 10 лет ( 87600 ч),

Среднее время восстановления работоспособности станции Тв.с., после отказа не более 0,5 ч.

Коэффициент простоя станции Кп, не более 5\*10-6.

Показатели надежности станции на всех этапах разработки испытаний подтверждаются расчетным методом.

**1.6 Требования к технологичности**

Нормативное значение показателя технологичности должно соответствовать ОСТ 107.15.2011 -86.

**1.7 Требования к уровню унификации и стандартизации**

Количественные показатели уровня унификации и стандартизации должны быть не менее Кпр>20%, Кповт>1,25, Кму>30%.

**1.8 Требования к безопасности и экологии**

Конструкция оборудования должна обеспечивать безопасное его обслуживание в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-74, ГОСТ 12.2.007-75, ГОСТ 12.2.006-87.

Все открытые токоведущие части, находящиеся под напряжением свыше 42 В, доступные для случайных прикосновений, должны быть закрыты считками,

Конструкция оборудования должна обеспечить пожарную безопасность в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91.

Материалы, применяемые для изготовления составных частей (печатные платы) в части обеспечения требуемой огнестойкости должны соответствовать ТУ2296-001-00213060-94 и ТУ2296-005-00213060-96.

Требования к АТСЭ по факторам, воздействующим на здоровье людей и безопасность окружающей среды (ЭМИ, статистическое электричество, электрическое поле промышленной частоты, световое излучение, шум ) согласно САНПИН 9-20-95.

**1.9 Эстетические и эргономические требования**

Требования по технической эстетике и эргономике должны соответствовать ОСТ 4.270.000-83.

**1.10 Требования к патентной чистоте**

АТСЭ должна обладать патентной чистотой относительно ведущих стран в данной области техники.

**1.11 Требования к маркировке и упаковке**

Маркировка оборудования должна отвечать требованиям ГОСТ 20.39.308-76.

Маркировку следует наносить на несъемных частях доступных для обзора.

Упаковка оборудования должна соответствовать требованиям ГОСТ 15150-69 исполнение УХЛ4.2.

**1.12 Требования к транспортированию, эксплуатации, хранению, ремонту**

Хранение и транспортирование АТСЭ должны соответствовать требованиям ГОСТ 15150-69 исполнение УХЛ4.2.

Климатические условия эксплуатации АТСЭ должны соответствовать требованиям ГОСТ 15150-69 исполнение УХЛ4.2.

В процессе эксплуатации замена неисправного оборудования должна производиться на уровне съемных блоков, масса которых не должна превышать 15 кг.

**2. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ**

**2.1 Краткие сведения об электронных системах коммутации**

В настоящее время все ЭАТС делятся на две большие группы: аналоговые и цифровые. В аналоговых ЭАТС коммутация сигналов в коммутационном поле (КП) происходит с сохранением их первоначальной формы, в которой они поступают от источника информации. В цифровых ЭАТС исходная информация предварительно преобразуется в единую цифровую форму, а затем коммутируется [1].

Среди аналоговых ЭАТС с программным управлением традиционно распространены системы коммутации с пространственным разделением каналов. Они характерны тем, что соединительный путь между абонентами в КП предоставляется на все время установления соединения только единственной паре пользователей. Поэтому для установленного соединения одни и те же коммутационные элементы обслуживают только это соединение. К основным характеристикам коммутационных элементов, оказывающим решающее влияние на качество внутристанционного тракта передачи, относятся: рабочее затухание, линейность амплитудной, амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик. Снижение технических требований к этим характеристикам налагает определенные ограничения на структурные параметры КП, что, в свою очередь, может резко ухудшить экономические показатели сети связи. В развитых зарубежных странах широкое применение нашли аналоговые ЭАТС типа IBM 1750 (США), DST1 (Италия), ЕК-50 (Япония), АТС 501 (Швеция).

Аналоговые ЭАТС с временным разделением каналов представляют интерес при работе с аналоговыми системами передачи, поскольку в этом случае производится только дискретизация сигналов во времени без последующего цифрового кодирования. Коммутация с временным разделением предполагает совместное использование точек коммутации путем разделения времени на более короткие интервалы так, что отдельные конкретные коммутационные элементы и соответствующие им промежуточные линии периодически закрепляются за существующими соединениями. При таком совместном использовании точек коммутации можно получить значительную экономию их числа. Однако опыт работы аналоговых ЭАТС с временным разделением каналов показал, что амплитудно-модулированные сигналы весьма чувствительны к шумам, помехам и переходным влияниям. Поскольку стоимость преобразования сигнала в цифровую форму продолжает снижаться, цифровая коммутация постепенно становится более предпочтительной по сравнению с аналоговой.

Цифровые ЭАТС с пространственно-временной коммутацией каналов требует наличия, по крайней мере, двух звеньев: пространственной коммутации и временной коммутации. Так как схемы временной коммутации строятся на базе недорогих цифровых запоминающих устройств (ЗУ), реализация функций цифровой коммутации оказывается более дешевой, чем реализация схем с пространственным разделением. Работа схемы временной коммутации сводится главным образом к записи информации и считыванию ее из ЗУ. В процессе коммутации информация, поступающая по одному входному временному каналу, передается в другом временном канале. Однако быстродействие ЗУ ограничивает допустимые размеры блока временной коммутации, поэтому в коммутационных схемах большой емкости обязательно вводится пространственная коммутация. Для того чтобы обеспечить желаемую временную коммутацию каналов, звенья временной коммутации принципиально требуют наличия некоторого вида элементов задержки, которые легче всего реализуются с помощью ЗУ с произвольной выборкой. Запись в них производится по мере поступления бит информации, а считывание - при необходимости их передачи.

Можно указать два способа управления работой ЗУ звена временной коммутации: последовательная запись и произвольное считывание, или произвольная запись и последовательное считывание.

Согласно первому способу работы звена временной коммутации определенные ячейки памяти информационного ЗУ закрепляются за соответствующими каналами входящего тракта с временным разделением каналов. Информация каждого входящего временного интервала (канала) записывается в соответствующую ячейку памяти под действием местного станционного генератора, ведущего счет входящим временным интервалам. Считывание информации из информационного ЗУ происходит из той ячейки памяти, на которую указывает другое - управляющее ЗУ под действием того же станционного генератора.

Второй способ работы звена временной коммутации является противоположностью первого. Поступающая на вход информация записывается в ячейки информационного ЗУ в соответствии с адресом, хранящимся в управляющем ЗУ, однако информация считывается из информационного ЗУ последовательно ячейка за ячейкой под управлением счетчика временных исходящих интервалов.

В разных странах разработано и широко применяется большое число цифровых ЭАТС: ESS4, ESS5, ГТТ 1240 (США), ЕЮ, МТ 20/25 (Франция), DTN1 (Италия) и др.

В связи с переходом развитых стран цифровые сети связи с интеграцией служб все большее развитие получают методы передачи информации с коммутацией пакетов. Принцип работы сети с коммутацией пакетов состоит в том, что сообщение источника разрезается на "пакеты" для последующей передачи по сети. Каждый пакет снабженный заголовком, содержащим адрес и другую управляющую информацию, направляется по линиям сети, как и на сети с коммутацией сообщений. На узле назначения все пакеты собираются в исходное "склеенное" сообщение. Наиболее известные сети с коммутацией пакетов: TYMNET (США), DATAPAC (Канада).

По принципу построения управляющих устройств ЭАТС разделяются на три класса: с централизованным, децентрализованным и распределенным управлением.

Системы коммутации с централизованным управлением характеризуются наличием единого центрального управляющего устройства (ЦУУ), реализующего все функции управления и взаимодействия узлами ЭАТС, Информацию об изменении отдельных комплектов ЦУУ запрашивает или передает через периферийные управляющие устройства (ПУУ). Основные функции ПУУ сводятся к согласованию сигналов обмена между ЦУУ и узлами по уровню и быстродействию.

В системах коммутации с децентрализованным управлением взаимодействие ЦУУ с исполнительными комплектами такое же, как и в системах с централизованным управлением, т.е. через ПУУ, но последние достаточно автономны в пределах разрешенных ЦУУ. ПУУ берут на себя все функции по рутинной обработке информации, а ЦУУ сосредотачивается на организации приоритетного обслуживания ПУУ, их диспетчеризации, производит учет нагрузки, установление контрольных соединений и т.д.

В системах коммутации с распределенным управлением функции ЦУУ разделяются между отдельными местными управляющими устройствами (МУУ). Каждое МУУ управляет одним или несколькими узлами ЭАТС в зависимости от их сложности. Взаимодействие МУУ между собой в пределах одной ЭАТС осуществляется через те же соединительные пути в КП, что и при передаче разговорных сигналов.

**2.2 Патентный поиск**

В настоящее время имеется большое количество изобретений в области телефонии.

Японскими изобретателями разработана электронная АТС которая содержит блок управления, подготавливающий информацию об общем количестве выходных данных на основе проведенных измерений и количестве выходных устройств [2]. Затем блок управления определяет оптимальное начальное время передачи выходных данных, оптимальный период передачи данных и генерирует статистические данные, которые поступают на выходные устройства.

АТС [3] оборудована устройством для регистрации вызовов, поступающих из магистральных линий и устройством передачи соответствующего сигнала в микропроцессор. Последний вырабатывает тональный сигнал входного вызова и передает его на модуль с громкоговорителем для последующей передачи речевых сообщений в линию в заданное время.

Также японскими разработчиками предложена телефонная сеть, обеспечивающая обслуживание стандартных телефонных аппаратов с использованием устройства для регистрации идентификаторов внешних линий и выполнения операций по установлению соединений или их прерыванию [4].

В телефонной системе связи [5] вызывающая сторона посылает вызов, содержащий ее телефон и данные адреса, которые записываются в память принимающего аппарата. Кроме того, принимающий аппарат записывает дату и время поступления вызова. При ответе на вызов запись даты и времени поступления вызова стирается из памяти. В результате в памяти остается информация только о тех вызовах, на которые пользователь не ответил. Записанную информацию можно вывести на индикатор,

В Германии разработана цифровая система связи [6], в которой на стороне приема производят определение импульсной реакции канала. Для сегментов сигнала с произвольной последовательностью символов импульсную реакцию получают на основе функции перекрестной корреляции этой последовательности символов с соответствующим сегментом считанного принятого сигнала с помощью корректирующих звеньев, содержащих побочные величины функции автокорреляции последовательности символов. Особенно хорошую оценку импульсной реакции дает итеративная процедура. Для коротких последовательностей импульсов предпочтительным является отслеживание импульсной реакции.

Система связи [7] содержит контроллеры вызовов и контроллеры соединений для управления коммутирующими устройствами. Управление связью между оконечным оборудованием осуществляется путем управления состоянием вызовов и обменом управляющих сообщений. Контроллеры соединений управляют установлением или разъединением соединений через коммутирующие устройства. Такое устройство обеспечивает эффективное использование ресурсов для управления коммутирующей аппаратурой.

**2.3 Анализ климатических факторов**

В соответствии с техническим заданием автоматическая телефонная станция должна эксплуатироваться в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом - УХЛ, категория - 4.2 .

К макроклиматическому району с умеренным климатом относятся районы, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура

воздуха равна или ниже плюс 40°С, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха равна или выше минус 45°С.

К макроклиматическому району с холодным климатом относятся районы, в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже минус 45°С [8].

Автоматическая телефонная станция предназначена для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями (помещения категории 4), в частности, для эксплуатации в лабораторных, капитальных жилых и других подобного типа помещениях (категория 4.2). Работа в данных условиях предполагает отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги.

Нормальные значения рабочей температуры окружающей среды при эксплуатации АТС составляют:

- верхнее значение - +35 °С;

- нижнее значение - +10 °С;

- среднее значение - +20 °С.

Для предельных рабочих температур:

- верхнее значение - +40 °С;

- нижнее значение - +1 °С.

Величина изменения температуры окружающего воздуха за 8 ч составляет 40 °С.

Среднемесячное значение относительной влажности воздуха для УХЛ 4.2 в наиболее теплый и влажный период составляет 65% при 20 °С, продолжительность - 12 месяцев. Верхнее значение влажности - 80% при температуре 25 °С.

При эксплуатации АТС верхнее рабочее значение атмосферного давления составляет 106,7 кПа (800 мм рт.ст.). Так как АТС не предназначена для работы в высокогорных местностях (нормальная высота над уровнем моря не превышает 1000 м), то нижнее рабочее значение атмосферного давления составляет 86,6 кПа (650 мм рт.ст.), нижнее предельное рабочее значение 84,0 кПа (630 мм рт.ст.).

Условия хранения: отапливаемые и вентилируемые склады, хранилища с кондиционированием воздуха.

Температура воздуха: верхняя 40°С, нижняя 5°С. Влажность: 65% при 20°С, максимальная 80% при 25°С.

Действие солнечного излучения, дождя, плесневых грибов отсутствует. Воздействие пыли - незначительное.

**2.4 Анализ дестабилизирующих факторов**

АТС должна сохранять конструкцию, внешний вид и работоспособность после транспортирования в упакованном виде любым видом транспорта.

АТС должна выдерживать воздействие на нее синусоидальной вибрации

частотой 25 Гц с амплитудой ускорения 20 м/с (2g) в течении 30 мин.

Станция должна сохранять конструкцию, внешний вид и работоспособность в процессе и после воздействия на нее при атмосферном давлении от 84 до 107 кПА (от 630 до 800 мм.рт.ст.) следующих внешних воздействий:

а) повышенной рабочей температуры окружающей среды не более 40 °С;

б) пониженной рабочей температуры окружающей среды не менее 5 °С;

в) относительной влажности окружающего воздуха от 40 до 90 % при температуре 25 °С.

Климатические условия транспортирования АТС в таре должны быть:

а) повышенная температура - 50 °С;

б) пониженная температура - минус 50 °С;

в) относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25°С не более 98 % [9].

АТС должна обеспечивать работоспособность в процессе и после воздействия пониженного атмосферного давления.

Проверку требований по устойчивости при механических воздействиях проводят следующим образом:

а) проводят внешний осмотр АТС и проверку ее на установление внутренних станционных соединений;

б) включают электропитание АТС;

в) из шкафа станции извлекают поочередно все кассеты со вставленными в них блоками;

г) упаковывают кассеты и шкаф;

д) упакованные шкаф и кассеты со вставленными в них блоками поочередно жестко крепят к платформе стенда вертикально в рабочем положении и подвергают нагрузкам в соответствии с таблицей 2

Таблица 2.1 - Нагрузки на АТС при механических воздействиях.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ускорение, м/с (g) | Длительность импульса, не | Число ударов в минуту | Количество ударов |
| 97(10) | 5-10 | 40-120 | 8800 |
| 147(15) | 5-10 | 40-120 | 2000 |

е) по окончании испытаний шкафа и всех кассет, входящих в АТС, проводят внешний осмотр тары и кассет (после вскрытия тары) с целью выявления механических повреждений.

АТС соответствует вышеописанным требованиям если после испытаний она сохраняет внешний вид, конструкцию и работоспособность.

Проверку на виброустойчивость проводят следующим образом:

а) проводят внешний осмотр АТС и проверку ее на установление межстанционных соединений;

б) включают электропитание АТС;

г) испытаниям подвергаются шкаф и установленные кассеты;

д) извлекают блоки из проверяемых кассет, извлекают проверяемые кассеты, кассеты без блоков и шкаф поочередно жестко крепят к платформе вибростендам подвергают воздействию синусоидальной вибрации частоты 25Гц с амплитудой ускорения 20 м/с (2g) в течение 30 мин.

е) после окончания механических воздействий проводят внешний осмотр с целью выявления механических повреждений, устанавливают блоки, включают электропитание и проводят проверку АТС на установление внутристанционных соединений.

Станция соответствует требованиям, если после испытаний отсутствуют механические повреждения и установлены внутристанционные соединения.

**2.5 Описание общей структуры АТС**

Электронная автоматическая телефонная станция предназначена для работы в сельских и городских телефонных сетях в качестве транзитной и оконечно-транзитной.

Станция представляет собой новое IV поколение средств телефонной связи (после декадно-шаговых, координатных, квазиэлектронных АТС), превосходит выпускаемые в настоящее время АТС по технико-эксплутационным характеристикам за счет использования современных микропроцессорных средств, специализированных БИС, развитых программных средств контроля и диагностики, резервирования основных функциональных блоков, распределенного управления.

Использование стандартизованных интерфейсов для внешних и внутренних подключений обеспечивает совместимость АТС с любыми типами используемого в существующей системе связи оборудования. В сочетании с модульной структурой построения, это обеспечивает изменение технических характеристик по емкости и функциональным возможностям в широком диапазоне.

АТС обеспечивает следующие основные виды обслуживания:

- внутристанционная связь;

- исходящая и входящая автоматическая связь но общегосударственной телефонной сети;

- транзитная связь.

Основной особенностью структуры является модульный принцип построения. АТС строится из модулей следующих типов:

- модуль коммутационного поля;

- модуль абонентских линий;

- модуль цифровых соединительных линий;

- модуль аналоговых соединительных линий;

- модуль технического обслуживания.

Каждый модуль имеет узел управления (УУ), содержащий, как правило, блок центрального процессорного устройства (ЦПУ), блок системной памяти (БСП), блок местной синхронизации (ВМС), блок обмена сообщениями (БОС). В зависимости от функционального назначения модуля узла управления он может содержать и другие блоки.

С целью повышения живучести АТС два однотипных модуля соединяются системной шиной, образуя общий сетевой узел (с точки зрения работы с внутристанционной сетью). При выходе из строя блоков одного из узлов другой узел управления может управлять обоими модулями с некоторой потерей производительности.

