# **СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**1.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

1.1 Назначение изделия

1.2 Технические характеристики

1.3 Описание конструкции и принципа действия (по схеме электрической принципиальной)

1.4 Обоснование выбора элементной базы

**2. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ**

2.1 Расчет ПП

2.1.1 Расчет площади ПП

2.1.2 Расчет параметров металлизированных отверстий

2.2 Обоснование компоновки ПП

2.3 Обоснование трассировки ПП

2.4 Расчет надежности

**3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

3.1Технология сборки и монтажа устройства

3.2 Обоснование выбора способов установки элементов

**4. ОХРАНА ТРУДА**

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

4.2 Оценка санитарных норм условий труда при пайке

**5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

В производстве изделий приборостроения, средств вычислительной техники и бытовой электрорадиоаппаратуры широко применяются печатные платы как средство, обеспечивающее автоматизацию монтажно-сборочных операций, снижение габаритных размеров аппаратуры, металлоемкости и повышения ряда конструктивных и эксплутационных качеств изделия.

При изготовлении печатных плат в зависимости от их конструктивных особенностей и масштабов производства применяются различные варианты технологических процессов, в которых используются многочисленные химико-технологические операции и операции механической обработки.

Электронные вычислительные машины являются одним из наиболее важных средств автоматизации производства и повышения качества продукций, а также служат основой наиболее перспективных технологий. Эффективное использование современных вычислительных и управляющих машин определяет уровень научно-технического прогресса во всех отраслях промышленности, сельском хозяйстве, научных исследованиях и др.

Получение высоконадежных ЭВМ, содержащих большое число схемных деталей, решается путем отказа от использования дискретных элементов и замены их интегральными схемами.

Для организации массового производства средств вычислительной техники была разработана Единая система электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ). Она реализована на микроэлектронной базе, что обеспечивает высокие эксплуатационные показатели и представляет собой семейство программно-совместимых машин. Серийный выпуск машин ЕС ЭВМ был начат в 1972 г.

В качестве элементной базы используют сверхбольшие интегральные микросхемы, для разработки которых требуются мощные системы автоматического проектирования.

Основной особенностью производства ЭВМ является использование большого количества стандартных и нормализованных элементов, интегральных схем, радиодеталей и др. Выпуск этих элементов в больших количествах и высокого качества — одно из основных требований вычислительного машиностроения. Важным вопросом, решаемым в настоящее время, является массовое производство стандартных блоков с использованием новых элементов. Унификация отдельных элементов создает условия для автоматизации их производства.

Другой особенностью является высокая трудоемкость сборочных и монтажных работ, что объясняется наличием большого числа соединений и сложностью их выполнения вследствие малых размеров контактных соединений и высокой плотности монтажа.

Повышение качества и экономичности производства во многом зависит от уровня автоматизации технологического процесса. Предпосылки для широкой автоматизации производства элементов и блоков ЭВМ обеспечиваются высоким уровнем технологичности конструкции, широким внедрением типовых и групповых технологических процессов, а также средств автоматизации.

**Цель проекта**: приобретение опыта проектирования устройств вычислительной техники.

**Задачи проекта:**

Разработать печатную плату устройства управления питания компьютерной системы, произвести выбор и обоснование технологического процесса изготовления печатной платы, с исходными данными к проекту: схема электрическая принципиальная.

Объём и содержание расчётно-пояснительной записки и графических работ произвести согласно техническому заданию. Документация на проектирующее устройство должна быть оформлена в соответствии с ЕСКД.

**1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

**1.1 Назначение изделия**

УУ питанием компьютерной системы предназначена для автоматизации процесса включения и выключения периферийных устройств вместе с компьютером

Данная схема была разработана с целью упрощения управлением питания компьютера. Благодаря ей включение и выключение системного блока, а также всех дополнительных устройств ввода и вывода информации (монитора, принтера, сканера, звуковой колонки и т.д и т.п) имеющие отдельные линии питания будут включаться и выключаться дистанционно ( с подставки под манитор и расположенного в отдельном месте выносного пульта.

Так же она упростит визуальное наблюдение за компьютером (светодиоды на лицевой панели системного блока) и доступ к USB входам.

**1.2 Технические характеристики**

1. Напряжение питания, не более 5 В +-10%

2. Потребляемая мощность, не более 0,5 Вт;

3. Масса устройства не более, 0,3кг;

4. Среднее время наработки на отказ не менее 30000 ч.

