



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)
Технология производства радиоэлектронных комплексов и систем

| | |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Читающее подразделение | базовая кафедра радиоэлектронных систем локации, навигации и связи |
| Направление | 11.04.01 Радиотехника |
| Направленность | Радиоволновые технологии |
| Квалификация | магистр |
| Форма обучения | очная |
| Общая трудоемкость | 6 з.е. |

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

| Семестр | Зачётные единицы | Распределение часов | | | | | | | Формы промежуточной аттестации |
|---------|------------------|---------------------|--------|--------------|--------------|------------------------|--------------------------------------------------------|----------|--------------------------------|
| | | Всего | Лекции | Лабораторные | Практические | Самостоятельная работа | Контактная работа в период практики и (или) аттестации | Контроль | |
| 2 | 3 | 108 | 16 | 0 | 16 | 58 | 0,25 | 17,75 | Зачет |
| 3 | 3 | 108 | 16 | 0 | 8 | 48 | 2,35 | 33,65 | Экзамен |

Программу составил(и):

канд. техн. наук, доцент, Джуринский Кива Борисович _____

канд. техн. наук, Заведующий кафедрой, Щербаков Сергей Владиленович _____

Рабочая программа дисциплины

Технология производства радиоэлектронных комплексов и систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 925)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.04.01 Радиотехника

направленность: «Радиоволновые технологии»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

базовая кафедра радиоэлектронных систем локации, навигации и связи

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Демшевский Валерий Витальевич _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

базовая кафедра радиоэлектронных систем локации, навигации и связи

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

базовая кафедра радиоэлектронных систем локации, навигации и связи

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

базовая кафедра радиоэлектронных систем локации, навигации и связи

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

базовая кафедра радиоэлектронных систем локации, навигации и связи

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____
Подпись _____ Расшифровка подписи _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Технология производства радиоэлектронных комплексов и систем» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника с учетом специфики направленности подготовки – «Радиоволновые технологии».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|---------------------|----------------------------------------------------------|
| Направление: | 11.04.01 Радиотехника |
| Направленность: | Радиоволновые технологии |
| Блок: | Дисциплины (модули) |
| Часть: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| Общая трудоемкость: | 6 з.е. (216 акад. час.). |

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:
ПК-2 - Разработка радиоэлектронных комплексов и систем

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

ПК-2 : Разработка радиоэлектронных комплексов и систем

ПК-2.2 : Конструирование радиоэлектронных комплексов и систем и их сопровождение на этапах производства

Знать:

- Основные технологические процессы производства радиоэлектронных средств

Владеть:

- Сбор и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования радиоэлектронных комплексов и систем
- Оценка технологичности радиоэлектронных комплексов и систем
- Разработка программы и методик испытаний радиоэлектронных комплексов и систем
- Разработка технического проекта радиоэлектронных комплексов и систем
- Разработка мероприятий по улучшению эксплуатации и повышению эффективности использования радиоэлектронных комплексов и систем
- Разработка эксплуатационных документов для радиоэлектронных комплексов и систем
- Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд

ПК-2.4 : Организационно-методическое обеспечение проектно-конструкторских разработок радиоэлектронных средств

Владеть:

- Организация проведения настройки и испытаний радиоэлектронных средств
- Организация проверки соответствия разрабатываемых радиоэлектронных средств и технической документации стандартам, техническим условиям

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- Основные технологические процессы производства радиоэлектронных средств

Владеть:

- Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд
- Разработка эксплуатационных документов для радиоэлектронных комплексов и систем
- Организация проверки соответствия разрабатываемых радиоэлектронных средств и технической документации стандартам, техническим условиям
- Организация проведения настройки и испытаний радиоэлектронных средств
- Разработка мероприятий по улучшению эксплуатации и повышению эффективности использования радиоэлектронных комплексов и систем
- Оценка технологичности радиоэлектронных комплексов и систем
- Сбор и анализ информации для формирования исходных данных для конструирования радиоэлектронных комплексов и систем
- Разработка технического проекта радиоэлектронных комплексов и систем
- Разработка программы и методик испытаний радиоэлектронных комплексов и систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Сем. | Часов | Компетенции |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|----------------|
| 1. Технология производства изделий микроэлектроники | | | | |
| 1.1 | <p>Введение в технологию производства радиоэлектронных средств (Лек) (Лек). Технология РЭС как область знания о проектировании ТП изготовления радиоэлектронных средств, средствах автоматизации, принципах управления ТП, методах повышения эффективности и качества ТП. Общая характеристика РЭС как объекта производства. РЭС как система и РЭС как совокупность деталей и сборочных единиц с различными функциональными характеристиками, отвечающая эксплуатационным требованиям и рентабельности в производстве. Мировые достижения в области разработки микро- и наноразмерных электромеханических систем. Мировой опыт разработки технологических процессов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Has Ref Code Name Неотмечено</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.2 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Работа с технологической документацией.</p> <p>Чтение и интерпретация требований системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению. Чтение нормативных документов на разработку технологической документации.</p> <p>Формулировка условий и ограничений на технологический процесс производства интегральных схем.</p> <p>Контроль разработки методических и нормативных материалов и технической документации</p> <p>Комплексное обоснование принимаемых и реализуемых решений. Выявление тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием.</p> <p>Определение существенных для выпускаемых изделий параметров и характеристик перспективных материалов, технологических процессов и оборудования. Определение критериев сравнения существующих и перспективных материалов, технологических процессов и оборудования</p> <p>Анализ передовых разработок в области оборудования и технологий.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.3 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</p> <p>Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.4 | <p>Выполнение домашнего задания (Ср).</p> <p>Выполнение домашнего задания</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| <p>1.5</p> | <p>Производственный процесс. Единая система технологической документации и технологической подготовки производства (Лек). Иерархические уровни производства РЭС. Структура производственного и технологического процессов. Комплекс технологических процессов, характерных для производства РЭС. Важнейшие технико-экономические показатели производства РЭС: экономичность, эффективность, качество продукции. Технологическое оборудование и его роль в повышении технологических процессов. Решение задач автоматизации путем разработки и внедрения роботов и робототехнических комплексов.</p> <p>Методики проектирования технологических процессов и операций. Методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники. Технологический классификатор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы анализа технологических сред. Основные требования организации труда при проектировании технологических процессов. Методика обследования технического уровня оснащения рабочих мест и новых производственных площадей. Методы расчета количества основного оборудования и рабочих мест для различных типов производств. Методы расчета количества основных видов вспомогательного оборудования. Методы расчета количества работников. Методика проектирования сложных технических систем (схема - конструкция - технология). Методики расчета экономической эффективности технологических процессов. Методика расчета норм времени технологических операции. Методика расчета производительности оборудования. Методика расчета основных параметров технологических процессов, реализуемых на оборудовании. Методика назначения технологических режимов технологических операций. Методика сравнительного анализа. Основные критерии технологичности изделий.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|

| | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.6 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Оформление технологической документации. Нормирование технологических операций типового процесса производства изделий микроэлектроники. Составление заявки на приобретение нового технологического и контрольно-измерительного оборудования и технологической оснастки. Определение состава работ и профессии исполнителей для выполнения операций в зависимости от сложности работ. Чтение и оформление техническую документацию на технологию изготовления изделий "система в корпусе". Работа с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Расчет экономической эффективности разрабатываемых технологических процессов. Технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации существующего оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации. Анализ программы выпуска изделий микроэлектроники</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.7 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.8 | <p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| <p>1.9</p> | <p>Производственный процесс. Единая система технологической документации и технологической подготовки производства (Лек). Общая характеристика стандартов ЕСТПП и ЕСТД. Положения Единой системы технологической подготовки производства. Требования единой системы технологической документации и единой системы технологической подготовки производства. Стандарты и каталоги на средства технологического оснащения. Постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства. Характеристика стандартов в группах. Состав стандартов по группам. Стадии разработки технологической документации по ГОСТ 3.1102-81. Состав технологических документов и их характеристика для стадий «Предварительный проект», «Опытный образец», «Серийное (массовое) производство»: карта эскизов, технологическая инструкция, маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типовой (групповой) операции, комплектовочная карта. Основные виды технологической документации и их назначение. Операционные, маршрутные и контрольные карты реализуемого маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Этапы разработки технологической документации на изготовление изделий микроэлектроники. Требования к сопроводительной нормативной документации. Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок. Требования к оформлению технической документации. Требования к оформлению технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе". Требования к формату и порядку оформления операционных карт на процессы, маршрутных карт изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники. Стандарты и локальные нормативные акты по оформлению технологической документации. Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Структура и иерархия документов организации, место в них документов, касающихся проведения работ по производству изделий "система в корпусе". Системы автоматизированного</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|

| | | | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| | <p>проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе". Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления 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". Технологические стандарты и регламенты организации по производству микро- и наноразмерных электромеханических систем</p> | | | |
| 1.10 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Составление, согласование и корректировка технического задания на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе". Разработка частных технических заданий на изготовление изделий "система в корпусе". Формулировка технологических, технических условий и ограничений на технологический процесс производства изделий "система в корпусе". Разработка технических заданий и графиков выполнения работ по изготовлению пассивной части схемы и сборки изделий "система в корпусе". Оценка технической возможности организации по изготовлению пассивной части схемы и сборки изделий "система в корпусе". Нормирование технологических операций типового процесса производства изделий микроэлектроники. Нормирование технологических операций.</p> <p>Составление заявки на приобретение нового технологического и контрольно-измерительного оборудования и технологической оснастки. Определение состава работ и профессии исполнителей для выполнения операций в зависимости от сложности работ. Чтение и оформление техническую документацию на технологию изготовления изделий "система в корпусе". Работа с нормативно-технической и технико-экономической документацией по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Анализ технических предложений и проектов на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания.</p> <p>Внесение корректировки в технологический маршрут на изготовление изделий "система в корпусе".</p> <p>Определять целесообразность и эффективность модернизации технологического оборудования.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.11 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.12 | Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания | 2 | 3 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.13 | Производственный процесс. Единая система технологической документации и технологической подготовки производства (Лек). (Лек). Технологический и производственный процессы: элементы ТП (операция, переход, установ, позиция, прием), объекты ТП (деталь, узел, изделие, аппарат, система), виды ТП (индивидуальный, типовой, групповой), тип производства (массовое, серийное, единичное), виды производства (основное, вспомогательное). Основное технологическое оборудование и принципы его работы. Классификация оборудования и принципы его работы. Существующие типы оборудования и технологической оснастки. Технологические факторы, влияющие на точность выполнения операций. Технологические факторы, влияющие на точность выполнения операций, принципы выбора технологического оборудования и технологической оснастки, типовые технологические режимы операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Принципы выбора технологического оборудования. Принципы выбора технологической оснастки. Принципы выбора вспомогательного оборудования и технологической оснастки. Принципы выбора технологической оснастки для изготовления изделий микроэлектроники и особенности ее эксплуатации. Принципы выбора организационной структуры участка производства изделий микроэлектроники. Принципы построения участков производства изделий микроэлектроники. Типовые технологические режимы. Методика расчета технологических режимов. Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии. Правила оформления планов расположения оборудования. Правила оформления ведомостей или спецификаций оборудования. Структура существующих технологических процессов производства изделий микроэлектроники. Используемые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники. Технологические методы повышения надежности, процента выхода годных, помехоустойчивости, тепловых характеристик, уменьшения потребляемой мощности и шумов в изделиях "система в корпусе" и микросборках. | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.14 | <p>Выполнение практических заданий (Пр).</p> <p>Расчеты режимов технологических операций.</p> <p>Расчет количества необходимого основного оборудования и оснастки для реализации технологического процесса.</p> <p>Расчет количества необходимого вспомогательного оборудования для реализации производственного процесса.</p> <p>Расчет нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, газов, реагентов, инструментов, энергии.</p> <p>Определение коэффициентов загрузки и использования оборудования.</p> <p>Оценка производительности оборудования в соответствии с программой выпуска изделий микроэлектроники</p> <p>Разработка способов закрепления заготовки на технологической оснастке</p> <p>Расчет потребления материалов для обеспечения технологического участка необходимыми материалами и реагентами.</p> <p>Анализ технологических свойств материалов.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.15 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</p> <p>Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.16 | <p>Выполнение домашнего задания (Ср).</p> <p>Выполнение домашнего задания</p> | 2 | 3 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.17 | <p>Технология производства печатных плат (Лек). Технология производства печатных плат (ПП). Классификация печатных плат и методов их изготовления. Однослойные, многослойные, керамические, гибкие ПП. Субтрактивная, аддитивная технологии изготовления ПП. Метод последовательного наращивания. Методы нанесения рисунка на ПП. Трафаретная печать. Фотопечать. Офсетная печать. Изготовление односторонних ПП. Алгоритм формирования ПП аддитивным методом (основные операции). ГОСТ 24322-80. «Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления односторонних печатных плат химическим методом». Изготовление двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом. ГОСТ 24322-80 «Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом». Изготовление многослойных ПП методом металлизации сквозных отверстий. ГОСТ 24322-80 «Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий.». Конструкционные материалы для изготовления ПП. Оборудование для изготовления ПП. Фотошаблоны. Раскрой, разрезка, выполнение базовых отверстий. Образование монтажных и переходных отверстий. Механическая и химическая подготовка поверхности заготовок. Химическая и гальваническая металлизация. Нанесение рисунка схемы. Контроль и испытания ПП. Входной контроль материалов. Операционный контроль. Выходной контроль ПП.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|

| | | | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.18 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Расчеты режимов технологических операций. Разработка операционных технологических карт. Установка вида, типа, характеристик необходимого основного и вспомогательного оборудования в соответствии с реализуемым производственным процессом на основе базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем, основные параметры и режимы технологических операций. Характеристики используемого оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации. Корректировка технологических режимов единичного и типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники. Назначение технологических режимов операций типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники. Выбор средств технологического оснащения операций. Анализ возможности технологического оборудования и оснастки.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.19 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.20 | <p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания</p> | 2 | 3 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.21 | <p>Технология изготовления деталей РЭС. Материалы микроэлектроники (Лек). Технология изготовления деталей РЭС. Обработка металлов резанием: токарная, фрезерная технологии. Литье, штамповка металлов. Литье пластмасс. Электроэрозионные, лучевые методы обработки. Обработка ультразвуком, электрохимическая обработка, плазменные технологии обработки. Защитные покрытия деталей РЭС: металлические, химические, лакокрасочные покрытия, нанесение пленок. Пайка, сварка, склеивание деталей РЭС. Основные материалы и технологии, применяемые при сборке изделий "система в корпусе" и микросборок. Материалы кристаллов для изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники. Эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов, используемых для изготовления изделий "система в корпусе". Современные материалы, используемые в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 1.22 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Выявление основных технологических задач, решаемых при разработке типового технологического процесса производства изделий микроэлектроники. Разработка операционных маршрутов изготовления изделий микроэлектроники. Выявление основных технических задач, решаемых при разработке технологического процесса. Разработка маршрутных технологических процессов. Разработка операционных технологических процессов. Анализ технологических процессов. Выбор средств автоматизации элементов технологического процесса.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.23 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.24 | <p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания</p> | 2 | 3 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.25 | <p>Технологии изготовления интегральных схем, СБИС и СнК (Лек). Технологии изготовления интегральных схем, СБИС и СнК, основы технологии интегральных микросхем. Технология создания интегральной электронной компонентной базы. Технологические ограничения на функциональные слои ИС и СнК. Технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Особенности технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Технологические ограничения при проектировании изделий "система в корпусе" и микросборок. Схемы базирования заготовки. Схемы базирования заготовки изделий микроэлектроники. Типовые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.26 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Формулировка предложений по повышению технологичности конструкций изделий микроэлектроники. Формулировка технологических, технических условий и ограничений на технологический процесс производства изделий "система в корпусе". Разработка технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе". Анализ технических и технологических параметров оборудования. Разработка рекомендации по выбору оборудования. Анализ рынка технологического и аналитического оборудования. Анализ возможности применения технологического оборудования производства изделий микроэлектроники.</p> | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.27 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|----------------|
| 1.28 | Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания | 2 | 3 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.29 | Технологии изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем (Лек). Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе". Технологический процесс производства микро- и наноразмерных электромеханических систем, параметры и режимы технологических операций. Физико-химические основы используемых при изготовлении микро- и наноразмерных электромеханических систем технологических операций. Физико-химические основы и ограничения базовых технологических процессов нанoeлектроники. Режимы работы технологического оборудования производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Базовые технологические процессы, оборудование и маршруты изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.30 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение требований к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения параметров и режимов технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники Определение состава и количества работников для проектируемого производственного участка. Формирование ведомости и спецификации средств технологического оснащения рабочего места и производственного участка. Анализ технических предложений и проектов на оборудование, технологическую оснастку, средства автоматизации на соответствие требованиям технического задания. Анализ возможности применения технологической оснастки. | 2 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.31 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям | 2 | 4 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 1.32 | Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания | 2 | 3 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 2. Промежуточная аттестация (зачёт) | | | | |
| 2.1 | Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт). | 2 | 17,75 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 2.2 | Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА). | 2 | 0,25 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| 3. Автоматизация технологической подготовки производства. Технический контроль. | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 3.1 | <p>Сборочно-монтажные процессы в производстве РЭС. (Лек). (Лек). Сборочно-монтажные процессы в производстве РЭС. Технология сборки узлов на печатных платах. ОСТ 4 ГО «Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Сборка блоков (модулей 2 уровня). Типовые технологические процессы.» Подготовка ЭРЭ. Подготовка ПП. Установка ЭРЭ на ПП. Пайка бескорпусных МСБ на ПП. Установка элементов электрических соединений на ПП. Влагозащита печатных узлов. Установка узлов на каркас. Межузловой монтаж. Маркировка ячеек. Ремонт ячеек. Проводной монтаж на ПП: технология стежкового монтажа, многопроводный монтаж фиксируемыми проводами, проводной монтаж неупорядоченными незакрепляемыми проводами, монтаж ткаными устройствами коммутации. Технология поверхностного монтажа. Конструктивные особенности радиоэлементов для поверхностного монтажа. Особенности изготовления ПП. Технологический процесс автоматизированной планарной сборки. Технологический процесс пайки узлов поверхностного монтажа. Контроль узлов поверхностного монтажа.</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.2 | <p>Технология изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. (Лек). Технология изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Параметры технологического оборудования, применяемого для производства изделий "система в корпусе", и его технические возможности Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок. Основные этапы технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Основы технологии микросистемной техники. Основы технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Основы технологии интегральных микросхем, микро- и наносистем. Технологический процесс монтажа кристаллов в корпус и разварки выводов при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок. Основные этапы технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Способы монтажа элементов на кристалле при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок. Характеристики оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники. Особенности технологии изготовления пассивной части схемы и сборки изделий "система в корпусе".</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 3.3 | Выполнение практических заданий (Пр). Внедрение прикладного программного обеспечения для разработки технической и технологической документации по технологии изготовления изделий "система в корпусе". Разработка требований к оборудованию, технологической оснастке, средствам автоматизации для обеспечения требуемых параметров и режимов технологических операций. | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.4 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.5 | Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.6 | Автоматизация производства РЭС (Лек). Автоматизированное производство РЭС. Структура интегрированного производственного комплекса (ИПК): автоматизированная система управления (АСУ), автоматизированная система научных исследований (АСНИ), система автоматизированного конструкторского проектирования (САПР), автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), гибкое автоматизированное производство (ГАП), автоматизированная система контроля и испытания объектов (АСКИО), банк данных (БД). Гибкое автоматизированное производство РЭС. ГАП печатных плат (установки «Линия-1» и «Линия-2»). Автоматизированная сборка печатных узлов. Оборудование «Трасса». Установки «Тракт», «Трал», «Трамплин», «Транзистор». Типовая структура цеха автоматизированной сборки узлов на ПП. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования микроэлектромеханической системы. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования аналоговых блоков. Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования СнК и СБИС. | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 3.7 | <p>Автоматизированные системы технологической подготовки производства (Лек). АСТПП в системе ИПК. Структурная модель АСТПП. Организационная модель АСТПП. Аппаратная модель АСТПП. Отработка РЭС на технологичность в АСТПП. Методы технологического проектирования в АСТПП. Пакет автоматизированной технологической подготовки производства «TechnologiCS»: интерфейс системы, организация справочников, организация процесса проектирования технологии, организация процесса проектирования комплектов технологических документов, вопросы управления производством. Роботы в производстве РЭС.</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.8 | <p>Выполнение практических заданий (Пр). Моделирование и подготовка тестовых структур для аттестации технологических операций и оборудования. Оптимизация технологических операций. Анализ результатов моделирования и экспериментальных проверок параметров технологических процессов и технологических модулей. Оптимизация структуры технологических операций для сокращения проектного количества оборудования. Оптимизация этапов технологического процесса изготовления пассивной части схемы и сборки изделий "система в корпусе". Оформление рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических процессов. Оформление отчетной документации по оптимизации производства изделий "система в корпусе".</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.9 | <p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям</p> | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.10 | <p>Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания</p> | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.11 | <p>Автоматизированные системы технологической подготовки производства (Лек). Классификация робототехнических систем (РТС). Манипуляционные РТС. Структура автоматически действующей РТС. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы. Робот «Электроника НЦТМ-01»: кинематическая схема механизмов манипулятора, структурная схема управления манипулятором, схема управления механизмами через буферные регистры, кинематически-пневматическая схема устройства ротации схватов. Датчики роботов. Двигатели роботов. Пневматические системы роботов.</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 3.12 | <p>Моделирование и оптимизация технологических процессов. (Лек).</p> <p>Моделирование и оптимизация технологических процессов. Точность технологических процессов. Технологическая воспроизводимость РЭС: понятие о коэффициенте влияния, вывод формулы для расчета отклонения выходного параметра изделия от его номинального значения, распределения параметров, коэффициент корреляции параметров, коэффициент рассеяния параметров, условие технологической воспроизводимости. Вывод формулы для расчета вероятности годности изделия. Методы взаимозаменяемости РЭС: метод полной взаимозаменяемости, метод групповой взаимозаменяемости, метод подгонки. Идентификация технологических объектов. Регрессионная идентификация по критерию минимума суммы квадратических отклонений. Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования СнК и СБИС. технологические методы повышения надежности, процента выхода годных, помехоустойчивости, тепловых характеристик, уменьшения потребляемой мощности и шумов в изделиях "система в корпусе" и микросборках. Взаимосвязь параметров разработанной модели изделий "система в корпусе" с качеством выполнения технологических операций. Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем. Технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе".</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|

| | | | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 3.13 | Выполнение практических заданий (Пр). Определение связи между выявленными в процессе эксплуатации недостатками и качеством определенных технологических операций изготовления изделий "система в корпусе". Анализ и определение причины отклонения параметров. Анализ влияния параметров и режимов технологических операций на выходные параметры качества изделий микроэлектроники. Определение экономической целесообразности и рисков внедрения нового технологического оборудования и технологий. Оценка рисков внедрения нового оборудования и процесса. Статистический анализ экспериментальных данных и определение причины отклонения параметров. Планирование процессов организации сбора и обобщения статистических данных. Работа со статистическими данными. Выявление и анализ различных видов и причин возникновения производственного брака. Анализ режимов технологического процесса и определение причин отклонения параметров. Расчет погрешности выполнения технологических операций. Анализ схемы контроля технических требований. Анализ возможностей средств контроля технических требований. Разработка методик входного контроля закупленных материалов и комплектующих для производства изделий "система в корпусе". Разработка методик контроля качества изделий "система в корпусе". | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.14 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.15 | Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| 3.16 | <p>Технический контроль радиотехнического производства. (Лек). Технический контроль радиотехнического производства. Классификация методов контроля по ГОСТ 14. 318-83. Сплошной, выборочный, летучий контроль. Риск Изготовителя при одномодальном распределении параметра. Риск Заказчика при одномодальном распределении параметра. Риски Заказчика и Изготовителя при полимодальном распределении параметров. Выборочный контроль РЭС: постановка задачи, вывод алгоритма выборочного контроля. Синтез оптимального алгоритма проектирования операционного контроля. Выбор оптимального состава контрольного оборудования. Основные виды брака микро- и наноразмерных электромеханических систем и причины его возникновения. Автоматизированные системы технологического контроля в производстве РЭС. Автотестеры для контроля печатных плат и узлов на печатных платах. Типовые узлы автоматизированной системы технологического контроля. Методы контроля основных параметров бытовой радиоаппаратуры. Правила размещения тестовых элементов для автоматизации межоперационного контроля, методики межоперационного и финишного контроля в изделиях "система в корпусе" и микросборках. 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. Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов. Основные методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к изготавливаемым изделиям микроэлектроники. Регламенты контроля технологического процесса. Регламенты и методы контроля параметров технологических операций. Методы контроля базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы контроля базовых технологических процессов нанозлектроники. Методы контроля параметров технологических операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов. Регламенты контроля параметров работы технологического и измерительного оборудования, режимов проведения технологических операций. Регламенты и методы контроля параметров технологических сред. Методы статистического</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|

| | | | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------|
| | анализа параметров технологических процессов и функциональных характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем. Используемые в организации программы статистического анализа. Операционные, маршрутные, комплектовочные и контрольные карты, используемые в организации программы статистического анализа. | | | |
| 3.17 | <p>Испытания РЭС (Лек). Испытания РЭС. Испытания РЭС на механические воздействия: виды вибраций, резонансные частоты конструкций, ударные, линейные, акустические нагрузки. Испытания на климатические воздействия: температурные испытания, испытания на влажность, воздействие пыли, герметичность. Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия. Испытания на космические и радиационные воздействия. Испытания электронных средств на надежность. Проектирование операции технологической приработки изделий РЭС. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств. Установленные нормы на отклонения параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем. Методы испытаний и определения характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем.</p> | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

| | | | | |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|----------------|
| 3.18 | Выполнение практических заданий (Пр). Анализ и определение причины отклонения параметров технологических операций и характеристик изделия. Разработка рекомендации по внедрению новых технологических процессов и оборудования производства микро- и наноразмерных электромеханических систем. Определение целесообразности и эффективности модернизации оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники. Определение потребности в новых средствах технологического оснащения. Определение экономической целесообразности внедрений новой техники и технологий. Проведение технико-экономического обоснования целесообразности модернизации оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники. Разработка конструкторской документации на модернизацию оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации в соответствии с требованиями стандартов и локальных нормативных актов. Расчет экономического эффекта от внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования | 3 | 2 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.19 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Подготовка к аудиторным занятиям | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 3.20 | Выполнение домашнего задания (Ср). Выполнение домашнего задания | 3 | 6 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 4. Промежуточная аттестация (экзамен) | | | | |
| 4.1 | Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен). | 3 | 33,65 | ПК-2.2, ПК-2.4 |
| 4.2 | Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА). | 3 | 2,35 | ПК-2.2, ПК-2.4 |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Технология производства радиоэлектронных комплексов и систем», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Вопросы к зачету

1. Технология РЭС как область знания о проектировании ТП изготовления радиоэлектронных средств, средствах автоматизации, принципах управления ТП, методах повышения эффективности и качества ТП.
2. Общая характеристика РЭС как объекта производства.
3. РЭС как система и РЭС как совокупность деталей и сборочных единиц с различными функциональными характеристиками, отвечающая эксплуатационным требованиям и рентабельности в производстве.

