

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

по профессиональному модулю

**ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И
УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА**

**МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе
печатного монтажа**

Специальность:

11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт
электронных приборов и устройств

Квалификация выпускника:

Специалист по электронным приборам и устройствам

Форма обучения: очная

СОГЛАСОВАНО

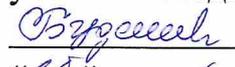
Начальник методического отдела

 Н.В. Вострякова

«20» марта 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебно-методической работе

 С.А. Будасова

«20» марта 2023 г.

ОДОБРЕНО

Цикловыми комиссиями

радиоэлектроники

и технического обслуживания

радиоэлектронной техники

Пр. № 8 от «01» апреля 2023 г.

Председатель ЦК

 В.Ю. Махно

Методические указания по выполнению курсового проекта разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств, утвержденным Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от «04» октября 2021 г. № 691 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации «12» ноября 2021 г., регистрационный № 65793).

Разработчик:

Чернова О.А. – преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

Рецензенты:

Калиенко И.В. – к.т.н., преподаватель ГБПОУ РО «РКРИПТ»

Содержание

1. Общие положения	4
2. Организация разработки тематики и выполнения курсового проекта	4
3. Разработка задания на курсовой проект	6
4. Требования к структуре и содержанию курсового проекта.....	6
5. Содержание разделов пояснительной записки курсового проекта.....	7
6 Требования к графической части курсового проекта	9
7. Защита курсовых проектов.....	10
Приложение А.....	11
Приложение Б	12
Приложение В.....	17
Приложение Г	22
Приложение Д.....	23
Приложение Е	29
Приложение Ж.....	34

1. Общие положения

1.1 Методические указания к курсовому проекту по ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа разработаны в соответствии с Положением об организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ ГБПОУ РО «РКРИПТ» и предназначены для обучающихся по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств

1.2 Выполнение курсового проекта должно способствовать развитию общих и профессиональных компетенций, подготовке выпускника к самостоятельной трудовой деятельности по выбранной специальности.

1.3 Основной задачей курсового проектирования является:

- закрепление теоретических знаний, полученных при изучении ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа;

- освоение современных методов автоматизированного проектирования РЭА с использованием средств вычислительной техники;

- самостоятельное решение технических задач при конструировании изделий;

- приобретение опыта работы со стандартами, нормативно-справочной и технической документацией;

- получение навыков оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

1.4 Объектом проектирования являются изделия радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), заключенные в корпуса и являющиеся самостоятельными либо используемые в составе радиоэлектронных комплексов.

1.5 К выполнению курсового проекта допускаются студенты, не имеющие академической задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа МДК 03.02 МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

2. Организация разработки тематики и выполнения курсового проекта

2.1 Темы курсовых проектов разрабатываются преподавателем, рассматриваются цикловой комиссией радиоэлектроники и утверждаются начальником учебного отдела.

2.2 Тема курсового проекта может быть предложена студентом при условии обоснования им целесообразности ее разработки.

2.3 Курсовой проект выполняется на основе утвержденной электрической принципиальной схемы радиоэлектронного устройства

2.4 Количество радиоэлементов в предложенной электрической принципиальной электрической схеме не должно быть менее 20 шт.

2.5 Курсовой проект может стать составной частью (разделом, главой) дипломного проекта.

2.6 Курсовой проект носит конструкторский характер.

2.7 Курсовой проект должен отвечать современным требованиям развития науки, техники, производства, экономики, культуры и образования, иметь актуальность, новизну и практическую значимость.

2.8 Формулировка темы курсового проекта должна быть лаконичной, начинаться с отглагольного существительного и определять предмет проектирования, например: *«Проектирование конструкции высокостабильного генератора»*

2.9 По утвержденным темам преподаватель разрабатывает индивидуальное задание для каждого студента.

2.10 В отдельных случаях допускается выполнение курсового проекта группой студентов. При этом индивидуальные задания выдаются каждому студенту.

2.11 Общее руководство и контроль выполнения курсового проекта осуществляет преподаватель.

2.12 Основными функциями руководителя курсового проекта являются:

- консультации по вопросам содержания и последовательности выполнения курсовой работы;

- оказание помощи студенту в подборе необходимой литературы;

- контроль выполнения курсового проекта;

- составление письменного отзыва на курсовой проект (Приложение А)

2.13 В период курсового проектирования студенту необходимо систематизировать и обобщить собранный материал, подобрать и изучить необходимую дополнительную литературу, выполнить необходимые расчеты и разработки, сделать выводы.

2.14 На выполнение курсового проекта в соответствии с учебным планом специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств отводится 30 часов учебных занятий.

2.15 Студент должен выполнять курсовой проект в соответствии с графиком выполнения курсового проекта, который составляется преподавателем.

2.16 По завершении выполнения курсового проекта студентом преподаватель проверяет курсовой проект, дает на него письменный отзыв, который включает в себя:

- заключение о соответствии курсового проекта заданию;

- оценку качества оформления теоретической и практической части;

- оценку качества работы студента над курсовым проектом (теоретической и практической подготовке, знания современных направлений развития техники, умения пользоваться справочной, нормативной и технической документацией, инициативы, степени самостоятельности).

2.17 Защита курсового проекта проводится на экзамене квалификационном по ПМ.03.

3. Разработка задания на курсовой проект

3.1 Задания на курсовые проекты рассматриваются цикловой комиссией Радиоэлектроники, подписываются преподавателем и утверждаются начальником учебного отдела.

3.2 В задании указывается даты выдачи задания, завершения работы над курсовым проектом и ознакомления студента с заданием.

3.3 Бланк задания на курсовой проект приведен в Приложении Б.

3.4 Исходные данные к проекту должны быть достаточно полными и конкретными и содержать назначение, электрические характеристики, условия эксплуатации, требования к конструкции.

3.5 Пример задания на курсовой проект приведен в Приложении В.

4. Требования к структуре и содержанию курсового проекта

4.1 По структуре курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

4.2 В состав курсового проекта могут входить изделия (макеты), изготовленные студентами в соответствии с заданием.

4.3 В пояснительной записке дается теоретическое и расчетное обоснование принятых в проекте решений.

4.4 В графической части принятое решение представлено в виде чертежей.

4.5 Структура и содержание пояснительной записки должны быть указаны в задании на курсовой проект.

4.6 Рекомендуемый объем пояснительной записки проекта: 15-20 листов печатного текста, без учета приложений, объем графической части должен быть не менее трех листов формата А3.

4.7 Форматы чертежей определяются заданием на курсовой проект и выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД.

4.8 Пояснительная записка должна быть выполнена в соответствии с Правилами оформления текста курсовой работы (проекта) и дипломной работы (проекта), РКРИПТ, 2023г.

4.9 Наименование разделов и подразделов пояснительной записки должны соответствовать заданию на курсовой проект.