Условия эксплуатации – нормальные климатические:

1.Температура окружающей среды 200+-5

2. Атмосферное давление 84– 107кПа;

3. Относительная влажность 60±15%;

**1.3 Описание конструкции и принципа действия**

уменьшен по сравнению с исходным, чтобы обеспечить высокую скорость нарастания и спада напряжения Vcc. Светодиод HL3 – индикатор наличия этого напряжения.

Чтобы превратить программатор в законченное изделие, в него добавлен встроенный сетевой блок питания (плавкая вставка FU1, трансформатор Т1, выключатель SA1, диодный мост VD1-VD4). Емкость конденсатора С1, ставшего сглаживающим, увеличена до 470 мкФ.

Некоторые панели для программируемых микросхем на ней совмещены, поэтому при установке микросхем следует быть особенно внимательным. Панели XS2– XS5 предназначены для МК PICmicro с соответствующим числом выводов. Панель XS6 – для восьмивыводных МК серии PIC12, а XS7 – для МК серии PIC10. В панель XS8 устанавливают для программирования микросхемы РПХУ.

Розетка XS1 DB-9F находится на конце кабеля, которым программатор подключают к вилке порта СОМ на системном блоке компьютера. Провода на втором конце этого кабеля зачищены от изоляции и припаяны к соответствующим контактным площадкам на плате. Вилка XP1 – двухрядная десятиконтактная IDC-10М, применяемая на компьютерных платах.

**1.4 Обоснование выбора элементной базы**

**1.4.1 Обоснование выбора резисторов**

Применяемые в устройстве гальванической развязки непроволочные постоянные резисторы (С2-33Н), предназначены для работы в цепях постоянного, переменного токов и в импульсных режимах, содержат резистивный элемент в виде очень тонкой (десятки доли микрометра) металлической плёнки, осаждённой на основании из керамики, стекла, слоистого пластика, ситалла или другого изоляционного материала. Непроволочные постоянные резисторы менее стабильны по сравнению с проволочными, но на ряду с этим имеют меньшие габариты, их сопротивление менее зависит от частоты и напряжения, они значительно дешевле. Поэтому в аппаратуре непроволочные резисторы применяются значительно чаще, чем проволочные.

Минимальный срок сохраняемости - 25 лет.

Диапазон рабочих температур –от-60ºС до +70ºС.

Следовательно, непроволочные постоянные резисторы типа С2-33Н подходят для использования в проектируемом устройстве.

**1.4.2 Обоснование выбора конденсаторов**

В устройстве применены электролитические конденсаторы К53-4А, предназначенные для работы в цепях постоянного и пульсирующего токов.. Электролитические конденсаторы К53-4А рассчитаны на широкий диапазон ёмкостей и рабочих напряжений. Имеют цилиндрическую форму и выпускаются в трёх конструктивных вариантах – с гибкими проволочными выводами одинаковой длины (неполярные), с выводами разной длины (короткий вывод плюсовой) и с запрессованными в пластмассу лепестковыми выводами.

В первых двух вариантах торцы заливают герметиком, в третьем вставляют пластмассовую крышку. Во всех случаях цилиндры у торцов закатывают по внешней поверхности, по сравнению с другими конденсаторами, конденсаторы типа К53-4А, более низковольтные и имеют широкий диапазон номинальной ёмкости.

Минимальная наработка на отказ, ч 10 000

Срок сохраняемости, лет 15

Диапазон рабочих температур от-60ºС до +85ºС

Исходя из параметров данные конденсаторы подходят для применения их в устройстве.

**1.4.3 Обоснование выбора диодов**

Для устройства выбраны кремниевые диоды из серии 2Д512А. Диоды

являются импульсными, предназначены для работы в радиотехнических устройствах, изготовлены в стеклянном корпусе. Диоды предназначены для автоматизированной и ручной сборки (монтажа) аппаратуры.

Минимальная наработка на отказ, ч 80 000

Срок сохраняемости, лет 25

Диапазон рабочих температур от -60ºС до +125º

**1.4.4 Обоснование выбора оптопар АОД130А**

Основное назначение оптопар диодных - использование в качестве элементов гальванической развязки в высоковольтной электротехнической и радиоэлектронной аппаратуре. Оформление – в пластмассовом корпусе. **Материал** – излучатель на основе арсенида галлия – алюминия и кремниевый фотоприемник. Оптопары предназначены для автоматизированной и ручной сборки (монтажа) аппаратуры.

Максимально допустимый входной ток, мА 20

Входное напряжение, В 1,5

Обратное входное напряжение, В 3,5

Обратное выходное напряжение, В 30

Время нарастания (спада) выходного сигнала, нс, не более 100

Минимальная наработка на отказ, ч 35 000

Срок сохраняемости, лет 12

Диапазон рабочих температур от -60ºС до +50ºС

**1.4.5 Обоснование выбора микросхем КР 544УД2А**

Быстродействующий операционный усилитель применяется для работы в цепях постоянного тока и импульсных режимах.

