

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО
УМС ИФТИС Протокол №1 от 21.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ С
ВЕЩЕСТВОМ**

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
- [2] 12.03.01 Приборостроение
- [3] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

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, экс./зач./КР/КП
6	2	72	30	15	15		12	0	3
Итого	2	72	30	15	15	8	12	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина является одной из основных дисциплин образовательной программы. В рамках данной дисциплины рассмотрены теоретические основы физики взаимодействия заряженных частиц и гамма-излучения с веществом, а также проводятся практические и лабораторные работы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дать студентам базовые знания о процессах, возникающих при взаимодействии заряженных частиц и гамма-излучения с веществом, с целью использования полученных знаний в различных областях науки и техники, связанных с применением ионизирующих излучений.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при изучении курсов общей физики, в том числе, раздела «Атомная физика», а также обладать базовыми знаниями курса «Квантовая механика».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 [1] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [1] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [1] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов
ОПК-1 [3] – Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и	З-ОПК-1 [3] – знать фундаментальные понятия, определения, положения, законы, теории и методы общепрофессиональных наук, необходимые для решения задач профессиональной деятельности.

<p>моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>У-ОПК-1 [3] – уметь применять фундаментальные понятия, положения, законы, теории и методы общепрофессиональных наук для решения задач профессиональной деятельности с учетом границ их применимости. В-ОПК-1 [3] – владеть навыками применения методами математического анализа и моделирования при рассмотрении задач профессиональной деятельности.</p>
<p>ОПК-3 [2] – Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении</p>	<p>З-ОПК-3 [2] – знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения; знать физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации; знать области и возможности применения физических явлений и эффектов в приборостроительной технике. У-ОПК-3 [2] – уметь использовать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач; уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; уметь разрабатывать программы и методики измерений, оптимально планировать эксперимент В-ОПК-3 [2] – владеть навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений; владеть навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов</p>
<p>УК-1 [1, 3] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>З-УК-1 [1, 3] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 3] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 3] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>
<p>УКЕ-1 [1, 2, 3] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах</p>	<p>З-УКЕ-1 [1, 2, 3] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2, 3] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1, 2, 3] – владеть: методами математического</p>

	анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
--	---

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
использование научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, современных компьютерных технологий и информационных ресурсов в своей предметной области	киберфизические приборы и системы в атомной отрасли, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, системы диагностики, управления и контроля ядерных и других физических установок, системы автоматизированного управления установками, разработка и технологии применения киберфизических систем для анализа веществ	ПК-1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011, Анализ опыта: Использование научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, современных компьютерных технологий и информационных ресурсов в своей предметной области, Использование научно-технической информации,	З-ПК-1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области, ; У-ПК-1[1] - уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; В-ПК-1[1] - владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области

		отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, современных компьютерных технологий и информационных ресурсов в своей предметной области.	
проведение физических экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований, отчетов, анализ результатов и подготовке научных публикаций	киберфизические приборы и системы в атомной отрасли, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, системы диагностики, управления и контроля ядерных и других физических установок, системы автоматизированного управления установками, разработка и технологии применения киберфизических систем для анализа веществ	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011, Анализ опыта: Проведение физических экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований, отчетов, анализ результатов и подготовка научных публикаций., Проведение физических экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований, отчетов, анализ результатов и подготовке научных публикаций.	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
------------------	-------------------------	--------------------------

<p>воспитания Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (B41)</p>	<p>дисциплин 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-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 (B43)</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</p>

		<p>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>
--	--	---

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>6 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	15/8/8		25	КИ-8	В-УКЕ-1, 3-

							ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1
2	Раздел 2	9-15	15/7/7		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-

							1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/15		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-

							1, 3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3
--	--	--	--	--	--	--	---

* – 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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	15	15
1-8	Раздел 1	15	8	8
1	Общая характеристика процессов взаимодействия излучения с веществом Классификация элементарных частиц. Виды взаимодействия. Прицельный параметр.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 5	Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц. Удельные ионизационные потери. Формула Бете-блоха. Зависимость ионизационных потерь от параметров частицы и параметров среды. Пик Брэгга. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Страгглинг. Эмперические формулы для определения пробега. Эффект каналирования и эффект теней. Упругое рассеяние тяжелых заряженных частиц. Многократное рассеяние.	Всего аудиторных часов		
		6	4	4
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Особенности прохождения электронов через вещество Упругое и неупругое рассеяние. Ионизационные потери энергии электронов. Формула для удельных ионизационных потерь электронов в релятивистском и нерелятивистском случае. Сравнение ионизационных потерь для электронов и тяжелых заряженных частиц. Тормозное излучение в поле ядра. Радиационная единица длины. Радиационные потери энергии на торможение.	Всего аудиторных часов		
		4	2	4
		Онлайн		
		0	0	0

