

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

**УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО
ИЗЛУЧЕНИЯ**

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
7	4	144	32	16	16		35	0	Э
Итого	4	144	32	16	16	0	35	0	

АННОТАЦИЯ

В первой части представлены физические принципы регистрации ядерных излучений детекторами различных видов: газоразрядными, сцинтилляционными, твердотельными кристаллическими и полупроводниковыми, а также применение пороговых черенковских детекторов. Проанализированы особенности регистрации излучений и конструкция детекторов, работающих в разных областях вольт – амперной характеристики. Большое внимание уделено областям применения детекторов. В второй части представлены принципы измерения энергии ядерных излучений и работы спектрометров. Значительное внимание уделено анализу основных характеристик спектрометров ядерных излучений: функции отклика, разрешения и разрешающей способности, светосилы. Проанализированы основные принципы работы спектрометров полного поглощения, особенности однокристалльных и многокристалльных спектрометров, их характеристики и конструкции. Определены области их применения и получающиеся при этом характеристики.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются получение студентами знаний основных методов регистрации различных видов излучений, спектрометрии и дозиметрии излучений, знакомство студентов с устройством, физическими принципами действия, основными характеристиками и областями применения детекторов, спектрометров и дозиметров, развитием навыков работы с детекторами ядерных излучений а также с детекторами и спектрометрами излучений. Особое внимание в курсе уделяется освоению практических навыков работы на современной аппаратуре, используемой для решения научных и практических задач в области прикладной ядерной физики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при изучении математических и естественно-научных курсов, а также ядерной физики. Студенты должны уметь составлять и решать интегральные и дифференциальные уравнения, понимать и уметь строить функциональные и принципиальные схемы электронных устройств, уметь применять знания физики взаимодействия излучения с веществом для моделирования детекторов излучения. Студенты должны быть готовы применить полученные знания при изучении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин в процессе проведения лабораторных работ по дисциплине

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
проектно-конструкторский			
Определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемых интеллектуальных измерительных приборов и систем в области ядерного приборостроения	интеллектуальные измерительные системы, ядерно-физические, электрофизические приборы и устройства	<p>ПК-14.1 [1] - Способен осуществлять проектирование и конструирование ядерно-физических, электрофизических, механических блоков, узлов и деталей интеллектуальных измерительных систем в области ядерного приборостроения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-14.1[1] - знать методы регистрации физических и ядерно-физических процессов, принципы проектирования и конструирования ядерно-физических, электрофизических, механических блоков, узлов и деталей, конструктивные особенности интеллектуальных измерительных систем.</p> <p>;</p> <p>У-ПК-14.1[1] - уметь определять условия и режимы эксплуатации, выбирать оптимальные конструктивные решения и обосновывать свой выбор, разрабатывать модели конструкций составных частей интеллектуальных измерительных систем в области ядерного приборостроения. Уметь работать с современной измерительной техникой.;</p> <p>В-ПК-14.1[1] - владеть средствами для разработки и проектирования интеллектуальных измерительных систем в области ядерного приборостроения.</p>

производственно-технологический			
Проведение прикладных исследований в соответствии с рабочими планами; наладка, регулирование и проведение экспериментальных измерений на установках и стендах	интеллектуальные измерительные системы, ядерно-физические, электрофизические приборы и устройства	<p>ПК-14.2 [1] - Способен проводить расчетные исследования и экспериментальные измерения характеристик ядерно-физических процессов при эксплуатации и создании интеллектуальных измерительных систем, содержащих устройства генерации и детектирования ионизирующего излучения.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-14.2[1] - знать основы ядерной физики и физики взаимодействия ядерного излучения с веществом, методы обработки результатов физического эксперимента, методы регистрации и генерации ионизирующего излучения, а также нормы и правила производственной, радиационной безопасности и электробезопасности.;</p> <p>У-ПК-14.2[1] - уметь проводить расчетные исследования и решать прикладные задачи в области ядерной физики. Уметь получать и анализировать информацию. Уметь эксплуатировать экспериментальные установки и стенды в безопасных режимах;</p> <p>В-ПК-14.2[1] - владеть математическим аппаратом, позволяющим решать задачи в области ядерной физики, а также владеть методиками измерения, получения и обработки информации от ядерно-физических приборов и устройств.</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия

	<p>профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (В41)</p>	<p>ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным 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 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>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<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 заданным 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>
--	--	---

5. 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>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/8		25	КИ-8	З-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, З-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2
2	Второй раздел	9-16	16/8/8		25	КИ-16	З-ПК-14.1, У-ПК-14.1,

							В-ПК-14.1, 3-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-14.1, У-ПК-14.1, В-ПК-14.1, 3-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2

