



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»

Общий факультет (Фрязино)

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.
Фрязино

_____ Макарова Л.А.

«__» _____ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
Конструирование электронной аппаратуры**

Читающее подразделение	базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств
Направление	11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная
Общая трудоемкость	6 з.е.

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
7	6	216	16	0	16	148	2,25	33,75	Зачет, Курсовая работа

Программу составил(и):

канд. техн. наук, доцент, Щучкин Григорий Григорьевич _____

канд. физ.-мат. наук, доцент, Троицкая Людмила Анатольевна _____

Рабочая программа дисциплины

Конструирование электронной аппаратуры

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

направленность: «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щербаков Сергей Владиленович _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Подпись

Расшифровка подписи

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Подпись

Расшифровка подписи

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Подпись

Расшифровка подписи

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Подпись

Расшифровка подписи

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Конструирование электронной аппаратуры» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность:	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	6 з.е. (216 акад. час.).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-1 - Способность разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

УК-1 : Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1 : Осваивает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, метод системного анализа.

Знать:

- Методики поиска, сбора и обработки информации и методы системного анализа в области конструирования электронной аппаратуры

Уметь:

- применять методики поиска, сбора и обработки информации и использовать методы системного анализа в области конструирования электронной

УК-1.2 : Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для решения поставленных задач.

Знать:

- методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры

Уметь:

- применять методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры

Владеть:

- Навыками проведения аналитических обзоров современной отечественной и зарубежной литературы в области конструирования электронной аппаратуры

ПК-1 : Способность разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства

ПК-1.2 : Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиоэлектронных средств, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

Знать:

- Методы конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Методики построения компьютерных моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
- Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых блоков
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Основы конструирования печатных плат
- Типы и конструкции объединительных печатных плат
- Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов
- Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов
- Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов
- Типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств
- Принципы, методы и средства выполнения компоновочных расчетов шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Принципы, методы и средства выполнения расчетов параметров печатного монтажа пассивных объединительных печатных плат

Уметь:

- Разрабатывать основные аналоговые блоки
- Разрабатывать сложные аналоговые блоки
- Учитывать влияние паразитных элементов
- Учитывать влияние помех и шумов
- Читать принципиальные электрические схемы
- Разрабатывать аналоговые блоки
- Владеть способами проверки проектов на соответствие техническому заданию
- Пользоваться методами поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации

Владеть:

- Сбор, изучение и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Построение списка соединений на основе графической электрической схемы
- Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов
- Разработка топологических чертежей отдельных аналоговых блоков в ручном режиме
- Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков
- Разработка топологического чертежа аналоговой части в целом
- Формирование предложения о коррекции топологических или схмотехнических представлений аналоговых блоков
- Анализ и уточнение технического задания на разработку шкафов с низкой плотностью

компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат

- Разработка и анализ вариантов конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и прототипов
- Компоновочные расчеты шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Создание математических моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка программы и методик испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Оптимизация конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами

ПК-1.3 : Разрабатывает технические описания на отдельные блоки и радиоэлектронное устройство в целом

Знать:

- Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей
- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок
- Начертательная геометрия и инженерная графика
- Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий электронной техники
- Общие правила составления инструкций для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Техника и электроника в которой применяются изделия "система в корпусе" и микросборки
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике
- Виды и содержание конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов
- Электронная компонентная база производства изделий "систем в корпусе" и микросборок
- Виды и содержание конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы
- Требования ЕСКД, государственных национальных, военных и отраслевых стандартов, технических условий в области конструирования радиоэлектронных средств
- Порядок работы с электронным архивом технической документации
- Основы технологии управления данными об изделии в цифровом виде (PDM-системы)
- Прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них
- Прикладные компьютерные программы для создания текстовых документов: наименования, возможности и порядок работы в них
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и

электробезопасности

- Методики проведения аттестации технических решений
- Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий "система в корпусе" и микросборок
- Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок
- Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования к оформлению технической и конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок
- Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок

Уметь:

- Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок
- Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Определять экологическую пригодность выпускаемой продукции
- Оформлять конструкторскую документацию на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов в соответствии с требованиями стандартов и технических условий
- Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий
- Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы
- Искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы
- Просматривать документы и их реквизиты в электронном архиве
- Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания
- Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы
- Составлять описание схем и технических условий эксплуатации
- Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую и конструкторскую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Пользоваться методами стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; правилами использования стандартов, комплексов стандартов, документацией по сертификации
- Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации
- Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий "система в корпусе"
- Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов

Владеть:

- Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания
- Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе"
- Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе"
- Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе"
- Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе"
- Разработка конструкторской документации на техническое предложение шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка конструкторской документации на эскизный проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка конструкторской документации на технический проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы
- Разработка документации на проведение испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков
- Разработка рабочей конструкторской документации для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка эксплуатационных документов для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Определение необходимого набора описаний в соответствии с требованиями технического задания и целевой системой автоматизированного проектирования
- Создание полного комплекта необходимых программных представлений аналогового СФ-блока
- Проверка соответствия характеристик аналогового СФ-блока требованиям технического задания (аттестация СФ-блока)
- Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации
- Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе"
- Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания
- Составление спецификации к конструкторской документации изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разработка технических условий, включающих условия на монтаж, эксплуатацию, упаковку, транспортировку, хранение и утилизацию изделий "система в корпусе"

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН**Знать:**

- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей
- Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок

- Требования к оформлению технической и конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок
- Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"
- Начертательная геометрия и инженерная графика
- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий "система в корпусе" и микросборок
- Электронная компонентная база производства изделий "систем в корпусе" и микросборок
- Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей
- Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий электронной техники
- Прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них
- Основы технологии управления данными об изделии в цифровом виде (PDM-системы)
- Порядок работы с электронным архивом технической документации
- Методики проведения аттестации технических решений
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
- Прикладные компьютерные программы для создания текстовых документов: наименования, возможности и порядок работы в них
- Требования ЕСКД, государственных национальных, военных и отраслевых стандартов, технических условий в области конструирования радиоэлектронных средств
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- Техника и электроника в которой применяются изделия "система в корпусе" и микросборки
- Общие правила составления инструкций для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Виды и содержание конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы
- Виды и содержание конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов
- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике
- Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых блоков
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
- Методики построения компьютерных моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Основы конструирования печатных плат
- Методики поиска, сбора и обработки информации и методы системного анализа в области конструирования электронной аппаратуры

- методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры
- Методы конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов
- Типы и конструкции объединительных печатных плат
- Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов
- Принципы, методы и средства выполнения расчетов параметров печатного монтажа пассивных объединительных печатных плат
- Принципы, методы и средства выполнения компоновочных расчетов шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств
- Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов

Уметь:

- Оформлять конструкторскую документацию на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов в соответствии с требованиями стандартов и технических условий
- Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Определять экологическую пригодность выпускаемой продукции
- Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы
- Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания
- Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы
- Искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы
- Просматривать документы и их реквизиты в электронном архиве
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации
- Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Составлять описание схем и технических условий эксплуатации
- Пользоваться методами стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; правилами использования стандартов, комплексов стандартов, документацией по сертификации
- Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую и конструкторскую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- применять методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры
- Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки
- Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов
- Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий "система в корпусе"

- применять методики поиска, сбора и обработки информации и использовать методы системного анализа в области конструирования электронной
- Читать принципиальные электрические схемы
- Учитывать влияние помех и шумов
- Разрабатывать аналоговые блоки
- Пользоваться методами поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации
- Владеть способами проверки проектов на соответствие техническому заданию
- Разрабатывать основные аналоговые блоки
- Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать сложные аналоговые блоки
- Учитывать влияние паразитных элементов

Владеть:

