Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.07.2026 14:01:23
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования электронной компонентной базы

Направление подготовки/специальность
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

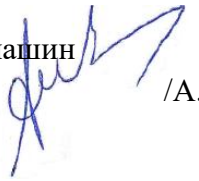
Профиль/специализация
Электроника и технологии сенсорики

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г

Разработчик(и):
Старший преподаватель  /Д.О. Варламов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин
и сопротивление материалов»,д.ф.-м..н.  /А.А. Скворцов/

Содержание

1. Цели освоения дисциплины. 4
2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета. 4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения 5
4. Структура и содержание дисциплины. 5
5. Образовательные технологии. 7
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое 7
6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю). 8
6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал 10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. 11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины. 11
9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов 11
10. Методические рекомендации для преподавателя 11
Приложение 1. Структура и содержание дисциплины 13
Приложение 2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 15

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Транспортная электроника и программируемая сенсорика с учетом специфики направленности подготовки –
«Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	12.03.02 Электроэнергетика и электротехника: Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	3 з.е. (108 акад. час.).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

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-3.2 : Проектирует и составляет технологические маршруты и операционные маршрутные карты изделий и систем микро- и наноэлектроники

Знать:

- Единая система конструкторской документации производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Методики проектирования сложных микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Базовые принципы функционирования и конструкции типовых микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых при проектировании микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методики и приемы научного исследования
- Научные направления развития разработки, производства и применения микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методики расчета экономической эффективности технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов

- Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям
- Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии
- Технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе"
- Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники
- Основные средства контроля технических требований к изготавливаемым изделиям микроэлектроники
- Схемы базирования заготовки для изделий микроэлектроники
- Правила выбора технологического процесса-аналога
- Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники
- Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "систем в корпусе"
- Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе"
- Структура существующих конструкций и технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Характеристики продукции лидеров в области производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств

Уметь:

- Работать с технической документацией
- Обрабатывать и систематизировать полученную информацию по микро- и наноразмерным электромеханическим системам
- Формулировать критерии сравнения существующих и перспективных конструкций, материалов, технологических процессов и оборудования, используемых в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Анализировать конструкцию и технологию изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем, выявлять проблемные элементы и участки
- Разрабатывать рабочие планы и программы проведения конструкторско-технологических исследований
- Определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Разрабатывать технические задания на исследования и разработку технологических модулей и процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Работать в составе проектной группы
- Визуализировать результаты моделирования
- Анализировать результаты моделирования и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов
- Выбирать методики и средства моделирования технологических процессов
- Разрабатывать машинные программы и программировать технологическое оборудование с учетом специфики нанотехнологии и наноструктурных материалов
- Использовать функциональные возможности программных пакетов систем приборно-технологического моделирования
- Работать с нормативной и конструкторской документацией

- Работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники
- Работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники
- Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделий микроэлектроники
- Анализировать схемы контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники
- Анализировать возможности средств контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники
- Нормировать технологические операции процесса производства изделий микроэлектроники
- Оформлять технологические документы
- Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственными стандартами
- Согласовывать техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"
- Работать с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую и технологическую документацию по технологии изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Внедрять прикладное программное обеспечение для разработки технической и технологической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе"
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Работать с печатными и электронными источниками информации

Владеть:

- Анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе"
- Поиск и систематизация научных сведений о конструкциях, материалах, маршрутах изготовления и оборудовании, используемых для создания микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Сопоставление характеристик и параметров существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем и используемых в них материалов, необходимых для их изготовления технологических процессов и оборудования
- Разработка технико-экономического обоснования выбора аналога создаваемых микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Проведение сравнительной технико-экономической оценки тактико-технических параметров и эксплуатационных показателей выбранных структурных и принципиальных схем конструктивных решений микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Анализ физических и технологических принципов, заложенных в конструкцию электромеханической системы
- Анализ существующих методов и маршрутов формирования микро- и наноструктур, входящих в конструкцию микро- и наноразмерных электромеханических систем, а также свойств материалов и их комбинаций, входящих в конструкцию и определяющих работу
- Разработка требований к физико-технологическим и конструктивным характеристикам элементов конструкции микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Анализ требований к физико-технологическим и конструктивным характеристикам элементов конструкции микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Калибровка параметров моделей технологических операций по имеющимся экспериментальным данным в соответствии с требованиями технического задания
- Разработка технических требований к характеристикам функциональных слоев, параметрам функциональных элементов, входным и выходным параметрам технологических модулей и операций
- Проведение патентных исследований в области производства изделий "система в корпусе"
- Формулирование целей и задач проведения работ по экспериментальной разработке технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Анализ конструкторской документации и определение объема выпуска изделий
- Согласование и утверждение маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Оформление технологического процесса на бланках установленной формы и в автоматизированной системе управления производством
- Выбор конструкционных материалов для изделий микроэлектроники
- Оформление маршрутных карт изготовления изделий микроэлектроники
- Оформление маршрутных карт, карт технологического процесса, операционных карт
- Определение технического уровня проектируемого технологического маршрута на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Подготовка технического задания: определение целей выполнения работы, определение технических и функциональных требований к изделию "система в корпусе", контролю, испытаниям и приемке
- Подготовка перечня измерительного оборудования и оборудования для проведения испытаний изделий "система в корпусе"
- Подготовка перечня конструктивных материалов и конструкций корпуса для изготовления пассивной части и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Описание всех технологических операций изготовления в последовательности их выполнения с укрупненными параметрами трудоемкости и материалоемкости изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Подготовка заданий (планов, графиков) на проведение экспериментальных технологических работ по отработке новых технологических приемов изготовления изделий "система в корпусе", по апробации и применению новых материалов, технологического оборудования и средств технологического оснащения
- Согласование комплекта технологической документации на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"

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

ПК-1.2 : Моделирует электронные устройства

Знать:

- Датчики микросхемотехники
- 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 и математические модели приборов, схем, микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения
- Элементная база цифровых интегральных схем
- Методы и области применения типовой системы моделирования микросистем
- Методы проектирования топологии элементов микросистем
- Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем
- Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов
- Основы топологического проектирования интегральных схем
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Полупроводниковая схемотехника
- Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники

Уметь:

- Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей

- Использовать способы проверки проектов на соответствие техническому заданию
- Использовать средства автоматизации проектирования конструкции и топологии активных (чувствительных) элементов микроэлектромеханической системы
- 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 методы оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- Проводить составление различных режимов технологических процессов замкнутого цикла создаваемой микроэлектромеханической системы
- Проектировать электрические схемы обработки сигналов (аналоговых и цифровых)
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы
- Формулировать технические требования к блокам микроэлектромеханической системы
- 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
- Использовать современные программные средства моделирования
- Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Владеть:

- Адаптация и доработка поведенческих моделей чувствительных элементов
- Разработка конструкций чувствительных элементов
- Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков
- Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Разработка спецификации блоков микроэлектромеханической системы
- Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в ручном режиме
- Разработка топологических чертежей чувствительных элементов микроэлектромеханической системы
- Статистический анализ и анализ "по углам" для определения правильности функционирования микроэлектромеханической системы при разбросе технологических параметров в период изготовлении
- Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств
- Формирование отчетов о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока

- 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
- Построение списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов
- Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализ потребляемой мощности и оценка площади
- Разработка и создание новой расчетной технологии оценки условий возможной эксплуатации микроэлектромеханических систем
- Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе"

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
- Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей
- Основы проектирования и конструирования изделий "система в корпусе" и микросборок
- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок
- Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"
- Система автоматизированного проектирования, система аналогового проектирования и моделирования
- Методы схемотехнического проектирования
- Маршрут проектирования
- Основы полупроводниковой схемотехники
- Полупроводниковая микросхемотехника
- Электронная компонентная база производства изделий "систем в корпусе" и микросборок
- Аналоговая схемотехника, схемотехника импульсных схем
- Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования
- Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых и цифровых блоков
- Методики экстракции паразитных элементов
- Маршрут проектирования электронной компонентной базы
- Основы топологического проектирования интегральных схем
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- 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
- 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 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

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
- Читать принципиальные электрические схемы
- 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
- Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Использовать программные 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 схемотехнических 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 схемотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов
- Интеграция схемотехнических 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 схемотехнических 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"

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации по оформлению чертежей
- Требования к оформлению технической и конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок
- Стандарты и требования единой системы конструкторской документации к оформлению чертежей
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Основы проектирования и конструирования изделий "система в корпусе" и микросборок
- Методы схемотехнического проектирования
- Маршрут проектирования
- Система автоматизированного проектирования, система аналогового проектирования и моделирования
- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок

- Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе"
- Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Научные направления развития разработки, производства и применения микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методики расчета экономической эффективности технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов
- Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии
- Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям
- Методики и приемы научного исследования
- Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок
- Программные продукты для разработки технических описаний и конструкторской документации
- Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца 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
- Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Характеристики продукции лидеров в области производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств
- Базовые принципы функционирования и конструкции типовых микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методики проектирования сложных микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе"
- Единая система конструкторской документации производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "систем в корпусе"
- Структура существующих конструкций и технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе"
- Методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых при проектировании микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования
- Маршрут топологического проектирования и верификации аналоговых и цифровых блоков
- Аналоговая схемотехника, схемотехника импульсных схем
- Основы полупроводниковой схемотехники
- Полупроводниковая микросхемотехника

- Методики экстракции паразитных элементов
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Маршрут проектирования электронной компонентной базы
- Основы топологического проектирования интегральных схем
- Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники
- Особенности проектирования топологии аналоговых устройств
- Полупроводниковая схемотехника
- Основы топологического проектирования интегральных схем
- Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем
- Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов
- Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники
- Физические и математические модели приборов, схем, микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения
- Элементная база цифровых интегральных схем
- Физические и математические модели приборов и схем микроэлектромеханических устройств различного функционального назначения
- Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем
- Физико-математические модели радиоэлектронных компонентов
- Правила выбора технологического процесса-аналога
- Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники
- Основные средства контроля технических требований к изготавливаемым изделиям микроэлектроники
- Схемы базирования заготовки для изделий микроэлектроники
- Методы проектирования топологии элементов микросистем
- Датчики микросхемотехники
- Методы и области применения типовой системы моделирования микросистем

Уметь:

- Нормировать технологические операции процесса производства изделий микроэлектроники
- Анализировать возможности средств контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники
- Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделий микроэлектроники
- Анализировать схемы контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники
- Оформлять технологические документы
- Программировать на языках высокого уровня
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Использовать программные средствами топологического моделирования и проектирования
- Проводить моделирование различных функциональных блоков микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Внедрять прикладное программное обеспечение для разработки технической и технологической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе"
- Работать с печатными и электронными источниками информации
- Формулировать критерии сравнения существующих и перспективных конструкций, материалов, технологических процессов и оборудования, используемых в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Обрабатывать и систематизировать полученную информацию по микро- и наноразмерным электромеханическим системам
- Оформлять техническую и технологическую документацию по технологии изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Разрабатывать машинные программы и программировать технологическое оборудование с учетом специфики нанотехнологии и наноструктурных материалов
- Работать с технической документацией
- Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственными стандартами
- Работать с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе"
- Согласовывать техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе"
- Анализировать конструкцию и технологию изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем, выявлять проблемные элементы и участки
- Использовать функциональные возможности программных пакетов систем приборно-технологического моделирования
- Выбирать методики и средства моделирования технологических процессов
- Работать с нормативной и конструкторской документацией
- Работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники
- Работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники
- Анализировать результаты моделирования и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов
- Определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Разрабатывать рабочие планы и программы проведения конструкторско-технологических исследований
- Разрабатывать технические задания на исследования и разработку технологических модулей и процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Визуализировать результаты моделирования
- Работать в составе проектной группы
- Учитывать влияние помех и шумов
- Использовать встроенные средства программирования и отладки системы автоматизированного проектирования
- Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей
- Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок
- 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
- Использовать методы поиска и сопровождения ошибок на этапе физической верификации
- Оформлять техническую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок
- 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"

- Пользоваться методами стандартизации и сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; правилами использования стандартов, комплексов стандартов, документацией по сертификации
- 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
- Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы
- Формулировать технические требования к блокам микроэлектромеханической системы
- Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок
- Применять методы оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- Проводить составление различных режимов технологических процессов замкнутого цикла создаваемой микроэлектромеханической системы
- Проектировать электрические схемы обработки сигналов (аналоговых и цифровых)
- Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
- Использовать современные программные средства моделирования
- Использовать программные средства топологического проектирования и моделирования
- Использовать способы проверки проектов на соответствие техническому заданию
- Использовать технические библиотеки моделей электромеханических, оптических, микрожидкостных, сверхвысокочастотных и магнитомеханических компонентов
- Использовать средства функционального, аналогового моделирования
- Использовать средства автоматизации проектирования конструкции и топологии активных (чувствительных) элементов микроэлектромеханической системы
- Читать принципиальные электрические схемы
- Учитывать влияние паразитных элементов
- Использовать методы совершенствования характеристик электрических схем
- Разрабатывать сложные блоки, выполняющие аналоговые функции
- Использовать средства автоматизации схемотехнического проектирования
- Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микроэлектромеханической системы
- Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки
- Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов

Владеть:

- Анализ конструкторской документации и определение объема выпуска изделий
- Формулирование целей и задач проведения работ по экспериментальной разработке технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Разработка технических требований к характеристикам функциональных слоев, параметрам функциональных элементов, входным и выходным параметрам технологических модулей и операций
- Анализ требований к физико-технологическим и конструктивным характеристикам элементов конструкции микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Калибровка параметров моделей технологических операций по имеющимся экспериментальным данным в соответствии с требованиями технического задания
- Оформление маршрутных карт изготовления изделий микроэлектроники
- Оформление маршрутных карт, карт технологического процесса, операционных карт
- Проведение сравнительной технико-экономической оценки тактико-технических параметров и эксплуатационных показателей выбранных структурных и принципиальных схем конструктивных решений микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Согласование и утверждение маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Оформление технологического процесса на бланках установленной формы и в автоматизированной системе управления производством
- Выбор конструкционных материалов для изделий микроэлектроники
- Разработка требований к физико-технологическим и конструктивным характеристикам элементов конструкции микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Согласование комплекта технологической документации на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Подготовка технического задания: определение целей выполнения работы, определение технических и функциональных требований к изделию "система в корпусе", контролю, испытаниям и приемке
- Определение технического уровня проектируемого технологического маршрута на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Подготовка заданий (планов, графиков) на проведение экспериментальных технологических работ по отработке новых технологических приемов изготовления изделий "система в корпусе", по апробации и применению новых материалов, технологического оборудования и средств технологического оснащения
- Подготовка перечня измерительного оборудования и оборудования для проведения испытаний изделий "система в корпусе"
- Подготовка перечня конструктивных материалов и конструкций корпуса для изготовления пассивной части и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Описание всех технологических операций изготовления в последовательности их выполнения с укрупненными параметрами трудоемкости и материалоемкости изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Разработка технико-экономического обоснования выбора аналога создаваемых микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Анализ физических и технологических принципов, заложенных в конструкцию электромеханической системы
- Анализ существующих методов и маршрутов формирования микро- и наноструктур, входящих в конструкцию микро- и наноразмерных электромеханических систем, а также свойств материалов и их комбинаций, входящих в конструкцию и определяющих работу
- Сопоставление характеристик и параметров существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем и используемых в них материалов, необходимых для их изготовления технологических процессов и оборудования
- Проведение патентных исследований в области производства изделий "система в корпусе"
- Анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе"
- Поиск и систематизация научных сведений о конструкциях, материалах, маршрутах изготовления и оборудовании, используемых для создания микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Построение списка соединений на основе графической электрической схемы
- Разработка скорректированных схемотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов

- Графический схемный ввод элементов блоков с использованием стандартных библиотек элементов и библиотек из состава используемой технологической платформы
- Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе"
- Разработка схемотехнических решений аналоговых субблоков, создание символьных представлений
- Выполнение процедур физической и электрической верификации топологии микроэлектромеханической системы средствами системы автоматизированного проектирования
- Выполнение процедур экстракции паразитных параметров микроэлектромеханической системы
- Построение иерархической структуры из данных субблоков, представляющей всю микроэлектромеханическую систему в целом
- Интеграция схемотехнических решений субблоков микроэлектромеханической системы в состав всего устройства
- Разработка и описание тестовых окружений для блоков микроэлектромеханической системы и устройства в целом
- Описание отдельных компонентов блоков, их характеристик и технических условий эксплуатации
- Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе"
- 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
- 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"
- Составление спецификации к конструкторской документации изделий "система в корпусе" и микросборок
- Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе"
- Определение необходимого набора конструкторской документации в соответствии с требованиями технического задания
- Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализ потребляемой мощности и оценка площади
- Построение списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов
- Разработка и создание новой расчетной технологии оценки условий возможной эксплуатации микроэлектромеханических систем
- Разработка конструкций чувствительных элементов
- Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе"
- Анализ возможности использования готовых решений банка знаний, аналогичных текущим требованиям
- Адаптация и доработка поведенческих моделей чувствительных элементов
- Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах
- Временной анализ функциональных блоков микроэлектромеханической системы с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования
- Верификация функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик аналогового блока с применением средств автоматизации

- Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств
- Статистический анализ и анализ "по углам" для определения правильности функционирования микроэлектромеханической системы при разбросе технологических параметров в период изготовлении
- Формирование отчетов о временных, мощностных, частотных характеристиках аналогового блока
- 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
- Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе"
- Разработка набора ограничений на конфигурации топологических представлений аналоговых субблоков
- Разработка спецификации блоков микроэлектромеханической системы
- Разработка топологических чертежей чувствительных элементов микроэлектромеханической системы
- Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в ручном режиме

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 заняти	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
1. Основы проектирования электронной компонентной базы				

1.1	**Введение в проектирование электронной компонентной базы (Лек).** Научные направления развития разработки, производства и применения микро- и наноразмерных электромеханических систем. Технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе". Структура существующих конструкций и технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем. Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Характеристики продукции лидеров в области производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Маршрут проектирования. Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники. Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок. Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок. Датчики микросхемотехники. Аналоговая и цифровая схемотехника, схемотехника импульсных схем, схемы смешанного сигнала. Основы полупроводниковой схемотехники. Полупроводниковая схемотехника. Полупроводниковая микросхемотехника. Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники. Программные продукты для разработки технических описаний и конструкторской документации. Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования. Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе".	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

1.2	**Выполнение практических заданий (Пр).** Анализировать требования технического задания на разработку изделий "система в корпусе" и микросборок. Разрабатывать структурные и функциональные схемы на основе электрической схемы. Has Составлять описание схем и технических условий эксплуатации. 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. Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микроэлектромеханической системы. Использовать средства автоматизации схемотехнического проектирования. Читать принципиальные электрические схемы. Разработка технических условий, включающих условия на монтаж, эксплуатацию, упаковку, транспортировку, хранение и утилизацию изделий "система в корпусе". Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе". Построение списка соединений на основе графической электрической схемы.	5	2	ПК-1.3
1.3	**Выполнение домашнего задания (Ср).** Выполнение практических заданий, выданных преподавателем.	5	2,5	ПК-1.3
1.4	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** Повторение пройденного материала	5	2,5	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

1.5	**Документация при проектировании электронной компонентной базы. Стандарты. Нормы. Требования. (Лек).** Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники. Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок. Единая система конструкторской документации производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий. 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. Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "систем в корпусе". Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники. 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. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.3

1.6	**Выполнение практических заданий (Пр).** Работать с технической документацией. Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственными стандартами. Работать с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах. Работать с печатными и электронными источниками информации. Разрабатывать рабочие планы и программы проведения конструкторско-технологических исследований. Работать с нормативной и конструкторской документацией. Работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники. Работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники. Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделий микроэлектроники. Оформлять технологические документы. Анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок. Формулировать технические требования к блокам микроэлектромеханической системы. 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. Has Оформлять пакет документов конструкторской документации в соответствии с требованиями государственных стандартов. Составлять нормативно-техническую документацию на "систему в корпусе" и микросборки. Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

	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". Разработка рабочего комплекта конструкторской документации на изделия "система в корпусе". Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе". Построение списка соединений на основе графической электрической схемы. Разработка скорректированных схемотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов.			
1.7	**Выполнение домашнего задания (Ср).** Выполнение практических заданий, выданных преподавателем.	5	2,5	ПК-1.3, ПК-3.2
1.8	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	2,5	ПК-3.2, ПК-1.3

1.9	**Методология проектирования электронной компонентной базы (Лек).** Методики и приемы научного исследования. Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы и области применения типовой системы моделирования микросистем. Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем. Методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых при проектировании микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методики расчета экономической эффективности технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов. Методы проектирования топологии элементов микросистем. Методики проектирования сложных микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы схемотехнического проектирования. Методики экстракции паразитных элементов. Схемы базирования заготовки для изделий микроэлектроники. Правила выбора технологического процесса-аналога.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

