

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
КОНСТРУИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

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	5	180	45	45	0		54	0	Э
3	4	144	16	48	0		44	0	Э
4	4	144	10	0	40		58	0	Э
Итого	13	468	71	93	40	133	156	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются основные требования к конструкторской документации, её состав, правила простановки размеров, назначения допусков и посадок, шероховатостей, знакомство с обрабатывающим оборудованием и перспективными технологиями конструирования и изготовления.

Данный курс тематически состоит из нескольких модулей:

1) рассматриваются особенности конструирования высоковольтных электровакуумных приборов (ЭВП). Изучаются основные виды и типы современных высоковольтных ЭВП. Даются представления об основных понятиях и свойствах плазмы. Изучаются основы физики пробойных явлений, характерных для высоковольтных ЭВП, принципы и методы повышения электрической прочности высоковольтных ЭВП, характеристики и свойства диэлектрических материалов, применяемых в высоковольтных ЭВП. Даются представления об основах физики работы современных высоковольтных ЭВП. Рассматриваются особенности конструктивных решений, применяемых в ЭВП, рассматриваются отдельные элементы и типовые узлы ЭВП, а также особенности материалов, применяемых для конструирования ЭВП. Отдельный раздел модуля посвящен изучению технологических процессов, характерных для производства современных высоковольтных ЭВП и особенностям современного технологического производственного оборудования. В курсе даются сведения об особенностях конструирования и производства ЭВП, содержащих радиоактивные вещества. Практические работы курса построены на базе использования современных САПР, и направлены на формирование комплексного представления и навыков о процессах и этапах конструирования современных высоковольтных ЭВП.

2) рассматриваются классификация и принципы работы электромеханических приборов автоматики (ЭМПА), изучаются физические и конструктивно-технологические основы разработки компонентов ЭМПА, дается представление о технологии изготовления узлов и приборов в целом, характеристиках и способах достижения требуемых параметров ЭМПА и методов контроля параметров ЭМПА.

3) рассматриваются микроэлектронные измерительные преобразователи, приводится классификация и основные этапы развития первичных измерительных преобразователей, дается представление о современном состоянии и общих вопросах разработки МИП и датчиков на их основе, технология изготовления МИП. Данный модуль дисциплины «Конструирование» (2) параллелен курсу «Микропроцессорная техника».

4) рассматривается разработка РЭА и реализация в производстве.

Потребность в радиоэлектронном средстве, предназначенном для решения конкретной задачи или ряда задач, приводит в действие механизм его создания, в основе которого – деятельность разработчика при участии заказчика, представляющая собой проектирование изделия. Сущность этого процесса – принятие инженерных решений, оказывающих непосредственное влияние на изготовление и использование изделий, а также на действие человека при их эксплуатации. Вся работа по конструированию нового изделия представляет собой процесс преобразования информации вплоть до реализации изделия в металле. Конструирование и технология производства являются частями сложного процесса разработки РЭА и не могут выполняться в отдельности, без учета взаимосвязей между собой и с другими этапами разработки, и определяют в конечном итоге общие потребительские свойства изделий

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Конструирование» является приобретение студентами знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для:

- Изготовления деталей и сборочных единиц
- Выпуска конструкторской документации по ЕСКД
- Проведения расчетов на взаимозаменяемость
- Проведения компоновочных работ
- Понимания основ конструирования и проектирования ЭВП, ЭМПА и МИП, технологиями и принципами их изготовления
- Использования инструментальных средств в различных системах автоматизированного проектирования.
- Обучение порядку разработки различных видов технической документации.
- Изучение влияния внешних факторов на работоспособность РЭА;
- Обеспечение электромагнитной совместимости, механической прочности, нормальных тепловых режимов и надежности изделий;
- Разработка библиотек РЭА в электротехнических САПР (используемых для сквозного проектирования кабелей и жгутов).
- Разработки проектной и конструкторской документации РЭС, применения особенностей производства к текущей РКД, обоснования соответствия характеристик конструкций и устройств требованиям технических заданий, требованиям безопасности, стандартов и других нормативных документов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Конструирование» относится к циклу курсов по разработке конструкторской документации в соответствии с государственными стандартными и технологическими возможностями производства.

