

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«16» декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

**«Основы конструкторско-технологического проектирования
электронной аппаратуры»**

**Направление подготовки 11.04.03 Конструирование и технология
электронных средств**

**Профиль Автоматизированное проектирование и технология
радиоэлектронных средств специального назначения**

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 мес

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

/Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
конструирования и
производства
радиоаппаратуры

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

/Башкиров А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Основы конструкторско-технологического проектирования электронной аппаратуры» является получение знаний студентами в области теоретических основ конструирования РЭС, развития навыков проектирования конструкций, а также знакомства с технологиями изготовления РЭС различного функционального назначения, эксплуатируемых в условиях воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды

1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение теоретических основ научных и прикладных проблем, возникающих в ходе выполнения этапов проектирования конструкций РЭС и технологий их производства, включая: проблемы выбора компонентов конструкций, параметрической точности узлов РЭС, надежности, технологии производства коммутационных плат;
- изучение принципов: рационального выбора комплектующих компонентов конструкций; оценки устойчивости РЭС к воздействию дестабилизирующих факторов производства и условий эксплуатации с использованием аналитических и численных методов; расчета надежности узлов и блоков РЭС; показать влияние на выходные характеристики и надежность РЭС дестабилизирующих факторов, указать пути их минимизации
- познакомить с методами обеспечения работы конструкций РЭС в условиях высоких и низких температур, повышенной влажности, паразитных электромагнитных полей, вредных химических и биологических воздействий ;
- получение представления о современных технологических процессах производства блоков и узлов РЭС, электрических, конструктивных, эксплуатационных параметрах элементов и порядке их применения.
- научить обосновывать и принимать технические решения при системном конструировании РЭС;
- приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы конструкторско-технологического проектирования электронной аппаратуры» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы конструкторско-технологического проектирования электронной аппаратуры» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства, системы и комплексы электронных средств с учетом заданных

требований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать: техническую базу радиоэлектронных компонентов
	Уметь: анализировать исходную техническую документацию с целью получения необходимых для проектирования данных
	Владеть: современными системами автоматизированного проектирования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы конструкторско-технологического проектирования электронной аппаратуры» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	
Аудиторные занятия (всего)	90	90	
В том числе:			
Лекции	36	36	
Лабораторные работы	36	36	
Практические занятия (ПЗ)	18	18	
Самостоятельная работа	54	54	
Курсовой проект	+	+	
Часы на контроль	36	36	
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	
Общая трудоемкость: академические часы	180	180	
зач.ед.	5	5	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные вопросы конструирования РЭС	Содержание, цели и задачи курса, литература. Организация процесса проектирования РЭС. Заказчики и исполнители. Распределение внутри предприятия. Формирование технических требований. Этапы проектирования. НИР.ОКР. Рабочая документация. История конструкций РЭС. Понятие конструкции и конструирования РЭС. Структура конструкций РЭС: понятие радиоэлектронного модуля, модули 1-го, 2-го и 3-го уровней.	10	10	6	26

