

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова»
(КБГУ)

Институт электроники, робототехники и искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП

 Р.Ш. Тешев

« 12 » февраля 2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б.1.О.25 «ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

Специальность

11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы

Специализация

Радиозлектронные системы передачи информации

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2025

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

| Код и формулировка компетенции | Индикаторы достижения | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| <p>ОПК-6. Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ</p> | <p>ОПК-6.1. Использует современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; ОПК-6.2. Оценивает преимущества и недостатки технологии производства радиоэлектронной аппаратуры; ОПК-6.3. Выбирает подходящее оборудование при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</p> | <p>Знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.</p> |
| | | <p>Уметь использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> |
| | | <p>Владеть способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач.</p> |
| <p>ПК-6 Способен осуществлять выбор технологических процессов и оборудования для внедрения в производство радиоэлектронных средств</p> | <p>ПК-6.1 Способен осуществлять сбор и систематизацию информации о материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве радиоэлектронных средств ПК-6.2 Способен осуществлять подготовку предложений по улучшению качественных и количественных показателей выпускаемых</p> | <p>Знать: Структуру существующих технологических процессов производства радиоэлектронных средств; используемые технологические процессы и режимы производства радиоэлектронных средств; используемое технологическое оборудование и принципы его работы.</p> |
| | | <p>Уметь: Определять существенные для выпускаемых радиоэлектронных средств параметры и характеристики материалов, технологических процессов и оборудования; определять критерии сравнения существующих и вновь разрабатываемых материалов, технологических процессов и оборудования.</p> |
| | | <p>Владеть: технологией сбора и</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>радиоэлектронных средств.</p> <p>ПК-6.3 Способен осуществлять выбор материалов, технологических процессов и оборудования с целью модернизации производства радиоэлектронных средств</p> | <p>систематизации информации о материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве радиоэлектронных средств; методологией выбора материалов, технологических процессов и оборудования с целью модернизации производства радиоэлектронных средств.</p> |
|--|---|---|

2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

2.1 Текущий контроль

Оценка результатов текущей успеваемости в рамках контрольных точек осуществляется посредством 70-балльной системы, при этом за добросовестное посещение занятий обучающийся может набрать до 10 баллов, за качественное прохождение оценочных мероприятий - до 60 баллов.

Таблица 2

Карта распределения рейтинговых баллов в рамках текущего контроля в 7 семестре

| № | Оценочное средство | Форма проведения | Порядок проведения | Максимальное количество баллов | Критерии оценивания |
|---|--|---|---|--------------------------------|---|
| 1 | Лабораторная работа №1 «Разработка топологии гибридной тонкопленочной микросборки» | Работа выполняется на персональном компьютере | Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами индивидуально. | 6 | 6-5 все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 4-3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2-1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно |
| 2 | Лабораторная работа №2 «Разработка конструкции блока вычислительного РЭС на стадии эскизного проектирования с использованием персонального компьютера» | Работа выполняется на персональном компьютере | Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами индивидуально. | 6 | 6-5 все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 4-3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2-1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено не верно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно |
| 3 | Лабораторная работа №3 «Исследование теплового режима блока цифрового | Работа выполняется на персональном компьютере | Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами индивидуально. | 6 | 6-5 все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 4-3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2-1 – задания выполнены частично |

| | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|
| | радиоэлектронного средства на бескорпусных микросборках» | | | | или одно из заданий выполнено неверно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно |
| 4 | Лабораторная работа №4 «Отработка функциональных показателей микросборок экспериментальным и методами» | экспериментальная | Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами попарно. | 6 | 6-5 все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 4-3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2-1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено неверно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно |
| 5 | Лабораторная работа №5 «Изучение статистических методов приемочного контроля микроэлектронных устройств» | Работа выполняется на персональном компьютере | Работа включает в себя несколько заданий, выполняется студентами индивидуально. | 6 | 6-5 все задания выполнены верно, выводы по работе обоснованы; 4-3 - все задания выполнены верно, выводы по работе некорректны; 2-1 – задания выполнены частично или одно из заданий выполнено неверно, выводы содержат ошибки. 0 – задания не выполнены или все задания выполнены неверно |
| 6 | Тесты по 1 контрольной точке | с применением ДТ | Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС. | 8 | Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов |
| 7 | Тесты по 2 контрольной точке | с применением ДТ | Студент проходит компьютерное тестирование в ЭИОС. | 8 | Количество баллов пропорционально количеству правильных ответов |
| 8 | Коллоквиум по 1 контрольной точке | письменная | Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума | 7 | 7-6– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 5-4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные. |
| 9 | Коллоквиум по 2 контрольной точке | письменная | Студенты отвечают письменно на вопросы коллоквиума | 7 | 7-6– ответы полные, точные, демонстрируют глубокое понимание темы, аргументация логична; 5-4 – ответы в основном правильные, но содержат незначительные ошибки; 3- ответы недостаточно полные; 2 – ответы частичные, содержат ошибки или требуют наводящих вопросов; 1-ответы не на все вопросы, частичные. 0 – ответы отсутствуют или полностью неверные. |

| | | | | | |
|--|---------------|--|--|-----------|--|
| | Итого: | | | 60 | |
|--|---------------|--|--|-----------|--|

Карта распределения баллов в рамках промежуточной аттестации

| № | Оценочное средство | Форма проведения | Порядок проведения | Максимальное количество баллов | Критерии оценивания |
|----------|---------------------------|-------------------------|---|---------------------------------------|---|
| 1 | Экзаменационный билет | Устный опрос | Билет содержит 2 теоретических вопроса. На теоретические вопросы студент должен ответить устно. | Теоретические вопросы – 30 баллов. | <p>Критерии оценивания теоретических вопросов:</p> <p>25 до 30 баллов: Глубокий уровень владения материалом, точное знание ключевых концепций, способность анализировать и интерпретировать факты, грамотно строить высказывания, привести примеры, свободно оперировать терминологией.</p> <p>От 19 до 24 баллов: Базовое владение предметом, умение последовательно раскрыть основную мысль вопроса, грамотное применение терминов, наличие существенных элементов анализа и обобщений, но недостаточное развертывание или отдельные неточности.</p> <p>От 13 до 18 баллов: Частичное освоение материала, попытка объяснить основной смысл вопроса, использование некоторых базовых терминов, но отсутствие глубокого понимания сложных моментов, логические недостатки изложения, отсутствие выводов.</p> <p>От 7 до 12 баллов: Ошибочные представления, слабо выраженное владение основными понятиями, значительные затруднения в интерпретации вопросов, существенные фактологические ошибки, отсутствие обоснованных выводов и примеров.</p> <p>От 0 до 6 баллов: Полное</p> |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | непонимание темы, неспособность сформулировать адекватный ответ, грубые ошибки, несоответствие требованиям задания. |
|--|--|--|--|--|---|