1.10	**Выполнение практических заданий (Пр).** Формулировать критерии сравнения существующих и перспективных конструкций, материалов, технологических процессов и оборудования, используемых в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем. Анализировать конструкцию и технологию изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем, выявлять проблемные элементы и участки. Разрабатывать рабочие планы и программы проведения конструкторско-технологических исследований. Выбирать методики и средства моделирования технологических процессов. Подготовка технического задания: определение целей выполнения работы, определение технических и функциональных требований к изделию "система в корпусе", контролю, испытаниям и приемке. 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.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2
1.11	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	5	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3
1.12	**Проектирование микро- и наноразмерных электромеханических систем (Лек).** Базовые принципы функционирования и конструкции типовых микро- и наноразмерных электромеханических систем. Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем. Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов. Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2

1.13	**Выполнение практических заданий (Пр).** Обрабатывать и систематизировать полученную информацию по микро- и наноразмерным электромеханическим системам. Формулировать критерии сравнения существующих и перспективных конструкций, материалов, технологических процессов и оборудования, используемых в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем. Анализировать конструкцию и технологию изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем, выявлять проблемные элементы и участки. Определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Разрабатывать технические задания на исследования и разработку технологических модулей и процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Поиск и систематизация научных сведений о конструкциях, материалах, маршрутах изготовления и оборудовании, используемых для создания микро- и наноразмерных электромеханических систем. Сопоставление характеристик и параметров существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем и используемых в них материалов, необходимых для их изготовления технологических процессов и оборудования. Разработка технико-экономического обоснования выбора аналога создаваемых микро- и наноразмерных электромеханических систем. Проведение сравнительной технико-экономической оценки тактико-технических параметров и эксплуатационных показателей выбранных структурных и принципиальных схем конструктивных решений микро- и наноразмерных электромеханических систем. Анализ физических и технологических принципов, заложенных в конструкцию электромеханической системы. Анализ существующих методов и маршрутов формирования микро- и наноструктур, входящих в конструкцию микро- и наноразмерных электромеханических систем, а также свойств материалов и их комбинаций, входящих в конструкцию и определяющих работу. Разработка требований к физико-технологическим и конструктивным характеристикам элементов конструкции микро- и наноразмерных электромеханических систем. Анализ требований к физико-технологическим и конструктивным характеристикам элементов конструкции микро- и наноразмерных электромеханических систем.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

	Формулирование целей и задач проведения работ по экспериментальной разработке технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Согласование и утверждение маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Использовать средства автоматизации проектирования конструкции и топологии активных (чувствительных) элементов микроэлектромеханической системы. Использовать средства функционального, аналогового моделирования. Использовать технические библиотеки моделей электромеханических, оптических, микрожидкостных, сверхвысокочастотных и магнитомеханических компонентов. Проводить составление различных режимов технологических процессов замкнутого цикла создаваемой микроэлектромеханической системы. Разрабатывать топологические чертежи микромеханических функциональных блоков микроэлектромеханической системы. Формулировать технические требования к блокам микроэлектромеханической системы. Анализ мультифизических взаимодействий в микроэлектромеханических устройствах. Временной анализ функциональных блоков микроэлектромеханической системы с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования. Проверка соответствия результатов моделирования требованиям функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик, анализ потребляемой мощности и оценка площади. Разработка и создание новой расчетной технологии оценки условий возможной эксплуатации микроэлектромеханических систем. Разработка спецификации блоков микроэлектромеханической системы. Разработка топологических чертежей отдельных блоков микроэлектромеханической системы в ручном режиме. Разработка топологических чертежей чувствительных элементов микроэлектромеханической системы. Статистический анализ и анализ "по углам" для определения правильности функционирования микроэлектромеханической системы при разбросе технологических параметров в период изготовлении. Уточнение и совершенствование моделей поведения динамических многослойных микромеханических конструкций с			

	диссипацией энергии, содержащих различные дефекты формы и свойств. Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы микроэлектромеханической системы. Разработка скорректированных схемотехнических описаний отдельных функциональных блоков микроэлектромеханической системы с применением аналитических и машинных методов. Интеграция схемотехнических 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. Выполнение процедур экстракции паразитных параметров микроэлектромеханической системы. Принятие решения о коррекции топологических или схемотехнических представлений отдельных блоков или планировки всего кристалла микроэлектромеханической системы.			
1.14	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	5	ПК-3.2, ПК-1.2
1.15	**Проектирование интегральных схем (Лек).** Основы топологического проектирования интегральных схем. Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем. Элементная база цифровых интегральных схем. Особенности проектирования топологии аналоговых устройств.	5	2	ПК-1.2, ПК-1.3

