



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)
Системы автоматизированного проектирования в электронике**

Читающее подразделение	базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники
Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 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	
6	4	144	32	0	32	44	2,35	33,65	Экзамен

Программу составил(и):

старший преподаватель, Богомолова Евгения Александровна _____

Рабочая программа дисциплины

Системы автоматизированного проектирования в электронике

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 № 137 - электроники и микроэлектроники

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Борисов Александр Анатольевич _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования в электронике» 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 нанoeлектроника 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 нанoeлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	4 з.е. (144 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 нанoeлектроники

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

ПК-2 - Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и нанoeлектроники

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 нанoeлектроники

ПК-3.1 : Проводит монтаж электронной аппаратуры

Знать:

- Техническая документация на технологическое и контрольно-измерительное оборудование, применяемое при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Основы технологии производства изделий "система в корпусе"
- Функциональные характеристики изделий "система в корпусе", установленные в технической документации
- Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования
- Техническая документация на технологическое оборудование, применяемое для изготовления изделий "система в корпусе"
- Эксплуатационные и ресурсные характеристики (параметры надежности) конечного изделия "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области технологии производства изделий "система в корпусе"

Уметь:

- Вести отчетную документацию
- Соблюдать требования технологической документации на процесс монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе"
- Планировать ресурс рабочего времени изготовления изделий "система в корпусе" в рамках установленного задания, графика, плана
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Оформлять техническую документацию по технологии изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"

Владеть:

- 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"
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов корпусирования изделий "система в корпусе"
- Составление плана экспериментальных работ по отработке технологии формирования пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов изготовления изделий "система в корпусе"
- Составление технического задания на изготовление необходимой технологической оснастки и ее заказ

ПК-2 : Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и нанoeлектроники**ПК-2.1 : Проводит аттестацию чистых производственных помещений и инженерных систем, модернизирует существующие и внедряет новые методы и процессы для модификации свойств наноматериалов и наноструктур****Знать:**

- Правила оформления технологической документации
- Руководства по эксплуатации технологического оборудования

Уметь:

- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением
- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Оформлять технологическую документацию
- Составлять и оформлять техническое задание
- Оформлять технологическую документацию

ПК-1 : Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и нанoeлектроники**ПК-1.1 : Разрабатывает проектные решения для чистых производственных помещений и других инженерных систем, используемых для производства электронных устройств и систем микро- и нанoeлектроники****Знать:**

- Специализированные компьютерные программы - системы автоматизированного проектирования

Уметь:

- Работать на персональном компьютере на уровне пользователя

- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией

ПК-1.2 : Моделирует электронные устройства

Знать:

- Датчики микросхемотехники
- Технический английский язык в области микро- и наноэлектроники
- Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники
- Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов
- Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения
- Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур
- Методология проектирования аналоговых устройств средствами системы автоматизированного проектирования
- Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем
- Методы синтеза и исследования моделей
- Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов
- Основы топологического проектирования интегральных схем
- Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования
- Система автоматизированного проектирования аналогового проектирования и моделирования
- Стандартные программные средства компьютерного моделирования

Уметь:

- Выполнять временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования
- Использовать современные программные средства моделирования
- Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- Использовать средства автоматизации проектирования конструкции и топологии активных (чувствительных) элементов микроэлектромеханической системы
- Использовать средства обработки результатов моделирования электрических характеристик
- Использовать средства функционального, аналогового моделирования
- Использовать технические библиотеки моделей электромеханических, оптических, микрожидкостных, сверхвысокочастотных и магнитомеханических компонентов
- Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- Применять современные методы расчета и анализа нано- и микросистем
- Проверять соответствие результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик и анализировать потребляемую мощность
- Проводить верификацию аналоговых систем микроэлектромеханической системы
- Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем
- Проводить моделирование аналоговых блоков средствами системы автоматизированного проектирования
- Проводить моделирование разработанного списка цепей

- Проводить оценку функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик функциональных блоков микроэлектромеханической системы методом компьютерного моделирования
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы
- Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Использовать методику аналогового и цифрового топологического проектирования и моделирования
- Использовать методы поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации
- Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области
- Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования
- Использовать программные средства топологического проектирования и моделирования

Владеть:

- Адаптация и доработка поведенческих моделей чувствительных элементов
- Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализ потребляемой мощности и оценка площади
- Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе"
- Разработка топологических чертежей микроэлектромеханической системы в целом
- Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в автоматизированном режиме
- Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств
- Формирование набора возможных способов реализации чувствительных элементов и отдельных блоков микроэлектромеханической системы
- Анализ возможности использования готовых решений банка знаний, аналогичных текущим требованиям
- Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах
- Верификация функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока с применением средств автоматизации
- Временной анализ функциональных блоков микроэлектромеханической системы с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования
- Выполнение процедур физической и электрической верификации топологических представлений блоков микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Выполнение процедур экстракции паразитных параметров требуемого уровня детализации
- Моделирование процессов функционирования чувствительных элементов микроэлектромеханической системы различных типов
- Определение окончательной архитектуры микроэлектромеханической системы