3. Оценочные материалы для текущего и промежуточного контроля успеваемости

3.1. Оценочные материалы для текущего контроля

Лабораторная работа №1

Разработка топологии гибридной тонкопленочной микросборки

Цель работы: - исследование зависимости параметров тонкопленочных элементов от их конструктивно-технологического варианта исполнения и разработка топологии гибридной тонкопленочной микросборки.

Краткие теоретические сведения содержатся в описании лабораторных работ.

Содержание работы

1. Ознакомление с общими сведениями, рекомендуемой литературой и порядком выполнения работы.
2. Подбор необходимого справочного материала для расчетов по заданным исходным данным.
3. Расчет по постоянному току электрических режимов цепей и схемных элементов.
4. Расчет топологических размеров пленочных резисторов. Построение и проведение анализа графиков изменения площади тонкопленочных резисторов в зависимости от производственной погрешности, от сопротивления квадрата резистивной пленки.
5. Расчет топологических размеров пленочных конденсаторов. Построение и проведение анализа графиков зависимости площади конденсаторов от величины удельной емкости.
6. Разработка эскиза топологии тонкопленочной гибридной МСБ .

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя техническое задание на разработку топологии МСБ в виде варианта ЭЗ, значений напряжения источников питания для данного варианта ЭЗ, максимальной рабочей температуры элементов, времени наработки на отказ, относительной погрешности изготовления резисторов и конденсаторов, метода изготовления.
2. Заполнить таблицы исходных данных в протоколе отчета для расчета элементов МСБ.
3. Рассчитать на персональном компьютере по постоянному току электрические режимы цепей и схемных элементов для определения максимально возможных токов, протекающих через транзисторы (ИКЭi), мощностей, рассеиваемых резисторами (Pi), напряжение на обкладках конденсаторов (UPI). Занести полученные данные и фрагменты схемы в протокол отчета.
4. Ввести исходные данные для расчета пленочных резисторов. Записать размеры и зарисовать конфигурацию пленочных резисторов. Построить графики изменения площади тонкопленочных резисторов в зависимости от точности их геометрии и производственной погрешности.
5. Исследовать изменение площади тонкопленочных резисторов для рассматриваемой схемы электрической принципиальной в зависимости от сопротивления квадрата пленки

ρ кв. Для этого необходимо рассчитать площадь резисторов для пяти значений ρ кв.

6. Ввести исходные данные для расчета пленочных конденсаторов. Записать размеры и зарисовать форму пленочных конденсаторов.

7. Построить графики зависимости площади пленочных конденсаторов от эксплуатационной погрешности, используя диаграмму, выводимую на экран вычислительного комплекса. Отношение площадей $S_n/S_{n-1}=2$, где $n=1,3$.

8. Построить графики зависимости относительной площади конденсаторов от коэффициента формы K_c .

9. Выбрать типы транзисторов по таблице П.6 с учетом максимально допустимого тока $I_{кэ}$. Определить их установочные размеры.

10. Рассчитать площадь подложки разрабатываемой микросборки. Из табл.

1.3 выбрать типоразмер подложки.

11. Изготовить аппликации из миллиметровой бумаги и рационально разместить ручным способом элементы и компоненты МСБ на подложке.

12. Составить эскиз топологии гибридной МСБ.

13. Оформить отчет по работе.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.

2. Техническое задание.

3. Результаты расчета по постоянному току электрических режимов цепей и схемных элементов. Типы, габаритные и установочные размеры полупроводниковых приборов, используемых в разрабатываемой МСБ.

4. Таблица исходных данных для расчета тонкопленочных резисторов и конденсаторов, полупроводниковых приборов.

5. Таблица топологических размеров тонкопленочных резисторов и конденсаторов, эскизы полупроводниковых приборов.

6. Графики зависимостей площади тонкопленочных резисторов от производственной погрешности, площади тонкопленочных резисторов от сопротивления квадрата пленки, площади конденсаторов от эксплуатационной погрешности; относительной площади конденсатора от коэффициента формы K_c и их анализ.

7. Расчет площади подложки и выбор ее типоразмера.

8. Эскиз топологии гибридной тонкопленочной МСБ. Таблица, содержащая информацию о последовательности нанесения слоев и их условном обозначении.

9. Оценка качества разработанной топологии МСБ.

Контрольные вопросы

1. Назовите этапы проектирования гибридной МСБ и основные задачи решаемые на этих этапах.

2. Опишите методы получения конфигурации тонкопленочных элементов.

3. Каковы особенности расчета тонкопленочных резисторов МСБ.

4. Каковы особенности расчета тонкопленочных конденсаторов МСБ.

5. Приведите конструктивно - технологические требования и ограничения на топологию гибридных тонкопленочных МСБ.

6. Назовите основные критерии выбора материалов коммутационных проводников и контактных площадок для гибридных МСБ.

**Разработка конструкции блока вычислительного РЭС на стадии
эскизного проектирования с использованием персонального компьютера**

Цель работы - изучение методики разработки конструкций блока вычислительного устройства на стадии эскизного проектирования и выбор оптимального варианта конструкции по критерию комплексной оценки качества.

Краткие теоретические сведения содержатся в описании лабораторных работ.

Содержание работы

1. Ознакомление с краткими сведениями по конструированию и компоновочным схемам блоков МЭА. Анализ выданного варианта задания.
2. Подбор необходимых справочных данных для выбора оптимальной конструкции блока.
3. Расчёт конструктивных параметров вариантов компоновочных схем блоков МЭА.
4. Сравнительный анализ вариантов компоновки по комплексному показателю качества.
5. Разработка эскизов конструкции оптимальных вариантов ФЯ на корпусных и бескорпусных МСБ.
6. Выводы по работе.