Оформление - в пластмассовом корпусе. Микросхемы предназначены для ручной и автоматизированной сборки аппаратуры.

Напряжение питания, В от ±5 до ±18

Ток потребления, мА

не менее - 8

не более +8

Максимальное выходное напряжение, В, не менее +12

Минимальное выходное напряжение, В, не более -12

Входной ток, нА, не более 500

Минимальная наработка на отказ, ч 50 000

Срок сохраняемости, лет 15

Диапазон рабочих температур от -40ºС до +70ºС

Исходя из параметров, данные микросхемы подходят для применения их в устройстве гальванической развязки.

Таким образом, элементная база соответствует техническим характеристикам проектируемого устройства гальванической развязки по электрическим и эксплуатационным параметрам.

**2. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Расчёт печатной платы**

**2.1.1 Расчёт площади печатной платы**

Определяем стандартные размеры элементов, которые применяются в схеме, и сводим данные в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование групп компонентов** | **Кол-во N, шт.** | **Длина L, мм** | **Ширина В, мм** | **Диаметр D, мм** | **Площадь S=L\*В, мм2** | **Площадь N элементов S\*N, мм2** | **Диаметр выводов d, мм** |
| Резисторы постоянные непроволочные мощностью 0,125 Вт С2-33Н | 8 | 6 |  | 2 | 12 | 96 | 0,6 |
| Конденсаторы оксидно-полупроводниковые К53-4А | 4 | 4 |  | 3,2 | 12,8 | 51,2 | 0,6 |
| Диоды импульсные, кремниевые 2Д512А | 3 | 4 |  | 2,5 | 10 | 30 | 0,56 |
| Микросхемы КР544УД2А | 2 | 7,5 | 7,5 |  | 56,25 | 112,5 | 0,55 |
| Оптрон (оптопара диодная) АОД 130А | 1 | 7,5 | 7,5 |  | 56,25 | 112,5 | 0,55 |
| Соединители DB9 | 2 | 30,8 | 11 |  | 338,8 | 677,6 | 0,7 |

1. Из таблицы получаем суммарную площадь S сум.= 1078,8 мм2

2. Определяем установочную площадь всех элементов на плате, если

Куст.=1,2; Куст - коэффициент установки.

Sуст.= Scум.\*1,2

Sуст =1078,8\*1,2=1294,56 мм2

3.Определяем площадь печатной платы, которая необходима для установки элементов с учетом расстояния между элементами и выводами, а установки элементов с учётом расстояния между элементами и выводами а также для обеспечения нормальных тепловых режимов работы по формуле Sпов.= Sуст/Кисп ,. где Кисп – коэффициент использования Кисп=0,9

Sпов= 1438,4 мм2

4.Определяем площадь, необходимую для размещения элементов крепления. Принимаем, что плата устанавливается на четыре штифта. Площадь

Sшт.=25 мм2\*4=100 мм2

5.Определяем общую площадь печатной платы

Sпл.общ.= Sуст + Sпов + Sшт =1294,56+1438,4+100=2852,96 мм2

6. Исходя из полученной площади, выбираем ширину платы В=35мм, тогда длина платы

L= Sпл.общ /В=2852,96/35=81,5мм. Принимаем L=82мм.

**2.1.2 Расчет параметров металлизированных отверстий**

1. Исходя из диаметров выводов элементов, которые устанавливаются на плату (табл.) определяем диаметр металлизированных отверстий, если толщина металлизированного покрытия при металлизации гальваническим методом mпок.=0,005мм. Зазор между выводом и стенкой металлизированного покрытия К=0,2мм.

2. Элементы, которые устанавливают, имеют следующие диаметры выводов:

d1=0,6мм

d2=0,6мм

d3=0,56мм

d4=0,55мм

d5=0,55мм

d 6=0,6мм

3. Диаметры металлизированных отверстий вычисляем по формуле

dотв 1= d1+2\* mпок+2\*К, dотв 1=0,6+2\*0,05+2\*0,2=1,1мм

dотв 2=0,6+0,5=1,1мм; dотв 3=0,56+0,5=1,06мм

dотв 4=0,55+0,5=1,05мм; dотв 5 =0,55+0,5=1,05мм;dотв 6=0,6+0,5=1,1мм

4.Определяем параметры контактных площадок вокруг металлизированных отверстий. Контактные площадки выполняются в виде контактного кольца с обеих сторон платы. Необходимая радиальная величина В=0,55мм, технологический коэффициент на ошибку С=0,1, тогда dкп1= dотв 1+2\*В+С

dкп1=1,1+1,2=2,3мм; dкп2=1,1+1,2=2,3мм

dкп3=1,6+1,2=2,26мм; dкп4=1,05+1,2=2,25мм

dкп5=1,05+1,2=2,25мм;dкп6=1,1+1,2=2,3мм

5.Исходя из полученных размеров металлизированных отверстий и диаметров выводов элементов выбираем технологически обусловленные размеры металлизированных отверстий.