Модуль коммутационного поля (МКП) обеспечивает подключение абонентов друг с другом, абонентов на соединительную линию, либо соединительных линий одна с другой (при транзите). Емкость МКП может наращиваться блоками коммутационного поля по 32 двунаправленных ИКМ тракта.

Модуль абонентских линий (МАЛ) предназначен для подключения абонентов телефонной сети. Емкость МАЛ - 256 абонентских линий. В зависимости от создаваемой концентрации, 1:4 или 1:8, МАЛ соединяется с МКП двумя или одним ИКМ трактом. В первом случае абонентам может быть представлена нагрузка до 0,24 эрл на одну абонентскую линию, во втором случае до 0,12 эрланга на одну абонентскую линию. Взаимодействие с другими модулями АТС осуществляется через внутристанционную сеть.

Модуль цифровых соединительных линий (МЦСЛ) обеспечивает взаимодействие с другими АТС местной сети по стандартным ИКМ трактам и предназначен для обработки линейной сигнализации с различными протоколами взаимодействия. МЦСЛ должен обеспечивать взаимодействие с другими АТС по двум выделенным каналам систем передачи ИКМ для односторонних СЛ, универсальных СЛ двухстороннего действия, а также по одному выделенному каналу систем передачи ИКМ.

Модуль аналоговых соединительных линий (МАСЛ) обеспечивает взаимодействие станции с другими АТС местной сети по трехпроводным соединительным линиям. МАСЛ обеспечивает стык и обработку сигнализации до 48 трехпроводных СЛ. Емкость модуля наращивается блоками по 4 соединительные линии. Взаимодействие с другими модулями АТС осуществляется по внутристанционной сети.

Модуль технического обслуживания (МТО) обеспечивает сбор информации о состоянии всех модулей АТС, обработку информации, тестирование модулей, реконфигурацию АТС при отказе отдельных блоков и диагностику отказавших блоков.

Очень важным элементом АТС является внутристанционная сеть, которая обеспечивает информационный обмен между всеми модулями станции. Пропускная способность сети - 2 Мбит/сек. В сети используется один из протоколов HDLC, обеспечивающий необходимую достоверность передачи информации. Пропускная способность сети рассчитывалась исходя из необходимости обеспечения телефонной нагрузки в ЧНН, а также выполнения необходимых процедур по техническому обслуживанию (тестирование, диагностирование, реконфигурация).

Технически сетевые средства поддерживаются специальным адаптером - блоком обмена сообщениями.

**2.6 Описание блока обмена сообщениями**

Блок БОС предназначен для организации внутристанционной сети передачи служебных сообщений и телефонной сигнализации между устройствами управления различных модулей большой АТС,

БОС имеет в своем составе следующие функциональные узлы :

а) интерфейсную схему сопряжения с внутренней сетью АТС (следует заметить, что внутренняя сеть АТС выполнена на базе типичного, для любой цифровой АТС, ИКМ тракта с линейной скоростью 2048 КБИТ/сек ); в состав этой интерфейсной схемы входит счетчик синхронизации, обеспечивающий синхронизацию схемы сопряжения с внутренней сетью АТС (далее по тексту - сопряжение с ИКМ трактом).

б) внутреннюю микро-ЭВМ, управляющую обменом по сети, со схемой аварийного контроля за работой внутренней микро-ЭВМ.

в) интерфейсную схему обмена с центральным процессором своего модуля АТС; в состав этой интерфейсной схемы входят: дешифратор выбора БОС со стороны центрального процессора данного модуля АТС; триггер запроса прерываний к центральному процессору; схема формирования сигнала "СБРОС" внутренней микро-ЭВМ по запросу со стороны центрального процессора.

Внутренняя Микро-ЭВМ блока БОС выполнена на базе 16-ти разрядного универсального микропроцессора типа SAB-8086-2-P с тактовой частотой 8 МГц. Этот микропроцессор позволяет использовать мощные инструментальные средства для программиста, при пропускной способности шины на 16 разрядов, что в сочетании с дешевизной и доступностью подобных микропроцессоров и является критерием выбора.

Объем ОЗУ Микро-ЭВМ блока БОС составляет 16 Кбайт. Выполнено ОЗУ на микросхемах статического типа КР537РУ17 (2 шт), ( DD12,DD13).

Объем ПЗУ Микро-ЭВМ блока БОС составляет 16 Кбайт, Выполнено ПЗУ на микросхемах с ультрафиолетовым стиранием программ типа КР573РФ6А (2 шт), (элементы DD17, DD18).

В состав внутренней Микро-ЭВМ входит программируемый контроллер прерываний (Р1С) типа КР181ОВН59А (элемент DD32), обеспечивающий обслуживание запросов на прерывания от таких источников как программируемый интервальный таймер (РТТ), схема ИКМ - тракта, контроллер стыка RS/232 с технологической ПЭВМ.

Программируемый интервальный таймер (PIT) типа КР580ВИ53 (элемент DD24) выполняет несколько функций: генерация таймерных прерываний и синхронизация схемы контроля наличия сверхцикловой синхронизации (частота 500 Гц) - канал 0, при этом необходимо на канале 0 иметь период генерируемых сигналов более 2 мсек.; синхронизация контроллера стыка RS/232 происходит по каналу 1 таймера; контроль наличия несущей ИКМ тракта внутренней сети АТС осуществляется каналом 2 таймера. При этом несущая частота ИКМ - тракта (2048 КГц) поступает на управляющий вход канала 2 таймера, в то же время на счетный вход канала 2 поступает внутренняя контрольная частота 2 МГц. Канал 2 запрограммирован на режим ждущего одновибратора (режим 1) и при наличии несущей ИКМ на его выходе всегда "О", этот выход подключает внешнюю синхронизацию схемы сопряжения с ИКМ - трактом, состояние этого выхода программно доступно для контроля внутренней микро-ЭВМ. Если имеет место пропадание несущей ИКМ, на выходе канала 2 таймера появляется " 1" - сигнал аварии; синхронизация схемы сопряжения с ИКМ аппаратно переключается на внутренний источник с частотой 2 МГц (для возможности тестирования).

Контроллер стыка RS/232 с технологической ПЭВМ выполнен на микросхеме КР580ВВ51А (элемент DD28). Этот контроллер синхронизируется отдельного генератора (элементы ZQ1, С6О, R2, R3, DD16), обеспечивающего формирование стандартного ряда скоростей обмена с ПЭВМ (на вход микросхемы КР580ВВ51А поступает 1.8432 Мгц). Имеются элементы согласования по уровням сигналов со стыком RS/232 (DA2, DA3). Подключение блока БОС к технологической ПЭВМ необходимо при отладке программного обеспечения микро-ЭВМ блока БОС.

При обращении к любому устройству ввода-вывода в цикл внутренней микро-ЭВМ вводится четыре такта ожидания, что необходимо для согласования по быстродействию относительно быстрого процессора микро-ЭВМ с медленными микросхемами ввода-вывода серий 580 и 1810.

Схема сопряжения с ИКМ трактом имеет в своем составе мультиплексоры адресов (MUX-ADR), обеспечивающие переключение адресов буферного ОЗУ ИКМ - тракта (элементы DD53, DD54) поочередно к счетчику синхронизации (активный буфер), или к внутренней микро-ЭВМ (пассивный буфер). Информация из буфера схемы сопряжения с ИКМ трактом побайтно записывается в регистр передачи (RG-T) и обновляется там (аппаратно) каждые 3.9 мкс, из регистра передачи байт переписывается в сдвиговый регистр-формирователь последовательного кода и далее в последовательном коде передается в ИКМ тракт. Передаваемая во внутренний ИКМ тракт информация доступна всем блокам БОС внутристанционной сети (в том числе и тому блоку БОС, который ее передает в ИКМ тракт внутренней сети АТС).

Принимаемая со стороны ИКМ тракта информация заносится в последовательном коде в сдвиговый регистр приема и далее - в регистр приема (RG-R), из которого каждые 3.9 мкс происходит аппаратурное переписывание информации в буфер схемы сопряжения с ИКМ трактом.

Особенностью схемы сопряжения с ИКМ трактом является наличие двух буферов обмена с линией ИКМ. Эти буфера условно обозначаются 0 и 1. При этом, когда буфер-0 активен ( ведет обмен с ИКМ трактом ), буфер-1 пассивен ( доступен для внутренней микро-ЭВМ ). Каждый двух-миллисекундный сверхцикл активный и пассивный буфера меняются местами. Так, например, если в данном сверхцикле буфер-0 активен, а буфер-1 пассивен, то в следующем сверхцикле буфер-0 пассивен, а буфер-1 активен. При смене сверхцикла - каждые 2 мс, в сторону процессора внутренней микро-ЭВМ поступает очередной сигнал прерывания, сигнализирующий о том, что информация, полученная в предшествующем сверхцикле, доступна (в течение 2-х мс) для чтения, а информация предназначенная для передачи по сети и записываемая в текущем сверхцикле, будет передана по сети в следующем сверхцикле (при условии что в текущем сверхцикле будет установлен триггер разрешения передачи во время следующего сверхцикла).

Таким образом, схема сопряжения с ИКМ трактом имеет два идентичных узла в состав каждого из них входят: буферное ОЗУ, мультиплексоры адресов, регистры передачи и приема. Передающий и приемный сдвиговые регистры, как и счетчики синхронизации, являются общими для обоих вышеуказанных узлов.

Буферное ОЗУ внутристанционного ИКМ тракта доступно для внутренней микро-ЭВМ блока БОС как память, при этом в цикле обращения к буферному ОЗУ отсутствуют такты ожидания, что повышает пропускную способность блока БОС.

В буферной области имеется 512 байт - область передачи и такого же объема - область приема. Общий объем буфера, доступный для обращения от микро-ЭВМ блока БОС, составляет 1024 байта.

В составе блока БОС имеется схема аварийного контроля (элементы DD27, DD34). Принцип аварийного контроля заключен в периодическом (каждые 2 мс) сбросе счетчика аварийного контроля при чтении в процессор внутренней микро-ЭВМ информации из приемной области пассивного буфера. Если по каким либо причинам (сбой; отказ оборудования) в течении 15-ти сверхциклов нет чтения, то счетчик аварийного контроля, досчитав до состояния 1111 (OFH), заблокируется и зафиксирует состояние "АВАРИЯ". Сигнал "АВАРИЯ", генерируемый на БОС, программно доступен для центрального процессора. Время формирования состояния "АВАРИЯ" составляет 30 мсек.

В случае поступления сигнала "АВАРИЯ" от БОС, или при отсутствии этого сигнала, если центральный процессор зафиксировал нарушения в принимаемых сообщениях, имеется возможность сброса процессора внутренней микро-ЭВМ по команде от центрального процессора.

Интерфейс с центральным процессором содержит: два информационных регистра (ввод и вывод информации микро-ЭВМ блока БОС) - элементы DD68, DD70; регистр состояния блока БОС (элементы DD61, DD63, DD29,DD39) для центрального процессора и регистр управления от центрального процессора (элемент +DD66); дешифратор адресов, поступающих от центрального процессора, обеспечивающий выбор конкретного блока БОС в циклах обращения со стороны центрального процессора (элементы DD62,DD65); триггер запроса прерываний в сторону центрального процессора (элемент DD29).

При работе блока БОС от центрального процессора поступает сообщение, подлежащее передаче по сети, это сообщение попадает в память микро-ЭВМ блока БОС, и после предварительной подготовки, данное сообщение (целое или по частям) передается в буфер интерфейса внутреннего ИКМ тракта АТС.

Если сообщение, адресованное модулю в котором находится данный БОС, поступило по внутренней сети АТС, тогда микро-ЭВМ блока БОС анализирует правильность принятого сообщения и, если обнаружены ошибки (подсчитанная контрольная сумма не совпадает с переданной), перезапрашивает сообщение. Когда сообщение принято правильно и находится в ОЗУ микро-ЭВМ блока БОС, устанавливается запрос прерываний в сторону центрального процессора. По этому запросу на центральном процессоре запускается процедура приема сообщения от БОС.

Применение внутренней микро-ЭВМ в блоке БОС позволяет организовать гибкое управление обменом по сети, тестирование узлов блока

БОС и многие другие дополнительные функции, серьезно разгружая центральный процессор того модуля АТС, где находится блок БОС, от многих дополнительных действий, связанных с обслуживанием внутренней сети.

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

**3.1 Обоснования выбора элементной базы**

Все используемые электро-радио компоненты, ИМС и другие покупные изделия, а также материалы должны обеспечивать показатели надежности и экономическую эффективность станции.

Применяемые комплектующие изделия не должны требовать:

- разбраковки и отбора по техническим параметрам после входного контроля;

- разработки специальных средств для входного контроля.

Элементная база для перспективной аппаратуры должна включать следующие изделия:

- аналоговые и цифровые ИС общего применения;

- современные комплектующие компоненты (резисторы, конденсаторы, реле и т.д.) отвечающие требованиям комплексной миниатюризации и имеющие электрические и массогабаритные показатели, совместимые с ИС;

- специализированные полупроводниковые БИС;

- специализированные гибридно-пленочные БИС.

Для разработки современной аппаратуры необходимы комплектующие изделия, отличающиеся при большой сложности высокой надежностью и ограниченным числом внешних выводов. Такими изделиями являются БИС и СБИС. Стоимость аппаратуры на основе БИС ниже стоимости аналогичной аппаратуры на другой элементной базе. Это объясняется использованием перспективной технологии и уменьшением объема монтажно-сборочных работ. При разработке современных технических решений в системах электросвязи решающими критериями выбора элементной базы являются надежность, долговечность и энергопотребление применяемых компонентов. Стоимость применяемых микроэлектронных изделий должна рассматриваться в комплексе с затратами на монтажные узлы, их производство и настройку. Учитывая, что стоимость собственно компонентов имеет тенденцию к постоянному снижению в соответствии с освоением технологии производства и увеличением серийности на заводе-изготовителе, а стоимость производства аппаратуры, как правило, возрастает, целесообразно закладывать в новые разработки перспективную элементную базу в виде специализированных БИС, Единственное ограничение на применение таких изделий - это степень их отработанности на заводе-изготовителе, гарантирующая надежность и функциональное соответствие применяемых компонентов.

Таким образом, можно выделить следующие основные критерии выбора элементной базы:

- надежность;

- долговечность;

- энергопотребление;

- степень интеграции;

- стоимость.

В настоящее время наиболее распространенными интегральными схемами являются схемы транзисторно-транзиторной логики. Компоненты данной группы широко освоены отечественной промышленностью. Наиболее современная технология ТТЛШ с малым энергопотреблением используется в массовой серии 1533, включающей в свой состав широкую номенклатуру ИС. Данная серия применяется при построении логических узлов аппаратуры в пределах ТЭЗ. Допускается применение ИС серий 555, 531 и схем малой интеграции, входящих в состав МГЖ 580, 1810 для узлов интерфейса, требующих повышенной нагрузочной способности и быстродействия. При применении указанных ИС вместе с ИС основной серии 1533 следует применять схемотехнические решения, обеспечивающие помехоустойчивость узлов.

Для применения в разработке используется широко распространенные МПК серий 580, 1810, производимые отечественной промышленностью. Эти комплекты имеют сильно развитые средства поддержки разработки ПО и широкую номенклатуру периферийных и специализированных БИС, Для разработки микропроцессорных узлов также применяются серии 537,

**3.2 Анализ элементов на устойчивость к внешним воздействиям**

Применяемые в конструкции радиоэлементы должны сохранять работоспособность при воздействии на них внешних дестабилизирующих факторов. Основные справочные данные используемых элементов на устойчивость к внешним воздействиям приведены ниже.

Микросхемы серии 1533 имеют пониженную рабочую температуру среды минус 10 °С, повышенная температура 70 °С. Амплитуда ускорения синусоидальной вибрации - 10g, линейное ускорение - 50g.

Микросхемы типа КР580 сохраняют свою работоспособность при температуре окружающей среды в пределах от минус 10 °С до 70 °С. Относительная влажность среды до 98 %. Воздействие синусоидальной вибрации в пределах 1 - 600 Гц с амплитудой ускорения 10 g. Удар - 75g. Линейное ускорение 25g.

Микросхемы типа КР1810 выдерживают воздействие пониженной температуры среды минус 10 °С, повышенной температуры 70 °С. Амплитуда ускорения синусоидальной вибрации 10g. Линейное ускорение 50g,

Микросхемы типа К170 имеют пониженную температуру окружающей среды минус 10 °С, повышенную температуру 70 °С. Амплитуда ускорения синусоидальной вибрации 10g. Линейное ускорение 500g,

Микросхемы серии КР537 также выдерживают воздействие температуры окружающей среды в пределах от минус 10 °С до 70 °С. Амплитуда ускорения синусоидальной вибрации 10g, Линейное ускорении 50g.

Конденсаторы типа К10-17 сохраняют свою работоспособность при воздействии на них пониженной температуры среды минус 60 °С, повышенной температуры среды 125 °С. Влажность окружающего воздуха не более 98 % при 35 °С. Воздействие синусоидальной вибрации в пределах от 1 до 5000 Гц с амплитудой ускорения 40g. Многократный удар 40g, однократный 150g. Линейное ускорение 500g,

Конденсаторы типа К53-4А имеют диапазон рабочих температур в пределах от минус 60 до 85 °С. Влажность 85 % при 35 °С. Вибрация в диапазоне частот 1...3000 Гц с амплитудой ускорения до 20g. Ударные перегрузки 150g. Линейное ускорение 200g.

