 **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И науки Самарской области**

**государственное Бюджетное ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ образовательное учреждение**

**«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**ПМ. 02. Производство радиоэлектронных приборных устройств и систем**

**200111 « Радиоэлектронные приборные устройства»**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

**Самара, 2015**

Методические рекомендации печатаются по решению Методического Совета ГБПОУ «ПГК» № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

**Составитель:** Артамонов А.П., преподаватель ГБПОУ «ПГК»

**Рецензент:** Решеткова Е.А., председатель ПЦМК Автоматизации и радиотехники.

Методические рекомендации по выполнению курсового проектаявляются частью учебно-методического комплекса (УМК) по профессиональному модулюПМ.02

 “Производство радиоэлектронных приборных устройств и систем”

Методические рекомендации определяют цели, задачи, порядок выполнения, а также содержат требования к лингвистическому и техническому оформлению курсового проекта, практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты.

Методические рекомендации адресованы студентам очной и заочной формы обучения.

В электронном виде методические рекомендации размещены на файловом сервере колледжа по адресу: *student|отделение Автоматизация и радиотехника./*

Уважаемый студент!

 Курсовой проект по профессиональному модулю ПМ.02 «Производство радиоэлектронных приборных устройств и систем» является одним из основных видов учебных занятий и формой контроля Вашей учебной работы.

 Курсовой проект – это творческая деятельность студента по изучаемой дисциплине практического характера.

Выполнение курсового проекта по междисциплинарному курсу «Технология производства радиоэлектронных приборных устройств и систем» направлено на приобретение Вами практического опыта по систематизации полученных знаний и практических умений, формированию профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК).

 Выполнение курсового проекта осуществляется под руководством преподавателя междисциплинарного курса «Технология производства радиоэлектронных приборных устройств и систем»*.* Результатом данной работы должен стать курсовой проект, выполненный и оформленный в соответствии с установленными требованиями. Курсовой проект подлежит обязательной защите.

Настоящие методические рекомендации (МР) определяют цели и задачи, порядок выполнения, содержат требования к лингвистическому и техническому оформлению курсового проекта и практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты.

Подробное изучение рекомендаций и следование им позволит Вам избежать ошибок, сократит время и поможет качественно выполнить курсовой проект.

Обращаем Ваше внимание, что если Вы получите неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, то Вы не будете допущены к квалификационному экзамену по итоговой аттестации по дисциплине*.*

 Вместе с тем внимательное изучение рекомендаций, следование им и своевременное консультирование у Вашего руководителя поможет Вам без проблем подготовить, защитить курсовой проект и получить положительную оценку.

Консультации по выполнению курсового проекта проводятся как в рамках учебных часов в ходе изучения дисциплины, так и по индивидуальному графику.

**Желаем Вам успехов!**

 **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

 Выполнение курсового проекта рассматривается как вид учебной работы по профессиональному модулю и реализуется в пределах времени, отведенного на его изучение.

Выполнение студентом курсового проекта по модулю проводится с **целью**:

 -систематизации, расширения и углубления теоретических знаний по

дисциплине;

- развития и закрепления практических навыков самостоятельной работы при разработке конструкторской документации и конкретных технологических процессов изготовления, сборки, монтажа и контроля радиоэлектронных приборных устройств (РПУ);

- приобретение опыта работы с нормативно - технической документацией, технической литературой и разработки конструкторской и технологической документации на РПУ

2.Формирования профессиональных компетенций:

|  |  |
| --- | --- |
| Название ПК | Основные показатели оценки результата (ПК) |
| ПК 2.1. Анализировать конструкторскую документацию. |  - информационное обеспечение темы задания (разнообразие видов источников);-присутствие в работе анализа и выбора оптимального решения; - правильность оформления конструкторской документации в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. |
| ПК 2.2. Разрабатывать технологические процессы средней сложности с оформлением необходимой технологической документации на основе применения ИКТ. | - выполнение типовых и специальных расчетов. - грамотное использования профессиональной терминологии, знание соответствий между терминами, определениями и понятиями; -последовательность изложения;-отсутствие отступлений от основного содержания; -соответствие разработанной конструкции заданию и нормам конструкторской документации; |
| ПК 2.3. Внедрять разработанный технологический процесс в производство и контролировать его выполнение. | - правильность заполнения маршрутных карт в соответствии с разработанным технологическим процессом; |
| ПК 2.4. Обеспечивать технологическую и техническую подготовку производства | - обоснованный выбор материала основания печатной платы в соответствии с ГОСТ10316-78;- обоснованный выбор оборудования;- обоснованный выбор припоя и флюса; |
| ПК 2.5. Принимать участие в проведении испытаний и отработки изделий с последующим оформлением результатов испытаний на основе применения ИКТ. | - контроль печатных плат. |

 3. Формирования общих компетенций по специальности.

|  |  |
| --- | --- |
| Название ОК | Основные показатели оценки результата (ОК) |
| ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. | -продемонстрированы представления о необходимости и актуальности разработки изделия по заданной теме(*во* *введении*);-сформулированы вопросы (два-три), которые отражали бы ваш интерес к теме (*во* *введении*); - представлены отличия вашего подхода при анализе задания ( *во* *введении*); |
| ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество. | -сформулирована цель и определены этапы при выполнении курсового проекта*(в содержаниии)*- определен и обоснован уровень анализа *(практическая часть).*-уточнен круг вопросов, подлежащих изучению и исследованию (*подготовительный этап);*- составлена рабочая версия содержания курсового проекта по разделам и подразделам (*подготовительный этап);*- своевременность сдачи промежуточных этапов курсового проекта руководителю  |
| ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития. | - представлен обзор по выбранной теме *(подготовительный этап)*-присутствие в работе анализа и обработки представленного материала *(практическая часть)*-обоснован вывод, опирающийся на расчёты *(практическая часть).* |
| ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. | -представлены и оформлены конструкторские и технологические документы *(практическая часть)* |

**Задачи курсового проектирования:**

 Знания, полученные при выполнении курсового проекта, должны найти применение при выполнении конструкторско – техногогической части выпускной квалификационной работы.

**2 СТРУКТУРА И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**2.1 Структура курсового проекта**

По содержанию курсовой проект носит практический характер. По объему курсовой проект должен быть не менее 45- 50 страниц печатного текста.

По структуре **курсовой проект практического характера** включает в себя:

* содержание;
* введение, в котором подчеркивается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
* основную часть, которая обычно состоит из одиннадцати разделов:
* в первом дается принцип работы устройства
* во втором разделе содержатся конструктивно-технологический анализ изделия разрабатываемой темы;
* во третьем разделе предлагается разработка технологического процесса;
* в четвертом компановка устройства
* в пятом приводится расчёт надежности проектируемого изделия;
* в шестом - выбор технологического оборудования применяемого для сборки печатных плат;
* в седьмом – выбор припоя и флюса применяемого при пайке;
* в восьмом – выбор жидкости для чистки ПП;
* в девятом – выбор материала защитного покрытия;
* в десятом приводится контроль печатной платы;
* в одиннадцатом отражены вопросы охраны труда
* заключение, в котором содержатся выводы;
* библиографический перечень;
* приложения.

 **2.2 Выбор темы**

Распределение и закрепление тем производит преподаватель. При закреплении темы соблюдается принцип: одна тема – один студент (Приложение 1).

При закреплении темы Вы можете высказать своё желание по выполнению работы по той или иной теме из предложенного списка. Документальное закрепление тем производится посредством внесения Вашей фамилии в утвержденный заместителем директора по учебной работе перечень тем курсовых проектов. Данный перечень тем курсовых проектов с конкретными фамилиями студентов хранится у преподавателя. Самостоятельно изменить тему Вы не можете.

**2.3 Получение индивидуального технического задания**

После выбора темы курсового проекта преподаватель выдает Вам индивидуальное задание установленной формы.

Техническое задание (ТЗ) на проектирование должно включать следующие исходные данные:

- наименование проектируемого изделия

- электрические и конструктивные или технологические параметры;

- тип аппаратуры, для которой предназначено изделие и условия эксплуатации;

- перечень вопросов, подлежащих разработке;

- перечень графического материла;

- рекомендуемый список литературы;

- сроки выдачи и окончания проектирования.

Обращаем внимание, что задание Вы должны получить не позднее, чем за 2 месяца до выполнения курсового проекта.