4. Мировые достижения в области разработки микро- и наноразмерных электромеханических систем. Мировой опыт разработки технологических процессов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.
5. Иерархические уровни производства РЭС.
6. Структура производственного и технологического процессов.
7. Комплекс технологических процессов, характерных для производства РЭС.
8. Важнейшие технико-экономические показатели производства РЭС: экономичность, эффективность, качество продукции.
9. Технологическое оборудование и его роль в повышении технологических процессов.
10. Решение задач автоматизации путем разработки и внедрения роботов и робототехнических комплексов.
11. Методики проектирования технологических процессов и операций.
12. Методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.
13. Технологический классификатор производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.
14. Методы анализа технологических сред.
15. Основные требования организации труда при проектировании технологических процессов.
16. Методика обследования технического уровня оснащения рабочих мест и новых производственных площадей.
17. Методы расчета количества основного оборудования и рабочих мест для различных типов производств.
18. Методы расчета количества основных видов вспомогательного оборудования.
19. Методы расчета количества работников.
20. Методика проектирования сложных технических систем (схема - конструкция - технология).
21. Методики расчета экономической эффективности технологических процессов.
22. Методика расчета норм времени технологических операции.
23. Методика расчета производительности оборудования.
24. Методика расчета основных параметров технологических процессов, реализуемых на оборудовании.
25. Методика назначения технологических режимов технологических операций.
26. Методика сравнительного анализа.
27. Основные критерии технологичности изделий.
28. Общая характеристика стандартов ЕСТПП и ЕСТД.
29. Положения Единой системы технологической подготовки производства.
30. Требования единой системы технологической документации и единой системы технологической подготовки производства.
31. Стандарты и каталоги на средства технологического оснащения.
32. Постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства.
33. Характеристика стандартов в группах. Состав стандартов по группам.
34. Стадии разработки технологической документации по ГОСТ 3.1102-81.
35. Состав технологических документов и их характеристика для стадий «Предварительный проект», «Опытный образец», «Серийное (массовое) производство»: карта эскизов, технологическая инструкция, маршрутная карта, карта технологического процесса, операционная карта, карта типовой (групповой) операции, комплектовочная карта. Основные виды технологической документации и их назначение.
36. Операционные, маршрутные и контрольные карты.
37. Операционные, маршрутные и контрольные карты реализуемого маршрута изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.
38. Этапы разработки технологической документации на изготовление изделий микроэлектроники.
39. Требования к сопроводительной нормативной документации.
40. Требования к сопроводительной нормативно-технической документации при изготовлении

изделий "система в корпусе" и микросборок.

41. Требования к оформлению технической документации.

42. Требования к оформлению технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе".

43. Требования к формату и порядку оформления операционных карт на процессы, маршрутных карт изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.

44. Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники.

45. Стандарты и локальные нормативные акты по оформлению технологической документации.

46. Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "система в корпусе".

47. Структура и иерархия документов организации, место в них документов, касающихся проведения работ по производству изделий "система в корпусе".

48. Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе".

49. Нормативно-техническая документация и техническая литература по технологии изготовления изделий "система в корпусе".

50. Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области производства изделий "система в корпусе".

51. Технологические стандарты и регламенты организации по производству микро- и наноразмерных электромеханических систем

52. Технологический и производственный процессы: элементы ТП (операция, переход, установ, позиция, прием), объекты ТП (деталь, узел, изделие, аппарат, система), виды ТП (индивидуальный, типовой, групповой), тип производства (массовое, серийное, единичное), виды производства (основное, вспомогательное).

53. Основное технологическое оборудование и принципы его работы.

54. Классификация оборудования и принципы его работы.

55. Существующие типы оборудования и технологической оснастки.

56. Технологические факторы, влияющие на точность выполнения операций.

57. Технологические факторы, влияющие на точность выполнения операций, принципы выбора технологического оборудования и технологической оснастки, типовые технологические режимы операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.

58. Принципы выбора технологического оборудования.

59. Принципы выбора технологической оснастки.

60. Принципы выбора вспомогательного оборудования и технологической оснастки.

61. Принципы выбора технологической оснастки для изготовления изделий микроэлектроники и особенности ее эксплуатации.

62. Принципы выбора организационной структуры участка производства изделий микроэлектроники.

63. Принципы построения участков производства изделий микроэлектроники.

64. Типовые технологические режимы. Методика расчета технологических режимов.

65. Нормативы расхода сырья, материалов, рабочих сред, энергии.

66. Правила оформления планов расположения оборудования.

67. Правила оформления ведомостей или спецификаций оборудования.

68. Структура существующих технологических процессов производства изделий микроэлектроники.

69. Используемые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники.

70. Технологические методы повышения надежности, процента выхода годных, помехоустойчивости, тепловых характеристик, уменьшения потребляемой мощности и шумов в изделиях "система в корпусе" и микросборках.

71. Технология производства печатных плат (ПП).

72. Классификация печатных плат и методов их изготовления.