ПК-1.3 : Проектирует и разрабатывает конструкторскую и техническую документацию для электронных устройств и систем микро- и наноэлектроники

Знать:

- Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала

- Основы проектирования и конструирования изделий "система в корпусе" и микросборок
- 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"
- Система автоматизированного проектирования, система аналогового проектирования и моделирования
- Маршрут проектирования
- Полупроводниковая микросхемотехника
- Аналоговая схемотехника, схемотехника импульсных схем
- Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования
- Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования
- Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий "система в корпусе" и микросборок
- Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых и цифровых блоков
- Методики экстракции паразитных элементов
- Маршрут проектирования электронной компонентной базы
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок
- Программные продукты для разработки технических описаний и конструкторской документации
- Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей
- 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 по оформлению чертежей

Уметь:

- Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок
- Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов
- Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки
- Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микроэлектромеханической системы
- Использовать средства автоматизации схемотехнического проектирования
- Разрабатывать сложные блоки, выполняющие аналоговые функции
- Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем
- Учитывать влияние паразитных элементов
- Учитывать влияние помех и шумов
- Программировать на языках высокого уровня
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Читать принципиальные электрические схемы

- Использовать программными средствами топологического моделирования и проектирования
- Проводить моделирование различных функциональных блоков микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- 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 технических описаний и конструкторской документации на изделия "система в корпусе"
- Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации
- Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий "система в корпусе"

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 схмотехнических решений аналоговых субблоков, создание символьных представлений
- Графический схемный ввод элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы
- Построение списка соединений на основе графической электрической схемы
- Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов
- Интеграция схмотехнических решений субблоков микроэлектромеханической системы в состав всего устройства
- Разработка и описание тестовых окружений для блоков микроэлектромеханической системы и устройства в целом
- Построение иерархической структуры из данных субблоков, представляющей всю микроэлектромеханическую систему в целом
- Выполнение процедур физической и электрической верификации топологии микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков
- Выполнение процедур экстракции паразитных параметров микроэлектромеханической системы
- Выполнение построения списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов всей системы
- Принятие решения о коррекции топологических или схмотехнических представлений отдельных блоков или планировки всего кристалла микроэлектромеханической системы
- 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 проектирования и технологии электронных приборов и устройств

Уметь:

- применять методики поиска, сбора и обработки информации и использовать методы системного анализа в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств

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 и технологии электронных приборов и устройств

Уметь:

- применять методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств

Владеть:

- навыками проведения аналитических обзоров современной отечественной и зарубежной литературы в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок
- Начертательная геометрия и инженерная графика
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей
- Основы проектирования и конструирования изделий "система в корпусе" и микросборок
- Маршрут проектирования
- Полупроводниковая микросхемотехника
- Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"
- Система автоматизированного проектирования, система аналогового проектирования и моделирования
- Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок

- Программные продукты для разработки технических описаний и конструкторской документации
- Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала
- Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца 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
- Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей
- Аналоговая схемотехника, схемотехника импульсных схем
- Основы технологии производства изделий "система в корпусе"
- Функциональные характеристики изделий "система в корпусе", установленные в технической документации
- Руководства по эксплуатации технологического оборудования
- Техническая документация на технологическое и контрольно-измерительное оборудование, применяемое при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Эксплуатационные и ресурсные характеристики (параметры надежности) конечного изделия "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области технологии производства изделий "система в корпусе"
- Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования
- Техническая документация на технологическое оборудование, применяемое для изготовления изделий "система в корпусе"
- Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых и цифровых блоков
- Методики экстракции паразитных элементов
- Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования
- Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Правила оформления технологической документации
- Маршрут проектирования электронной компонентной базы
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Технический английский язык в области микро- и нанoeлектроники
- Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники
- Стандартные программные средства компьютерного моделирования
- Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования
- Система автоматизированного проектирования аналогового проектирования и моделирования
- Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения
- Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур
- Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов
- Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем

- Методы синтеза и исследования моделей
- Датчики микросхемотехники
- Методология проектирования аналоговых устройств средствами системы автоматизированного проектирования
- Методики поиска, сбора и обработки информации и методы системного анализа в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств
- Основы топологического проектирования интегральных схем
- Специализированные компьютерные программы - системы автоматизированного проектирования
- Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов
- методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств

Уметь:

- Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации
- Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки технических описаний и конструкторской документации на изделия "система в корпусе"
- Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта документации на разработку изделий "система в корпусе"
- Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки
- Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов
- 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
- Оформлять техническую документацию по технологии изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- 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
- Оформлять технологическую документацию
- Составлять и оформлять техническое задание
- Оформлять технологическую документацию
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением
- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Работать на персональном компьютере на уровне пользователя
- Соблюдать требования технологической документации на процесс монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе"
- Планировать ресурс рабочего времени изготовления изделий "система в корпусе" в рамках установленного задания, графика, плана
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- применять методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств

- применять методики поиска, сбора и обработки информации и использовать методы системного анализа в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств
- Вести отчетную документацию
- Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем
- Учитывать влияние паразитных элементов
- Учитывать влияние помех и шумов
- Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микроэлектромеханической системы
- Использовать средства автоматизации схемотехнического проектирования
- Разрабатывать сложные блоки, выполняющие аналоговые функции
- Программировать на языках высокого уровня
- Проводить моделирование различных функциональных блоков микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Читать принципиальные электрические схемы
- Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования
- Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок
- Использовать технические библиотеки моделей электромеханических, оптических, микрожидкостных, сверхвысокочастотных и магнитомеханических компонентов
- Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов nano- и микросистемной техники
- Применять современные методы расчета и анализа nano- и микросистем
- Использовать средства функционального, аналогового моделирования
- Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов nano- и микросистемной техники
- Использовать средства автоматизации проектирования конструкции и топологии активных (чувствительных) элементов микроэлектромеханической системы
- Использовать средства обработки результатов моделирования электрических характеристик
- Проверять соответствие результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик и анализировать потребляемую мощность
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы
- Проводить оценку функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик функциональных блоков микроэлектромеханической системы методом компьютерного моделирования
- Проводить верификацию аналоговых систем микроэлектромеханической системы
- Проводить моделирование аналоговых блоков средствами системы автоматизированного проектирования
- Проводить моделирование разработанного списка цепей
- Использовать современные программные средства моделирования

- Использовать методы поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации
- Использовать методику аналогового и цифрового топологического проектирования и моделирования
- Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования
- Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области
- Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем
- Выполнять временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей
- Использовать программные средства топологического проектирования и моделирования

Владеть:

- Анализ возможности использования готовых решений банка знаний, аналогичных текущим требованиям
- Адаптация и доработка поведенческих моделей чувствительных элементов
- Выполнение процедур физической и электрической верификации топологии микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Выполнение процедур экстракции паразитных параметров микроэлектромеханической системы
- Выполнение построения списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов всей системы
- Принятие решения о коррекции топологических или схемотехнических представлений отдельных блоков или планировки всего кристалла микроэлектромеханической системы
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов изготовления изделий "система в корпусе"
- Составление технического задания на изготовление необходимой технологической оснастки и ее заказ
- навыками проведения аналитических обзоров современной отечественной и зарубежной литературы в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств
- Составление плана экспериментальных работ по отработке технологии формирования пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- 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"
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов корпусирования изделий "система в корпусе"
- Построение иерархической структуры из данных субблоков, представляющей всю микроэлектромеханическую систему в целом
- Временной анализ функциональных блоков микроэлектромеханической системы с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования
- Выполнение процедур физической и электрической верификации топологических представлений блоков микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Выполнение процедур экстракции паразитных параметров требуемого уровня детализации
- Верификация функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока с применением средств автоматизации
- 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
- Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах
- Моделирование процессов функционирования чувствительных элементов микроэлектромеханической системы различных типов
- Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в автоматизированном режиме
- Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств
- Формирование набора возможных способов реализации чувствительных элементов и отдельных блоков микроэлектромеханической системы
- Разработка топологических чертежей микроэлектромеханической системы в целом
- Определение окончательной архитектуры микроэлектромеханической системы
- Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализ потребляемой мощности и оценка площади
- Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе"
- Графический схемный ввод элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы
- Разработка схмотехнических решений аналоговых субблоков, создание символьных представлений
- Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе"
- Построение списка соединений на основе графической электрической схемы
- Разработка и описание тестовых окружений для блоков микроэлектромеханической системы и устройства в целом
- Интеграция схмотехнических решений субблоков микроэлектромеханической системы в состав всего устройства
- Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов
- Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе"
- Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации
- Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "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
- Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания

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. Основы проектирования в САПР				
1.1	<p>Проектирование (Лек). Основные термины и определения. Принципы организации процесса проектирования. Уровни, этапы, процедуры и маршруты проектирования. Блочнo-иерархический подход к проектированию. Задачи схемотехнического проектирования. Место схемотехнического проектирования в сквозном цикле проектирования РЭС. Системотехническое проектирование. Понятие технологического процесса проектирования. Задачи синтеза и задачи анализа в процедурах проектирования. Методы оптимизации проектных решений. Общие сведения о задачах конструкторского проектирования. Возможность автоматизации задач конструкторского проектирования и использованием современных САПР. Методики поиска, сбора и обработки информации и методы системного анализа в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств. Методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств.</p>	6	2	УК-1.1, УК-1.2
1.2	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Типовая схема проектирования ИС с помощью САПР на примере пакета Tanner EDA. Общие характеристики систем схемотехнического и логического моделирования ИС. Состав T-Spice Pro и назначение его модулей. Общие характеристики системы топологического проектирования. Состав L-Edit Pro и назначение его модулей. Исследование характеристик логических схем в программе Multisim. Исследование схем и создание блок схем в программе Crocodile Technology. Применять методики поиска, сбора и обработки информации и использовать методы системного анализа в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств. Применять методы анализа и синтеза информации, полученной из разных источников в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств. Навыками проведения аналитических обзоров современной отечественной и зарубежной литературы в области проектирования и технологии электронных приборов и устройств</p>	6	2	УК-1.1, УК-1.2
1.3	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по вариантам выданным преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	УК-1.1, УК-1.2

