



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	<b>базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств</b>
Направление	<b>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</b>
Направленность	<b>Проектирование и технология электронных приборов и устройств</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 з.е.</b>

**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	5	180	32	0	32	71	4,35	40,65	Экзамен, 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 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

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 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	5 з.е. (180 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-3** - Способен разрабатывать технологическую документацию для модификации свойств наноматериалов и наноструктур или для производства устройств и систем микро- и наноэлектроники

**ПК-1** - Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и наноэлектроники

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

**ПК-3 : Способен разрабатывать технологическую документацию для модификации свойств наноматериалов и наноструктур или для производства устройств и систем микро- и наноэлектроники**

#### **ПК-3.1 : Проводит монтаж электронной аппаратуры**

##### **Знать:**

- Состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Функциональные характеристики изделий "система в корпусе", установленные в технической документации
- Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования
- Требования к хранению комплектующих и полуфабрикатов сборочных изделий "система в корпусе" и обращению с ними
- Техническая документация на технологическое и контрольно-измерительное оборудование, применяемое при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Основы технологии производства изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области технологии производства изделий "система в корпусе"
- Принцип работы и устройство технологического и контрольно-измерительного оборудования, применяемого при изготовлении изделий "система в корпусе"

- Основы технологии производства изделий "система в корпусе"

**Уметь:**

- Читать и анализировать специальную литературу по производству приборов квантовой электроники и фотоники на английском языке
- Вести отчетную документацию
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Соблюдать требования технологической документации на процесс монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе"

**Владеть:**

- Осуществление технического контроля изготовленных изделий "система в корпусе" на герметичность
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов корпусирования изделий "система в корпусе"
- Отработка технологии монтажа активной части схемы изделия "система в корпусе", отработка новых приемов и режимов процесса монтажа
- Осуществление процессов изготовления/монтажа активной части схемы изделия "система в корпусе" в соответствии с требованиями, установленными в технологической документации
- Осуществление технического контроля изготовленных изделий "система в корпусе"
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе"

**ПК-1 : Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и нанoeлектроники**

**ПК-1.2 : Моделирует электронные устройства**

**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 схемотехнических 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 схемотехнических 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 : Проектирует и разрабатывает конструкторскую и техническую документацию для электронных устройств и систем микро- и нанoeлектроники**

#### **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"

**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, осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применяет 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

**УК-1.3 : Использует методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методику системного подхода для решения поставленных задач**

**Знать:**

- Правила и приемы цитирования информационных источников, научного поиска и создания научных текстов в рамках конструирования электронной аппаратуры

**Уметь:**

- Осуществлять на практике правила и приемы работы с информационными источниками, научного поиска и создания научных текстов по выбранной теме в рамках конструирования электронной аппаратуры

**Владеть:**

- Проводить анализ информационных источников и научный поиск информации, писать научные тексты по выбранной теме в рамках конструирования электронной аппаратуры

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

**Знать:**

- Начертательная геометрия и инженерная графика

- Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей
- Электронная компонентная база производства 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
- Технологические процессы монтажа элементов на кристалл и применяемые для этого материалы
- Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике
- Общие правила составления инструкций для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Техника и электроника в которой применяются изделия "система в корпусе" и микросборки
- 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
- Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала
- Электронная компонентная база производства изделий "систем в корпусе" и микросборок
- Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- 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
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования
- Требования к хранению комплектующих и полуфабрикатов сборочных изделий "система в корпусе" и обращению с ними
- Состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Функциональные характеристики изделий "система в корпусе", установленные в технической документации
- Техническая документация на технологическое и контрольно-измерительное оборудование, применяемое при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Принцип работы и устройство технологического и контрольно-измерительного оборудования, применяемого при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Основы технологии производства изделий "система в корпусе"
- Основы технологии производства изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области технологии производства изделий "система в корпусе"
- Требования ЕСКД, государственных национальных, военных и отраслевых стандартов, технических условий в области конструирования радиоэлектронных средств
- Порядок работы с электронным архивом технической документации
- Виды и содержание конструкторской документации на шкафы с низкой плотностью компоновки элементов и блоки с высокой плотностью компоновки элементов

- Виды и содержание конструкторской документации на пассивные объединительные печатные платы
- Основы технологии управления данными об изделии в цифровом виде (PDM-системы)
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности
- Методики проведения аттестации технических решений
- 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
- 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
- методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры
- Основы конструирования печатных плат
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов
- Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов
- Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов
- 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
- Методы конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Правила и приемы цитирования информационных источников, научного поиска и создания научных текстов в рамках конструирования электронной аппаратуры
- Типы и конструкции объединительных печатных плат
- Методики поиска, сбора и обработки информации и методы системного анализа в области конструирования электронной аппаратуры

