



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)  
Экология и охрана труда в радиоэлектронной отрасли**

Читающее подразделение	<b>кафедра общенаучных дисциплин</b>
Направление	<b>11.04.03 Конструирование и технология электронных средств</b>
Направленность	<b>Конструирование и технология радиоэлектронных средств</b>
Квалификация	<b>магистр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>1 з.е.</b>

**Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам**

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
3	1	36	8	0	8	11	0,25	8,75	Зачет

Программу составил(и):

*канд. техн. наук, доцент, Макарова Людмила Александровна* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Экология и охрана труда в радиоэлектронной отрасли**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 956)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

направленность: «Конструирование и технология радиоэлектронных средств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Экология и охрана труда в радиоэлектронной отрасли» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств с учетом специфики направленности подготовки – «Конструирование и технология радиоэлектронных средств».

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

Направление:	11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность:	Конструирование и технология радиоэлектронных средств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	1 з.е. (36 акад. час.).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

**УК-6** - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

**ПК-3** - Способность разрабатывать, контролировать и корректировать технологические маршруты и технологические процессы

**ПК-4** - Способность управлять бизнес-процессами и руководить производством радиоэлектронных средств

**ПК-1** - Способность разрабатывать, проектировать, моделировать и конструировать радиоэлектронные средства

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

**УК-6** : Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

**УК-6.1** : Осваивает методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.

**Знать:**

- Методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения

**Уметь:**

- Осуществлять самоконтроль с использованием подходов здоровьесбережения

**УК-6.2** : Решает задачи собственного личностного и профессионального развития, определяет и реализовывает приоритеты совершенствования собственной деятельности, применяет методики самооценки и самоконтроля, применяет методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности

**Знать:**

- Методики определения и реализации приоритетов совершенствования собственной деятельности

**Уметь:**

- решать задачи собственного личностного и профессионального развития

**Владеть:**

- методиками, позволяющими улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности

**УК-6.3 : Применяет технологии и навыки управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.**

**Знать:**

- Методики самоконтроля и принципов самообразования в течении всей жизни

**Уметь:**

- Применять технологии и навыки управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки

**ПК-1 : Способность разрабатывать, проектировать, моделировать и конструировать радиоэлектронные средства**

**ПК-1.1 : Разрабатывает и согласовывает техническое задание на разработку и проектирование различных радиоэлектронных устройств**

**Знать:**

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

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

**Знать:**

- Системотехника
- Технология изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Технологии изготовления интегральных схем
- Технологии изготовления СБИС и СнК
- Технология создания интегральной электронной компонентной базы
- Требования к сопроводительной нормативной документации
- Требования к оформлению технической документации
- Требования единой системы конструкторской документации
- 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
- Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования СнК и СБИС
- Синтез временных логических схем. Специальная логика
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования микроэлектромеханической системы
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования аналоговых блоков
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования СФ-блока
- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок

- Этапы планировки топологии изделий "система в корпусе" и микросборок
- Цифровая схемотехника
- САПР аналогового проектирования и моделирования
- Общая характеристика процесса аналогового проектирования, методы и этапы проектирования, особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и поведенческих моделей, их применимость к конкретным процессам и приборам
- Технические и программные средства автоматизации планировки топологии изделий "система в корпусе" и микросборках
- Технические и программные средства реализации процессов проектирования
- Технический английский язык
- Технический английский язык в области микро- и наноэлектроники
- Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники

**Уметь:**

- Строить функциональные электрические схемы
- Формулировать условия и ограничения на технологический процесс производства интегральных схем
- Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению
- Читать и интерпретировать требования спецификации, документацию по разработке и внедрению
- Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы
- Читать принципиальные электрические схемы

**Владеть:**

- Составление частного технического задания на изготовление требуемых электронных компонентов изделий "система в корпусе"
- Установление технологических условий и ограничений, определяемых конструкцией и материалом корпуса, а также способом его герметизации
- Оформление результатов испытаний поведенческой модели микроэлектромеханической системы и/или ее макета, отражающих соответствие требованиям технического задания
- Синтез списка цепей в базе библиотеки предприятия-изготовителя чипа средствами САПР
- Формирование отчетов о временных, мощностных характеристиках цифровой части системы на кристалле или сложнофункционального блока
- Сравнение исходного RTL-описания с описанием на уровне списка цепей с помощью программных методов
- Синтез дерева тактовых сигналов СнК

**ПК-1.3 : Расчитывает, моделирует и проводит трассировки отдельных частей радиоэлектронных устройств****Знать:**

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

**ПК-1.4 : Разрабатывает топологии отдельных блоков радиоэлектронных устройств****Знать:**

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

**ПК-1.5 : Налаживает, испытывает и сдает в эксплуатацию опытные образцы радиоэлектронных устройств и систем****Знать:**

- Основы микросистемной техники
- Методы верификации и тестирования микроэлектромеханической системы

- Принципы построения тестовых векторов и степень полноты покрытия теста
- Возможности тестового оборудования
- Программные средства тестирования и верификации
- Аппаратные средства тестирования и верификации
- Методы измерения в электронике
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья

**Уметь:**

- Использовать системы программной верификации и тестирования
- Разрабатывать блоки микроэлектромеханической системы, выполняющие заданную функцию и заданный интерфейс обмена данными с системой
- Разрабатывать мосты для соединения устройств с различными интерфейсами и работающих на различных частотах, верифицировать разрабатываемый блок

**Владеть:**

- Определение методов верификации составных частей микроэлектромеханической системы и программных средств верификации
- Разработка тестового плана изделия и его составных частей
- Разработка наборов тестовых воздействий (векторов) для верификации составных частей микроэлектромеханической системы
- Разработка общей стратегии и алгоритма кристального тестирования и верификации чипа с микроэлектромеханической системой
- Оценка возможности и необходимости введения блоков самотестирования

**ПК-1.6 : Разрабатывает технические описания на отдельные блоки радиоэлектронных устройств****Знать:**

- Основные задачи этапа функционально-логического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования БИС
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья

**Уметь:**

- Проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, содействовать подготовке процесса их выполнения, обеспечению необходимыми техническими данными, материалами и оборудованием

**Владеть:**

- Определение условий, означающих окончание процесса верификации
- Определение стилей описания цифровых блоков и выбор языков описания аппаратуры (Verilog, VHDL, SystemVerilog)
- Описание блок-схемы, алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК с раскрытием работы ее отдельных узлов, включая временные диаграммы, предложения по их реализации аппаратными или программными методами
- Описание СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК
- Описание поведенческих моделей отдельных цифровых узлов и всей цифровой части СнК в целом, описывающих функции и временные соотношения без привязки к конкретной технологической реализации СнК
- Описание наборов функциональных тестов, необходимых для верификации логической модели СнК

- Организация разработки описания блок-схемы, условий функционирования и временных диаграмм работы микроэлектромеханической системы
- Организация разработки описания микроэлектромеханического устройства
- Организация подготовки инструкции по типовому применению микроэлектромеханической системы

### **ПК-3 : Способность разрабатывать, контролировать и корректировать технологические маршруты и технологические процессы**

#### **ПК-3.1 : Разрабатывает и утверждает техническое задание на разработку маршрута и комплекта технологической документации на радиоэлектронные устройства**