* – 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>7 Семестр</i>	32	16	16
1-8	Первый раздел	16	8	8
1	Детекторы ядерных излучений в приборостроении Физические основы методов регистрации ядерных излучений. Классификация детекторов.. Ионизация газов. Движение электронов и ионов в газах. Процесс ионизации газов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Интегральные и импульсные ионизационные камеры ИнтегрПринцип работы ионизационных камер. Вольтамперная характеристика. Ток насыщения. Уравнение интегральной ионизационной камеры. Учет рекомбинации и диффузии. Устройство ионизационных камер. Схема включения. Области применения и особенности конструкции: ионизационных камер для регистрации различных видов излучения. альные и импульсные ионизационные камеры	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Газоразрядные детекторы Пропорциональные газоразрядные детекторы Определение области самостоятельного разряда. Ударная ионизация. Коэффициент ударной ионизации, механизм газового усиления. Коэффициент газового усиления для плоского и цилиндрического детекторов. Полное газовое усиление. Условие перехода самостоятельного разряда в самостоятельный. Механизм образования импульса. Форма, амплитуда и	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	длительность импульса. Схемы включения. Амплитудное разрешение. Особенности конструкций и области применения пропорциональных детекторов. Детекторы с самостоятельным разрядом. Определение области самостоятельного разряда, Механизм и способы гашения разряда, роль газового состава. Самогасящиеся счетчики. Характеристики самогасящихся счетчиков: форма, амплитуда и длительность импульса, мертвое время, время восстановления и разрешающее время. Рабочая характеристика. Низковольтные счетчики. Срок службы. Эффективность регистрации излучений; Конструкции счетчиков. Особенности применения счетчиков с самостоятельным разрядом при решении практических задач в области прикладной ядерной физики.			
4 - 5	Сцинтилляционные детекторы ядерных излучений. Принцип действия и устройство сцинтилляционных детекторов. Механизм люминесценции вещества под действием излучения. Сцинтилляторы, их характеристики. Конверсионная эффективность. Время высвечивания. Механизм высвечивания сцинтилляторов. Типы сцинтилляторов. Сборка сцинтилляционного детектора.. Фотоумножители.. Общие характеристики сцинтилляционных детекторов: форма и амплитуда импульса, амплитудное и временное разрешение, отношение сигнал-шум, энергетический эквивалент шума, эффективность регистрации излучений. Особенности применения сцинтилляционных детекторов при регистрации заряженных частиц, электронов и гамма-излучения.	Всего аудиторных часов		
		4	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
6	Полупроводниковые детекторы Принцип действия и устройство полупроводниковых детекторов. Физические процессы в детекторе. Собственная и примесная проводимости. Способы уменьшения электропроводности. Однородные ППД, их характеристики. ППД с р-п-переходами. Свойства р-п-переходов, Ширина обедненной области. Емкость р-п-перехода. Типы ППД. Области применения и особенности регистрации излучений; полупроводниковыми детекторами.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Детекторы нейтронов Принцип действия и устройство детекторов нейтронов. Ядерные реакции, используемые для регистрации нейтронов. Регистрация медленных нейтронов. Борные детекторы. Скорость протекания ядерной реакции в борном детекторе. Счетчики с гелием. Регистрация медленных нейтронов сцинтилляционными и полупроводниковыми детекторами. Регистрация быстрых нейтронов. Импульсные ионизационные камеры для регистрации быстрых нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		4	2	4
		Онлайн		
		0	0	0