Порядок проведения работы

1. Получить задание у преподавателя. В исходных данных содержится следующая информация: количество ИС в блоке; тип корпуса ИС; среднее количество задействованных выводов в корпусе ИС; тип электрического соединителя или количество выходных контактов; вид элементов контроля; относительная стоимость конструкции на корпусных ИС и бескорпусных МСБ; материальные параметры конструкции для сравнения вариантов (из множества количественных показателей разрабатываемой конструкции для выбора оптимального варианта использовать следующие: масса, объём, площадь поверхности, надёжность). Для МСБ используются два типоразмера подложек: 24x30 мм, 24x60 мм.
2. Подготовить протокол отчета и занести исходные данные в табл. 1.
3. По справочным данным (см. приложения) для заданного варианта определить величины параметров и занести их в табл. 2 протокола отчета.
4. Вести в ПК исходные данные, рассчитать геометрические размеры ФЯ и блоков и занести результаты расчётов для корпусных ИС и бескорпусных МСБ в табл. 3 протокола отчета.
5. Рассчитать надёжность блоков по каждому варианту. Результаты занести в табл. 1.2.
6. По полученным результатам рассчитать значения комплексного показателя качества конструкции для каждого варианта.
7. Провести анализ полученных результатов.
8. Оформить отчёт и подготовить его к защите.

Примечание. С разрешения преподавателя для пунктов 5 и 6 можно воспользоваться результатами расчета ПК.

Содержание отчёта

1. Вариант задания и исходные данные для расчётов.
2. Результат расчётов конструктивных параметров на ПК.
3. Сборочные чертежи и спецификация оптимальных вариантов ФЯ на корпусных и бескорпусных ИС и МСБ с указанием основных размеров.
4. Расчёт комплексного показателя качества конструкции для заданных вариантов.

5. Расчет надёжности вариантов конструкций.
6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные задачи, решаемые на стадии эскизного проектирования РЭА.
2. Приведите характерные конструкции ФЯ на корпусных ИС.
3. Приведите характерные конструкции ФЯ на бескорпусных МСБ.
4. Опишите возможные варианты расположения ФЯ, элементов монтажа и деталей корпуса в блоке.
5. Начертите и опишите типовую компоновку блока разъемной конструкции.
6. Охарактеризуйте виды конструкций блоков РЭС.
7. Приведите основные показатели качества конструкций ячеек и блоков.
8. Что понимается под комплексным показателем качества?

Лабораторная работа №3

Исследование теплового режима блока цифрового радиоэлектронного средства на бескорпусных микросборках

Цель работы – изучение процесса теплообмена, методики исследования тепловых режимов. Выявление связи показателей теплового режима с параметрами конструкции блока цифрового радиоэлектронного средства (РЭС) на бескорпусных микросборках (МСБ).

Краткие теоретические сведения содержатся в описании лабораторных работ.

Порядок выполнения работы

1. Получить задание у преподавателя: значение теплового потока P , рассеиваемого блоком ($P=3...10$ Вт), и список параметров конструкции, значения которых предстоит связать с показателями теплового режима блока. Полный список параметров блока и пределы изменения приведены в табл. П.3.3. приложения.
2. Собрать лабораторную установку и получить у лаборанта разрешение на включение приборов.
3. Включить источник питания электронного термометра. Приблизительно через 5 минут опросить датчики температуры и показания ЭТ занести в таблицу. Среднее значение показаний ЭТ принять за температуру окружающей среды t_c .
4. Произвести расчет среднеповерхностной температуры корпуса, нагретой зоны и температуры в центре нагретой зоны ПК. Все исходные данные для расчета теплового режима, кроме значения теплового потока P и температуры окружающей среды t_c , введены в память машины. Порядок расчета, основные расчетные соотношения, текст программы и инструкция по ее применению приведены в приложении 3. Расчет среднеповерхностной температуры корпуса выполняется методом последовательных приближений. При расчете температуры в центре нагретой зоны $t_{зо}$ блок ФЯ представляют моделью в виде однородного анизотропного тела. Для определения эквивалентных коэффициентов теплопроводности нагретой зоны $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ в качестве элементарной тепловой ячейки можно взять всю ФЯ, поскольку с ней связано периодическое повторение геометрических и теплофизических свойств нагретой зоны. Конструкция ФЯ дана на рис. Как видно из рисунка, тепло по направлению X в ячейке передается преимущественно через боковые ребра жесткости, рамки 1 и печатную плату 2. Другие элементы конструкции, обладающие относительно высокими коэффициентами

теплопроводности, включены последовательно с воздушными прослойками. Сравнение коэффициентов теплопроводности материала рамки $\lambda_p=170 \text{ Вт/(м}\cdot\text{оС)}$ стеклотекстолита $\lambda_{п}=0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{оС)}$ и воздуха $\lambda_{возд}=0,025 \text{ Вт/(м}\cdot\text{оС)}$ позволяет выделить основную цепь теплопередачи в ячейке по направлению X – ребра жесткости рамки 1 с усредненными размерами 2x6x91мм.

Аналогичен механизм передачи тепла в ячейке и по направлению Y. Основными цепями переноса тепла являются верхнее (3) и нижнее (4) ребра жесткости рамки с усредненными геометрическими размерами 2x6x154 мм и 2x4x154 мм.

По направлению Z тепло в пределах ФЯ в передается через винты, стягивающие ячейки в пакет и через ребра жесткости рамки 1 и 3, по которым осуществляется тепловой контакт между ФЯ в пакете. Результаты расчета показателей теплового режима блока занести в отчет и оформить в виде таблицы.

1. Произвести исследование связи показателей теплового режима с параметрами конструкции блока. Задача решается по программе в режиме построения графиков. Для работы программы необходимо указать номер параметра в соответствии с выведенным на экран дисплея списком и пределы изменения параметра. Графики зависимостей t_k , t_z и $t_{зо}$ от изменения заданных параметров конструкции перенести в отчет по лабораторной работе. Проанализировать зависимости.

2. Включить источник питания микроблока, установить входное напряжение и ток, соответствующие заданному значению теплового потока P.