##### **Знать:**

- Базовые технологические операции производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методика расчета норм времени технологических операции
- Методика расчета производительности оборудования
- Методика расчета основных параметров технологических процессов, реализуемых на оборудовании
- Методы испытаний и определения характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы анализа технологических сред
- Методики технико-экономического обоснования проектов
- Методика сравнительного анализа
- Методика расчета экономической эффективности технологических процессов
- Методы контроля параметров технологических операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы контроля базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Используемое технологическое оборудование и принципы его работы
- Методы контроля базовых технологических процессов нанoeлектроники
- Методы статистического анализа параметров технологических процессов и функциональных характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Мировые достижения в области разработки микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Мировой опыт разработки технологических процессов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методы расчета количества основного оборудования и рабочих мест для различных типов производств
- Методы расчета количества основных видов вспомогательного оборудования
- Методы расчета количества работников
- Нормы расходования материалов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Нормативные документы на разработку конструкторской и эксплуатационной документации
- Опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ
- Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ
- Операционные, маршрутные и контрольные карты
- Операционные, маршрутные и контрольные карты реализуемого маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Операционные, маршрутные, комплектовочные и контрольные карты, используемые в организации программы статистического анализа
- Основные виды брака микро- и наноразмерных электромеханических систем и причины его возникновения



- Основное технологическое оборудование производства изделий микроэлектроники и принципы его работы
- Основные виды технологической документации и их назначение
- Основные требования организации труда при проектировании технологических процессов
- Основные методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к изготавливаемым изделиям микроэлектроники
- Основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники
- Основы технико-экономического обоснования проектов
- Используемые в организации программы статистического анализа
- Основы физики наноразмерных пленок
- Основы организации и планирования производства
- Основы структурирования и систематизации информации
- Параметры технологического оборудования, применяемого для производства изделий "система в корпусе", и его технические возможности
- Особенности базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Положения Единой системы технологической подготовки производства
- Основы экономики производства
- Постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства
- Правила оформления планов расположения оборудования
- Правила оформления ведомостей или спецификаций оборудования
- Классификация оборудования и принципы его работы
- Правила оформления конструкторской документации
- Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов
- Принципы выбора оборудования для выполнения технологических операций
- Принципы выбора вспомогательного оборудования и технологической оснастки
- Правила производственной санитарии
- Принципы выбора технологического оборудования производства изделий микроэлектроники и особенности его эксплуатации
- Принципы выбора организационной структуры участка производства изделий микроэлектроники
- Принципы работы и конструкции используемого оборудования и измерительных приборов
- Программы статистического анализа
- Принципы выбора технологической оснастки для изготовления изделий микроэлектроники и особенности ее эксплуатации
- Используемые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники
- Принципы построения участков производства изделий микроэлектроники
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области испытаний изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе"
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Материальные и трудовые нормативы
- Методика назначения технологических режимов технологических операций
- Методика обследования технического уровня оснащения рабочих мест и новых производственных площадей

**Уметь:**

- Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделия микроэлектроники
- Оптимизировать структуру технологических операций для сокращения проектного количества оборудования
- Определять состав и количество работников для проектируемого производственного участка
- Определять требования к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения параметров и режимов технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники
- Определять целесообразность и эффективность модернизации оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Проводить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Оценивать производительность оборудования в соответствии с программой выпуска изделий микроэлектроники
- Анализировать технические предложения и проекты на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания
- Определять экономическую целесообразность внедрений новой техники и технологий
- Оценивать риски внедрения нового оборудования и процесса
- Измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий
- Выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Производить анализ причин и определять причины отклонения параметров технологических операций и характеристик изделия
- Осуществлять технологический надзор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Искать информацию в печатных и электронных источниках
- Выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием
- Определять существенные для выпускаемых изделий параметры и характеристики перспективных материалов, технологических процессов и оборудования
- Определять критерии сравнения существующих и перспективных материалов, технологических процессов и оборудования
- Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов и полностью изготовленных микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Производить статистический анализ и определять причины отклонения параметров технологических операций
- Осуществлять технологический надзор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Выявлять и анализировать различные виды и причины возникновения производственного брака
- Корректировать технологические режимы единичного и типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных
- Осуществлять контроль своевременного обеспечения запасными частями и материалами
- Вести деловую переписку
- Выявлять и анализировать причины возникновения брака
- Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов
- Производить анализ режимов технологического процесса и определять причины отклонения параметров
- Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных

- Определять целесообразность и эффективность модернизации технологического оборудования
- Планировать экспериментальные исследования
- Анализировать технические предложения и проекты на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания
- Анализировать возможности применения технологического оборудования производства изделий микроэлектроники
- Проводить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации существующего оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации
- Производить анализ технических и технологических параметров оборудования
- Производить оптимизацию технологических операций
- Вести деловую переписку и переговоры
- Осуществлять технологический надзор
- Анализировать параметры работы систем энергообеспечения и микроклимата
- Производить анализ и определять причины отклонения параметров
- Измерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных наноразмерных слоев и изделий
- Планировать и производить технологические эксперименты
- Измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий
- Анализировать возможности применения технологической оснастки
- Производить анализ и определять причины отклонения параметров формируемых структур
- Производить расчеты режимов технологических операций
- Производить анализ рынка технологического и аналитического оборудования
- Готовить научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований
- Готовить материалы по защите объектов интеллектуальной собственности
- Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость
- Моделировать и готовить тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования
- Определять экономическую целесообразность и риски внедрения нового технологического оборудования и технологий
- Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых структур на каждом технологическом этапе изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Осуществлять технологический надзор
- Назначать технологические режимы операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Проводить патентные исследования и оформлять заявки на выдачу патентов
- Производить сравнительную оценку сопоставляемых технологических процессов
- Определять технологическую себестоимость и устанавливать экономически целесообразный объем годового производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Определять требования к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения требуемых параметров и режимов технологических операций
- Анализировать технические предложения и проекты по оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации на соответствие требованиям технического задания
- Принципы анализа эффективного использования технологического оборудования
- Основные технические характеристики и особенности микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Базовые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем, основные параметры и режимы технологических операций
- Нормативные документы на разработку конструкторской, технологической и эксплуатационной документации

- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Нормировать технологические операции типового процесса производства изделий микроэлектроники
- Оформлять технологическую документацию
- Определять коэффициенты загрузки и использования оборудования

**Владеть:**

- Определение типа производства изделий микроэлектроники
- Определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов
- Обследование технического уровня оснащения рабочих мест, производственных участков и технического состояния новых площадей
- Определение состава основного оборудования на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники
- Определение состава вспомогательного оборудования на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники
- Определение состава работников на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники
- Оформление планов расположения оборудования производства изделий микроэлектроники
- Оформление ведомостей и спецификаций оборудования производства изделий микроэлектроники
- Определение исходных данных для технического задания на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Оформление конструкторской документации на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Проверка и оценка технических предложений и проектов на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники на соответствие требованиям технического задания
- Анализ технических требований, предъявляемых к изделиям микроэлектроники
- Подготовка протокола анализа экологических аспектов операций по своему направлению
- Анализ информации с целью улучшения качественных и количественных показателей качества выпускаемых изделий микроэлектроники
- Оценка направлений научного развития исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием для производства изделий микроэлектроники
- Выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования с целью модернизации производства изделий микроэлектроники
- Оценка экономической целесообразности внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования в существующий цикл производства изделий микроэлектроники
- Проведение анализа статистики параметров технологических операций и параметров работы оборудования
- Мониторинг работы и управление работой операторов и наладчиков технологического оборудования, контроль процедур проведения технологических и контрольных операций, транспортировки партий микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Выявление и анализ причин возникновения брака микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Описание номенклатуры и расчет потребления расходных материалов для каждой технологической и контрольно-измерительной операции
- Определение перечня необходимой для реализации технологических операций и маршрута оснастки, уровня ее износа и формирование заказа на ее приобретение или изготовление
- Качественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники
- Анализ передовых разработок в области технологий и оборудования для производства