Резисторы типа С2-ЗЗН имеют повышенную рабочую температуру 85 °С. Работоспособны при воздействии синусоидальной вибрации в пределах от 1 до 5000 Гц с амплитудой ускорения 30g. Однократный удар l000g, многократный удар 150g. Линейное ускорение 500g.

Набор резисторов HP 1-4-9 имеет пониженную рабочую температуру среды минус 60 °С, повышенную температуру 155 °С. Относительная влажность воздуха при 20 °С не превышает 98 %. Воздействие синусоидальной вибрации с частотой 1 - 2000 Гц с амплитудой ускорения 10g. Воздействие многократного удара 40g., однократного 150g. Линейное ускорение 50g.

Резонатор РК169МА имеет диапазон рабочих температур в пределах от минус 60 °С до 85 °С. Воздействие синусоидальной вибрации 1 - 2000 Гц с амплитудой ускорения 20g. Ударное воздействие 500g. Линейное ускорение 50g.

Пониженная температура окружающей среды для индикатора АЛ3076 составляет минус 60 °С, повышенная 75 °С. Частота вибрации 1 - 2000 Гц с амплитудой ускорения 20g. Линейное ускорение составляет 200g.

Диод типа 2Д522Б сохраняет свою работоспособность в диапазонах температур от минус 60 до плюс 125 **°**С**.** Относительная влажность воздуха составляет 98 % при 35 °С. Синусоидальной вибрация частотой от 1 до 600 Гц с амплитудой ускорения 10g. Однократный удар 15g. Линейное ускорение 20g.

Таким образом, проанализировав характеристики элементов на устойчивость к внешним воздействиям и сравнив их с требованиями предъявляемыми к АТС можно сделать вывод о том, что выбранная элементная база удовлетворяет требованиям работоспособности в части воздействия внешних дестабилизирующих факторов.

**3.3 Описание материалов конструкции**

Для изготовления слоев МПП в качестве основания используется стеклотекстолит, для получения которого применяют стеклянную безщелочную ткань и эпоксифенолоформальдегидный лак. Пропитку стеклоткани лаком производят на вертикальных пропиточных машинах, снабженных сушилкой. Пропитанная и просушенная стеклоткань наматывается на барабан. Затем эта стеклоткань, находящаяся в стадии неполного отвердения, и фольга нарезаются на листы необходимого размера. Склеивание фольги и стеклотекстолита производится на гидравлических прессах. Установлено, что оптимальным режимом термообработки является выдержка заготовок МПП после прессования в камере тепла при 140 °С в течение 2ч. Термообработка заготовок MПП в указанном режиме делает более стабильными характеристики твердости материала и расширяет диапазон его рабочих температур [10].

Таким образом, при выборе материала для изготовления МПП было отдано предпочтение стеклотекстолиту типа СТФ-2-35-0,3. Это теплостойкий стеклотекстолит фольгированный с двух сторон гальваностойкой фольгой толщиной 35 мкм, толщина стеклотекстолита - 0,3 мм. В качестве связующего материала используется ЭД-8.

В конструкцию кассеты входит направляющая изготовленная из полиамида (ПА), который относится к термопластичным материалам. Материалы этой группы обладают легкостью, стойкостью в агрессивных средах, отличными антифрикционными и демпфирующими свойствами, высоким электросопротивлением и малой теплопроводностью, но характеризуются пониженной прочностью, значительной текучестью под нагрузкой и низкой теплостойкостью. Термопласты имеют хорошие литейные свойства, хорошо деформируются в нагретом состоянии, свариваются и хорошо обрабатываются резанием.

Полиамид стеклонаполненный ПА 610-ДС, сорт 1 ГОСТ 17648-83 представляет собой композицию полиамида с отрезками стекловолокна. Данный материал характеризуется повышенными механическими свойствами и теплостойкостью.

Предел прочности на растяжение *ав =* 120...152 МПА, *5=* 2,0...2,8 %, КС = 29...60 кДж/м2, 137 НВ, температура размягчения 180...200 °С, плотность 1270...1410 кг/м3.

Фиксатор изготовлен из стального листа



Это лист холоднокатаный, нормальная точность (Б), нормальная плоскостность (ПН), с обрезной кромкой (О), толщина 0,8 мм., из стали категории 5 по контролируемым свойствам, качество поверхности по группе II, для нормальной вытяжки (Н), марка стали 10, свойства материала и качество поверхности по ГОСТ 16523-89.

Швеллер изготовлен из стального листа



Лист холоднокатаный, нормальная точность (Б), нормальная плоскостность (ПН), толщина 2,0 мм., из стали категории 5 по контролируемым свойствам, качество поверхности по группе 11, для нормальной вытяжки (Н), марка стали 10, свойства материала и качество поверхности по ГОСТ 16523-89.

Планка также изготовлена из листовой стали



Лист холоднокатаный, нормальная точность (Б), нормальная плоскостность (ПН), толщина 5,0 мм., из стали категории 10 по контролируемым свойствам, качество поверхности по группе II, свойства материала и качество поверхности по ГОСТ 1577-81.

В конструкции применен оловянно-свинцовый припой ПОС-61. Этот припой является легкоплавким, мягким и технологичным. Прочность паянных соединений на сдвиг до 30...40 Мпа.

Клей ВК-9 - многокомпонентная эпоксидная композиция с полиамидами. Клей горячего твердения, предназначен для соединения металлов и неметаллов. Рабочие температуры от минус 60 до 200˚С. Прочность на срез до 14 МПа, при 125˚С-4,5 МПа.[22]

**4. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ, МЕТОДОВ И ПРИНЦИПОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

**4.1 Анализ существующих принципов конструирования**

В настоящее время получили широкое распространение такие принципы конструирования, как моносхемный, схемно-узловой, каскадно-узловой, функционально-узловой и модульный [11].

Моносхемньтй принцип конструирования заключается в том, что полная принципиальная схема радиоэлектронного аппарата располагается на одной печатной плате и поэтому выход из строя одного элемента приводит к сбою всей системы. Оперативная замена вышедшего из строя элемента затруднена из-за сложности его обнаружения.

При схемно-узловом принципе конструирования на каждой из печатных плат располагают часть полной принципиальной схемы радиоаппарата, имеющую четко выраженные входные и выходные характеристики,

Каскадно-узловой принцип конструирования заключается в том, что принципиальную схему радиоаппарата делят на отдельные каскады, которые не могут выполнять самостоятельных функций.

Функционально-узловой принцип конструирования нашел широкое распространение при разработке больших РЭА. Базовым элементом конструкции здесь является ТЭЗ. Имея необходимый набор ТЭЗ, можно построить целый ряд РЭС с различными техническими характеристиками.

При модульном принципе конструирования основные функциональные узлы взаимосвязаны с помощью одного канала. Чтобы установить связь с модулем-приемником, модуль передатчик посылает нужный сигнал вместе с адресом по шине. Сигналы поступают на входы всех подключенных к каналу модулей, но отвечает только запрашиваемый. Применяя этот принцип, можно построить РЭЛ с практически неограниченной сложностью, сохраняя при этом гибкость в ее организации, так как разработчик использует ровно столько модулей, сколько ему требуется. Разработчик может также легко модернизировать конструкцию, меняя или добавляя отдельные модули и получая при этом различные параметры. Именно по этому принципу построена проектируемая ЛТС.

**4.2 Общие требования к конструкции АТС**

Конструкция обеспечивает размещение оборудования станции в обычных помещениях с высотой потолка не менее 3 м.

Конструкция обеспечивает установку без фальшпола.

Разработанная аппаратура обеспечивает прочность при транспортировании. Аппаратура в упакованном виде обеспечивает устойчивость к перевозке автотранспортом, в закрытых дорожных вагонах, негерметизированных кабинах самолетов и вертолетов, трюмах речного транспорта.

Аппаратура защищена от внешних электромагнитных излучений.

Конструкция типовых элементов замены предусматривает размещение в ней печатной платы, соответствующей международному стандарту с размерами 233,35 х 280 мм и возможностью установки на ней двух соединителей. При этом типовые элементы замены могут заменяться без какого-либо регулирования. ТЭЗы выполнены быстросъемными и их масса не превышает 2,5 кг.

Конструкция исключает наличие жгутового монтажа. Ввод внешних кабелей возможен как сверху стойки, так и снизу без изменения конструктива.

Конструкция оборудования станции, его размеры, композиция, технические формы и выбор окраски удовлетворяют общим требованиям технической эстетики и эргономики. Конструкция оборудования отвечает антропометрическим требованиям.

Для того, чтобы оборудование выдерживало воздействие климатических факторов, соответствующее группе условий эксплуатации, материалы, металлические, неметаллические и неорганические покрытия выбраны но ГОСТ 15150-69 для климатического исполнения УХЛ.

**4.3 Описание конструкции шкафа**

Шкаф предназначен для размещения в нем блоков электроники и питания, рисунок 2.

Габаритные размеры шкафа:

- высота - 2200 мм;

- ширина - 986 мм;

глубина - 520 мм.

Шкаф конструктивно состоит из каркаса, боковых обшивок, передней и задней дверей. Каркас выполнен в виде верхней и нижней рам, боковых стоек, верхней и нижней обшивок. Рамы выполнены из одного типа трубы прямоугольного сечения.

Крепления стоек в каркасе к верхней и нижней рамам осуществляется 16-ю болтами М8.

Передняя и задняя стороны шкафа закрываются дверьми, которые крепятся в шкафу при помощи двух торцовых осей и замка с тягами.

Боковые обшивки к стойкам каркаса крепятся при помощи 4-х винтов М8.

Двери представляют собой глухую по высоте листовую сталь с приваренными угольниками, на которых располагаются контактирующие пружины. При помощи этих пружин осуществляется контакт между боковыми обшивками, передней и задней дверьми.

В шкафу обеспечивается электрический контакт между каркасом, боковыми обшивками, передней и задней дверьми.

Для осуществления естественной конвекции воздуха в верхней и нижней обшивках каркаса и дверях предусмотрены вентиляционные отверстия,

В шкафу предусматривается возможность установки дефлекторных пластин для перераспределения воздушных потоков.

Максимальный вес оборудованного шкафа не более 250 кг.

**4.4 Описание конструкции кассеты**

Корпус кассеты предназначен для размещения в них блоков электроники и питания.

Габаритные размеры корпуса кассеты:

- ширина - 874,18 мм;

- высота - 265,9 мм;

- глубина - 322 мм.

Корпус кассеты представляет собой сборную конструкцию, состоящую из 2-х стенок и 4-х держателей (2-х передних и 2-х задних) одного типоразмера.

Держатели крепятся к стенкам самонарезающими винтами М4. Внутри корпуса кассеты устанавливаются легкосъемные направляющие на 4 блока, которые крепятся с одной стороны при помощи замковой конструкции, с другой стороны (со стороны панели) - входят в паз изолятора соединителей.

Панель крепится к держателям с внешней стороны при помощи планки, которая вставляется в держатель, и винтов МЗ.

На панели запрессовываются вилки соединителей, на хвосты которых устанавливаются изоляторы для подключения, установки и крепления кабельной перемычки.

Для разводки питания на монтажной стороне панели установлены силовые контакты, на которые одеваются наконечники с проводами питания. По панели питание может быть разведено печатью и отдельными проводами.

Шаг установки блоков, размещенных в корпусе кассеты кратен 20,32 мм.

Панель выполнена толщиной не менее 3 мм,

**4.5 Описание конструкции блока**

Блок состоит из платы печатного монтажа размером 233,35 х 280 мм, на которую устанавливается пластмассовая лицевая панель и два или один электрический соединитель.

На лицевой панели установлены две защелки, которые служат для закрепления блока в каркасе кассеты.

На панели имеются два уступа, служащие для извлечения блока из каркасов или шкафов с помощью съемника.

Если на лицевой панели устанавливаются органы управления и сигнализации, между держателями устанавливается планка, на которой крепятся элементы сигнализации. Соединители устанавливаются вдоль стороны 233,35 мм и крепятся заклепками. Электрическое соединение с ПП осуществляется пайкой в печать.

**4.6 Компоновка шкафа**

Оборудование в виде блоков размещено в кассетах в шкафу. Каждая кассета образует функционально и конструктивно законченное устройство. Сочетание блоков и их количество в устройствах может изменятся в зависимости от емкости конкретной станции и ее конфигурации. При этом монтажных и конструктивных изменений не требуется. При необходимости в

шкафу при наличии места могут быть размещены дополнительно устройства без каких-либо конструктивных доработок.

В верхней части шкафа установлен швеллер. На нем размещена панель ввода питания, блоки предохранителей с устройствами сигнализации их перегорания и 2 распределительные колодки. На панели ввода расположены клеммы для подключения питания 60 В. С распределительных колодок напряжение - 60 В подается непосредственно на источник вторичного электропитания, а + 60 в на блоки предохранителей. Блоки предохранителей содержат предохранители и схему сигнализации перегорания предохранителей. Блок состоит из лицевой панели, на которой расположен предохранитель, выключатель, при помощи которого можно отключить подаваемое напряжение + 60 В, и светодиод, сигнализирующий перегорание предохранителя, а также печатной платы, на которой размещены схема сигнализации и клеммы, при помощи которых осуществляется подключение блока к плате ввода и вторичному источнику питания.

На каркасе шкафа вдоль вертикальных стоек расположены корпусные шины. Связи их с устройствами осуществляются при помощи кабельных перемычек с наконечниками на концах.

Каркас также имеет клемму с резьбой М6 для подключения защитного заземления.

Все токопроводящие части с напряжением выше 42 В защищены от случайного прикосновения к ним обслуживающего персонала.

**5. ВЫБОР СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ТЕПЛОЗАЩИТЫ, ГЕРМЕТИЗАЦИИ, ВИБРОЗАЩИТЫ И ЭКРАНИРОВАНИЯ**

**5.1 Выбор элементов, для которых необходимо проведение подробного расчета теплового режима**

Расчет температуры всех входящих в аппарат элементов представляет собой чрезвычайно трудоемкий, а зачастую и практически трудновыполнимый процесс. В связи с этим встает вопрос: для каких элементов необходимо

рассчитывать температуру, чтобы с заданной достоверностью можно было судить о соответствии теплового режима всего аппарата требованиям технического задания [12].

Проанализировав пункт 3.1 данного курсового проекта сведем данные по максимальной рабочей температуре всех радиоэлементов в таблицу 3.

Таблица 5.1 – Максимальные рабочие температуры элементов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/ п | Наименование элемента | Количество | Максимальная рабочая температура, °С |
| 1 | Диод 2Д522Б | 1 | 120 |
| 2 | Индикатор единичный АЛ3076 | 1 | 75 |
| 3 | Конденсатор К-1 0-1 7, К53-4А | 69 | 85 |
| 4 | Микросхема серии К170 | 2 | 70 |
| 5 | Микросхема серии КР537 | 4 | 70 |
| 6 | Микросхема серии КР580 | 2 | 70 |
| 7 | Микросхема серии 1810 | 2 | 70 |
| 8 | Микросхема серии 1533 | 61 | 70 |
| 9 | Набор резисторов HP 1-4-9 | 1 | 155 |
| 10 | Резистор С2-ЗЗН | 5 | 85 |
| 11 | Резонатор РК169МА | 1 | 85 |

Таким образом, наименее теплостойким элементом являются микросхемы.

**5.2 Выбор способа охлаждения на ранней стадии проектирования**

Одним из основных вопросов, определяющих эксплуатационную надежность РЭА, является вопрос создания в приборе таких температур, при которых, длительная работа используемых в нем элементов осуществлялась бы в пределах, предусмотренных для них ТУ.

Основная задача обеспечения необходимого теплового режима заключается в создании таких условий, при которых количество тепла, рассеянного в окружающую среду, будет равным мощности тепловыделения аппаратуры. Тогда температура нагретой зоны в приборе перестает нарастать и тепловые параметры при всех прочих равных условиях стабилизируются [12].

При обеспечении необходимого теплового режима РЭА основные трудности связаны с отводом тепла, т.е. охлаждением. Учитывая тип и состояния теплоносителя, а также причину, вызвавшую его движение, способы охлаждения РЭА можно разделить на следующие основные классы: газовое (воздушное), жидкостное, испарительное, а также естественное и принудительное.

Способ охлаждения во многом определяет конструкцию РЭА. Поэтому уже на ранней стадии проектирования, т.е. на стадии технического предложения или эскизного проекта, необходимо выбрать способ охлаждения РЭА, после чего можно приступить к предварительной проработке конструкции. Выбранный способ охлаждения должен обеспечить заданный по ТЗ тепловой режим РЭА, что можно проверить расчетным путем детальной проработки конструкции аппарата либо опытным путем после испытания макета или опытного образца. Следовательно, если на ранней стадии конструирования мы неправильно выберем способ охлаждения, то это обнаружится только на более поздних стадиях конструирования, в результате чего работа будет сведена на нет, а сроки создания РЭА значительно увеличатся. Если к этому добавить, что на ранней стадии конструирования мы располагаем минимальной информацией о конструкции РЭА, то станет очевидным, сколь ответственна и сложна задача выбора способа охлаждения.

Для выбора способа охлаждения прежде всего требуются следующие данные:

- суммарная мощность *Р,* рассеиваемая в блоке;

- диапазон возможного изменения температуры окружающей

среды Tc max, Tc min;

- пределы изменения давления окружающей среды pmах , pmin;

- время непрерывной работы t;

- допустимые температуры элементов Tj;

- коэффициент заполнения по объему *К3*

Эти исходные данные недостаточны для детального расчета теплового режима, но их можно использовать для предварительной оценки. Выбор способа охлаждения на ранней стадии конструирования часто имеет вероятностный характер, т.е. дает возможность оценить вероятность обеспечения заданного по ТЗ теплового режима РЭА при выбранном способе охлаждения, а также усилия, которые необходимо затратить при разработке будущей конструкции РЭА с учетом обеспечения теплового режима.