При разработке конструкторской документации на изделия, необходимы знания технологий изготовления различными способами деталей и сборочных единиц (токарными, фрезерными, литьевыми, сварными и т.д.), требований государственных стандартов к конструкторской документации, навыки разработки компоновок изделий, а также основам взаимозаменяемости. Выполнение рабочих чертежей деталей, сборочных чертежей, спецификаций и других конструкторских документов.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить

	цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
--	---

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
экспертный			
Контроль качества конструирования электрофизической и электромеханической аппаратуры в атомной отрасли	Атомное ядро, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, электронные и электрофизические приборы, микропроцессорная техника и аппаратно-	ПК-14.1 [1] - Способен обеспечить контроль качества конструирования электрофизической и электромеханической аппаратуры в атомной отрасли <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, Анализ опыта: Контроль качества конструирования электрофизической и электромеханической аппаратуры в атомной отрасли	З-ПК-14.1[1] - Знать особенности контроля качества конструирования электрофизической и электромеханической аппаратуры в атомной отрасли; У-ПК-14.1[1] - Уметь контролировать качество конструирования электрофизической и электромеханической аппаратуры в атомной отрасли; В-ПК-14.1[1] - Владеть навыками контроля качества конструирования электрофизической и электромеханической аппаратуры в атомной отрасли

	программные устройства, электромеханические приборы.		
проектный			
Проведение расчетов и проектирования физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий	Атомное ядро, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, электронные и электрофизические приборы, микропроцессорная техника и аппаратно-программные устройства, электромеханические приборы.	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, Анализ опыта: Проведение расчетов и проектирования физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий	З-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
производственно-технологический			
Решение инженерно-физических и экономических задач с помощью пакетов прикладных программ	Атомное ядро, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ <i>Основание:</i>	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ;

	электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, электронные и электрофизические приборы, микропроцессорная техника и аппаратно-программные устройства, электромеханические приборы.	Профессиональный стандарт: 24.078, Анализ опыта: Решение инженерно-физических и экономических задач с помощью пакетов прикладных программ	У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач
инновационный			
Проектирование, создание и внедрение новых продуктов и систем и применение теоретических знаний в реальной инженерной практике	Атомное ядро, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов	ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, Анализ опыта: Проектирование, создание и внедрение новых продуктов и систем и применение теоретических знаний в реальной инженерной практике	З-ПК-13[1] - Знать математические методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов. ; У-ПК-13[1] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного анализа инновационных продуктов.;

	и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, электронные и электрофизические приборы, микропроцессорная техника и аппаратно-программные устройства, электромеханические приборы.		В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.
--	--	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (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	Первый раздел	1-8	24/24/0		25	КИ-8	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
2	Второй раздел	9-15	21/21/0		25	КИ-15	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-13,

							У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		45/45/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/24/0		25	КИ-8	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
2	Второй раздел	9-16	8/24/0		25	КИ-16	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1,

							3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/48/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
	<i>4 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	6/0/24		25	КИ-8	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
2	Второй раздел	9-12	4/0/16		25	КИ-12	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		10/0/40		50		
	Контрольные				50	Э	3-ПК-5,

	мероприятия за 4 Семестр						У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
--	--------------------------	--	--	--	--	--	--

* – 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:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	45	45	0
1-8	Первый раздел	24	24	0
1	Вступительная часть. Роль конструктора в создании продукта. Классическая схема предприятия. Основной продукт НИИ. ЕСКД. Общие положения ГОСТ 2.001-2013, термины и определения. Что относится к КД.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Виды и комплектность Классификация по ГОСТ 2.002-2013: - чертежи деталей; - сборочный чертеж; - габаритный чертеж; - упаковочный чертеж; - спецификация; - основной комплект конструкторской документации (КД). Последовательность выпуска КД.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Форматы, масштабы, общие правила выполнения чертежей. Типы линий. (сплошная, штриховая, разомкнутая и т.д.).	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	ГОСТ 2.305-2013 Виды, разрезы, сечения. Как формируются виды. Типы видов. Выносные сечения.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0

