

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-  
КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТАХ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	3	108	8	30	0	34	0	Э
Итого	3	108	8	30	0	34	0	

## АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются аспекты научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности при создании аппаратуры микро- и радиоэлектронного назначения. Рассмотрены стадии работ, начиная от формирования технического задания на НИР и заканчивая промышленным производством изделия. Даются сведения о формировании рабочей конструкторской документации, оформлении чертежей по ЕСКД, написании программ испытаний и метрологических требованиях, а также об ограничениях при разработке изделия, налагаемых условиями его применения

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины "Организация и проектирование в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах" - дать основные представления о стадиях и аспектах разработки изделий микро- и радиоэлектронного назначения, обусловленных выполнениями действующих государственных стандартов

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Профессиональный модуль, дисциплина по выбору.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
разработка методики, проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования.	ПК-3 [1] - способен осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как	З-ПК-3[1] - Знать: принципы планирования и методов автоматизации эксперимента и проектирования электронных устройств ; У-ПК-3[1] - Уметь:

	<p>Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых задач в области электроники и нанoeлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>	<p>средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.007</p>	<p>применять информационно-измерительные комплексы для автоматизации эксперимента в области электроники и нанoeлектроники.; В-ПК-3[1] - Владеть: навыками измерений характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники в реальном времени.</p>
проектно-конструкторский			
<p>проектирование приборов и элементной базы твердотельной электроники и нанoeлектроники в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования. Технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели, алгоритмы решения типовых</p>	<p>ПК-9 [1] - способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.003</p>	<p>З-ПК-9[1] - Знать: государственные стандарты, нормативы, законы физики и методы технологии в области приборов и систем электронной техники. ; У-ПК-9[1] - Уметь: применять компьютерные технологии и методы автоматизированного проектирования устройств, приборов и систем электронной техники; В-ПК-9[1] - Владеть:</p>

	<p>задач в области электроники и наноэлектроники. Современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и наноэлектроники. Инновационные технические решения в сфере базовых постулатов проектирования, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств.</p>		<p>навыками проектирования устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований.</p>
--	--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Этапность разработок	1-8	4/15/0		25	УО-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	ЕСКД и ГОСТы для РКД и испытаний	9-15	4/15/0		25	КИ-15	З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		8/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2</b>				50	Э	З-ПК-3,

	<b>Семестр</b>						У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
--	----------------	--	--	--	--	--	--

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КИ	Контроль по итогам
УО	Устный опрос
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>2 Семестр</i>	8	30	0
<b>1-8</b>	<b>Этапность разработок</b>	4	15	0
1 - 2	<b>Тема 1</b> Общие положения. Жизненный цикл изделий. Государственная стандартизация. Модели работ. Главные этапы работ. Научно-исследовательская разработка (НИР). Виды научно-исследовательских работ. Этапы НИР. Патентные исследования. Содержание патентных исследований. Порядок проведения патентных исследований. Выполнение НИР. Методы оценки научно-технической результативности НИР. Опытно-конструкторская разработка (ОКР). Подготовительный этап. Разработка ТЗ и договора на ОКР. Аванпроект или техническое предложение. Эскизное проектирование. Техническое проектирование. Разработка рабочей документации. Изготовление и настройка опытных образцов. Испытания опытных образцов. Приемка результатов ОКР. Постановка продукции на производство. Освоение производства изделий. Интегральный технический показатель качества изделия. Конструкторская подготовка производства. Технологическая подготовка производства. Отработка изделий на технологичность. Выбор оптимального варианта технологического процесса. Организационная	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	подготовка производства. Ускорение организации производства. Особенности создания единичных и мелкосерийных изделий. Техническое задание. Стадии разработки конструкторской документации. Рабочая конструкторская документация. Изготовление и испытания изделий.			
3 - 4	<b>Тема 2</b> Стандартизация конструкций. Основные понятия. Единая система конструкторской документации. Терминология. Конструкторская документация. Графические конструкторские документы. Текстовые конструкторские документы. Классификация конструкторских документов. Обозначения (шифры) конструкторских документов. Требования к выполнению графических конструкторских документов. Требования к выполнению текстовых конструкторских документов. Схемная документация. Виды и типы схем. Составляющие части схем. Правила выполнения электрических схем. Единая система технологической документации. Технологические документы. Стадии разработки технологической документации. Основные технологические документы	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Тема 3</b> Условия эксплуатации аппаратуры. Климатические факторы. Механические факторы. Радиационные факторы. Классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Стационарная микроэлектронная аппаратура (МЭА). Транспортируемая МЭА. Портативная МЭА. Значения воздействующих факторов на группы МЭА. Требования, предъявляемые к конструкции аппаратуры. Тактико-технические требования. Конструктивно-технологические требования. Эксплуатационные требования. Требования по надежности. Экономические требования. Показатели качества конструкции аппаратуры	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Тема 4</b> Защита от климатических воздействий среды. Влияние климатических факторов на конструкцию. Защитные покрытия. Герметизация элементов, узлов, устройств или всего прибора. Тепловой режим аппаратуры. Тепловой режим аппаратурного блока. Нормальный тепловой режим. Охлаждение аппаратуры. Теплоотвод кондукцией. Теплоотвод конвекцией. Принудительное воздушное охлаждение. Выбор способа охлаждения. Защита аппаратуры от воздействия влажности. Выпадение росы. Длительное воздействие высокой влажности. Защита аппаратуры. Металлические покрытия. Лакокрасочные покрытия. Защита от воздействия пыли. Герметизация аппаратуры	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>ЕСКД и ГОСТы для РКД и испытаний</b>	4	15	0
9 - 10	<b>Тема 5</b> Защита от механических воздействий. Виды механических воздействий на МЭА. Понятие виброустойчивости и	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		