Выбор способа охлаждения можно выполнить с помощью графиков, характеризующих области целесообразного применения различных способов охлаждения [12]. Эти области строятся по результатам обработки статистических данных для реальных конструкций, тепловых расчетов и данных испытания макетов.

Конструкция АТС представляет собой набор шкафов и входящих в них кассет и блоков (см. выше). Таким образом, нам заранее известен применяемый способ охлаждения. Т.к. в конструкции АТС не имеется поверхностей с большими удельными мощностями рассеивания, то применяется естественное воздушное охлаждение с перфорированным кожухом.

**5.3 Выбор способов герметизации**

Основная цель герметизации - предотвращение воздействия внешних

климатических факторов.

Выбор способа герметизации обуславливается совокупностью требований к конструкции: условиями реализации нормального теплового режима, ремонтопригодностью, элементоемкостью реализуемой схемы, плотностью компоновки, рядом эксплуатационных требований (изменение барометрического давления, механические воздействия, перепады температур) и надежностью [13].

В зависимости от степени чувствительности тех или иных элементов или узлов к воздействию агрессивной среды и от их конструктивных особенностей применяют различные способы герметизации, отличающиеся как методом исполнения, так и сложностью и стоимостью.

Известны способы герметизации с помощью:

- изоляционных материалов;

- непроницаемых для газов оболочек.

Защита изделий изоляционными материалами может производится пропиткой , заливкой, обволакиванием и опрессовкой [11].

Пропитка изделий состоит в заполнении имеющихся в них каналов электроизоляционным материалом. Одновременно с заполнением каналов при пропитке на всех элементах конструкции образуется тонкий изоляционный слой, защищающий их от воздействия агрессивной среды. Одновременно с защитными функциями пропиточный материал повышает электрическую прочность изделия, скрепляет механически его отдельные элементы, во многих случаях улучшает теплопроводность. Пропитку осуществляют погружением изделий в жидкий изоляционный материал. После извлечения изделия материал отвердевает. Процесс отвердения может проходить при нормальной температуре или с внешним подогревом.

При выборе материалов для пропитки необходимо учитывать их нейтральность к элементам пропитываемого изделия, нетоксичность, влаго- и нагревостойкость.

При герметизации заливкой все свободные полости в изделии, в том числе и пространство между элементами и корпусом, заливают электроизоляционным материалом, который после отвердения образует достаточно толстый защитный слой. Так как заливочный материал имеет большую массу, то при отвердении в нем возникают внутренние напряжения, которые в ряде случаев могут отрицательно сказаться на работоспособности аппаратуры. Поэтому для устройств, чувствительных к таким напряжениям, следует применять пластичные электроизоляционные материалы, которые, полемеризуясь, образуют упругую резинообразную массу. Обычно заливка составляет 10-20% общего объема изделия, что существенно увеличивает его массу. Поэтому там, где это необходимо, следует применять пенообразующие материалы, содержащие большое число несоединяющихся воздушных полостей.

Герметизация обволакиванием по технике исполнения аналогична операции пропитки, однако здесь используют вязкие изоляционные материалы, обладающие хорошей адгезией к элементам изделия. Слой материала, образующегося на поверхности деталей, сравнительно толст и надежно защищает их от воздействия агрессивной среды.

Опрессовку деталей и узлов производят в специальных формах термопластичными массами. Однако этот способ герметизации не получил большого распространения.

Защита изделий непроницаемыми для газов оболочками - наиболее совершенный способ защиты узлов и устройств, так как кроме эффективной защиты он может обладать возможностью разгерметизации в производственных условиях и при эксплуатации.

Условия нормальной работы изделий, защищенных вакуумно-плотной герметизацией, зависят не только от качества герметизации, но и от защиты от агрессивных компонентов, входящих в материалы и среду защищаемого объема. Выделение свободных молекул воды и других агрессивных веществ в герметизированном объеме изделия может свести к минимуму эффективность вакуумноплотной герметизации.

При разработке герметичных корпусов следует учитывать условия эксплуатации и прежде всего изменение барометрического давления, внешние механические воздействия и возможные перепады температуры. Вакуумно-плотная герметизация может быть выполнена с неразъемными и разъемными швами: первую используют для защиты малогабаритных узлов и устройств, вторую - для сравнительно больших блоков, требующих профилактической проверки и нуждающихся в смене ее отдельных элементов. Неразъемные герметичные конструкции делают со швами, выполняемыми пайкой, сваркой, клепкой, заливкой, склеиванием или замазкой специальными компаундами.

В разъемных герметичных конструкциях между соединяемыми деталями (корпусом и крышкой) помещают эластичную прокладку, а в герметизированный объем влагопоглотитель. Условие непроницаемости такого герметичного соединения - сохранение во все время его службы контактного давления между прокладкой и соединяемыми поверхностями.

**5.4 Обоснование необходимости защиты от механических воздействий**

В процессе эксплуатации и транспортировки РЭА 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.

Вибрации подвержена аппаратура, устанавливаемая на автомобильном и железнодорожном транспорте, в производственных зданиях, на кораблях, самолетах и т.п. Практически диапазон частот вибрации, действующей на аппаратуру, имеет широкий предел. Например, для наземной аппаратура, переносимой или перевозимой на автомашинах, частота достигает 120 Гц при ускорении, действующем на приборы, до 6g. Для самолетной аппаратуры диапазон вибрации находится в пределах 3-3000 Гц при ускорении от 4 до 10g. Работающая в таких условиях РЭС должна обладать вибропрочностью и виброустойчивостыо.

Под вибропрочностью понимают способность аппаратуры 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 [15].

Во время действия на систему ударного импульса силы движение ее происходит по закону вынужденных колебаний, а после действия - по закону вынужденных колебаний. Формой ударного импульса в простейших случаях может быть полусинусоида, трапеция или прямоугольник с длительностью до половины периода.

Практически удар может произойти в любом направлении, а нарастание и спад его измеряются долями секунды. В результате удара происходят колебания с большой амплитудой, действие которой и может вызвать значительные повреждения в аппаратуре, но благодаря демпфирующей способности упругих элементов они быстро затухают.

Удары могут возникать вследствие падения прибора, столкновения движущихся объектов, приземления самолета или маневрирования вагонов железнодорожного транспорта и т.д. Мгновенно действующие нагрузки при этом достигают l000g. Работающая в таких условиях РЭА должна обладать ударостойкостью, т.е. способностью противостоять разрушающему действию ударов определенного значения и после их воздействия нормально функционировать.

При воздействии на аппаратуру удара самопроизвольно срабатывают подвижные и неуравновешенные вращающиеся части механических систем (реле, муфты, фиксаторы), самоотвинчиваются крепежные детали, нарушается регулировка, ломается несущая конструкция и т.д.

При изменении скорости на прямолинейном участке движения или криволинейном движении установленные на объекте приборы испытывают ускорение, что эквивалентно увеличению массы и при значительной длительности воздействия требует увеличения прочности конструкции. Практически в долях ускорения силы тяжести в этих случаях может достигать 10-12g и более.

Механическое воздействие шумов и акустических ударов вызывают значительные колебания звуковой частоты. Сильный шум вызывает в аппаратуре ряд нежелательных явлений, нарушающих ее нормальное функционирование. Так, возбуждается вибрация управляющих реле, усиливается процесс обгорания контактных пар и т.д. Явления резонансных колебаний в области звуковых частот могут вызвать различные неисправности и поломки в чувствительных элементах РЭА.

Одним из основных и наиболее эффективных методов повышения устойчивости конструкции РЭА, как транспортируемой, так и стационарной, к воздействию вибраций, а также ударных и линейных нагрузок является установка ее на упругие опоры. В качестве таких опор используют резиновые, металлорезиновые или металлопружинные амортизаторы. Действие амортизаторов основано на демпфировании резонансных частот, т.е. поглощении части колебательной энергии.

Амортизаторы подразделяются на низкочастотные, среднечастотные и высокочастотные. У низкочастотных амортизаторов частота собственных колебаний в нагруженном состоянии не превышает 4, для среднечастотных находится в пределах 8-12 и у высокочастотных - в пределах 20-30 Гц.

Низкочастотные амортизаторы виброизолируют частоты возмущающих колебаний, лежащие в диапазоне 5-600, среднечастотные - в диапазоне 15-600 и высокочастотные в диапазоне 35-2000 Гц.

Между амортизаторами, изолирующими вибрацию, и амортизаторами, изолирующими удары, имеется существенная разница. Если первые (мягкие опоры) призваны изолировать от перегрузки колебательную систему, обеспечив ей собственную частоту ниже частоты вынужденных колебаний, то вторые (жесткие опоры) призваны изолировать систему, обеспечив ей собственную частоту выше частоты вынужденных колебаний.

Однако РЭА может подвергаться одновременно вибрациям и ударам. В этих случаях в условиях сравнительно слабой вибрации и частых ударов используют противоударные амортизаторы. Если же преобладают вибрации со сравнительно редкими ударами, используют виброизолирующие амортизаторы.

Амортизаторы используют также и для звуковой изоляции оснований от шумящих объектов. При этом изоляция звуковых колебаний широкого диапазона частот иногда требует последовательного соединения амортизаторов с различными жестокостями.

**5.5 Обоснование необходимости экранирования**

При прохождении мощных сигналов по цепям связи последние становятся источниками электромагнитных полей, которые, пересекая другие цепи связи, могут наводить в них дополнительные помехи. Источниками электромагнитных помех могут быть также мощные промышленные установки, транспортные коммуникации, двигатели и т.д. Для того чтобы локализовать, где это возможно, действие источника полей или сам приемник помех, используют экранирование [11]. По принципу действия различают электростатическое, магнитостатическое и электромагнитное экранирования.

Электростатическое экранирование заключается в шунтировании на корпус большей части паразитной емкости, имеющейся между источником и приемником наводок. В качестве металлического листа, соединенного с корпусом, служат детали шасси, каркасов; обшивки стоек, панелей, субблоков, кассет, специальные листовые металлические прокладки на монтажной стороне плат, блоков, субблоков; экранные сплошные металлические слои н многослойных печатных платах и т.д.

С целью улучшения экранировки особо чувствительных к помехам цепей на обеих сторонах печатных плат сигнальные и заземленные экранные проводники чередуют таким образом, чтобы против сигнальной линии, проходящей с одной стороны платы, всегда располагалась заземленная линия с другой стороны платы. При этом каждая сигнальная линия оказывается окруженной тремя заземленными линиями, в результате чего достигается не только эффективная экранировка сигнальной линии от внешних помех, но и для полезного сигнала обеспечивается подобная волноводу цепь от источника до нагрузки.

Магнитостатические экраны используют для защиты чувствительных цепей, элементов и устройств от постоянного и медленно изменяющегося переменного магнитного поля. В этом случае источник или приемник наводки заключают в сплошной экран, изготовленный из ферромагнитных материалов. Если в такой экран заключен источник наводки, то магнитные силовые линии замыкаются в нем и далее не распространяются. Если в экран заключен приемник наводки, то силовые линии магнитного поля не проникают в полость экрана.

С ростом частоты возрастает роль вихревых токов, происходит вытеснение магнитного поля из толщи экрана, что эквивалентно уменьшению магнитной проницаемости, и экран переходит в электромагнитный режим работы. Магнитный экран одинаково пригоден для защиты от воздействия внешнего магнитного поля и внешнего пространства от магнитного поля, созданного источником внутри экрана.

Качество экранирования постоянных или медленно изменяющихся магнитных полей зависит от магнитной проницаемости экрана и сопротивления магнитопровода, которое будет тем меньше, чем толще экран и чем меньше в нем стыков и швов, идущих поперек направления линий магнитной индукции.

Электромагнитное экранирование применяют на частотах выше 3000 Гц. Экраны изготавливают из немагнитных и ферромагнитных металлов, что дает одновременное ослабление электрической и магнитной составляющих поля. Суть экранирования сводится к тому, что под действием источника электромагнитной энергии на стороне экрана, обращенной к источнику, возникают заряды, а в его стенах - токи, образующие во внешнем пространстве поля, по напряженности близкие к полю источника, а по направлению - противоположные ему. В результате внутри экрана происходит взаимная компенсация полей, а с снаружи его - вытеснение внешнего поля полями вихревых токов. Кроме того, происходит поглощение поля за счет потерь на джоулеву теплоту и на перемагничивание.

На АТС воздействуют электромагнитные поля в диапазоне частот: 0,15 МГц- 1000МГц.

Поля частот большой напряженности могут быть вызваны находящимися поблизости радиопередающими центрами, передатчиками радиолюбителей, источниками предназначенными для медицинских целей, передатчиками для телефонной связи с подвижными объектами и т.п.

Электрическая составляющая электромагнитных полей максимально может достигать 10 В/М.

Магнитная составляющая электромагнитных полей максимально может достигать 2\*10-3 А/М.

В указанных условиях требования к воздействию электромагнитных полей на оборудование АТС нормируется согласно таблице 5.2.

Таблица 5.2 - нормирование электрической и магнитной составляющих

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория | Электрическая составляющая Е, В/М | Магнитная составляющая Н, А/М |
| А | 3 | 8\*1 0 3 |
| В | 10 | 27\*1 0 3 |

**6. РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗДЕЛИЯ**

**6.1 Компоновочный расчет**

Под компоновкой понимается процесс размещения комплектующих модулей, ЭРЭ и деталей на плоскости или в пространстве с определением основных геометрических форм и размеров. При компоновке должны быть учтены требования оптимальных функциональных связей между модулями, их устойчивость и стабильность, требования прочности и жесткости, помехозащищенности и нормального теплового режима, требования технологичности, эргономики, удобства эксплуатации, ремонта.

Блок обмена сообщениями разработан в виде ТЭЗа, что предопределяет его конструктивные особенности. Конструкция типовых элементов замены предусматривает размещение в ней печатной платы, соответствующей международному стандарту с размерами 233,35 х 280 мм. Таким образом, нам необходимо определить разместятся ли элементы БОС на одном ТЭЗе или необходимо разбиение его на несколько ТЭЗ, Для этого рассчитаем установочную площадь элементов блока по формуле:

, (6.1)



где *S -* полная установочная площадь элементов;

*Sycm -* площадь установки ***i****-*готипоразмера;

*п -* количество элементов ***i***- го типоразмера;

*N -* число типоразмеров.

Исходные данные для расчета сведены в таблицу 5.

Сложив установочные площади всех элементов получим 8=21308,4 мм2. Площадь печатной платы S=65338 мм2 Таким образом, можно сделать вывод о том, что все элементы БОС, с большим запасом, можно скомпоновать на печатной плате заданных размеров.

**6.2 Расчет теплового режима**

Блок РЭА представляет собой сложную систему тел с множеством внутренних источников теплоты. Точное аналитическое температурных полей внутри блока невозможно из-за громоздкости задачи и неточности исходных данных: мощности источников теплоты, теплофизических свойств материалов, размеров границ. Поэтому при расчете теплового режима блоков РЭА используют приближенные методы анализа и расчета. Целью расчета является определение температур нагретой зоны и среды вблизи поверхности РЭА.

Таблица 6.1 - Данные для компоновочного расчета.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тип элемента** | **Кол,**  **n** | **SУСТ, мм2** | **SУСТ·n, мм2** |
| 1 | Генератор ГК 1 –07 | 1 | 300 | 300 |
| 2 | Диод 2Д522Б | 1 | 25 | 25 |
| 3 | Индикатор единичный АЛ307БМ | 1 | 42 | 42 |
| 4 | Конденсатор К 10- 17- 16-М 1500 | 1 | 33,8 | 33,8 |
| 5 | Конденсатор К 1 0- 1 7- 1 6-Н90 | 63 | 33,8 | 2129,4 |
| 6 | Конденсатор К 1 0- 1 7-26-Н90 | 1 | 180 | 180 |
| 7 | Конденсатор К53-4А-16В | 4 | 76,5 | 306 |
| 8 | Микросхема АВ2 | 1 | 78,8 | 78,8 |
| 9 | Микросхемы ООТО, 04ТО, 74ТО, 10ТО, 08ТО, 03WO, 32ТО, 90ТО,64МО | 18 | 146,3 | 2633,4 |
| 10 | Микросхемы UC2, 85ТО, 55МО, 38МО, 75МО, 61МО, 57NO, 66МО, 75NO | 24 | 150 | 3600 |
| 11 | Микросхемы С584, 73DO,45NO, 40QO | 20 | 183,8 | 3676 |
| 12 | Микросхемы 09 1 0, С453 | 3 | 480 | 1440 |
| 13 | Микросхемы 0970, С451, С559, | 4 | 525 | 2100 |
| 14 | Розетка соединительная РС-28-7 | 2 | 712,5 | 1425 |
| 15 | Розетка соединительная РС-40-7 | 1 | 1016,5 | 1016,5 |
| 16 | Набор резисторов HP 1-4-9 | 1 | 67,5 | 67,5 |
| 17 | Резистор С2-ЗЗН | 5 | 25 | 125 |
| 18 | Резонатор РК169МА | 1 | 230 | 230 |
| 19 | Соединитель СНП 221-64 | 2 | 950 | 1900 |

Исходными данными для расчета теплового режима блока в перфорированном корпусе является:

- мощность, рассеиваемая в блоке ***P****3,* Вт;

- мощность, рассеиваемая рассчитываемыми элементами ***P***эл, Вт;

- размеры корпуса блока ***l1, l2, l3****,* м;

- площадь поверхности элементов ***S***ЭЛ, м2;

- коэффициент заполнения ***К***3;

- площадь перфорационных отверстий ***S***П,м;

- давление окружающей среды ***H***1, Па;

- температура окружающей среды ***T***C К.