1.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	УК-1.1, УК-1.2
1.5	Структура САПР (Лек). САПР как фактор современного производства. Виды обеспечения САПР. Численные методы в САПР. Автоматизация процессов проектирования и определение программных платформ для них. Классификация и особенности платформ САПР для электроники. АРМ и диалог с ЭВМ. Банки данных в САПР. САПР на промышленном предприятии. Конкретные задачи, решаемые на производстве средствами САПР. Специализированные компьютерные программы - системы автоматизированного проектирования.	6	2	ПК-1.1
1.6	Выполнение практических заданий (Пр). Знакомство с программами САД, настройки рабочих окон программ. Изучение правил изображения элементов электронной аппаратуры, построение условных графических изображений. Разработка принципиальной графической электрической схемы в Schematic. Работать на персональном компьютере на уровне пользователя. Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением. Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией.	6	2	ПК-1.1
1.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по вариантам выданным преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.1
1.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.1

1.9	<p>Математические модели (Лек). Модели полупроводникового диода. Модели биполярного транзистора. Модели полевого транзистора. Модели полупроводниковых приборов и интегральных схем. Датчики микросхемотехники. Методология проектирования аналоговых устройств средствами системы автоматизированного проектирования. Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем. Методы синтеза и исследования моделей. Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов. Основы топологического проектирования интегральных схем. Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования. Система автоматизированного проектирования аналогового проектирования и моделирования. Технический английский язык в области микро- и нанoeлектроники. Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники. Технический английский язык в области нано- и микросистемной. Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков. Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения. Физико-математические модели радиоэлектронных. Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур. Физические и математические модели приборов, схем, микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения компонентов интегральных схем техники. Стандартные программные средства компьютерного моделирования.</p>	6	2	ПК-1.2
1.10	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Вызов программы S-Edit и настройка интерфейса. Основные команды меню и кнопки инструментов по созданию и математическому описанию моделей компонентов. Редактирование параметров компонентов. Иерархические компоненты. Создание специальных схемотехнических элементов. Создание библиотечного компонента ИС для схемотехнического анализа.</p>	6	2	ПК-1.2
1.11	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по вариантам выданным преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	ПК-1.2

1.12	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.2
1.13	Анализ электронных схем (Лек). Анализ схем методом четырехполюсника. Анализ схем матрично-топологическим методом. Анализ схем методом сигнальных графов. Анализ схем во временной и частотной областях. Анализ чувствительности. Анализ на наихудший случай и статистический анализ. Анализ электронных схем. Аналоговая схемотехника, схемотехника импульсных схем. Полупроводниковая микросхемотехника.	6	2	ПК-1.3
1.14	Выполнение практических заданий (Пр). Эквивалентные схемы простейших четырехполюсников: Г-, Т-, П-образные. Режим холостого хода и короткого замыкания. Параметры холостого хода и короткого замыкания, их связь с коэффициентами уравнений передачи. Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы. Составлять описание схем и технических условий эксплуатации. Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем. Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем.	6	2	ПК-1.3
1.15	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по вариантам выданным преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.3
1.16	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.3
2. Работа в САПР				
2.1	Состав проектной документации ее подготовка в среде САПР (Лек). Состав документации проекта и требования к ней. Схемы электрические принципиальные, методика разработки в среде САПР. Техническая документация на технологическое и контрольно-измерительное оборудование, применяемое при изготовлении изделий "система в корпусе". Техническая документация на технологическое оборудование, применяемое для изготовления изделий "система в корпусе". Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области технологии производства изделий "система в корпусе". Правила оформления технологической документации. Руководства по эксплуатации технологического оборудования.	6	2	ПК-3.1, ПК-2.1