Полученные данные записываем в табл.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п.п. | Диаметр выводов элемента, мм | Расчетные данные | | Стандартные | |
| Диаметр отв.мм | Диаметр к.площадки, мм | Диаметр отв. мм | Диаметр к.площадки, мм |
| 1 | 0,6 | 1,1 | 2,3 | 0,9 | 2,3 |
| 2 | 0,6 | 1,1 | 2,3 | 0,9 | 2,3 |
| 3 | 0,56 | 1,06 | 2,26 | 0,9 | 2,3 |
| 4 | 0,55 | 1,05 | 2,25 | 0,9 | 2,3 |
| 5 | 0,55 | 1,05 | 2,25 | 0,9 | 2,3 |
| 6 | 0,6 | 1,1 | 2,3 | 0,9 | 2,3 |

Конструктивные параметры печатного монтажа отвечают требованиям, предъявляемым к платам третьего класса точности:

- размеры каждой стороны печатной платы должны быть кратны 2,5мм, при длине до 100мм.

- минимальная ширина печатных проводников 0,25мм.

- минимальный гарантийный поясок вокруг диаметра отверстия 0,1мм.

**2.2 Обоснование компоновки печатной платы**

**Компоновка печатной платы** – это процесс, при котором находят оптимальное размещение навесных элементов и ИМС на печатной плате. Требования компоновки: обеспечить оптимальную плотность расположения компонентов; -исключить заметные паразитные электрические взаимосвязи, влияющие на технические характеристики изделия. Компоновку можно выполнять вручную или с использованием САПР. Ручную компоновку обычно выполняют с помощью шаблонов элементов, устанавливаемых на плате, изготовленных из бумаги или из другого материала. Шаблоны выполняют в том же масштабе, в котором оформлялся чертёж печатной платы. Эти шаблоны размещают на листе бумаги или другого материала с нанесённой координатной сеткой и ищут такое расположение элементов, при котором длина соединяющих их проводников минимальна. В результате компоновки находят положение контактных площадок для подключения всех элементов. Автоматическая компоновка выполняется с помощью программы Р-СА D и графического редактора. Требования к габаритным размерам плат определяются технологией их изготовления. Размеры ПП должны быть экономически целесообразны (существенно ограничение на типоразмеры с целью стандартизации инструментов и приспособлений). Отклонение от прямоугольной формы и создание пазов во внешнем контуре приводит к повышенным производственным расходам и неполному использованию исходных материалов. Размеры ПП должны соответствовать ГОСТ 10317-72, в котором рекомендовано 74 типа плат с соотношением сторон от 1 к 1 до 2 к 1. Максимальная ширина не должна превышать 500 мм. Рекомендуемая толщина в мм: 0,8;1;1,5;2;2,5;3. Печатную плату с установленными на ней электрорадиоэлементами называют печатным узлом.

Если ЭРЭ имеют штыревые выводы, то их устанавливают в отверстия печатной платы и запаивают. Если корпус ЭРЭ имеет планарные выводы, то их припаивают к соответствующим контактным площадкам внахлест. ЭРЭ со штыревыми выводами нужно устанавливать на плату с одной стороны (для плат с односторонней фольгой – на стороне где нет фольги). Это обеспечивает возможность использования высокопроизводительных процессов пайки, например пайку «волной». Для ЭРЭ с планарными выводами пайку «волной» применять нельзя. Поэтому их можно располагать с двух сторон печатной платы. При этом обеспечивается большая плотность монтажа, так как на одной и той же плате можно расположить большее количество элементов. При размещении ЭРЭ на печатной плате необходимо учитывать следующее:

1) Полупроводниковые приборы и микросхемы не следует располагать близко к элементам, выделяющим большое количество теплоты, а также к источникам сильных магнитных полей (постоянным магнитам, трансформаторам и др.);

2) Должна быть предусмотрена возможность конвекции воздуха в зоне расположения элементов, выделяющих большое количество теплоты;

3) Должна быть предусмотрена возможность лёгкого доступа к элементам, которые подбирают при регулировании схемы.