- Создание полного комплекта необходимых программных представлений аналогового СФ-блока
- Определение необходимого набора описаний в соответствии с требованиями технического задания и целевой системой автоматизированного проектирования
- Разработка эксплуатационных документов для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка документации на проведение испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Разработка рабочей конструкторской документации для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе"
- Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания
- Проверка соответствия характеристик аналогового СФ-блока требованиям технического задания (аттестация СФ-блока)
- Составление спецификации к конструкторской документации изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе"
- Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе"
- Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе"
- Разработка технических условий, включающих условия на монтаж, эксплуатацию, упаковку, транспортировку, хранение и утилизацию изделий "система в корпусе"
- Разработка конструкторской документации на технический проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы
- Разработка конструкторской документации на эскизный проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе"
- Разработка конструкторской документации на техническое предложение шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами

- Оптимизация конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Построение списка соединений на основе графической электрической схемы
- Разработка топологических чертежей отдельных аналоговых блоков в ручном режиме
- Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов
- Компоновочные расчеты шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка и анализ вариантов конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и прототипов
- Создание математических моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка программы и методик испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания
- Анализ и уточнение технического задания на разработку шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков
- Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации
- Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Разработка топологического чертежа аналоговой части в целом
- Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков
- Формирование предложения о коррекции топологических или схмотехнических представлений аналоговых блоков
- Навыками проведения аналитических обзоров современной отечественной и зарубежной литературы в области конструирования электронной аппаратуры
- Сбор, изучение и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
1. Предмет конструирования ЭС. Стандарты конструирования.				

1.1	<p>Понятие конструкции. (Лек). Структура и связи. Конструктивная реализация ЭС. Составные части процесса конструирования. Жизненный цикл ЭС. Конструкторское проектирование. Эволюция конструкций ЭС.</p> <p>Элементная база аналоговых интегральных схем Элементная база цифровых интегральных схем Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок Начертательная геометрия и инженерная графика Техника и электроника в которой применяются изделия "система в корпусе" и микросборки Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2	<p>Основные принципы, классификация и качество. (Лек). Структура и связи. Конструктивная реализация ЭС. Составные части процесса конструирования. Жизненный цикл ЭС. Конструкторское проектирование. Эволюция конструкций ЭС.</p> <p>Элементная база аналоговых интегральных схем Элементная база цифровых интегральных схем Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок Начертательная геометрия и инженерная графика Техника и электроника в которой применяются изделия "система в корпусе" и микросборки Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок</p>	7	1	ПК-1.2
1.3	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Решение практических задач</p>	7	1	ПК-1.2
1.4	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Решение практических задач</p>	7	1	ПК-1.2

<p>1.5</p>	<p>Стандартизация проектирования ЭС (Лек). Цели и формы стандартизации. Уровни стандартов. Системы стандартов. Основные положения ЕСКД: виды изделий; комплектность КД. Элементная база аналоговых интегральных схем Элементная база цифровых интегральных схем Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе" Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий электронной техники Общие правила составления инструкций для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок Виды и содержание конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок Виды и содержание конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы Требования ЕСКД, государственных национальных, военных и отраслевых стандартов, технических условий в области конструирования радиоэлектронных средств Порядок работы с электронным архивом технической документации Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий "система в корпусе" и микросборок Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
-------------------	---	---	---	--------------------------------

	Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей Требования к оформлению технической и конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок			
--	---	--	--	--

1.6	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Формулировать технические требования к блокам аналоговой подсистемы Читать принципиальные электрические схемы Разработка спецификации блоков аналоговой подсистемы Читать принципиальные электрические схемы Построение списка соединений на основе графической электрической схемы Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Разработка программы и методик испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки Искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы Просматривать документы и их реквизиты в электронном архиве Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы Составлять описание схем и технических условий эксплуатации Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую и конструкторскую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок Пользоваться методами стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; правилами использования стандартов, комплексов стандартов, документацией по сертификации Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий "система в корпусе"</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2
-----	--	---	---	----------------