3. Произвести исследование динамики процесса установления в блоке стационарного теплового режима. Для этого через каждые 5 минут после подачи питания на микроблок снимать показания ЭТ. Полученные данные занести в таблицу. Время выхода блока на стационарный режим 35...40 мин.

4. Произвести расчет среднеповерхностных температур корпуса $t_{к}$, нагретой зоны $t_{з}$, $t_{зо}$, в процессе выхода микроблока на стационарный тепловой режим. Построить графики зависимости $t_{к}$, $t_{з}$, $t_{зо}$ от времени.

5. Для экспериментальных значений температур $t_{к}$, $t_{з}$, $t_{зо}$, соответствующих стационарному тепловому режиму, произвести оценку точности теплового моделирования.

6. Проанализировать полученные результаты.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы. Содержание задания.
2. Эскиз конструкции микроблока; его тепловая модель; тепловая схема.
3. Структурная схема лабораторной установки.
4. Исходные данные для расчета на ЭВМ теплового режима микроблока.
5. Расчетные значения среднеповерхностных температур корпуса, нагретой зоны, температуры в центре нагретой зоны и их зависимости от параметров конструкции.
6. Таблица экспериментальных значений температур, отражающих процесс выхода микроблока на стационарный тепловой режим, графики зависимости $t_{к}$, $t_{з}$, $t_{зо}$ от времени.
7. Результаты оценки точности теплового моделирования микроблока.
8. Анализ полученных результатов и выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Опишите основные показатели теплового режима конструкций.
2. Охарактеризуйте теплообмен конструкций с окружающей средой.
3. Перечислите и охарактеризуйте методы теплового моделирования конструкций РЭС.
4. Перечислите и охарактеризуйте методы расчета тепловых режимов конструкций РЭС.

5. Приведите порядок составления тепловой модели исследуемого микроблока.
6. Составьте тепловую схему процесса теплообмена микроблока с окружающей средой.
7. Как производится оценка точности теплового моделирования микроблока?

Лабораторная работа №4

Отработка функциональных показателей микросборок экспериментальными методами

Цель работы - изучение методов экспериментальной отработки функциональных показателей МСБ, определение параметров модели функциональной точности и расчет допусков показателей МСБ.

Краткие теоретические сведения содержатся в описании лабораторных работ.

Содержание работы

1. Расчет по исходным данным номинальных значений емкости конденсаторов C_1 , C_2 , сопротивлений резисторов R_1, R_2 .
2. Снятие АЧХ и определение экспериментальных значений функциональных параметров фильтра.
3. Экспериментальная отработка функциональных параметров фильтра на соответствие исходным требованиям.
4. Определение параметров модели функциональной точности МСБ и расчет производственного допуска.

Порядок выполнения работы

1. Получить задание у преподавателя. Варианты возможных заданий приведены в приложении (табл. П. 4.1).
2. В соответствии со структурной схемой рис. 4.4 собрать лабораторную установку. Получить у лаборанта разрешение на ее включение.
3. Вывести переменный резистор R_4 на макете фильтра в крайнее левое положение; включить источник питания и установить на выходах источника $+20$ В и -20 В с точностью до $0,5$ В.
4. Переменным резистором R_4 установить номинальное значение напряжения питания операционного усилителя. Тумблер SA5 перевести в положение "Вкл".
5. Включить звуковой генератор, осциллограф, вольтметр и частотомер. На выходе генератора установить синусоидальное напряжение $10 \dots 100$ мВ.
6. По заданным f_1 и f_2 произвести расчет функциональных параметров фильтра, номинальных значений емкости конденсаторов C_1 , C_2 и сопротивлений резисторов R_1, R_2 . С помощью переключателей SA1 . . . SA4 набрать ближайшие к расчетным значения параметров элементов.
8. Используя звуковой генератор ГЗ-112 и вольтметр ВЗ-38, снять АЧХ фильтра и определить экспериментальные значения функциональных показателей.
9. Методом малых приращений определить коэффициенты влияния параметров элементов и напряжения источников питания на функциональные показатели активного фильтра. Учитывая знак и величину коэффициентов влияния, выбрать направление корректировки параметров элементов.
10. Произвести корректировку параметров элементов, снять АЧХ фильтра и

определить новые значения функциональных показателей фильтра•

11. Заданным однофакторным методом провести исследование работоспособности и параметрической чувствительности фильтра при выбранных значениях параметров элементов. Дать анализ полученных результатов, установить допуски на параметры элементов.

12. Проверить справедливость принятых решений методом матричных испытаний. Записать модель функциональной точности заданного показателя фильтра.

13. Выключить лабораторную установку. Оформить отчет и представить его к защите.

Содержание отчета

1. Цель лабораторной работы. Содержание задания.
2. Структурная схема лабораторной установки.
3. Расчет функциональных показателей и номинальных значений параметров элементов фильтра.
4. АЧХ фильтра при расчетных и скорректированных значениях параметров элементов. Таблица коэффициентов влияния.
5. Парциальные характеристики или графики граничных испытаний и их анализ.
6. Матрица ситуаций. Результаты матричных испытаний и их анализ.
7. Уравнение погрешности заданного функционального показателя активного фильтра. Расчет производственного допуска, анализ полученных результатов.
8. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные функциональные параметры активного фильтра.
2. Раскройте содержание задачи отработки функциональных показателей КТЕ.
3. Назовите и охарактеризуйте методы расчета допусков.
4. Дайте сравнительную характеристику основных методов экспериментальной отработки функциональных показателей КТЕ.
5. Назовите и охарактеризуйте экспериментальные методы определения коэффициентов влияния.
6. Какой порядок проведения граничных испытаний.
7. В чем преимущество многофакторных методов отработки функциональных показателей КТЕ по сравнению с однофакторными?

Лабораторная работа №5

Изучение статистических методов приемочного контроля микроселектронных устройств

Цель работы: ознакомление с различными методами статистического приемочного контроля качества элементов микроселектронной аппаратуры.

Краткие теоретические сведения содержатся в описании лабораторных работ.

Порядок выполнения работы

1. Получить вариант задания, проанализировать исходные данные и рассчитать недостающие характеристики, пользуясь номограммой. В дальнейшем пункты 2-6 выполнять на ЭВМ в соответствии с инструкцией к «Программе» работы на ЭВМ.
2. По заданному варианту построить оперативную характеристику по четырем характерным точкам.