2.2	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Работа со справочниками электронных компонентов, выявление значимых параметров для атрибутов и посадочных мест библиотечных компонентов. Построение УГО простых компонентов. Построение библиотечного компонента микросхем ЦАП и АЦП. Построение форматов для проектной документации. Вести отчетную документацию. Соблюдать требования технологической документации на процесс монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе". Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах. Оформлять техническую документацию по технологии изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Составление учетной и отчетной документации проведения процессов корпусирования изделий "система в корпусе". Составление плана экспериментальных работ по отработке технологии формирования пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Составление технического задания на изготовление необходимой технологической оснастки по заказу. Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией. Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением. Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации. Оформлять технологическую документацию. Составлять и оформлять техническое задание.</p>	6	2	ПК-3.1, ПК-2.1
2.3	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	ПК-3.1, ПК-2.1
2.4	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала</p>	6	1,375	ПК-3.1, ПК-2.1
2.5	<p>Библиотека элементов, основы проектирования печатных плат с использованием современной элементной базы (Лек). Организация библиотечных подсистем в САПР. Структура и базовые стандарты ЕСКД. Проектирование печатных плат в среде САПР. Специализированные компьютерные программы - системы автоматизированного проектирования</p>	6	2	ПК-1.1

2.6	Выполнение практических заданий (Пр). Формирование библиотеки проекта. Построение библиотек транзисторов и диодов. Проектирование печатной платы в программе Sprint-Layout. Работать на персональном компьютере. Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением	6	2	ПК-1.1
2.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.1
2.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.1
2.9	Подготовка печатной платы с учетом требований производства и монтажа (Лек). Документация на печатную плату, учет технологических требований при формировании заказа на изготовление печатной платы. Технологии монтажа электронной аппаратуры, учет требований монтажа при проектировании печатных плат. Основы технологии производства изделий "система в корпусе". Функциональные характеристики изделий "система в корпусе", установленные в технической документации. Материалы для сборочного полупроводникового производства и физические процессы корпусирования. Эксплуатационные и ресурсные характеристики (параметры надежности) конечного изделия "система в корпусе".	6	2	ПК-3.1
2.10	Выполнение практических заданий (Пр). Построение библиотек аналоговых микросхем. Построение библиотек цифровых вентиляционных микросхем КМОП и ТТЛШ серий. Соблюдение требования технологической документации на процесс монтажа активной части схемы изделий "система в корпусе". Планировать ресурс рабочего времени изготовления изделий "система в корпусе" в рамках установленного задания, графика, плана. Осуществление процессов изготовления/монтажа активной части схемы изделия "система в корпусе" в соответствии с требованиями, установленными в технологической документации. Составление технического задания на изготовление необходимой технологической оснастки и ее заказ.	6	2	ПК-3.1
2.11	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-3.1

2.12	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-3.1
2.13	Проектирование электронных устройств (Лек). Конструктивные особенности СВЧ аппаратуры. Учет тепловых режимов, особенностей эксплуатации, требований надёжности при проектировании электронной аппаратуры. Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала .Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий "система .Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок в корпусе" и микросборок. Программные продукты для разработки технических описаний и конструкторской документации . Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей. Начертательная геометрия и инженерная графика	6	2	ПК-1.3

2.14	<p>Выполнение практических заданий (Пр).</p> <p>Правила размещения компонентов на печатной плате, выбор атрибутов печатных проводников, слоев, переходных отверстий. Полуавтоматическая и автоматическая разводка печатной платы, настройка трассировщика. Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок. 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 технических описаний и конструкторской документации на изделия "система в корпусе". Пользоваться специальным программным обеспечением для разработки проектной и конструкторской документации. Определять состав сборочной единицы, комплекса и комплекта . Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов документации на разработку изделий "система в корпусе".</p> <p>Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания. Разработка технических описаний структурной схемы, электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков. Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе". Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации изделий "система в корпусе". Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе". 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>	6	2	ПК-1.3
------	---	---	---	--------

	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". Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе".			
2.15	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.3
2.16	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.3
3. Методология проектирования топологии				
3.1	Развитие САПР и методологии проектирования БИС (Лек). Выбор технологии для СНК. Техническое обеспечение проекта СНК. Маршрут проектирования БИС и систем на кристалле. Основные этапы проектирования. Проблемы создания микроэлектронных систем. Проектирование аналогово-цифровых компонентов для систем в корпусе. Специализированные компьютерные программы - системы автоматизированного проектирования.	6	2	ПК-1.1
3.2	Выполнение практических заданий (Пр). САПР FCSacker для программных средств совместного проектирования кристалла и корпуса интегральной схемы (ИС). Работать на персональном компьютере на уровне пользователя. Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением. Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией.	6	2	ПК-1.1
3.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.1
3.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.1

3.5	<p>Верификации топологии интегральных схем (Лек). Верификация фрагментов топологии интегральных схем. Конструкторские технологические требования, предъявляемых к проектированию топологии интегральных схем, методов обнаружения и исправления ошибок топологии. Аналоговая и цифровая схмотехника, схмотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала. Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца 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.</p>	6	2	ПК-1.3
3.6	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Правила проектирования Мида-Конвея. Параметр размера λ. Задание правил проектирования топологии. Проверка правил указанной области или целого чипа с помощью L-Edit/DRC. Анализ результатов проверки и локализации ошибок. Извлечение текстового описания электрической схемы по ее топологии (L-Edit/Extract).</p> <p>Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки. Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микроэлектромеханической системы.Использовать средства автоматизации схмотехнического проектирования. Разрабатывать сложные блоки, выполняющие аналоговые функции. Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем.Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе". Разработка схмотехнических решений аналоговых субблоков, создание символьных представлений. Графический схемный ввод элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы.Построение списка соединений на основе графической электрической схемы. Разработка скорректированных схмотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов.</p>	6	2	ПК-1.3
3.7	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	ПК-1.3