**2.4 Составление плана подготовки курсового проекта**

В самом начале работы очень важно с руководителем работы составить план выполнения курсового проекта (Приложение 2). При составлении плана Вы должны вместе с руководителем уточнить круг вопросов, подлежащих изучению и исследованию, структуру работы, сроки её выполнения, определить необходимую литературу. ОБЯЗАТЕЛЬНО составить рабочую версию содержания курсового проекта по разделам и подразделам.

Внимание! Во избежание проблем, при подготовке курсового проекта Вам необходимо всегда перед глазами иметь:

1. Календарный план выполнения курсового проекта.
2. График индивидуальных консультаций руководителя.

Запомните: своевременное выполнение каждого этапа курсового проекта - залог Вашей успешной защиты и гарантия допуска к итоговой аттестации по дисциплине*.*

**2.5 Подбор, изучение, анализ и обобщение материалов по выбранной теме**

 Прежде чем приступить к разработке содержания курсового проекта, очень важно изучить различные источники по заданной теме.

 Процесс изучения литературы требует внимательного и обстоятельного осмысления, конспектирования основных положений, необходимых фактов, что в результате превращается в обзор соответствующей книги, статьи или других публикаций.

От качества Вашей работы на данном этапе зависит качество работы по факту её завершения.

 Внимание! При изучении различных источников очень важно все их фиксировать сразу. В дальнейшем данные источники войдут у Вас в список используемой литературы.

**Практический совет**: создать в своем компьютере файл «Литература по КП» и постепенно туда вписывать исходные данные любого источника, который Вы изучали по теме курсового проекта. Чтобы не делать работу несколько раз, внимательно изучите требования к составлению списка источников и литературы (Приложение 4).

Итогом данной работы может стать необходимость отойти от первоначального плана, что, естественно, может не только изменить и уточнить структуру, но качественно обогатить содержание курсового проекта.

**2.6 Разработка содержания курсового проекта**

Курсовой проект состоит из текстовых (пояснительная записка) и графических конструкторских и технологических документов.

* + 1. **Содержание пояснительной записки**

Материал расчетно-пояснительной записки к курсового проекта выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-79*.* ГОСТ 2.106-68 и располагается в следующем порядке:

 -Титульный лист выполняется на листе плотной бумаги (ватмана, полуватмана) по формату А4 (ГОСТ 2.301-68) по принятой в колледже форме.

 - Бланк индивидуального задания.

 Содержание.

В содержании приводят наименования разделов и подразделов с указанием страниц записки.

 Введение

1. Принцип работы устройства по заданию

2 Конструктивно-технологический анализ изделия

2.1 Анализ сборочного состава

2.2 Оценка технологичности изделия

2.3 Оценка подготовленности изделия к автоматизированному

 производству

3 Разработка технологического процесса

3.1 Определение такта выпуска изделия

3.2 Определение штучного времени операций автоматизированной

 сборки и соответствующего ей типа производства

3.3 Определение штучного времени операций ручной сборки и

 соответствующего ей типа производства

3.4 Организация рабочих мест при автоматизированной и ручной

 сборках

4 Компановка устройства

4.1 Анализ конструкции печатной платы

4.2 Обоснование компоновки печатной платы

4.3 Выбор материала ПП

4.4 Технические требования к проектированию ПП

4.5 Минимальный диаметр контактной площадки

4.6 Расчёт габаритов ПП

4.7 Расчёт платы на вибропрочность

4.8 Расчёт на электромагнитную совместимость

5 Расчёт надёжности

6 Выбор технологического оборудования, применяемого для сборки

 печатных плат

6.1 Выбор оборудования для автоматизированной подготовки ЭРЭ

6.2 Выбор оборудования, применяемого для автоматизированной

 пайки ЭРЭ

7 Выбор припоя и флюса, применяемых для пайки

7.1 Выбор припоя

7.2 Выбор флюса

8 Выбор жидкости для чистки ПП

9 Выбор материала защитного покрытия

10 Контроль печатной платы

11 Охрана труда при производстве печатных плат

 Заключение

 Список литературы и интернет – ресурсов

 Приложения:

 – Схема электрическая принципиальная (фА4 или А3)

 – Перечень элементов

 – Чертеж печатной платы (фА4 или А3)

 – Сборочный чертёж печатного узла (фА4 или А3)

 – Спецификация

 Карты технологического процесса сборки платы

* + 1. **Разработка введения**

 В данном разделе определяются основные задачи курсового проектирования, проводится обзор методов проектирования радиоэлектронных устройств (РПУ) и систем.

* + 1. **Принцип работы устройства по заданию**

Описать принцип работы разрабатываемого устройства.

* + 1. **Конструктивно-технологический анализ изделия**

Необходимо описать конструкцию с точки зрения возможности использования для её сборки автоматических линий

 **Анализ сборочного состава**

При анализе элементной базы изучают:

- совместимость ИМС, ЭРЭ и ПМК по электрическим, конструктивным электромагнитным и другим параметрам, а так же по условиям экcплуатации;

- совместимость ЭРИ и ПМК по надежности;

- соответствие ЭРИ и ПМК условиям эксплуатации хранения транспортировки указанным в ТЗ.

Электрические, конструктивные и другие параметры и условия эксплуатации ЭРИ приводятся в справочной литературе на ЭА.

По результатам анализа элементной базы заполнить таблицу и сделать выводы по конструкции печатной платы или основания микросборки.

 **Оценка технологичности изделия**

 Оценка технологичности собираемого изделия базируется на ГОСТ 14 201-83, ГОСТ 14 204-73, ОСТВ 8476-69 и ОСТ4ГО.091.219.

 Стандарты предусматривают два метода оценки технологичности – систему относительных частных показателей, и комплексный показатель К, рассчитываемый по средневзвешенной величине относительных частных показателей с учётом коэффициентов φì, характеризующих их весовую значимость. Значения относительных частных показателей принимаются в пределах 0 < К < 1, при этом увеличение показателя соответствует более высокой технологичности.

Расчёт базового показателя технологичности проводится по формуле:

$$K=\frac{\sum\_{i=1}^{n}K\_{i} ∙ φ\_{i}}{\sum\_{i=1 }^{n} φ\_{i}}$$

Состав показателей технологичности для расчёта задаётся преподавателем.

(Приложение5)

 **Оценка подготовленности изделия к автоматизированному**

 **производству**

Сложность автоматизации сборки изделия оценивают по итоговому и среднему значению суммы балов и категорий сложности:

$ B= \frac{\sum\_{i=1}^{Z}b\_{i}∙ Z\_{i}}{Z}$*,*

$ K=\frac{\sum\_{i=1}^{Z}K\_{i}∙ Z\_{i}}{Z}, $

где $b\_{i}-$ сумма баллов *i*-ой детали (материального элемента); $K\_{i}-$ категория сложности *i-*ой детали; $Z-$ количество деталей (материальных элементов), входящих в изделие.

Воспользовавшись выражениями 8, 9, рассчитывают итоговое и среднее значения суммы баллов и категории сложности изделия используя данные классификатора кодов по баллам и категории сложности. ( Приложение 6)

На основании полученных результатов делается вывод.

**2.6.5 Разработка технологического процесса**

 **Определение такта выпуска изделия**

Такт выпуска рассчитывается по формуле:

 $R=\frac{F}{N}$

где $F- $действительный годовой фонд рабочего времени, ч; $N- $годовая программа выпуска изделия.

Действительный годовой фонд рабочего времени с учётом потерь времени на ремонт оборудования составляет:

 $F=K\_{п}∙F\_{н}$

где $K\_{п}- $ коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования: для неавтоматизированной сборки $ K\_{п}=0,98$, для автоматизированной $ K\_{п}=0,94$; $F\_{н}- $номинальный (календарный) годовой фонд рабочего времени, значение которого при режиме работы в одну смену, составляет: Fн=2080 часов.

Таким образом, действительный годовой фонд рабочего времени:

$F=0,98 ∙2080=2038 $(час) при ручной сборке,

$F=0,94 ∙2080=1955 $ (час) при автоматизированной сборке.

Такт выпуска изделия:

$R= \frac{F}{N}= \frac{2038∙60}{50000}=2,446$ (мин/шт.) при ручной сборке,

$R= \frac{F}{N}= \frac{1955∙60}{50000}=2,346$ (мин/шт.) при автоматизированной сборке.

