



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)**  
**Методы и средства испытаний приборов микро- и нанoeлектроники**

Читающее подразделение	<b>базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники</b>
Направление	<b>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</b>
Направленность	<b>Проектирование и технология электронных приборов и устройств</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>4 з.е.</b>

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

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
7	4	144	32	0	32	62	0,25	17,75	Зачет

Программу составил(и):

*канд. техн. наук, доцент, Пашков Алексей Николаевич* \_\_\_\_\_

*ассистент, Янчевский Денис Николаевич* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Методы и средства испытаний приборов микро- и нанoeлектроники**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники**

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Борисов Александр Анатольевич \_\_\_\_\_

---

---

**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 № 137 - электроники и микроэлектроники**

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 № 137 - электроники и микроэлектроники**

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 № 137 - электроники и микроэлектроники**

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 № 137 - электроники и микроэлектроники**

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

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

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Методы и средства испытаний приборов микро- и нанoeлектроники» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

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

Направление:	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	4 з.е. (144 акад. час.).

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

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

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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

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

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

**ПК-3.3 : Проводит контроль параметров и оценку качества сборки пассивной части и активной части схем изделий и систем микро- и нанoeлектроники, проводит тестирование, осуществляет входной и выходной межоперационный контроль при производстве изделий и систем микро- и нанoeлектроники**

#### **Знать:**

- Состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Методики измерения, расчета и контроля режимов работы контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Эксплуатационные и ресурсные (параметры надежности) характеристики конечного изделия "система в корпусе"
- Методы измерения параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Принцип работы и устройство контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком)

- Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области испытаний изделий "система в корпусе"
- Функциональные характеристики изделия "система в корпусе", установленные в технической документации
- Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для измерений параметров изделий "система в корпусе"
- Правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Правила настройки и регулировки контрольно-измерительного оборудования для контроля параметров изделий "система в корпусе"

**Уметь:**

- Составлять рабочие инструкции на обслуживание оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Формировать базы данных измерений параметров изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую документацию по контролю параметров пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Работать на оборудовании входного, межоперационного и выходного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Анализировать результаты методик входного, выходного, межоперационного контроля и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов
- Разрабатывать рабочие планы и программы проведения входного, выходного, межоперационного контроля процесса моделирования технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов
- Разрабатывать и анализировать тестовые процессы
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Работать с базами данных и классификаторами контрольных нормативов
- Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерений параметров изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую документацию по испытаниям параметров изделий "система в корпусе"
- Планировать ресурс рабочего времени контроля параметров изделий "система в корпусе" в рамках установленного задания, графика, плана
- Измерять параметры изделий "система в корпусе"
- Оценивать качество сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"

**Владеть:**

- Разработка программ тестовых процессов для оценки параметров и состояния оборудования с учетом особенностей нанотехнологии
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов измерений параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Составление контрольной карты качества сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Измерение параметров изделий "система в корпусе" в соответствии с разработанными методиками в процессе сборки пассивной части схемы
- Формирование базы данных измерений параметров изделий "система в корпусе" в процессе сборки пассивной части схемы
- Статистическая обработка измеренных параметров изделий "система в корпусе" в процессе сборки пассивной части схемы
- Составление учетной и отчетной документации проведения контроля параметров и оценки качества сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий

**"система в корпусе"**

- Разработка методик входного контроля функциональных и технологических слоев, используемых в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем: подложек, металлов, диэлектриков
- Разработка методик межоперационного контроля на тестовых структурах и элементах микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Разработка методик выходного контроля на тестовых структурах микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Формирование базы данных всех видов контроля
- Осуществление проверки соответствия настроек оборудования требованиям к процессу
- Статистическая обработка данных контроля с оформлением протоколов и заключений
- Согласование с производителем оборудования отклонения настроек оборудования от стандартных в связи со спецификой технологического процесса
- Согласование с разработчиками технологии допустимого диапазона настроек оборудования с учетом требований, согласованных с производителем оборудования
- Разработка инструкций по обслуживанию и ремонту оборудования на базе сопроводительной технической документации, собственного опыта и рекомендаций производителя
- Составление учетной и отчетной документации проведения анализа по выявлению бракованных изделий "система в корпусе"
- Выполнение методик измерения параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Формирование базы данных измерений параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Статистическая обработка измеренных параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"

**ПК-2 : Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и нанoeлектроники****ПК-2.2 : Составляет и утверждает программы испытаний и обработки результатов измерений и испытаний электронных средств на основе требований технического задания****Знать:**

- Эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов, используемых для изготовления изделий "система в корпусе"
- Программы испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Требования к обращению и хранению изделий "система в корпусе"
- Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения
- Методы и средства измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов изделий "система в корпусе"
- Физические принципы испытаний и измерений изделий "система в корпусе" и микросборок
- Единицы и системы измерения электрических величин
- Регламент поверки и калибровки измерительного оборудования для изделий "система в корпусе" и микросборок
- Методика проведения ускоренных испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок
- Формы представления статистических данных
- Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения оформления контрольных карт

- Эксплуатационные и ресурсные (параметры надежности) характеристики конечного изделия "система в корпусе"
- Основные параметры испытательного оборудования и его технические возможности
- Методы и методики измерения и испытаний параметров изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области испытаний изделий "система в корпусе"
- Требования технического задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Методики измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Требования к обращению с изделиями "система в корпусе" и хранению изделий "система в корпусе"
- Методики испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов

**Уметь:**

- Составлять технические задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Соблюдать требования документации на процесс измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Формировать базы данных измерений электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Проводить испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов в соответствии с утвержденной программой испытаний
- Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Оформлять техническую документацию на испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Соблюдать требования документации на испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Формировать базы данных результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Пользоваться измерительным оборудованием для проведения измерений изделий "система в корпусе"
- Производить настройку и калибровку измерительного оборудования для проведения измерений изделий "система в корпусе"
- Согласовывать технические задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Создавать требуемые условия для проведения измерений изделий "система в корпусе" и микросборок
- Проводить измерения и испытания изделий "система в корпусе" и микросборок
- Интерпретировать результаты измерения опытной партии изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей
- Оформлять протокол измерений и испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок
- Пользоваться оборудованием для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Производить настройку и калибровку оборудования для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Создавать требуемые условия для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Проводить измерения и испытания опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Интерпретировать результаты испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей
- Оформлять протокол измерений и испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую документацию по испытаниям параметров изделий "система в

корпусе"

- Пользоваться методами сбора, анализа и обобщения научно-технической информации
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, применять специализированное программное обеспечение
- Составлять протоколы измерений и испытаний о соответствии опытной партии изделий "система в корпусе" техническому заданию
- Представлять статистические данные в виде таблиц, графиков, карт
- Оценивать и сравнивать качество прогнозов изменения электрических характеристик изделий "система в корпусе" в процессе эксплуатации
- Оценивать достоверность результатов статистического анализа
- Оформлять техническую документацию на испытания параметров изделий "система в корпусе"
- Разрабатывать программы и методики испытаний изделий "система в корпусе"
- Вносить корректировки в программы и методики испытаний изделий "система в корпусе"
- Работать с нормативно-технической документацией по проведению испытаний изделий "система в корпусе"
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Измерять электрические параметры изделий "система в корпусе"

#### **Владеть:**

- Анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по испытаниям изделий "система в корпусе"
- Согласование программ и методик испытаний изделий "система в корпусе" на основе требований технического задания
- Корректировка программ и методик испытаний изделий "система в корпусе" в соответствии с требованиями технического задания
- Измерение электрических параметров изделий "система в корпусе" в соответствии с утвержденной программой испытаний и требованиями технического задания на проведение испытаний
- Формирование базы данных измерений электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Статистическая обработка измеренных электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Проведение испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов в соответствии с требованиями технического задания и утвержденной программой испытаний
- Формирование базы данных результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Статистическая обработка результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Составление учетной и отчетной документации проведения испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Оценка технического уровня имеющейся в распоряжении испытательной базы для проведения испытаний изделий "система в корпусе"
- Создание необходимых условий для проведения измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Подготовка оснастки и настройка необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Организация калибровки и поверки измерительного оборудования
- Проведение измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе" согласно программе измерений и испытаний
- Формирование протокола измерений и испытаний опытной партии образцов изделий



"система в корпусе"

- Анализ нормативно-технической документации по испытаниям опытных образцов изделий

"система в корпусе"

- Создание необходимых условий для проведения испытаний опытных образцов изделий

"система в корпусе"

- Подготовка средств материально-технического и метрологического обеспечения в соответствии с программой измерений и испытаний

- Настройка необходимого оборудования для проведения испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"

- Проведение испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе" согласно программе измерений и испытаний

- Подготовка технического задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"

- Организация калибровки и поверки измерительного оборудования, находящегося в составе испытательных комплексов

- Определение объемов и способа организации выборки опытной партии образцов изделий "система в корпусе"

- Проведение статистического анализа результатов измерений и испытаний выборки опытной партии образцов изделий "система в корпусе"

- Прогнозирование и создание контрольных карт

- Формирование заключения по данным статистического анализа результатов измерений и испытаний для выборки опытной партии образцов изделий "система в корпусе"

- Определение необходимого состава и методов испытаний готового изделия "система в корпусе"

- Определение необходимого состава и технических характеристик испытательной базы (испытательного оборудования и средств измерений) для контроля, испытаний и приемки готового изделия "система в корпусе"

- Определение технических требований к специальной технологической оснастке; составление заявок на разработку, конструирование и изготовление специальной технологической оснастки

- Согласование технического задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"

- Анализ технического задания на испытания изделий "система в корпусе"

- Разработка программ и методик испытаний изделий "система в корпусе" на основе требований технического задания

**УК-1 : Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

**УК-1.1 : Осваивает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, метод системного анализа.**

**Знать:**

- Методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере организации и проведения испытаний приборов микро- и нанoeлектроники.