	вибропрочности. Понятие жесткости и механической прочности конструкции. Конструкция как колебательная система. Амортизация конструкции МЭА. Схемы размещения амортизаторов. Прочность конструктивных элементов. Фиксация крепежных элементов. Срок службы конструкции. Защита аппаратуры от воздействия помех. Природа помех. Классификация помех. Способы снижения помех. Помехи в сигнальных проводниках	0	0	0
11 - 12	<b>Тема 6</b> Основные параметры надежности. Понятие надежности. Основные эксплуатационные свойства. Работоспособность и отказы. Количественные характеристики надежности. Безотказность изделий. Интенсивность отказов. Средняя наработка на отказ. Приработочные отказы. Период нормальной эксплуатации. Период износа. Вероятность безотказной работы МЭА. Структурная надежность аппаратуры. Количественные характеристики. Методы повышения надежности. Структурные методы повышения надежности. Повышение надежности резервированием. Постоянное резервирование. Резервирование замещением. Скользящее резервирование. Информационные методы повышения надежности МЭА. Расчет надежности МЭА	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Тема 7</b> Конструктивная иерархия аппаратуры. Модульный принцип конструирования. Уровни конструктивной иерархии. Принципы иерархического конструирования. Стандартизация при модульном конструировании. Базовый принцип. Модули нулевого уровня. Корпуса микросхем. Микросборки. Модули первого уровня. Модули второго уровня. Блоки стеллажного типа. Блоки книжной конструкции. Этажерочная компоновка блока. Модули третьего уровня	Всего аудиторных часов		
		1	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Тема 8</b> Организация производства радиоэлектронной аппаратуры. Современное предприятие. Производственный процесс. Принципы организации производственных процессов. Производственный цикл изготовления изделий. Производственная структура предприятия. Формы специализации цехов. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры. Основные понятия. Типы производства. Технологические процессы в производстве МЭА. Виды технологических процессов. Организация технологической подготовки производства. Основные задачи планирования технологической подготовки. Этапы разработки технологических процессов. Средства технологического оснащения производства МЭА	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозна</b>	<b>Полное наименование</b>
---------------	----------------------------