 **Определение штучного времени операций автоматизированной и ручной сборки и соответствующего ей типа производства**

В курсовом проекте нормируются все операции технологического процесса. Норму штучного времени Тшт ( мин) на операцию изготовления ПП для всех типов производства определяют по следующей формуле

Тшт ( мин) = Топ (1+$\frac{ К1}{100}$ ) К2

где Топ*-* норма оперативного времени, мин ( справочная величина)

К1 – коэффициент, учитывающий время на организационно техническое обслуживание рабочего места, отдых т. п. (в зависимости от типа производства К1 = 1,14 -1,16)

К2 - коэффициент, учитывающий конструкторскую сложность ПП

 Малая К2 = 0,65 -1,15

 Средняя К2 = 0,75 -1,30

 Высокая К2= 0,9 -1,50

Норма оперативного времени Топ зависит от производительности оборудования и времени выполнения рабочих приёмов.

Оперативное время (Топ) можно определить исходя из производительности оборудования, применяемого на каждой операции технологического процесса (ТП).

Результаты расчетов сводят в таблицы

Таблица .. -Расчет оперативного времени операций автоматической сборки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № операции | Операция | tруч,мин | tмаш,мин | tоп,мин |
| 1 | Подготовка ПП: |  |  |  |
| *1.1* | *Распаковка ПП* |  |  |  |
| *1.2* | *Сушка ПП групповая в сушильном шкафу* |  |  |  |
| 2 | Подготовка ЭРЭ |  |  |  |
| 3 | Вклейка неполярных ЭРЭ (резисторов) |  |  |  |
| 4 | Вклейка полярных ЭРЭ (конденсаторов, диодов, транзисторов) |  |  |  |
| 5 | Переклейка ЭРЭ по заданной программе |  |  |  |
| 6 | Автоматическая установка ЭРЭ |  |  |  |
| 7 | Автоматическая установка ИС |  |  |  |
| 8 | Пайка волной припоя |  |  |  |
| 9 | Отмывка |  |  |  |
| 10 | Контроль |  |  |  |
|  **Итого:**  |  |  | **А** |

Таблица …- Расчёт оперативного времени операций ручной сборки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № операции | Операция | $$t\_{руч},$$мин | $$t\_{маш},$$мин | $$t\_{оп},$$мин |
| 1 | Подготовка ПП: |  |  |  |
| *1.1* | *Распаковка ПП* |  |  |  |
| *1.2* | *Сушка ПП групповая в сушильном шкафу* |  |  |  |
| 2 | Подготовка ЭРЭ |  |  |  |
| 3 | Ручная установка ЭРЭ |  |  |  |
| 4 | Пайка волной припоя  |  |  |  |
| 5 | Отмывка |  |  |  |
| 6 | Контроль |  |  |  |
| **Итого:** |  |  | **А** |

В итоге таблицы суммарное оперативное время $ t\_{оп}=А$ мин, тогда штучное время составит:

$ t\_{шт}=А∙0,75∙\left(1+\frac{7}{100}\right)=$(мин).

Среднее операционное время:

$ t\_{шт.ср}=\frac{t\_{шт}}{n}$,

где $n- $количество операций

Согласно ГОСТ 14.004-74 ЕСТПП тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операции:

$ K\_{зо}=\frac{R}{t\_{шт.ср}} $

где $R- $ такт выпуска изделия при автоматической или ручной сборке

$t\_{шт.ср}-$ среднее штучное время при автоматической или ручной сборке.

Получив коэффициент $K\_{зо}$ определяем к какому производству можно отнести рассматриваемый технологический процесс сборки

 **Организация рабочих мест при автоматизированной и ручной**

 **сборках**

 Количество работников на одном рабочем месте (операции) можно определить, исходя из трудоёмкости операции и ритма выпуска продукции:

$ m\_{i}=\frac{t\_{опi}}{R}$ (15)

где $t\_{опi}$ – трудоемкость 1-й операции (для автоматизированной или ручной сборки); R – ритм выпуска продукции (для автоматизированной: R=2,346 мин/шт.; для ручной сборки: R=2,446 мин/шт.).

Результаты расчёта для автоматизированной сборки сводим в таблицу №.

Таблица .№. - Количество рабочих на технологических операциях

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Операция | $$t\_{оп},$$мин | $$ m\_{i}=\frac{t\_{опi}}{R}$$ |
| 1 | Подготовка ПП (распаковка ПП, сушка ПП)  |  |  |
| 2 | Подготовка ЭРЭ |  |  |
| 3 | Вклейка неполярных ЭРЭ (резисторов) |  |  |
| 4 | Вклейка полярных ЭРЭ (конденсаторов, диодов, транзисторов)  |  |  |
| 5 | Переклейка ЭРЭ по заданной программе |  |  |
| 6 | Автоматическая установка ЭРЭ |  |  |
| 7 | Автоматическая установка ИС |  |  |
| 8 | Пайка волной припоя |  |  |
| 9 | Отмывка |  |  |
| 10 | Контроль |  |  |
|  | **Итог:** | **А** | **Б** |

Для выполнения основных операций технологического процесса автоматизированной сборки потребуется:

 $M=\sum\_{}^{}m\_{i}=Б≈$(чел.)

Результаты расчёта для ручной сборки сведены в таблицу №.

Таблица № – Количество рабочих на технологических операциях

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Операция | $$t\_{оп},$$мин | $$ m\_{i}=\frac{t\_{опi}}{R}$$ |
| 1 | Подготовка ПП (распаковка ПП, сушка ПП)  |  |  |
| 2 | Подготовка ЭРЭ |  |  |
| 3 | Ручная установка ЭРЭ |  |  |
| 4 | Пайка волной припоя |  |  |
| 5 | Отмывка |  |  |
| 6 | Контроль |  |  |
|  | **Итог:** | **А** | **Б** |

Для выполнения основных операций технологического процесса ручной сборки потребуется:

 $M=\sum\_{}^{}m\_{i}=Б≈$(чел.)

На основании расчётов делается вывод.

 **2.6.6 Компановка устройства**

 **Анализ конструкции печатной платы**

 Печатная плата является конструктивной основой типового элемента замены. На ней крепятся все необходимые элементы и детали, соединяемые между собой печатными проводниками.

При конструировании печатной платы определяются ее конфигурация и габаритные размеры, осуществляются рациональное размещение элементов и трассировка соединений между ними, разрабатывается конструкторская документация. При этом следует руководствоваться ГОСТ 10.317-79 «Печатные платы. Основные размеры», ГОСТ Р 53429-2009 «Платы печатные. Основные параметры конструкции». Чертежи на печатные платы должны выполняться по ГОСТ 2.417-78.

 **Выбор и обоснование**  **метода изготовления печатной платы**

 В зависимости от назначения и от возможности производства печатные платы выполняют односторонними, двусторонними или многослойными, на жестком или гибком основании.

Основные технологические принципы изготовления печатных плат:

- субстрактивный

- аддитивный

- комбинированный или полуаддитивный, сочетающий преимущества субстрактивного и аддитивного методов .

Выбрав тип конструкции и класс точности ПП, зная элементную базу конструктивную сложность, можно определить метод изготовления ПП.

В курсовом проекте выбирается метод изготовления печатной платы, который позволяет полностью автоматизировать процесс изготовления, обладает высокой производительностью и низкой себестоимостью.

 **Обоснование компоновки печатной платы**

Компоновка – это размещение в пространстве или на плоскости радиоэлементов, имеющих электрическое соединение в строгом соответствии с электрической принципиальной схемой.

Требования к компоновке:

1. Минимальное паразитное взаимодействие элементами схемы и отдельными частями схемы.
2. Паразитная ёмкость и паразитная индуктивность должны быть минимальны.
3. Удобство сборки, регулировки и настройки
4. Технологичность (возможность автоматической сборки)

На стадии проектирования печатной платы выполняют аналитическую компоновку. При аналитической компоновке определяют размеры печатной платы и основные конструктивные показатели. Для того, чтобы определить габаритные размеры печатной платы рассчитывают установочную площадь всех размещённых на печатной плате элементов.

Выбор размера печатной платы зависит от:

        шага координатной сетки,

        минимальной ширины печатных проводников,

        от размеров контактных площадок

        от расстояния между контактными площадками и печатными проводниками

Данные параметры зависят от способа изготовления печатной платы. Размеры зависят от сложности принципиальной схемы, количества размещаемых на ней элементов, удельного сопротивления печатных проводников и допустимой плотности тока в них

Вариант конструкции печатной платы, исходя из того, что изделие будет содержать одну плату прямоугольной формы, показан на рисунке 3.