3.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.3
3.9	Проектирование топологии интегральных схем на основе стандартных ячеек (Лек). Настройка параметров размещения и трассировки ядра интегральных схем. Основные параметры настройки ядра для размещения и трассировки. Генерация топологии ядра интегральных схем на основе библиотеки стандартных ячеек. Оптимизация генерации топологии ядра интегральных схем на основе стандартных ячеек. Интерактивная форма: групповое обсуждение возможных вариантов оптимизации сгенерированной топологии ядра интегральных схем. Система автоматизированного проектирования аналогового проектирования и моделирования. Стандартные программные средства компьютерного моделирования.	6	2	ПК-1.2
3.10	Выполнение практических заданий (Пр). Типовые шаги запуска SPR. Установки SPR - задание параметров, правил, ограничений, приоритетов процедуры автоматизированного размещения и трассировки. Генерация ядра основные параметры генерации ядра. Генерация контактных площадок выводов (Padframe) и трассировка. Просмотр статистики результатов проектирования топологии ИС. Оптимизация топологии ИС. Примеры проектирования топологии ИС на основе SPR. Выполнять временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования. Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем. Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей. Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования.	6	2	ПК-1.2
3.11	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.2
3.12	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.2

3.13	<p>Схемотехническое моделирование интегральных схем (Лек). Схемотехническое моделирование работы интегральных схем. Вариации параметров компонентов схемы и температуры. Управление выдачей результатов в графическом и табличном виде. (программа W-Edit). Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем. Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов. Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения. Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур.</p>	6	2	ПК-1.2
3.14	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Создание библиотечного компонента ИС для схемотехнического анализа. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик и возможностей применения библиотечных элементов ИС для автоматизации проектирования. Создание иерархического модуля логической схемы. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик и возможностей технологии иерархического проектирования ИС. Создание специальных модулей команд схемотехнического моделирования. Интерактивная форма: групповое обсуждение возможностей основных вариантов специальных модулей при схемотехническом моделировании ИС. Статический анализ ИС. Интерактивная форма: групповое обсуждение сравнительных характеристик программ схемотехнического анализа ИС в режиме статики. Анализ временных характеристик ИС. Интерактивная форма: групповое обсуждение сравнительных характеристик программ схемотехнического.Использовать методику аналогового и цифрового топологического проектирования и моделирования . Использовать методы поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации. Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области. Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования.</p>	6	2	ПК-1.2
3.15	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	ПК-1.2
3.16	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала</p>	6	1,375	ПК-1.2

4. Различные назначения САПР				
4.1	<p>Проектирование топологии интегральных схем на основе графических примитивов (Лек). Проектирование топологии стандартной ячейки. Требования, предъявляемые к проектированию топологии стандартной ячейки. Основные варианты стандартных ячеек. Стандартные программные средства компьютерного моделирования. Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники. Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем. Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов.</p>	6	2	ПК-1.2
4.2	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Создание ячейки и образцов на основе рисование примитивов. Создание и редактирование образцов. Массивы образцов. Иерархия проектирования. Редактирование, копирование, переименование, блокирование/разблокирование ячеек и образцов. Пример создания топологии логического элемента. (программа L-Edit). Провод оценку функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик функциональных блоков микроэлектромеханической системы методом компьютерного моделирования. Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок. Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок. Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы. Разработка типовых схем включения изделий "система в корпусе". Разработка топологических чертежей микроэлектромеханической системы в целом. Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в автоматизированном режиме. Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств.</p>	6	2	ПК-1.2
4.3	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	ПК-1.2
4.4	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала</p>	6	1,375	ПК-1.2

4.5	Оптимизация электронных схем (Лек). Методы анализа электронных схем анализа в САПР. Структурный синтез. Параметрическая оптимизация. Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем. Методы синтеза и исследования моделей. Основы топологического проектирования интегральных схем.	6	2	ПК-1.2
4.6	Выполнение практических заданий (Пр). Типовой алгоритм проектирования структурной схемы РЭС и ее оптимизации. Выполнять временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования. Выполнять моделирование компонентов микроэлектромеханических систем. Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей. Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области. Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования.	6	2	ПК-1.2
4.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.2
4.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.2
4.9	Имитационное моделирование электрических и тепловых режимов (Лек). Применение имитационного моделирования в процессе проектирования электронных приборов и устройств. Корпуса и конструктивы электронной аппаратуры. Тепловые процессы в интегральных микросхемах. Искажение сигналов и шумы в современных БИС. Условия передачи сигналов в системах на кристалле. Моделирование режима электростатического разряда. Система автоматизированного аналогового проектирования и моделирования. Система автоматизированного проектирования аналогового проектирования и моделирования Стандартные программные средства компьютерного моделирования. Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники.	6	2	ПК-1.2