**Уметь:**

- Просматривать документы и их реквизиты в электронном архиве
- Искать в электронном архиве справочную информацию, конструкторские документы
- 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
- Оформлять конструкторскую документацию на пассивные объединительные печатные платы в соответствии с требованиями стандартов и технических условий
- Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок
- Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации
- Выполнять аттестацию соответствия параметров СФ-блока требованиям технического задания

- Осуществлять на практике правила и приемы работы с информационными источниками, научного поиска и создания научных текстов по выбранной теме в рамках конструирования электронной аппаратуры
- Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий "система в корпусе"
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки
- Пользоваться методами стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; правилами использования стандартов, комплексов стандартов, документацией по сертификации
- Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Определять экологическую пригодность выпускаемой продукции
- Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы
- Разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую и конструкторскую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Составлять описание схем и технических условий эксплуатации
- применять методики поиска, сбора и обработки информации и использовать методы системного анализа в области конструирования электронной
- применять методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры
- Пользоваться методами поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации
- Читать и анализировать специальную литературу по производству приборов квантовой электроники и фотоники на английском языке
- Соблюдать требования технологической документации на процесс монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе"
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Вести отчетную документацию
- Владеть способами проверки проектов на соответствие техническому заданию
- Разрабатывать сложные аналоговые блоки
- Разрабатывать основные аналоговые блоки
- 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
- Учитывать влияние паразитных элементов
- Читать принципиальные электрические схемы
- Разрабатывать аналоговые блоки
- Учитывать влияние помех и шумов

**Владеть:**

- Разработка эксплуатационных документов для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка рабочей конструкторской документации для шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- 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 документации на проведение испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат
- Разработка конструкторской документации на эскизный проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Разработка конструкторской документации на техническое предложение 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 технический проект шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов корпусирования изделий "система в корпусе"
- Отработка технологии монтажа активной части схемы изделия "система в корпусе", отработка новых приемов и режимов процесса монтажа
- Навыками проведения аналитических обзоров современной отечественной и зарубежной литературы в области конструирования электронной аппаратуры
- Осуществление технического контроля изготовленных изделий "система в корпусе" на герметичность
- Осуществление процессов изготовления/монтажа активной части схемы изделия "система в корпусе" в соответствии с требованиями, установленными в технологической документации
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе"
- Проверка соответствия характеристик аналогового СФ-блока требованиям технического задания (аттестация СФ-блока)
- Осуществление технического контроля изготовленных изделий "система в корпусе"
- Проводить анализ информационных источников и научный поиск информации , писать научные тексты по выбранной теме в рамках конструирования электронной аппаратуры
- 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
- Компонировочные расчеты шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- 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
- 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
- Разработка скорректированных схемотехнических описаний отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов
- Построение списка соединений на основе графической электрической схемы
- Сравнение технических характеристик конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат с аналогами
- 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
- Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков
- Оптимизация конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов
- 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"
- Составление спецификации к конструкторской документации изделий "система в корпусе" и микросборок
- Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе"
- Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе"
- Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе"
- Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков
- Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания
- Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации
- Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания
- Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе"
- Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"

#### 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
<b>1. Предмет конструирования ЭС</b>				
1.1	<b>Введение в конструирование электронной аппаратуры (Лек).</b> Структура и связи. Конструктивная реализация ЭС. Составные части процесса конструирования. Жизненный цикл ЭС. Конструкторское проектирование. Эволюция конструкций ЭС. Правила и приемы цитирования информационных источников, научного поиска и создания научных текстов в рамках конструирования электронной аппаратуры. Основные этапы проектирования изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.	7	2	УК-1.3, ПК-1.3

1.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Формулирование технических требований к блокам аналоговой подсистемы. Анализ требований технического задания на разработку изделий электронной аппаратуры.	7	2	ПК-1.3
1.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	УК-1.3, ПК-1.3
1.4	<b>Назначение электронной аппаратуры (Лек).</b> Техника и электроника в которой применяются изделия "система в корпусе" и микросборки. Состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий. Функциональные характеристики изделий "система в корпусе", установленные в технической документации. Техническая документация на технологическое и контрольно-измерительное оборудование, применяемое при изготовлении изделий "система в корпусе". Принцип работы и устройство технологического и контрольно-измерительного оборудования, применяемого при изготовлении изделий "система в корпусе". Технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов	7	2	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.5	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Формулирование технических требований к блокам аналоговой подсистемы. Анализ требований технического задания на разработку изделий электронной аппаратуры.	7	2	ПК-3.1, ПК-1.3
1.6	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение заданий практических занятий "Формулирование технических требований к блокам аналоговой подсистемы. Анализ требований технического задания на разработку изделий электронной аппаратуры".	7	3	ПК-3.1, ПК-1.3
1.7	<b>Схемотехника электронной аппаратуры. Электронная компонентная база (Лек).</b> Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала. Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок. Элементная база аналоговых интегральных схем. Элементная база цифровых интегральных схем.	7	2	ПК-1.3