Последовательность расчета.

Рассчитываются: поверхность корпуса блока по формуле

; (6.2)



условная поверхность нагретой зоны по формуле:

; (6.3)



удельная мощность корпуса блока по выражению:

; (6.4)



удельная мощность нагретой зоны по формуле:

; (6.5)



2. Находятся коэффициенты ζ1 и ζ2 в зависимости от удельной мощности блока корпуса блока и удельной мощности нагретой зоны [12].

3. Находятся коэффициенты, зависящие от атмосферного давления окружающей среды, *КН1 - КН2 =* 1,0.

4. Рассчитывается коэффициент перфорации по формуле

; (6.6)



5. Находится коэффициент Кп в зависимости от коэффициента перфорации.

6. Определяется перегрев корпуса блока по формуле

; (6.7)



7. Определяется перегрев нагретой зоны по формуле

; (6.8)



8. Определяется средний перегрев воздуха в блоке

; (6.9)



9. Рассчитываются: удельная мощность элементов по формуле

; (6.10)



перегрев поверхности элементов по формуле

; (6.11)



перегрев окружающей среды у элементов по формуле

; (6.12)



10. Находятся температура корпуса блока по выражению

; (6.13)



температура нагретой зоны по формуле

; (6.14)



температура поверхности элементов по формуле

; (6.15)



средняя температура воздуха в блоке

; (6.16)



температура окружающей среды у элементов

; (6.17)



Расчет теплового режима произведен при помощи ЭВМ. Исходные данные и результаты расчета приведены в приложении.

**6.3 Расчет конструктивно-технологических параметров ПП**

**6.3.1 Выбор и обоснование методов изготовления ПП**

Миниатюризация радиоэлектронной аппаратуры в большой степени зависит от технологии производства печатных плат, особенно многослойных. Многослойные печатные платы, сохраняя свойства обычных ПП, имеют свои особенности: высокая плотность монтажа; однотипность и воспроизводилось электрического взаимодействия между проводниками различных цепей (возможность учета паразитных связей и наводок, применение экранирующих слоев); размещение монтажа в однородной диэлектрической среде; более высокая устойчивость внутренних слоев к климатическим воздействиям; лучшая теплоотдача, меньшее число контактов входа и выхода [10].

Эти особенности МПП обусловили основные области применения: для выполнения соединений между интегральными микроузлами; в аппаратуре, размеры и масса которой должны быть минимальными, а также требуется экранирования большого числа электрических цепей; в аппаратуре, где должна быть обеспечена электрическая стабильность по всему тракту прохождения сигнала.

Требования, предъявляемые к аппаратуре, такие как надежность, малые габаритные размеры и масса, обеспечение теплоотводов, оптимальное резервирование, ремонтопригодность, а также экономичность конструкции, определили появление многочисленных методов изготовления MПП. В настоящее время известно около двухсот конструктивно-технологических способов получения MПП. В лабораторных условиях осуществляются 10-20 методов, а некоторые требования производственного, экономического и конструктивного характера ограничивают число методов, применяемых в промышленности до двух-трех. Широкое распространение получили метод открытых контактных площадок и метод металлизации сквозных отверстий,

В методе открытых контактных площадок межслойные соединения выполняются с помощью пайки выводов компонентов к контактным площадкам любого слоя. В этом способе главным критерием качества является малый сдвиг слоев, для определения максимально допустимого смещения слоев МПП относительно друг друга следует установить технологические критерии сдвига, руководствуясь при этом электрическими, технологическими и конструкционными требованиями. Говоря об электрических параметрах, в первую очередь необходимо иметь в виду обеспечение высокой надежности печатного монтажа, для чего надо избегать пробоев и электрических замыканий между проводниками и контактными площадками ПП. Отдельные слои МПП изготавливаются фотохимическим способом на одностороннем фальгированном диэлектрике. В слоях штампом вырубаются отверстия так, чтобы после их сборки в МПП ко всем контактным площадкам имелся свободный доступ. После сборки в пакет платы совмещаются и спрессовываются. Однако наибольшее распространение получил метод металлизации сквозных отверстий.

Этот метод является сравнительно простым и широко используется нас в стране и за рубежом. В мировой практике достигнуты определенные успехи в технологии изготовления МПП с применением химико-гальванической металлизации для создания электрических межслойных соединений. Металлизация позволяет повысить плотность монтажа, сократить число контактов, снизить продолжительность производственного цикла. Метод металлизации сквозных отверстий по существу, единственный метод создания конструкций МПП с наиболее оптимальной электрической структурой, обеспечивающий надежную передачу наносекундных импульсов и распределение питания между активными элементами быстродействующих вычислительных машин. Изготовление этим методом MПП имеют: более короткие линии связей; возможность электрического экранирования; улучшение характеристик, связанное с устойчивостью к воздействию окружающей среды в результате расположения всех печатных проводников в массе монолитного диэлектрика; возможность увеличения числа слоев без существенного возрастания стоимости и длительности процесса. Более 80% всех MПП изготавливаются методом металлизации сквозных отверстий. Такие платы могут быть жесткими, гибкими и комбинированными. Сущность метода состоит в следующем. Сначала собирают пакет из отдельных слоев с монтажными схемами на внутренних слоях (выполненными химическим способом или позитивным) и из склеивающихся прокладок. На каждом отдельном слое с проводящим рисунком пробивают базовые (фиксирующие) отверстия, с помощью которых совмещают контактные площадки по вертикали. Число отверстий устанавливается в зависимости от размеров платы. Данная операция проводится на установке совмещения и пробивки фиксирующих отверстий. Аналогичные отверстия пробиваются и в листах прокладочной стеклоткани.

После склеивания прессованием слоев в монолитный пакет проводят сверление - на стенках отверстий вскрывают торцы контактных площадок внутренних слоев. Соединения их друг с другом и с контактными площадками наружного слоя осуществляется в результате металлизации отверстий. Недостаток - необходимость подтравливания диэлектрика, что вызывает опасность загрязнения изоляционного основания продуктами травления. Однако подтравливание диэлектрика в отверстиях МПП позволяет увеличить поверхность фольги в переходном отверстии примерно на 300%. Это повышает надежность межслойного соединения.

Таким образом, вышеуказанные достоинства метода металлизации сквозных отверстий обуславливают его использование при производстве печатной платы.

**6.3.2 Расчет параметров печатного монтажа**

Последовательность расчета:

1. Исходя из технологических возможностей производства выбирается метод изготовления и класс точности 1111. Для изготовления МИН выбираем химический способ изготовления, класс точности 3.

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

; (6.18)



где *Jмах -* максимальный постоянный ток, протекающий в проводниках, А;

*Jдоn -* допустимая плотность тока, А/мм2 ;

*t*- толщина проводника, мм.

;



3. Определяем минимальную ширину проводника, мм, исходя из допустимого падения напряжения на нем по формуле

; (6.19)



где *р -* удельное объемное сопротивление, Омּмм2 /м;

*l* - длина проводника, м;

*Uдоп -* допустимое падение напряжения, В.



4. Определяем номинальное значение диаметров монтажных отверстий *d:*

; (6.20)



где *dэ -* максимальный диаметр вывода устанавливаемого ЭРЭ;

Δ*dНО -* нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия, мм.

*r -* разница между минимальным диаметром отверстия и максимальным диаметром вывода ЭРЭ.



5. Определяем наименьший номинальный диаметр контактной площадки по формуле

; (6.21)



где d - диаметр отверстия, мм;

Δ*d -* верхнее предельное отклонение диаметра отверстия, мм;

Δ*tво* - верхнее предельное отклонение диаметра контактной площадки,

Δ*tmp* - значение подтравливания диэлектрика в отверстии, для МПП принимается равным 0,03 мм;

b - гарантийный поясок, мм;

Δ*tno* - нижнее предельное отклонение диаметра контактной площадки;

*Td -* допуск расположения осей отверстий, мм.

*TD -* допуск расположения центров контактных площадок.



6. Определяем наименьшее номинальное расстояние *l* между двумя контактными площадками по формуле:

; (6.22)



где *D1, D2 -* диаметры контактных площадок, мм;

*п -* количество проводников проходящих между контактными площадками;

*S, t -* наименьшие значения основных размеров для узкого места. Для третьего класса точности *S*=0,25, *t*=0,25;

*Т1 -* значение допуска расположения печатного проводника, мм.



**6.4 Полный расчет надежности**

Расчет выполняется на заключительной стадии проектирования, когда имеется (по результатам соответствующих расчетов) точная информация об условиях работы элементов с учетом влияния внешних и внутренних воздействующих факторов (температуры, вибраций, влажности и т.п.) [16].

Расчет выполняется для периода нормальной эксплуатации при следующих основных допущениях:

- отказы случайны и независимы;

- учитываются только внезапные отказы;

-имеет место экспоненциальный закон надежности.

При полном расчете надежности учитываются не только электрической схемы, но и элементы конструкции (монтажные соединения, печатные платы, монтажные проводники, несущие конструкции и т.д.). Кроме того, при полном расчете надежности учет электрического режима и эксплуатационных условий работы элементов должен быть произведен точно.

Исходными данными для полного расчета надежности устройства должны быть следующие:

1. Электрическая принципиальная схема и перечень используемых в конструкции элементов.

2. Значения коэффициентов электрической нагрузки элементов. Если по результатам разработки схемы устройства эти данные отсутствуют, то значения коэффициентов электрических нагрузок должны быть рассчитаны путем сравнения расчетных уровней нагрузок элементов схемы с рабочими характеристиками соответствующих элементов конструкции.

3. Справочные значения интенсивностей отказов элементов.

4. Условия эксплуатации элементов с учетом внешних и внутренних воздействующих факторов.

5. Заданное время работы, *t* [17].

Последовательность расчета:

1. Принимают решение о том, какие факторы, кроме коэффициента электрической нагрузки, будут учтены.

Используя результаты конструкторских расчетов, определяют значения параметров, описывающих учитываемые факторы, причем эти значения желательно иметь для каждого элемента.

2. Формируются группы однотипных элементов.

Признаками объединения элементов в одну группу в данном расчете является не только функциональное назначение элемента, но и примерное равенство коэффициентов электрической нагрузки и параметров, описывающих другие учитываемые эксплуатационные факторы.

Если для элементов одного и того же функционального назначения значения *КН≤*0.05 … 0.1, то такие элементы по коэффициенту электрической

нагрузки допускается объединять в одну группу.

3. Определяется суммарная интенсивность отказов элементов с учетом коэффициентов электрической нагрузки и условий их работы в составе устройства. Пользуются формулами

; (6.23)



; (6.24)



где *λj(v) -* интенсивность отказов элементов *j* - группы с учетом электрического режима и условий эксплуатации;

*λoj* - справочное значение интенсивности отказов элементов *j*-й группы, *j*=1,…,k;

*nj* - количество элементов в *j*-й группе, *j*=l,…,к;

*к -* число сформированных групп однотипных элементов;

*а(хi*) - поправочный коэффициент, учитывающий влияние фактора *xi* , *i=*1,…,m;

*т* - количество принимаемых во внимание факторов.

4. По общепринятым формулам для экспоненциального распределения подсчитывают показатели *T0, PΣ(tз),Tcp,Tγ.*

5. Подсчитывают показатели восстанавливаемости РЭУ. Среднее время восстановления рассчитывают по формуле:

; (6.25)



Вероятность восстановления РЭУ за заданное время *t3* рассчитывают в предположении, что время восстановления распределено по нормальному закону по выражению

; (6.26)



Данные необходимые для полного расчета надежности сведены в таблицу 6.

Расчет произведен при помощи ЭВМ. Результаты расчета приведены в приложении.

**6.5 Расчет электромагнитной совместимости**

Цель расчета электромагнитной совместимости является определение работоспособности устройства в условиях воздействия перекрестных помех в линиях связи.

Блок обмена сообщениями выполнен в виде ТЭЗа на многослойной печатной плате третьего класса точности из стеклотекстолита СТФ 2-35, покрытой лаком УР231. Ширина проводников равна 0,2 мм, расстояние между ними - 0,15 мм. Максимальная длина области связи проводников активной и пассивной линии составляет 0,11 м. Максимальное напряжение в активной линии равно 5,2 В на частоте 190 кГц. В блоке использованы микросхемы серии 1533.

В состоянии логической “1” помеха слабо влияет на срабатывание логического элемента, поэтому рассмотрим случай, когда на входе микросхемы логический “0”. При этом Uвх0=0,4 В, Iвх0=0,4 мА, Uвых0=0,4 В, Iвых0=4,8 мА.

Таблица 6.2 - Данные для расчета надежности.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Тип элемента | Кол. П | Инт. Отказов, х!0"6/ч | Время вост., ч | Кн | Попр. Коэф |
| 1 | Микросхема цифровая | 72 | 0,05 | 0,5 | 0,6 | 0,5 |
| 2 | Микросхема аналоговая | 2 | 0,1 | 1,2 | 0,5 | 0,5 |
| 3 | Генератор ГК 1 –07 | 1 | 0,3 | 1,0 | 0,5 | 0,6 |
| 4 | Диод 2Д522 | 1 | 0,15 | 0,6 | 0,7 | 0,2 |
| 5 | Индикатор АЛ307БМ | 1 | 0,1 | 1,5 | 0,5 | 0,8 |
| 6 | Конденсатор К 10- 17 | 65 | 0,02 | 1,1 | 0,4 | 0,15 |
| 7 | Конденсатор К53-4А | 4 | 0,05 | 0,55 | 0,4 | 0,15 |
| 8 | Набор резисторов НР1 | 1 | 0,03 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| 9 | Резистор С2-ЗЗН | 5 | 0,05 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| 10 | Резонатор РК169-МА | 1 | Од | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| 11 | Соединитель | 204 | 0,1 | 2,0 | 0,5 | 0,2 |
| 12 | Пайка | 1658 | 0,01 | 0,5 | – | 0,5 |
| 13 | Плата | 1 | 0,2 | 3,0 | 0,4 | 1 |

Тогда можно определить входное и выходное сопротивления по формулам:

, (6.27)



,



,



Определяем взаимные емкость и индуктивность параллельных проводников на поверхности ПП по формуле:

, (6.28)



где *l* - длина области связи проводников, м;

*δ -* расстояние между проводниками, м;

*t -* толщина проводника, м;

*b -* ширина проводника;

*ε –* диэлектрическая проницаемость среды между проводниками, расположенных на наружных поверхностях платы, покрытой лаком.

, (6.29)



где *ε*п и *ε*л- диэлектрические проницаемости материала платы и лака (для стеклотекстолита *εП* = 6, для лака УР-231 *εЛ* =4)

.



Взаимная индуктивность определяется по формуле:

. (6.30)



.



Вычисляем сопротивление изоляции между проводниками активной и пассивной линии связи по формуле:

, (6.31)



где *ρ-* удельное поверхностное сопротивление основания ПП, для стеклотекстолита *р = 5 •* 1010 Ом.

.



Определяем действующее напряжение помехи на входе микросхемы в режиме логического “О” по формуле:

. (6.32)



Сравниваем действующее напряжение помехи с помехоустойчивостью микросхемы. Для микросхем серии 1533 *Un*=0,4 В. Следовательно, действие помехи не приведет к нарушению работоспособности блока.

**7. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Одной из важнейших задач конструирования РЭА является максимальное внедрение методов автоматизированного проектирования, что в итоге должно привести к минимальному участию человека в процессе создания конструкции. Основную работу по созданию конструкции проводит ЭВМ, оснащенная соответствующим информационным и программным обеспечением.

Проектирование РЭА и создание оптимального технического решения в сжатые сроки связано с трудностями, основными из которых являются;

- невозможность учета человеком огромного количества разнообразных факторов, влияющих на техническое решение;

- большая трудоемкость и стоимость изготовления макета изделия, особенно при интегральной технологии;

- сложность имитации условий, в которых должна работать современная РЭА.

Один из путей преодоления этих трудностей без существенного увеличения численности работающих - использование возможностей современных ЭВМ, что позволяет заменить макет радиоэлектронного узла его математической моделью, комплекс измерительно-испытательного оборудования - программами анализа, оптимизации и испытаний, а затем обработать узел на ЭВМ при помощи этого математического комплекса.

В процессе проектирования возникает необходимость большого числа вычислений, обращения к стандартным алгоритмам решения типовых задач, увязки различных, зачастую противоречивых требований этапов функционального и конструкторского проектирования, а также проверки правильности результатов различных этапов проектирования. В связи с этим целесообразно объединить отдельные алгоритмы в единую автоматическую систему конструкторского проектирования (САПР КП), ориентированную на конкретную базу конструкций.

Необходимо иметь в виду, что изменение конструкторской базы требует переработки многих программ и алгоритмов существующих САПР. Разрабатываемые языки и системы программ должны быть по возможности универсальными и минимально зависящими от конструктивно-технологическими особенностей проектируемых модулей. Учитывая сложность программ, целесообразно разработку САПР ориентировать на РЭА определенного класса, используя иерархический принцип ее конструкций [18].

Система проектирования печатных плат PCAD является интегрированным набором специализированных программных пакетов, работающих в интерактивном режиме. Средства системы позволяют проектировать принципиальные электрические схемы, печатные платы, в том числе многослойные, а также получать конструкторскую документацию. [19]

В данном проекте был использован PCAD, с помощью которого была разработана схема электрическая принципиальная, разведена и откорректирована печатная плата.

Также, при помощи системы ACAD , были спроектированы сборочные чертежи печатной платы и кассеты.