**Уметь:**

- Использовать методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации при составлении программ испытаний приборов микро- и нанoeлектроники

**Владеть:**

- Методиками проведения лабораторных испытаний приборов микро- и нанoeлектроники

**УК-1.2 : Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применяет системный подход для решения поставленных задач**

**Знать:**

- Методики поиска, сбора и обработки информации для осуществления испытаний на различные воздействующие факторы приборов микро- и нанoeлектроники с использованием разного типа испытательного оборудования.

**Уметь:**

- Применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для разработки программ испытаний на различные воздействующие факторы приборов микро- и нанoeлектроники с использованием разного типа испытательного оборудования.

**Владеть:**

- Методиками поиска, сбора и обработки информации, полученной из разных источников для проведения испытаний на различные воздействующие факторы приборов микро- и нанoeлектроники с использованием разного типа испытательного оборудования.

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

- Методики измерения, расчета и контроля режимов работы контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения оформления контрольных карт
- Эксплуатационные и ресурсные (параметры надежности) характеристики конечного изделия "система в корпусе"
- Методы измерения параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Формы представления статистических данных
- Единицы и системы измерения электрических величин
- Физические принципы испытаний и измерений изделий "система в корпусе" и микросборок
- Методика проведения ускоренных испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок
- Регламент поверки и калибровки измерительного оборудования для изделий "система в корпусе" и микросборок
- Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для измерений параметров изделий "система в корпусе"
- Функциональные характеристики изделия "система в корпусе", установленные в технической документации
- Правила настройки и регулировки контрольно-измерительного оборудования для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области испытаний изделий "система в корпусе"
- Принцип работы и устройство контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"
- Состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе"
- Технические требования пригодности кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе", установленные производителем (поставщиком)
- Методы и средства измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов изделий "система в корпусе"
- Эксплуатационные и ресурсные (параметры надежности) характеристики конечного изделия "система в корпусе"

- Эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов, используемых для изготовления изделий "система в корпусе"
- Методики поиска, сбора и обработки информации для осуществления испытаний на различные воздействующие факторы приборов микро- и наноэлектроники с использованием разного типа испытательного оборудования.
- Основные параметры испытательного оборудования и его технические возможности
- Требования технического задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области испытаний изделий "система в корпусе"
- Методы и методики измерения и испытаний параметров изделий "система в корпусе"
- Программы испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Требования к обращению с изделиями "система в корпусе" и хранению изделий "система в корпусе"
- Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения
- Требования к обращению и хранению изделий "система в корпусе"
- Методики испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере организации и проведения испытаний приборов микро- и наноэлектроники.
- Методики измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"

**Уметь:**

- Проводить измерения и испытания опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Разрабатывать рабочие планы и программы проведения входного, выходного, межоперационного контроля процесса моделирования технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов
- Работать на оборудовании входного, межоперационного и выходного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Оформлять техническую документацию по контролю параметров пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Анализировать результаты методик входного, выходного, межоперационного контроля и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов
- Составлять протоколы измерений и испытаний о соответствии опытной партии изделий "система в корпусе" техническому заданию
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, применять специализированное программное обеспечение
- Представлять статистические данные в виде таблиц, графиков, карт
- Оценивать достоверность результатов статистического анализа
- Оценивать и сравнивать качество прогнозов изменения электрических характеристик изделий "система в корпусе" в процессе эксплуатации
- Формировать базы данных измерений параметров изделий "система в корпусе"
- Разрабатывать и анализировать тестовые процессы
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах
- Составлять рабочие инструкции на обслуживание оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий
- Использовать методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации при составлении программ испытаний приборов микро- и наноэлектроники

- Применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для разработки программ испытаний на различные воздействующие факторы приборов микро- и наноэлектроники с использованием разного типа испытательного оборудования.
- Работать с базами данных и классификаторами контрольных нормативов
- Измерять параметры изделий "система в корпусе"
- Оценивать качество сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Планировать ресурс рабочего времени контроля параметров изделий "система в корпусе" в рамках установленного задания, графика, плана
- Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерений параметров изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую документацию по испытаниям параметров изделий "система в корпусе"
- Соблюдать требования документации на испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Формировать базы данных результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Оформлять техническую документацию на испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Проводить испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов в соответствии с утвержденной программой испытаний
- Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Пользоваться измерительным оборудованием для проведения измерений изделий "система в корпусе"
- Интерпретировать результаты измерения опытной партии изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей
- Оформлять протокол измерений и испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок
- Проводить измерения и испытания изделий "система в корпусе" и микросборок
- Производить настройку и калибровку измерительного оборудования для проведения измерений изделий "система в корпусе"
- Создавать требуемые условия для проведения измерений изделий "система в корпусе" и микросборок
- Формировать базы данных измерений электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую документацию на испытания параметров изделий "система в корпусе"
- Разрабатывать программы и методики испытаний изделий "система в корпусе"
- Оформлять техническую документацию по испытаниям параметров изделий "система в корпусе"
- Составлять технические задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Согласовывать технические задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Вносить корректировки в программы и методики испытаний изделий "система в корпусе"
- Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Соблюдать требования документации на процесс измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Измерять электрические параметры изделий "система в корпусе"
- Работать с нормативно-технической документацией по проведению испытаний изделий "система в корпусе"
- Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах

- Пользоваться оборудованием для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Создавать требуемые условия для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Производить настройку и калибровку оборудования для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Интерпретировать результаты испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей
- Оформлять протокол измерений и испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Пользоваться методами сбора, анализа и обобщения научно-технической информации

**Владеть:**

- Статистическая обработка измеренных параметров изделий "система в корпусе" в процессе сборки пассивной части схемы
- Составление учетной и отчетной документации проведения контроля параметров и оценки качества сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Разработка методик входного контроля функциональных и технологических слоев, используемых в производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем: подложек, металлов, диэлектриков
- Статистическая обработка данных контроля с оформлением протоколов и заключений
- Разработка методик межоперационного контроля на тестовых структурах и элементах микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Разработка методик выходного контроля на тестовых структурах микро- и наноразмерных электромеханических систем
- Формирование базы данных всех видов контроля
- Согласование с разработчиками технологии допустимого диапазона настроек оборудования с учетом требований, согласованных с производителем оборудования
- Разработка инструкций по обслуживанию и ремонту оборудования на базе сопроводительной технической документации, собственного опыта и рекомендаций производителя
- Составление учетной и отчетной документации проведения анализа по выявлению бракованных изделий "система в корпусе"
- Разработка программ тестовых процессов для оценки параметров и состояния оборудования с учетом особенностей нанотехнологии
- Осуществление проверки соответствия настроек оборудования требованиям к процессу
- Согласование с производителем оборудования отклонения настроек оборудования от стандартных в связи со спецификой технологического процесса
- Выполнение методик измерения параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Составление контрольной карты качества сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Измерение параметров изделий "система в корпусе" в соответствии с разработанными методиками в процессе сборки пассивной части схемы
- Формирование базы данных измерений параметров изделий "система в корпусе" в процессе сборки пассивной части схемы
- Формирование базы данных измерений параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Статистическая обработка измеренных параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"

- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов измерений параметров активной части схемы с учетом электрических параметров корпуса и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"
- Согласование программ и методик испытаний изделий "система в корпусе" на основе требований технического задания
- Корректировка программ и методик испытаний изделий "система в корпусе" в соответствии с требованиями технического задания
- Анализ технического задания на испытания изделий "система в корпусе"
- Разработка программ и методик испытаний изделий "система в корпусе" на основе требований технического задания
- Измерение электрических параметров изделий "система в корпусе" в соответствии с утвержденной программой испытаний и требованиями технического задания на проведение испытаний
- Составление учетной и отчетной документации проведения процессов измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Проведение испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов в соответствии с требованиями технического задания и утвержденной программой испытаний
- Формирование базы данных измерений электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Статистическая обработка измеренных электрических параметров изделий "система в корпусе"
- Анализ нормативно-технической и технико-экономической документации по испытаниям изделий "система в корпусе"
- Оценка технического уровня имеющейся в распоряжении испытательной базы для проведения испытаний изделий "система в корпусе"
- Методиками проведения лабораторных испытаний приборов микро- и нанoeлектроники
- Методиками поиска, сбора и обработки информации, полученной из разных источников для проведения испытаний на различные воздействующие факторы приборов микро- и нанoeлектроники с использованием разного типа испытательного оборудования.
- Подготовка технического задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Определение технических требований к специальной технологической оснастке; составление заявок на разработку, конструирование и изготовление специальной технологической оснастки
- Согласование технического задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"
- Определение необходимых состава и методов испытаний готового изделия "система в корпусе"
- Определение необходимых состава и технических характеристик испытательной базы (испытательного оборудования и средств измерений) для контроля, испытаний и приемки готового изделия "система в корпусе"
- Настройка необходимого оборудования для проведения испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"
- Проведение испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе" согласно программе измерений и испытаний
- Создание необходимых условий для проведения испытаний опытных образцов изделий "система в корпусе"
- Подготовка средств материально-технического и метрологического обеспечения в соответствии с программой измерений и испытаний
- Организация калибровки и поверки измерительного оборудования, находящегося в составе испытательных комплексов
- Прогнозирование и создание контрольных карт
- Формирование заключения по данным статистического анализа результатов измерений и испытаний для выборки опытной партии образцов изделий "система в корпусе"