Если элемент имеет электропроводной корпус и под корпусом проходит проводник, то необходимо предусмотреть изоляцию корпуса или проводника. Изоляцию можно осуществлять надеванием на корпус элемента трубок из изоляционного материала, нанесением тонкого слоя эпоксидной смолы на плату в зоне расположения корпуса (эпоксидная маска), наклеиванием на плату тонких изоляционных прокладок. От правильного расположения корпусов микросхем на печатной плате зависят такие параметры ЭВМ как габариты, масса, надежность, помехоустойчивость.

Шаг установки интегральных микросхем определяется требуемой плотностью компоновки, температурными режимами работы компонентов на плате, методом разработки топологии ПП (ручная, машинная), типом корпуса и сложностью электрической схемы. Рекомендуемый шаг установки ИМС -2,5мм. Зазоры между корпусами должны быть не менее 1,5 мм. ИМС со штырьковыми выводами располагаются с одной стороны печатной платы, так как монтаж штырьковых выводов производится в сквозные отверстия, причем концы выводов выступают на обратную сторону платы. Корпуса ИМС прочно удерживаются на плате запаянными выводами и выдерживают практически любые механические воздействия.

**2.3 Обоснование трассировки печатной платы**

**Трассировка печатной платы** – это проведение проводников, соединяющих площадки, так, чтобы они имели минимальную длину, и минимальное число переходов на другие слои с целью устранения пересечений.

Чертежи печатных плат выполняют на бумаге имеющей координатную сетку, нанесённую с определённым шагом. Наличие сетки позволяет не ставить на чертеже размеры на все элементы печатного проводника. При этом по сетке можно воспроизвести рисунок печатной платы при изготовлении фотооригиналов, с которых будут изготовлять шаблоны для нанесения рисунка платы на заготовку. Координатную сетку наносят на чертёж с шагом 2,5 или 1,25 мм. Шаг 1,25 мм. применяют в том случае, если на плату устанавливают многовыводные элементы с шагом расположения выводов 1,25 мм. Центры монтажных и переходных отверстий должны быть расположены в узлах (точках пересечений линий) координатной сетки. Если устанавливаемый на печатную плату элемент имеет два и более вывода, расстояние между которыми кратно шагу координатной сетки, то отверстия под все такие выводы должны быть расположены в узлах сетки. Диаметр отверстий в печатной плате должен быть большего диаметра вставляемого в него вывода, что обеспечит возможность свободной установки электрорадиоэлемента. При диаметре вывода до 0,8 мм диаметр неметаллизированного отверстия делают на 0,2 мм больше диаметра вывода; при диаметре вывода более 0,8 мм – на 0,3 мм больше.

Диаметр металлизированного отверстия зависит от диаметра вставляемого в него вывода и от толщины платы. Связанно это с тем, что при гальваническом осаждении металла на стенках отверстия малого диаметра, сделанного в толстой плате, толщина слоя металла получится неравномерной, а при большом отношении длины к диаметру некоторые места могут остаться непокрытыми. Диаметр металлизированного отверстия должен составлять не менее половины толщины платы. Отверстия на плате нужно располагать таким образом, чтобы расстояние между краями отверстий было не меньше толщины платы. В противном случае перемычка между отверстиями не будет иметь достаточной механической прочности.

Чтобы обеспечить надёжное соединение металлизированного отверстия с печатным проводником, вокруг отверстия делают контактную площадку. Контактные площадки отверстий рекомендуется делать в форме кольца.

Печатные проводники рекомендуется выполнять прямоугольной конфигурации, располагая их параллельно линиям координатной сетки.

Проводники на всём их протяжении должны иметь одинаковую ширину. Если один или несколько проводников проходят через узкое место, ширина проводников может быть уменьшена. При этом длина участка, на котором уменьшена ширина, должна быть минимальной.