4.10 Структура пояснительной записки курсового проекта:

Титульный лист (Приложение Г),

Содержание

Введение

1 Анализ технического задания

- 1.1 Назначение, технические характеристики и область применения *проектируемого устройства*
- 1.2 Описание электрической принципиальной схемы и принцип ее работы
- 2 Выбор и обоснование конструкции *проектируемого устройства*
 - 2.1 Конструктивно-технологические требования
 - 2.2 Компоновка печатного узла *проектируемого устройства*
 - 2.3 Описание конструкции *проектируемого устройства*
- 3 Расчетная часть
 - 3.1 Расчет печатной платы *проектируемого устройства*
 - 3.2 Расчет надежности *проектируемого устройства*
 - 3.3 Расчет уровня технологичности конструкции *проектируемого устройства*
- Заключение
- Список используемых источников
- Приложения

4.11 Сопутствующие документы должны быть вложены в папку пояснительной записки:

- отзыв руководителя о работе студента над курсовым проектом;
- электронный вариант всей документации, относящейся к курсовому проекту на компакт-диске (*пояснительная записка с приложениями, графическая часть, задание, титульный лист, перечень элементов, спецификация*)

4.12 Номера листов пояснительной записки не ставятся на титульном листе и листах с заданием на курсовой проект, однако учитывается при нумерации только титульный лит. Листы задания при нумерации листов пояснительной записки не учитываются.

5. Содержание разделов пояснительной записки курсового проекта

5.1 Содержание

В содержании перечисляются наименования разделов и подразделов пояснительной записки с указанием номеров страниц, с которой они начинаются.

5.2 Введение

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, дается краткое изложение современного состояния вопроса, рассматриваемого в курсовом проекте, проводится анализ существующих подходов к решению задач, вытекающих из разрабатываемой темы, формулируется цель курсового проекта и решаемые в нем задачи.

Введение начинается с фразы:

В данном курсовом проекте в соответствии с заданием необходимо разработать конструкцию.....

5.3 Анализ технического задания

5.3.1 Назначение, технические характеристики и область применения *проектируемого устройства (указать конкретно устройство, например, автогенератора)*

В этом подразделе описываются электрические, эксплуатационные, конструктивные характеристики проектируемого устройства и область его применения.

5.3.2 Описание электрической принципиальной схемы и принцип ее работы.

В данном подразделе необходимо привести схему электрическую принципиальную, проектируемого устройства, полное описание и принцип ее работы.

Подраздел заканчивается предложением:

Схема электрическая принципиальная *автогенератора* изображена на чертеже РКРИПТ.11.02.16 03.3101.003ЭЗ.

5.4 Выбор и обоснование конструкции *проектируемого устройства*

В данном разделе разрабатывается, выбирается и указывается конструктивное выполнение устройства и блоков РЭА, выполняется компоновка печатного узла.

Данный раздел состоит из 3-х подразделов:

5.4.1 Конструктивно-технологические требования

5.4.2 Компоновка печатного узла *проектируемого устройства*

5.4.3 Описание конструкции *проектируемого устройства*

Пример выполнения раздела приведен в Приложении Д.

5.5 Расчетная часть

В расчетной части приводятся все необходимые расчеты, таблицы и графики, а также раздел включает в себя анализ на соответствие проектируемого прибора конструктивно-технологическим требованиям.

Данный раздел состоит из 3-х подразделов:

5.5.1 Расчет печатной платы *проектируемого устройства*

5.5.2 Расчет надежности *проектируемого устройства*

Пример выполнения раздела приведен в Приложении Е.

5.6 Заключение

В Заключении пояснительной записки подводится итог проделанной работы, формулируются основные выводы относительно соответствия фактических результатов проектирования требованиям задания, дается оценка степени выполнения поставленной в курсовом проекте цели.

5.7 Список используемых источников

В разделе Список используемых источников приводятся использованные источники (книги, статьи из периодических изданий, Internet-источники и др.) в порядке появления ссылок на них в тексте пояснительной записки.

Данный список должен включать не менее 15 источников.

5.8 Приложения

Этот раздел пояснительной записки является обязательным. В нем приводятся перечень элементов к схеме электрической принципиальной, спецификация к сборочному чертежу, габаритные размеры электрорадиоэлементов и компоновка печатного узла проектируемого устройства.

Приложение А «Размеры электрорадиоэлементов» и приложение Б «Компоновка печатного узла проектируемого устройства» выполняются на листах формата А4 с рамкой и нумерацией страниц.

Перечень элементов и спецификация оформляются на соответствующих бланках, согласно ГОСТ ЕСКД и имеют отдельную нумерацию страниц.

Объем приложений не ограничивается.

6 Требования к графической части курсового проекта

6.1 Графическая часть курсового проекта состоит из комплекта чертежей, выполненных на листах формата А3.

6.2 Общее количество листов графического материала определяется заданием на курсовой проект и составляет не менее трех.

6.3 Графическая часть должна быть представлена следующими чертежами:

- Схема электрическая принципиальная проектируемого устройства
РКРИПТ.11.02.16 03.3101.003ЭЗ

- Чертеж платы печатной РКРИПТ.11.02.16 03.3101.004ПП

- Сборочный чертеж РКРИПТ.11.02.16 03.3101.005СБ

6.4 К электрической принципиальной схеме составляется перечень элементов на соответствующем бланке формата А4 и имеет обозначение РКРИПТ.11.02.16 03.3101.003ПЭЗ

6.5 К сборочному чертежу составляется спецификация на соответствующем бланке формата А4 и имеет обозначение РКРИПТ.11.02.16 03.3101.005

7. Защита курсовых проектов

7.1 Защита курсовых проектов проводится на экзамене квалификационном согласно комплекту контрольно-оценочных средств по профессиональному модулю ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа, для специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств

7.2 На защиту курсового проекта отводится не более 20 минут. Процедура защиты включает доклад студента с представлением курсового проекта (не более 5 минут), чтение отзыва, вопросы членов комиссии, ответы студента.

7.3 В докладе студента в краткой форме должны быть сформулированы тема, цель, основные функции проекта, актуальность и основные результаты выполненных работ.

7.4 По каждой решаемой в курсовом проекте задаче должны быть кратко указаны используемые данные, выбранный метод решения и полученные результаты.

7.5 Доклад должен заканчиваться выводами с указанием степени выполнения задания, оценки практической ценности, возможности внедрения результатов, их экономической эффективности.

7.6 Результаты защиты определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

7.7 Итоговая оценка за курсовой проект выставляется в соответствии с критериями оценки, приведенными в Приложении Ж.

Приложение А

Отзыв на курсовой проект

по **ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа»**

для специальности **11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств**

студента (ки) группы _____

(Ф.И.О.)

1. Курсовой проект заявленной теме соответствует / не соответствует
2. Оформление курсового проекта в соответствии с Правилами оформления текста курсовой работы (проекта) и дипломной работы (проекта):
 - соответствует;
 - есть некоторые отклонения;
 - есть значительные отклонения;
 - не соответствует Правилам.
3. Теоретическая часть выполнена на оценку:
 - «отлично»;
 - «хорошо»;
 - «удовлетворительно»;
 - «неудовлетворительно»
4. Практическая часть выполнена на оценку:
 - «отлично»;
 - «хорошо»;
 - «удовлетворительно»;
 - «неудовлетворительно»
5. График выполнения курсового проекта соблюдался / не соблюдался.
6. Инициатива при выполнении курсового проекта проявлялась / не проявлялась.
7. Самостоятельность при выполнении курсового проекта проявлялась / не проявлялась.
8. Защита курсового проекта:
 - 8.1 На теоретические вопросы, связанные с курсовым проектом, ответил (а) на:
 - 100-75%;
 - 75-50%;
 - 50-25%;
 - менее 25%
 - 8.2 Объяснил (а) приведенные обоснования на:
 - 100-75%
 - 75-50%;
 - 50-25%;
 - менее 25%

Студент (ка)

(_____)

Преподаватель

Чернова О.А.