3. Проконтролировать n резисторов по методу однократной выборки. Сделать вывод по результатам контроля.
4. Проконтролировать n_1 резисторов 1-й выборки по методу двукратной выборки. По результатам контроля принять решение.
5. Проконтролировать n_2 резисторов 2-й выборки (если принято соответствующее решение по п. 4) и сделать выводы.
6. Проконтролировать исследуемую партию резисторов методом последовательного анализа:
 - 6.1. Рассчитать значения границ зоны приемки mn и зоны браковки $m_в$. Построить предельную диаграмму в соответствии с рис. 5.5 и рассчитанными значениями границ mn и $m_в$.

6.3 Поочередно контролируя резисторы, фиксировать и заносить на график рис. 5.5 количество дефектных резисторов m . По расположению точек (m, n) принимать решение о принятии или браковке партии резисторов или продолжении контроля.

7. Полученные в п. 6 результаты сравнить с результатами контроля этой же партии резисторов двумя предыдущими методами. Сделать выводы по всем трем методам статистического контроля качества партии резисторов.
8. Повторить пп. 4 – 7 для нового допуска на резисторы (по заданию преподавателя).
9. Оформить отчет о выполненной работе.

Работа может выполняться на ЭВМ. При этом все изучаемые процессы имитируются на ЭВМ (построение графиков, выдача справочной и контрольной информации). При использовании в работе ЭВМ необходимо руководствоваться специально разработанным руководством пользователя.

Содержание отчета

1. Краткое описание работы (цель, основные методы и задание).
2. Оперативная характеристика для метода однократной выборки.
3. Диаграммы методов однократной и двукратной выборок.
4. Предельная диаграмма метода последовательного анализа.
5. Результаты контроля по всем трем методам статического контроля качества резисторов.
6. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Дайте сравнительную характеристику основных путей реализации выборочного контроля качества продукции.
2. Назовите основные методы приемочного статистического контроля качества изделий и дайте их краткую характеристику.
3. Поясните принцип метода однократной выборки; метода двукратной выборки; метода последовательного анализа.
4. Что представляет собой идеальная оперативная характеристика?
5. Как построить оперативную характеристику выборочного контроля по характерным точкам?
6. Как рассчитывается объем выборки для контроля по методу однократной выборки? По методу двукратной выборки?
7. Нарисуйте схему приемочного контроля по методу последовательного анализа и поясните методику принятия решения по результатам контроля.
8. Как рассчитать и построить границы зон приемки и браковки для контроля по методу последовательного анализа?

Вопросы для тестирования

1 контрольная точка

I: 1

S: Основной документ, требованиям которого должны соответствовать радио-электронные средства называется ...

-: техническое описание

-: технический паспорт

+: технические условия.

I: 2

S: Предприятия по типу делятся на ...

-: промышленные и сельскохозяйственные

-: сырьевые и перерабатывающие

-: тяжелой и легкой промышленности

+: крупные, средние, мелкие.

I: 3

S: Совокупность деталей и материалов с различными физическими свойствами, находящиеся в определенной физической связи, обеспечивающая выполнение заданных функций с необходимой точностью и надежностью под влиянием внешних и внутренних воздействий и воспроизводимая в условиях производства называется ...

-: техническая аппаратура

-: техническое оборудование

+: конструкция радиоэлектронных средств.

I: 4

S: Технологичность, высокий уровень технических параметров, надежность, состав элементной базы, стадии разработки это показатели ...

+: качества

-: надежности

-: актуальности

I: 5

S: Регулярные проверки соответствия состояния производства изделия разработанным техническим документам называется

+: авторский надзор

-: контроль ОТК

-: ревизорские проверки

I: 6

S: Разработка конструкций РЭС производится ...

-: государственными НИИ

-: на предприятиях, производящих соответствующие РЭС

+: в специализированных НИИ, КБ, СКТБ и на предприятиях, имеющих соответствующие лицензии

I: 7

S: В разработке РЭС участвуют ...

-: инженеры-конструкторы

-: научный сектор специализированных НИИ, КБ и СКТБ

+: ведущие специалисты, прочие ИТР организации(предприятия)

I: 8

S: Разработчики РЭС при проведении работ по конструированию РЭС руководствуются ...

-: ЕСКД

-: комплектом КД изделия-аналога

+: ГОСТ, ОСТ, РМ, стандартами организации(предприятия)

I: 9

S: ЕСКД это документации

- : европейская система конструкторской
- : европейский стандарт конструкторской
- +: единая система конструкторской

I: 10

S: ГОСТ это ...

- : государственная служба технологий
- : государственная статистика
- +: государственный стандарт

I: 11

S: ОСТ это ...

- : отраслевой стандарт технологий
- : отраслевая статистика
- +: отраслевой стандарт

I: 12

S: РМ это- ...

- : регламент-максимум
- : регламент-минимум
- +: руководящие материалы.

I: 13

S: СКТБ это ... бюро.

- : сборочное конструкторско-техническое
- : совместное конструкторско-техническое
- +: специализированное конструкторско-технологическое

I: 14

S: НИИ это

- : номенклатурный инженерный институт;
- : научно-инновационный институт
- +: научно-исследовательский институт.

I: 15

S: Стандарт это- ...

- : определенный уровень развития;
- : образец, эталон;
- +: нормативно-технический документ, устанавливающий определенные требования, основные термины и величины.

I: 16

S: Изделия и его составляющие части, в основу функционирования которых положены принципы радиотехники и электроники называются ...

- : радиотехнические аппаратура
- : радиотехнические изделия
- +: радиоэлектронные средства(РЭС)

I: 17

S: РЭС по типу производства классифицируют как ...

- : опытные образцы
- : мелкосерийные
- +: одиночные, серийные, массовые .

I: 18

S: РЭС по типу конструктивной сложности классифицируют как ...

- : сложные (более 10 составляющих) и простые (менее 10 составляющих).
- : сложные(состоящие из узлов и деталей) и простые(состоящие из деталей, заготовок).
- +: :заготовки, изделия комплектующие, готовые к использованию изделия.

I: 19

S: РЭС состоят из ...