	Особенности регистрации нейтронов с использованием ядерных реакций деления. Регистрация нейтронов по наведенной; активности. Особенности активационного метода регистрации нейтронов. Пороговые и резонансные активационные детекторы.			
9-16	Второй раздел	16	8	8
9	Введение. Предмет ядерной спектрометрии. Физические основы методов спектрометрии. Прикладные задачи, решаемые методами ядерной спектрометрии.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Спектрометр, его основные характеристики Определение спектрометра Понятие истинного и аппаратного спектров, функция отклика детектора, физический смысл функции отклика. Задача восстановления спектра и обратная задача, влияние временных факторов на функцию отклика. Спектральная линия и аппаратная форма линии энергетическое разрешение спектрометра. Эффективность спектрометра. Динамический диапазон. Структурная схема спектрометра.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Ионизационные методы спектрометрии Использование ионизационных камер для спектрометрии заряженных частиц. Сферическая ионизационная камера; связь пробега альфа-частицы с энергией. Импульсные ионизационные камеры сеткой. Причины, влияющие на разрешающую способность. Виды излучений и особенности их спектрометрии при помощи ионизационных камер. Спектрометрия ионизирующих излучений с помощью пропорциональных счетчиков. Основные характеристики пропорционального счетчика как спектрометрического датчика. Методы измерения спектра рентгеновского излучения с помощью пропорциональных счетчиков.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Сцинтилляционные методы спектрометрии заряженных частиц и гамма-квантов Особенности взаимодействия с веществом сцинтиллятора альфа-, бета-, гамма- и нейтронного излучений. Преимущества и недостатки сцинтилляционных детекторов. Энергетическое и временное разрешения сцинтилляционных датчиков. Пропорциональность амплитуды световой вспышки энергии регистрируемой частицы. Зависимость линейного коэффициента поглощения гамма-излучения от энергии гамма-квантов. Форма линии в сцинтилляционном гамма-спектрометре. Пик полного поглощения. Асимметрия пика, утечка электронов и рентгеновского характеристического излучения. Комптоновское распределение. Теоретическая форма спектра. Аппаратурная форма линии при комптоновском распределении. Пик обратного рассеяния. Характеристическое рентгеновское излучение из конструкционных материалов. Фотоэффективность спектрометра. Фоточасть спектра.	Всего аудиторных часов		
		4	2	4
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>Полная эффективность спектрометра. Аппаратурная линия при энергии гамма- квантов более 1.5 МэВ. Анни-гиляция позитрона. Пик утечки и пик полного поглощения. Зависимость площади под всеми пиками от размеров кристалла и энергии гамма-излучения. Аппаратурная линия при каскадных переходах. Калибровка спектрометра.</p> <p>Многокристалльные спектрометры. Спектрометр с защитным сцинтиллятором на антисовпадениях. Комптоновский спектрометр. Парный спектрометр. Спектрометр полного поглощения.</p> <p>Факторы, определяющие разрешающую способность сцинтилляционного бета-спектрометра. Эффективность сцинтилляционного однокристалльного спектрометра к заряженным частицам. Особенности спектрометрии заряженных частиц сцинтилляци-онным методом. Области применения сцинтилляционных спектрометров для научных исследова-ний и в народном хозяйстве.</p>			
14	<p>Полупроводниковые методы спектрометрии ионизирующих излучений.</p> <p>Преимущества и недостатки полупроводниковых спектрометров.</p> <p>Преимущества и недостатки полупроводниковых спектрометров. Пропорцио-нальность амплитуды сигнала числу пар носителей заряда и энергии поглощаемого излучения, разрешение полупроводникового спектрометра : факторы, влияющие на разрешение (обратное смещение, величина обедненного слоя, температура). Градуировка спектрометра</p>	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<p>Спектрометры заряженных частиц.</p> <p>Полупроводниковые бета-спектрометры, влияние обратного рассеяния бета-частиц на аппаратурную линию, разрешение. Применение кремниевых и германиевых детекторов.</p> <p>Полупроводниковые спектрометры гамма-излучения. Преимущества по сравне-нию со сцинтилляционными спектрометрами, энергетическое разрешение. Особенно-сти проведения эксперимента. Требования к детекторам. Выбор детекторов в зависимости от энергии гамма-излучения. Радиационные повреждения и их влияние на спектрометрические свойства полупроводниковых детекторов. Способы уменьшения вклада от комптоновского распределения в аппаратурном спектре импульсов. Спектрометр с защитой по антисовпадениям. Комптоновский спектрометр, парный спектрометр. Области применения полупроводниковых спектрометров для науч-ных исследований и в народном хозяйстве.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	<p>Методы спектрометрии нейтронов</p> <p>Метод ядер отдачи. Радиатор. Регистрация нейтронов фото эмульсиями и телескопами. Метод ядерных реакций, пропорциональные и сцинтилляционные детекторы, требования к ядерным реакциям, метод времени пролета,</p>	Всего аудиторных часов		
		2	1	4
		Онлайн		
		0	0	0

	способы регистрации моментов вылета и попадания нейтронов, метод активационных пороговых детекторов. Метод полупроводниковых детекторов.			
--	--	--	--	--

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>7 Семестр</i>
1 - 4	Газоразрядные детекторы Определение характеристик газоразрядных детекторов
5 - 8	Сцинтилляционные детекторы Определение эффективности регистрации гамма-излучения сцинтилляционным детектором
9 - 12	Сцинтилляционные спектрометры Спектрометр гамма-излучения на основе сцинтиллятора NaI(Tl)
13 - 16	Полупроводниковые спектрометры Полупроводниковый спектрометр гамма-излучения

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 8	Детекторы ядерных излучений в приборостроении: газовые ионизационные, сцинтилляционные, полупроводниковые Детекторы ядерных излучений в приборостроении: газовые ионизационные, сцинтилляционные, полупроводниковые
9 - 16	Применение детекторов в спектрометрии и дозиметрии Экспериментальные методы спектрометрии потоков нейтронов, гамма-лучей и заряженных частиц

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции, практические занятия и лабораторные работы

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-14.1	З-ПК-14.1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-14.1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-14.1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-14.2	З-ПК-14.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-14.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-14.2	Э, КИ-8, КИ-16