1.8	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Чтение принципиальных электрических схем. Построение списка соединений на основе графической электрической схемы. Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов. Разработка структурных и функциональных схемы на основе электрической схемы. Составление описаний схем 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".	7	2	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.9	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.10	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Составление технического задания. Анализ требования технического задания. Постановка задачи.	7	3	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
<b>2. Стандартизация конструирования электронной аппаратуры</b>				
2.1	<b>Введение в стандартизацию конструирования электронной аппаратуры. (Лек).</b> Цели и формы стандартизации. Уровни стандартов. Системы стандартов. Основные положения ЕСКД: виды изделий; комплектность КД. Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей.	7	2	ПК-1.3
2.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Составление нормативно-технической документации на "систему в корпусе" и микросборки. Поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских документов. Просмотр документов и их реквизитов в электронном архиве. Разработка методических и нормативных материалов, технической и конструкторской документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры.	7	2	ПК-1.3
2.3	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение заданий практических занятий "Составление нормативно-технической документации на "систему в корпусе" и микросборки. Поиск в электронном архиве справочной информации, конструкторских документов. Просмотр документов и их реквизитов в электронном архиве. Разработка методических и нормативных материалов, технической и конструкторской документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры."	7	3	ПК-1.3



2.4	<p><b>Нормативные документы. Требования и стандарты. (Лек).</b> Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. 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. Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок. Требования к оформлению технической и конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок. Требования к хранению комплектующих и полуфабрикатов сборочных изделий "система в корпусе" и обращению с ними. Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области технологии производства изделий "система в корпусе". Требования ЕСКД, государственных национальных, военных и отраслевых стандартов, технических условий в области конструирования радиоэлектронных средств. Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности и электробезопасности. Государственные военные, национальные и отраслевые стандарты, технические условия в области конструирования радиоэлектронных блоков и шкафов.</p>	7	2	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.5	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разработка технических условий, включающих условия на монтаж, эксплуатацию, упаковку, транспортировку, хранение и утилизацию изделий "система в корпусе". Оформление пакета документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов.</p>	7	2	ПК-1.3
2.6	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.</p>	7	3	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.7	<p><b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Создание цифрового хранилища для будущих документов в цифровой системе управления данными SolidWorks PDM.</p>	7	3	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.3

<b>3. Конструкторская документация</b>				
<b>3.1</b>	<b>Виды. Комплектность. Содержание (Лек).</b> Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок. Начертательная геометрия и инженерная графика. Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе". 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	7	2	ПК-1.3
<b>3.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Определение состава сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий электронной аппаратуры. Составление спецификации к конструкторской документации изделий электронной аппаратуры.	7	2	ПК-1.3
<b>3.3</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение заданий практических занятий "Определение состава сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий электронной аппаратуры. Составление спецификации к конструкторской документации изделий электронной аппаратуры."	7	3	ПК-1.3
<b>3.4</b>	<b>Электронный документооборот (Лек).</b> Основы технологии управления данными об изделии в цифровом виде (PDM-системы). Порядок работы с электронным архивом технической документации. 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	2	ПК-1.3
<b>3.5</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания. Разработка спецификации блоков аналоговой подсистемы. Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания.	7	2	УК-1.3, ПК-1.3
<b>3.6</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	ПК-1.3
<b>3.7</b>	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Расчёт, моделирование и проектирование устройства согласно заданию.	7	3	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3

<b>4. Методология конструирования электронной аппаратуры</b>				
<b>4.1</b>	<b>Методы конструирования электронной аппаратуры. Методы расчетов печатного монтажа (Лек).</b> Методики проведения аттестации технических решений. Методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования электронной аппаратуры. Методики поиска, сбора и обработки информации и методы системного анализа в области конструирования электронной аппаратуры. Принципы, методы и средства выполнения расчетов параметров печатного монтажа пассивных объединительных печатных плат	7	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
<b>4.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков	7	2	ПК-1.2
<b>4.3</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение заданий практических занятий "Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков".	7	3	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
<b>4.4</b>	<b>Методы конструирования электронной аппаратуры. Методы компоновки радиоэлектронных шкафов (Лек).</b> Методики построения компьютерных моделей конструкций шкафов с низкой плотностью компоновки элементов, блоков с высокой плотностью компоновки элементов и пассивных объединительных печатных плат. Принципы, методы и средства выполнения компоновочных расчетов шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Методы конструирования шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов	7	2	ПК-1.2
<b>4.5</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков	7	2	ПК-1.2
<b>4.6</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	ПК-1.2
<b>4.7</b>	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Анализ результатов, выбор варианта исполнения требуемого радиоэлектронного устройства. Составление отчета. Все данные на данном этапе заносятся в систему документооборота КД.	7	3	ПК-3.1, ПК-1.2
<b>5. Иерархия несущих конструкций. Электронная компонентная база</b>				
<b>5.1</b>	<b>Несущие конструкции (Лек).</b> Иерархия несущих конструкций. Зарубежные несущие конструкции ЭС	7	2	УК-1.1, УК-1.2