	<p>Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов</p> <p>Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"</p> <p>Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе"</p> <p>Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания</p> <p>Составление спецификации к конструкторской документации изделий "система в корпусе" и микросборок</p> <p>Разработка технических условий, включающих условия на монтаж, эксплуатацию, упаковку, транспортировку, хранение и утилизацию изделий "система в корпусе"</p> <p>Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов .</p> <p>Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks</p> <p>Решение практических задач на поставленные темы.</p>			
1.7	<p>Выполнение практических заданий (Пр).</p> <p>Решение практических задач</p>	7	1	ПК-1.3
1.8	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы</p> <p>Просматривать документы и их реквизиты в электронном архиве</p> <p>Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок. Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.</p>	7	8	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

<p>1.9</p>	<p>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Анализ аналогичных готовых известных технических решений Анализ корректности разработанной электрической схемы субблока Верификация функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока с применением средств автоматизации Разработка спецификации блоков аналоговой подсистемы Формирование отчетов о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока Формирование решения об изменении эскизного топологического представления Читать принципиальные электрические схемы Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков Анализ и уточнение технического задания на разработку шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат Разработка программы и методик испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы Просматривать документы и их реквизиты в электронном архиве Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы Составлять описание схем и технических условий эксплуатации Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую и конструкторскую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок Пользоваться методами стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; правилами использования стандартов, комплексов стандартов, документацией по сертификации Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов</p>	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
-------------------	--	---	----	------------------------

	<p>Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания</p> <p>Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе"</p> <p>Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе"</p> <p>Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе"</p> <p>Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе" Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе"</p> <p>Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков</p> <p>Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков</p> <p>Определение необходимого набора описаний в соответствии с требованиями технического задания и целевой системой автоматизированного проектирования</p> <p>Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе"</p> <p>Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации</p> <p>Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"</p> <p>Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе"</p> <p>Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания</p> <p>Составление спецификации к конструкторской документации изделий "система в корпусе" и микросборок</p> <p>Разработка технических условий, включающих условия на монтаж, эксплуатацию, упаковку, транспортировку, хранение и утилизацию изделий "система в корпусе"</p> <p>Начать курсовой проект согласно техническому заданию выданному преподавателем.</p>			
--	---	--	--	--

2. Несущие конструкции электронных средств.				
2.1	<p>Несущие конструкции. (Лек). Компоновка блоков. Конструкции блоков. Зарубежные несущие конструкции ЭС. Характеристика защиты от внешних воздействий корпусом. Основные конструкционные материалы. Иерархия несущих конструкций.</p> <p>Методы конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов</p> <p>Методики построения компьютерных моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат</p> <p>Принципы, методы и средства выполнения компоновочных расчетов шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов</p> <p>Методики проведения аттестации технических решений</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2	<p>Конструкционные материалы. (Лек). Черные металлы и сплавы. Алюминий и его сплавы. Медь и ее сплавы. Пластмассы.</p> <p>Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов</p> <p>Типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств</p> <p>Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы</p> <p>Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

2.3	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Формирование набора возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока Сбор, изучение и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат Оптимизация конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами Оформлять конструкторскую документацию на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов в соответствии с требованиями стандартов и технических условий Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы Решение практических задач на поставленную тему</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
-----	--	---	---	--------------------------------

2.4	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Формирование набора возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока Сбор, изучение и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат Оптимизация конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами Оформлять конструкторскую документацию на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов в соответствии с требованиями стандартов и технических условий Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы Решение практических задач на поставленную тему</p>	7	1	ПК-1.2, ПК-1.3
-----	--	---	---	----------------

2.5	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Формирование набора возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока Сбор, изучение и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат Оптимизация конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами Оформлять конструкторскую документацию на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов в соответствии с требованиями стандартов и технических условий Использовать прикладные программы для разработки конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов, блоки с высокой плотностью компоновки элементов и пассивные объединительные печатные платы Решение практических задач на поставленную тему</p>	7	1	ПК-1.2, ПК-1.3
2.6	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Разработка и анализ вариантов конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и прототипов Компоновочные расчеты шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Создание математических моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Самостоятельное изучение поставленного выше материала</p>	7	12	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