изделий микроэлектроники

- Патентные исследования и определение показателей технического уровня внедряемых технологий и оборудования для производства изделий микроэлектроники
- Проведение контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов изделий микроэлектроники
- Контроль и проведение измерений выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе производства изделий микроэлектроники
- Анализ результатов проведения экспериментальных работ в области производства изделий микроэлектроники
- Анализ и определение причин отклонения параметров технологических операций производства изделий микроэлектроники от заданных
- Анализ влияния параметров и режимов технологических операции производства изделий микроэлектроники на параметры качества опытных образцов изделий микроэлектроники
- Заключение о целесообразности внедрения новых технологических процессов производства изделий микроэлектроники и оборудования на основании экспериментальных данных
- Мониторинг и анализ деятельности операторов и наладчиков технологического оборудования
- Проведение измерений выходных параметров технологических операций и анализ полученных результатов
- Количественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники
- Подготовка рекомендаций по устранению причин отклонений параметров технологических операций и характеристик конечного изделия, внесение изменений в технологический процесс
- Корректировка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением, изменение инструкций по работе с программами
- Подготовка заключения по результатам анализа причин технологических отклонений
- Обследование производственных участков, технологического и измерительного оборудования
- Выявление технологических операций, которые приводят к отклонениям параметров изделия, браку или уменьшению процента выхода годных изделий
- Выявление единиц оборудования, используемых материалов, видов технологической оснастки, не соответствующих требованию достижения заданных параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем, необходимого процента выхода годных изделий
- Поиск путей улучшения качественных и количественных показателей производственных циклов: подбор нового оборудования и технологических процессов, рациональная организация технологических и бизнес-процессов
- Оценка экономической эффективности, последовательности реализации и окупаемости предложенных решений
- Подготовка рекомендаций по изменению технологического маршрута изделия или использованию иного оборудования
- Анализ оборудования, имеющегося на мировом рынке
- Определение типоразмера заготовок для изделий микроэлектроники
- Подготовка плана модернизации технологического процесса производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Мониторинг процессов модернизации, наладки и запуска нового технологического оборудования и технологической оснастки
- Планирование и организация аттестации оборудования
- Контроль работы операторов технологического оборудования и соблюдения ими регламентов проведения технологических и контрольных операций
- Оперативный и статистический контроль параметров работы оборудования, входных и выходных параметров технологических операций
- Проведение при необходимости внеплановой аттестации оборудования
- Мониторинг работы систем энергообеспечения и параметров микроклимата
- При выходе параметров систем энергообеспечения из заданных пределов или

возникновении аварийной ситуации остановка технологического процесса, вывод персонала и сообщение о случившемся аварийным службам и руководству

- Выбор и разработка методики проведения экспериментальных работ
- Поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров изготавливаемых структур и изделий
- Выбор технологического оборудования, необходимого для реализации разработанного типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Обобщение и оценка результатов исследований
- Корректировка технологических режимов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Организация работ по запуску разработанных технологических процессов и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Подготовка технического задания на производство или закупку нестандартного оборудования
- Проведение пусконаладочных работ нового и модернизированного технологического оборудования и технологической оснастки
- Подготовка исходных данных для расчета норм расхода материалов на изделие, норм труда на новые технологические процессы
- Отработка нестандартных операций технологии изготовления
- Исследование влияния параметров технологических операций на выходные характеристики и надежность микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Организация разработки технологической документации на новые технологические процессы и модули
- Анализ узких мест реализуемого технологического процесса, включая межоперационный и выходной контроль
- Выбор технологической оснастки, необходимой для реализации разработанного типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Анализ предложений производителей - поставщиков технологического, испытательного и аналитического оборудования
- Выбор, планирование размещения и расстановки оборудования на производственных площадях
- Определение потребности в специальной технологической оснастке и проектирование специальной технологической оснастки
- Нормирование необходимых для модернизации технологического процесса затрат труда, материалов и энергии
- Назначение технологических режимов операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Выбор средств контроля технических требований, предъявляемых к изделиям микроэлектроники

#### **ПК-4 : Способность управлять бизнес-процессами и руководить производством радиоэлектронных средств**

##### **ПК-4.1 : Разрабатывает планы по внедрению нового оборудования и внедрению новых технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств и разрабатывает методики контроля качества радиоэлектронных изделий**

###### **Знать:**

- Порядок и последовательность технологических операций изготовления изделий "система в корпусе"
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе"

- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий электронной техники

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

**Уметь:**

- Контролировать и оценивать деятельность сотрудников, задействованных в производстве изделий "система в корпусе"

- Контролировать соблюдение технологической дисциплины сотрудниками, задействованными в производстве изделий "система в корпусе"

- Оформлять отчетную документацию по улучшению охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"

- Проводить аттестацию установленных параметров производственной среды для изготовления изделий "система в корпусе"

**Владеть:**

- Контроль соблюдения технологической дисциплины

- Организация и периодическое проведение аттестации установленных параметров производственной среды для изготовления изделий "система в корпусе"

- Проведение различных видов (сплошной, периодический, летучий) контроля охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"

- Разработка и согласование мероприятий по улучшению охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"

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

**Знать:**

- Методы статистического анализа параметров технологических процессов и функциональных характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Методы контроля базовых технологических процессов наноэлектроники

- Мировой опыт разработки технологических процессов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Мировые достижения в области разработки микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Методика расчета экономической эффективности технологических процессов

- Методика сравнительного анализа

- Методы контроля базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Методы контроля параметров технологических операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ

- Нормативные документы на разработку конструкторской и эксплуатационной документации

- Операционные, маршрутные и контрольные карты реализуемого маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Операционные, маршрутные и контрольные карты

- Методы расчета количества основных видов вспомогательного оборудования

- Методы расчета количества основного оборудования и рабочих мест для различных типов производств

- Нормы расходования материалов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

- Методы расчета количества работников

- Методики технико-экономического обоснования проектов

- Используемые в организации программы статистического анализа

- Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ

- Используемые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники
- Классификация оборудования и принципы его работы
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Используемое технологическое оборудование и принципы его работы
- Базовые технологические операции производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методика расчета основных параметров технологических процессов, реализуемых на оборудовании
- Методика расчета производительности оборудования
- Методы анализа технологических сред
- Методы испытаний и определения характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Методика назначения технологических режимов технологических операций
- Материальные и трудовые нормативы
- Методика расчета норм времени технологических операций
- Методика обследования технического уровня оснащения рабочих мест и новых производственных площадей
- Правила производственной санитарии
- Принципы выбора вспомогательного оборудования и технологической оснастки
- Принципы выбора организационной структуры участка производства изделий микроэлектроники
- Принципы выбора технологического оборудования производства изделий микроэлектроники и особенности его эксплуатации
- Правила оформления конструкторской документации
- Правила оформления ведомостей или спецификаций оборудования
- Принципы выбора оборудования для выполнения технологических операций
- Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области испытаний изделий "система в корпусе"
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности
- Программы статистического анализа
- Принципы работы и конструкции используемого оборудования и измерительных приборов
- Принципы построения участков производства изделий микроэлектроники
- Принципы выбора технологической оснастки для изготовления изделий микроэлектроники и особенности ее эксплуатации
- Правила оформления планов расположения оборудования
- Основные методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к изготавливаемым изделиям микроэлектроники
- Основные требования организации труда при проектировании технологических процессов
- Основы технико-экономического обоснования проектов
- Основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники



- Основные виды брака микро- и наноразмерных электромеханических систем и причины его возникновения
- Операционные, маршрутные, комплектовочные и контрольные карты, используемые в организации программы статистического анализа
- Основные виды технологической документации и их назначение
- Основное технологическое оборудование производства изделий микроэлектроники и принципы его работы
- Положения Единой системы технологической подготовки производства
- Особенности базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства
- Основы экономики производства
- Основы организации и планирования производства
- Основы физики наноразмерных пленок
- Параметры технологического оборудования, применяемого для производства изделий "система в корпусе", и его технические возможности
- Основы структурирования и систематизации информации
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования микроэлектромеханической системы
- Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования СнК и СБИС
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования аналоговых блоков
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования
- Требования единой системы конструкторской документации
- Требования к оформлению технической документации
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок
- Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схмотехнического проектирования СФ-блока
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий электронной техники
- Порядок и последовательность технологических операций изготовления изделий "система в корпусе"
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Этапы планировки топологии изделий "система в корпусе" и микросборок
- Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок

- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Цифровая схемотехника
- Требования к сопроводительной нормативной документации
- Синтез временных логических схем. Специальная логика
- Системотехника
- Общая характеристика процесса аналогового проектирования, методы и этапы проектирования, особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и поведенческих моделей, их применимость к конкретным процессам и приборам
- САПР аналогового проектирования и моделирования
- Методики определения и реализации приоритетов совершенствования собственной деятельности
- Методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Методики самоконтроля и принципов самообразования в течении всей жизни
- Технические и программные средства автоматизации планировки топологии изделий "система в корпусе" и микросборках
- Технологии изготовления интегральных схем
- Технология изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок
- Технология создания интегральной электронной компонентной базы
- Технологии изготовления СБИС и СнК
- Технический английский язык
- Технические и программные средства реализации процессов проектирования
- Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники
- Технический английский язык в области микро- и нанoeлектроники
- Методы верификации и тестирования микроэлектромеханической системы
- Принципы построения тестовых векторов и степень полноты покрытия теста
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Основы микросистемной техники
- Аппаратные средства тестирования и верификации
- Методы измерения в электронике
- Возможности тестового оборудования
- Программные средства тестирования и верификации
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Основные задачи этапа функционально-логического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования БИС
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья

**Уметь:**

- Проводить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации существующего оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации
- Производить анализ технических и технологических параметров оборудования
- Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных
- Определять целесообразность и эффективность модернизации технологического оборудования
- Планировать экспериментальные исследования
- Анализировать технические предложения и проекты на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания

- Проводить аттестацию установленных параметров производственной среды для изготовления изделий "система в корпусе"
- Вести деловую переписку и переговоры
- Производить оптимизацию технологических операций
- Контролировать соблюдение технологической дисциплины сотрудниками, задействованными в производстве изделий "система в корпусе"
- Оформлять отчетную документацию по улучшению охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"
- Готовить материалы по защите объектов интеллектуальной собственности
- Производить статистический анализ и определять причины отклонения параметров технологических операций
- Осуществлять технологический надзор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Выявлять и анализировать различные виды и причины возникновения производственного брака
- Определять существенные для выпускаемых изделий параметры и характеристики перспективных материалов, технологических процессов и оборудования
- Определять критерии сравнения существующих и перспективных материалов, технологических процессов и оборудования
- Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов и полностью изготовленных микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных
- Выявлять и анализировать причины возникновения брака
- Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов
- Производить анализ режимов технологического процесса и определять причины отклонения параметров
- Выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием
- Осуществлять контроль своевременного обеспечения запасными частями и материалами
- Вести деловую переписку
- Проводить патентные исследования и оформлять заявки на выдачу патентов
- Производить сравнительную оценку сопоставляемых технологических процессов
- Определять технологическую себестоимость и устанавливать экономически целесообразный объем годового производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Определять экономическую целесообразность и риски внедрения нового технологического оборудования и технологий
- Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых структур на каждом технологическом этапе изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Осуществлять технологический надзор
- Определять требования к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения требуемых параметров и режимов технологических операций
- Базовые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем, основные параметры и режимы технологических операций
- Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья
- Нормативные документы на разработку конструкторской, технологической и эксплуатационной документации
- Анализировать технические предложения и проекты по оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации на соответствие требованиям технического задания
- Принципы анализа эффективного использования технологического оборудования

- Основные технические характеристики и особенности микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Производить расчеты режимов технологических операций
- Производить анализ и определять причины отклонения параметров формируемых структур
- Измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий
- Готовить научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований
- Контролировать и оценивать деятельность сотрудников, задействованных в производстве изделий "система в корпусе"
- Производить анализ рынка технологического и аналитического оборудования
- Планировать и производить технологические эксперименты
- Осуществлять технологический надзор
- Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость
- Моделировать и готовить тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования
- Измерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных наноразмерных слоев и изделий
- Производить анализ и определять причины отклонения параметров
- Анализировать параметры работы систем энергообеспечения и микроклимата
- Искать информацию в печатных и электронных источниках
- Осуществлять самоконтроль с использованием подходов здоровьесбережения
- Читать принципиальные электрические схемы
- Применять технологии и навыки управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки
- решать задачи собственного личностного и профессионального развития
- Корректировать технологические режимы единичного и типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Анализировать возможности применения технологического оборудования производства изделий микроэлектроники
- Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделия микроэлектроники
- Выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Строить функциональные электрические схемы
- Использовать системы программной верификации и тестирования
- Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы
- Разрабатывать блоки микроэлектромеханической системы, выполняющие заданную функцию и заданный интерфейс обмена данными с системой
- Разрабатывать мосты для соединения устройств с различными интерфейсами и работающих на различных частотах, верифицировать разрабатываемый блок
- Формулировать условия и ограничения на технологический процесс производства интегральных схем
- Проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, содействовать подготовке процесса их выполнения, обеспечению необходимыми техническими данными, материалами и оборудованием
- Читать и интерпретировать требования спецификации, документацию по разработке и внедрению
- Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению
- Проводить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники

- Оценивать производительность оборудования в соответствии с программой выпуска изделий микроэлектроники
- Определять целесообразность и эффективность модернизации оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Осуществлять технологический надзор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Определять требования к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения параметров и режимов технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники
- Измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий
- Производить анализ причин и определять причины отклонения параметров технологических операций и характеристик изделия
- Оценивать риски внедрения нового оборудования и процесса
- Анализировать технические предложения и проекты на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания
- Определять экономическую целесообразность внедрений новой техники и технологий
- Назначать технологические режимы операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Определять коэффициенты загрузки и использования оборудования
- Нормировать технологические операции типового процесса производства изделий микроэлектроники
- Оформлять технологическую документацию
- Оптимизировать структуру технологических операций для сокращения проектного количества оборудования
- Определять состав и количество работников для проектируемого производственного участка
- Анализировать возможности применения технологической оснастки

**Владеть:**

- Анализ оборудования, имеющегося на мировом рынке
- Подготовка рекомендаций по изменению технологического маршрута изделия или использованию иного оборудования
- Оценка экономической эффективности, последовательности реализации и окупаемости предложенных решений
- Поиск путей улучшения качественных и количественных показателей производственных циклов: подбор нового оборудования и технологических процессов, рациональная организация технологических и бизнес-процессов
- Контроль работы операторов технологического оборудования и соблюдения ими регламентов проведения технологических и контрольных операций
- Оперативный и статистический контроль параметров работы оборудования, входных и выходных параметров технологических операций
- Проведение при необходимости внеплановой аттестации оборудования
- Подготовка плана модернизации технологического процесса производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Мониторинг процессов модернизации, наладки и запуска нового технологического оборудования и технологической оснастки
- Планирование и организация аттестации оборудования
- Выявление единиц оборудования, используемых материалов, видов технологической оснастки, не соответствующих требованию достижения заданных параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем, необходимого процента выхода годных изделий
- Заключение о целесообразности внедрения новых технологических процессов производства изделий микроэлектроники и оборудования на основании экспериментальных данных