 

Рисунок 3 – Конструкция печатной платы

*S1, S1’ – зоны крепления; S2, S2’ – зоны коммутации и контроля;*

*S3 - функциональная зона.*

Плата расположена в корпусе горизонтально и закреплена в 4-х точках винтами. Диаметр 3,5. Корпус изготовлен из ударопрочной пластмассы.

 **Выбор материала для изготовления печатных плат**

Создание современных радиоэлектронных приборных устройств неразрывно связано с разработкой и освоением новых материалов.

Материал основания ПП выбрать по ТУ на материалы конкретного вида и ГОСТ110316-78 с учетом электрических и физико-механических параметров ПП, климатических факторов и химически агрессивных сред в процессе производства и эксплуатации, обеспечения автоматизации процессе установки ЭРИ.

 Требования к материалу основания ПП определяются:

* условием эксплуатации
* электрическими механическими экономическими и другими требованиями к ПП
* типом ПП
* конструкцией ПП
* условием сборки и монтажа ячеек и др.

Основные требования:

 - хорошие электроизоляционные свойства;

 - высокая механическая прочность;

 - высокая термостойкость;

 - устойчивость к агрессивным технологическим средам;

 - хорошая обрабатываемость;

 - стабильность электрических и механических параметров ПП при климатических воздействиях;

 - низкая стоимость.

В качестве основания ПП применяют слоистые диэлектрики, с одной или двух сторон фольгированные медной фольгой или нефольгированные диэлектрики.

При выборе материала основания ПП необходимо обратить внимание на предполагаемое механическое воздействие ( вибрации, удары, линейные ускорения и т.п.) Класс точности ПП ( ширину проводников, расстояние между ними) реализуемые электрические функции и требования к электрическим параметрам , объект на котором устанавливается устройство и условия эксплуатации, быстродействие и прочее.

 **Технические требования к проектированию ПП**

Согласно ГОСТ Р 53429-2009 «Платы печатные. Основные параметры конструкции» установлены семь классов точности печатных плат в зависимости от совокупности применяемых размеров и предельных отклонений элементов конструкции. Классы точности и соответствующие им предельные отклонения элементов конструкции представлены в таблице№.

Таблица№ - Наименьшие номинальные размеры элементов проводящего рисунка печатных плат в зависимости от класса точности

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Наименьшие номинальные значения параметров для класса точности, мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Ширина проводника (t) | 0,75 | 0,45 | 0,25 | 0,15 | 0,10 | 0,075 | 0,050 |
| Расстояние между проводниками (S) | 0,75 | 0,45 | 0,25 | 0,15 | 0,10 | 0,075 | 0,050 |
| Гарантийный поясок контактной площадки (b) | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,025 | 0,020 | 0,015 |
| Отношение номинального диаметра металлизированного отверстия к толщине платы (γ) | 0,40 | 0,40 | 0,33 | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,10 |

Размеры каждой из сторон печатной платы должны быть кратными: 2,5 мм - при длине до 100 мм включительно.

 **Минимальный диаметр контактной площадки**

 Согласно ГОСТ Р 53429-2009 «Платы печатные. Основные параметры конструкции» (таблицы 1...4) при выборе 3-го класса точности ПП характеризуется следующими параметрами:

- минимальное значение ширины проводника t=0,25 мм;

- номинальное расстояние между проводниками S=0,25 мм;

- отношение номинального диаметра отверстия к толщине платы γ =0,33;

- предельное отклонение диаметра отверстия (при диаметре отверстия от 0,3 до 1,0 мм включительно) ∆d=±0,05 мм;

- допуск на ширину проводника ±0,10 мм;

- допуск на расположение осей отверстий (при размере большей стороны ПП до 180 мм включительно) ±0,08 мм.

Проводим расчёт диаметра контактной площадки для 3-го класса точности ПП. Расчёт осуществляется для каждого элемента в отдельности по формуле:



где d – номинальное значение диаметра отверстия, мм (для всех ЭРЭ диаметр отверстий равен 0,8 мм); b – гарантийный поясок, мм (0,10 мм

 **Расчёт габаритов ПП**

Для расчета габаритов ПП необходимо знать количество и габариты устанавливаемых ЭРЭ. Количество ЭРЭ установлено схемой устройства и представлено в спецификации. Габариты и массу ЭРЭ находим по справочникам для радиолюбителей.

Указанные данные сведены в таблицу №.

Таблица № – Некоторые характеристики и размеры ЭРЭ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типы элементов | Размеры, мм | Количество элементов, шт. |
| R |  |  |
| C…. |  |  |
| И другие |  |  |
| Итого |  |  |

1. Общая площадь, занимаемая элементами на плате, рассчитывается по формуле:

SЭЛ. = SR + SC +SVD +SVT + SDD  (мм2)

Площадь печатной платы рассчитывается по формуле:

 SПП. = *а · в*

2.Коэффициент заполнения печатной платы определяем по формуле:

 КЗАП = 

 **Расчёт платы на вибропрочность**

Так как при совпадении собственных частот печатной платы с частотами внешних возмущающих воздействий значительно увеличиваются нагрузки, то необходимо, чтобы собственная частота колебаний платы находилась вне спектра частот внешних воздействий.

Определение частот собственных колебаний ведется с учетом характера закрепления печатной платы в модуле. Печатная плата расположена в корпусе горизонтально и закреплена в 4-х точках. Схема закрепления показана на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема крепления платы

Данные для расчёта печатной платы

a (м) -длина платы

b (м) –ширина платы

h (м) – толщина платы

Материал платы – стеклотекстолит СФ1 – 35Г – 1,5

P = 1,83  - плотность стеклотекстолита

Е = 32 · 109  - модуль Юнга

ξ = 0,22 - Коэффициент Пуансона

1.Определяем соотношение длин сторон платы

Отношение длин сторон платы рассчитывается по формуле:

β = 

2 Коэффициент α зависит от способа крепления печатной платы

для плат закрепляющихся в 4-х точках:

Коэффициент α рассчитывается по формуле

α = g · ( 1 + β2  )

α = 9,87 · ( 1 + β 2)

3 Определяем цилиндрическую жесткость пластины

Цилиндрическая жесткость пластины рассчитывается по формуле

D = 

4 Определим массу элементов на плате

Типы и массы элементов приведены в таблице №

Таблица № – Типы и масса элементов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип элементов | Масса одного элемента (г) | Количество элементов | Общая масса (г) |
| R |  |  |  |
| C…. |  |  |  |
| И другие |  |  |  |
| Итого |  |  |  MЭЛ |

Общая масса элементов на плате рассчитывается по формуле:

MЭЛ = МR + МC +МVD +МVT + МDD

 MЭЛ = МR + МC +МVD +МVT + МDD (кг)

Масса пластины печатной платы рассчитывается по формуле :

 МПП = р· а· b· h МПП = 1,83 · а· b· h (кг)

5 Определим приведенную площади массу элементов

Приведенная площади масса элементов рассчитывается по формуле:

 М = 

6 Рассчитаем частоту основного тона колебаний f, кГц, по формуле

 *f*

 *f*  (кГц)

7 Определяем допустимую стрелу прогиба

Допустимая стрела прогибарассчитывается по формуле

 δр = δдоп · ( а2 )

где **а** – длина большой стороны платы

где δдоп = 0,01 согласно ГОСТ10.317-79.

7 Определяем реальный прогиб печатной платы

q = 

 где g =9,8

Рассчитав распределение нагрузки q, можем рассчитать реальный прогиб печатной платы

δ максимум рассчитывается по формуле:

 δмакс = К·

где b – величина малой стороны платы

где К - коэффициент зависящий от крепления печатной платы и равный

К = 0,084 для 4-х точечного крепления.

Если δр >δmax, то печатная плата выдержит выбранную перегрузку.

 **Расчёт на электромагнитную совместимость**

Для оценки электромагнитной устойчивости проектируемого изделия проверяют емкостную и индуктивную составляющие от паразитной связи, которые зависят соответственно от паразитной емкости между печатными проводниками и от паразитной взаимной индуктивности между ними .

Паразитная емкость С, пФ, между 2 печатными проводниками определяется по формуле

С = Спог. · l1,

где Спог = Кп ·  – погонная емкость между 2 проводниками;

 l1 – длина взаимного перекрытия проводников.