	Длина пробега электронов в веществе и радиационная длина.			
8	Излучение Вавилова-Черенкова. Излучение Вавилова-Черенкова. Квантовый и классический подход. Отличия излучения Вавилова-Черенкова от тормозного излучения. Построение Гюйгенса.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Раздел 2	15	7	7
9 - 10	Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Введение Введение. Общая характеристика, процессов взаимодействия фотонов с веществом, их механизм.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Фотоэффект. Фотоэлектрическое поглощение гамма-излучения веществом. Внутренний и внешний фотоэффект. Вторичное электромагнитное излучение. Электроны Оже.	Всего аудиторных часов		
		2	1	4
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Комптон-эффект Основные особенности эффекта Комптона. Формула Клейна-Нишины-Тамма. Предельные случаи. Представление об описании эффекта Комптона в современной физике. Обратный эффект Комптона. Томсоновское рассеяние, как предельный случай эффекта Комптона. Эффект рождения электрон-позитронных пар. Аннигиляция позитронов. Упругое рассеяние гамма-излучения. Сечение упругого рассеяния. Формула Томсона.	Всего аудиторных часов		
		4	1	3
		Онлайн		
		0	0	0
14	Рождение электрон-позитронных пар Процесс образования пар в кулоновском поле ядра . Энергетическое рассмотрение	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Взаимодействие гамма-излучения с веществом Ослабление потока гамма-излучения при прохождении через вещество. Общая характеристика, процессов взаимодействия фотонов с веществом, их механизм. «Узкий» пучок фотонов, его состав. Понятия о дифференциальном, парциальном и полном сечении взаимодействия. Упругое рассеяние гамма-излучения. Сечение упругого рассеяния. Формула Томсона.	Всего аудиторных часов		
		3	2	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 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 8	Определение потерь энергии альфа-частицами в воздухе изучение ионизационных потерь α -частиц в воздухе в зависимости от расстояния между источником излучения и детектором
9 - 15	Прохождение бета-излучения через вещество. Идентификация радионуклидов Определение граничных энергий β -частиц, испускаемых источниками β -частиц с двумя радионуклидами с разными граничными энергиями β -распада, и идентификация этих радионуклидов

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 5	Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц. Удельные ионизационные потери. Формула Бете-блоха. Зависимость ионизационных потерь от параметров частицы и параметров среды. Пик Брэгга. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Страгглинг. Эмперические формулы для определения пробегов. Эффект каналирования и эффект теней. Упругое рассеяние тяжелых заряженных частиц. Многократное рассеяние.
6 - 7	Особенности прохождения электронов через вещество Упругое и неупругое рассеяние. Ионизационные потери энергии электронов. Формула для удельных ионизационных потерь электронов в релятивистском и нерелятивистском случае. Сравнение ионизационных потерь для электронов и тяжелых заряженных частиц. Тормозное излучение в поле ядра. Радиационная единица длины. Радиационные потери энергии на торможение. Длина пробега электронов в веществе и радиационная длина.
8	Излучение Вавилова-Черенкова. Излучение Вавилова-Черенкова. Квантовый и классический подход. Отличия излучения Вавилова-Черенкова от тормозного излучения. Построение Гюйгенса.
9 - 13	Взаимодействие гамма-излучения с веществом Ослабление потока гамма-излучения при прохождении через вещество. Общая характеристика, процессов взаимодействия фотонов с веществом, их механизм.

	«Узкий» пучок фотонов, его состав. Понятия о дифференциальном, парциальном и полном сечении взаимодействия. Упругое рассеяние гамма-излучения. Сечение упругого рассеяния. Формула Томсона.
14 - 15	Фотоэффект. Комптон-эффект Фотоэлектрическое поглощение гамма-излучения веществом. Внутренний и внешний фотоэффект. Вторичное электромагнитное излучение. Электроны Оже. Основные особенности эффекта Комптона. Формула Клейна-Нишины-Тамма. Предельные случаи. Представление об описании эффекта Комптона в современной физике. Обратный эффект Комптона. Томсоновское рассеяние, как предельный случай эффекта Комптона. Эффект рождения электрон-позитронных пар. Аннигиляция позитронов.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе проведения лекций используется мультимедийное оборудование. Лабораторные работы проводятся в специализированном помещении на специализированном оборудовании.