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 последовательности в изложении программного материала.
60-64			
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. 539.1 А56 Детекторы импульсного ионизирующего излучения : монография, Немчинов В.М., Альбинов З.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2016
2. ЭИ К49 Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие, Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В., Климанов В.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
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. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, , : , 2021
5. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, , : , 2021
6. 539.1 Э41 Экспериментальные методы ядерной физики Вып.7 Экспериментальные методы и аппаратура для исследования ядерно-физических характеристик процессов деления и синтеза, , М.: Атомиздат, 1980

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 П69 Практическая спектрометрия ядерных излучений : учебное пособие, Зубарев В.Н. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2016
2. 539.1 С92 Сцинтилляционные методы спектрометрии гамма-излучения и электронов : Учеб. пособие для вузов, Самосадный В.Т., М.: МИФИ, 2003
3. 539.1 А39 Фотонные методы регистрации излучений : , Акимов Ю.К., Дубна: ОИЯИ, 2014
4. 539.1 Э41 Экспериментальные методы нейтронных исследований : Учебное пособие для вузов, Крамер-Агеев Е.А. [и др.], Москва: Энергоатомиздат, 1990

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, лабораторных работ 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. Рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ.

4.1. Лабораторные работы - это один из основных видов учебных занятий, направленный на экспериментальное подтверждение теоретических положений. Обучающиеся самостоятельно выполняют задания под контролем преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала. Обучающимся рекомендуется ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ согласно календарному плану дисциплины.

4.2. Перед выполнением лабораторной работы следует самостоятельно изучить теоретическую часть работы, используя лабораторный практикум, подготовить ответы на контрольные вопросы.

4.3. Перед выполнением каждой работы предшествует проверка готовности к лабораторной работе, которая производится преподавателем.

Студент должен:

- знать ответы на контрольные вопросы для проверки теоретических знаний, умений и навыков до выполнения работы (контрольные вопросы прилагаются);
- самостоятельно изучить методические указания по проведению конкретной лабораторной работы;
- подготовить форму отчета;
- уметь составлять структурную схему измерений;
- быть готовым продемонстрировать изображение предполагаемого хода кривых, которые будут сниматься в работе,....

По итогам проверки преподаватель принимает решение о допуске студента к выполнению лабораторной работы.

4.4. Перед выполнением лабораторной работы студент проходит инструктаж по технике безопасности.

4.5. В процессе лабораторной работы четко следовать инструкциям и указаниям преподавателя или дежурного лаборанта, не приступать к выполнению работы без разрешения; руководствоваться правилами техники безопасности и мерами предосторожности, указанными в описаниях; фиксировать в лабораторном журнале результаты измерений для последующей их обработки. По завершению работы привести рабочее место в порядок и сдать лабораторный стенд преподавателю или дежурному лаборанту.

4.6. Выполнение работы заканчивается составлением краткого отчета, в котором следует указать: что и каким методом исследовалось или определялось; какой результат и с какими погрешностями (абсолютными и относительными) был получен; краткое обсуждение полученных результатов. Защитить результаты лабораторной работы следует до начала следующей по расписанию работы. Не рекомендуется иметь более одной не сданной работы перед началом следующей работы.

5. Самостоятельная работа обучающихся

5.1. 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.

5.2. 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.

6. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине.

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

6.2. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, для чего могут быть использованы различные проверочные задания. Прохождение контрольных рубежей проводится в середине и конце семестра в середине и 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 самостоятельную подготовку к нему. При подготовке к промежуточной аттестации необходимо по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал и внимательно изучить материал лекций, соответствующий вопросам, выносимым на аттестацию.

6.3. Темы курсового проекта выдает преподаватель. Курсовой 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.

2.3. 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 подготовке и проведению лабораторных работ:

2.4.1. 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.

2.4.2. Перед выполнением каждой работы предшествует проверка готовности к лабораторной работе (см. п.2.4.1.), которая проводится преподавателем.

Преподаватель оценивает уровень подготовки студентов по следующим ключевым критериям:

- подготовка ответов на контрольные вопросы для проверки теоретических знаний, умений и навыков до выполнения работы (контрольные вопросы прилагаются);

- самостоятельное изучение методических указаний по проведению конкретной лабораторной работы;

- подготовка формы отчета;

Допускается также введение других вопросов:

- составление структурной схемы измерений;

- изображение предполагаемого хода кривых, которые будут сниматься в работе,....

По итогам проверки преподаватель принимает решение о допуске студента к выполнению лабораторной работы и проводит для студентов инструктаж по технике безопасности (при необходимости).

2.4.3. 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.

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

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

2.5. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

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

2.5.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

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

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

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

2.5.6. Темы курсового проекта выдает преподаватель. Курсовой проект выполняется студентами самостоятельно и преподаватель принимает сдачу курсового проекта в конце семестра.

Автор(ы):

Ибрагимов Ренат Фаридович