

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 ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВЫ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.01 Приборостроение

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
8	2	72	24	24	0		24	0	3 КП
Итого	2	72	24	24	0	0	24	0	

## АННОТАЦИЯ

Раскрывается место и роль ядерного приборостроения в атомной энергетике и промышленности. Рассматриваются: понятие - ядерные измерительно-информационные технологии; классификация приборов, аппаратурных комплексов и систем, входящих в ядерное приборостроение. Даётся характеристика объектам измерений, контролируемым параметрам и измеряемым величинам. Рассматриваются: определение и обобщенная структура средства измерения ионизирующего излучения. Изучаются основные методы измерений ионизирующих излучений. Изучаются методы спектрометрических и радиометрических методов измерений альфа, бета, гамма и нейтронного излучений. Рассматриваются методы построения радиометров объемной активности радиоактивных газов и аэрозолей, объемной активности жидких сред и др. Рассматриваются методы построения спектрометров альфа, бета, гамма и нейтронного излучений. Даётся анализ особенностей построения аппаратуры в зависимости от объекта назначения. Рассматриваются основные факторы определяющие неопределенность измерений, физические ограничения точности измерений и способы минимизации неопределенности измерений. Рассматриваются практические методы метрологического обеспечения средств измерений ионизирующего излучения для каждого вида излучения. Рассматриваются основные типы аппаратурных комплексов и систем используемых в настоящее время на объектах использования атомной энергии для измерений ионизирующего излучения. Рассматриваются основные процессы разработки, серийного производства, испытаний и сертификации изделий ядерного приборостроения.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение методам построения аппаратуры ядерного приборостроения: радиометров, дозиметров, спектрометров и систем на их основе.

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

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях, навыках и компетенциях, полученных при изучении дисциплин о взаимодействии ионизирующего излучения с веществом; физических принципах работы основных радиометрических, дозиметрических и спектрометрических приборов; схемотехнических решениях преобразователей сигналов; статистической обработке результатов измерений; метрологии, стандартизации и сертификации.

### 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
организационно-управленческий			
Разработка организационных схем, стандартов и процедур процесса производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей	Стандарты, производственные процессы производства интеллектуальных измерительных приборов и систем в области ядерного приборостроения	<p>ПК-12 [1] - Способен осуществлять разработку организационных схем, стандартов и процедур процесса производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.053</p>	<p>3-ПК-12[1] - знать организацию производства на предприятиях отрасли, техническую базу производства; знать основы современной системы менеджмента качества и требования технического контроля выпускаемой продукции. ;</p> <p>У-ПК-12[1] - уметь планировать деятельность приборостроительного предприятия; уметь организовывать процесс производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей. ;</p> <p>В-ПК-12[1] - владеть навыками разработки организационных схем, стандартов и процедур процесса производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей.</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий,

		организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (В20)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного колLECTИВИЗМА в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной

	коллективной проектной деятельности (В22)	<p>работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного колlettивизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (В41)	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданный методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-</p>

		<p>физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства при разработке комплексных технических систем (В42)	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданный методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и</p>

		<p>подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.</p>
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданный методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и</p>

		систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.
--	--	---

## 5. 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>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	12/12/0		25	КИ-8	3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12
2	Второй раздел	9-15	12/12/0		25	КИ-15	3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/24/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	3, КП	3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12

\* – 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
З	Зачет
КП	Курсовой проект