<b>чение</b>	
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>
	<i>2 Семестр</i>
	<p><b>Тема 1</b> Тема 1 Общие положения. Жизненный цикл изделий. Государственная стандартизация. Модели работ. Главные этапы работ. Научно-исследовательская разработка (НИР). Виды научно-исследовательских работ. Этапы НИР. Патентные исследования. Содержание патентных исследований. Порядок проведения патентных исследований. Выполнение НИР. Методы оценки научно-технической результативности НИР. Опытно-конструкторская разработка (ОКР). Подготовительный этап. Разработка ТЗ и договора на ОКР. Аванпроект или техническое предложение. Эскизное проектирование. Техническое проектирование. Разработка рабочей документации. Изготовление и настройка опытных образцов. Испытания опытных образцов. Приемка результатов ОКР. Постановка продукции на производство. Освоение производства изделий. Интегральный технический показатель качества изделия. Конструкторская подготовка производства. Технологическая подготовка производства. Отработка изделий на технологичность. Выбор оптимального варианта технологического процесса. Организационная подготовка производства. Ускорение организации производства. Особенности создания единичных и мелкосерийных изделий. Техническое задание. Стадии разработки конструкторской документации. Рабочая конструкторская документация. Изготовление и испытания изделий.</p>
	<p><b>Тема 2</b> Стандартизация конструкций. Основные понятия. Единая система конструкторской документации. Терминология. Конструкторская документация. Графические конструкторские документы. Текстовые конструкторские документы. Классификация конструкторских документов. Обозначения (шифры) конструкторских документов.</p>



	<p>Требования к выполнению графических конструкторских документов. Требования к выполнению текстовых конструкторских документов. Схемная документация. Виды и типы схем. Составляющие части схем. Правила выполнения электрических схем. Единая система технологической документации. Технологические документы. Стадии разработки технологической документации. Основные технологические документы</p>
	<p><b>Тема 3</b>  Условия эксплуатации аппаратуры. Климатические факторы. Механические факторы. Радиационные факторы. Классификация аппаратуры по условиям эксплуатации. Стационарная МЭА. Транспортируемая МЭА. Портативная МЭА. Значения воздействующих факторов на группы МЭА. Требования, предъявляемые к конструкции аппаратуры. Тактико-технические требования. Конструктивно-технологические требования. Эксплуатационные требования. Требования по надежности. Экономические требования. Показатели качества конструкции аппаратуры</p>
	<p><b>Тема 4</b>  Защита от климатических воздействий среды. Влияние климатических факторов на конструкцию. Защитные покрытия. Герметизация элементов, узлов, устройств или всего прибора. Тепловой режим аппаратуры. Тепловой режим аппаратурного блока. Нормальный тепловой режим. Охлаждение аппаратуры. Теплоотвод кондукцией. Теплоотвод конвекцией. Принудительное воздушное охлаждение. Выбор способа охлаждения. Защита аппаратуры от воздействия влажности. Выпадение росы. Длительное воздействие высокой влажности. Защита аппаратуры. Металлические покрытия. Лакокрасочные покрытия. Защита от воздействия пыли. Герметизация аппаратуры</p>
	<p><b>Тема 5</b>  Защита от механических воздействий. Виды механических воздействий на МЭА. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Понятие жесткости и механической прочности конструкции. Конструкция как колебательная система. Амортизация конструкции МЭА. Схемы размещения амортизаторов. Прочность конструктивных элементов. Фиксация крепежных элементов. Срок службы конструкции. Защита аппаратуры от воздействия помех. Природа помех. Классификация помех. Способы снижения помех. Помехи в сигнальных проводниках</p>
	<p><b>Тема 6</b>  Основные параметры надежности. Понятие надежности. Основные эксплуатационные свойства. Работоспособность и отказы. Количественные характеристики надежности. Безотказность изделий. Интенсивность отказов. Средняя наработка на отказ. Приработочные отказы. Период нормальной эксплуатации. Период износа. Вероятность</p>