ξ’ = ,

где εп – диэлектрическая проницаемость печатной платы ( = 4.5);

 ξb – диэлектрическая проницаемость воздуха (=1).

ξ’ = 

Коэффициент пропорциональности определяем по графику, приведенному на рисунке 5.

Для плат выполненных по 3 классу точности, толщина проводников при комбинированном позитивном методе изготовления 60 мкм, а толщина будет равна S1 =1,5 мм, то Кп будет равно 0,05пф/см.

****

Рисунок 5 – График зависимости параметров ОСТ4.Г0.10.009

Рассчитаем

 Погонная емкость между двумя проводниками Спог , пФ, по формуле

Спог = Кп ·  = 0,05 · 2,75 = 0,1375 пФ/см;

При длине взаимного перекрытия проводников l1 = 2 см рассчитаем паразитную ёмкость по формуле

С = Спог · l1 = 0,1375 · 2 = 0,275 пФ

Паразитная взаимоиндукция между печатными проводниками М, нГн, определяется по формуле:

М = ,

где t1 – ширина печатного проводника ( см);

 S – расстояние между проводниками ( см).

Определим индуктивность печатных проводников L, мкГн, по формуле

L = Lпог ·

Lпог – погонная индуктивность, определяется по графику изображенному на рисунке 20.

 Для печатного проводника шириной 0,2 мм погонная индуктивность печатного проводника составит Lпог = 0,0168 мкГн/см

В результате индуктивность печатного проводника составит:

L = 0,0168·2 = 0,033 мкГн

Резонансная частота контура, образуемая паразитными связями,  рассчитывается по формуле

 

Полученная частота контура лежит вне диапазона рабочих частот проектируемого устройства.

**2.6.7 Расчёт надежности**

 При расчёте надежности определить интенсивность отказа λ ( t ),

среднюю наработку на отказ (Тср), вероятность безотказной работы в течение заданного времени Р(t) и сделать вывод о степени надежности ФУ.

Расчет интенсивности отказов проводиться по формуле:

λ ОБЩ = ,

где λi – интенсивность отказов i элемента

Ni – количество этих элементов

м – количество элементов

Проведем расчет интенсивности отказов проектируемого устройства, с учетом того, что коэффициент нагрузки входит в интенсивность отказов каждого радиоэлемента, значения вносим в таблицу№.

Таблица№ – Интенсивность отказа радиоэлементов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование радиоэлемента | Интенсивность отказов λi (13·10-6 1/час) | Количество элементов Ni | Интенсивность отказов общее по каждой группе элементов λi общ |
| R |  |  |  |
| C…. |  |  |  |
| И другие |  |  |  |
|  Итого:  |

Интенсивность отказов устройства в целом

 λ ОБЩ =  (1/час)

Вероятность безотказной работы устройства рссчитывается по формуле

 Р( t ) = е

Вероятность безотказной работы устройства Р(t) и Q(t) рассчитывается для промежутка времени t,

где t, выбирается из ряда 1000, 2000, 4000, 16000 часов или другого.

Средняя наработка на отказ определяется из соотношения

 Тср =  (час)

 Определяем вероятность отказа устройства для выбранного промежутка времени и строим график зависимости вероятности отказов от времени.

**2.6.8 Выбор технологического оборудования, применяемого для сборки**

 **печатных плат**

 Выбор производится согласно ГОСТ 14.304-73. Выбор должен быть основан на анализе затрат на реализацию технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном количестве изделий. Анализ предусматривает сравнение оборудования отвечающего одинаковыми требованиями, для этого используется метод весовых параметров сравниваемых типов. Ранжируются параметры с учетом их важности и значимости. По наибольшей суммарной взвешенной оценке выбирают лучший тип оборудования.( *Приложение 7)*

 **2.6.9 Выбор припоя и флюса, применяемых для пайки**

 **Выбор флюса**

При пайке как ручной, так и автоматической применяют припои и флюсы. Выбор конкретных марок и составов припоев и флюсов осуществляется в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ4 ГО 033200 «Припои и флюсы для пайки». Марки, состав, свойства и область применения.

 Флюсы для пайки электронных изделий относятся к смолосодержащим и смолонесодержащим .

 Основу смолосодержащих флюсов составляет канифоль. Органические кислоты ( Салициловая, молочная, стеариновая, лимонная, муравьиная и т.д.) могут быть использованы только для подготовки поверхности к пайке однако в силу их большой активности они тщательной промывки изделий после пайки. Эти кислоты чаще всего используются в качестве активаторов и добавок к флюсам на основе канифоли.

***Использование активных флюсов для монтажной пайки категорически запрещено!***

 **Выбор припоя**

Низкотемпературные припои предназначены для выполнения технологического процесса (ТП) горячего лужения и пайки цветных металлов и металлизированных или металлических и неметаллических материалов .

 Для электрических соединений наиболее широко используют сплавы олово- свинец с содержанием компонентов от 60-40 до 30-70 масс %, а так же

cеребросодержащие, индиевые, висмутовые, кадмиево-цинковые, оловянно- серебряные.

Критерием выбора припоя является максимально допустимая температура пайки и технологические возможности предприятия, смачиваемость, прочность, стоимость.

 Состав припоя можно найти в справочниках, стандартах, каталогах фирм-поставщиков и литературе.

 **2.6.10** **Выбор жидкости для чистки ПП**

Жидкости предназначены для отмывки изделий от флюсов после пайки. При выборе очистной жидкости необходимо учитывать остаток, растворяющую способность, время и условие отмывки, влияние на элементы конструкции, токсичность и пожароопасность.

Водорастворимые флюсы отмываются в проточной холодной и горячей воде с использованием мягких щеток. Канифольные флюсы в процессе индивидуальной пайки промывают этиловым спиртом; при групповой пайке применяют ультразвуковую очистку щетками со спирто-бензиновой смесью; в трихлорэтане или хлористом метилене.

Выбранный припой ПОС–61 по ГОСТ 21 931–76 легко удаляется спиртом или спиртовой смесью, горячей водой, не обладает коррозионными свойствами, что особенно важно при длительной эксплуатации изделия.

В качестве очистной жидкости выбираем этиловый спирт.

 **2.6.11 Выбор материала защитного покрытия**

Для защиты поверхности ПП от загрязнений, особенно эксплуатационных при неблагоприятных климатических условиях и агрессивных средах применяютя органические защитные покрытия лаком Ур-231-ТУ, 3410 ТУ51н35-58, АК-546 ТУ316-156-050-11907-98, спреем «Фторел» изготовленного на основе фторопласта Ф-32Л.

Общие требования к лаковым покрытиям:

 - покрытие должно быть плотнымоднородным, без посторонних включений

 - покрытие должно обладать хорошими диэлектрическими свойствами и электрическими свойствами

 - лаковые плёнки должны быть влагостойкими

Второе предназначение лаковых покрытий – дополнительно удерживать элементы ПП частично разгружая паяные соединения.

 **2.6.12** **Контроль печатной платы**

Технический процесс изготовления печатных плат состоит из большого числа взаимосвязанных операций, при выполнении которых возникают неучтенные и труднопредсказуемые возмущения приводящие к отклонению выходных параметров от номинальных

Контроль и испытание печатных плат предназначены для определения качества изготавливаемых изделий, по которым понимают степень их соответствия требованиям чертежа, техническим условиям, отраслевых и государственных стандартов.

На повышения качества влияет:

1. Входной контроль исходных материалов.
2. Строгое соблюдение режима и последовательности операций процесса производства.
3. Использование автоматизированного технологического оборудования со встроенными средствами активного контроля.
4. Проведение испытаний
5. Организация системы управления качеством

 Входному контролю подвергается каждая партия, поступающая на производство диэлектрика, фоторезиста, трафаретной печатной краски. Особое внимание уделяется технологическим свойствам материала.

Операционный контроль качества производиться более ответственно из – за технологических операций, тщательно проверяется качество фотошаблонов, сетчатых трафаретов, монтажных отверстий межслойных соединений МПП.

Высокая надежность операционного контроля сводит число дефектных изделий на минимум при выходном контроле.

Основными видами выходного контроля печатных плат являются:

1. Контроль внешнего вида.
2. Инструментальный контроль геометрических параметров и степени точности выполнения отдельных элементов.
3. Определение целостности токопроводящей цепи, сопротивления изоляции.