4.10	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Обеспечение требований целостности сигналов в системах на кристалле. Расчет шумов, помех и методы их искажения. Разработка библиотечного компонента для БИС контроллера. Адаптация и доработка поведенческих моделей чувствительных элементов. Анализ возможности использования готовых решений банка знаний, аналогичных текущим требованиям. Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах. Верификация функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока с применением средств автоматизации. Временной анализ функциональных блоков микроэлектромеханической системы с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования.</p>	6	2	ПК-1.2
4.11	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему</p>	6	1,375	ПК-1.2
4.12	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала</p>	6	1,375	ПК-1.2
4.13	<p>Использование средств механического проектирования и электромагнитного моделирования (Лек). Пакеты электромагнитного анализа и их использование в процессе проектирования. Формирование комплектов документации эскизного и технического проектов. Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов. Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения. Физические принципы и механизмы, лежащие в основе построения и функционирования микро- и наноструктур.</p>	6	2	ПК-1.2

4.14	Выполнение практических заданий (Пр). Учет технологических требований в САПР. Знакомство с пакетами электромагнитного анализа. Разработка топологических чертежей микроэлектромеханической системы в целом. Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в автоматизированном режиме. Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств. Формирование набора возможных способов реализации чувствительных элементов и отдельных блоков микроэлектромеханической системы.	6	2	ПК-1.2
4.15	Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания по варианту выданному преподавателем на пройденную тему	6	1,375	ПК-1.2
4.16	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	6	1,375	ПК-1.2
5. Промежуточная аттестация (экзамен)				
5.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).	6	33,65	ПК-3.1, ПК-2.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2
5.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	6	2,35	ПК-3.1, ПК-2.1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, УК-1.2, УК-1.1

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Системы автоматизированного проектирования в электронике», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение термина «проектирование», опираясь на соответствующие формулировки стандартов.
2. Дайте определение термина «конструирование», опираясь на соответствующие формулировки стандартов.
3. Какие виды проектов Вы знаете?
4. Назовите состав документации по каждому этапу проектных работ.
5. Что такое «жизненный цикл изделия»?
6. Перечислите основные пункты технического задания на разработку электронного устройства.
7. Опишите процедуру формулировки и утверждения технического задания.
8. Назовите виды текстовой технической документации.
9. Назовите виды графической технической документации.
10. Поясните расшифровку индексов ГОСТ, приведите пример действующего стандарта.

11. Что такое ЕСКД, какие вопросы она регламентирует?
12. Что такое ЕСТД, какие вопросы она регламентирует?
13. Кратко перечислите требования ГОСТ 2.123-93.
14. Какие средства автоматизации и на каких этапах используются при проведении проектных работ?
15. Назовите стандарты, регламентирующие структуру и требования к САПР.
16. Назовите подсистемы САПР и их задачи.
17. Приведите классификацию САПР, используемых при проектировании электронной техники.
18. Что входит в понятие «элементная база»?
19. Приведите конструктивную классификацию уровней электронной техники.
20. К какому уровню относятся электронные компоненты (резисторы, конденсаторы, транзисторы, диоды, микросхемы и т.д.)?
21. Что такое «электронное устройство»?
22. Поясните принцип блочно-модульного конструирования.
23. Перечислите требования к оформлению схем электрических принципиальных электронных устройств.
24. Перечислите требования к оформлению УГО интегральных микросхем.
25. Что такое «шина» и как это средство используется при создании схем электрических принципиальных.
26. Что такое «Библиотечная подсистема САПР», каковы принципы ее построения?
27. Какие настройки схемотехнических САПР должны быть выполнены перед началом выполнения проекта?
28. Что такое УГО и посадочное место компонента, как они связаны в библиотечной системе САД?
29. Опишите процесс создания «библиотечного элемента».
30. Что такое печатная плата?
31. Из каких элементов состоит печатная плата, как эти элементы могут быть изготовлены?
32. Какие материалы используют при изготовлении печатных плат, по каким критериям осуществляется их выбор?
33. Кратко опишите процесс изготовления двухслойной печатной платы.
34. Что такое «класс точности» и, какое значение он имеет?
35. Какие факторы влияют на размер и форму элементов печатной платы?
36. Для каких целей производится сверление отверстий в печатной плате, в чем необходимость их металлизации?
37. Какие ограничения на диаметр сверления существуют, какие современные технологии получения тонких отверстий Вы знаете?
38. Как изготавливают многослойные печатные платы, каковы особенности использования внутренних слоев и переходных отверстий?
39. Какие средства настройки САПР печатных плат необходимо использовать с учетом технологических требований и класса точности?
40. Какие слои используют программы РСВ для получения проектной документации на печатную плату?
41. Что такое слои шелкографии и для каких целей они используются?
42. Что такое паяльная маска, каково ее назначение?
43. С помощью каких инструментов РСВ решается задача построения участков металлизации?
44. Какое значение имеет правильный выбор ширины печатных проводников, перечислите критерии такого выбора.
45. Что такое «узкие места» и как они формируются средствами РСВ?
46. Как связаны требования к элементам печатной платы с видом монтажа?
47. Назовите этапы монтажа электронных устройств и требований к каждому этапу?
48. Как производится монтаж изделий на основе SMD компонентов?
49. Чем отличаются свинцовые и бессвинцовые виды монтажа, назовите характерные