	<p>безотказной работы МЭА. Структурная надежность аппаратуры. Количественные характеристики. Методы повышения надежности. Структурные методы повышения надежности. Повышение надежности резервированием. Постоянное резервирование. Резервирование замещением. Скользящее резервирование. Информационные методы повышения надежности МЭА. Расчет надежности МЭА</p>
	<p><b>Тема 7</b>          Конструктивная иерархия аппаратуры. Модульный принцип конструирования. Уровни конструктивной иерархии. Принципы иерархического конструирования. Стандартизация при модульном конструировании. Базовый принцип. Модули нулевого уровня. Корпуса микросхем. Микросборки. Модули первого уровня. Модули второго уровня. Блоки стеллажного типа. Блоки книжной конструкции. Этажерочная компоновка блока. Модули третьего уровня</p>
	<p><b>Тема 8</b>          Организация производства радиоэлектронной аппаратуры. Современное предприятие. Производственный процесс. Принципы организации производственных процессов. Производственный цикл изготовления изделий. Производственная структура предприятия. Формы специализации цехов. Основные понятия технологии производства аппаратуры. Технологические особенности радиоэлектронной аппаратуры. Основные понятия. Типы производства. Технологические процессы в производстве МЭА. Виды технологических процессов. Организация технологической подготовки производства. Основные задачи планирования технологической подготовки. Этапы разработки технологических процессов. Средства технологического оснащения производства МЭА</p>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются современные предметно-ориентированные и лично-ориентированные образовательные технологии. При проведении лекций используются наглядные формы демонстрации учебного материала в виде презентаций, а также выступление приглашенных сотрудников кафедры физики микро- и наносистем и других подразделений НИЯУ МИФИ, занимающихся исследованиями в области спектральных исследований конденсированных сред и наноструктур. Проведение семинаров предусматривает проведение дискуссий и выступления студентов с докладами по темам занятий

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-3	З-ПК-3	Э, УО-8
	У-ПК-3	Э, УО-8
	В-ПК-3	Э, УО-8
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-15
	У-ПК-9	Э, КИ-15
	В-ПК-9	Э, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает

			существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ К 15 Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации : учебно-методическое пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. ЭИ Е33 Единая система конструкторской документации : , , Б.м.: Б.и., 2004
3. 001 П88 Организация и планирование научных исследований и опытно-конструкторских разработок : Учеб.пособие для вузов, Пузыня К.Ф., Казанцев А.К., Барютин Л.С., М.: Высш. школа, 1989

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 621.38 М43 "Микроэлектроника-2015". Интегральные схемы и микроэлектронные модули: проектирование, производство и применение. : сборник докладов, 2016
2. 621.38 К65 Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : Учебник для вузов, ред. : В. А. Шахнов, М.: МГТУ, 2002

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

При изучении материалов презентации и лекций студенту необходимо концентрироваться на понимании и знании стадий и этапов разработки научной и технической

аппаратуры, основных требований государственных стандартов, регламентирующих этапы разработки и их документальное оформление, требований к оформлению технического задания на разработку, состава и правил оформления рабочей конструкторской документации, программ испытаний, ограничений, налагаемых нормативной документацией на условия применения, требований надежности и стандартизации.

Студенту при овладении материалом необходимо концентрироваться на достижении конечной цели - использовании полученных знаний при участии в разработках на различных стадиях и при сопровождении НИР и ОКР и уверенном владении терминологией и правилами, установленными государственными и отраслевыми стандартами, регламентирующими и определяющими процесс научно-технических разработок.

Планирование времени на самостоятельную работу лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями.

Контроль успеваемости, предусмотренный программой дисциплины, осуществляется путем тестирования, которое проводится 2 раза в семестр. Ответы на вопросы для текущего контроля должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

При изложении материалов необходимо концентрироваться на понимании и знании студентом стадий и этапов разработки научной и технической аппаратуры, основных требований государственных стандартов, регламентирующих этапы разработки и их документальное оформление, требований к оформлению технического задания на разработку, состава и правил оформления рабочей конструкторской документации, программ испытаний, ограничений, налагаемых нормативной документацией на условия применения, требований надежности и стандартизации.

При изложении материалов необходимо концентрироваться на достижении конечной цели – использовании студентом полученных знаний при участии в разработках на различных стадиях и при сопровождении НИР и ОКР и уверенном владении терминологией и правилами, установленными государственными и отраслевыми стандартами, регламентирующими и определяющими процесс научно-технических разработок.

С целью закрепления полученных навыков рекомендуется в качестве домашнего задания предложить студентам составить техническое задание на разработку какой-либо вещи из их бытового окружения, и программу испытаний этого предмета. В качестве работы над ошибками разобрать в аудитории написанный текст и внести исправления.

Контроль успеваемости, предусмотренный программой дисциплины, осуществляется путем тестирования, которое проводится 2 раза в семестр. Ответы на вопросы для текущего контроля должны показывать уверенное владение материалом из соответствующей темы.

Автор(ы):

Котковский Геннадий Евгеньевич, к.ф.-м.н.