	Выносной элемент.	Онлайн		
		0	0	0
5	ГОСТ 2.109-2013 Основные требования к выполнению чертежа. Выполнение чертежей деталей, сборочных, габаритных чертежей. Чертежи доработки. Чертежи изделий, изготавливаемых в различных вариантах. Технические требования.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Резьба. ГОСТ 2.311- 68 Изображение резьбы. ГОСТ 27148-86 Изделия крепежные. Выход резьбы. Сбеги, недорезы и проточки. Выполнение резьбы накаткой.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Создание чертежа детали. Расположение видов на поле чертежа. Простановка размеров (необходимое и достаточное кол-во). Размеры. Размерные линии. Номинальные значения. Верхние и нижние пределы.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Допуска и посадки Предельные размеры. Отклонения. Допуска. Квалитет. Посадки. Система вал/отверстия.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	21	21	0
9	ГОСТ 8.147-2002 Единицы измерения физических величин Наименования, обозначения, определения и правила применения этих единиц.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Составление размерных цепей ОСТ 95 1072-93 Номинальный размер. Верхнее предельное отклонение. Нижнее предельное отклонение. Допуск.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Составление размерных цепей ОСТ 95 1072-93 Звено размерной цепи. База. Замыкающее звено. Увеличивающее звено. Уменьшающее звено. Линейная размерная цепь.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	ГОСТ 25142-82 шероховатость поверхности термины и определения Реальная поверхность. Параметры шероховатости. Наибольшая высота профиля. Средняя высота профиля.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Материалы Характеристики материалов оказывающие влияние на конструкцию. Стали, сплавы и не металлы.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Термообработка деталей. Гальванические покрытия. Термообработка для снятия напряжения для деталей из стали. Основа нанесения покрытия. Условия эксплуатации ГОСТ 9.005-72.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Детали по способу изготовления Токарные. Фрезерные. Гибочные. Литейные. Получаемые методом прессования. Получаемые при помощи аддитивных технологий.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

	3 Семестр	16	48	0
1-8	Первый раздел	8	24	0
1	Цели и задачи курса. Содержание курса. Основные виды и типы современных высоковольтных ЭВП (классификация), особенности их работы и технические характеристики. Требования, предъявляемые к ЭВП. Основные понятия и свойства плазмы. Взаимодействие плазмы с поверхностью. Основные положения вакуумной техники. Элементы электронной и ионной оптики. Вакуум как изолирующая среда. Вакуумный пробой. Вакуумная искра и вакуумная дуга. Пробой в вакууме по поверхности диэлектрика. Импульсный разряд в газе.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Основные материалы, применяемые в конструировании ЭВП, их свойства Вакуумные свойства материалов. Решение задач по основам вакуумной техники. Современные САПР для конструирования ЭВП.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Особенности конструктивных решений, применяемых в ЭВП. Отдельные элементы и типовые узлы ЭВП. Примеры. Решение задач по основам физики плазмы.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Геометрия поверхности электродов ЭВП и её влияние на электропрочность ЭВП. Принципы и методы повышения электрической прочности ЭВП. Методы расчёта и проектирования систем электронной и ионной оптики.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Технологические процессы, характерные для производства ЭВП. Особенности технологии производства ЭВП с радиоактивными веществами. Особенности технологического оборудования, применяемого для производства ЭВП. Современные ЭВП. Применение и значение ЭВП в современной технике.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Классификация и основные этапы развития электромеханических приборов автоматики. Типы ЭМПА. Функциональная классификация ЭМПА. Этапы развития отдельных конструктивных элементов ЭМПА.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Современные требования и общие вопросы разработки ЭМПА и их компонентов. Сравнительный анализ приборов различных поколений, на примере реле и включателей. Основные параметры приборов, рабочие токи напряжения, времена переключения. Оценка предельно-достижимых характеристик ЭМПА, на примере упругих элементов контактных пар и параметров электроприводов.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Физические и конструктивно-технологические основы разработки компонентов ЭМПА. Узловой состав приборов в соответствии с назначением ЭМПА. Физические принципы построения и требования к узлам ЭМПА. Конструкции основных узлов ЭМПА.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Технологические ограничения при реализации деталей и сборок узлов ЭМПА.			
9-16	Второй раздел	8	24	0
9	Технология изготовления узлов и приборов в целом. Конструкционные материалы, используемые при производстве ЭМПА. Основные технологии, применяемые при производстве деталей и сборок. Технологии создания контактных пар - как основного элемента ЭМПА. Технологии изготовления герметичных оболочек. Методы контроля герметичности.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Характеристики и способы достижения требуемых параметров ЭМПА. Электрические характеристики приводов. Основы методов расчета электроприводов ЭМПА. Электрические характеристики контактных систем и отдельных их элементов. Основы расчета стойкости к ВВФ. Особенности токовых нагрузок, коммутация и пропускание.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Методы контроля параметров ЭМПА. Технологическая приработка. Контроль герметичности. Проверка электрического сопротивления изоляции. Проверка стойкости и прочности к воздействию механических, температурных, климатических и иных факторов.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Классификация и основные этапы развития первичных измерительных преобразователей. Физические принципы функционирования измерительных преобразователей (сопротивление, ёмкость, частота, излучение и т.д.). Виды преобразуемых величин (давление, сила, ускорение, расход, влажность, температура и т.д.). Этапы развития и интеграции отдельных конструктивных элементов первичных преобразователей.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Современное состояние и общие вопросы разработки МИП и датчиков на их основе. Преимущества МИП по сравнению с традиционными преобразователями. Сравнительные характеристики МИП, основанных на разных принципах функционирования. Оценка предельно-достижимых характеристик МИП. Экономические аспекты разработки и изготовления МИП.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Физические и конструктивно-технологические основы разработки МИП. Анизотропия механических свойств монокристаллического кремния, пьезорезистивный эффект в кремнии. Расчёт и конструирование упругих элементов. Оптимизация формы и размеров упругого элемента для достижения оптимального сочетания метрологических и эксплуатационных характеристик МИП. Проектирование топологии МИП. Методы увеличения чувствительности, снижения погрешностей преобразования и повышения нагрузочной способности МИП.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Технология изготовления МИП.	Всего аудиторных часов		