При проведении контроля печатных плат могут быть выявлены такие дефекты как : отслоение элементов печатного монтажа, выход отверстий за пределы контактных площадок, вздутие, коробление, короткое замыкание между элементами печатного монтажа, разрыв токопроводящих цепей.

Для контроля печатных плат используют специальное оборудование, например геометрические характеристики печатных плат –толщина , диаметр отверстий, расстояние между их центрами, величина их коробления, габаритные размеры, Смещения отверстий контролируются с помощью стандартных инструментов, таких как КПП – 1 (РФ), VS/4 (Великобритания).

 **2.6.13** **Охрана труда при производстве печатных плат**

**2.6.14. Разработка заключения**

Обращаем Ваше внимание, что по окончанию исследования подводятся итоги по теме. Заключение носит форму синтеза полученных в работе результатов. Его основное назначение - резюмировать содержание работы, подвести итоги проведенного исследования. В заключении излагаются полученные выводы и их соотношение с целью исследования, конкретными задачами, сформулированными во введении.

**2.6.15. Составление списка источников и литературы**

В список источников и литературы включаются источники, изученные Вами в процессе подготовки работы, в т.ч. те, на которые Вы ссылаетесь в тексте курсовой работы.

Внимание! Список используемой литературы оформляется в соответствии с правилами, предусмотренными государственными стандартами (Приложение 4).

Список используемой литературы должен содержать 20 – 25 источников (не менее 10 книг и 10-15 материалов периодической печати), с которыми работал автор курсовой работы/ проекта.

Список используемой литературы включает в себя:

* нормативные правовые акты;
* научную литературу и материалы периодической печати;
* практические материалы.

Источники размещаются в алфавитном порядке. Для всей литературы применяется сквозная нумерация.

При ссылке на литературу в тексте курсовой работы/поекте следует записывать не название книги (статьи), а присвоенный ей в указателе “Список литературы” порядковый номер в квадратных скобках. Ссылки на литературу нумеруются по ходу появления их в тексте записки. Применяется сквозная нумерация.

**3. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**3.1 Оформление текстового материала**

Текстовая часть проекта должна быть представлена в компьютерном варианте на бумаге формата А4. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, полуторный интервал, выравнивание по ширине Страницы должны иметь поля (рекомендуемые): нижнее – 2,5; верхнее – 2; левое – 3; правое – 1,5. Объем курсовой работы/проекта 45-50 страниц, дипломной работы/проекта должен составлять 80 –100 страниц. Все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится на середине листа нижнего поля.

Обязательные элементы курсовой работы (**ВВЕДЕНИЕ,СОДЕРЖАНИЕ,**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,**

**ПРИЛОЖЕНИЕ**) печатаются по середине строки заглавными буквами.

Весь текст работы должен быть разбит на составные части. Разбивка текста производится делением его на разделы (главы) и подразделы (параграфы). В содержании работы не должно быть совпадения формулировок названия одной из составных частей с названием самой работы, а также совпадения названий глав и параграфов. Названия разделов (глав) и подразделов (параграфов) должны отражать их основное содержание и раскрывать тему работы.

При делении работы на разделы (главы) (согласно ГОСТ 2.105-95) их обозначают порядковыми номерами – арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа.При необходимости подразделы (параграфы) могут делиться на пункты. ***Номер пункта*** должен состоять из номеров раздела (главы), подраздела (параграфа) и пункта, разделённых точками. В конце номера раздела (подраздела), пункта (подпункта) точку не ставят.

Если раздел (глава) или подраздел (параграф) состоит из одного пункта, он также нумеруется. Пункты при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например*: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3* и т. д.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Разделы (главы), подразделы (параграфы) должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Наименование разделов (глав) должно быть кратким и записываться в виде заголовков (в красную строку) жирным шрифтом, без подчеркивания и без точки в конце. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов (глав), подразделов (параграфов), пунктов.

Нумерация страниц основного текста и приложений, входящих в состав работы, должна быть сквозная.

В основной части работы должны присутствовать таблицы, схемы, графики с соответствующими ссылками и комментариями.

В работе должны применяться научные и специальные термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в специальной и научной литературе. Если принята специфическая терминология, то перед списком литературы должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями. Перечень включают в содержание работы (Приложение №).

## Оформление иллюстраций

Все иллюстрации, помещаемые в работу, должны быть тщательно подобраны, ясно и четко выполнены. Рисунки и диаграммы должны иметь прямое отношение к тексту, без лишних изображений и данных, которые нигде не поясняются. Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует размещать как можно ближе к соответствующим частям текста. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте работы/проекта. Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Ссылки на иллюстрации разрешается помещать в скобках в соответствующем месте текста, без указания *см.* (смотри). Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации записывают, сокращенным словом *смотри*, например, *см. рисунок 3.*

Размещаемые в тексте иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами, например: *Рисунок 1, Рисунок 2* и т.д. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела (главы). В этом случае номер иллюстрации должен состоять из номера раздела (главы) и порядкового номера иллюстрации, например *Рисунок 1.1.*

Надписи, загромождающие рисунок, чертеж или схему, необходимо помещать в тексте или под иллюстрацией.

* 1. **Оформление приложений**

В приложениях курсового проекта помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

* графики, диаграммы;
* таблицы большого формата,
* статистические данные;
* фотографии,
* процессуальные (технические) документы и/или их фрагменты и т.д.

Приложения оформляют как продолжение основного на последующих ее листах или в виде самостоятельного документа.

В основном тексте на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в последовательности ссылок на них в тексте. Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием наверху страницы слова *Приложение*  и номера.

Приложения обозначают арабскими цифрами, за исключением цифры 0. Допускается обозначение приложений римскими цифрами.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы отдельной строкой.

**Оформление конструкторской документации**

Состав графической части обусловлен заданием на курсовое проектирование.

**Оформление технологической документации**

В качестве технологической документации составляются маршрутные или маршрутно – операционная карта сборки модуля первого уровня согласно ГОСТ 3.1118-82.

**ВНИМАНИЕ!** Выполненный курсовой проект сдается её руководителю на проверку за 3-5 дней до начала защиты.

Перед сдачей студенты должны проверить соблюдение всех необходимых требований по её содержанию и оформлению. Несоблюдение требований может повлиять на оценку или курсовой проект может быть возвращён для доработки или повторного выполнения.

**Письменный отзыв** должен включать *(Приложение)*:

* Заключение о соответствии курсового проекта заявленной теме.
* Оценку качества выполнения курсовой работы.
* Оценку полноты разработки поставленных вопросов.
* Заключение о соответствии курсового проекта.
* Оценка полноты разработки поставленных вопросов, теоретической и практической значимости курсового проекта.
* Положительное в курсовом проекте.
* Перечень основных недостатков.
* Оценка курсового проекта.

Основными **недостатками**, которые служат основанием для возврата студентам курсового проекта на доработку, являются:

* отсутствие какой – либо составной части работы;
* неправильное оформление работы, небрежность, наличие множества непринятых слов, грамматические и стилистические ошибки;
* использование устаревшего материала учебников;
* нарушение требований нормативно- технической документации.

Проверку, составление письменного отзыва и прием курсового

проекта осуществляет преподаватель дисциплины вне расписания учебных занятий.

1. **ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект, выполненный с соблюдением рекомендуемых требований, оценивается и допускается к защите. Защита должна производиться до начала экзамена по дисциплине.

Процедура защиты курсового проекта включает в себя:

* выступление студента по теме и результатам работы (5-8 мин),
* ответы на вопросы членов комиссии, в которую входят преподаватели дисциплин профессионального цикла

Также в состав комиссии могут входить: методист, мастера производственного обучения. На защиту могут быть приглашены преподаватели и студенты других специальностей.

При подготовке к защите Вам необходимо:

* внимательно прочитать содержание отзыва руководителя работы,
* внести необходимые поправки, сделать необходимые дополнения и/или изменения;
* обоснованно и доказательно раскрыть сущность темы курсового проекта;
* обстоятельно ответить на вопросы членов комиссии.

ПОМНИТЕ, что окончательная оценка за курсовой проект выставляется комиссией после защиты.

Работа оценивается дифференцированно с учетом качества ее выполнения, содержательности Вашего выступления и ответов на вопросы во время защиты.

Результаты защиты оцениваются по четырех балльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Положительная оценка по той дисциплине, по которой предусматривается курсовой проект, выставляется только при условии успешной сдачи курсового проекта на оценку не ниже «удовлетворительно».