2.7	<p>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Формирование набора возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока Разрабатывать основные аналоговые блоки Разрабатывать сложные аналоговые блоки Разрабатывать аналоговые блоки Сбор, изучение и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе" Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе" Разработка конструкторской документации на техническое предложение шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Разработка конструкторской документации на эскизный проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Разработка конструкторской документации на технический проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Продолжение выполнения курсового проекта согласно выданному преподавателем техническому заданию</p>	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
3. Объемный монтаж.				
3.1	<p>Электрический монтаж (Лек). Виды электрического монтажа. Объемный электрический монтаж. Основные требования, предъявляемые к электрическому монтажу. Классификация электрических линий связи. Правила проектирования объемного монтажа. Материалы для объемного монтажа. Электромонтажные соединения.</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

3.2	<p>Электрический монтаж (Лек). Виды электрического монтажа. Объемный электрический монтаж. Основные требования, предъявляемые к электрическому монтажу. Классификация электрических линий связи. Правила проектирования объемного монтажа. Материалы для объемного монтажа. Электромонтажные соединения.</p>	7	1	ПК-1.3
3.3	<p>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе" Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе" Продолжение выполнения курсового проекта согласно выданному преподавателем техническому заданию</p>	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

4. Печатный монтаж				
4.1	<p>Основные принципы, классификация и качество. (Лек). Основные принципы конструирования печатного монтажа. Классификация печатных плат. Факторы, влияющие на качество конструирования печатных плат. Порядок конструирования печатных плат. Анализ технического задания на плату. Выбор класса точности и шага координатной сетки. Выбор типа, габаритов и материала основания ПП. Расчет элементов печатного рисунка. Расчет диаметров отверстий. Выбор формы и размеров контактных площадок. Расчет параметров проводников. Расчет расстояния между элементами печатного рисунка. Размещение электрорадиоэлементов. Трассировка печатных элементов.</p> <p>Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых блоков</p> <p>Особенности проектирования топологии аналоговых устройств</p> <p>Основы конструирования печатных плат</p> <p>Типы и конструкции объединительных печатных плат</p> <p>Принципы, методы и средства выполнения расчетов параметров печатного монтажа пассивных объединительных печатных плат</p> <p>Виды и содержание конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы</p> <p>Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

4.2	<p>Основные принципы, классификация и качество. (Лек). Основные принципы конструирования печатного монтажа. Классификация печатных плат. Факторы, влияющие на качество конструирования печатных плат. Порядок конструирования печатных плат. Анализ технического задания на плату. Выбор класса точности и шага координатной сетки. Выбор типа, габаритов и материала основания ПП. Расчет элементов печатного рисунка. Расчет диаметров отверстий. Выбор формы и размеров контактных площадок. Расчет параметров проводников. Расчет расстояния между элементами печатного рисунка. Размещение электрорадиоэлементов. Трассировка печатных элементов.</p> <p>Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых блоков</p> <p>Особенности проектирования топологии аналоговых устройств</p> <p>Основы конструирования печатных плат</p> <p>Типы и конструкции объединительных печатных плат</p> <p>Принципы, методы и средства выполнения расчетов параметров печатного монтажа пассивных объединительных печатных плат</p> <p>Виды и содержание конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы</p> <p>Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий</p>	7	1	ПК-1.2, ПК-1.3
4.3	<p>Выполнение практических заданий (Пр).</p> <p>Разработка топологических чертежей отдельных аналоговых блоков в ручном режиме</p> <p>Формирование предложения о коррекции топологических или схемотехнических представлений аналоговых блоков</p> <p>Разработка топологического чертежа аналоговой части в целом</p> <p>Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами</p> <p>Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий</p> <p>Решение практических задач на поставленные темы</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

4.4	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Разработка топологических чертежей отдельных аналоговых блоков в ручном режиме Формирование предложения о коррекции топологических или схемотехнических представлений аналоговых блоков Разработка топологического чертежа аналоговой части в целом Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий Решение практических задач на поставленные темы</p>	7	1	УК-1.2, ПК-1.3
4.5	<p>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе" Разработка конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы Разработка документации на проведение испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат Разработка рабочей конструкторской документации для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Разработка эксплуатационных документов для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов Продолжение выполнения курсового проекта согласно выданному преподавателем техническому заданию</p>	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