- Определение объемов и способа организации выборки опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Проведение статистического анализа результатов измерений и испытаний выборки опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Составление учетной и отчетной документации проведения испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Создание необходимых условий для проведения измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Формирование базы данных результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Статистическая обработка результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов
- Подготовка оснастки и настройка необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Формирование протокола измерений и испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"
- Анализ нормативно-технической документации по испытаниям опытных образцов изделий "система в корпусе"
- Организация калибровки и поверки измерительного оборудования
- Проведение измерений опытной партии образцов изделий "система в корпусе" согласно программе измерений и испытаний

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

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

Код заняти	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
<b>1. Основные термины и определения</b>				

1.1	<p><b>Основные термины и определения (Лек).</b>  Основные цели испытаний. Краткое определение испытаниям, объекта испытаний, модели для испытаний, макета для испытаний, программы испытаний, условия испытаний. Краткая характеристика методик испытаний и их аттестация. Гарантийная наработка</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-319 Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения оформления контрольных карт</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-315 Единицы и системы измерения электрических величин оформления контрольных карт</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-312 Законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-35 Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области испытаний изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-3.3-34 Технологическая документация, определяющая процесс подготовки и тестирования кристаллов и компонентов для изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-3.3-35 Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов в области испытаний изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
-----	---	---	---	----------------



<p><b>1.2</b></p>	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>  Исследование статистических данных на основе методов приемочного контроля качества продукции</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-У1 Составлять технические задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-У17 Формировать базы данных результатов испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов</p> <p>Has Ref Code Name  Неотмечено ПК-2.2-У5 Разрабатывать программы и методики испытаний изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-У6 Вносить корректировки в программы и методики испытаний изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Неотмечено ПК-2.2-У7 Работать с нормативно-технической документацией по проведению испытаний изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2
<p><b>1.3</b></p>	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>  Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
<p><b>1.4</b></p>	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b></p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3



1.6	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Разработка программы испытаний (исследовательских, периодических и др.) для заданного типа радиоэлектронного средства при указанных условиях эксплуатации.</p> <p>Has Ref Code Name          Отмечено ПК-2.2-У11 Соблюдать требования документации на процесс измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У15 Оформлять техническую документацию на испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У29 Оформлять протокол измерений и испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У3 Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У6 Оформлять техническую документацию по испытаниям параметров изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
1.7	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>          Разработка программы испытаний (исследовательских, периодических и др.) для заданного типа радиоэлектронного средства при указанных условиях эксплуатации согласно выданному преподавателем варианту.</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
1.8	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>          Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3

<b>2. Методы испытания и контроля</b>				
<b>2.1</b>	<p><b>Методы испытания (Лек).</b> Физические методы испытаний реальных ЭС (лабораторные, стендовые, полигонные, натурные, эксплуатационные). Методы испытаний с использованием моделей (физическое моделирование, математическое, статистическое, граничное, матричное). Схема приемо-сдаточных испытаний.</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-2.2-310            Программы испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-2.2-314            Физические принципы испытаний и измерений изделий "система в корпусе" и микросборок</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-2.2-317            Методика проведения ускоренных испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-2.2-34            Методы и методики измерения и испытаний параметров изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref            Code    Name отмечено            ПК-3.3-36            Функциональные характеристики изделия "система в корпусе", установленные в технической документации</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3

2.2	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Построение интегральной функции распределения. Эмпирическое распределение. Границы интервалов. Доверительный интервал.          Has Ref Code Name          Отмечено ПК-2.2-У10 Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У12 Формировать базы данных измерений электрических параметров изделий "система в корпусе"          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У31 Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, применять специализированное программное обеспечение          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У10 Формировать базы данных измерений параметров изделий "система в корпусе"          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У2 Разрабатывать и анализировать тестовые процессы          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У4 Работать с базами данных и классификаторами контрольных нормативов</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
2.3	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Нахождение распределения случайных величин и определение параметров распределения. Основные свойства интегральной функции распределения. Среднее значение. Среднее квадратичное отклонение. Размах варьирования. Дискретные и непрерывные случайные величины.          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У20 Создавать требуемые условия для проведения измерений изделий "система в корпусе" и микросборок</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
2.4	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>          Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
2.5	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>          Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3