		<p>Несущие конструкции. Главные задачи конструирования РЭС: комплексная миниатюризация, элементная база, обеспечение тепловых режимов, технологичность</p> <p>Основные требования, предъявляемые к РЭС: по назначению, надёжности, безопасности, эргономики, эстетики, технологичности и унификации, патентно-правовые требования.</p> <p>Варианты климатического исполнения РЭС.</p> <p>Классификация РЭС: понятие категории, класса и группы. Класс наземной аппаратуры.</p> <p>Стационарная РЭА. РЭС для подвижных объектов. Носимая аппаратура. Бытовая РЭА.</p> <p>Класс морской аппаратуры. Судовые и корабельные РЭС. Буйковая аппаратура. Класс бортовой аппаратуры. Авиационные РЭС.</p> <p>Космическая и ракетная РЭА</p>				
2	Оформление конструкторской документации по ЕСКД	<p>Определение конструкторской документации.</p> <p>Стандарты: Назначение стандартов. Категории стандартов. Системы стандартизации в РЭС.</p> <p>Единая Система Конструкторской Документации: Назначение ЕСКД.</p> <p>Классификация по группам. Обозначение стандартов.</p> <p>Классификация и комплектность КД:</p> <p>Графические и текстовые документы.</p> <p>Классификация по способу выполнения. Виды изделий. Основные комплекты КД.</p> <p>Спецификация: Назначение. Состав. Порядок заполнения отдельных разделов</p>	10	10	6	26
3	Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры. Методы конструирования РЭС	<p>Модульный принцип конструирования, конструктивная иерархия элементов, узлов и устройств. Стандартизация при модульном конструировании. Модули нулевого уровня.</p> <p>Микросборки. Модули первого уровня. Модули второго уровня. Модули третьего уровня. Рамы.</p> <p>Правила выполнения чертежей деталей.</p> <p>Примеры присвоения обозначения деталям и сборочным единицам.</p> <p>. Функционально-узловой метод конструирования РЭС. Типы функциональных узлов и особенности их выполнения</p> <p>Характеристики применяемых в РЭС электронных компонентов. Выбор элементной базы: ИМС, дискретные радиоэлементы.</p> <p>Материалы для элементов и конструкций.</p>	10	10	6	26
4	Конструкции и технология печатных плат	<p>Способы обеспечения электрических связей в РЭС. Влияние конструкции соединений на параметры РЭС. Печатный и проводной монтаж.</p> <p>Преимущества печатных схем. Технологические трудности. Печатные платы. Основные определения: печатная плата (ПП), печатный монтаж, печатный проводник, проводящий рисунок, перемычка ПП. Классы точности ПП.</p> <p>Разновидности печатных плат (ПП).. Линейные размеры ПП. Допустимые рабочие напряжения для материалов ПП. Материалы оснований ПП.</p> <p>Технологические операции, необходимые для ее изготовления.</p> <p>Компоненты печатных плат: Подложки.</p> <p>Печатные проводники. Формирование рисунка проводников.</p> <p>Связь конструкции печатной платы и технологии ее изготовления. Общие вопросы конструирования печатных плат: Координатная сетка. Поверхностный монтаж. Виды печатных плат и их характеристики: Классификация плат.</p> <p>Односторонние ПП Двухсторонние ПП.</p> <p>Многослойные ПП. Гибкие ПП. Проводные платы. Современные методы изготовления</p>	10	10	6	26

		<p>печатных плат:Классификация. Субтрактивные методы: химический, комбинированный позитивный, комбинированный негативный</p> <p>Аддитивные методы. Печатно-проводной монтаж: Стежковый монтаж. Монтаж с фиксацией и без фиксации проводов.</p> <p>Особенности оформления чертежа печатной платы. Правила выполнения чертежей печатных плат. Пример записи технических требований в платах (сборочных чертежах).</p>				
5	Проектирование современных РЭС с повышенной надежностью	<p>Основные термины и определения: Надежность. Работоспособность. Отказ. Нарботка. Безотказность. Долговечность. Ресурс. Выбор основного показателя надежности: Неоднозначность выбора. Экономический подход. Назначение норм надежности: Использование прототипа. Расчет показателей. Резервирование: Цель и классификация. Виды включения. Активный и пассивный резерв. Необходимость СОТР. Понятие "теплового режима". Влияние теплового режима на надежность. Механизмы теплообмена в РЭС: Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Основные схемы СОТР. Воздушное охлаждение. Жидкостное охлаждение. Испарительное охлаждение.</p> <p>Выбор СОТР: Методики выбора. Диаграмма СОТР. Уточнение способа. воздушного охлаждения. Расчет теплового режима блока РЭС: Понятие нагретой зоны. Метод изотермических поверхностей. Метод однородного тела. Электротепловая аналогия. Коэффициентные методы расчета.</p> <p>Влияние климатических факторов на конструкцию. Защита РЭС .Защита от температурных воздействий. Защита аппаратуры от воздействия влажности. Защита от воздействия пыли.</p> <p>Виды механических воздействий на РЭА. Удары и вибрации в ЭС. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Конструктивные методы обеспечения вибро-, ударопрочности и устойчивости. Частотная отстройка. Виброизоляция устройств и приборов. Особенности виброизоляторов. Динамическое гашение колебаний. Демпфирование колебаний. Природа помех. Классификация помех. Способы снижения помех. Применение экранов в РЭА. Атомная энергетика и безопасность работы атомных станций. Классификация радиоактивных излучений: Корпускулярные и квантовые излучения. Параметры излучений. Единицы измерения основных характеристик излучений: Грей. Эквивалентная доза. Зиверт. . Экспозиционная доза. Нэд.</p> <p>Классификация воздействий излучения на РЭС: Обратимые и необратимые изменения. Объемные и поверхностные нарушения.</p> <p>Влияние радиоактивных излучений на полупроводники: Физика влияния. Биполярные транзисторы. Кремний и германий. Тепловой нагрев. Полевые транзисторы.</p> <p>Влияние излучений на резисторы, конденсаторы и катушки. Дискретные резисторы. Резисторы ИС. Дискретные конденсаторы. Конденсаторы ИС. Стойкость моточных изделий.</p> <p>Категории испытаний. Испытания на механические воздействия. Испытание на климатические воздействия.</p>	10	10	6	26