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	24	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	12	12	0
1	<b>Введение в ядерное приборостроение. Основные измеряемые величины.</b> Классификация приборов для измерения ионизирующего излучения. Основные измеряемые величины, характеризующие поле и источник ионизирующего излучения. Основные измеряемые дозиметрические величины. Варианты геометрии облучения. Геометрия измерения индивидуальной дозы. Средства измерения ионизирующего излучения. Методы измерения ионизирующего излучения. Общая структура измерительного прибора. Нормируемые метрологические характеристики измерительного прибора. Погрешности измерений.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	0
2 - 3	<b>Радиометры. Основные методы радиометрических измерений.</b> Радиометры. Основные подгруппы радиометров. Методы радиометрических измерений. Радиометры измерения удельной поверхностной активности. Радиометры объемной активности жидких сред. Методы измерения объемной активности жидких сред. Типы детекторов, используемых при построении блоков детектирования радиометров жидкости. Радиометры газов и аэрозолей. Основные особенности измерения объемной активности ИРГ и аэрозолей. Методы измерения ОА трития и радона. Задачи и особенности радиационного контроля трития. Контроль объемной активности радона и торона. Измерение объемной активности аэрозолей. Общая структура метода измерения. Измерение объемной активности паров йода (131I). Примеры реализации блоков детектирования для измерения ОА в различных средах.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	0
4 - 5	<b>Дозиметрические приборы. Основные измеряемые величины.</b> Основные понятия дозиметрии. Переход от экспозиционной дозы к поглощенной. Расчет поглощенной дозы по интенсивности и плотности потока излучения. Расчет дозы, создаваемой параллельным моноэнергетическим потоком $\gamma$ -квантов. Расчет дозы от точечного $\gamma$ -источника со сложным спектром. Расчет дозы	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	0

	от источника $\beta$ -излучения. Особенности биологической дозиметрии. Эквивалентная доза (ЭД). Эффективная доза. Групповые дозы. Дозиметрические приборы. Требования, предъявляемые к дозиметрическому блоку детектирования. Типы дозиметров. Структурные схемы построения измерительного тракта. Практическая реализация дозиметрических приборов.									
6 - 7	<p><b>Спектрометры и спектрометрические установки. Основные характеристики.</b></p> <p>Спектрометры. Основные типы спектрометров.</p> <p>Спектрометры энергии. Методы построения спектрометров энергии. Спектрометры с линейным преобразованием энергии в амплитуду. Обобщенная структура спектрометра энергии. Семейство процессоров импульсных сигналов SBS-77, SBS-78, SBS-79. Принцип формирования аппаратурного спектра на примере спектрометра энергии. Основные характеристики спектрометров энергии. Эффективность регистрации.</p> <p>Мертвое время спектрометра. Разрешающая способность.</p> <p>Методы определение положения пика и его площади.</p> <p>Особенности построения спектрометров энергии <math>\gamma</math>-излучения. Спектрометр энергии с исключением неоднозначности реакции детектора. Спектрометр комптоновского вычитания. Спектрометры нейтронов.</p> <p>Построение спектрометров <math>\alpha</math>-частиц. Построение спектрометров <math>\beta</math>-излучения. Нормируемые параметры спектрометров энергии.</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Онлайн</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	3	3	0	0	0	0		
3	3	0								
0	0	0								
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	12	12	0						
9 - 10	<p><b>Радиационная безопасность человека. Основные положения.</b></p> <p>Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.</p> <p>Термины и определения. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010. Методические основы обеспечения радиационной безопасности персонала</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Онлайн</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	3	3	0	0	0	0		
3	3	0								
0	0	0								
11 - 12	<p><b>Системы ядерного приборостроения в энергетике</b></p> <p>Модель взаимодействия технологического и информационно-управляющего сегментов ядерной технологии. Особенности Реакторной Установки как объекта контроля и управления. Функциональная зависимость генерации радиационных факторов энергоблока с ВВЭР. Основные информационно-измерительные и управляющие функции систем ядерного приборостроения на примере ВВЭР. Режимы работы реактора. Структура АСУ ТП АЭС ВВЭР. Функции Управляющей Системы Безопасности (УСБ). Структура управляющей системы безопасности. Функции Системы Контроля, Управления и Диагностики (СКУД). Структура Системы, Контроля Управления и Диагностики. Система внутриреакторного контроля (СВРК). Детекторы прямого заряда (ДПЗ). Сборки внутриреакторных детекторов (СВРД). Система внутриреакторной шумовой диагностики</p>	<p>Всего аудиторных часов</p> <table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>Онлайн</p> <table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	3	3	0	0	0	0		
3	3	0								
0	0	0								