- Мониторинг и анализ деятельности операторов и наладчиков технологического оборудования
- Анализ влияния параметров и режимов технологических операции производства изделий микроэлектроники на параметры качества опытных образцов изделий микроэлектроники
- Анализ результатов проведения экспериментальных работ в области производства изделий микроэлектроники
- Анализ и определение причин отклонения параметров технологических операций производства изделий микроэлектроники от заданных
- Проведение измерений выходных параметров технологических операций и анализ полученных результатов
- Обследование производственных участков, технологического и измерительного оборудования
- Выявление технологических операций, которые приводят к отклонениям параметров изделия, браку или уменьшению процента выхода годных изделий
- Подготовка заключения по результатам анализа причин технологических отклонений
- Подготовка рекомендаций по устранению причин отклонений параметров технологических операций и характеристик конечного изделия, внесение изменений в технологический процесс
- Корректировка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением, изменение инструкций по работе с программами
- Мониторинг работы систем энергообеспечения и параметров микроклимата
- Выбор, планирование размещения и расстановки оборудования на производственных площадях
- Определение потребности в специальной технологической оснастке и проектирование специальной технологической оснастки
- Анализ предложений производителей - поставщиков технологического, испытательного и аналитического оборудования
- Организация разработки технологической документации на новые технологические процессы и модули
- Анализ узких мест реализуемого технологического процесса, включая межоперационный и выходной контроль
- Нормирование необходимых для модернизации технологического процесса затрат труда, материалов и энергии
- Проведение различных видов (сплошной, периодический, летучий) контроля охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"
- Разработка и согласование мероприятий по улучшению охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"
- Организация и периодическое проведение аттестации установленных параметров производственной среды для изготовления изделий "система в корпусе"
- методиками, позволяющими улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности
- Контроль соблюдения технологической дисциплины
- Обобщение и оценка результатов исследований
- Корректировка технологических режимов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров изготавливаемых структур и изделий
- При выходе параметров систем энергообеспечения из заданных пределов или возникновении аварийной ситуации остановка технологического процесса, вывод персонала и сообщение о случившемся аварийным службам и руководству
- Выбор и разработка методики проведения экспериментальных работ
- Организация работ по запуску разработанных технологических процессов и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Отработка нестандартных операций технологии изготовления

- Исследование влияния параметров технологических операций на выходные характеристики и надежность микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Подготовка исходных данных для расчета норм расхода материалов на изделие, норм труда на новые технологические процессы
- Подготовка технического задания на производство или закупку нестандартного оборудования
- Проведение пусконаладочных работ нового и модернизированного технологического оборудования и технологической оснастки
- Контроль и проведение измерений выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе производства изделий микроэлектроники
- Формирование отчетов о временных, мощностных характеристиках цифровой части системы на кристалле или сложнофункционального блока
- Синтез списка цепей в базе библиотеки предприятия-изготовителя чипа средствами САПР
- Оформление результатов испытаний поведенческой модели микроэлектромеханической системы и/или ее макета, отражающих соответствие требованиям технического задания
- Определение методов верификации составных частей микроэлектромеханической системы и программных средств верификации
- Синтез дерева тактовых сигналов СнК
- Сравнение исходного RTL-описания с описанием на уровне списка цепей с помощью программных методов
- Установление технологических условий и ограничений, определяемых конструкцией и материалом корпуса, а также способом его герметизации
- Качественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники
- Количественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники
- Определение типоразмера заготовок для изделий микроэлектроники
- Составление частного технического задания на изготовление требуемых электронных компонентов изделий "система в корпусе"
- Определение типа производства изделий микроэлектроники
- Анализ технических требований, предъявляемых к изделиям микроэлектроники
- Описание наборов функциональных тестов, необходимых для верификации логической модели СнК
- Описание поведенческих моделей отдельных цифровых узлов и всей цифровой части СнК в целом, описывающих функции и временные соотношения без привязки к конкретной технологической реализации СнК
- Описание СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК
- Организация подготовки инструкции по типовому применению микроэлектромеханической системы
- Организация разработки описания микроэлектромеханического устройства
- Организация разработки описания блок-схемы, условий функционирования и временных диаграмм работы микроэлектромеханической системы
- Описание блок-схемы, алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК с раскрытием работы ее отдельных узлов, включая временные диаграммы, предложения по их реализации аппаратными или программными методами
- Разработка общей стратегии и алгоритма кристального тестирования и верификации чипа с микроэлектромеханической системой
- Разработка наборов тестовых воздействий (векторов) для верификации составных частей микроэлектромеханической системы
- Разработка тестового плана изделия и его составных частей
- Определение стилей описания цифровых блоков и выбор языков описания аппаратуры (Verilog, VHDL, SystemVerilog)
- Определение условий, означающих окончание процесса верификации

- Оценка возможности и необходимости введения блоков самотестирования
- Выбор технологического оборудования, необходимого для реализации разработанного типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования с целью модернизации производства изделий микроэлектроники
- Оценка экономической целесообразности внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования в существующий цикл производства изделий микроэлектроники
- Проведение анализа статистики параметров технологических операций и параметров работы оборудования
- Подготовка протокола анализа экологических аспектов операций по своему направлению
- Анализ информации с целью улучшения качественных и количественных показателей качества выпускаемых изделий микроэлектроники
- Оценка направлений научного развития исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием для производства изделий микроэлектроники
- Мониторинг работы и управление работой операторов и наладчиков технологического оборудования, контроль процедур проведения технологических и контрольных операций, транспортировки партий микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Анализ передовых разработок в области технологий и оборудования для производства изделий микроэлектроники
- Патентные исследования и определение показателей технического уровня внедряемых технологий и оборудования для производства изделий микроэлектроники
- Проведение контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов изделий микроэлектроники
- Выявление и анализ причин возникновения брака микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Описание номенклатуры и расчет потребления расходных материалов для каждой технологической и контрольно-измерительной операции
- Определение перечня необходимой для реализации технологических операций и маршрута оснастки, уровня ее износа и формирование заказа на ее приобретение или изготовление
- Определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов
- Обследование технического уровня оснащения рабочих мест, производственных участков и технического состояния новых площадей
- Определение состава основного оборудования на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники
- Выбор технологической оснастки, необходимой для реализации разработанного типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Назначение технологических режимов операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники
- Выбор средств контроля технических требований, предъявляемых к изделиям микроэлектроники
- Определение состава вспомогательного оборудования на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники
- Определение исходных данных для технического задания на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Оформление конструкторской документации на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники
- Проверка и оценка технических предложений и проектов на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники на соответствие требованиям технического задания



- Определение состава работников на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники
- Оформление планов расположения оборудования производства изделий микроэлектроники
- Оформление ведомостей и спецификаций оборудования производства изделий микроэлектроники

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
<b>1. Основы экологии и охраны труда в радиоэлектронной области</b>				
1.1	<p><b>Особенности обеспечения безопасности в радиотехнике (Лек).</b> Требования по безопасному ведению технологического процесса. Система мер по безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и снижению вредного воздействия на окружающую среду.</p> <p>задачи этапа функционально-логического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования БИС</p> <p>Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья</p> <p>Порядок и последовательность технологических операций изготовления изделий "система в корпусе"</p> <p>Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья</p> <p>Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе"</p> <p>Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий электронной техники</p> <p>Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья</p>	3	2	ПК-1.6, ПК-4.1, УК-6.3