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)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-15
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8
	У-ПК-1	З, КИ-8
	В-ПК-1	З, КИ-8
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-15
	У-ПК-3	З, КИ-15
	В-ПК-3	З, КИ-15
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8
	У-УК-1	З, КИ-8
	В-УК-1	З, КИ-8
УКЕ-1	З-УКЕ-1	З, КИ-8
	У-УКЕ-1	З, КИ-8
	В-УКЕ-1	З, КИ-8
ОПК-1	З-ОПК-1	З, КИ-8
	У-ОПК-1	З, КИ-8
	В-ОПК-1	З, КИ-8
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КИ-8

	У-ОПК-3	3, КИ-8
	В-ОПК-3	3, КИ-8

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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Л 12 Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом : Лабораторный практикум, М.: Буки Веди, 2019
2. 539.1 К49 Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. ЭИ Б 18 Квантовая механика : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2015
4. ЭИ И 83 Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2017
5. ЭИ А 50 Радиоактивность : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2013
6. ЭИ Г 83 Физика атома и атомных явлений : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2015
7. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т.1 Физика атомного ядра, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.3 Элементарные частицы: свойства и взаимодействия, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 53 С34 Общий курс физики Т.5 Атомная и ядерная физика, , : Физматлит, 2020
3. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.1 Нейтронная физика, , : МИФИ, 2008
4. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, , : Лань, 2008
5. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, , : Лань, 2008
6. 539.1 К60 Ионизирующая радиация: воздействие, риски, общественное восприятие : , А. Б. Колдобский, Москва: МИФИ, 2008
7. 539.1 О-52 Лептоны и кварки : , Л. Б. Окунь, Москва: ЛКИ, 2008
8. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.2 Ядерные реакции, ред. : Ю. П. Добрецов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
9. 539.1 Т58 Сборник задач по ядерной физике : , Э. П. Топоркова, Б. У. Родионов, В. В. Борог, Москва: МИФИ, 2005

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Студенты должны уметь свободно пользоваться справочной литературой и ориентироваться в периодических изданиях по тематике дисциплины; быть готовыми к проведению лабораторных работ по изучаемым темам, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов. Необходимо знать основные законы и физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.

- Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

- Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю.

- На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

- В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач.

- Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

- Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ

2.1. Лабораторные работы - это один из основных видов учебных занятий, направленный на экспериментальное подтверждение теоретических положений. В процессе лабораторных занятий обучающиеся выполняют несколько лабораторных работ (заданий) под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала

2.2. Обучающимся рекомендуется :

- ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ согласно календарному плану дисциплины;

- перед выполнением лабораторной работы самостоятельно изучить теоретическую часть используя лабораторный практикум, подготовить ответы на контрольные вопросы;

- перед выполнением работы оформить лабораторный журнал для фиксации результатов измерений и последующего их обработки;

- 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;

- по завершению работы привести рабочее место в порядок и сдать лабораторный стенд преподавателю или дежурному лаборанту;

- 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; анализ погрешностей;

- Защитить результаты лабораторной работы до начала следующей по расписанию работы.

Не рекомендуется иметь более одной не сданной работы перед началом следующей работы.

3. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

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

3.2. Обучающимся следует при подготовке к практическим занятиям:

- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- внимательно прочитать материал лекций, относящихся к данному практическому занятию;
- рабочая программа дисциплины может быть использована в качестве ориентира в организации подготовки и обучения;
- 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. Качество освоения учебной дисциплины находится в прямой зависимости от способности студента самостоятельно и творчески учиться.

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

5. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине

5.1 По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает аттестацию разделов и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

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 занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов.

2.2.2. На каждом 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 работа - это такой метод обучения, при котором обучающиеся под руководством преподавателя и по заранее намеченному плану прорабатывают опыты или выполняют определенные практические задания и в процессе их воспринимают и осмысливают новый учебный материал.

2.4.2. 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.

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

2.4.5. 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 аттестацию разделов и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.5.2. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём лабораторных работ, решения задач и учет суммарной аттестации разделов.

Автор(ы):

Самосадный Валерий Трофимович, д.т.н., профессор

Бойко Надежда Владимировна, к.ф.-м.н.