	(СВРШД). Система виброшумовой диагностики (СВШД). Система обнаружения течей теплоносителя в первом контуре (СОТТ-1). Система обнаружения течей теплоносителя во втором контуре (СОТТ-2). Система комплексного анализа (СКА)			
13 - 14	<b>АСРК и АСКРО – структуры и принципы построения</b> Проектирование аппаратуры. Принципы оптимизации проектирования. Показатели качества аппаратуры и методы их обеспечения. Условия эксплуатации, надежность аппаратуры. Основы организации разработки и производства аппаратуры. Основные этапы создания аппаратуры. Система обеспечения качества разработки и производства. Сертификация изделий ядерного приборостроения. Информационно-измерительные системы радиационного контроля (ИИСРА). Структурная схема управления радиационным состоянием системы АЭС – окружающая среда. Структурная схема организации радиационного контроля. Радиационный контроль объекта. Принципы построения и задачи решаемые АСРК. Приборное обеспечение радиационно-экологического мониторинга ядерных объектов. Основные радионуклиды в составе выбросов и сбросов радиационных и ядерных объектов. Модели распространения р/а в окружающей среде. Аппаратурная реализация АСКРО	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Метрология, надежность, организация производства ЯП, стандартизация</b> Метрологическое обеспечение измерений ионизирующего излучения. Государственная поверочная схема — система передачи единиц измерения физических величин. Образцовые источники, различных типов. Погрешности измерительных приборов. Метрологические операции. Методы градуировки приборов. Прямой метод. Схема градуировочной установки. Косвенный метод. Поверочное оборудование. Разработка аппаратуры. Принципы оптимизации разрабатываемой аппаратуры. Качество приборов. Условия эксплуатации, надежность аппаратуры. Воздействующие факторы. Устранение (компенсация) влияния внешних воздействий. Надежность аппаратуры. Основные параметры надежности аппаратуры ядерного приборостроения. Повышение надежности аппаратуры методом резервирования. Производство аппаратуры. Сертификация изделий. Сертификация средств измерений. Международная стандартизация приборостроения. Основные стадии разработки аппаратуры. Виды испытаний аппаратуры. Виды и назначение приемочных испытаний. Жизненный цикл изделия. Ядерные информационно-измерительные технологии (ЯИИТ)	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	<b>Практическое занятие №1</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Введение в ядерное приборостроение. Основные измеряемые величины", выполнение входного тестирования.
3 - 4	<b>Практическое занятие №2</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Радиометры. Основные методы радиометрических измерений". Проверка усвоения предыдущего материала (тест 1)+устное обсуждение вопросов. Знакомство с радиометрическими приборами, получение навыков работы с прибором.
5 - 6	<b>Практическое занятие №3</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Дозиметрические приборы. Основные измеряемые величины." Проверка усвоения предыдущего материала (тест 2-3)+устное обсуждение вопросов. Знакомство с дозиметрическими приборами, получение навыков работы с прибором.
7 - 8	<b>Практическое занятие №4</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Спектрометры и спектрометрические установки. Основные характеристики." Проверка усвоения предыдущего материала (тест 4-5)+устное обсуждение вопросов. Знакомство со спектрометрическими приборами, получение навыков работы с прибором.
9 - 10	<b>Практическое занятие №5</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Радиационная безопасность человека. Основные положения." Проверка усвоения предыдущего материала (тест 4-5)+устное обсуждение вопросов. Разбор примера получения СЭЗ
11 - 12	<b>Практическое занятие №6</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Системы ядерного приборостроения в энергетике". Проверка усвоения предыдущего материала (тест 6)+устное обсуждение вопросов.
13 - 14	<b>Практическое занятие №7</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "АСРК и АСКРО – структуры и принципы построения". Проверка усвоения предыдущего материала (тест 7)+устное обсуждение вопросов.
15 - 16	<b>Практическое занятие №8</b> Разбор теоретического материала занятия по темам "Метрология, надежность, организация производства ЯП, стандартизация". Проверка усвоения предыдущего материала (тест 8)+устное обсуждение вопросов.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках освоения дисциплины предусматривается: разбор конкретных ситуаций и практических примеров, связанных с выполнением НИОКР и эксплуатацией конкретных видов аппаратуры и оборудования ядерного приборостроения. Предусматривается посещение ведущего предприятия ГК Росатом – разработчика основных типов приборов и систем ядерного приборостроения.