1.16	**Выполнение практических заданий (Пр).** Работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники. Работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники. Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделий микроэлектроники. Анализировать схемы контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники. Анализировать возможности средств контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники.Выбор конструкционных материалов для изделий микроэлектроники. Оформление маршрутных карт изготовления изделий микроэлектроники. Оформление маршрутных карт, карт технологического процесса, операционных карт. Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области. Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования. Использовать современные программные средства моделирования. Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Применять методы оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Проектировать электрические схемы обработки сигналов (аналоговых и цифровых).Использовать программные средствами топологического моделирования и проектирования.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3
1.17	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	5	ПК-1.3, ПК-1.2
1.18	**Проектирование интегральных схем (Лек).** Основы топологического проектирования интегральных схем. Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем. Элементная база цифровых интегральных схем. Особенности проектирования топологии аналоговых устройств.	5	2	ПК-1.2, ПК-1.3

1.19	**Выполнение практических заданий (Пр).** Работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники. Работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники. Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделий микроэлектроники. Анализировать схемы контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники. Анализировать возможности средств контроля требуемых технических характеристик изделий микроэлектроники.Выбор конструкционных материалов для изделий микроэлектроники. Оформление маршрутных карт изготовления изделий микроэлектроники. Оформление маршрутных карт, карт технологического процесса, операционных карт. Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области. Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования. Использовать современные программные средства моделирования. Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Применять методы оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Проектировать электрические схемы обработки сигналов (аналоговых и цифровых).Использовать программные средствами топологического моделирования и проектирования.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3
1.20	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	5	ПК-1.2, ПК-1.3
1.21	**Проектирование микросистем. (Лек).** Моделирование микросистем. Физико-математические модели микросистем. Проектирование топологии элементов микросистем. Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем.	5	2	ПК-1.2

1.22	**Выполнение практических заданий (Пр).** Разрабатывать машинные программы и программировать технологическое оборудование с учетом специфики нанотехнологии и наноструктурных материалов. Работать с печатными и электронными источниками информации. Работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники. Has Работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники. Разработка технических требований к характеристикам функциональных слоев, параметрам функциональных элементов, входным и выходным параметрам технологических модулей и операций. Выбор конструкционных материалов для изделий микроэлектроники. Интерпретировать результаты моделирования в соответствии с поставленной задачей. Использовать методику аналогового и цифрового топологического проектирования и моделирования. Использовать методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области. Использовать программные средства топологического моделирования и проектирования. Использовать современные программные средства моделирования, оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Применять методы и компьютерные системы моделирования и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Применять методы оптимального проектирования и конструирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники. Анализ возможности использования готовых решений банка знаний, аналогичных текущим требованиям. Выполнение построения списка соединений с учетом экстрагированных паразитных компонентов всей системы.	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3
1.23	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	5	ПК-1.2
1.24	**Проектирование изделий "система в корпусе" и микросборок (Лек).** Физико-математические модели изделий "система в корпусе" и микросборок. Электронная компонентная база производства изделий "систем в корпусе" и микросборок. Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Основы проектирования и конструирования изделий "система в корпусе" и микросборок. Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе".	5	2	ПК-1.2, ПК-1.3

1.25	**Выполнение практических заданий (Пр).** Согласовывать техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе".Работать с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Оформлять техническую и технологическую документацию по технологии изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Внедрять прикладное программное обеспечение для разработки технической и технологической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Проведение патентных исследований в области производства изделий "система в корпусе". Определение технического уровня проектируемого технологического маршрута на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Подготовка технического задания: определение целей выполнения работы, определение технических и функциональных требований к изделию "система в корпусе", контролю, испытаниям и приемке. Подготовка перечня измерительного оборудования и оборудования для проведения испытаний изделий "система в корпусе". Подготовка перечня конструктивных материалов и конструкций корпуса для изготовления пассивной части и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Описание всех технологических операций изготовления в последовательности их выполнения с укрупненными параметрами трудоемкости и материалоемкости изготовления пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Подготовка заданий (планов, графиков) на проведение экспериментальных технологических работ по отработке новых технологических приемов изготовления изделий "система в корпусе", по апробации и применению новых материалов, технологического оборудования и средств технологического оснащения. Согласование комплекта технологической документации на изготовление пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе". Разрабатывать нормативно-техническую документацию для "систем в корпусе" и микросборок. Разрабатывать типовые инструкции для пользователей изделий	5	2	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