<p><b>1.2</b></p>	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>  Выполнение практический занятий на пройденную тему.</p> <p>и оценивать деятельность сотрудников, задействованных в производстве изделий "система в корпусе"</p> <p>Контролировать соблюдение технологической дисциплины сотрудниками, задействованными в производстве изделий "система в корпусе"</p> <p>Оформлять отчетную документацию по улучшению охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"</p> <p>Проводить аттестацию установленных параметров производственной среды для изготовления изделий "система в корпусе"</p> <p>Контроль соблюдения технологической дисциплины</p> <p>Организация и периодическое проведение аттестации установленных параметров производственной среды для изготовления изделий "система в корпусе"</p> <p>Проведение различных видов (сплошной, периодический, летучий) контроля охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"</p> <p>Разработка и согласование мероприятий по улучшению охраны труда на производстве изделий "система в корпусе"</p> <p>Проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, содействовать подготовке процесса их выполнения, обеспечению необходимыми техническими данными, материалами и оборудованием</p> <p>Определение условий, означающих окончание процесса верификации</p> <p>Определение стилей описания цифровых блоков и выбор языков описания аппаратуры (Verilog, VHDL, SystemVerilog)</p> <p>Описание блок-схемы, алгоритма функционирования и циклограммы работы СнК с раскрытием работы ее отдельных узлов, включая временные диаграммы, предложения по их реализации аппаратными или программными методами</p> <p>Описание СнК, разработка комплекта технических документов, подготовка описания и назначения использования чипа СнК</p> <p>Описание поведенческих моделей отдельных цифровых узлов и всей цифровой части СнК в целом, описывающих функции и временные соотношения без привязки к конкретной технологической реализации СнК</p>	<p>3</p>	<p>2</p>	<p>ПК-4.1, ПК-1.6, УК-6.3</p>
-------------------	--	----------	----------	-------------------------------

	<p><b>Описание наборов функциональных тестов, необходимых для верификации логической модели СнК</b></p> <p><b>Организация разработки описания блок-схемы, условий функционирования и временных диаграмм работы микроэлектромеханической системы</b></p> <p><b>Организация разработки описания микроэлектромеханического устройства</b></p> <p><b>Организация подготовки инструкции по типовому применению микроэлектромеханической системы</b></p>			
<b>1.3</b>	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по варианту преподавателя на пройденную тему.</p>	3	1,375	ПК-1.6, ПК-4.1, УК-6.3
<b>1.4</b>	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала.</p>	3	1,375	ПК-1.6, ПК-4.1, УК-6.3

1.5	<p><b>Правовые нормативные и организационные основы охраны труда в радиоэлектронной отрасли. (Лек).</b> Правовые, нормативные и организационные основы охраны труда в радиоэлектронной отрасли. Системотехника</p> <p>Технология изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Технологии изготовления интегральных схем. Технологии изготовления СБИС и СнК. Технология создания интегральной электронной компонентной базы. Требования к сопроводительной нормативной документации. Требования к оформлению технической документации. Требования единой системы конструкторской документации. 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. Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования СнК и СБИС. Синтез временных логических схем. Специальная логика. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования микроэлектромеханической систем. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования аналоговых блоков. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического и схемотехнического проектирования СФ-блока. Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок. Этапы планировки топологии изделий "система в корпусе" и микросборок. Цифровая схемотехника. САПР аналогового проектирования и моделирования. Общая характеристика процесса аналогового проектирования, методы и этапы проектирования, особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и поведенческих моделей, их применимость к конкретным процессам и приборам</p>	3	2	ПК-1.2, УК-6.1
-----	--	---	---	----------------

	<p><b>Технические и программные средства автоматизации планировки топологии изделий "система в корпусе" и микросборках. Технические и программные средства реализации процессов проектирования</b></p> <p><b>Технический английский язык. Технический английский язык в области микро- и нанoeлектроники</b></p> <p><b>Технический английский язык в области нано- и микросистемной техники</b></p>			
1.6	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b></p> <p>Выполнение практический занятий на пройденную тему. Строить функциональные электрические схемы. Формулировать условия и ограничения на технологический процесс производства интегральных схем</p> <p>Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению. Читать и интерпретировать требования спецификации, документацию по разработке и внедрению. Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы. Читать принципиальные электрические схемы. Составление частного технического задания на изготовление требуемых электронных компонентов изделий "система в корпусе".</p> <p>Установление технологических условий и ограничений, определяемых конструкцией и материалом корпуса, а также способом его герметизации.</p> <p>Оформление результатов испытаний поведенческой модели микроэлектромеханической системы и/или ее макета, отражающих соответствие требованиям технического задания.</p> <p>Синтез списка цепей в базисе библиотеки предприятия-изготовителя чипа средствами САПР.</p> <p>Формирование отчетов о временных, мощностных характеристиках цифровой части системы на кристалле или сложнофункционального блока</p> <p>Сравнение исходного RTL-описания с описанием на уровне списка цепей с помощью программных методов. Синтез дерева тактовых сигналов СнК</p>	3	2	ПК-1.2, УК-6.1
1.7	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b></p> <p>Выполнение домашнего задания по варианту преподавателя на пройденную тему.</p>	3	1,375	ПК-1.2, УК-6.1
1.8	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b></p> <p>Повторение пройденного материала.</p>	3	1,375	ПК-1.2, УК-6.1

1.9	<p><b>Понятия об экологической безопасности в радиоэлектронной области (Лек).</b> Мероприятия по борьбе с загрязнениями почвы, атмосферы, водной среды. Ответственность за нарушение законодательства по охране окружающей среды в радиоэлектронной отрасли. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.</p> <p>Осно микросистемной техники Методы верификации и тестирования микроэлектромеханической системы Принципы построения тестовых векторов и степень полноты покрытия теста Возможности тестового оборудования Программные средства тестирования и верификации Аппаратные средства тестирования и верификации Методы измерения в электронике Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья</p>	3	2	ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-1.3, ПК-1.5, УК-6.2
1.10	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Выполнение практических занятий на пройденную тему. Использовать системы программной верификации и тестирования Разрабатывать блоки микроэлектромеханической системы, выполняющие заданную функцию и заданный интерфейс обмена данными с системой Разрабатывать мосты для соединения устройств с различными интерфейсами и работающих на различных частотах, верифицировать разрабатываемый блок Определение методов верификации составных частей микроэлектромеханической системы и программных средств верификации Разработка тестового плана изделия и его составных частей Разработка наборов тестовых воздействий (векторов) для верификации составных частей микроэлектромеханической системы Разработка общей стратегии и алгоритма кристалльного тестирования и верификации чипа с микроэлектромеханической системой Оценка возможности и необходимости введения блоков самотестирования</p>	3	2	ПК-1.5, УК-6.2
1.11	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по варианту преподавателя на пройденную тему.</p>	3	1,375	ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-1.3, ПК-1.5, УК-6.2

<b>1.12</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала.	3	1,375	ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-1.3, ПК-1.5, УК-6.2
-------------	--	---	-------	--

1.13	<p><b>Организация охраны труда на радиотехнических предприятиях (Лек).</b></p> <p>Структура системы стандартов безопасности труда в радиоэлектронной отрасли. Базовые технологические операции производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методика расчета норм времени технологических операции. Методика расчета производительности оборудования</p> <p>Методика расчета основных параметров технологических процессов, реализуемых на оборудовании. Методы испытаний и определения характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы анализа технологических сред. Методики технико-экономического обоснования проектов. Методика сравнительного анализа. Методика расчета экономической эффективности технологических процессов. Методы контроля параметров технологических операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы контроля базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Используемое технологическое оборудование и принципы его работы. Методы контроля базовых технологических процессов нанoeлектроники. Методы статистического анализа параметров технологических процессов и функциональных характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем. Мировые достижения в области разработки микро- и наноразмерных электромеханических систем. Мировой опыт разработки технологических процессов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы расчета количества основного оборудования и рабочих мест для различных типов производств. Методы расчета количества основных видов вспомогательного оборудования. Методы расчета количества работников. Нормы расходования материалов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Нормативные документы на разработку конструкторской и эксплуатационной документации. Опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ. Виды и правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты при выполнении работ. Операционные, маршрутные и контрольные карты. Операционные, маршрутные и контрольные карты реализуемого маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Операционные, маршрутные, комплектовочные и контрольные карты, используемые в организации программы</p>	3	2	ПК-3.1
------	---	---	---	--------