Приложение Б
МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель цикловой комиссии
радиоэлектроники
_____/_____/_____
«__» _____ 202__ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по **ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа** **МДК 03.02** Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа»

студенту группы _____

Код и наименование специальности **11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств**

ТЕМА « _____ »

Исходные данные:

1. Назначение

2. Электрические характеристики:

3. Условия эксплуатации

4. Требования к конструкции:

5. Область применения:

Содержание курсового проекта

Пояснительная записка

Графическая часть

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

В пояснительной записке

Введени

1 Анализ технического задан я

1.1 Назначение, технические характеристики и область применения *проектируемого устройства*

1.2 Описание электрической принципиальной схемы и принцип ее работы

2 Выбор и обоснование конструкции *проектируемого устройства*

2.1 Конструктивно-технологические требования

2.2 Компоновка печатного узла *проектируемого устройства*

2.3 Описание конструкции *проектируемого устройства*

3 Расчетная часть

3.1 Расчет печатной платы *проектируемого устройства*

3.2 Расчет надежности *проектируемого устройства*

Заключение

Список использованных источников

Приложения

В графической части:

Лист 1 _____ Схема электрическая принципиальная (А3)

Лист 2 _____ Сборочный чертеж (А3)

Лист 3 _____ Плата печатная (А3)

Профессиональные и общие компетенции, формируемые в курсовом проекте

Профессиональные компетенции (код и наименование)	Основные показатели оценки результата (наименование)
ПК 3.2 Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней	Умения: оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы; применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации; осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания; выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств; проводить анализ работы разрабатываемой схемы

электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;

проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;

читать принципиальные схемы электронных устройств;

проводить конструктивный анализ элементной базы;

выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;

выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;

компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;

выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;

выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;

выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;

выбирать типоразмеры печатных плат.

выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;

выполнять трассировку проводников печатной платы

разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных

Знания:

основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);

основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

действующие нормативные требования и государственные стандарты;

комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;

автоматизированные методы разработки конструкторской документации;

основы схемотехники;

современная элементная база электронных устройств;

основы принципов проектирования печатного монтажа;

последовательности процедур проектирования, применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;

этапы проектирования электронных устройств;

стадии разработки конструкторской документации;

сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;

факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;

признаки квалификации печатных плат;

основные свойства материалов печатных плат;

основные прикладные программы автоматизированного проектирования и их назначения;

	<p>типовой технологический процесс и его составляющие; основы проектирования технологического процесса; особенности производства электронных приборов и устройств;</p> <p>способы описания технологического процесса; технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;</p> <p>методы автоматизированного проектирования</p> <p>Практический опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.; -проводить анализ технического задания при проектировании электронных устройства; - разрабатывать конструкцию электронных устройства с учетом воздействия внешних факторов; -применять автоматизированные методы проектирования печатных плат; -разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству; -разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности
<p>ОК 2 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p>	<p>Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска.</p> <p>Знания: номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации</p>
<p>ОК04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;</p>	<p>Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности</p>
<p>ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;</p>	<p>Умения: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе</p> <p>Знания: особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений</p>
<p>ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию,</p>	<p>Умения: описывать значимость своей специальности; применять стандарты антикоррупционного поведения.</p>

<p>демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведен.</p>	<p>Знания: сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности; стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения.</p>
<p>ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.";</p>	<p>Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы. Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности</p>

Рекомендуемая литература:

1. _____

2. _____

Дата выдачи задания «__»_____202_г.

Дата окончания проектирования «__»_____202_г.

Руководитель проекта _____ (_____)

Задание принял к исполнению

_____ (_____)

«__»_____202_г.

Приложение В

Задание (пример)

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Председатель цикловой комиссии
радиоэлектроники

_____ /Ф.И.О./

«__» _____ 202__ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по **ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа МДК 03.02 МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа**

студенту группы

Иванову Ивану Ивановичу

Код и наименование специальности

**11.02.16 Монтаж, техническое
обслуживание
и ремонт электронных приборов и
устройств**

ТЕМА

«Проектирование конструкции логического пробника»

Исходные данные:

1. Назначение

Устройство предназначено для проверки и налаживания РЭА, собранной на цифровых микросхемах структуры КПОП и ТТЛ.

2. Электрические характеристики:

- напряжение источника питания, В	5...10
- напряжение питания, В	5
- ток потребления, мА	10
- длительность импульсов, с	0,7
- световая индикация	есть

3. Условия эксплуатации

- температура окружающего воздуха, °С	0...+45
- относительная влажность, %	98
- атмосферное давление, мм рт. ст.	645-795

4. Требования к конструкции:

- блочная	
- монтаж	печатный, смешанный

5. Область применения:

Устройство используется для определения логических уровней напряжения, наличия импульсов и цепей с большим сопротивлением

Содержание курсового проекта

Пояснительная записка

Графическая часть

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

В пояснительной записке

Введение

1 Анализ технического задания

1.1 Назначение, технические характеристики и область применения *логического пробника*

1.2 Описание электрической принципиальной схемы и принцип ее работы

2 Выбор и обоснование конструкции *логического пробника*

2.1 Конструктивно-технологические требования

2.2 Компоновка печатного узла *логического пробника*

2.3 Описание конструкции *логического пробника*

3 Расчетная часть

3.1 Расчет печатной платы *логического пробника*

3.2 Расчет надежности *логического пробника*

3.3 Расчет уровня технологичности конструкции *логического пробника*

Заключение

Список использованных источников

Приложения

В графической части:

Лист 1 Логический пробник. Схема электрическая принципиальная (А3)

Лист 2 Логический пробник. Сборочный чертеж (А3)

Лист 3 Логический пробник. Плата печатная (А3)

Профессиональные и общие компетенции, формируемые в курсовом проекте

Профессиональные компетенции (код и наименование)	Основные показатели оценки результата (наименование)
ПК 3.2 Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней	Умения: оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы; применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации; осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания; выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств; проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;

проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;

читать принципиальные схемы электронных устройств;

проводить конструктивный анализ элементной базы;

выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;

выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;

компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;

выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;

выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;

выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;

выбирать типоразмеры печатных плат.

выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;

выполнять трассировку проводников печатной платы

разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных

Знания:

основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);

основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

действующие нормативные требования и государственные стандарты;

комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;

автоматизированные методы разработки конструкторской документации;

основы схемотехники;

современная элементная база электронных устройств;

основы принципов проектирования печатного монтажа;

последовательности процедур проектирования, применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;

этапы проектирования электронных устройств;

стадии разработки конструкторской документации;

сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;

факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;

признаки квалификации печатных плат;

основные свойства материалов печатных плат;

основные прикладные программы автоматизированного проектирования и их назначения;

типовой технологический процесс и его составляющие;

основы проектирования технологического процесса;

особенности производства электронных приборов и

	<p>устройств; способы описания технологического процесса; технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок; методы автоматизированного проектирования</p> <p>Практический опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.; -проводить анализ технического задания при проектировании электронных устройства; - разрабатывать конструкцию электронных устройства с учетом воздействия внешних факторов; -применять автоматизированные методы проектирования печатных плат; -разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству; -разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности
<p>ОК 2 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p>	<p>Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска.</p> <p>Знания: номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации.</p>
<p>ОК04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;</p>	<p>Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности</p>
<p>ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;</p>	<p>Умения: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе</p> <p>Знания: особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений</p>
<p>ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных</p>	<p>Умения: описывать значимость своей специальности; применять стандарты антикоррупционного поведения.</p> <p>Знания: сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности;</p>

<p>общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;</p>	<p>стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения.</p>
<p>ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. ";</p>	<p>Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы. Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности.</p>

Рекомендуемая литература:

1. Журнал «Радио» №3, 2023
2. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 384с.
3. Ярочкина Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: Монтаж и регулировка: Учебник для НПО/Галина Владимировна Ярочкина. – 2-е изд., стер. - Издательский центр «Академия», 2020. – 240с.
4. Гуляева Л.Н. Технология монтажа и регулировка радиоэлектронной аппаратуры и приборов: учеб. пособие для НПО/ Л.Н. Гуляева. – М. : Издательский центр «Академия», 2019. – 256с.

Дата выдачи задания «__»_____202_ г.
Дата окончания проектирования «__»_____202_ г.
Руководитель проекта _____ ()

Задание принял к исполнению
_____ (И.И. Иванов)
«__»_____202_ г.

Приложение Г
Титульный лист

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа МДК 03.02 МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа»

Тема: «_____»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

РКРИПТ.11.02.16 03.31___.000ПЗ

Выполнил студент _____ / _____ /

Группа **11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание
и ремонт электронных приборов и устройств**

Руководитель _____ / _____ /

Курсовой проект выполнен на оценку _____ / _____ /

20__ г.

Приложение Д

2 Выбор и обоснование конструкции *проектируемого устройства*

2.1 Конструктивно-технологические требования

2.1.1 Краткие теоретические сведения

При разработке конструкции изделия полностью удовлетворяющей поставленным требованиям, согласно техническому заданию учитываются:

- 1- функциональное назначение изделия;
- 2- объект установки изделия РЭА;
- 3- условия эксплуатации и эксплуатационные требования;
- 4- производственно-технологические требования;
- 5- экономические показатели;
- 6- надежность;
- 7- преимущества и недостатки конструкции РЭА.

С конструкторской точки зрения наиболее удобной является классификация по функциональному назначению, применению и объекту установки.

Различают три класса РЭА по объекту установки: бортовая; морская; наземная.

В каждом классе различают специализированные группы в зависимости от объекта установки. Конструкция РЭА различного назначения, устанавливаемой на различные объекты, имеет особенности, вытекающие из специфики назначений и условий эксплуатации.

При конструировании радиоаппаратуры пользуются классификацией, приведенной в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Классификация радиоэлектронной аппаратуры

Класс РЭА	Группа аппаратуры
Бортовая	Самолетная (вертолетная); Ракетная; Космическая.
Морская	Судовая (корабельная); Буйковая
Наземная	Возимая; Носимая; Переносная; Бытовая; Стационарная.

Краткая характеристика требований к конструированию 3-х классов РЭА.

Бортовая РЭА - это аппаратура, устанавливаемая на летательных объектах.

Основными задачами при конструировании такой РЭА следует считать:

- уменьшение массы, габаритов;
- необходимость работы РЭА в условиях пониженного атмосферного давления;
- необходимость защиты РЭА от сложных механических воздействий (вибрационных и ударных нагрузок).

Морская РЭА - характеризуется следующими условиями:

- морская среда требует разработки аппаратуры в тропическом исполнении;
- коррозионная стойкость;
- плесенестойкость;
- влагозащищенность;
- брызгозащищенность;
- ударные перегрузки;
- линейные ускорения.

Ударные перегрузки характерны для любой морской РЭА и возникают при ударах волн, а линейные перегрузки возникают при качке.

Наземная РЭА наиболее обширна и разнообразна. Общей задачей конструирования наземной РЭА является защита от вибраций и ударов, от пыли в условиях нормального атмосферного давления.

Внешние факторы, влияющие на работоспособность аппаратуры, можно классифицировать на 2 вида:

- климатические воздействия;
- механические воздействия.

Для оценки величины каждого воздействующего фактора его сравнивают с нормальными условиями эксплуатации.

Под нормальными условиями эксплуатации понимают условия работы в закрытых отапливаемых помещениях при отсутствии в воздухе паров, газов, солей, кислот и микроорганизмов при температуре $(25 \pm 5^\circ)\text{C}$, относительной влажностью $(65 \pm 15)\%$, атмосферном давлении $(8,36 \dots 10,6) 10^4 \text{ Па}$ $(630 \dots 800 \text{ мм.рт.ст.})$, при отсутствии механических воздействий.

2.1.2 Конструктивно-технологические требования

При конструировании изделий радиоаппаратуры студент должен руководствоваться следующими требованиями:

- В конструкции необходимо максимально использовать стандартизованные и нормализованные элементы, детали, сборочные единицы. Выполнение этого требования дает экономический эффект, так как не тратятся средства на разработку конструкции изделий, проектирования техпроцесса и изготовления, специальной оснастки и оборудования. А также позволяет сократить сроки подготовки производства изделий РЭА. Эти изделия изготавливаются специализированной промышленностью, где производство изделий РЭА отлажено, механизировано и экономически выгодно;

- Необходимо стремиться к сокращению номенклатуры, элементов, деталей, сборочных единиц в каждом изделии;

- При конструировании изделий РЭА необходимо стремиться к максимальной простоте изделия;

- Конструкция должна быть технологичной.

2.2 Компоновка печатного узла *проектируемого устройства*

Процесс разработки печатной платы складывается из следующих операций:

а) компоновка печатного узла, в процессе которой находят оптимальное размещение навесных элементов на печатной плате, согласно электрической принципиальной схеме изделия. В результате компоновки находят положения контактных площадок для подключения всех элементов;

б) разводка печатных проводников ("трассировка"). Цель этой операции – провести проводники, соединяющие контактные площадки, так, чтобы они имели минимальную длину, и минимальное число переходов на другие слои с целью устранения пересечений;

в) оформление чертежа с соблюдением требований стандартов.

Компоновка радиотехнического изделия — это размещение на плоскости или в пространстве различных элементов изделия.

Таковыми элементами могут быть радиодетали (резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности и т. п.), функциональные узлы различного конструктивного исполнения (модули, интегральные, микросхемы, микросборки и т. п.), блоки и приборы.

Габаритные размеры радиоэлементов, входящих в состав разрабатываемой

конструкции, приведены в приложении А.

В результате компоновки должны быть определены геометрические размеры, форма, ориентировочная масса изделия и взаимное расположение всех элементов в конструкции.

Студенту необходимо рассмотреть несколько вариантов компоновки и выбрать оптимальный, при выборе которого необходимо учитывать условия производства и эксплуатации изделия.

При разработке компоновки радиотехнического изделия учитывают сложную совокупность факторов, связанных с особенностями функционирования в эксплуатации изделия, электрическими взаимосвязями и тепловыми режимами внутри РЭА, геометрическими размерами и формой отдельных элементов конструкции.