**8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И МОНТАЖА**

**8.1 Расчет показателей технологичности**

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

Под технологичностью конструкции понимают совокупность ее свойств, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов, времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте по сравнению с соответствующими показателями конструкций изделий аналогичного назначения при обеспечении заданных показателей качества [24].

Оценка технологичности преследует цели:

- определение соответствия показателей технологичности нормативным значениям;

- выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на технологичность изделий;

- установление значимости этих факторов и степени их влияния на трудоемкость изготовления и технологическую себестоимость изделий.

Вид изделия, объем выпуска, тип производства и уровень развития науки и техники являются главными факторами, определяющими требования к технологичности конструкции изделия. Для оценки технологичности конструкции используются многочисленные показатели, которые делятся на качественные и количественные. К качественным относят взаимозаменяемость, регулируемость, контролепригодность и инструментальная доступность конструкции. Количественные показатели классифицируются на:

– базовые (исходные) показатели технологичности конструкций, регламентируемые отраслевыми стандартами;

– показатели технологичности конструкций, достигнутые при разработке изделий;

– показатели уровня технологичности конструкции, определяемые как отношение показателей технологичности разрабатываемого изделия к соответствующим значениям базовых показателей.

Номенклатура показателей технологичности конструкций выбирается в зависимости от вида изделия, специфики и сложности конструкции, объема выпуска, типа производства и стадии разработки конструкторской документации. Отработка конструкций на технологичность включает:

– комплекс работ по снижению трудоемкости и себестоимости изготовления изделий.

– комплекс работ по снижению трудоемкости, цикла и стоимости ремонта и эксплуатации.

Все блоки по технологичности делятся на 4 основные группы: электронные, радиотехнические, электромеханические и коммутационные.

Для каждого блока определяются 7 показателей технологичности, каждый из которых имеет свою весовую характеристику . Величина коэффициента весомости зависит от порядкового номера частного показателя в ранжированной последовательности и рассчитывается по формуле:



(8.1)



где q – порядковый номер ранжированной последовательности частных показателей.

Таблица 8.1 – Значение весовой характеристики частных показателей технологичности.

|  |  |
| --- | --- |
| q |  |
| 1 | 1,0 |
| 2 | 1,0 |
| 3 | 0,8 |
| 4 | 0,5 |
| 5 | 0,3 |
| 6 | 0,2 |
| 7 | 0,2 |

Затем на основании расчета всех показателей вычисляют комплексный показатель технологичности:

(8.2)



Коэффициент технологичности находится в пределах .



Состав показателей технологичности в ранжированной последовательности для блока приведен в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Показатели технологичности конструкции электронных РЭС.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Порядковый номер (i) показателя | Показатели технологичности | Обозначение | Степень влияния |
| 1 | Коэффициент применения микросхем и микросборок | Км.с. | 1,0 |
| 2 | Коэффициент автоматизации и механизации монтажа | Км.м. | 1,0 |
| 3 | Коэффициент автоматизации и механизации подготовки ИЭТ к монтажу | Км.п.иэт | 0,8 |
| 4 | Коэффициент автоматизации и механизации регулировки и контроля | Ка.р.к. | 0,5 |
| 5 | Коэффициент повторяемости ИЭТ | Кпов.иэт | 0,3 |
| 6 | Коэффициент применения типовых технологических процессов | Кт.п. | 0,2 |
| 7 | Коэффициент прогрессивности формообразования деталей | Кф | 0,1 |

1) Коэффициент применения микросхем и микросборок:

(8.3)



где – общее число дискретных элементов, замененных микросхемами и установленных на микросборках в РЭС;



– общее число ИЭТ, не вошедших в микросхемы.



Поскольку разрабатываемое устройство содержит ИМС большой и сверхбольшой степени интеграции, содержащих до нескольких десятков тысяч элементов, *Км.с* практически не будет отличаться от единицы.



2) Коэффициент автоматизации и механизации монтажа:

(8.4)



где – количество монтажных соединений ИЭТ, которые предусматривается осуществить автоматизированным или механизированным способом. Для блоков на печатных платах механизация относится к установке ИЭТ и последующей пайке волной припоя;



– общее количество монтажных соединений. Для разъемов, реле, микросхем и ЭРЭ определяется по количеству выводов. Информация об элементах, паяемых волной приведена в таблице 8.



Таблица 8.3 – Элементы, паяемые волной припоя.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование элемента | Количество элементов | Количество выводов у одного элемента | | | Всего выводов |
| **Конденсаторы**  К53-4А-16В-10мкФ+20% ОЖО.464.149 ТУ | 4 | 2 | | | 8 |
| К10-17-1б-Н90-0,1мкФ ОЖО.460.107 ТУ | 63 | 2 | | | 126 |
| К10-17-1б-М1500-470пкФ ОЖО.460.107 ТУ | 1 | 2 | | | 2 |
| **Резисторы ОЖО.467.093 ТУ**  С2-33Н-0,125-1кОм+5% А-Д-В | 1 | 2 | | | 2 |
| С2-33Н-0,125-330 Ом+5% А-Д-В | 3 | 2 | | | 6 |
| С2-33Н-0,125-510 Ом+5% А-Д-В | 1 | 2 | | | 2 |
| **Диод** 2Д522б дР3.362.029-01 ТУ | 1 | | 2 | 2 | |
| **Индикатор единичный**  АЛ307БМ аАО.336.076. ТУ | 1 | | 2 | 2 | |
| **Генератор** ГК1-07 ЕИМН.433526.001 ТУ | 1 | | 3 | 3 | |
| **Микрсхемы**  КР1533ТМ2 бКО.348.806-02 ТУ | 5 | | 14 | 70 | |
| Набор резисторов НР1-4-9-1кОм+5% | 1 | | 8 | 8 | |
| КР1533СП1 бКО.348.806-05 ТУ | 1 | | 14 | 14 | |
| КР1533ИД4 бКО.348.806-06 ТУ | 3 | | 16 | 48 | |
| КР1533АП9 бКО.348.806-46 ТУ | 1 | | 20 | 20 | |
| КР1533ЛА23 бКО.348.806-40 ТУ | 2 | | 14 | 28 | |
| КР1533ЛН1 бКО.348.806-01 ТУ | 3 | | 14 | 42 | |
| КР1533ТМ8 бКО.348.806-24 ТУ | 1 | | 16 | 16 | |
| КР1533ЛА3 бКО.348.806-01 ТУ | 1 | | 14 | 14 | |
| К170АП2 бКО.348.037-04 ТУ | 1 | | 8 | 8 | |
| К170УП2 бКО.348.037-05 ТУ | 1 | | 16 | 16 | |
| КР1810Гф84 бКО.348.800-04 ТУ | 1 | | 20 | 20 | |
| КР1533ИР23 бКО.348.806-26 ТУ | 8 | | 20 | 160 | |
| КР1533ИР22 бКО.348.806-26 ТУ | 4 | | 20 | 80 | |
| КР1533АП6 бКО.348.806-30 ТУ | 6 | | 20 | 120 | |
| КР1533ИР10 бКО.348.806-42 ТУ | 1 | | 20 | 20 | |
| КР1533КП11А бКО.348.806-28 ТУ | 7 | | 16 | 112 | |
| КР1533ИЕ10 бКО.348.806-27 ТУ | 4 | | 16 | 64 | |
| КР1533ЛЛ1 бКО.348.806-40 ТУ | 3 | | 14 | 42 | |
| КР537РУ25А бКО.348.532-10 ТУ | 2 | | 24 | 48 | |
| КР1533ИР8 бКО.348.806-50 ТУ | 1 | | 14 | 14 | |
| КР753РФ6А бКО.348.422-06 ТУ | 2 | | 28 | 56 | |
| КР537РУ17 бКО.348.532-17 ТУ | 2 | | 28 | 56 | |
| ЭКР1834ВМ86 бКО.348.806-06 ТУ | 1 | | 40 | 40 | |
| КР1533ЛИ1 бКО.348.806-13 ТУ | 1 | | 14 | 14 | |
| КР1533ЛА4 бКО.348.806-09 ТУ | 1 | | 14 | 14 | |
| КР580ВИ53 бКО.348.745-10 ТУ | 1 | | 24 | 24 | |
| КР1810ВН59АбК0.348.800-01 ТУ | 1 | | 28 | 28 | |
| КР580ВВ51А бКО.348.745-03 ТУ | 1 | | 28 | 28 | |
| КР1533ТМ7 бКО.348.806-48 ТУ | 1 | | 16 | 16 | |
| КР1533ИД7 бКО.348.806-08 ТУ | 3 | | 14 | 42 | |
| КР1533ИЕ2 бКО.348.806-41 ТУ | 1 | | 14 | 14 | |

Всего выводов 1446.

Элементы, которые не паяются волной припоя и информация о них для дальнейшего расчета представлена в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Элементы, не паяемые волной припоя.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование элемента | Количество элементов | Количество выводов у одного элемента | Всего выводов |
| **Резонатор** РК169МА-6АП-18432К-В | 1 | 2 | 2 |
| **Конденсатор**  К10-17-2б-Н90-1,0мкФ ОЖО.460.107 ТУ | 1 | 2 | 2 |
| **Соединители**  СНП221-64 РП31-1 АШДК.434410.063 ТУ | 1 | 34 | 34 |
| СНП221-64 РП31 АШДК.434410.063 ТУ | 1 | 21 | 21 |

Всего выводов 62.



3) Коэффициент автоматизации и механизации подготовки ИЭТ к монтажу:

(8.5)



где – количество ИЭТ в штуках, подготовка выводов которых осуществляется с помощью автоматов и полуавтоматов; в их число включаются ИЭТ, не требующие специальной подготовки (патроны, реле, разъемы и т.д.);



– общее число ИЭТ, которые должны подготавливаться к монтажу в соответствии с требованиями конструкторской документации.



Элементы, которые к монтажу подготавливаются с помощью автоматов или полуавтоматов представлены в таблице 8.5.

Элементы, подготавливаемые к монтажу вручную, соблюдая требования к установке, представлены в таблице 8.6.

Таблица 8.5 – Элементы, подготавливаемые к монтажу с помощью оборудования.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование элемента | Количество элементов |
| **Конденсаторы**  К53-4А-16В-10мкФ+20% ОЖО.464.149 ТУ | 4 |
| К10-17-1б-Н90-0,1мкФ ОЖО.460.107 ТУ | 63 |
| К10-17-1б-М1500-470пкФ ОЖО.460.107 ТУ | 1 |
| К10-17-2б-Н90-1,0мкФ ОЖО.460.107 ТУ | 1 |
| **Резисторы ОЖО.467.093 ТУ**  С2-33Н-0,125-1кОм+5% А-Д-В | 1 |
| С2-33Н-0,125-330 Ом+5% А-Д-В | 3 |
| С2-33Н-0,125-510 Ом+5% А-Д-В | 1 |
| **Диод** 2Д522б дР3.362.029-01 ТУ | 1 |
| **Индикатор единичный**  АЛ307БМ аАО.336.076. ТУ | 1 |
| **Резонатор** РК169МА-6АП-18432К-В | 1 |
| **Генератор** ГК1-07 ЕИМН.433526.001 ТУ | 1 |

Всего элементов 80.

Таблица.8.6 – Элементы, подготавливаемые к монтажу с соблюдением ГОСТов.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование элемента | Количество элементов |
| **Микрсхемы**  КР1533ТМ2 бКО.348.806-02 ТУ | 5 |
| Набор резисторов НР1-4-9-1кОм+5% | 1 |
| КР1533СП1 бКО.348.806-05 ТУ | 1 |
| КР1533ИД4 бКО.348.806-06 ТУ | 3 |
| КР1533АП9 бКО.348.806-46 ТУ | 1 |
| КР1533ЛА23 бКО.348.806-40 ТУ | 2 |
| КР1533ЛН1 бКО.348.806-01 ТУ | 3 |
| КР1533ТМ8 бКО.348.806-24 ТУ | 1 |
| КР1533ЛА3 бКО.348.806-01 ТУ | 1 |
| К170АП2 бКО.348.037-04 ТУ | 1 |
| К170УП2 бКО.348.037-05 ТУ | 1 |
| КР1810Гф84 бКО.348.800-04 ТУ | 1 |
| КР1533ИР23 бКО.348.806-26 ТУ | 8 |
| КР1533ИР22 бКО.348.806-26 ТУ | 4 |
| КР1533АП6 бКО.348.806-30 ТУ | 6 |
| КР1533ИР10 бКО.348.806-42 ТУ | 1 |
| КР1533КП11А бКО.348.806-28 ТУ | 7 |
| КР1533ИЕ10 бКО.348.806-27 ТУ | 4 |
| КР1533ЛЛ1 бКО.348.806-40 ТУ | 3 |
| КР537РУ25А бКО.348.532-10 ТУ | 2 |
| КР1533ИР8 бКО.348.806-50 ТУ | 1 |
| КР753РФ6А бКО.348.422-06 ТУ | 2 |
| КР537РУ17 бКО.348.532-17 ТУ | 2 |
| ЭКР1834ВМ86 бКО.348.806-06 ТУ | 1 |
| КР1533ЛИ1 бКО.348.806-13 ТУ | 1 |
| КР1533ЛА4 бКО.348.806-09 ТУ | 1 |
| КР580ВИ53 бКО.348.745-10 ТУ | 1 |
| КР1810ВН59АбК0.348.800-01 ТУ | 1 |
| КР580ВВ51А бКО.348.745-03 ТУ | 1 |
| КР1533ТМ7 бКО.348.806-48 ТУ | 1 |
| КР1533ИД7 бКО.348.806-08 ТУ | 3 |
| КР1533ИЕ2 бКО.348.806-41 ТУ | 1 |
| **Соединители**  СНП221-64 РП31-1 АШДК.434410.063 ТУ | 1 |
| СНП221-64 РП31 АШДК.434410.063 ТУ | 1 |

Всего элементов, подготавливаемых к монтажу таким образом 74.



4) Коэффициент автоматизации и механизации регулировки и контроля:

(8.6)



где–число операций контроля и регулировки, выполняемых на полуавтоматических и автоматических стендах;



– общее количество операций контроля и регулировки. Две операции: визуальный контроль и электрический являются обязательными. Если в конструкции имеются регулировочные элементы, то количество операций регулировки увеличивается пропорционально числу элементов. В разрабатываемом устройстве имеются два подстроечных резистора, следовательно, число операций контроля увеличится на два.



5) Коэффициент повторяемости ИЭТ:

(8.7)



где – количество типоразмеров оригинальных ИЭТ в РЭС. К оригинальным относятся ИЭТ, разработанные и изготовленные впервые по техническим условиям; типоразмер определяется компоновочным размером и стандартом на элемент;



– общее количество типоразмеров элементов.



6) Коэффициент применения типовых технологических процессов:

(8.8)



где и – число деталей и сборочных единиц, изготавливаемых с применением типовых и групповых технологических процессов;



Д и Е – общее число деталей и сборочных единиц В РЭС, кроме крепежа.



7) Коэффициент повторяемости печатных плат:

, (8.9)



где *Дтпп* − число типоразмеров печатных плат;

*Дпп* − общее число печатных плат.



По формуле (8.1.2) рассчитываем комплексный показатель технологичности:



Так как заданный показатель технологичности 0,8, то можно сказать, что данная конструкция удовлетворяет требованиям технологичности.

**8.2 Разработка технологической схемы сборки блока**

Технологическим процессом сборки называют совокупность операций, в результате которых детали соединяются в сборочные единицы, блоки, стойки, системы и изделия.

Технологическая схема сборки изделия является одним из основных документов, составляемых при разработке технологического процесса сборки. Применяются схемы сборки «веерного» типа или схемы сборки с базовой деталью. Достоинством схемы «веерного» типа является ее простота и наглядность, но она не отражает последовательности сборки во времени.

Схема сборки с базовой деталью указывает временную последовательность сборочного процесса. При такой сборке необходимо выделить базовый элемент, то есть базовую деталь или сборочную единицу. В качестве базовой выбирают ту деталь, поверхности которой будут впоследствии использованы при установке в готовое изделие. В данном случае базовой деталью будет служить плата.

При построении технологической схемы сборки каждую деталь или сборочную единицу изображают в виде прямоугольника, в котором указывают позицию детали по спецификации к сборочному чертежу, ее наименование и обозначение согласно конструкторского документа, а также количество деталей, подаваемых на одну операцию сборки.

Размеры прямоугольника рекомендуются 50х15 мм.

На технологических схемах сборки должен быть оговорен характер операций монтажа элементов: волной припоя, электропаяльником и т.д.

Для определенияколичества устанавливаемых ЭРЭ и ИМС на плату в ходе выполнения сборочных операций необходим предварительный расчет ритма сборки:



(8.10)



где – действительный фонд времени за плановый период;



N – программа выпуска ( N=1000 штук).



Количество элементов, устанавливаемых на i-ой операции, должно учитывать соотношение

(8.11)



где Ti – трудоемкость i-ой операции сборки.

Технологическая схема сборки и маршрутные карты приведены в приложении.

**9. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ**

**9.1 Краткая экономическая характеристика проектируемого устройства**

Разрабатываемое в дипломном проекте устройство представляет собой блок обмена сообщениями аналоговой ЭАТС. В развитых зарубежных странах широкое применение нашли аналоговые ЭАТС типа IBM 1750 (США), DST1 (Италия), ЕК-50 (Япония), АТС 501 (Швеция). Их цена составляет примерно 140$.

В разрабатываемом устройстве используются отечественные комплектующие, которые значительно дешевле аналогичных зарубежных. Поэтому разрабатываемое устройство будет дешевле аналогичных зарубежных. Его цена будет около 100$.