73. Однослойные, многослойные, керамические, гибкие ПП.
74. Субтрактивная, аддитивная технологии изготовления ПП.
75. Метод последовательного наращивания.
76. Методы нанесения рисунка на ПП.
77. Трафаретная печать. Фотопечать.
78. Офсетная печать.
79. Изготовление односторонних ПП.
80. Алгоритм формирования ПП аддитивным методом (основные операции). ГОСТ 24322-80. «Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления односторонних печатных плат химическим методом».
81. Изготовление двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом. ГОСТ 24322-80 «Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления двухсторонних печатных плат комбинированным позитивным методом».
82. Изготовление многослойных ПП методом металлизации сквозных отверстий. ГОСТ 24322-80 «Платы печатные. Требования к последовательности выполнения типовых технологических процессов. Последовательность выполнения типового технологического процесса изготовления многослойных печатных плат методом металлизации сквозных отверстий.».
83. Конструкционные материалы для изготовления ПП.
84. Оборудование для изготовления ПП. Фотошаблоны.
85. Раскрой, разрезка, выполнение базовых отверстий.
86. Образование монтажных и переходных отверстий.
87. Механическая и химическая подготовка поверхности заготовок.
88. Химическая и гальваническая металлизация.
89. Нанесение рисунка схемы.
90. Контроль и испытания ПП. Входной контроль материалов. Операционный контроль. Выходной контроль ПП.
91. Технология изготовления деталей РЭС. Обработка металлов резанием: токарная, фрезерная технологии. Литье, штамповка металлов. Литье пластмасс.
92. Электроэрозионные, лучевые методы обработки. Обработка ультразвуком, электрохимическая обработка, плазменные технологии обработки. Защитные покрытия деталей РЭС: металлические, химические, лакокрасочные покрытия, нанесение пленок.
93. Пайка, сварка, склеивание деталей РЭС.
94. Основные материалы и технологии, применяемые при сборке изделий "система в корпусе" и микросборок. Материалы кристаллов для изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники.
95. Эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов, используемых для изготовления изделий "система в корпусе". Современные материалы, используемые в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем.
96. Технологии изготовления интегральных схем, СБИС и СнК, основы технологии интегральных микросхем.
97. Технология создания интегральной электронной компонентной базы.
98. Технологические ограничения на функциональные слои ИС и СнК.
99. Технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок. Особенности технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
100. Технологические ограничения при проектировании изделий "система в корпусе" и микросборок.
101. Схемы базирования заготовки. Схемы базирования заготовки изделий микроэлектроники.
102. Типовые технологические процессы и режимы производства изделий микроэлектроники.
103. Системы автоматизированного проектирования технологической документации для изготовления изделий "система в корпусе".
104. Технологический процесс производства микро- и наноразмерных электромеханических систем, параметры и режимы технологических операций.

105. Физико-химические основы используемых при изготовлении микро- и наноразмерных электромеханических систем технологических операций.
106. Физико-химические основы и ограничения базовых технологических процессов наноэлектроники.
107. Режимы работы технологического оборудования производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.
108. Базовые технологические процессы, оборудование и маршруты изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.

Вопросы к экзамену

1. Сборочно-монтажные процессы в производстве РЭС.
2. Технология сборки узлов на печатных платах. ОСТ 4 ГО «Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Сборка блоков (модулей 2 уровня). Типовые технологические процессы.»
3. Подготовка ЭРЭ. Подготовка ПП. Установка ЭРЭ на ПП.
4. Пайка бескорпусных МСБ на ПП. Установка элементов электрических соединений на ПП.
5. Влагозащита печатных узлов.
6. Установка узлов на каркас.
7. Межузловой монтаж.
8. Маркировка ячеек.
9. Ремонт ячеек.
10. Проводной монтаж на ПП: технология стежкового монтажа, многопроводный монтаж фиксируемыми проводами, проводной монтаж неупорядоченными незакрепляемыми проводами, монтаж ткаными устройствами коммутации.
11. Технология поверхностного монтажа.
12. Конструктивные особенности радиоэлементов для поверхностного монтажа.
13. Особенности изготовления ПП.
14. Технологический процесс автоматизированной планарной сборки.
15. Технологический процесс пайки узлов поверхностного монтажа.
16. Контроль узлов поверхностного монтажа.
17. Технология изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
18. Параметры технологического оборудования, применяемого для производства изделий "система в корпусе", и его технические возможности.
19. Электронная компонентная база производства изделий "система в корпусе" и микросборок.
20. Основные этапы технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
21. Основы технологии микросистемной техники.
22. Основы технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
23. Основы технологии интегральных микросхем, микро- и наносистем.
24. Технологический процесс монтажа кристаллов в корпус и разварки выводов при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок.
25. Основные этапы технологии изготовления изделий "система в корпусе" и микросборок.
26. Способы монтажа элементов на кристалле при изготовлении изделий "система в корпусе" и микросборок.
27. Характеристики оборудования, технологической оснастки, средств автоматизации процессов производства изделий микроэлектроники.
28. Особенности технологии изготовления пассивной части схемы и сборки изделий "система в корпусе".
29. Автоматизированное производство РЭС.
30. Структура интегрированного производственного комплекса (ИПК): автоматизированная система управления (АСУ), автоматизированная система научных исследований (АСНИ), система автоматизированного конструкторского проектирования (САПР), автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), гибкое автоматизированное производство (ГАП), автоматизированная система контроля и испытания объектов (АСКИО), банк данных (БД).
31. Гибкое автоматизированное производство РЭС.