		Эргономическая оценка системы «человек-машина». Этапы эргономической экспертизы РЭА.				
6	Технологии производства РЭС	<p>Необходимость выборочного контроля. Японское чудо. Всеобщий контроль качества. Стандарты ISO. Основные понятия выборочного контроля: Случайная выборка. Статистические гипотезы и их проверка. Риски поставщика и заказчика. Приемочный и браковочный уровни качества. Исходные данные для разработки плана контроля.. Принцип построения плана выборочного контроля: Условие приемки партии хорошего качества. Условие браковки партии плохого качества. Интервал неопределенности и его уменьшение. Контроль качества методом однократной выборки: Суть метода. Распределения доли дефектных изделий в выборке. Аппроксимация Пирсона. Расчет приемочного числа и объема выборки</p> <p>Конструирование и технология. Технологичность. Производственный и технологический процесс: Определения. Технологическая операция и ее составляющие: установи, позиции, переходы, приемы. Типы производства. Коэффициент закрепления операций. Единичное, массовое и серийное производства. Особенности РЭС в производстве: Разнородность ТП. Высокая трудоемкость сборки и контроля. Технологическая подготовка производства: Основные задачи. Понятие о ЕСТПП. Виды ТП: единичный, типовой, групповой. Технологическая документация: ЕСТД. Маршрутная карта. Карта ТП. Операционная карта. Карта типового ТП. Основные понятия и определения. Виды ТП в производстве РЭС: Заготовительные цеха. Холодная штамповка. Литейные цеха. Механическая обработка со снятием стружки. Очистка деталей и узлов. Гальванические цеха. Производство печатных плат. Лакокрасочные покрытия. Сборочные цеха. Выпуск ИС частного применения.</p> <p>Организация ТП сборки и монтажа: Понятие сборки и монтажа. Стационарная и подвижная сборка. Концентрация операций. Дифференцированная сборка. Основные принципы ТП сборки и монтажа: параллельность, прямоточность, непрерывность, пропорциональность, ритмичность.</p> <p>Проектирование ТП сборки и монтажа: Исходные данные. Основные этапы процесса проектирования. Маршрут сборки. Веерная сборка и сборка с базовой деталью. Границы дифференциации. Оптимизация ТП. Состав ТП сборки и монтажа ПП.</p> <p>Входной контроль комплектующих элементов: Необходимость контроля. Последовательность контроля. Виды и объем контроля. Выбор вида контроля.</p> <p>Подготовка элементов к монтажу на ПП: Распаковка, формовка выводов, размещение в технологической таре.</p> <p>Сборка компонентов на печатных платах: Ручная сборка. Механизированная установка с пантографами. Автоматизированная установка. Монтаж элементов: Нанесение и сушка флюса. Пайка. Очистка.</p> <p>Общая сборка и монтаж РЭС: Сборка несущего основания. Межблочный монтаж. Технический контроль РЭС: Состав контроля.</p>	6	6	2	14