Если Вы получили неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, то не допускаетесь к квалификационному экзамену по профессиональному модулю. Также по решению комиссии Вам может быть предоставлено право доработки работы в установленные комиссией сроки и повторной защиты.

К защите курсового проекта предъявляются следующие требования:

1. Глубокая теоретическая проработка исследуемых проблем на основе анализа литературы.
2. Умелая систематизация цифровых данных в виде формул, расчетов, таблиц и графиков с необходимым анализом, обобщением и выявлением тенденций развития исследуемых явлений и процессов.
3. Критический подход к изучаемым фактическим материалам с целью поиска направлений совершенствования деятельности.
4. Аргументированность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций.
5. Логически последовательное и самостоятельное изложение материала.
6. Оформление материала в соответствии с установленными требованиями.
7. Обязательное наличие на курсовой проект отзыва руководителя.

Для выступления на защите необходимо заранее подготовить и согласовать с руководителем тезисы доклада и иллюстративный материал.

При составлении тезисов необходимо учитывать ориентировочное время доклада на защите, которое составляет *8-10 минут*. Доклад целесообразно строить не путем изложения содержания работы по главам, а *по задачам*, то есть, раскрывая логику получения значимых результатов. В докладе обязательно должно присутствовать обращение к иллюстративному материалу, который будет использоваться в ходе защиты работы. Объем доклада должен составлять 7-8 страниц текста в формате Word, размер шрифта 14, полуторный интервал. Рекомендуемая структура доклада приведена в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Структура доклада  | Объем | Время |
| 1.  | Представление темы работы | До 1,5 страниц | До 2 минут |
| 2. | Актуальность темы |
| 3. | Цель работы |
| 4.  | Постановка задачи, результаты ее решения и сделанные выводы (по каждой из задач, которые были поставлены для достижения цели курсового проекта)  | До 6 страниц | До 7 минут |
| 5. | Перспективы и направления дальнейшего исследования данной темы | До 0,5 страницы | До 1 минуты |

В случае неявки на защиту по уважительной причине, Вам будет предоставлено право на защиту в другое время

В случае неявки на защиту по неуважительной причине Вы получаете неудовлетворительную оценку.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

*Пример оформления перечня тем курсовых проектов*

**Примерный перечень тем курсовых проектов**

**по ПМ.02 «Производство радиоэлектронных приборных устройств и систем».**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Разработка технологического процесса сборки платы узла системы дистанционного управления.  |
| 2 | Разработка технологического процесса сборки платы автономного охранного устройства.  |
| 3 | Разработка технологического процесса сборки платы блокиратора телефона. |
| 4 | Разработка технологического процесса сборки платы дешифратора кодовой последовательности. |
| 5 | Разработка технологического процесса сборки платы таймера ограничителя времени. |
| 6 | Разработка технологического процесса сборки платы реле времени. |
| 7 | Разработка технологического процесса сборки платы шифратора телефонных сообщений. |
| 8 | Разработка технологического процесса сборки платы регулятора мощности. |
| 9 | Разработка технологического процесса сборки платы пиротехнического стабилизатора напряжения в охранной системе. |
| 10 | Разработка технологического процесса сборки платы счётчика времени звучания. |
| 11 | Разработка технологического процесса сборки платы охранного устройства.  |
| 12 | Разработка технологического процесса сборки платы стабилизатора напряжения с защитой по току.  |
| 13 | Разработка технологического процесса сборки платы логического устройства.  |
| 14 | Разработка технологического процесса сборки платы инфракрасного датчика движения. |
| 15 | Разработка технологического процесса сборки платы « Сигнальное устройство». |
| 16 | Разработка технологического процесса сборки платы акустического сигнализатора.  |
| 17 | Разработка технологического процесса сборки платы устройства для предотвращения прослушивания.  |
| 18 | Разработка технологического процесса сборки платы « Электронный квартирный звонок». |
| 19 | Разработка технологического процесса сборки платы селектора импульсов. |
| 20 | Разработка технологического процесса сборки платы варианта защищенного фотореле. |
| 21 | Разработка технологического процесса сборки платы сигнализатора опасных газов. |
| 22 | Разработка технологического процесса сборки платы инвертора – замедлителя вращения трехфазного электродвигателя. |

 **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

*Форма календарного плана выполнения курсового проекта*

**ГБПОУ «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙКОЛЛЕДЖ»**

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения курсового проекта

Студентом\_\_\_ курса \_\_\_\_\_\_\_группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 ФИО

По теме \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  №Этапаработы |  Содержание этапов работы | Плановый срок выполнения этапа | Планируемый объем выполненияЭтапа % | Отметкаовыполнении |
|  |  |  |  |  |

Студент *подпись* И.О. Фамилия

00.00.0000 г.

Руководитель  *подпись*  И.О. Фамилия

00.00.0000 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**Разработка введения и примеры анализа**

 **курсового проекта**

**«Производство радиоэлектронных приборных устройств и систем».**

**Составляя план, рассуждаем следующим образом:**

**Введение,** в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы.

Например:

**Основная часть,** *которая обычно состоит из двух разделов.*

…Обращаясь к цветовой подаче, отмечаем, что черно-белой гамме этой

 **Заключение*,*** *излагаются полученные выводы и их соотношение с целью работы.*

 **ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

**Требования по оформлению списка источников и литературы**

**Книга с указанием одного, двух и трех авторов**

Фамилия, И.О. одного автора (или первого) Название книги: сведения относящиеся к заглавию (то есть сборник, руководство, монография, учебник и т.д.) / И.О. Фамилия одного (или первого), второго, третьего авторов; сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Сведения о переиздании (например: 4-е изд., доп. и перераб.). – Место издания: Издательство, год издания. – количество страниц.

***Пример:***

1. Краснов А. Ф. Ортопедия в задачах и алгоритмах / А. Ф. Краснов, К. А. Иванова, А. Н. Краснов. – М. : Медицина, 1995. – 23 с.
2. Нелюбович Я. Острые заболевания органов брюшной полости : сборник : пер. с англ. / Я. Нелюбович, Л. Менткевича; под ред. Н. К. Галанкина. - М. : Медицина, 1961. - 378 с.

**Книги, имеющие более трех авторов**

**Коллективные монографии**

Название книги: сведения относящиеся к заглавию / И.О. Фамилия одного автора с добавлением слов [и др.] ; сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Сведения о произведении (например: 4-е изд., доп. и перераб.). - Место издания: Издательство, год издания. – Количество страниц.

***Пример:***

1. Гигиена малых и средних городов / А.В. Иванов [и др.]. – 4-е изд., доп. - Киев: Здоров'я, 1976. - 144 с.

**Сборник статей, официальных материалов**

***Пример:***

1. Социальные льготы: сборник / сост. В. Зинин. – М. : Соц. защита, 2000. – Ч.1. – 106 с.
2. Оценка методов лечения психических расстройств : доклад ВОЗ по лечению психических расстройств. - М. : Медицина, 1993. - 102 с.

**Многотомное издание. Том из многотомного издания**

***Пример:***

* 1. Толковый словарь русского языка: в 4 т. / под ред. Д.Н. Ушакова. – М. : Астрель, 2000. – 4 т.
	2. Регионы России : в 2 т. / отв. ред. В.И. Галицин. – М. : Госкомстат, 2000. – Т.1. – 87 с.

**Материалы конференций, совещаний, семинаров**

Заглавие книги : сведения о конференции, дата и год проведения / Наименование учреждения или организации (если название конференции без указания организации или учреждения является неполным); сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Город: Издательство, год издания. – Количество страниц.

***Пример:***

1. Международная коммуникация : тез. докл. И сообщ. Сиб.-фр. Семинар (Иркутск, 15-17 сент. 1993 г.). – Иркутск : ИГПИИЯ, 1993. – 158 с.

**Патентные документы**

Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О. Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца ; Наименование учреждения-заявителя. – Регистрационный номер заявки ; Дата подачи ; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

***Пример:***

1. Пат. № 2131699, российская Федерация, МПК А61 В 5/117. Способ обнаружения диатомовых водорослей в крови утонувших / О.М. Кожова, Г.И. Клобанова, П.А. Кокорин ; заявитель и патентообладатель Науч.-исслед. Ин-т биологии при Иркут. Ун-те. - № 95100387 ; заявл. 11.01.95 ; опубл. 20.06.99, Бюл. №17. – 3 с.