2.6	<p><b>Контроль качества продукции (Лек).</b> Контроль, достоверность контроля. Методы разрушающего и неразрушающего контроля. Условия, при которых объект «годен» и «негоден-брак». Отказы и их механизмы. Внезапный отказ, постепенный и перемежающийся. Первичный и вторичный анализ продукции.</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-2.2-313            Методы и средства измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref            Code    Name Неотмечено            ПК-2.2-37            Методики измерения электрических параметров изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-3.3-312            Методы измерения параметров микро- и наноразмерных электромеханических систем</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-3.3-32            Принцип работы и устройство контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref            Code    Name Отмечено            ПК-3.3-37            Техническая документация на контрольно-измерительное оборудование, применяемое для измерений параметров изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
-----	--	---	---	----------------

2.7	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Расчет показателей надежности элементов и устройств. Основные законы распределения показателей надежности. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа. Интегральная функция распределения времени работы элемента.</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У33 Представлять статистические данные в виде таблиц, графиков, карт</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У12 Работать на оборудовании входного, межоперационного и выходного контроля при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У13 Анализировать результаты методик входного, выходного, межоперационного контроля и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У14 Разрабатывать рабочие планы и программы проведения входного, выходного, межоперационного контроля процесса моделирования технологических микро- и наноразмерных электромеханических процессов</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У7 Планировать ресурс рабочего времени контроля параметров изделий "система в корпусе" в рамках установленного задания, графика, плана</p> <p>Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У8 Измерять параметры изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
2.8	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>          Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
2.9	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>          Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3

2.10	<p><b>Виды контроля (Лек).</b> Производственный контроль и эксплуатационный. Входной контроль, операционный, приемочный, инспекционный. Органолептический контроль, визуальный, технический осмотр, измерительный, регистрационный. Сплошной контроль, выборочный, летучий, непрерывный, периодический.</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-316 Регламент поверки и калибровки измерительного оборудования для изделий "система в корпусе" и микросборок</p> <p>Has Ref Code Name Отмечено ПК-2.2-318 Формы представления статистических данных</p> <p>Has Ref Code Name Отмечено ПК-3.3-310 Методики измерения, расчета и контроля режимов работы контрольно-измерительного оборудования, применяемого для контроля параметров изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
2.11	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Вычисление коэффициента корреляции. Корреляционный анализ. Теоретическое нормальное распределение (функция Гаусса). Критерий согласия Колмогорова. Критерий согласия Пирсона.</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У9 Измерять электрические параметры изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-3.3-У11 Оформлять техническую документацию по контролю параметров пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
2.12	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
2.13	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
<b>3. Дефекты РЭС</b>				
3.1	<p><b>Типичные дефекты в аппаратуре (Лек).</b> Воздействующие факторы и ускоряемые процессы. Нарушение электрических контактов, механические напряжения, изменение размеров. Коррозия, электролиз, поглощение влаги. Обезгаживание, возгонка. Засорения, истирания. Ядерные превращения и ионизация</p>	7	2	ПК-3.3



3.2	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Расчет средней наработки до отказа. Интенсивность отказов. Моделирование последовательного и параллельного соединения элементов.</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У22 Интерпретировать результаты измерения опытной партии изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У34 Оценивать и сравнивать качество прогнозов изменения электрических характеристик изделий "система в корпусе" в процессе эксплуатации</p>	7	2	ПК-2.2
3.3	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
3.4	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
3.5	<p><b>Дефекты РЭС (Лек).</b> Дефект. Анализ причин отказов (Дефекты разработки, дефекты производства, превышение нагрузки). Конструктивные дефекты, производственные, эксплуатационные.</p>	7	2	ПК-3.3
3.6	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Оценка влияния производственных погрешностей элементов и деталей конструкции на отклонение выходных параметров устройства/</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У19 Производить настройку и калибровку измерительного оборудования для проведения измерений изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У34 Оценивать и сравнивать качество прогнозов изменения электрических характеристик изделий "система в корпусе" в процессе эксплуатации</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-3.3-У5 Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для измерений параметров изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-3.3-У9 Оценивать качество сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
3.7	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
3.8	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3