	Виды контроля. Контроль креплений и соединений. Функциональный и системный контроль. Технологическая тренировка: Необходимость тренировки. Параметры тренировки. Перспективность ТПМ. Лидерство США и Японии. Ключевые вопросы ТПМ: Новые возможности - новые устройства. Корпуса. Технологичность. Теплоотвод. Компоненты и корпуса ТПМ. Пассивные компоненты. Активные компоненты и ИС. Коммутационные платы. Особенности процессов в ТПМ: Отличия от традиционной технологии варианта компоновки. 3 варианта компоновки.				
Итого		56	56	32	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка конструкции источника питания»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Разработка топологии печатного узла
- Разработка 3D моделей элементов конструкции
- Разработка конструкторской документации

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать: техническую базу радиоэлектронных компонентов	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: анализировать исходную техническую документацию с целью	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	получения необходимых для проектирования данных		рабочих программах	рабочих программах
	Владеть: современными системами автоматизированного проектирования	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать: основные нормативные документы своей профессиональной деятельности	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: ориентироваться в системе государственной стандартизации, использовать различные системы нормативной документации при разработке конструкций РЭС	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: терминологией в области конструирования и технологии РЭС	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2, 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать: техническую базу радиоэлектронных компонентов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: анализировать исходную техническую документацию с целью получения необходимых для проектирования данных	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: современными системами автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать: основные	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте

нормативные документы своей профессиональной деятельности		теста на 90-100%	теста на 80-90%	теста на 70-80%	менее 70% правильных ответов
Уметь: ориентироваться в системе государственной стандартизации, использовать различные системы нормативной документации при разработке конструкций РЭС	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть: терминологией в области конструирования и технологии РЭС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Стадии и этапы разработки РЭС.
2. Понятие конструкции и конструирования. Эволюция конструкций РЭС.
3. Структура конструкций РЭС. Основные задачи конструирования.
4. Основные требования, предъявляемые к РЭС. Кодификация климатических исполнений и объекта установки.
5. Классификация РЭС по категориям, классам и группам. Особенности на земных РЭС.
6. Особенности морских РЭС.
7. Особенности бортовых РЭС.
8. Понятие конструкторской документации. Роль стандартизации в проектировании и производстве РЭС.
9. Классификация и комплектность конструкторской документации.
10. Назначение и структура спецификации.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Разработка технического задания
2. Анализ электрической принципиальной схемы РЭА по элементной базе
3. Требования к оформлению документации
4. Электрические структурные, функциональные и принципиальные схемы.
5. Чертежи печатных плат, сборочные чертежи плат с монтажом; чертежи общего вида

6. Оценка надежности и расчет установочных характеристик РЭС
7. Выбор типов комплектующих изделий.
8. Компоновка электронного блока
9. Конструирование печатных узлов
10. Разработка термической модели для транзистора на радиаторе
11. Разработка термической модели для диода с аксиальными выводами
12. Расчёт параметров теплового режима блока.
13. Выбор и расчёт радиаторов для охлаждения компонентов
14. Расчёт термокамеры
15. Расчёт на действие вибраций
16. Расчёт на действие удара
17. Расчёт магнитостатического экрана.
18. Расчёт электромагнитных экранов в дальней зоне излучения.
19. Расчёт перфорированных и сеточных экранов
20. Расчёт надёжности блока электронных устройств по постепенным отказам

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Вариант 1

1. Кто формирует технические требования к разрабатываемой аппаратуре?
2. Какие структурные подразделения предприятия участвуют в разработке РЭС?
3. Назовите основные стадии проектирования РЭС.
4. Назовите и охарактеризуйте основные этапы НИР и ОКР.
5. Как и в какой последовательности разрабатывается рабочая документация?

Вариант 2

1. Назовите особенности аппаратуры первого и второго поколений
2. Назовите отличительные черты аппаратуры, и поколений
3. Дайте определение конструкции РЭС и перечислите ее особенности?
4. Какова структура современных РЭС?
5. Перечислите и охарактеризуйте основные задачи конструирования современных РЭС.