Следует иметь в виду, что узкие проводники (шириной 0,3 – 0,4 мм) могут отслаиваться от изоляционного основания при незначительных нагрузках. Если такие проводники имеют большую длину, то следует увеличивать прочность сцепления проводника с основанием, располагая через каждые 25 – 30 мм по длине проводника металлизированные отверстия или местные расширения типа контактной площадки с размером 1х1мм или более. Если проводник проходит в узком месте между двумя отверстиями, то нужно прокладывать его так, чтобы он был перпендикулярен линии, соединяющей центры отверстий. При этом можно обеспечить максимальную ширину проводников и максимальное расстояние между ними. Экраны и проводники шириной более 5 мм следует выполнять с вырезами Связанно это с тем, что при нагревании плат в процессе из изоляционного основания могут выделяться газы. Если проводник или экран имеет большую ширину, то газы не находят выхода и могут вспучить фольгу Участки платы, по которым не должны проходить печатные проводники, обводят штрихпунктирной линией и соответствующие указание делают в технических требованиях. Зенковку на отверстиях графически не показывают. Кроме перечисленных данных в технических требованиях чертежа должно быть указано:

А) Номер ГОСТа или ТУ, которым должна соответствовать плата;

Б) Шаг координатной сетки;

В) Указания о гальваническом покрытии проводников печатной платы, например: «Печатный монтаж серебрить Ср 9».

Г) Способ изготовления печатной платы.

Для поверхностей печатной платы, которые в процессе изготовления подвергаются механической обработке (контур платы, отверстия, пазы, и т.п.), устанавливают норму на шероховатость.

Размеры на чертеже печатной платы указывают одним из следующих способов: с помощью размерных и выносных линий; нанесением координатной сетки в прямоугольной или в полярной системе координат; комбинированным способом.

При задании размеров координатной сетки её линии нумеруют. Проводники шириной более 2,5 мм можно изображать двумя линиями, при этом, если они совпадают с линиями координатной сетки, числовое значение ширины на чертеже не указывают. Отдельные элементы рисунка печатной платы можно выделять штриховкой, чернением. Круглые отверстия, имеющие зенковку, и круглые контактные площадки с круглыми отверстиями изображают одной окружностью.

**2.4 Расчет надежности**

**Надежность** - свойства аппаратуры сохранять свои выходные параметры в определенных условиях эксплуатации. Расчет надежности заключается в определении показателей надежности изделия по известным характеристикам надежности составляющих компонентов и условиям эксплуатации.

Надежность является комплексным свойством, которое обуславливается безотказностью, долговечностью, ремонтопригодностью и сохраняемостью.

К основным показателям надежности относятся: вероятность безотказной работы Р(t), интенсивность отказов λ(t), среднее время безотказной работы Tср.

**Вероятность безотказной работы** – это вероятность того, что в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не произойдет ни одного отказа.

Расчет вероятности безотказной работы производится по формуле:

Р(t)=е-גּ\*t, где λу – суммарная интенсивность отказов с учетом условий эксплуатации.

t- требуемое время безотказной работы (10.000ч)

Интенсивность отказов показывает, какая часть элементов, по отношению к общему количеству исправно работающих в среднем выходит из строя в единицу времени. Интенсивность отказов определяется по формуле:

λ0=∑ λiэ Ni ,

где λiэ- интенсивность отказов i элемента, Ni – число элементов.

Наработка на отказ То – среднее время работы изделия между соседними отказами. То = 1/ λ0

Выполним расчет надежности устройства гальванической развязки, работающего в стационарных условиях, определим вероятность безотказной работы за 10.000 ч и среднюю наработку до первого отказа.

Наименование и число элементов, входящих в устройство, электрические и тепловые режимы их работы сведем в таблицу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ННаименование и тип элемента** | **Обозначение в схеме** | **Количество элементов,n** | **Интенсивность отказов номинальная λоi · 10‾ 6 1/час** | **Режим работы** | | **Поправочный коэффициент αi** | **Интенсивность отказов действительная** | |
| **Коэф. Нагрузки Kн** | **Температура, С** | **Для одного элемента αi λоi· 10‾ 61/час** | **Для ni элементовni αi λоi· 10‾ 61/час** |
| Ррезисторы ппостоянные ннепроволочные С2-33-0,125 | R1-R8 | 8 | 0,4 | 0,6 | 50 | 0.62 | 0,24 | 1.92 |
| Конденсаторы оксидно-полупроводниковые К53-4А | C1-C4 | 4 | 2,4 | 0,6 | 50 | 0.36 | 0,86 | 3.44 |
| Диоды импульсные кремниевые 2Д512 | VD1-VD3 | 3 | 0,6 | 0,7 | 50 | 0.94 | 0.56 | 1.68 |
| Микросхемы КР544УД2А | DA1,DA2 | 2 | 0,3 | 0,5 | 50 |  | 0.3 | 0.6 |
| Оптрон АОД130А | U1 | 1 | 0,3 | 0.5 | 50 |  | 0.3 | 0.7 |
| Соединители | DB9 | 2 | 0,14 |  | 50 |  | 0.14 | 0.3 |
| Печатная плата |  | 1 | 0,7 |  | 50 |  | 0.7 | 0.28 |
| Пайки |  | 61 | 0,004 |  | 50 |  | 0.004 | 0.244 |