**9.2 Прогноз объема продаж и расчетного периода**

По техническому заданию количество выпускаемой продукции ровно 1000 штук в год. Учитывая время и затраты на разработку, обучение специалистов, срок внедрения в производство оценивается в полгода. Прогнозируемый срок производства прибора примем равным четырем годам.

**9.3 Расчет себестоимости товара и его рыночной цены**

Себестоимость единицы продукции – это выраженная в денежной форме сумма затрат на ее производство и реализацию.

Все затраты, включаемые в себестоимость единицы продукции, разнообразны по своему составу. Это вызывает необходимость их классификации по определенным статьям расходов. Каждая статья расходов указывает целевое назначение затрат и их связь с процессом производства.

По статьям затрат рассчитывается полная себестоимость единицы продукции, а также отпускная оптовая цена. Статьи затрат делятся на прямые, величина которых определяется на каждую единицу продукции прямым расчетом по установленным нормам, и косвенные. Их величина определяется по нормативам, установленным либо в процентах к основной з/п , либо к производственной себестоимости продукции.

Расчет себестоимости товара производится по статьям стоимостей вспомогательных и основных материалов, а также по другим статьям (таблица 9.1) которые необходимы для изготовления единицы продукции по установленным нормам.

Формула расчёта стоимости вспомогательных материалов следующая:

, (9.1)



где Ктр – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов;

Нpi – норма расхода i-го вида материала на единицу продукции (кг, м, л и пр.);

Цi – отпускная цена за единицу i-го вида материала, руб.

n – номенклатура применяемых материалов.

Цена приобретения материалов определяется по текущим справочным материалам на момент выполнения дипломного проекта: данным договоров, ценам бирж, информационным бюллетеням и пр. Коэффициент транспортно-заготовительных расходов можно принять равным 1,1 – 1,2.

Таблица 9.1 – Затраты на вспомогательные материалы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Норма расхода на 1 изделие, кг | **Цена за 1кг, руб.** | Сумма затрат на 1 изделие, руб |
| Припой ПОС-61 | 0.2 | 4000 | 1200 |
| Флюс ФКСП | 0.05 | 2700 | 135 |
| Спирт этиловый | 0.04 | 3100 | 124 |
| Сумма затрат на всё изделие | | | 1459 |
| С учётом трансп-загот. Расходов (5%) | | | 1532 |

Формула расчёта стоимости комплектующих изделий следующая:

, (9.2)



где Ктр – коэффициент, учитывающий транспортные расходы при приобретении комплектующих;

Ni – количество элементов i-го вида на единицу продукции (шт);

Цi – отпускная цена элемента i-го вида, руб.

n – номенклатура применяемых элементов.

Для расчета себестоимости прибора необходимо рассчитать затраты на комплектующие изделия.

Таблица 9.2 – Расчет затрат на комплектующие изделия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Кол-во** | **Цена за ед.** | **Сума** |
| **Резонатор**  РК169МА-6АП-18432К-В | 1 | 600 | 600 |
| **Конденсаторы** |  |  |  |
| К53-4А-16В-10мкФ+20% ОЖО.464.149 ТУ | 4 | 50 | 200 |
| К10-17-1б-Н90-0,1мкФ ОЖО.460.107 ТУ | 3 | 50 | 3150 |
| К10-17-1б-М1500-470пкФ ОЖО.460.107 ТУ | 1 | 100 | 100 |
| К10-17-2б-Н90-1,0мкФ ОЖО.460.107 ТУ | 1 | 500 | 500 |
| **Индикатор единичный**  АЛ307БМ аАО.336.076. ТУ | 1 | 100 | 100 |
| **Резисторы ОЖО.467.093 ТУ** |  |  |  |
| С2-33Н-0,125-1кОм+5% А-Д-В | 1 | 10 | 10 |
| С2-33Н-0,125-330 Ом+5% А-Д-В | 3 | 10 | 30 |
| С2-33Н-0,125-510 Ом+5% А-Д-В | 1 | 10 | 10 |
| Диод 2Д522б дР3.362.029-01 ТУ | 1 | 50 | 50 |
| **Соединители** |  |  |  |
| СНП221-64 РП31-1 АШДК.434410.063 ТУ | 1 | 300 | 300 |
| СНП221-64 РП31 АШДК.434410.063 ТУ | 1 | 400 | 400 |
| **Микросхемы** |  |  |  |
| КР1533ТМ2 бКО.348.806-02 ТУ | 5 | 300 | 1500 |
| Набор резисторов НР1-4-9-1кОм+5% | 1 | 200 | 200 |
| КР1533СП1 бКО.348.806-05 ТУ | 1 | 800 | 800 |
| КР1533ИД4 бКО.348.806-06 ТУ | 2 | 500 | 1000 |
| КР1533АП9 бКО.348.806-46 ТУ | 1 | 200 | 200 |
| КР1533ЛА2 бКО.348.806-40 ТУ | 2 | 350 | 700 |
| КР1533ЛН1 бКО.348.806-01 ТУ | 3 | 150 | 450 |
| КР1533ТМ8 бКО.348.806-24 ТУ | 1 | 600 | 600 |
| КР1533ЛА3 бКО.348.806-01 ТУ | 1 | 150 | 150 |
| К170АП2 бКО.348.037-04 ТУ | 1 | 1200 | 1200 |
| К170УП2 бКО.348.037-05 ТУ | 1 | 1400 | 1400 |
| КР1810Гф84 бКО.348.800-04 ТУ | 1 | 750 | 750 |
| КР1533ИР23 бКО.348.806-26 ТУ | 8 | 500 | 4000 |
| КР1533ИР22 бКО.348.806-26 ТУ | 4 | 500 | 2000 |
| КР1533АП6 бКО.348.806-30 ТУ | 6 | 200 | 1200 |
| КР1533ИР10 бКО.348.806-42 ТУ | 1 | 800 | 800 |
| КР1533КП11А бКО.348.806-28 ТУ | 7 | 300 | 2100 |
| КР1533ИЕ10 бКО.348.806-27 ТУ | 4 | 600 | 2400 |
| КР1533ЛЛ1 бКО.348.806-40 ТУ | 3 | 150 | 450 |
| КР537РУ25А бКО.348.532-10 ТУ | 2 | 1300 | 2600 |
| КР1533ИР8 бКО.348.806-50 ТУ | 1 | 500 | 500 |
| КР753РФ6А бКО.348.422-06 ТУ | 2 | 2500 | 5000 |
| КР537РУ17 бКО.348.532-17 ТУ | 2 | 4000 | 8000 |
| ЭКР1834ВМ86 бКО.348.806-06 ТУ | 1 | 5000 | 5000 |
| КР1533ИД4 бКО.348.806-06 ТУ | 1 | 300 | 300 |
| КР1533ЛИ1 бКО.348.806-13 ТУ | 1 | 150 | 150 |
| КР1533ЛА4 бКО.348.806-09 ТУ | 1 | 150 | 150 |
| КР580ВИ53 бКО.348.745-10 ТУ | 1 | 1400 | 1400 |
| КР1810ВН59АбК0.348.800-01 ТУ | 1 | 2000 | 2000 |
| КР580ВВ51А бКО.348.745-03 ТУ | 1 | 1500 | 1500 |
| КР1533КП11А бКО.348.806-48 ТУ | 1 | 600 | 600 |
| КР1533ИД7 бКО.348.806-08 ТУ | 3 | 300 | 900 |
| КР1533ИЕ2 бКО.348.806-41 ТУ | 1 | 300 | 300 |
| **Генератор** ГК-07 ЕИМН.433526.001 ТУ | 1 | 4000 | 4000 |
| **Плата** | 1 | 8000 | 8000 |
| **Итого**: |  |  | 67750 |
| С учетом транспортных расходов(5%): | | | 71137 |

Основная заработная плата (ОЗП) основных производственных рабочих определяется по формуле:

*Рз.о. = Кпр⋅∑(Тсi⋅ti)* (9.3)

где *Тci* – часовая тарифная ставка, соответствующая разряду работы на i-ой операции, руб; *ti* – норма времени на выполнение *i*-ой операции, мин;

*Кпр* – коэффициент премий.

Часовая тарифная ставка определяется следующим образом:

, (9.4)



где *ТМ1*– месячная ставка рабочего 1 разряда, *ТМ1* = 22500 руб;

*Ксi* – коэффициент, учитывающий величину разряда;

*Кпп –* коэффициент, *Кпп* = 1,2.

В нашем случае *Ксi* для 3 разряда равен 1.35, для 4 – 1.57, для 5 – 1.73, для 10 – 2.48, для 14 – 3.25.

Подставляя данные в формулу имеем:

для 3 разряда ,



для 4 разряда ,



для 5 разряда ,



для 10 разряда ,



для 14 разряда .



Расчет основной заработной платы основных производственных рабочих приведен в таблице 9.3

Таблица 9.3 – Расчет основной заработной платы основных производственных рабочих

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Норма времени tшт мин/шт | Кол-во элементов, шт. | Разряд работ | Часовая тарифная ставка Тс, руб. | Сумма ОЗП, руб |
| Подготовка и установка резисторов и диодов. | 0,4 | 6 | 3 | 217 | 8,7 |
| Подготовка и установка конденсаторов. | 0,5 | 69 | 3 | 217 | 124,8 |
| Установка резонатора | 0,6 | 1 | 3 | 217 | 2,2 |
| Установка соединителей | 0,5 | 2 | 3 | 217 | 3,6 |
| Установка ИМС | 0,41 | 72 | 3 | 217 | 106,8 |
| Установка генератора | 0,51 | 1 | 3 | 217 | 1,8 |
| Пайка волной припоя | 1,8 | 1 | 4 | 253 | 7,6 |
| Очистка плат | 2 | 1 | 3 | 217 | 7,2 |
| Сушка плат | 1.5 | 1 | 3 | 217 | 5,4 |
| Контроль платы | 1 | 1 | 3 | 217 | 3,6 |
| Настройка | 10 | 1 | 4 | 253 | 42,2 |
| Выходной контроль | 30 | 1 | 5 | 278 | 139 |
| Всего: | | | | | 453 |
| Итого, с учётом премий за выполнение плана(40%) | | | | | 634 |

Результаты расчета себестоимости и отпускной цены единицы изделия приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Результаты расчета себестоимости и отпускной цены

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | Обозна-чение | Расчётная формула | Сумма, руб. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.Затраты на материалы | **Рм** | См. таб.9.1 | 1532 |
| 2.Затраты на комплектующие | Рк | См. таб.9.2 | 71137 |
| 3.Основная ЗП основных производственных рабочих | Рз.о. | См. таб.9.3 | 634 |
| 4.Дополнительная ЗП основных производственных рабочих (20%) | Рз.д. |  | 127 |
| 5.Отчисления в фонд социальной защиты населения РБ (35%) | Рсоц |  | 266 |
| 6.Чрезвычайный налог для ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС и отчисления в фонд занятости (5%) | Рчаэс |  | 38 |
| 7.Износ специнструментов и приспособлений (10% от Рз.о) | Риз |  | 63 |
| 8.Общепроизводственные расходы.(125%) | Робп |  | 793 |
| 9.Общехозяйственные расходы. (150%) | Робх |  | 951 |
| 10.Прочие производственные расходы. (1% от Зо) | Рпр |  | 6,4 |
| 11.Производственная себестоимость | Спр |  | 75509 |
| 12.Коммерческие расходы. (2%) | Рком |  | 1510 |
| **Итого полная себестоимость продукции:** | Сп |  | 77019 |
| 13.Плановая прибыль на единицу продукции(40%) | Пед |  | 30808 |
| **Оптовая цена предприятия:** | Цопт |  | 107827 |
| 14.Отчисления в местный бюджет (2,5% от Цопт без них) | Осф |  | 2785 |
| 15.Отчисления в республиканский бюджет (2%) | Осх |  | 2273 |
| **Итого цена:** | Ц\* |  | 112885 |
| 16.НДС (20% от Ц\*) | НДС |  | 22577 |
| **Отпускная цена** | Цотп |  | 135462 |

Итак, имеем:

отпускная цена: *Цотп*=135462 руб.;

себестоимость: *Сп*= 77019 руб.

**9.4 Расчет сметной стоимости НИОКР**

Основная заработная плата участников НИОКР рассчитывается по выражению

, (9.5)



где КПР – коэффициент премий;

Зчi(дн) – дневная тарифная ставка;

ti – трудоемкость (человеко-дней);

Чi – .число сотрудников *i-*й категории.

Расчет основной заработной платы участников НИОКР приведен в таблице 9.5

Таблица 9.5 – Расчёт основной заработной платы участников НИОКР

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнители | Разряд | Количество человеко-дней | Дневная тарифная ставка, руб. | Сумма ЗП, руб |
| Конструктор | 14 | 25 | 4184 | 104 600 |
| Технолог | 10 | 20 | 3192 | 63 840 |
| Метролог | 14 | 10 | 4184 | 41 840 |
| Сборка и настройка | См. таб. 9.4 | | | 476 |
| Итого основная заработная плата всех работников | | | | 210 280 |
| ВСЕГО с учётом премий 20% | | | | 252 812 |

Полная смета затрат на НИОКР приведена в таблице 9.6

Таблица 9.6 – Смета затрат и договорная цена разработки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | Обозначение | **Методика расчёта** | Сумма, руб. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.Материалы и комплектующие | Рм | См. таб.9.4 | 1 532 |
| 2.Основная заработная плата | Рз.о | См. таб.9.5 | 252 812 |
| 3.Дополнительная заработная плата научно технического персонала (20% от Зо) | Рз.д |  | 50 562 |
| 4.Отчисления в фонд социальной защиты Нса=35% | **Рса** |  | 106181 |
| 5.Расходы на служебные командировки Нком=6% | Рком |  | 15168 |
| 6.Услуги сторонних организаций | Рус | Расчёт по смете | - |
| 7.Прочие прямые расходы. Нпр=10% | Рпр |  | 42 629 |
| 8.Черезвычайный налог для ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС и отчисления в фонд занятости Нчаэс=5% | **Рчаэс** |  | 15169 |
| 9.Косвенные накладные расходы Нкос=150% | Ркос |  | 379 218 |
| 10.Итого полная себестоимость | **Сп** |  | 863306 |
| 11.Плановая прибыль Нп=30% | Пп |  | 258991 |
| 12.Оптовая цена | Цоп |  | 1122297 |
| 13.Отчисления в местный бюджет Нсф=2,5% | Осф |  | 22777 |
| 14.Отчисления в республиканский бюджет Нсх=2% | Осх |  | 22901 |
| 15.Налог на добавленную стоимость Ндс=20% | **НДС** |  | 233595 |
| 16.Отпускная цена | Цотп |  | 1 401 571 |

Таким образом, сметная стоимость НИОКР установки составила: 1401571 руб.

**9.5 Расчет стоимостной оценки затрат**

Стоимостная оценка затрат у производителя новой техники определяется с учетом состава затрат, необходимых для ее разработки и производства.

Единовременные затраты в сфере производства включают предпроизводственные затраты (*Кппз*) и капитальные вложения в производственные фонды завода-изготовителя (*Кпф*).

; (9.6)



Предпроизводственные затраты определяются по формуле

, (9.7)



где *Sниокр* – сметная стоимость НИОКР, равная 1401571 тыс. руб (см. таблицу 9.6).

Т.к. капитальные вложения у нас равны 0, то согласно формулам (9.6) и (9.7) получаем *Кп*= 1 681 885 тыс. руб.

**9.6 Расчет экономического эффекта**

На основе расчетов, приведенных ранее, определим целесообразность внедрения инженерного проекта. Чистую прибыль будем определять по формуле:

, (9.8)



где *Пt* - чистая прибыль в году t;

*С1* – полная себестоимость базового изделия;

*С2* – полная себестоимость разрабатываемого изделия;

*Nt*– объем выпуска в году t;

*Ht* – процент налога на прибыль (30%),

Упр – коэффициент рентабельности производства продукции.

Отсюда , расчет чистой прибыли для 2002-2004г. проводится аналогично с учетом объема выпуска.



Для определения величины чистой прибыли в последующие годы необходимо учитывать коэффициент приведения

Расчет чистой прибыли и определение экономического эффекта приведены в таблице 9.7

Таблица 9.7 – Расчёт прибыли и экономического эффекта

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Единица измерения | Расчетный период. | | | |
| 2001г | 2002г | 2003г | 2004г |
| 1.Прогнозируемый объем производства | шт. | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 2.Прогнозируемая цена | Руб. | 134 322 | 134 322 | 134 322 | 134 322 |
| 3.Себестоимость | Руб. | 76 396 | 76 396 | 76 396 | 76 396 |
| **Результат:** | | | | | |
| 4.Чистая прибыль от внедрения | руб. | 34980400 | 34980400 | 34980400 | 34980400 |
| 5.То же с учетом Кпр | руб. | 34980400 | 30432948 | 265851104 | 23087064 |
| **Затраты:** | | | | | |
| 6.Предпроизводственные затраты (НИОКР) | руб. | 1 681 885 |  |  |  |
| 7.Затраты на рекламу изделия | руб. | 2 200 000 | 1 900 000 | 1 500 000 | 1 400 000 |
| 8.Всего затрат | руб. | 3 881 855 | 1 900 000 | 1 500 000 | 1 400 000 |
| 9.То же с учетом Кпр | руб. | 3 881 855 | 1 653 000 | 1 140 000 | 924 000 |
| **Экономический эффект:** | | | | | |
| 10.Превышение результата над затратами | руб. | 31098545 | 28779948 | 25445104 | 22163064 |
| 11.Коэффициент приведения αt | | 1 | 0,87 | 0,76 | 0,66 |

Таким образом, за четыре расчетных года полученная прибыль равняется 107 486 661руб. Это говорит о целесообразности и выгодности вложения денежных средств в производство данного прибора. Производство прибора окупается уже в первый год.