- : из заготовок, узлов, комплектов,
- : платы, детали, комплектующие изделия, соединительные элементы.
- +: деталей, узлов, групп, сборочных единиц, комплексов, комплектов.

I: 20

S: Уровни разукрупнения РЭС - это классификация РЭС по ...

- : степени интеграции составляющих элементов
- : возможностям сборки и демонтажа аппаратуры.
- +: признаку конструкторской иерархии.

I: 21

S: Деталь - это ...

- : самая минимальная составляющая часть изделия;
- : часть изделия, с нулевым уровнем разукрупнения;
- +: изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

I: 22

S: Узел РЭС это - ...

- : соединенные вместе две (и более) детали РЭС
- : часть изделия, с уровнем разукрупнения отличным от нуля
- +: разъемное(или - неразъемное) соединение составных частей изделия.

I: 23

S: Разъемное(или - неразъемное) соединение частей изделия, являющееся его составной частью, или соединение, непосредственно входящее в изделие, для которого предусматривается возможность многократного применения(различные унифицированные узлы, блоки питания, усилители...) -это...

- : соединенные вместе две и более детали и узлы РЭС;
- : соединенные вместе два и более узлов РЭС;
- +: группа

I: 24

S: Изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе на сборочных операциях - это...

- : изделие с уровнем разукрупнения более единицы
- : изделие, состоящее из деталей и узлов
- +: сборочная единица

I: 25

S: Два изделия или более, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенными для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций - это...

- : изделие с максимально возможным уровнем разукрупнения
- : изделия, состав которых определяется техническими условиями на поставку
- +: комплекс

I: 26

S: ИМ обозначенные буквами "ГЛ" работают как генераторы ...

- : пилообразных сигналов;
- : синусоидальных сигналов;
- : прямоугольных сигналов;
- +: линейно изменяющихся сигналов.

I: 27

S: ИМ обозначенные буквами "ГМ" работают как генераторы ...

- : пилообразных сигналов;
- : синусоидальных сигналов;
- : прямоугольных сигналов;

+ : шума.

I: 28

S: ИМ обозначенные буквами "ГП" работают как генераторы ...

-: пилообразных сигналов;

-: синусоидальных сигналов;

-: прямоугольных сигналов;

+ : прочие.

I: 29

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "Д " соответствуют ...

-: детерминаторы;

-: деполяризаторы;

-: дешифраторы;

+ : детекторы.

I: 30

S: ИМ обозначенные буквами "ДА" работают как детекторы ...

-: шумов;

-: синхронизаторы;

-: синусоидальные;

+ : амплитудные .

I: 31

S: ИМ обозначенные буквами "ДИ" работают как детекторы ...

-: шумов;

-: синхронизаторы;

-: синусоидальные;

+ : детекторы импульсные.

I: 32

S: ИМ обозначенные буквами "ДС " работают как детекторы ...

-: шумов;

-: синхронизаторы;

-: синусоидальные;

-: амплитудные ;

+ : частотные.

I: 33

S: ИМ обозначенные буквами "ДФ" работают как детекторы ...

-: синхронизаторы;

-: синусоидальные;

-: амплитудные ;

+ : фазовые.

I: 34

S: ИМ обозначенные буквами "ДП " работают как детекторы ...

-: синхронизаторы;

-: синусоидальные;

-: амплитудные ;

-: частотные;

+ : прочие.

I: 35

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "К " соответствуют ...

-: конверторы;

-: коллиматоры;

-: классификаторы;

+ : коммутаторы.

I: 36

S: ИМ обозначенные буквами "КТ " работают как коммутаторы ...

- : транзисторов;
- : напряжений;
- : усилителей;
- +: тока.

I: 37

S: ИМ обозначенные буквами "КН " работают как коммутаторы ...

- : транзисторов;
- +: напряжений;
- : усилителей;
- : тока.

I: 38

S: ИМ обозначенные буквами "КП " работают как коммутаторы ...

- : транзисторов;
- : напряжений;
- : усилителей;
- : тока;
- +: прочие.

I: 39

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "Л" соответствуют ...

- : матрицы-накопители;
- : линейки микросхем;
- : люминисцентные ИМ;
- +: логические элементы.

2 контрольная точка

I: 40

S: ИМ обозначенные буквами "ЛИ " работают как ...

- : элемент "ИЛИ";
- : элемент "ДА";
- : элемент "НЕТ";
- : элемент "И и ИЛИ";
- +: элемент "И".

I: 41

S: ИМ обозначенные буквами "ЛЛ " работают как ...

- : элемент "ДА";
- : элемент "НЕТ";
- : элемент "И и ИЛИ";
- : элемент "И",
- +: элемент "ИЛИ".

I: 42

S: ИМ обозначенные буквами "ЛН " работают как ...

- : элемент "И и ИЛИ";
- : элемент "И",
- : элемент "ИЛИ",
- +: элемент "НЕ".

I: 43

S: ИМ обозначенные буквами "ЛС " работают как ...

- : элемент "И",

- : элемент "ИЛИ",
- : элемент "НЕ",
- +: элемент "И-ИЛИ".

I: 44

S: ИМ обозначенные буквами "ЛБ" работают как ...

- : элемент "И",
- : элемент "ИЛИ",
- : элемент "НЕ",
- +: элемент "И-НЕ/ИЛИ-НЕ".

I: 45

S: ИМ обозначенные буквами "ЛР" работают как ...

- : элемент "И",
- : элемент "ИЛИ",
- : элемент "НЕ",
- +: элемент "И-ИЛИ-НЕ".

I: 46

S: ИМ обозначенные буквами "ЛК" работают как ...

- : элемент "И",
- : элемент "ИЛИ",
- : элемент "НЕ",
- +: элемент "И-ИЛИ-НЕ/И-ИЛИ".

I: 47

S: ИМ обозначенные буквами "ЛМ" работают как ...

- : элемент "И",
- : элемент "ИЛИ",
- : элемент "НЕ",
- +: элемент "ИЛИ-НЕ/ИЛИ".

I: 48

S: ИМ обозначенные буквами "ЛД" работают как ...

- : линейки микросхем;
- : люминисцентные ИМ;
- : генераторы линейно изменяющихся сигналов;
- +: расширители.

I: 49

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "Х" соответствуют ...