Поэтому необходимо выполнять следующие требования:

1) между отдельными элементами, узлами, блоками, приборами должны отсутствовать паразитные электрические взаимосвязи, которые могут существенно изменить характер полезных взаимосвязей и нарушить нормальное функционирование изделия;

2) тепловые поля, возникающие в РЭА вследствие перегрева отдельных элементов, не должны ухудшать технические характеристики аппаратуры;

3) необходимо обеспечить легкий доступ к деталям, узлам, блокам в конструкции для контроля, ремонта и обслуживания. Расположение элементов конструкции должно также обеспечивать технологичность монтажа и сборки с учетом использования автоматизации этих процессов;

4) габариты и масса изделия должны быть минимально возможными.

Паразитные обратные связи определяются взаимным расположением отдельных частей конструкции и соединяющих их проводников и могут возникать не только между отдельными элементами, но и между узлами, блоками, приборами, что нарушает устойчивость работы любой радиотехнической схемы.

Все виды паразитных связей принято делить на электромагнитные, электростатические и индуктивные:

- электромагнитные связи возникают при протекании тока по катушкам индуктивности и проводникам;

- электростатические создаются за счет разности потенциалов между различными точками корпуса или за счет паразитных емкостей;

- индуктивные возникают в тех случаях, когда есть общая нагрузка для полезного и паразитного сигналов, т. е. когда нагрузка является общей для нескольких электрических цепей. Чаще всего такими общими участками являются проводники питания, «земляные» проводники, внутренние сопротивления источники питания, общие участки корпуса.

Для устранения паразитных обратных связей, прежде всего, необходимо рациональное размещение элементов конструкции. Однако, этого иногда недостаточно и приходится применять различные конструктивные меры, наиболее распространенными из которых могут быть следующие: связанные по схеме каскады следует располагать в конструкции в непосредственной близости друг от друга для уменьшения длины соединительных проводников каждый элемент схемы или узел, подверженный опасности возникновения паразитных взаимосвязей, должен иметь только одно соединение с шиной заземления; если узлы конструкции находятся в отдельных корпусах и соединяются между собой проводниками, то провода должны быть экранированные и объединяться в один жгут (кроме цепей питания); при компоновке усилительных устройств желательно располагать каскады по одной линии, максимально удаляя входные каскады от выходных. Особенно важно выполнять это требование на частотах выше 10 МГц; количество соединительных проводников и их длина должны быть минимальными. Особое внимание на длину соединительных проводников следует обращать при компоновке высокочастотных устройств.

Для защиты объемных проводников от паразитных взаимосвязей используют экранированные провода.

Радиоэлектронная аппаратура при работе постоянно излучает тепловую энергию. Для большинства категорий РЭА только несколько процентов подводимой мощности расходуется

на полезное преобразование сигнала, а остальная энергия превращается в тепловую. При компоновке необходимо учесть возможность взаимного влияния тепловых полей отдельных элементов аппаратуры, выяснить возможность обеспечения нормального теплового режима устройства.

Основная задача студента при компоновке изделия найти компромиссное решение, при котором в наибольшей степени можно удовлетворить всем рассмотренным выше основным требованиям.

Разработанная компоновка печатного узла проектируемого устройства приведена в приложении Б.

2.3 Описание конструкции проектируемого устройства

В основу разработки современной РЭА положен модульный принцип конструирования, основывающийся на функционально-узловом методе проектирования.

В курсовом проекте разрабатывается конструкция первого уровня.

Технологичной следует считать конструкцию, удовлетворяющую с заданной надежностью технологическим и эксплуатационным требованиям при выбранном типе производства, изготавливаемую с применением прогрессивных технологических процессов, обеспечивающую наименьшие затраты на поиск неисправностей и ремонт при обслуживании.

Технологичность конструкции можно оценивать количественно и качественно. Качественная оценка в процессе проектирования предшествует количественной.

При анализе конструкции рассматриваем требования к технологичности сборочных единиц и деталей.

Чтобы обеспечить технологичность сборочной единицы *проектируемого устройства*, необходимо выполнить компоновку из стандартных и унифицированных частей, обеспечив прямое функциональное назначение; обеспечить простоту сборки; максимально использовать возможность механизации и автоматизации производства, особенно при монтаже; обеспечить свободный доступ к местам контроля и регулировки.

Технологичность детали оценивается следующими требованиями:

- конструкция детали должна состоять из стандартных конструктивных элементов;
- собираться из стандартных или унифицированных заготовок;
- размеры и поверхность детали должны иметь оптимальную прочность и шероховатость;
- конструкция детали должна обеспечить возможность применения типовых и стандартных технологических процессов изготовления;
- деталь должна стремиться к простой форме.

Сборочная единица *проектируемого устройства* выполнена по электрической принципиальной схеме РКРИПТ.11.02.16 03.3101.003ЭЗ, имеет функциональную законченность.

Компоновка выполнена из стандартных комплектующих ЭРИ промышленного изготовления, установленных на основании платы печатной.

Проанализировав техническое задание и учитывая условия эксплуатации изделия, а также допустимые значения воздействующих факторов по 4 группам жесткости в соответствии с ГОСТ 23752-79 [1], устанавливаем – плата должна соответствовать [1] группа жесткости 1.

Обеспечить простоту сборки и уменьшить массогабариты конструкции, использовать возможность автоматизации и механизации в производстве при сборке и монтаже поможет выбор печатного монтажа.

При печатном монтаже электрические соединения элементов электрического модуля выполнены с помощью печатных проводников. Печатный монтаж является групповым монтажом, что позволяет получить все электрические соединения за один технологический цикл, обеспечивая технологичность конструкции. Поэтому выбираем основным элементом конструкции деталь: плата печатная.

Применение печатной платы позволяет получить значительное повышение плотности межсоединений и возможность миниатюризации конструкции. Печатная плата гарантирует стабильную повторяемость электрических параметров от образца к образцу, отсутствие

монтажных ошибок, высокую идентичность электрических и конструктивных параметров, повышает надежность и качество аппаратуры, уменьшает трудоемкость и себестоимость изделия, повышает производительность труда за счет использования механизированного и авторизированного оборудования при ее изготовлении по типовым технологическим процессам. Таким образом, обеспечивается технологичность разрабатываемой конструкции.

Используя государственные и отраслевые стандарты ГОСТ 29137-91 [2], ГОСТ Р МЭК 61191-1-2010 [3], РД 50-708-91 [4], выполняем компоновку одним из выбранных методом. Выбираем габаритные размеры ЭРИ, установочные и присоединительные, определяем варианты установки на плату. Производим электрическое соединение ЭРИ печатными проводниками, условно изображая и в виде линий. Трассировку соединений на ПП выполняем в соответствии с требованиями ГОСТ 2.417-91 [5]. Выбираем габаритные размеры и конфигурацию платы печатной, учитывая требования ГОСТ 10317-79 [6].

В результате компоновки получена печатная плата простой прямоугольной формы, минимальными для нашей схемы габаритными размерами (*длина x ширина*), размеры сторон кратны 5 и соотношение сторон (*A:B*)

Выбираем толщину платы с учетом нагрузки по ГОСТ 23751-86 [7], она равна ___ мм. Выбираем материал для печатной платы по ГОСТ 10316-78 [8].

При повышенной влажности и тепловых воздействиях целесообразно использовать более дорогой, но обладающий лучшими эксплуатационными характеристиками стеклотекстолит фольгированный СФ-1(2)-35-1,5.