5. Основы защиты электронных средств.				
5.1	Защита электронных средств от тепловых воздействий. (Лек). Характеристика видов теплопередачи. Теплопроводность: температурное поле; изотермическая поверхность; градиент температур. Системы охлаждения электронных средств. Радиаторы. Тепловые трубы. Методики проведения аттестации технических решений	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
5.2	Защита электронных средств от воздействия окружающей среды. (Лек). Характеристика вида защищенности ЭС. Герметизация ЭС. Классификация покрытий. Свойства металлических покрытий. Свойства окисных покрытий. Свойства диффузионных покрытий. Лакокрасочные покрытия. Структура обозначения лакокрасочных покрытий. Характеристика лакокрасочных покрытий. Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности. Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности. Методики проведения аттестации технических решений. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
5.3	Электромагнитная совместимость и защита ЭС от помех. (Лек). Понятие «электромагнитная совместимость». Источники и приемники наводок. Защита от электрических полей. Магнитостатическое экранирование. Экранирование электромагнитного поля излучения. Фильтрация. Методики проведения аттестации технических решений	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
5.4	Защита электронных средств от механических воздействий. (Лек). Характеристика механических воздействий. Виды и источники эксплуатационных механических воздействий. Динамические характеристики, виды отказов и нарушения функционирования электронных средств при механических воздействиях. Классификация и эффективность существующих методов защиты от механических воздействий. Методики проведения аттестации технических решений	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

5.5	Выполнение практических заданий (Пр). Определять экологическую пригодность выпускаемой продукции Анализ потребляемой мощности, распределения тепла по кристаллу и учет электромиграционных эффектов Учитывать влияние паразитных элементов Учитывать влияние помех и шумов	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
5.6	Выполнение практических заданий (Пр). Определять экологическую пригодность выпускаемой продукции Анализ потребляемой мощности, распределения тепла по кристаллу и учет электромиграционных эффектов Учитывать влияние паразитных элементов Учитывать влияние помех и шумов	7	1	ПК-1.3
5.7	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к лекциям и решение практических задач согласно варианту выданному преподавателем	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
5.8	Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Определять экологическую пригодность выпускаемой продукции Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе" Продолжение выполнения курсового проекта согласно выданному преподавателем техническому заданию	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
6. Обеспечение безопасности ЭС				
6.1	Классификация. Область применения. Маркировка. (Лек). Классификация опасных факторов. Область применения требований по безопасности. Классы аппаратуры по электробезопасности. Маркировка ЭС. Общие требования. Требования к маркировке соединителей и клемм. Маркирование взрывозащищенного оборудования.	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
6.2	Обеспечение защиты от поражения электрическим током. (Лек). Требования к конструкции. Требования к изоляции. Обеспечение защитного заземления. Зазоры и пути утечек. Требования к клеммам и соединителям. Требования к компонентам. Обеспечение механической прочности, теплостойкости и огнестойкости. Обеспечение механической прочности. Обеспечение требований по теплостойкости. Обеспечение требований по огнестойкости.	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

6.3	Выполнение практических заданий (Пр). Решение практических задач	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
6.4	Выполнение практических заданий (Пр). Решение практических задач	7	1	ПК-1.3
6.5	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к лекциям и решение практических задач согласно варианту выданному преподавателем	7	8	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
6.6	Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе" Продолжение выполнения курсового проекта согласно выданному преподавателем техническому заданию	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
7. Особенности конструирования ЭС различного назначения. Перспективы развития				
7.1	Особенности конструкций. (Лек). Особенности конструкций наземных стационарных ЭС. Особенности конструкций наземных транспортируемых ЭС. Особенности конструкций наземных переносных ЭС. Особенности конструкций наземных носимых ЭС. Особенности конструкций бортовых ЭС. Особенности конструирования СВЧ устройств. Основы технологии управления данными об изделии в цифровом виде (PDM-системы) Прикладные компьютерные программы для создания графических документов: наименования, возможности и порядок работы в них Прикладные компьютерные программы для создания текстовых документов: наименования, возможности и порядок работы в них	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