5.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Оформление технической документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.	7	2	ПК-1.2, ПК-1.3
5.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2, ПК-1.3
5.4	<b>Электронная компонентная база (Лек).</b> Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок. - Элементная база аналоговых интегральных схем. Элементная база цифровых интегральных схем.	7	2	ПК-1.3
5.5	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Оформление технической документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.	7	2	ПК-1.2, ПК-1.3
5.6	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение заданий практических занятий "Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks".	7	3	ПК-1.2, ПК-1.3
5.7	<b>Материалы несущих конструкций (Лек).</b> Основные конструкционные материалы. Типы, основные характеристики, назначение материалов базовых несущих конструкций радиоэлектронных средств. Физико-химические свойства материалов, применяемых в микроэлектронике. Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования. Типы, основные характеристики, назначение радиоматериалов.	7	2	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3

<b>5.8</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Оформление технической документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.	7	2	ПК-1.2, ПК-1.3
<b>5.9</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
<b>5.10</b>	<b>Компоновка блоков (Лек).</b> Компоновка блоков. Конструкции блоков. Характеристика защиты от внешних воздействий корпусом	7	2	ПК-1.2
<b>5.11</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Оценка технологичности шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов. Оформление технической документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.	7	2	ПК-1.2, ПК-1.3
<b>5.12</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	ПК-1.2, ПК-1.3
<b>5.13</b>	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Создание необходимого конструкторского графического материала в соответствии с нормами ЕСКД. Конструкторская документация заносится в систему документооборота.	7	3	ПК-1.3
<b>6. Основы конструирования печатных плат</b>				
<b>6.1</b>	<b>Конструирование печатных плат (Лек).</b> Основы конструирования печатных плат. Типы и конструкции объединительных печатных плат. 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.	7	2	ПК-1.2

6.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков. Оформление технической документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.	7	2	УК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	УК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6.4	<b>Топологическое проектирование (Лек).</b> Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых блоков. Особенности проектирования топологии аналоговых устройств.	7	2	ПК-1.2
6.5	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков. Оформление технической документации на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks.	7	2	УК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6.6	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение заданий практических занятий "Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков. Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий электронной аппаратуры. Решение задач по оформлению конструкторской документации с применением программного обеспечения Компас и Solidworks."	7	3	УК-1.1, ПК-1.3
6.7	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Создание необходимого конструкторского графического материала в соответствие с нормами ЕСКД. Конструкторская документация заносится в систему документооборота.	7	4	ПК-1.3
<b>7. Особенности конструирования ЭС различного назначения. Перспективы развития</b>				
7.1	<b>Особенности конструирования ЭС различного назначения. (Лек).</b> 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.	7	2	УК-1.1, УК-1.2
7.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разработка программы и методик испытаний шкафов с низкой плотностью компоновки элементов и блоков с высокой плотностью компоновки элементов	7	2	ПК-1.2

7.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение ранее изученного материала.	7	3	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.2
7.4	<b>Выполнение курсовой работы (проекта) (Ср).</b> Подготовка отчета по проделанной работе.	7	4	ПК-3.1, ПК-1.3
<b>8. Промежуточная аттестация (курсовая работа)</b>				
8.1	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (КР).</b>	7	4,65	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
8.2	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	7	2	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
<b>9. Промежуточная аттестация (экзамен)</b>				
9.1	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	7	2,35	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-3.1, ПК-1.2, ПК-1.3
9.2	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).</b>	7	36	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-3.1, 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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы 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. 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>
2. 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>
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. Муромцев Д. Ю., Белоусов О. А., Тюрин И. В., Курносов Р. Ю. Конструирование блоков радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 288 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113384>
5. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Белоусов О. А., Курносов Р. Ю. Надежность радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 88 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116368>

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

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
2. IEEE International Roadmap for Devices and Systems

<https://www.irds.ieee.org>

3. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.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 производится 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.