## 7. 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-12	З-ПК-12	З, КП, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-12	З, КП, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-12	З, КП, КИ-8, 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 – «отлично»	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 – «хорошо»	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 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической
60-64			

			последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	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.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ R13 Radiation Detectors for Medical Applications : , , Dordrecht: Springer Netherlands,, 2006
2. ЭИ S47 Sensors and Instrumentation, Volume 5 : Proceedings of the 34th IMAC, A Conference and Exposition on Structural Dynamics 2016, , Cham: Springer International Publishing, 2016
3. ЭИ Р 32 Регистрация ядерных излучений в прикладных задачах : Лабораторный практикум в двух частях, Шустов А.Е. [и др.], : ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД", 2019
4. 53 К17 Руководство по решению задач по физике «Колебательное движение. Молекулярная физика и термодинамика. Элементы статистической физики» : учебное пособие, Калашников Н.П., Ольчак А. С., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
5. 539.1 Я34 Ядерное приборостроение Т.1 Приборы для измерения ионизирующих излучений, , М.: Восточный горизонт, 2005
6. 539.1 Я34 Ядерное приборостроение Т.2 Измерительные системы. Т.3: Производство аппаратуры, , Москва: Восточный горизонт, 2005

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

### **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. Приступая к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться с целями и задачами дисциплины, содержанием рабочей программы дисциплины, рекомендуемыми литературными источниками, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

### **2. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям.**

2.1. Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Поэтому студентам, пропустившим занятия, необходимо самостоятельно проработать тему.

2.2. Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется вести конспект лекций. Конспектирование представляет собой сжатое и свободное изложение наиболее важных, кардинальных вопросов темы, излагаемой в лекции.

2.3. Перед очередной лекцией следует просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции и прорабатывать учебный материал лекции по учебнику и учебным пособиям для успешного освоения материала.

2.4. Возникающие вопросы и непонятные моменты можно записывать в конспект, чтобы спросить о них у преподавателя на лекции.

### **3. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.**

3.1. Практические занятия служат для закрепления изученного теоретического материала. Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

3.2. При подготовке к практическим занятиям следует проработать теоретический материал по рекомендованным литературным источникам, внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному практическому занятию.

3.3. В ходе практических занятий давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

### **4. Самостоятельная работа обучающихся**

4.1. 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.

4.2. Обучающимся следует руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочим планом дисциплины и выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельной работы, и представлять их в установленный срок.

### **5. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине.**

5.1. Аттестация по дисциплине основана на балльно-рейтинговой системе, которая включает текущий контроль успеваемости, рубежный контроль в семестре и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины.

5.2. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, для чего могут быть использованы различные проверочные задания. Прохождение контрольных рубежей проводится в середине и в конце семестра и может осуществляться в виде контрольных работ, письменных опросов и т.д. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сдачу экзамена и курсового проекта. При подготовке к промежуточной аттестации необходимо по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал и внимательно изучить материал лекций, соответствующий вопросам, выносимым на аттестацию.

5.3. Темы курсового проекта выдает преподаватель. Курсовый проект (при наличии) выполняется студентами самостоятельно и сдается в конце курса.

## **11. 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 наполнение лекций и 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 лекций:**

2.1.1. Цель лекции - организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. При этом лекционный материал рекомендуется постоянно актуализировать (вносить замечания, дополнения, пояснения и т.д.).

2.1.2. К типичным структурным элементам лекции относятся: вступление, основная часть, заключение. В начале лекции преподаватель называет тему лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, указывает основную и дополнительную литературу и главы и параграфы в ней, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

2.1.3. Рекомендуется максимально использовать наглядные пособия и технические средства обучения. Для этого разрабатываются презентации. Каждый слайд должен содержать основные положения и сопровождаться дополнительными примерами и пояснениями преподавателя.

#### **2.2. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:**

2.2.1. 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.

2.2.2. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется выполнение расчетно-графических работ студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка заданий осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию студентов при конспектировании лекционного материала.

### 2.3. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.3.1. 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.

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

### 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 промежуточная аттестация.

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

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

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

2.4.6. Темы курсового проекта выдает преподаватель. Курсовой проект (при наличии) выполняется студентами самостоятельно и преподаватель принимает сдачу курсового проекта в конце семестра.

Автор(ы):

Тюрин Евгений Михайлович

Чебышов Сергей Борисович, д.т.н.