**СТАТЬИ**

**…из книг (сборников)**

Фамилия И.О. одного автора (или первого). Заглавие статьи : сведения, относящиеся к заглавию / И.О. Фамилия одного (или первого), второго и третьего авторов // Заглавие документа : сведения относящиеся к заглавию/ сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Место издания, год издания. – Первая и последняя страницы статьи.

***Пример:***

1. Кундзык Н.Л. Открытые переломы костей кисти / Н.Л. Кундзык // Медицина завтрашнего дня : конф. – Чита, 2003. – С.16-27.

***Если авторов более трех…***

Заглавие статьи / И.О. Фамилия первого автора [и др.] // Заглавие документа : сведения относящиеся к заглавию/ сведения о редакторе, составителе, переводчике. – Место издания, год издания. – Первая и последняя страницы статьи.

***Пример:***

1. Эпидемиология инсульта / А.В. Лыков [и др.] // Медицина завтрашнего дня : материалы конф. – Чита, 2003. – С.21-24.

**…из журналов**

При описании статей из журналов приводятся автор статьи, название статьи, затем ставятся две косые черты (//), название журнала, через точку-тире (.–) год, номер журнала честь, том, выпуск, страницы, на которых помещена статья. При указании года издания, номера журнала используют арабские цифры.

***Если один автор:***

***Пример:***

1. Трифонова И.В. Вариативность социальной интерпретации феномена старения // Клиническая геронтология. – 2010. – Т.16, № 9-10. – С.84-85.

***Если 2-3 автора:***

***Пример:***

1. Шогенов А.Г. Медико-психологический мониторинг / А.Г. Шогенов, А.М. Муртазов, А.А. Эльгаров // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. - №9. – С.7-13

***Если авторов более трех:***

***Пример:***

1. Особенности эндокринно-метаболического профиля / Я.И. Бичкаев [и др.] // Клиническая медицина. – 2010. - №5ю – С.6-13.

**Описание электронных ресурсов**

**Твердый носитель**

Фамилия И.О. автора (если указаны). Заглавие (название) издания [Электронный ресурс]. – Место издания : Издательство, год издания. – Сведения о носителе (CD-Rom,DVD-Rom)

***Пример:***

1. Медицина: лекции для студентов. 4 курс [Электронный ресурс]. – М., 2005. – Электрон. опт. диск (CD-Rom).

**Сетевой электронный ресурс**

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса [Электронный ресурс]. – Место издания: Издательство, год издания (если указаны). – адрес локального сетевого ресурса (дата просмотра сайта или последняя модификация документа).

***Пример:***

1. Шкловский И. Разум, жизнь, вселенная [Электронный ресурс] / И. Шкловский. – М.: Янус, 1996. – Режим доступа: http: // [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) (21 сент. 2009).

**Наиболее часто употребляемые сокращения слов и словосочетаний**

**в библиографическом описании документов**

**В названии места издания:**

Москва - М.

Санкт – Петербург – СПб.

Ростов-на-Дону – Ростов н/Д.

Ленинград – Л.

Название других городов приводится полностью.

**В продолжающихся и сериальных изданиях:**

Труды-Тр.

Известия – Изв.

Серия – Сер.

Том – Т.

Часть-Ч.

Выпуск – Вып.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

*Пример оформления списка источников и литературы*

**Список источников и литературы и интернет**

1. ГОСТ 29137-91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатную плату. Общие требования и нормы конструирования.

2. ГОСТ Р МЭК 61192-1-4-2010 Печатные узлы. Требования к качеству.

3. ГОСТ Р МЭК 61191-1-3 Печатные узлы. Технические требования.

4. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкций.

5. ГОСТ Р 51040-97 Печатные платы. Шаги координатной сетки.

6.ГОСТ 53386-2009 Платы печатные. Термины и определения.

7. ГОСТ 2.417-91 ЕСКД. Правила выполнения чертежей.

8. ЕСТД Единая система технологической документации.

9**.** ОСТ45.010.030-92 Электронные модули первого уровня РЭС. Установка изделий электронной техники на печатные платы. Технические требования. Конструкция и размеры.

10. Ланин В.Л. Технология сборки, монтажа и контроля в производстве электронной аппаратуры/ Бел. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники. –

Минск.: Инпредо, 1997. – 64 с.

11.Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в системе P-CAD 2001. Учебное пособие для практических занятий.- Нижний Новгород: НГТУ, 2002.-190 стр.

12. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. М.: Техносфера, 2007.

13. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005.– 560 с.

14. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы.– М: Техносфера, 2005. – 304 с. ISBN 5–94836-026-1.

15. Медведев А.М. Технология производства печатных плат.– М: Техносфера, 2005. – 360 с. ISBN 5–94836-052-0.

16. Медведев А. М. Бессвинцовые технологии монтажной пайки. Что нас ожидает? Электронные компоненты.-М: Техносфера,2004. №11. с. 29 – 34.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

*Форма титульного листа курсового проекта*

**Министерство образования и науки РФ**

**ГБПОУ «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

**НАЗВАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

ПМ. 02. Производство радиоэлектронных приборных устройств и систем

200111 « Радиоэлектронные приборные устройства

Студент *подпись* И.О. Фамилия

00.00.0000 г.

Оценка выполнения и защиты курсового проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель  *подпись*  И.О. Фамилия

00.00.0000 г.

 Самара , год

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7**

 *Пример оформления содержания курсового проекта*

 **СОДЕРЖАНИЕ**

 Введение 4

1. Принцип работы устройства по заданию

2 Конструктивно-технологический анализ изделия 8

2.1 Анализ сборочного состава 8

2.2 Оценка технологичности изделия 9

2.3 Оценка подготовленности изделия к автоматизированному 12

 производству

3 Разработка технологического процесса 14

3.1 Определение такта выпуска изделия 16

3.2 Определение штучного времени операций автоматизированной 16

 сборки и соответствующего ей типа производства

3.3 Определение штучного времени операций ручной сборки и 25

 соответствующего ей типа производства

3.4 Организация рабочих мест при автоматизированной и ручной 27

 сборках

4 Компановка устройства 30

4.1 Анализ конструкции печатной платы 30

4.2 Обоснование компоновки печатной платы 33

4.3 Выбор материала ПП 35

4.4 Технические требования к проектированию ПП 36

4.5 Минимальный диаметр контактной площадки 37

4.6 Расчёт габаритов ПП 38

4.7 Расчёт платы на вибропрочность 39

4.8 Расчёт на электромагнитную совместимость 43

5 Расчёт надёжности 46

6 Выбор технологического оборудования, применяемого для сборки 50

 печатных плат

6.1 Выбор оборудования для автоматизированной подготовки ЭРЭ 50

6.2 Выбор оборудования, применяемого для автоматизированной 51

 пайки ЭРЭ

7 Выбор припоя и флюса, применяемых для пайки 52

7.1 Выбор припоя 52

7.2 Выбор флюса 53

8 Выбор жидкости для чистки ПП 55

9 Выбор материала защитного покрытия 57

10 Контроль печатной платы 58

 Заключение 60

 Список литературы и интернет – ресурсов 61

 Приложение

 КП. 200 111. 15. 002. Э3 – Схема электрическая принципиальная

 КП. 200111. 15. 002. ПЭ – Перечень элементов

 КП. 200111. 15. 003 – Плата

 КП. 200111. 15. 004. 000 СБ. – Сборочный чертёж платы

 КП. 200111. 15. 004.000 – Спецификация

 Карты технологического процесса сборки платы

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Приложения |  |
| Приложение 1. Пример перечня тем курсового проекта | 28 |
| Приложение 2. Форма календарного плана выполнения курсового проекта  | 29 |
| Приложение 3. Разработка введения и примеры анализа  курсового проекта | 30 |
| Приложение 4. Требования по оформлению списка источников и литературы | 33 |
| Приложение 5. Пример оформления списка источников  | 37 |
| Приложение 6. Форма титульного листа курсового проекта | 38 |
| Приложение 7. Пример оформления содержания курсового проекта | 39 |

**Ответственные за выпуск:**

Нисман О.Ю. – зам. директора по УМР.

Нисман О.Ю.– компьютерная верстка.

Информационно-методический центр ГБОУ СПО «ПГК»,
бумага офсетная, тир. 2 экз. объем 1 п.л.