- : коммутаторы;
- : дешифраторы;
- : детекторы;
- : модуляторы;
- +: многофункциональные ИМ.

I: 50

S: ИМ обозначенные буквами "ХА" работают как ...

- : линейки микросхем;
- : логические ИМС
- : генераторы линейно изменяющихся сигналов
- : коммутаторы напряжения;
- +: аналоговые.

I: 51

S: ИМ обозначенные буквами "ХЛ" работают как ...

- : линейки микросхем;
- : логические ИМС;
- : генераторы линейно изменяющихся сигналов

-: коммутаторы напряжения

+: цифровые.

I: 52

S: ИМ обозначенные буквами "ХК" работают как ...

-: линейки микросхем;

-: логические ИМС;

-: генераторы линейно изменяющихся сигналов

-: коммутаторы напряжения;

+: комбинированные ИМ

I: 53

S: ИМ обозначенные буквами "ХП" работают как ...

-: линейки микросхем;

-: логические ИМС;

-: генераторы линейно изменяющихся сигналов

-: коммутаторы напряжения;

+: прочие многофункциональные ИМ.

I: 54

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "М" соответствуют ...

-: матрицы;

-: матрицы-накопители;

-: матрицы-распределители;

+: модуляторы.

I: 55

S: ИМ обозначенные буквами "МА" работают как ...

-: матрицы;

-: матрицы-накопители;

-: матрицы-распределители;

+: модуляторы амплитудные.

I: 56

S: ИМ обозначенные буквами "МС" работают как ...

-: матрицы;

-: матрицы-накопители;

-: матрицы-распределители;

+: модуляторы частотные.

I: 57

S: ИМ обозначенные буквами "МФ" работают как ...

-: матрицы-накопители;

-: матрицы-распределители;

-: модуляторы частотные;

+: модуляторы фазовые.

I: 58

S: ИМ обозначенные буквами "МИ" работают как ...

-: матрицы-распределители;

-: модуляторы частотные;

-: модуляторы фазовые;

+: модуляторы импульсные.

I: 59

S: ИМ обозначенные буквами "МП" работают как ...

-: матрицы-распределители;

-: модуляторы частотные;

-: модуляторы фазовые;

+: модуляторы прочие.

I: 60

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "Н" соответствуют ...

- : матрицы-распределители;
- : модуляторы частотные;
- : модуляторы фазовые
- +: набор элементов.

I: 61

S: ИМ обозначенные буквами "НД" работают как ...

- : набор конденсаторов;
- : набор транзисторов;
- : набор индуктивностей;
- +: набор диодов.

I: 62

S: ИМ обозначенные буквами "НТ" работают как ...

- : набор конденсаторов;
- : набор транзисторов;
- : набор диодов
- +: набор транзисторов.

I: 63

S: ИМ обозначенные буквами "НР" работают как ...

- : набор конденсаторов;
- : набор транзисторов;
- : набор диодов;
- +: набор резисторов.

I: 64

S: ИМ обозначенные буквами "НЕ" работают как ...

- : набор резисторов;
- : набор индуктивностей;
- : набор транзисторов;
- : набор диодов;
- +: набор конденсаторов.

I: 65

S: ИМ обозначенные буквами "НК" работают как ...

- : набор резисторов;
- : набор конденсаторов;
- : набор транзисторов;
- : набор диодов;
- +: набор комбинированный.

I: 66

S: ИМ обозначенные буквами "НП" работают как ...

- : набор резисторов;
- : набор конденсаторов;
- : набор транзисторов;
- : набор диодов;
- +: набор прочих элементов.

I: 67

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "П" соответствуют ...

- : переключатели;
- : накопители;
- : матрицы-распределители;
- : коммутаторы;
- +: преобразователи.

I: 68

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквами "ПС, ПФ, ПД, ПМ, ПУ, ПА, ПВ" соответствуют

...

- : переключатели;
- : накопители;
- : прерыватели;
- : преобразователи напряжений;
- + : преобразователи частоты.

I: 69

S: ИМ обозначенные буквами "ПП, ПР" работают как ...

- : переключатели;
- : накопители;
- : прерыватели;
- : преобразователи напряжений;
- + : преобразователи фазы.

I: 70

S: Подгруппе ИМ обозначенной буквой "Е" соответствуют ...

- + : схемы вторичных источников питания.
- : схемные коммутаторы;
- : матрицы-накопители;
- : логические элементы;
- : детекторы сигналов;

I: 71

S: ИМ обозначенные буквами "ЕВ" работают как ...

- : схемные коммутаторы;
- : матрицы-накопители;
- : логические элементы;
- : детекторы сигналов;
- + : выпрямители в схемах вторичных источников питания.

I: 72

S: ИМ обозначенные буквами "ЕМ" работают как ...

- : схемные коммутаторы;
- : матрицы-накопители;
- : логические элементы;
- : детекторы сигналов;
- + : преобразователи в схемах вторичных источников питания.

I: 73

S: ИМ обозначенные буквами "ЕН" работают как ...

- : схемные коммутаторы;
- : матрицы-накопители;
- : логические элементы;
- : детекторы сигналов;
- + : стабилизаторы напряжения в схемах вторичных источников питания.

I: 74

S: Многослойная печатная плата представляет собой

- : печатную плату, диэлектрическое основание которой выполнено из нескольких одинаковых тонких слоев
- + : несколько склеенных печатных слоев, имеющих межслойные соединения
- : печатную плату, диэлектрическое основание которой выполнено из нескольких различных по материалу тонких слоев.

I: 75

S: Печатный монтаж, нанесенный на изоляционное основание - это ...

- + : печатный слой
- : печатная плата
- : печатный элемент.

Вопросы, выносимые на colloквиум 1 контрольная точка

1. Что такое РЭС, составные части РЭС, классификации РЭС.
2. Испытания РЭС на виброустойчивость.
3. Надежность РЭС; основные качественные характеристики надежности РЭС.
4. Испытания РЭС на вибропрочность.
5. Системный подход при проектировании РЭС.
6. Испытания РЭС на влагоустойчивость и холодоустойчивость.
7. Математическое представление показателей надежности РЭС.
8. Испытания РЭС на воздействие ударных факторов.
9. Обобщенная системная модель конструкции РЭС.
10. Испытания РЭС на ПРН.
11. Отказы РЭС. Зависимость частоты отказов РЭС от наработки.
12. Применение программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем.
13. Сборка РЭС на интегральных схемах.
14. Комплексные испытания РЭС.
15. Технологическая тренировка РЭС.
16. Физические основы электродуговой сварки.
17. Контроль технологического процесса.
18. Физические основы лазерной сварки.
19. Типовой технологический процесс изготовления РЭС.