1. Суммарную интенсивность отказов определим по формуле:

λу = ∑ λоi \* αi = ( 1,92+3,44 +1,68 +0,6+0,7+0,3+0,28+0,244) = 9,164∙10‾ 6 1/час

2. Учитывая условия эксплуатации, умножим λ на поправочный коэффициент для стационарных условий-2,7

λу.=2,7\*9,164\*10‾ 6 =24,73\*10‾ 6 1/час

1. Вероятность безотказной работы устройства развязки для t=10000ч.  
   будет:

Ру (10000)= е-24,73\*10‾ 6 \*10000=е -0,24 =0,76

4. Средняя наработка на отказ устройства развязки

5. Тср.уст.=1/ λу =1/24,73\*10‾ 6 = 40880ч.

Среднее время наработки на отказ соответствует заданному в техническом задании, следовательно, требования надежности выполнены.

**3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**3.1 Технология сборки и монтажа устройства**

Технологический процесс это часть производственного процесса, представляющего собой совокупность действий людей и орудий производства, в результате которых сырьё, материалы, полуфабрикаты и комплектующие на предприятии превращаются в готовую продукцию.

Совокупность действий сборщика по установке и соединению в заданной последовательности отдельных деталей и узлов для получения готового изделия или его части **называется сборочным процессом**.

Основные операции технологии сборки и монтажа устройства:

- входной контроль;

- подготовка комплектующих к монтажу;

- сборка и монтаж комплектующих на печатную плату;

**Входной контроль**- техпроцесс проверки поступающих на завод комплектующих и деталей: а) По внешнему виду; б) Выборочный контроль габаритных и установочных размеров;

в) Проверка технологических свойств (паяемость, сваривание);

г) Проверка статических параметров (напряжения питания, потребляемую мощность) при нормальных климатических условиях, повышенных и пониженных температурах;

д) Проведение электротермотренировки при повышенной температуре в течение 68 часов.

Для выполнения операции входного контроля используется универсальная и специальная измерительная аппаратура, соответствующая требованиям методик испытаний, приведённых в технических условиях и ГОСТах на элементы. Подготовка комплектующих ЭРЭ и ИС включает следующие операции:

а) распаковка, зачистка, лужение, формовка, обрезка выводов элементов;

б)размещение комплектующих в технологической таре в количестве, необходимом для выполнения производственного задания;

Выбор технологического оборудования и оснастки для выполнения подготовительных операций определяется условиями производства, и стоимостью.

Например, при мелкосерийном производстве подготовка элементов производится вручную, при массовом производстве на установках комплексной подготовки с объединением 2-ух и более операций.

Сборка и монтаж комплектующих на печатную плату состоит из следующих операций:

а) Подача компонентов к месту установки;

б) Ориентация выводов относительно монтажных отверстий и контактных площадок;

в) Сопряжение со сборочными элементами и фиксация в требуемом положении.

В зависимости от характера производства сборка может выполняться вручную, или автоматизированным способом.

При разработке технологического процесса сборки печатной платы устройства гальванической развязки предлагаю применить способ, при котором подготовка и установка элементов осуществляется вручную, а пайка производится на механизированной установке - пайка волной припоя.

Этот вариант является наиболее эффективным и целесообразным в соответствии с применяемым оборудованием, имеющимся на данном предприятии. Для пайки дефектных соединений и пайки выводов радиоэлементов, устанавливаемых после пайки волной припоя, используется электропаяльник ЭПСИ-40/36В. Соответственно сборочному чертежу, в качестве припоя используется оловянно-свинцовый припой марки ПОС-61 ГОСТ 21931-76. Флюс используется безкислотный — ФКСп. Для удаления остатков флюса применяется спирто-бензиновая смесь.

Ручная сборка экономически выгодна при мелкосерийном производстве. Достоинства: возможность визуального контроля, что позволяет использовать большие допуски на размеры контактных площадок и монтажных отверстий, делает возможным обнаружение дефектов печатных плат и компонентов.

**3.2 Обоснование выбора способа установки элементов**

Установку конденсаторов К53-4 на печатную плату производим вплотную, без зазора, по варианту І а ОСТ4.010.030-81, так как под корпусом конденсатора нет печатных проводников. Установочный размер – 7,5мм. Резисторы С2-33Н-0,125 и диоды 2Д512А устанавливаем с зазором над платой по варианту ІІ а с установочным размером – 10мм.