	Конструкционные материалы, используемые при производстве МИП. Основные технологические операции микроэлектроники, применяемые при производстве МИП (фотолитография, окисление, диффузия, эпитаксия, травление, нанесение плёнок, металлизация, разделение пластин на кристаллы). Процессы микропрофилирования МИП при формировании упругих элементов. Технология сборки и корпусирования МИП. Технологическая приработка.	1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Характеристики МИП и методы их контроля. Метрологические характеристики (передаточная функция, диапазон измеряемых значений, диапазон выходных значений, нелинейность, гистерезис, воспроизводимость). Требования стойкости и прочности к воздействию механических, климатических и специальных факторов. Требования надёжности. Контроль герметичности. Проверка электрического сопротивления изоляции. Проверка стойкости и прочности к воздействию механических, температурных, климатических и иных факторов. Контроль метрологических характеристик и кратковременной стабильности.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>4 Семестр</i>	10	0	40
1-8	Первый раздел	6	0	24
1 - 4	Системный подход к конструированию РЭС Основные понятия и определения, системный анализ РЭС, классификация параметров РЭС.	Всего аудиторных часов		
		3	0	10
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 7	Разработка и постановка в производство РЭС Модели работ, главные этапы работ, понятие НИР, виды научно-исследовательских работ, этапы НИР, выполнение НИР, этапы опытно-конструкторской разработки, этапы подготовки производства на заводе-изготовителе, Отработка изделий на технологичность.	Всего аудиторных часов		
		2	0	10
		Онлайн		
		0	0	0
8	Стандартизация. Документооборот. Государственная стандартизация, Конструкторская документация, ЕСКД.	Всего аудиторных часов		
		1	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	Второй раздел	4	0	16
9 - 10	Проектирование конструкций РЭС различного уровня и функционального назначения Элементная база РЭС и история ее качественного развития, уровни разукрупнения РЭС, элементная и конструктивная база, базовый метод конструирования РЭС, факторы внешней среды и их дестабилизирующее влияние на параметры РЭС, Общие требования, предъявляемые к конструкциям РЭС, алгоритмы статистического анализа теории надежности, Расчет надежности РЭА. этапы проектирования конструкций РЭС при использовании систем автоматизированного проектирования	Всего аудиторных часов		
		2	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
11	Методы защиты РЭС от воздействия климатических	Всего аудиторных часов		

	факторов окружающей среды Влияние климатических факторов на конструкцию, защита РЭС, тепловой режим работы аппаратуры, защита аппаратуры от воздействия влажности, защита от воздействия пыли, защита от механических воздействий, виды механических воздействий на РЭА, защита аппаратуры от воздействия помех, природа помех, способы снижения помех, применение экранов в РЭА	1	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
12	Методы контроля и управления качеством Технологические операции регулировки и настройки, виды испытаний РЭС, эргономические требования, категории испытаний	Всего аудиторных часов		
		1	0	4
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
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 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>4 Семестр</i>
	Разработка конструкции микроконтроллера киберфизической системы Выполнение лабораторной работы
	Разработка конструкторской документации в системах автоматизированного проектирования для постановки РЭС в производство Выполнение лабораторной работы
	Моделирование киберфизических систем Выполнение лабораторной работы
	Разработка ПО для проектирования, протипирования и тестирования простых киберфизических систем Выполнение лабораторной работы

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и возможностями ФГУП "ВНИИА им. Н.Л. Духова" при изучении этой дисциплины широко используются активные и интерактивные методы обучения. В процессе проведения лекционных и практических занятий регулярно применяются: тестирование знаний студентов, совместное обсуждение ключевых вопросов курса, выполнение и разбор домашних заданий.