особенности.

50. Для каких целей используют термозазоры при формировании контактных площадок?
51. Что такое формовка выводов, как она учитывается при настройке САПР печатных элементов?
52. Приведите примеры корпусов электронных приборов и устройств. От чего зависят их конструктивные параметры?
53. В каких единицах измеряются размеры типовых SMD компонентов?
54. Какие типы корпусов интегральных микросхем Вы знаете, приведите их краткое описание.
55. Какие единицы измерений и режимы работы следует использовать в РСВ редакторах для обеспечения электрического соединения контактных площадок?
56. Какие особенности имеют печатные элементы, связанные с цепями питания электронных устройств?
57. Как параметры элементов устройств влияют на целостность сигналов? Какие искажения электрических сигналов могут наблюдаться в устройствах на основе печатных плат?
58. По каким критериям производится размещение элементов при проектировании электронных устройств.
59. Приведите классификацию программных средств САПР электроники.
60. По каким критериям следует выбирать состав программных средств для выполнения проектирования электронных устройств.
61. Перечислите особенности группового выполнения проектов САПР.
62. Как организуется текущая проверка проекта с применением САПР?
63. Что такое правила проектирования и какое значение в работе САПР они имеют?
64. Для каких целей в процессе проектирования электронных устройств используют средства имитационного моделирования?
65. Что такое PSPICE? Как организуется работа с программами имитационного моделирования в среде САПР при работе над проектами электронных устройств?
66. Какие средства САПР включены в термин «сквозное проектирование»? Приведите примеры подобных программ.
67. Какими средствами САПР производится оценка целостности сигналов?
68. Назовите особенности исполнения печатных плат импульсных преобразовательных устройств.
69. Назовите особенности исполнения печатных плат высокочувствительных измерительных устройств.
70. Назовите особенности исполнения печатных плат цифровых и микропроцессорных устройств.
71. Назовите особенности исполнения печатных плат высокочастотных и радиотехнических устройств.
72. Чем определяется тепловой режим работы электронных устройств? Назовите известные Вам средства обеспечения теплового режима электронной аппаратуры.
73. Приведите примеры программных пакетов САПР для сквозного проектирования электронных устройств.
74. Какие средства разработки цифровых устройств включены в состав пакетов сквозного проектирования?
75. Какие средства групповой разработки используются в системах сквозного проектирования электронных устройств?
76. Перечислите документы, входящие в комплект эскизного и технического проектов.
77. Какие задачи решают фильтры экспорта файлов в систему САМ?
78. Какие файлы передаются из САПР для изготовления устройства на производство?
79. Перечислите основные этапы проектирования заказных БИС и систем на кристалле.
80. Назовите особенности выбора маршрута проектирования заказных БИС и систем на кристалле.
81. Назовите условия передачи сигналов в системах на кристалле. Каким образом производится расчет шумов, помех.

82. Перечислите особенности проектирования аналоговых СФ-блоков. Приведите маршрут их проектирования.
83. Каким образом выполняется статистический анализ модели СФ-блока?
84. Каким образом учитывается влияние внешних цепей за пределами кристалла СНК?
85. Основное отличие этапа физического проектирования аналоговых микросхем.
86. По каким критериям выбирается модель при проектировании систем на кристалле?
87. Как обеспечивается синхронизация и связность сигналов в системах на кристалле?
88. Моделирование аналого-цифровых систем с использованием языка Verilog-A.
89. Как при проектировании учитывается защита микросхем от электростатического разряда?
90. Перечислите элементы защиты ИМС от электростатического разряда.

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 Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Федотов А. В., Хомченко В. Г. Компьютерное управление в производственных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие для впо. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 620 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/140775>
2. Инженерные прикладные программы [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. - 64 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/158599>
3. Юрков Н. К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168617>
4. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Белоусов О. А., Курносков Р. Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 412 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169286>
5. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 608 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168366>

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

1. База данных Web of Science
<http://www.webofknowledge.com>
2. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями
<https://www.researchgate.net>
3. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.ru>
4. Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»

<https://www.scholar.google.ru>
5. 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.

Медиамаериалы 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.