<b>4. Механические испытания</b>				
<b>4.1</b>	<p><b>Вибрация (Лек).</b> Законы периодической вибрации. Синусоидальная периодическая вибрация и полигармонической периодическая вибрация. Законы случайной вибрации. Узкополосная случайная вибрация и широкополосная случайная вибрации (ШСВ).</p> <p>Has Ref Code Name</p> <p>Отмечено ПК-2.2-32</p> <p>Эксплуатационные и ресурсные (параметры надежности) характеристики конечного изделия "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2
<b>4.2</b>	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Расчет допуска с учетом коэффициента корреляции. Суммирование случайной части погрешностей производится по специальным формулам, вид которых зависит от характера связи.</p> <p>Has Ref Code Name</p> <p>Неотмечено ПК-2.2-У3</p> <p>Оформлять техническую документацию по испытаниям параметров изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2
<b>4.3</b>	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b></p> <p>Выполнение домашнего задания по вариантам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2
<b>4.4</b>	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b></p> <p>Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2
<b>4.5</b>	<p><b>Механические испытания (Лек).</b> Методики проведения испытаний на воздействие вибрации, ударных нагрузок, линейных ускорений, звукового давления.</p> <p>Has Ref Code Name</p> <p>Отмечено ПК-3.3-38</p> <p>Правила настройки и регулировки контрольно-измерительных инструментов и приборов для контроля параметров изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name</p> <p>Отмечено ПК-3.3-39</p> <p>Правила настройки и регулировки контрольно-измерительного оборудования для контроля параметров изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-3.3

4.6	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>  Составление отчета на основании проведенных испытаний на воздействие линейных ускорений, принцип действия и устройство центрифуги. Применение методов измерения параметров ускорения.</p> <p>Has Ref Code Name  Отмечено ПК-2.2-У18 Пользоваться измерительным оборудованием для проведения измерений изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Неотмечено ПК-2.2-У21 Проводить измерения и испытания изделий "система в корпусе" и микросборок</p> <p>Has Ref Code Name  Неотмечено ПК-2.2-У25 Производить настройку и калибровку оборудования для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name  Неотмечено ПК-2.2-У8 Оформлять отчетную документацию о выполняемых работах</p>	7	2	ПК-2.2
4.7	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>  Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
4.8	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>  Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
4.9	<p><b>Оборудование для проведения механических испытаний (Лек).</b> Принцип работы и конструкция вибрационных стендов, ударных установок, центрифуг, акустических камер. Основные технические характеристики оборудования для проведения механических испытаний.</p> <p>Has Ref Code Name  Неотмечено ПК-2.2-33 Основные параметры испытательного оборудования и его технические возможности</p>	7	2	ПК-2.2

4.10	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Анализ результатов на основании проведенных испытаний на воздействие ударов, принцип действия и устройство ударных стендов. Применение методов измерения параметров удара.          Has Ref Code Name          Отмечено ПК-2.2-У13 Проводить испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов в соответствии с утвержденной программой испытаний          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-2.2-У27 Проводить измерения и испытания опытной партией образцов изделий "система в корпусе"          Has Ref Code Name          Неотмечено ПК-3.3-У1 Составлять рабочие инструкции на обслуживание оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий</p>	7	2	ПК-2.2, ПК-3.3
4.11	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>          Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
4.12	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>          Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
<b>5. Климатические испытания</b>				
5.1	<p><b>Климатические испытания (Лек).</b> Схема этапов испытания. Различие между устойчивостью и стойкостью. Методика проведения испытаний на тепло и холодоустойчивость, термоциклирование, воздействие повышенной влажности          Has Ref Code Name          Отмечено ПК-2.2-39 Методики испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов</p>	7	2	ПК-2.2

5.2	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Обработка результатов на основании проведенных испытаний РЭС и ее элементов на воздействие солнечной радиации. Ознакомление с принципом действия и устройством испытательного оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой при испытании.</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У2 Согласовывать технические задания на проведение испытаний изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У26 Создавать требуемые условия для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"</p> <p>Has Ref Code Name Отмечено ПК-2.2-У4 Оформлять техническую документацию на испытания параметров изделий "система в корпусе"</p>	7	2	ПК-2.2
5.3	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2
5.4	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2
5.5	<p><b>Специальные климатические испытания (Лек).</b> Методика проведения испытаний на воздействие соляного тумана, воздействие пониженного (повышенного) атмосферного давления, солнечной радиации.</p>	7	2	ПК-3.3
5.6	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Обработка результатов на основании проведенных испытаний РЭС и ее элементов на влагоустойчивость. Ознакомление с принципом действия и устройством испытательного оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой при испытании.</p> <p>Has Ref Code Name Отмечено ПК-2.2-У14 Работать на контрольно-измерительном оборудовании, применяемом для испытаний изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов</p> <p>Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У32 Составлять протоколы измерений и испытаний о соответствии опытной партии изделий "система в корпусе" техническому заданию</p>	7	2	ПК-2.2
5.7	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3
5.8	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала</p>	7	1,9375	ПК-2.2, ПК-3.3