В процессе проведения лекционных и практических занятий регулярно применяются:

- тестирование знаний студентов;
- выполнение и разбор домашних занятий;
- знакомство с обрабатывающим оборудованием;
- знакомство с передовыми технологиями проектирования (3D-комната), передовыми технологиями, изготовления деталей (3D-принтеры);
- знакомство с автоматизированным процессом изготовления жгутов.

В процессе практических занятий, обсуждения вопросов выполнения домашнего задания, консультаций используются следующие интерактивные приемы и методы:

дискуссии;

метод «мозгового штурма»;

метод обсуждения конкретных ситуаций (case-study), организуемый в виде работы малых групп.

Применение этих методов позволяет обеспечить максимально полное вовлечение всех обучаемых в образовательный процесс, сделать их заинтересованными и мотивированными участниками образовательной деятельности.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)	Аттестационное мероприятие (КП 3)
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-13	З-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-14.1	З-ПК-14.1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-14.1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-14.1	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
УК-2	З-УК-2	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-УК-2	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-УК-2	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12

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:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических указаний для студентов – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Учебно-методические материалы выдаются преподавателем в электронном виде. Они должны активно использоваться при подготовке к каждому практическому занятию, к текущему и рубежному контролю успеваемости.

Для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно выдаваемой в электронном виде, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

При изучении дисциплины следует помнить, что лекционные занятия являются направляющими в большом объеме научного материала. Большую часть знаний студент должен набирать самостоятельно из учебников и научной литературы.

Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Для подготовки к лабораторным занятиям обучающемуся необходимо повторить вопросы, рассмотренные в лекционном материале, и которые будут рассмотрены на занятии, а также со списком основной и дополнительной литературы. Необходимо помнить, что правильная полная подготовка к занятию подразумевает прочтение не только лекционного материала, но и учебной литературы. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. Необходимо попытаться самостоятельно найти новые данные по теме занятия в научных и научно-популярных периодических изданиях и на авторитетных сайтах. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересные или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Подготовку к экзамену необходимо начинать заранее. Следует проанализировать научный и методический материал учебников, учебно-методических пособий, конспекты лекций. Знать формулировки терминов и уметь их четко воспроизводить. Ответы на вопросы из примерного перечня вопросов для подготовки к экзамену лучше обдумать заранее. Ответы построить в четкой и лаконичной форме.

На экзамене обучающийся оценивается по следующим критериям, представленным далее.

Оценка неудовлетворительно (менее 30 баллов) ставится, если студент 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.

Оценка удовлетворительно (30-34 баллов) ставится, если студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка хорошо (35-44 баллов) ставится, если студент твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка отлично (45-50 баллов) ставится, если студент 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.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие положения

1.1 При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

уточняет планы практических (семинарских, лабораторных) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

2.1. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.1.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.1.2. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.2. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.2.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.2.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2.3. Рекомендации по подготовке и проведению лабораторных работ:

2.3.1.Лабораторная (практическая) работа - это такой метод обучения, при котором обучающиеся под руководством преподавателя и по заранее намеченному плану проделявают опыты или выполняют определенные практические задания и в процессе их воспринимают и осмысливают новый учебный материал.

2.3.2.Проведение лабораторных работ включает в себя следующие методические приемы:

- постановку темы занятий и определение задач лабораторно-практической работы;
- определение порядка лабораторно-практической работы или отдельных ее этапов;
- непосредственное выполнение лабораторно-практической работы учащимися и контроль преподавателя за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;
- подведение итогов лабораторно-практической работы и формулирование основных выводов.

2.3.3 Преподаватель проверяет результаты выполнения лабораторной работы, оформленной учащимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются соответствующими рекомендациями, приведенными в лабораторном практикуме дисциплины.

2.3.5. Оценки за выполнение лабораторной работы являются показателями текущей успеваемости учащихся по учебной дисциплине.

2.4. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.4.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.4.2.По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и итоговая аттестация.

2.4.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лабораторным и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.4.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и конце семестра.

2.4.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём экзамена и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Берестов Александр Васильевич, к.соц.н., доцент

Токарев Антон Николаевич