При установке конденсаторов и диодов «плюсовые» выводы ориентируем в соответствующие монтажные отверстия. Микросхемы КР544УД2А и диодный оптрон АОД130А без формовки выводов устанавливаем на печатную плату с зазором 1+0,5 мм, обеспечиваемым конструкцией выводов. Шаг установки кратен 2,5 мм. Выемка на корпусах микросхем и оптрона со стороны первого вывода.

Применение печатного монтажа, по сравнению с объёмным, позволяет облегчить настройку аппаратуры и исключить возможность ошибок при ее монтаже, уменьшить габаритные размеры аппаратуры, улучшить условия отвода тепла, обеспечить другие конструктивно-технологические преимущества. Технологические карты процесса сборки устройства гальванической развязки приведены в приложении.

**4.ОХРАНА ТРУДА**

**4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

К основным вредным и опасным факторам, что влияют на людей, занятых на производстве радиоэлектронной аппаратуры (далее РЭА), можно отнести: Плохая освещенность рабочей зоны (условия освещенности производственных помещений должны удовлетворять нормам, отмеченным в СНиП II-4-79/85); Повышенные уровни электромагнитных излучений (уровни излучений и полей должны отвечать ГОСТ 12.2.006-87); Опасность поражения электрическим током; Неудовлетворительные параметры микроклимата рабочей зоны в производственных помещениях должны удовлетворять нормам, отмеченным в ГОСТ 12.1.005-88 и ДСН 3.3.6.042-99; Содержание в воздухе рабочей зоны вредных веществ разного характера влияния в концентрациях, что превышают предельно допустимые (гранично-допустимая концентрация (ГДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны удовлетворять нормам, отмеченным в ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-80); Повышенный уровень шума на рабочем месте (допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах) должен соответствовать санитарным нормам допустимых уровней шума на рабочих местах ДСН 3.3.6.037-99; Повышенная напряженность электрического поля промышленной частоты на рабочем месте (напряженность электрических полей промышленной частоты на рабочих местах должна удовлетворять нормам, отмеченным в ГОСТ 12.1.002-88); Влияние вредных факторов влияния мониторов ПК (ДСанПиН 3.3.2.007-98).

**4.2 Оценка санитарных норм условий труда при пайке**

Удельное образование аэрозоля свинца при пайке составляет 0,02...0,04мг/100 паек. В состав припоя входит олово (Sn) в количестве 60-62% и свинец (Рb) в количестве 38-40%. Флюс состоит из сосновой канифоли (С2Н3ООН2) в количестве 15-28%, и этилового спирта (С2Н5ОН) в количестве 72-85%. Свинец является чрезвычайно опасным веществом (класс 1), соответственно ГОСТ 12.1.005-88. ГДК в воздухе рабочей зоны 0,01мг/м3. Олово является веществом умеренно опасным (класс 3). ГДК в воздухе рабочей зоны 10мг/м3. Спирт этиловый является малоопасным веществом (класс 4). ПДК в воздухе рабочей зоны 1000мг/ м3.

Рабочие места должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном курсовом проекте разработано устройство гальванической развязки, предназначенное для передачи сигналов без искажения от компьютера к периферийным устройствам. Устройство соответствует техническим характеристикам задания. В конструкторской части произведен выбор элементной базы устройства согласно схеме электрической принципиальной, произведен расчет площади печатной платы и параметров металлизированных отверстий, а также расчет надежности устройства. Выбран способ установки элементов и разработаны технологические карты процесса сборки платы устройства и пайки на механизированной установке «волна припоя».

Предпосылки для создания высококачественных надежных приборов и устройств, выпускаемых с минимальными производственными затратами, определяются в первую очередь технологией. Информационная, особенно электронно-вычислительная техника ставит перед технологией изготовления радиоэлектронной аппаратуры наиболее сложные задачи.

Повышение качества и экономичности производства во многом зависит от уровня автоматизации технологического процесса. Предпосылки для широкой автоматизации производства элементов и блоков ЭВМ обеспечиваются высоким уровнем технологичности конструкции, широким внедрением типовых и групповых технологических процессов, а также средств автоматизации.

Автоматизация развивается в направлении от автоматизации отдельных операций (установка элементов, пайка, сварка и др.) к широкому использованию автоматизированных линий.

# **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Петриков В. М. Уроки радиотехники. – СПб.: КОРОНА Принт, 2000г.

2. Билибин К. И., Шахнов В. А. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учеб. для техн. Вузов.2005г.

3. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002г

4. Фрумкин Г.Д. Расчёт и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. Москва «Высшая школа» 1985г.

5. Парфенов Е.М. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры. Москва «Радио и связь» 1989г.