Вариант 3

1. Назовите основные группы требований к конструкциям РЭС и охарактеризуйте их.
2. Назовите варианты климатического исполнения РЭС.
3. Как подразделяются РЭС по размещению на объекте?
4. Дайте понятие категории, класса и группы РЭС.
5. На какие группы разделяется класс наземных РЭС?
6. На какие группы разделяется морские РЭС?
7. Назовите отличительные признаки класса бортовой аппаратуры

Вариант 4

1. Дайте определение конструкторской документации

2. Укажите назначение стандартов. Приведите примеры систем стандартов.

3. Для каких целей используется и как построена ЕСКД?

4. По каким признакам классифицируется конструкторская документация?

5. Назовите основные виды графических и текстовых конструкторских документов. Охарактеризуйте их.

6. Как различается КД по комплектности?

7. Как заполняется спецификация?

Вариант 5

1. Какое место занимают электрические соединения в РЭС?

2. Назовите и охарактеризуйте основные способы осуществления электрических соединений?

3. Что такое печатная схема? Назовите ее отличительные особенности.

4. Что такое печатная плата и какие технологические операции используются при ее изготовлении?

5. Как изготавливаются компоненты печатных плат?

Вариант 6

1. Назовите и охарактеризуйте основные виды печатных плат.

2. Укажите основные отличия между аддитивными и субтрактивными методами изготовления. Какие способы имеют большую разрешающую способность, а какие меньшую трудоемкость?

3. Перечислите основные субтрактивные методы. Какие технологические операции входят в их состав?

4. Как выполняется стежковый монтаж?

5. Как выполняется монтаж с фиксацией проводов? Без фиксации?

Вариант 7

1. Назовите основные программы пакета P-CAD и укажите в какой последовательности и для каких целей они используются при проектировании печатной платы.

2. Для каких целей предназначен графический редактор PC-CAPS? Как он запускается и как проводится его настройка?

3. Какие параметры отображаются в статус-строке редактора PC-CAPS? Укажите их назначение и способ их изменения?

4. Приведите основные команды редактора PC-CAPS и дайте их краткую характеристику.

5. Как формируется изображение на экране в графических редакторах PCAD'a? Укажите назначение команды VLYR.

Вариант 8

1. Укажите особенности задания позиционных обозначений элементов и именования цепей в редакторе PC-CAPS.

2. Как извлекаются логические связи и список используемых элементов из файла схемы? Какие файлы при этом используются и формируются?

3. Укажите назначение и особенности графического редактора PC-CARDS. Как создать файл заготовки печатной платы?

4. Для каких целей используется файл перекрестных ссылок? Какова его структура и как он редактируется?

Вариант 9

1. Перечислить объекты-носители и условия эксплуатации РЭС.
2. Уровни разукрупнения РЭС.
3. Виды климатических испытаний.

Вариант 10

1. Как влияет тепловой режим на основные показатели качества РЭС?
2. Каковы основные механизмы теплопереноса в РЭС ? От каких факторов зависит интенсивность теплопередачи для различных механизмов?
3. Назовите и охарактеризуйте основные классы способов охлаждения РЭС
4. Как можно выбрать способ охлаждения на ранних стадиях проектирования РЭС?

Вариант 11

1. Назовите и охарактеризуйте основные способы расчета теплового режима. Какой из способов применим на ранних стадиях проектирования ? Насколько он достоверен?
2. Какие основные упрощения используются при расчетах тепловых режимов РЭС?
3. Что такое "тепловая трубка" ? Как она устроена и в каких случаях используется?
4. В чем заключается, на чем основывается и как используется понятие "электротепловой аналогии"?

Вариант 12

1. Как классифицируются радиоактивные излучения?
2. Назовите основные характеристики излучений и единицы их измерений
3. Как классифицируются виды воздействий излучений на параметры РЭС?
4. Как влияют радиационные излучения на параметры транзисторов? Как зависит стойкость транзистора от материала из которого он изготовлен?
5. Как влияют радиоактивные излучения на параметры микросхем?
6. Какие конденсаторы и резисторы наиболее стойки к воздействию излучений?
7. Как меняются параметры точных изделий под воздействием излучений?

Вариант 13

1. Обоснуйте необходимость выборочного контроля качества.
2. Что называется случайной выборкой?
3. Что такое статистическая гипотеза и как она проверяется? Какие бывают гипотезы?
4. Дайте определение рисков поставщика и заказчика, приемочного и браковочного уровня качества. Как определяются области приемки и браковки партий изделий?