	<p>статистического анализа. Основные виды брака микро- и наноразмерных электромеханических систем и причины его возникновения. Основное технологическое оборудование производства изделий микроэлектроники и принципы его работы. Основные виды технологической документации и их назначение. Основные требования организации труда при проектировании технологических процессов. Основные методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к изготавливаемым изделиям микроэлектроники. Основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники. Основы технико-экономического обоснования проектов. Используемые в организации программы статистического анализа. Основы физики наноразмерных пленок. Основы организации и планирования производства. Основы структурирования и систематизации информации. Параметры технологического оборудования, применяемого для производства изделий "система в корпусе", и его технические возможности. Особенности базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Положения Единой системы технологической подготовки производства. Основы экономики производства. Постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства. Правила оформления планов расположения оборудования. Правила оформления ведомостей или спецификаций оборудования. Классификация оборудования и принципы его работы. Правила оформления конструкторской документации. Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов. Принципы выбора оборудования для выполнения технологических операций. Принципы выбора вспомогательного оборудования и технологической оснастки. Правила производственной санитарии. Принципы выбора технологического оборудования производства изделий микроэлектроники и особенности его эксплуатации. Принципы выбора организационной структуры участка производства изделий микроэлектроники. Принципы работы и конструкции используемого оборудования и измерительных приборов. Программы</p>			
--	--	--	--	--

	<p>статистического анализа. Принципы выбора технологической оснастки для изготовления изделий микроэлектроники и особенности ее эксплуатации. Используемые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники. Принципы построения участков производства изделий микроэлектроники. Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области испытаний изделий "система в корпусе". Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе". Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности. Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. Материальные и трудовые нормативы. Методика назначения технологических режимов технологических операций. Методика обследования технического уровня оснащения рабочих мест и новых производственных площадей</p>			
--	--	--	--	--

1.14	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>  Выполнение практический занятий на пройденную тему.Анализировать номенклатуру и программу выпуска изделия микроэлектроники.Оптимизировать структуру технологических операций для сокращения проектного количества оборудования.Определять состав и количество работников для проектируемого производственного участка.Определять требования к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения параметров и режимов технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники.Определять целесообразность и эффективность модернизации оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники.Проводить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники.Оценивать производительность оборудования в соответствии с программой выпуска изделий микроэлектроники.Анализировать технические предложения и проекты на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания.Определять экономическую целесообразность внедрений новой техники и технологий.Оценивать риски внедрения нового оборудования и процесса.Измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий.Выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники.Производить анализ причин и определять причины отклонения параметров технологических операций и характеристик изделия.Осуществлять технологический надзор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.Искать информацию в печатных и электронных источниках.Выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием.Определять существенные для выпускаемых изделий параметры и характеристики перспективных материалов, технологических процессов и оборудования.Определять критерии сравнения существующих и перспективных материалов, технологических процессов и оборудования.Измерять параметры формируемых</p>	3	2	ПК-3.1
------	---	---	---	--------

	<p>слоев и конструктивных элементов и полностью изготовленных микро- и наноразмерных электромеханических систем.Производить статистический анализ и определять причины отклонения параметров технологических операций.Осуществлять технологический надзор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.Выявлять и анализировать различные виды и причины возникновения производственного брака.Корректировать технологические режимы единичного и типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники.Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных.Осуществлять контроль своевременного обеспечения запасными частями и материалами.Вести деловую переписку.Выявлять и анализировать причины возникновения брака.Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов.Производить анализ режимов технологического процесса и определять причины отклонения параметров.Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных.Определять целесообразность и эффективность модернизации технологического оборудования.Планировать экспериментальные исследования.Анализировать технические предложения и проекты на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания.Анализировать возможности применения технологического оборудования производства изделий микроэлектроники.Проводить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации существующего оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации.Производить анализ технических и технологических параметров оборудования.Производить оптимизацию технологических операций.Вести деловую переписку и переговоры.Осуществлять технологический надзор.Анализировать параметры работы систем энергообеспечения и микроклимата</p> <p>Производить анализ и определять причины отклонения параметров.Измерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных наноразмерных слоев и изделий.Планировать и производить технологические</p>			
--	--	--	--	--

	<p>эксперименты.Измерять электрофизические параметры формируемых слоев и изделий.Анализировать возможности применения технологической оснастки.Производить анализ и определять причины отклонения параметров формируемых структур.Производить расчеты режимов технологических операций</p> <p>Производить анализ рынка технологического и аналитического оборудования.Готовить научно-технические отчеты, публикации по результатам выполненных исследований.Готовить материалы по защите объектов интеллектуальной собственности.Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость.Моделировать и готовить тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования.Определять экономическую целесообразность и риски внедрения нового технологического оборудования и технологий.Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых структур на каждом технологическом этапе изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.Осуществлять технологический надзор.Назначать технологические режимы операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники.Проводить патентные исследования и оформлять заявки на выдачу патентов.Производить сравнительную оценку сопоставляемых технологических процессов</p> <p>Определять технологическую себестоимость и устанавливать экономически целесообразный объем годового производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.Определять требования к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения требуемых параметров и режимов технологических операций.Анализировать технические предложения и проекты по оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации на соответствие требованиям технического задания.Принципы анализа эффективного использования технологического оборудования.Основные технические характеристики и особенности микро- и наноразмерных электромеханических систем.Базовые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем, основные</p>			
--	---	--	--	--

	<p>параметры и режимы технологических операций. Нормативные документы на разработку конструкторской, технологической и эксплуатационной документации</p> <p>Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья. Нормировать технологические операции типового процесса производства изделий микроэлектроники. Оформлять технологическую документацию. Определять коэффициенты загрузки и использования оборудования. Определение типа производства изделий микроэлектроники. Определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов. Обследование технического уровня оснащения рабочих мест, производственных участков и технического состояния новых площадей</p> <p>Определение состава основного оборудования на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники. Определение состава вспомогательного оборудования на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники. Определение состава работников на проектируемом участке производства изделий микроэлектроники. Оформление планов расположения оборудования производства изделий микроэлектроники. Оформление ведомостей и спецификаций оборудования производства изделий микроэлектроники. Определение исходных данных для технического задания на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники. Оформление конструкторской документации на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники. Проверка и оценка технических предложений и проектов на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники на соответствие требованиям технического задания. Анализ технических требований, предъявляемых к изделиям микроэлектроники. Подготовка протокола анализа экологических аспектов операций по своему направлению. Анализ информации с целью улучшения качественных и количественных показателей качества</p>			
--	--	--	--	--

	<p>выпускаемых изделий микроэлектроники. Оценка направлений научного развития исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием для производства изделий микроэлектроники. Выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования с целью модернизации производства изделий микроэлектроники. Оценка экономической целесообразности внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования в существующий цикл производства изделий микроэлектроники. Проведение анализа статистики параметров технологических операций и параметров работы оборудования. Мониторинг работы и управление работой операторов и наладчиков технологического оборудования, контроль процедур проведения технологических и контрольных операций, транспортировки партий микро- и наноразмерных электромеханических систем. Выявление и анализ причин возникновения брака микро- и наноразмерных электромеханических систем. Описание номенклатуры и расчет потребления расходных материалов для каждой технологической и контрольно-измерительной операции. Определение перечня необходимой для реализации технологических операций и маршрута оснастки, уровня ее износа и формирование заказа на ее приобретение или изготовление. Качественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники. Анализ передовых разработок в области технологий и оборудования для производства изделий микроэлектроники. Патентные исследования и определение показателей технического уровня внедряемых технологий и оборудования для производства изделий микроэлектроники. Проведение контрольно-измерительных мероприятий и испытаний макетов и опытных образцов изделий микроэлектроники. Контроль и проведение измерений выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе производства изделий микроэлектроники. Анализ результатов проведения экспериментальных работ в области производства изделий микроэлектроники. Анализ и определение причин отклонения параметров технологических операций производства</p>			
--	--	--	--	--