<b>5.9</b>	<b>Оборудование для проведения климатических испытаний (Лек).</b> Принцип работы и конструкция климатических камер, камер солнечной радиации, барокамер, камер соляного тумана. Основные технические характеристики климатического оборудования. Has Ref Code Name Отмечено ПК-3.3-31 Состав, принципы работы, технические характеристики оборудования для производства приборов квантовой электроники и фотоники на базе нанотехнологий	7	2	ПК-3.3
<b>5.10</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Ознакомление со статистическими методами приемочного контроля качества продукции. Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У28 Интерпретировать результаты испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе" в соответствии с поставленной задачей	7	2	ПК-3.3
<b>5.11</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя	7	1,9375	ПК-3.3
<b>5.12</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала	7	1,9375	ПК-3.3
<b>6. Испытания на воздействие радиационного излучения</b>				
<b>6.1</b>	<b>Радиационное излучение (Лек).</b> Ионизирующее излучение (корпускулярное: $\alpha$ -, $\beta$ -, нейтронное излучения и электромагнитное: $\gamma$ -, рентгеновское излучение). Показатели радиационной стойкости: экспозиционная доза, поглощенная доза, эквивалентная доза.	7	2	УК-1.1, УК-1.2
<b>6.2</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя	7	1,9375	УК-1.1, УК-1.2
<b>6.3</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала	7	1,9375	УК-1.1, УК-1.2
<b>6.4</b>	<b>Источники ионизирующих излучений (Лек).</b> Основные параметры, принцип работы Радиоизотопная установка с источником излучения кобальт-60, Ускорители частиц типов ЭУ-0,3, РТ-1,5, ЭЛТ-1,5, ЭЛТ-2,5, Синхрофазотроны, Радиационная установка с ядерными реакторами на промежуточных нейтронах.	7	2	ПК-2.2

<b>6.5</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Обработка результатов измерений на радиоизотопной установке радиоационного излучения Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У15 Оформлять техническую документацию на испытания изделий "система в корпусе" на устойчивость к воздействию внешних факторов Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У23 Оформлять протокол измерений и испытаний изделий "система в корпусе" и микросборок	7	2	ПК-2.2
<b>6.6</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя	7	1,9375	ПК-2.2
<b>6.7</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала	7	1,9375	ПК-2.2
<b>6.8</b>	<b>Испытания на воздействие радиации (Лек).</b> Подготовка к испытаниям, проведение испытаний продолжительность испытаний	7	2	ПК-2.2
<b>6.9</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Составление плана контроля и использование контрольных нормативов при организации статистического приемочного контроля по альтернативному признаку в процессе проведения радиационных испытаний. Has Ref Code Name Неотмечено ПК-2.2-У24 Пользоваться оборудованием для проведения испытаний опытной партии образцов изделий "система в корпусе"	7	2	ПК-2.2
<b>6.10</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариатам преподавателя	7	1,9375	ПК-2.2
<b>6.11</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Повторение пройденного материала	7	1,9375	ПК-2.2
<b>7. Промежуточная аттестация (зачёт)</b>				
<b>7.1</b>	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт).</b>	7	17,75	ПК-2.2, УК-1.1, УК-1.2, ПК-3.3
<b>7.2</b>	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	7	0,25	ПК-2.2, УК-1.1, УК-1.2, ПК-3.3

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Методы и средства испытаний приборов микро- и нанoeлектроники», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

### 5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Нужно заполнить

### 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. Комиссаров Ю. А., Гордеев Л. С., Бабокин Г. И., Вент Д. П. Основы электротехники, микроэлектроники и управления в 2 т. Том 1 [Электронный ресурс]: Учебное пособие Для СПО. - Москва: Юрайт, 2020. - 455 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/454501>
2. Кирилловский В. К. Современные оптические исследования и измерения [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167816>
3. Фурсей Г. Н. Автоэлектронная эмиссия [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168421>
4. Ефимов И. Е., Козырь И. Я. Основы микроэлектроники [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 384 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167727>
5. Драгунов В. П., Неизвестный И. Г., Гридчин В. А. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 285 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451021>
6. Трубочкина Н. К. Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 281 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470008>
7. Позднов М. В. Электроника и нанoeлектроника, управление в технических системах, электроэнергетика и электротехника. Выполнение бакалаврской работы [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Тольятти: ТГУ, 2020. - 57 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159630>

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

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
2. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.ru>



3. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  
<https://www.researchgate.net>
4. База данных Web of Science  
<http://www.webofknowledge.com>

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

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

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

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

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

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

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

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

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

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

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

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

социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

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

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

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

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

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

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

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