5. Как строится план контроля по методу однократной выборки?
6. Какими распределениями описывается число дефектных изделий в выборке?

Вариант 14

1. Что такое технологичность?
2. Дайте определение производственному и технологическому процессам. На какие составляющие разделяется операция?
3. Назовите отличительные признаки типов производства.
4. Какие задачи решает ТПП?
5. Назовите виды технологической документации.

Вариант 15

1. Что понимается под средствами технологического оснащения?
2. Назовите и охарактеризуйте основные виды ТП в производстве РЭС.
3. Как организуется сборка и монтаж РЭС?
4. Какова последовательность проектирования технологических процессов в производстве РЭС?

Вариант 16

1. С какой целью проводится входной контроль компонентов?
2. Как готовятся компоненты к монтажу на ПП?
3. Как устанавливаются и запаиваются элементы на ПП?
4. Как проводится общая сборка, контроль и тренировка РЭС?

Вариант 17

5. Перечислить объекты-носители и условия эксплуатации РЭС.
6. Уровни разукрупнения РЭС.
7. Виды климатических испытаний.

Вариант 18

1. Перечислить основные документы, входящие в комплект конструкторской документации.
2. Основные виды моделирования при разработке РЭС.
3. Виды механических испытаний.

Вариант 19

1. Перечислить этапы внесения изменений в схему электрическую принципиальную.
2. Основные пакеты прикладных программ автоматического проектирования РЭС.
3. Источники помех в РЭС.

Вариант 20

1. Перечислить базовые технологические процессы производства РЭС.
2. Способы защиты РЭС от воздействия влаги.
3. Надежность и методы ее анализа.

Вариант 21

1. Перечислить этапы системного подхода при проектировании РЭС.
2. Перечислить этапы НИР.
3. Виды отказов РЭС.

Вариант 22

1. Виды стандартов.
2. Этапы ОКР.
3. Назначение регулировочных операций РЭА.

Вариант 23

1. Основные виды технологической документации.
2. Какие задачи решают эргономика и техническая эстетика.
3. Способы защиты РЭС от ионизирующих излучений.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Печатные платы. Основные понятия. Классификация. Материалы
2. Методы изготовления печатных плат.
3. Печатно-проводные платы.
4. Понятие теплового режима РЭС. Механизмы теплообмена.
5. Основные схемы СОТР и их возможности. Выбор СОТР. Расчет тепловых режимов блоков РЭС.
6. Влияние радиоактивных излучений на параметры РЭС и защита от них
7. Основные понятия выборочного контроля качества.
8. Принципы построения плана выборочного контроля качества.
9. Контроль качества методом однократной выборки.
10. Производственный и технологический процесс. Типы производства.
11. Особенности РЭС в производстве. Технологическая подготовка производства. ЕСТПП.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные вопросы конструирования РЭС	ПК-3	Тест
2	Оформление конструкторской документации по ЕСКД	ПК-3	Тест

3	Конструирование элементов, узлов и устройств электронной аппаратуры. Методы конструирования РЭС	ПК-3	Тест
4	Конструкции и технология печатных плат	ПК-3	Тест
5	Проектирование современных РЭС с повышенной надежностью	ПК-3	Тест
6	Технологии производства РЭС	ПК-3	Тест

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Башкиров, А.В. Проектирование электронных средств : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. - 185 с.
2. Болгов А.Т. Основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб. пособие. - Воронеж : ВГТУ, 2006. - 228 с. - ISBN 5-7731-0136-X.
3. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. – 120 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4930
4. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. – 132 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4929
5. Уварова А.С. Проектирование и конструирование электронных средств / А.С. Уварова. – Издательство: Горячая Линия - Телеком, 2004 г.-760 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Программный комплекс проектирования печатных плат «Altium Designer»

Программный комплекс «Компас 3D»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;

Образовательный портал ВГТУ;

<http://www.iprbookshop.ru/> - электронная библиотечная система IPRbooks;

www.elibrary.ru - научная электронная библиотека

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы конструкторско-технологического проектирования электронной аппаратуры» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета конструкции источника питания. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			