	<p>изделий микроэлектроники от заданных. Анализ влияния параметров и режимов технологических операции производства изделий микроэлектроники на параметры качества опытных образцов изделий микроэлектроники. Заключение о целесообразности внедрения новых технологических процессов производства изделий микроэлектроники и оборудования на основании экспериментальных данных. Мониторинг и анализ деятельности операторов и наладчиков технологического оборудования. Проведение измерений выходных параметров технологических операций и анализ полученных результатов. Количественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники. Подготовка рекомендаций по устранению причин отклонений параметров технологических операций и характеристик конечного изделия, внесение изменений в технологический процесс. Корректировка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением, изменение инструкций по работе с программами. Подготовка заключения по результатам анализа причин технологических отклонений. Обследование производственных участков, технологического и измерительного оборудования. Выявление технологических операций, которые приводят к отклонениям параметров изделия, браку или уменьшению процента выхода годных изделий. Выявление единиц оборудования, используемых материалов, видов технологической оснастки, не соответствующих требованию достижения заданных параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем, необходимого процента выхода годных изделий. Поиск путей улучшения качественных и количественных показателей производственных циклов: подбор нового оборудования и технологических процессов, рациональная организация технологических и бизнес-процессов. Оценка экономической эффективности, последовательности реализации и окупаемости предложенных решений. Подготовка рекомендаций по изменению технологического маршрута изделия или использованию иного оборудования. Анализ оборудования, имеющегося на мировом рынке. Определение типоразмера заготовок для изделий микроэлектроники. Подготовка плана модернизации технологического процесса производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Мониторинг</p>			
--	---	--	--	--



	<p>процессов модернизации, наладки и запуска нового технологического оборудования и технологической оснастки. Планирование и организация аттестации оборудования. Контроль работы операторов технологического оборудования и соблюдения ими регламентов проведения технологических и контрольных операций. Оперативный и статистический контроль параметров работы оборудования, входных и выходных параметров технологических операций. Проведение при необходимости внеплановой аттестации оборудования. Мониторинг работы систем энергообеспечения и параметров микроклимата. При выходе параметров систем энергообеспечения из заданных пределов или возникновении аварийной ситуации остановка технологического процесса, вывод персонала и сообщение о случившемся аварийным службам и руководству. Выбор и разработка методики проведения экспериментальных работ. Поэтапный контроль технологических и электрофизических параметров изготавливаемых структур и изделий. Выбор технологического оборудования, необходимого для реализации разработанного типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники. Обобщение и оценка результатов исследований. Корректировка технологических режимов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Организация работ по запуску разработанных технологических процессов и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Подготовка технического задания на производство или закупку нестандартного оборудования. Проведение пусконаладочных работ нового и модернизированного технологического оборудования и технологической оснастки. Подготовка исходных данных для расчета норм расхода материалов на изделие, норм труда на новые технологические процессы. Отработка нестандартных операций технологии изготовления. Исследование влияния параметров технологических операций на выходные характеристики и надежность микро- и наноразмерных электромеханических систем. Организация разработки технологической документации на новые технологические процессы и модулиз. Анализ узких мест реализуемого технологического процесса, включая межоперационный и</p>			
--	---	--	--	--

	<b>выходной контроль.Выбор технологической оснастки, необходимой для реализации разработанного типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники.Анализ предложений производителей - поставщиков технологического, испытательного и аналитического оборудования.Выбор, планирование размещения и расстановки оборудования на производственных площадях.Определение потребности в специальной технологической оснастке и проектирование специальной технологической оснастки.Нормирование необходимых для модернизации технологического процесса затрат труда, материалов и энергии.Назначение технологических режимов операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники.Выбор средств контроля технических требований, предъявляемых к изделиям микроэлектроники</b>			
<b>1.15</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по варианту преподавателя на пройденную тему.	3	1,375	ПК-3.1
<b>1.16</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала.	3	1,375	ПК-3.1
<b>2. Промежуточная аттестация (зачёт)</b>				
<b>2.1</b>	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт).</b>	3	8,75	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-3.1, ПК-4.1
<b>2.2</b>	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	3	0,25	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ПК-1.1, ПК-1.4, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-3.1, ПК-4.1

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Экология и охрана труда в радиоэлектронной отрасли», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

### 5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Охрана труда в радиоэлектронной отрасли . Значение, цель, задачи. Основные термины и определения охраны труда.

Основные методы и принципы обеспечения охраны труда в радиоэлектронной отрасли.

Негативные производственные факторы в радиоэлектронной отрасли. Классификация негативных факторов. Понятие о вредных и травмирующих факторах.

Нормирование негативных факторов в радиоэлектронной отрасли. Понятие ПДК и ПДУ.

Классификация условий трудовой деятельности в радиоэлектронной отрасли.

Здоровье работников. Факторы, влияющие на здоровье в радиоэлектронной отрасли.

Производственная санитария в радиоэлектронной отрасли. Физиологическое действие метеорологических факторов на человека. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата производственных помещений.

Электромагнитные поля и излучения, их характеристика, влияние на здоровье человека, методы защиты от их влияния в радиоэлектронной отрасли.

Основы электробезопасности (действие тока на организм человека, факторы, определяющие тяжесть электротравмы, классификация помещений по степени электробезопасности, способы повышения электробезопасности в радиоэлектронной отрасли).

Обеспечение пожарной безопасности на производстве в радиоэлектронной отрасли.

Производственная безопасность в радиоэлектронной отрасли. Характеристика наиболее травмоопасных видов деятельности.

Аппарат анализа опасностей в радиоэлектронной отрасли (основные понятия).

Качественный и количественный анализ опасностей в радиоэлектронной отрасли. Понятие о риске.

Пути повышения эффективности трудовой деятельности в радиоэлектронной отрасли. Понятие об эргономике.

Нормативно-правовое обеспечение охраны труда в радиоэлектронной отрасли.

Охрана труда отдельных категорий работников (женщин, молодежи, инвалидов, подростков).

Международное сотрудничество в области охраны труда в радиоэлектронной отрасли.

Общие принципы оказания первой медицинской помощи пострадавшим.

### **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)**

<b>Наименование помещения</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением

	доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
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.

## 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. Милешко Л. П. Экономика и менеджмент безопасности [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 99 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/466791>
2. Александрова А. В. Экономика и менеджмент безопасности [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Краснодар: КубГТУ, 2019. - 303 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/151187>
3. Седова А. В. Прикладная экономика [Электронный ресурс]:. - Оренбург: ОГПУ, 2020. - 155 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159075>
4. Райзберг Б. А. Прикладная экономика [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 321 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/135522>
5. Семейкин А. Ю. Современные цифровые методы и системы в управлении безопасностью труда [Электронный ресурс]: монография. - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. - 88 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/162033>
6. Беляков Г. И. Электробезопасность [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 125 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/469910>
7. Дацков И. И. Электробезопасность в АПК [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 132 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169222>

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

1. База данных Web of Science <http://www.webofknowledge.com>
2. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
3. Нанометр — нанотехнологическое сообщество <http://www.nanometer.ru>
4. Консультант Плюс <http://www.consultant.ru>
5. Информационно-правовой портал ГАРАНТ <http://www.garant.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 приведенных 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. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

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

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

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

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

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

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

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