**10. ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**10.1 Безопасность электромонтажных работ при производстве прибора**

Блок обмена сообщениями аналоговой ЭАТС является прибором, который можно производить на любом предприятии радиоэлектронной промышленности на уже имеющемся оборудовании; он содержит в своем составе регламентированную элементную базу и элементы ТЭЗ, что предполагает использование типового технологического оборудования. Монтаж производится на следующем оборудовании: сначала детали формуются на формовочном станке; далее на другом станке производится набивка и обрезка выводов деталей, после чего заготовка поступает на линию пайки волной припоя. Все описанное оборудование автоматизировано. После пайки платы поступают на ручную доработку на стол электромонтажника посредством перевоза (переноса) на транспортных роботах или автокарах. Монтажник оборудован паяльником, отверткой и пинцетом. У него также имеется припой, канифоль и спирт.

При сборке имеют место следующие опасные и вредные факторы:

– электрическое поражение в случае повреждения (пробоя) изоляции токоведущих частей;

– недостаток освещения;

– монотонность труда;

– вредные вещества, выделяемые при проведении технологических процессов.

Фактор, связанный с возможным поражением электрическим током при повреждении изоляции токоведущих частей, определяется тем, что на рабочем месте технологическое оборудование имеет места подсоединения напряжения более 36В.

Выбор освещения – один из важнейших факторов. При хорошем освещении устраняется напряжение глаз, облегчается различие деталей, растет производительность труда. Освещение в помещении должно быть смешанным (естественным и искусственным). Естественное освещение должно осуществляться в виде бокового. Величина коэффициента естественной освещенности (КЕО), уровня искусственной освещенности на рабочих местах должны соответствовать СНБ 2.04.05–98.

В качестве источников общего освещения должны использоваться лампы типа ЛБ и ЛДР с индексом цветопередачи не менее 70. В качестве светильников – установки с преимущественно отраженным или рассеянным светом (ПВ003-2х40-002,УСП-35-2х40). Для системы общего освещения величина освещенности люминесцентными лампами должна быть не менее 300лк.

Монотонность труда приводит к быстрой утомляемости рабочих, падает производительность труда. Радиомонтажные работы относятся к категории работ средней тяжести (класс IIа). Это работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких предметов или предметов в положении сидя или стоя, и требующие определенного физического напряжения. По этой категории работ в соответствии с ГН 9–106 РБ–98 энергозатраты должны находиться в пределах 172–293Дж/с.

Наиболее опасным фактором при производстве блок обмена сообщениями аналоговой ЭАТС является выделение вредных веществ в рабочей зоне.

Перечень работ, производимых электромонтажником при монтаже данного устройства, потенциально вредных для его здоровья, выглядит следующим образом:

–– удаление консервационного защитного покрытия с поверхности платы спиртобензиновой смесью;

–– маркировка порядковых номеров на плате краской МКЭЧ;

–– лужение концов проводов припоем ПОС 61 с применением флюса ФКТ;

–– удаление остатков флюса спиртобензиновой смесью;

–– использование в работе химически ядовитых и активных веществ, а именно, этилового спирта, бензина, краски, паров припоя, флюса и лака.

В процессе работы в воздухе рабочей зоны накапливаются многие вредные вещества, прежде всего аэрозоли свинца. При ручной пайке (потребляемая мощность 20…60Вт) выделяется 0.02…0.04мг аэрозоля свинца на сто точек пайки. Предельно допустимая концентрация (ПДК) паров свинца 0.01мг/м3. Пары свинца воздействуют на дыхательную систему, желудочно-кишечный тракт. Класс опасности I.

Пары канифоли. Их ПДК 4мг/м3. Класс опасности III. Вызывает алергенное и раздражительное действие.

Оксид углерода. Их ПДК составляет 20мг/м3. Класс опасности IV. Раздражает дыхательную систему, вытесняет кислород из оксигемоглобина, оказывает токсическое воздействие на клетки, нарушает тканевое дыхание.

Этиловый спирт. Его ПДК составляет 1000мг/м3. Класс опасности IV. Оказывает раздражительное действие на кожу и дыхательную систему, является наркотическим веществом.

Кроме вышеперечисленных вредных веществ при пайке наблюдаются выделения паров побочных продуктов горения поверхностей, соприкасаемых с нагретым жалом паяльника, а именно, фтора, перфторизобутилена, окиси углерода от отжига фторопластовой изоляции; толуола, ацетона и других растворителей при обезжиривании и маркировке.

Для обеспечения безопасности работ со многими вредными веществами и парами нужно кроме общей вентиляции помещения подвести к столу радиомонтажника локальную вентиляцию. Это нужно сделать с целью ограничения поступления загрязняющих веществ в воздух рабочей зоны. Это возможно посредством местной вытяжной вентиляции. В нашем случае используется отсос открытого типа.

Местный отсос устанавливается для улавливания и удаления вредностей непосредственно с мест их образования. Например, с рабочих мест, где производится пайка различных изделий, промывка в бензине, лакокрасочные покрытия и т.п.

Принцип такого отсоса заключается в следующем: во всасывающем отверстии создаются такие скорости движения воздуха, которые способствуют отклонению местных выделений в сторону отсоса. Таким образом, обеспечивается удаление (75–80)% вредных веществ.

Для удаления вредных выделений отсосы должны создавать поток, направленный от рабочего места и имеющий скорость на 0.2 м/с больше подвижности воздуха в помещении.

Рассчитаем размеры для вытяжного отверстия на расстоянии х=0.08м от центра отверстия при соотношении сторон a/b=1. Скорость потока vn=0.5м/с, необходимая скорость потока воздуха во всасывающем отверстии vв=4 м/с. Найдем требуемую скорость воздуха vх:

*vх = vn +0.2,* (10.1)

*vх = 0.5+0.2=0.7м/с*

Находим безразмерный коэффициент k

*k = vв /vх* (10.2)

k = 4/0.7=5.7

Находим соотношение х/а при a/b=1 и при k=5.7 по номограмме [23]: х/а=0.52.

Определяем размеры отверстия:

b=a=0.08/0.52=0.15 м

Количество воздуха, которое можно удалить отсосом определим по формуле:

*Lмо = 3600\*v0\*a\*b,* (10.3)

где Lмо – часовой объем удаляемого воздуха;

a,b – стороны отверстия, м;

v0 – скорость воздуха в отверстии.

Lмо = 3600\*4\*0.15\*0.15 = 324м3/ч

Как видно такой отсос вполне удовлетворяет по рабочим параметрам и достаточно прост по конструкции, поэтому он приемлем для установки к столу электромонтажника.

Для защиты рабочих от поражения электрическим током на рабочих местах предусмотрен электрощиток с утопленными штепсельными гнездами для подключения электроприборов, паяльника и измерительной аппаратуры. Щиток смонтирован в удобном и безопасном для работы месте, имеет общий рубильник, автоматические выключатели, сигнальные лампы и шину защитного заземления. Над гнездами в удобочитаемом виде указаны надписи, соответствующие включенному и отключенному положению. Напряжение монтажного инструмента не должно превышать 42В. Для питания переносных светильников применяется напряжение не выше 36В. Штепсельные соединения, применяемые на питание 42В по своей конструкции и окраске должны отличаться от штепсельных соединений на напряжение 220В. в качестве источника пониженного напряжения должен использоваться переносной трансформатор. Все помещения и их оборудование должны отвечать требованиям действующих ІПравил устройства электроустановокІ.

Должны быть отведены площади на рабочих местах для размещения материалов и деталей, а также инструментальные шкафы. Поверхность стола должна быть гладкой, без выбоин и заусенцев.

В помещении, где производятся радиомонтажные работы, рабочие места должны быть ориентированы в пространстве таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение и чтобы свет падал по возможности спереди слева.

С целью снижения неблагоприятного воздействия монотонности труда регламентируются перерывы, составляющие 10 минут после каждого часа работы.

В данном разделе были проведены следующие работы:

− обозначены опасные и вредные факторы, при производстве блока обмена сообщениями, такие как опасность электрического поражения, недостаток освещения, монотонность труда и выделяемые при производстве вредные вещества;

− произведен расчет размеров вытяжного отверстия, необходимого для исключения или ограничения количества выделяемых вредных веществ, а также количество воздуха, отсасываемого данным отсосом при таких его размерах.

− описаны мероприятия, исключающие или ограничивающие воздействие, описанных вредных факторов;

**11. АНАЛИЗ И УЧЕТ ТРЕБОВАНИИ ЭРГОНОМИКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭСТЕТИКИ**

Эргонометрические требования и требования технической эстетики к изделиям (системам "человек-машина") должны быть направлены на повышение эффективности деятельности и сохранение здоровья оператора взаимодействующего с изделием, за счет оптимизации:

- структуры взаимодействия операторов и операторов и технических средств деятельности;

- физической, информационной, психологической, умственной нагрузок оператора;

- условий деятельности, поддержания и восстановления здоровья и работоспособности операторов;

- уровня профессиональной подготовки операторов. [20] Эргонометрические требования должны обеспечивать:

- распределение функций между операторами и техническими средствами в соответствии с их преимущественными возможностями и степенью ответственности решаемых задач;

- соответствие системы отбора, подготовки и организации деятельности операторов возложенным на них функциям и заданному качеству деятельности (быстродействию, точности, надежности, производительности, согласованности операторов и т.п.);

- достаточность и достоверность информации о состоянии управляемого объекта, возможность предвидения направлений развития управляемого процесса, оптимальность состава, содержания, степени обобщения и детализации информации;

- рациональную и устойчивую рабочую позу оператора, экономию физических усилий при эксплуатации, проведению профилактики и ремонта изделий, а также равномерное распределение физической нагрузки на различные части тела оператора;

- оптимальное сочетание визуальных, акустических, тактильных и других видов сигналов, их быстрое и надежное обнаружение, различие, опознание и дифференцирование в различных условиях, в том числе и в условиях помех;

- надежность поиска, захвата, фиксации, необходимую чувствительность и оптимальные усилия перемещения органов управления при управлении ими, а также исключение неправильных действий при работе с несколькими однотипными органами управления;

- надежность обнаружения, наблюдения и рассмотрения объектов при помощи оптических приборов в условиях дня и ночи, снижение искажений изображений, защиту органов зрения оператора от световых вспышек;

- удобство использования инструмента и приспособлений для профилактических и ремонтных работ с учетом экипировки и условий деятельности оператора.

Требования технической эстетики устанавливают в виде требований по обеспечению художественно-конструкторского проектирования изделия с целью оптимальной реализации в структуре и форме изделий функциональных, технико-конструктивных, эргономических и эстетических требований, а также в виде эстетических требований к характеристикам внешнего строения конкретного изделия с целью достижения высокого уровня художественной выразительности, рациональности формы и целостности композиции изделий и интерьеров обитаемых помещений.

Эстетические требования должны соответствовать эргономическим требованиям и дополнять их в части создания на рабочих местах и в обитаемых помещениях функционального, психологического и бытового комфорта, улучшающего эксплуатационные свойства изделия.

Требования технической эстетики должны обеспечивать:

- достижение высокого уровня эксплуатационных свойств изделий и их составных частей, управляемых, обслуживаемых и используемых оператором или влияющих на эффективность деятельности операторов в окружающей предметной среде;

- установление важнейших пространственно-компоновочных решений, поэлементных и блочно-функционалъных членений с таким расчетом, чтобы эти элементы и образцы (базовые модификации) давали необходимое разнообразие комбинаций, отвечающих задачам оптимизации функциональных процессов и создание комфортных условий деятельности оператора;

- проведение типизации и унификации элементов, приводящее к разработке типоразмерных рядов изделий с использованием средств и методов технической эстетики;

- проведение цветофактурного эталонирования материалов и покрытий с целью создания их систем с типизированными цветофактурными характеристиками и функциональными свойствами, позволяющими получать необходимое для выполнения постановленных целей разнообразие решений.

Применительно к конкретным изделиям (группам однородных изделий) требования технической эстетики должны обеспечивать:

- достижение заданных эстетических показателей качества изделий;

- отражение во внешнем строении изделия и элементах этого строения закономерностей, присущих конструкции, изделия и его составных частей, их назначения, состояния и способов действия с ними;

- соответствие внешнего строения изделия условиям эксплуатации и обслуживания изделий;

- создание изделия на единых типовых художественно-конструкторских и конструкторско-технологгических решениях наиболее экономичными способами;

- возможность вариантных компоновок комплексов изделий с сохранением композиционной стройности внешнего строения.

**ВЫВОД**

В процессе выполнения дипломного проекта была разработана конструкция блока БОС. В соответствии с конструктивными особенностями АТС, рассмотренными в п.4, блок обмена сообщениями выполнен в виде типового элемента замены. Конструкция типовых элементов замены предусматривает размещение в ней печатной платы, соответствующей международному стандарту с размерами 233,35 х 280 мм и возможностью установки на ней двух соединителей. При этом типовые элементы замены могут заменяться без какого-либо регулирования. ТЭЗы выполнены быстросъемными и их масса не превышает 2,5 кг.

В качестве основания печатной платы используется стеклотекстолит марки СТФ-2-35-0,3. Печатная плата представляет собой восьмислойную структуру.

Основной серией микросхем для реализации БОС является серия 1533. Произведен анализ элементной базы в части воздействия внешних дестабилизирующих факторов. Выбранная элементная база удовлетворяет условиям эксплуатации АТС.

Результаты компоновочного расчета показывают, что при заданных размерах печатной платы размещение на ней элементов БОС не составит затруднения.

По надежности блок удовлетворяет требованиям технического задания.

По результатам расчета электромагнитной совместимости можно сделать вывод о том, что возможная создаваемая помеха не приведет к нарушению работоспособности блока т.к. напряжение помехи не превышает помехоустойчивости микросхем.

Т.к. блок обмена сообщениями не содержит элементов являющихся источниками больших тепловыделений, следовательно тепловой режим БОС является удовлетворительным.

В соответствии с заданием на курсовое проектирование конструкция БОС была разработана с применением САПР.

**Список используемых источников**

1. Кожанов Ю. Ф. Расчет и проектирование электронных АТС: справочное пособие. - М.: Радио и связь, 1991,- 144 с.

2. Пат. 164721 Япония, МКИН 04 МЗ/36. Электронная АТС.

3.Пат. 164734 Япония, МКИН 04 МЗ/42. АТС.

4. Пат. 164726 Япония, МКИ Н 04 МЗ/42. АТС.

5. Пат. 164711 Япония, МКИ Н 04 Ml/65. Телефонная система связи.

6. Пат. 930729 Германия, МКИ Н 04 L1/20. Цифровая система связи.

7. Пат. 164577 Япония, МКИН 04 L12/02. Система связи.

8. ГОСТ 15150-69 . Машины, приборы и другие технические изделия, Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранение и транспортирование в части воздействия климатических факторов внешней среды.

9. ТУ РБ 14563250-024-97. Станция электронная автоматическая цифровая.

10. Технология многослойных печатных плат/ А. А. Федулова, Ю.А. Устинов, ЕЛ, Котов и др. - М.: Радио и связь, 1990.- 208 с.

11. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем, Учеб.для втузов по спец."ЭВМ" и "Конструирование и производство ЭВА". - М.: Высш. шк., 1986.-512 с.

12. Роткоп Л.Л,, Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры*.* М.: Советское радио, 1976.-232с.

13. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для студентов специальности "Конструирование и технология радиоэлектронных средств" /Н. С. Образцов, В, Ф. Алексеев, С.Ф. Ковалевич и др.; Под ред. КС Образцова.- Мн.: БГУИР, 1994.- 201 с.

14. Варламов Р.Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры. Изд. 2-е, дополненное и переработанное. М.:"Сов. радио", 1975.- 352 с.

15. Поляков К.П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры.- М.: Радио и связь, 1982.- 240 с.

16. Хлопов Ю.Н. и др. Методическое пособие к курсовому проектированию по курсу "Конструирование и микроминиатюризация РЭА".- Мн.:МРТИ, 1983.-62с.

17. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности.- Мн,: Дизайн ПРО, 1998.- 336 с. /Г

18. Парфенов Е.М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов / Е.М.Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев,- М.: Радио и связь, 1989,- 272 с.

19. Колбун B.C. Проектирование печатного монтажа с помощью САПР PCAD: Учеб. пособие по курсу "Прикладное программное обеспечение САПР".- Мн.: БГУИР, 1995.- 46 с.

20. ГОСТ 20.39.108-85. Требования по эргономики, обитаемости и технической эстетики.

21. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов. / Сост. Т.В. Елецких, Э.А. Афитов и др. М.: БГУИР, 1996.- 123 с.

22. Справочник конструктора - приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо, Р.И. Томилин, Б,В. Цитович, Л.Г. Юдовин. Мн.: Выш.шк., 1988.- 272 с.

23. Михнюк Т. Ф. Безопасность жизнедеятельности. – Мн.: ДизайнПРО, 1998. – 295 с.

24.Задачи и расчеты по охране труда по курсу "Охрана труда" для студентов радиотехнических и приборостроительных специальностей. Часть 1. Защита от электрического тока. – Мн.: БГУИР, 1996. – 56 с.

25.Долин П.А. Справочник по технике безопасности.–М: Энергоиздат,1985. – 824с.

26. СНБ 2.04.05–98

27. ГН 9–106 РБ–98