2 контрольная точка

1. НИР: организация и проведение работ, техническая документация.
2. ОКР: организация и проведение работ, техническая документация.
3. Физические основы газосварочной сварки.
4. Влияние высотности на работоспособность РЭС при эксплуатации.
5. Многослойные печатные платы.
6. Перечень документов, предъявляемых на комиссию по приемке ОКР.
7. Влияние морского тумана на работоспособность РЭС.
8. Условия эксплуатации РЭС и их влияние на работу аппаратуры.
9. Применение методов стандартизации и унификации при проектировании РЭС.
10. Проведение испытаний РЭС на долговечность и безотказность
11. Охарактеризовать состав технической документации на РЭС (ТУ, КЧ, КТУ).
12. Карта технического уровня РЭС.
13. Разработка ОКП на этапе ОКР.
14. Охарактеризовать стендовые и полевые предварительные испытания РЭС.
15. Испытания РЭС на КТЗ.
16. Охарактеризовать этапы разработки РЭС.
17. Разработка технологического процесса изготовления РЭС на этапе ОКР.
18. Виды испытаний РЭС, проводимые под электрической нагрузкой.
19. Виды испытаний РЭС, проводимые без электрической нагрузки.

3.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Экзамен проводится устно по билетам.. Задаются 2 теоретических вопроса

Вопросы к экзамену

1. Что такое РЭС, составные части РЭС, классификации РЭС.
2. Испытания РЭС на виброустойчивость.
3. Надежность РЭС, основные качественные характеристики надежности РЭС.
4. Испытания РЭС на вибропрочность.
5. Системный подход при проектировании РЭС.
6. Применение программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем.
7. Испытания РЭС на влагоустойчивость и холодоустойчивость.
8. Математическое представление показателей надежности РЭС.
9. Отказы РЭС. Зависимость частоты отказов РЭС от наработки.
10. Испытания РЭС на воздействие ударных факторов.
11. Обобщенная системная модель конструкции РЭС.
12. Сборка РЭС на интегральных схемах.
13. Комплексные испытания РЭС.
14. Технологическая тренировка РЭС.
15. Физические основы электродуговой сварки.
16. Контроль технологического процесса.
17. Физические основы лазерной сварки.
18. Типовой технологический процесс изготовления РЭС.
19. НИР: организация и проведение работ, техническая документация.
20. Физические основы газозлектрической сварки.
21. Влияние высотности на работоспособность РЭС при эксплуатации.
22. ОКР: организация и проведение работ, техническая документация.
23. Многослойные печатные платы.
24. Электрическая контактная сварка.
25. Перечень документов, предъявляемых на комиссию по приемке ОКР.
26. Влияние морского тумана на работоспособность РЭС.
27. Применение программного обеспечения для разработки принципиальных электрических схем.
28. Условия эксплуатации РЭС и их влияние на работу аппаратуры.
29. Применение методов стандартизации и унификации при проектировании РЭС.
30. Автоматизация производства радиоаппаратуры на печатном монтаже.
31. Проведение испытаний РЭС на долговечность и безотказность.
32. Характеристика монтажно-сборочных процессов при сборке РЭС.
33. Охарактеризовать состав технической документации на РЭС.
34. Применение программного обеспечения для разработки печатных монтажных схем.
35. Карта технического уровня РЭС.
36. Разработка оперативно-календарного планирования на этапе ОКР.
37. Охарактеризовать стендовые и полевые предварительные испытания РЭС.
38. Разработка технологического процесса изготовления РЭС на этапе ОКР.
39. Виды испытаний РЭС, проводимые под электрической нагрузкой.
40. Охарактеризовать этапы разработки РЭС.
41. Влияние низкого атмосферного давления на работоспособность РЭС при эксплуатации.
42. Предплановая подготовка к ОКР.
43. Основные этапы технологического процесса сборки и монтажа РЭС.

44. Предплановая подготовка к НИР.

45. Виды испытаний РЭС, проводимые без электрической нагрузки.

Тематика курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ:

Тема 1. Разработка конструкторской документации блока регуляторов тембра.

Тема 2. Разработка конструкторской документации усилителя-корректора магнитной головки.

Тема 3. Разработка конструкторской документации усилителя корректора магнитного звукоснимателя.

Тема 4. Разработка конструкторской документации усилителя-корректора пьезоэлектрического звукоснимателя.

Тема 5. Разработка конструкторской документации предварительного усилителя.

Тема 6. Разработка конструкторской документации микрофонного усилителя.

Тема 7. Разработка конструкторской документации усилителя мощности звуковой частоты.

Тема 8. Разработка конструкторской документации усилителя передатчика 27 МГц.

Тема 9. Разработка конструкторской документации регулятора мощности.

Тема 10. Разработка конструкторской документации датчика движения.

Тема 11. Разработка конструкторской документации радиовещательного приёмника ДВ диапазона.

Тема 12. Разработка конструкторской документации синтезатора частот радиовещательного приёмника.

Тема 13. Разработка конструкторской документации радиовещательного приёмника СВ диапазона.

Тема 14. Разработка конструкторской документации регулятора освещённости.

Тема 15. Разработка конструкторской документации FM передатчика.

Тема 16. Разработка конструкторской документации радиовещательного приёмника УКВ диапазона.

Тема 17. Разработка конструкторской документации активного фильтра инфранизких частот.

Тема 18. Разработка конструкторской документации генератора белого шума.

Тема 19. Разработка конструкторской документации электронного таймера.

Тема 20. Разработка конструкторской документации терморегулятора.

Тема 21. Разработка конструкторской документации электронного регулятора громкости.

Тема 22. Разработка конструкторской документации эквалайзера.

Тема 23. Разработка конструкторской документации логического пробника.

Тема 24. Разработка конструкторской документации мультиметра.

Тема 25. Разработка конструкторской документации малошумящего усилителя МВ диапазона.