Этот материал стандартизирован, имеет промышленный выпуск и гарантию качества, он недефицитен, имеет удовлетворительную обрабатываемость. Его применение повышает технологичность конструкции.

По конструктивным особенностям печатные платы с жестким основанием делятся на типы односторонние (ОПП), двухсторонние (ДПП) и многослойные (МПП). Выполняя компоновку, необходимо стремиться разместить проводники так, чтобы получить ОПП.

Односторонние печатные платы имеют низкую стоимость, высокую надежность, компоненты устанавливаются на стороне платы, свободной от монтажа и корпуса ЭРИ не требуют дополнительной изоляции от платы (зазора или детали – прокладка), точность выполнения рисунка высокая, не требуется металлизация отверстий, и мы можем использовать химический метод изготовления ПП.

В ДПП печатные проводники располагаются с 2-х сторон ПП. Электрическая связь между проводниками разных сторон осуществляется переходными отверстиями, использование которых позволяет реализовать почти любую схему. В качестве переходных отверстий могут быть использованы монтажные отверстия, если плотность монтажа низкая и не требуются дополнительные переходы. Использование ДПП позволяет значительно повысить плотность монтажа при одной и той же точности проводящего рисунка. Недостатком является некоторое снижение надежности (из-за переходных отверстий) и незначительное увеличение стоимости. ДПП изготавливаются комбинированным методом: негативным или позитивным. Но так как на эти методы изготовления разработаны типовые технологические процессы, то применение ДПП в конструкции технологично в целом.

Определяем класс точности печатной платы. По точности выполнения элементов проводящего рисунка печатные платы делятся на 5 классов в соответствии с ГОСТ 23751-86 [7]. Выбираем класс точности 3, являющийся характерным для печатных плат с микросхемами. Плата средней насыщенности. Узких мест не имеет. Печатные платы 3 класса точности сравнительно просты в изготовлении, надежны в эксплуатации, имеют невысокую стоимость. Учитывая условия эксплуатации нашей конструкции, печатный узел лаком не покрываем, что позволяет повысить ремонтпригодность конструкции и технологичность, снизить себестоимость.

В случае использования проектируемого изделия в условиях повышенной влажности, для защиты внешних паяных соединений от коррозии применяем лак ЗП-730 В2.4, бесцветный, ГОСТ20824-81 [9]. Это покрытие обладает высокой стойкостью к атмосферным воздействиям.

Габаритный размер печатного узла $A \times B \times C$ мм.

Вывод: конструкция (*название проектируемого устройства*) является технологичной, так как отвечает следующим требованиям:

- проста и целесообразна;
- имеет прямое функциональное назначение;
- удовлетворяет требованиям миниатюризации;
- класс точности 3 [7], то есть точность изготовления средняя, возможно использование для получения ПП стандартного оборудования;
- в модуле максимально использованы нормализованные и стандартизованные изделия (ЭРИ), кроме детали печатной платы, которая является оригинальной;
- материал платы: фольгированный стеклотекстолит (*гетинакс*) недорогой и недефицитный, выпускаемый промышленно, имеет удовлетворительную обрабатываемость;
- применение печатного монтажа увеличивает надежность конструкции; обеспечивает возможность серийного изготовления; применения механизированных и автоматизированных процессов производства, использования типовых ТП;
- размеры и поверхность печатной платы имеют оптимальную точность и шероховатость:
 - h 14 — для габаритных размеров платы;
 - H 12 – для крепежных отверстий;
 - Rz40 — для металлизированных отверстий и торцевых поверхностей;
 - Rz80 — для не металлизированных отверстий и торцевых поверхностей
- в печатной плате количество типоразмеров монтажных отверстий не более трех типоразмеров.

Таким образом, на изготовление (*название проектируемого изделия*) потребуется минимальное количество времени, труда и средств производства.

ПП устанавливаем внутри корпуса конструкции и крепим с помощью винтов М 3.0, используя 4 отверстия диаметром 3,2Н12.

Список использованных источников:

- 1 ГОСТ 23752-79 «Платы печатные. ОТУ»
- 2 ГОСТ 29137-91 «Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования»
- 3 ГОСТ Р МЭК 61191-1-2010 «Печатные узлы. Части 1-4»
- 4 РД 50-708-91 Инструкция. Платы печатные. Требования к конструированию
- 5 ГОСТ 2.417-91 «Платы печатные. Правила оформления чертежей»
- 6 ГОСТ 10317-79 «Платы печатные. Основные размеры»
- 7 ГОСТ 23751- 86 «Платы печатные Основные параметры конструкции»
- 8 ГОСТ 10316-78 «Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. ТУ».
- 9 ГОСТ 20824-81 «Лак ЭП-730. Технические условия»

Приложение Е

3 Расчетная часть

3.1 Расчет печатной платы проектируемого устройства

Исходные данные:

- максимальные значения диаметров выводов электрорадиоэлементов, устанавливаемых на печатную плату, мм [1]:

$$d_{31} =$$

$$d_{32} =$$

$$d_{33} =$$

$$d_{34} =$$

- класс точности печатной платы – ____;

- тип печатной платы – односторонняя (двусторонняя) с неметаллизированными (металлизированными) монтажными отверстиями;

- чертеж платы печатной РКРИПТ.11.02.16 03.3101004ПП с размерами сторон ____x____ мм;

Таблица 3.1 – Наименьшие номинальные значения параметров элементов печатного монтажа

Параметры элементов печатного монтажа	Номинальное значение основных размеров для классов точности				
	1	2	3	4	5
t(мм) ширина проводника	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
S (мм) расстояние между проводниками, контактными площадками, между проводником и контактной площадкой	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
b (мм) гарантийный пояс	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025

3.1.1 Определяем номинальное значение диаметров монтажных отверстий

$$d = d_3 + r + |\Delta d_{но}|, \quad (3.1)$$

где d_3 – максимальное значение диаметра вывода навесного элемента, мм;

r – разность между минимальным значением диаметра отверстия и максимальный значением диаметра вывода устанавливаемого элемента, $r=(0,1 \dots 0,4)$ мм [2];

$\Delta d_{но}$ – нижнее предельное отклонение диаметра отверстия, $\Delta d_{но} =$ ____ мм [2].

Число типоразмеров любых отверстий на ПП следует ограничивать - это ограничение выбираем за счет r .

Рекомендуется применять не более трех типоразмеров монтажных и переходных отверстий в целях повышения технологичности изделия.

$$d_1 = \text{____} \text{ мм};$$

$$d_2 = \text{____} \text{ мм};$$

$$d_3 = \text{____} \text{ мм}.$$

Выбираем диаметры из ряда предпочтительных размеров монтажных отверстий:

$$d_1 = d_2 = d_3 = \text{---} \text{ мм};$$

3.1.2 Определяем номинальное значение диаметров переходных отверстий

Диаметр переходного отверстия d_0 увязывать с толщиной платы h таким образом, чтобы соотношение было не менее $1:3 \approx 0,33$

$$d_0 \geq h \cdot 0.33, \quad (3.2)$$

где h – толщина основания печатной платы, мм.