7.2	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Владеть способами проверки проектов на соответствие техническому заданию Пользоваться методами поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов Проверка соответствия характеристик аналогового СФ-блока требованиям технического задания (аттестация СФ-блока)</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
7.3	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Владеть способами проверки проектов на соответствие техническому заданию Пользоваться методами поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов Проверка соответствия характеристик аналогового СФ-блока требованиям технического задания (аттестация СФ-блока)</p>	7	1	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
7.4	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Решение практических задач</p>	7	1	ПК-1.3

7.5	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов</p>	7	8	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
7.6	<p>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср). Определение окончательной архитектуры аналоговых блоков Владеть способами проверки проектов на соответствие техническому заданию Пользоваться методами поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе" Создание полного комплекта необходимых программных представлений аналогового СФ-блока Подготовка к сдаче курсового проекта</p>	7	14	УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
8. Промежуточная аттестация (курсовая работа)				
8.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (КР).	7	16	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
8.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	7	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
9. Промежуточная аттестация (зачёт)				
9.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт).	7	17,75	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
9.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	7	0,25	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Конструирование электронной аппаратуры», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Типовые вопросы к курсу:

1. Основные положения ЕСКД: комплектность КД.
2. Какой основной конструкторский документ принимают для сборочных чертежей?
3. Иерархия несущих конструкций.
4. Организация и ведение баз данных по ЭРЭ в САПР
5. Сравнение возможностей 3D-проектирования и 2D-черчения
6. Принципы построения электрических, механических и тепловых моделей РЭС.
7. Основные принципы системного подхода к проектированию РЭС
8. Каким специальным программным пользуются для разработки проектно и конструкторской документации
9. Порядок работы с электронным архивом конструкторской документации
10. Опишите жизненные циклы электронного средства
11. Кодировка электронных документов
12. Электронная структура изделия.
13. Каковы основные положения ЕСКД, связанные с ведением электронных документов.
14. Технологии управления данными об изделии в цифровом виде
15. Какие периферийные устройства необходимы для проектирования однослойных печатных плат?
16. Что представляет собой система автоматизированного проектирования (САПР)?
17. Достоинства ассоциативной связи между принципиальной электрической схемой и редактором печатных плат
18. Имеем набор конструкторской документации на прибор. Какое из определений понятия "информация" наиболее точно соответствует имеющейся документации?
19. Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется для повышения процента выхода годных (т.е. уменьшение брака) приборов?
20. Решение какой задачи проектирования РЭС потребуется после внесения существенных изменений в конструкцию прибора?
21. Составление спецификации конструкторской документации изделия ("Система в корпусе" и "микросборок").
22. Компоновка блоков. Конструкция блоков.
23. Методы конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов.
24. Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов
25. Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"

5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа,	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. КОМПАС-3D. Лицензионное соглашение № КАД-19-1551 от 18.11.2019 г.
3. SOLIDWORKS EDU Edition. Сублицензионный договор № 0373100029519000166 от 18.12.2019 г.
4. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Муромцев Д. Ю., Белоусов О. А., Тюрин И. В., Курносков Р. Ю. Конструирование блоков радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 288 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113384>
2. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Белоусов О. А., Курносков Р. Ю. Надежность радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 88 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116368>
3. Алдонин Г. М., Дашкова А. К., Зандер Ф. В., Тронин О. А., Шангина Е. А. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Красноярск: СФУ, 2019. - 372 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157551>
4. Гуляев Ю. В., Иванов В. И., Лучников П. А., Сигов А. С., Суржиков А. П. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 460 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470122>
5. Сигов А. С., Иванов В. И., Лучников П. А., Суржиков А. П. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 270 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451332>

6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Электроника НТБ - научно-технический журнал
<http://www.electronics.ru>
2. IEEE International Roadmap for Devices and Systems
<https://www.irds.ieee.org>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

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

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4,

данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине. При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам

лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