32. ГАП печатных плат (установки «Линия-1» и «Линия-2»).
33. Автоматизированная сборка печатных узлов.
34. Оборудование «Трасса». Установки «Тракт», «Трал», «Трамплин», «Транзистор».
35. Типовая структура цеха автоматизированной сборки узлов на ПП.
36. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования изделий микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования микроэлектромеханической системы.
37. Характеристики современных систем автоматизированного проектирования микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования аналоговых блоков.
38. Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования СнК и СБИС.
39. АСТПП в системе ИПК.
40. Структурная модель АСТПП.
41. Организационная модель АСТПП.
42. Аппаратная модель АСТПП.
43. Отработка РЭС на технологичность в АСТПП.
44. Методы технологического проектирования в АСТПП.
45. Пакет автоматизированной технологической подготовки производства «TechnologiCS»: интерфейс системы, организация справочников, организация процесса проектирования технологии, организация процесса проектирования комплектов технологических документов, вопросы управления производством.
46. Роботы в производстве РЭС.
47. Классификация робототехнических систем (РТС).
48. Манипуляционные РТС.
49. Структура автоматически действующей РТС.
50. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы.
51. Робот «Электроника НЦТМ-01»: кинематическая схема механизмов манипулятора, структурная схема управления манипулятором, схема управления механизмами через буферные регистры, кинематически-пневматическая схема устройства ротации схватов.
52. Датчики роботов. Двигатели роботов. Пневматические системы роботов.
53. Моделирование и оптимизация технологических процессов. Точность технологических процессов.
54. Технологическая воспроизводимость РЭС: понятие о коэффициенте влияния, вывод формулы для расчета отклонения выходного параметра изделия от его номинального значения, распределения параметров, коэффициент корреляции параметров, коэффициент рассеяния параметров, условие технологической воспроизводимости.
55. Вывод формулы для расчета вероятности годности изделия.
56. Методы взаимозаменяемости РЭС: метод полной взаимозаменяемости, метод групповой взаимозаменяемости, метод подгонки.
57. Идентификация технологических объектов.
58. Регрессионная идентификация по критерию минимума суммы квадратических отклонений.
59. Характеристики современных САПР микроэлектроники и методы решения задач технологического проектирования СнК и СБИС. технологические методы повышения надежности, процента выхода годных, помехоустойчивости, тепловых характеристик, уменьшения потребляемой мощности и шумов в изделиях "система в корпусе" и микросборках.
60. Взаимосвязь параметров разработанной модели изделий "система в корпусе" с качеством выполнения технологических операций.
61. Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем.
62. Технико-экономические и прогнозные исследования в области технологии производства изделий "система в корпусе".
63. Технический контроль радиотехнического производства.

64. Классификация методов контроля по ГОСТ 14. 318-83. Сплошной, выборочный, летучий контроль.
65. Риск Изготовителя при одномодальном распределении параметра.
64. Риск Заказчика при одномодальном распределении параметра.
65. Риски Заказчика и Изготовителя при полимодальном распределении параметров.
66. Выборочный контроль РЭС: постановка задачи, вывод алгоритма выборочного контроля.
67. Синтез оптимального алгоритма проектирования операционного контроля.
68. Выбор оптимального состава контрольного оборудования.
69. Основные виды брака микро- и наноразмерных электромеханических систем и причины его возникновения.
70. Автоматизированные системы технологического контроля в производстве РЭС.
71. Автотестеры для контроля печатных плат и узлов на печатных платах.
72. Типовые узлы автоматизированной системы технологического контроля.
73. Методы контроля основных параметров бытовой радиоаппаратуры.
74. Правила размещения тестовых элементов для автоматизации межоперационного контроля, методики межоперационного и финишного контроля в изделиях "система в корпусе" и микросборках.
75. Принципы построения тестовых векторов и степень полноты покрытия теста.
76. Возможности тестового оборудования.
77. Программные средства тестирования и верификации.
78. Аппаратные средства тестирования и верификации.
79. Методы измерения в электронике.
80. Предназначение, современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов.
81. Основные методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к изготавливаемым изделиям микроэлектроники.
82. Регламенты контроля технологического процесса.
83. Регламенты и методы контроля параметров технологических операций.
84. Методы контроля базовых технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.
85. Методы контроля базовых технологических процессов наноэлектроники.
86. Методы контроля параметров технологических операций производства микро- и наноразмерных электромеханических систем.
87. Современные виды оборудования для проведения анализа и измерений параметров наноразмерных объектов.
88. Регламенты контроля параметров работы технологического и измерительного оборудования, режимов проведения технологических операций.
89. Регламенты и методы контроля параметров технологических сред.
90. Методы статистического анализа параметров технологических процессов и функциональных характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем.
91. Используемые в организации программы статистического анализа.
92. Операционные, маршрутные, комплектовочные и контрольные карты, используемые в организации программы статистического анализа.
93. Испытания РЭС.
94. Испытания РЭС на механические воздействия: виды вибраций, резонансные частоты конструкций, ударные, линейные, акустические нагрузки.
95. Испытания на климатические воздействия: температурные испытания, испытания на влажность, воздействие пыли, герметичность.
96. Испытания на биологические, коррозионно-активные и технологические воздействия.
97. Испытания на космические и радиационные воздействия.
98. Испытания электронных средств на надежность.
99. Проектирование операции технологической приработки изделий РЭС.
100. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронных средств.
101. Установленные нормы на отклонения параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем.

102. Методы испытаний и определения характеристик микро- и наноразмерных электромеханических систем.

5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

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

6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Наименование помещения | Перечень основного оборудования |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. |

6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В., Белоусов О. А., Курносков Р. Ю. Надежность радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 88 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116368>
2. Юрков Н. К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168617>
3. Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168620>
4. Батищев Надежность технических систем [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работам. - Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2020. - 35 – Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/739228>

5. Тимошенко С. П., Симонов Б. М., Горошко В. Н. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 502 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/468852>

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

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

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

3. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.ru>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов 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.