3.1.3 Определяем диаметры контактных площадок для монтажных и переходных отверстий

$$D = (d + \Delta d_{\text{во}}) + 2b + \Delta t_{\text{во}} + 2\Delta d_{\text{тр}} + \sqrt{T_d^2 + T_D^2} + \Delta t_{\text{но}}; \quad (3.3)$$

где $\Delta d_{\text{во}}$ – верхнее предельное отклонение диаметра отверстия, $\Delta d_{\text{во}} = \text{---}$ мм [2];

b – гарантийный пояс, $b = \text{---}$ мм (таблица 3.1);

$\Delta t_{\text{во}}$ – верхнее предельное отклонение размеров элементов конструкции, $\Delta t_{\text{во}} = \text{---}$ мм [2];

$\Delta d_{\text{тр}}$ – величина подтравливания диэлектрика (0 для ОПП и ДПП) [2];

T_d – диаметральной величина позиционного допуска расположения центров отверстий относительно номинального положения узла координатной сетки, $T_d = \text{---}$ мм [2];

T_D – величина диаметрального значения позиционного допуска расположения контактных площадок относительно номинального положения, $T_D = \text{---}$ мм [2];

$\Delta t_{\text{но}}$ – нижнее предельное отклонение размеров элементов конструкции, $\Delta t_{\text{но}} = \text{---}$ [2].

Расчет произведен правильно, если:

$$D_{\text{расч}} < D_{\text{табл.}} [2].$$

Расчетное значение округляется в большую сторону и сравнивается со значением таблицы 1 приложения А [2].

Если в плате нет узких мест, диаметры контактных площадок выбираются из таблицы 1 приложения А [2], соответствующие более низкому классу.

Результаты расчетов сводим в таблице 3.2.

Количество однотипных диаметров отверстий подсчитываем по чертежу платы печатной РКРИПТ.11.02.0103.3101.004ПП.

Таблица 3.2 - Параметры отверстий

Условное обозначение отверстий	Диаметр отверстия, мм	Наличие металлизации отверстий	Количество отверстий	Минимальный диаметр контактной площадки, мм
--------------------------------	-----------------------	--------------------------------	----------------------	---

⊕	—	Есть (нет)	—	—
⊕	—	Есть (нет)	—	—
⊕	—	Есть (нет)	—	—
⊕	3,2Н12	Нет	—	—

3.1.4 Определяем номинальное значение ширины печатного проводника

$$t = t_{\min} + |\Delta t_{\text{но}}|, \quad (3.4)$$

где t_{\min} – минимально допустимая ширина проводника, $t_{\min} = \underline{\hspace{1cm}}$ мм (таблица 3.1).

$$t = \underline{\hspace{1cm}} \text{ мм.}$$

3.1.5 Определяем номинальное значение расстояния между соседними элементами проводящего рисунка

$$S = S_{\min} + |\Delta t_{\text{во}}| + \frac{T_l}{2}, \quad (3.5)$$

где S_{\min} – минимально допустимое расстояние между соседними элементами проводящего рисунка, $S_{\min} = \underline{\hspace{1cm}}$ мм (таблица 3.1);

T_l – значение позиционного допуска расположения печатного проводника, $T_l = \underline{\hspace{1cm}}$ мм [2].

Результаты расчетов значений параметров проводящего рисунка сводим в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Параметры элементов проводящего рисунка

Параметры элементов	Размеры в мм	Размеры в узком месте в мм
Ширина проводников		
Расстояние между проводниками, контактными площадками, проводником и контактной площадкой		

3.2 Расчет надежности проектируемого устройства

Надёжность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов и транспортирования.

Исходными данными для расчёта надёжности являются:

- схема электрическая принципиальная РКРИПТ.11.02.16 03.3101.003ЭЗ;
- перечень элементов РКРИПТ.11.02.16 03.3101.003ПЭЗ;
- климатические и механические условия эксплуатации (в соответствии с техническим заданием).

Расчет надежности можно производить на компьютере с использованием программы для расчета надежности: «Автоматизированная система расчета надежности» (АСРН). Она разработана на базе справочника "Надежность электрорадиоизделий" [3] и позволяет рассчитывать суммарную интенсивность отказов модулей 1-го и 2-го уровней без резервирования, укомплектованных отечественными и импортными ЭРИ в режиме эксплуатации и хранения (только для отечественных ЭРИ) в составе подвижных и неподвижных объектов.

Другой вариант расчета надежности согласно методики, изложенной в [4].

Так как надежность - свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени. То надежность так же можно определить как физическое свойство изделия, которое зависит от количества и от качества входящих в него элементов, а так же от условий эксплуатации. Надежность характеризуется отказом.

Отказ - нарушение работоспособности изделия. Отказы могут быть постепенные и внезапные.

Постепенный отказ - вызывается в постепенном изменении параметров элементов схемы и конструкции.

Внезапный отказ - проявляется в виде скачкообразного изменения параметров радиоэлементов.

Все изделия подразделяются на восстанавливаемые и невосстанавливаемые.

В работе изделия существуют 3 периода (рисунок 3.1):

- 1 - период приработки, характеризуется приработочными отказами.
- 2 - период нормальной эксплуатации, характеризуется внезапными отказами.
- 3 - период износа - внезапные и износные отказы.

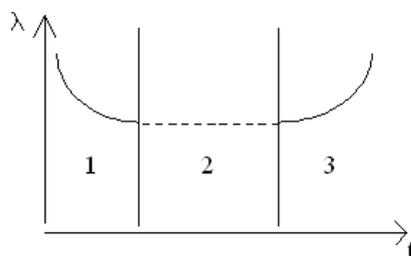


Рисунок 3.1 - График зависимости интенсивности отказов от времени эксплуатации изделия.

Понятие надежности включает в себя качественные и количественные характеристики.

Качественные характеристики:

- безотказность - свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки

- ремонтпригодность - свойство изделия, приспособленность к :

- 1) предупреждению возможных причин возникновения отказа
- 2) обнаружению причин возникшего отказа или повреждения

3) устранению последствий возникшего отказа или повреждения путем ремонта или технического обслуживания

- долговечность - свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния (состояние при котором его дальнейшее применение или восстановление невозможно)

- сохраняемость - сохранение работоспособности при хранении и транспортировке.

Количественные характеристики:

- интенсивность отказа ЭРЭ: λ_i ;
- вероятность безотказной работы:

$$P_c(t) = e^{-\frac{t}{T_{cp}}} = e^{-\lambda_{сум.} \cdot t}; \quad (3.6)$$

- средняя наработка на отказ:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}}; \quad (3.7)$$

- интенсивность отказа изделия:

$$\lambda_{\Sigma} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n; \quad (3.8)$$

- вероятность отказа:

$$Q(t) = 1 - P(t). \quad (3.9)$$

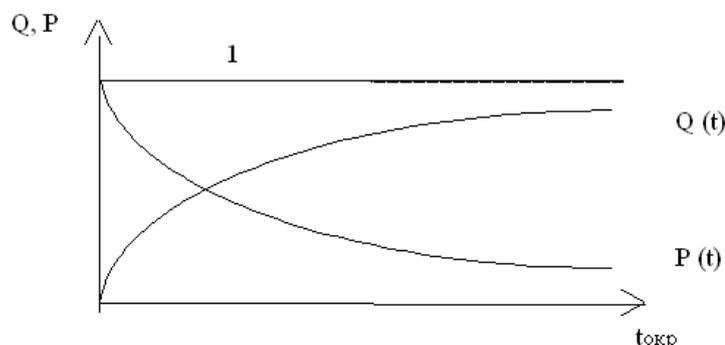


Рисунок 3.2 - График зависимости вероятности отказа и вероятности безотказной работы от температуры окружающей среды.