	"система в корпусе" и микросборок. Разработка инструкций для пользователей изделий "система в корпусе". Разработка описания типовых функций, выполняемых при изготовлении изделий "система в корпусе". 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 методические и нормативные материалы, техническую и конструкторскую документацию на проектирование и конструирование изделий "система в корпусе" и микросборок. 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. Определение необходимого набора технических описаний на "систему в корпусе" и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания. Разработка функциональных схем отдельных блоков изделий "система в корпусе" Обоснование выбора электронных компонентов для отдельных блоков изделий "система в корпусе". Разработка описания структурной схемы и технических условий функционирования изделий "система в корпусе". 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". Составление частного технического задания на разработку комплекта фотошаблонов для изготовления изделий "система в корпусе".			
1.26	**Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).** повторение пройденого материала	5	5	ПК-1.3
2. Промежуточная аттестация (экзамен)				
2.1	**Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).**	5	33,65	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2	**Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).**	5	2,35	ПК-3.2, ПК-1.2, ПК-1.3

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

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

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Научные направления развития разработки, производства и применения микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе".
Структура существующих конструкций и технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Мировые достижения в области разработки и производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Характеристики продукции лидеров в области производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.

Маршрут проектирования.
Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники.
Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок.

Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок.
Датчики микросхемотехники.

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

Основы полупроводниковой схемотехники.
Полупроводниковая схемотехника.
Полупроводниковая микросхемотехника.

Типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач микросистемной техники.
Программные продукты для разработки технических описаний и конструкторской документации.
Система автоматизированного проектирования, аналогового и цифрового проектирования и моделирования.
Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе".

Стадии разработки технологической и нормативной документации на изготовление изделий микроэлектроники.
Виды и комплектность конструкторской документации на изготовление изделий "система в корпусе" и микросборок.

Единая система конструкторской документации производства приборов квантовой

электроники и фотоники на базе нанотехнологий.
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.
Особенности оформления топологических и сборочных чертежей изделий "система в корпусе".

Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "систем в корпусе".
Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии.

Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям.
Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники.

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.

Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.

Методики и приемы научного исследования.
Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Методы и области применения типовой системы моделирования микросистем.

Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.
Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем.
Методы расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых при проектировании микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Методики расчета экономической эффективности технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов.

Методы проектирования топологии элементов микросистем.
Методики проектирования сложных микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Методы схемотехнического проектирования.
Методики экстракции паразитных элементов.

Схемы базирования заготовки для изделий микроэлектроники.
Правила выбора технологического процесса-аналога.

Базовые принципы функционирования и конструкции типовых микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Структура существующих конструкций микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Механические модели в электромеханике, физико-математические и морфолого-топологические модели базовых элементов.
Методики проектирования сложных технических микро- и наноразмерных

электромеханических систем.
Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.
Методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации микро- и наноразмерных электромеханических систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.

Основы топологического проектирования интегральных схем.
Топологическое проектирование аналоговых и цифровых блоков интегральных схем.
Элементная база цифровых интегральных схем.
Особенности проектирования топологии аналоговых устройств.

Моделирование микросистем.
Физико-математические модели микросистем.
Проектирование топологии элементов микросистем.
Методы расчета и моделирования базовых компонентов микро- и наносистем.

Физико-математические модели изделий "система в корпусе" и микросборок.
Электронная компонентная база производства изделий "систем в корпусе" и микросборок.
Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
Основы проектирования и конструирования изделий "система в корпусе" и микросборок.
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 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. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Белоусов О. А., Курносов Р. Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 412 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/169286

2. Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 496 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168550
3. Фокин В. Г., Ибрагимов Р. З. Гибкие оптические сети [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 252 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/169799
4. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. Математическое обеспечение САП [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 464 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168620
5. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/119822
6. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 596 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133479

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

1. Сайт кафедры наноэлектроники ФТИ https://fks.mirea.ru
2. База данных Web of Science
   http://www.webofknowledge.com
3. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями
   https://www.researchgate.net
4. IEEE International Roadmap for Devices and Systems

   https://www.irds.ieee.org
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, предусмотреннх 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.

Медиаматериалы 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.