Интенсивность отказов зависит так же от коэффициента нагрузки (K_n) и от температуры окружающей среды ($t_{окр}$), которая влияет на коэффициент α (коэффициент влияния температуры).

Для удобства расчета однотипных электрорадиоэлементов (ЭРЭ), находящихся в одинаковых температурных условиях и работающих в одинаковых (близких) эксплуатационных режимах, можно объединить в одну группу.

Исходные и справочные данные заносятся в таблицу 3.4.

По справочнику определяем интенсивность отказов данной группы элементов, результаты заношим в таблицу 3.4.

По формуле 3.8 определяем суммарную интенсивность отказов схемы:

$$\lambda_{\Sigma} = \text{_____} \text{ 1/ч.}$$

По формуле 3.7 определяем среднюю наработку на отказ:

$$T_{cp} = \text{_____} \cdot 10^3 \text{ч.}$$

Определяем вероятность безотказной работы по формуле 3.6 для пяти временных точек ($t_1 = \text{_____}$ ч, $t_2 = \text{_____}$ ч, $t_3 = \text{_____}$ ч, $t_4 = \text{_____}$ ч, $t_5 = \text{_____}$ ч).

$$P_{(…)}= ; P_{(…)}= ; P_{(…)}= ; P_{(…)}= ; P_{(…)}= .$$

Строим график зависимости безотказной работы от времени для предлагаемой схемы

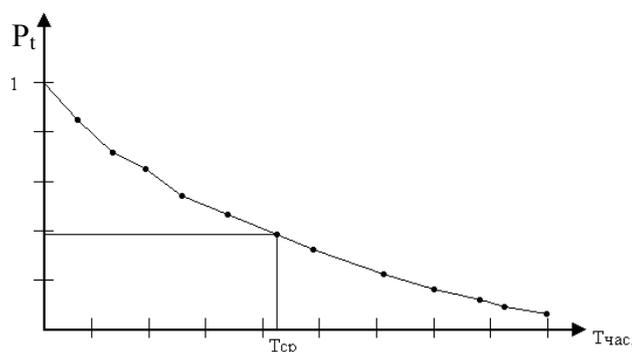


Рисунок 3.3 - График зависимости безотказной работы от времени

Пример таблицы 3.4

Позиционные обозначения элементов	Наименование и тип элементов	Характеристика элементов	Кол-во	Интенсивность отказов элементов в номинальном режиме $\lambda_{\text{н}}$	Поправочный коэффициент с учетом условий эксплуатации		Режим работы		Поправочный коэффициент влияния α	$\lambda_{\text{п}}, \alpha, K_1, K_2, K_n, 10^{-6}/\text{ч}$
					K1	K2	Коэффициент нагрузки, Kн	Максимальная температура, C0		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Соединения		паяные								
Проводники		печатные								
λ_{Σ}										

Вывод: Нарботка на отказ составила _____ часов, что вполне приемлемо. Если учесть, что год содержит 8760 часов, то изделие должно безотказно проработать приблизительно ____ года.

Приложение Ж

Критерии оценки курсового проекта

Критерии оценки КП	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1. Самостоятельность в работе	Большая часть пояснительной записки списана из одного источника, либо	Самостоятельные выводы либо отсутствуют, либо присутствуют	После каждой части работы Студент делает выводы. Выводы иногда	После каждой части проекта студент делает самостоятельные выводы, четко,

	заимствована из сети Интернет. Авторский текст почти (или полностью) отсутствует.	только формально. Студент недостаточно хорошо ориентируется в тематике, путается в изложении содержания. Большие отрывки (более 70%) переписаны из источников.	расплывчаты и не связаны с содержанием проекта. Студент не всегда обоснованно и конкретно выражает свое мнение по поводу основных аспектов содержания проекта.	обоснованно и конкретно выражает свое мнение по поводу основных аспектов содержания проекта.
2. Логика	Содержание и тема проекта плохо согласуются между собой.	Содержание и тема проекта не всегда согласуются между собой. Некоторые части проекта не соответствуют целям и задачам работы	Содержание проекта и ее частей, в целом соответствуют теме, но имеются небольшие отклонения. Логика изложения присутствует – одно положение вытекает из другого.	Содержание, проекта, как в целом, так и его частей связано с темой. Тема сформулирована конкретно, отражает направленность проекта. В каждой части присутствует обоснование и вывод.
3. Оформление пояснительной записки	Много нарушений правил оформления	Представленная пояснительная записка имеет значительные отклонения от Правил оформления текста курсовой работы (проекта) и дипломной работы (проекта), ГБОУ СПО РО «РКРИПТ», 2023г.	Есть незначительные отклонения от Правил оформления текста курсовой работы (проекта) и дипломной работы (проекта), ГБОУ СПО РО «РКРИПТ», 2023г.	Пояснительная записка выполнена в соответствии с Правилами оформления текста курсовой работы (проекта) и дипломной работы (проекта), ГБОУ СПО РО «РКРИПТ», 2023г.
4. Содержание пояснительной записки	Пояснительная записка выполнена с грубыми ошибками, не в соответствии с требованиями ЕСКД	Пояснительная записка выполнена с ошибками не всегда в соответствии с требованиями ЕСКД	В содержании пояснительной записке имеются незначительные ошибки и незначительные отклонения от требований ЕСКД	Пояснительная записка выполнена без ошибок, в соответствии с требованиями ЕСКД
5. Качество	Графическая	Графическая	В графической	Графическая

выполнения графической части проекта	часть выполнена с грубыми ошибками, не в соответствии с требованиями ЕСКД	часть выполнена с ошибками не всегда в соответствии с требованиями ЕСКД	части имеются незначительные ошибки и незначительные отклонения от требований ЕСКД	часть выполнена без ошибок, в соответствии с требованиями ЕСКД
6. Защита проекта	Студент совсем не ориентируется в содержании проекта, не смог ответить ни на один дополнительный вопрос. Не использует наглядный материал: презентации, схемы, таблицы и др.	Студент, в целом, владеет содержанием проекта, но при этом затрудняется в ответах на вопросы членов ГЭК: допускает неточности и ошибки при объяснении основных положений и результатов проекта. Студент показал слабую ориентировку в тех понятиях, терминах, которые использованы в проекте, не смог объяснить проведенные расчеты. Не использует наглядный материал: презентации, схемы, таблицы и др.	Студент достаточно уверенно владеет содержанием проекта, в основном, ответил на поставленные вопросы, смог объяснить проведенные расчеты, но допускает незначительные неточности при ответах. Использует наглядный материал.	Студент уверенно владеет содержанием проекта, показывает свою точку зрения, опираясь на соответствующие теоретические положения, грамотно и содержательно отвечает на поставленные вопросы. Использует наглядный материал: презентации, схемы, таблицы и др.

Итоговая оценка за выполнение курсового проекта рассчитывается по формуле:

$$O = \frac{O1 + O2}{2};$$

где O1 - оценка за качество выполнения курсового проекта, которая рассчитывается как среднее арифметическое оценок п.п. 1-5 критериев оценки за КП;

O2 - оценка за защиту КП

Итоговая оценка выставляется целым числом в соответствии с правилами математического округления.