

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (NUCLEAR PHYSICS)**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КСР/КП
1	4	144	32	32	0	44	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	44	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, основы физики атомного ядра, также проводятся практические работы.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения физико-математических дисциплин. Дисциплина является предшествующей для успешного прохождения производственных практик и написания ВКР.

### 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 формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	З-ОПК-1 [1] – знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов У-ОПК-1 [1] – уметь: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты В-ОПК-1 [1] – владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно- исследовательских работ по предложенной теме.
ОПК-3 [1] – Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с	З-ОПК-3 [1] – Знать: основы оформления результатов научно- исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.

использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	У-ОПК-3 [1] – Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ. В-ОПК-3 [1] – Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.
---	---

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательский			
Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области физики явлений и процессов в объектах управления, проектирования и разработки систем электроники и автоматики физических и ядерно-физических установок и их элементов, анализ и подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок	системы контроля и автоматизированного управления ядерными реакторами и ядерно-физическими установками и их элементы, электронные и электротехнические системы и оборудование ядерных и физических установок, системы радиационного контроля физических установок и объектов, аппаратура измерительных систем и систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерно-физических и электрофизических установок	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011	З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов.
Проведение экспериментальных исследований, математическое моделирование физических, технологических	системы контроля и автоматизированного управления ядерными реакторами и ядерно-физическими установками и их элементы,	ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и	З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных

<p>процессов и алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации ядерно-физических и физических установок, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, а также с применением специально разрабатываемого программного обеспечения</p>	<p>электронные и электротехнические системы и оборудование ядерных и физических установок, системы радиационного контроля физических установок и объектов, аппаратура измерительных систем и систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерно-физических и электрофизических установок</p>	<p>производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач</p>
<p>проектный</p>			
<p>Проектирование электронных систем, информационно-измерительных систем, систем управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных</p>	<p>системы контроля и автоматизированного управления ядерными реакторами и ядерно-физическими установками и их элементы, электронные и электротехнические системы и оборудование ядерных и физических установок, системы радиационного контроля физических установок и объектов, аппаратура измерительных систем и систем контроля,</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008</p>	<p>3-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок;</p>

информационных технологий	диагностики, управления и защиты ядерно-физических и электрофизических установок		В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
Эксплуатация, поддержание в рабочем состоянии физических установок, предупреждение, предотвращение и ликвидация аварий на физических установках; контроль соблюдения производственной и экологической безопасности	системы контроля и автоматизированного управления ядерными реакторами и ядерно-физическими установками и их элементы, электронные и электротехнические системы и оборудование ядерных и физических установок, системы радиационного контроля физических установок и объектов, аппаратура измерительных систем и систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерно-физических и электрофизических установок	<p>ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033</p>	<p>З-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения ;</p> <p>У-ПК-6[1] - Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения;</p> <p>В-ПК-6[1] - Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии</p>

			потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения
производственно-технологический			
Планирование, информационное, технологическое, техническое обеспечение и реализация работ по созданию аппаратуры и программно-технических комплексов систем измерения, контроля и автоматизации физических и ядерно-физических установок, организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования	системы контроля и автоматизированного управления ядерными реакторами и ядерно-физическими установками и их элементы, электронные и электротехнические системы и оборудование ядерных и физических установок, системы радиационного контроля физических установок и объектов, аппаратура измерительных систем и систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерно-физических и электрофизических установок	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/16/0		50	Т-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-

							ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, В-ОПК-1, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4
2	Второй раздел	9-16	16/16/0		50	T-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1,

							3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/32/0		100		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				0	Э	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-

							ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – 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
Т	Тестирование
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	32	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	16	0
1	<b>Основные понятия ядерной физики. Ядерные взаимодействия</b> Атомное ядро, его основные характеристики и свойства. Понятие стабильности атомных ядер. Энергия связи ядер. Взаимодействие нуклонов. Тензорный характер ядерных сил. Модели атомных ядер. Капельная и оболочечная модель. Формула Вайцзеккера	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Радиоактивность. Свойства радиоактивных ядер. Виды радиоактивного распада</b> Понятие о явлении радиоактивности. Основные законы радиоактивного распада. Диаграмма стабильности атомных ядер. Виды радиоактивного распада. Альфа-радиоактивность, свойства альфа-распада. Бета-радиоактивность, свойства бета-распада. Гамма-радиоактивность. Деление ядер.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Представления о ядерных реакциях. Виды ядерных реакций. Законы сохранения</b> Классификация ядерных реакций. Экзо- и эндотермические ядерные реакции. Энергетический баланс ядерных реакций. Виды ядерных реакций под действием заряженных частиц. Влияние кулоновского барьера на сечение ядерных реакций. Понятие о центробежном барьере. Зависимость сечений ядерных реакций от различных параметров. Понятие о резонансных ядерных реакциях. Представление о ядерных реакциях при высоких энергиях падающих частиц. Законы сохранения в ядерных реакциях. Применение законов сохранения в различных ядерных реакциях.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Ядерные реакции под действием нейтронов. Деление ядер. Сечения ядерных реакций. Их зависимость от различных параметров</b> Виды взаимодействий нейтронов с ядрами (радиационный захват, реакции с выделением заряженных частиц, упругое рассеяние нейтронов). Спонтанное деление ядер. Вероятность ядерного деления. Деление ядер нейтронами. Цепные реакции деления. Быстрые нейтроны деления и запаздывающие нейтроны. Свойства осколков деления. Формула Брейта-Вигнера. Влияние центробежного барьера на сечения ядерных реакций	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Общая характеристика процессов взаимодействия излучения с веществом</b> Классификация элементарных частиц. Виды взаимодействия. Прицельный параметр.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		2	1	0
6 - 7	<b>Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом</b>	Всего аудиторных часов		
		4	4	0

	Ионизационное торможение тяжелых заряженных частиц. Удельные ионизационные потери. Формула Бете-блеха. Зависимость ионизационных потерь от параметров частицы и параметров среды. Пик Брэгга. Пробег тяжелой заряженной частицы. Связь пробега с энергией. Страгглинг. Эмпирические формулы для определения пробегов. Эффект каналирования и эффект теней. Упругое рассеяние тяжелых заряженных частиц. Многократное рассеяние.	Онлайн		
		4	2	0
8	<b>Особенности прохождения электронов через вещество</b> 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.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		2	2	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	16	16	0
9 - 10	<b>Излучение Вавилова-Черенкова. Взаимодействие гамма-излучения с веществом</b> Излучение Вавилова-Черенкова. Квантовый и классический подход. Отличия излучения Вавилова-Черенкова от тормозного излучения. Построение Гюйгенса. 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		
		4	4	0
		Онлайн		
		4	2	0
11	<b>Классическая теория рассеяния гамма-излучения веществом</b> Классическая теория рассеяния гамма-излучения веществом. Интенсивность рассеянных фотонов для поляризованного и неполяризованного излучения. Когерентность рассеяния. Коэффициент рассеяния. Рассеяние на кристаллах. Рентгено-структурный анализ	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		2	1	0
12 - 13	<b>Фотоэффект.</b> Фотоэлектрическое поглощение гамма-излучения веществом. Внутренний и внешний фотоэффект. Вторичное электромагнитное излучение. Электроны Оже.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		4	2	0
14 - 15	<b>Комптон-эффект</b> 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.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		4	2	0
16	<b>Аннигиляция позитронов</b> Эффект рождения электрон-позитронных пар.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0

	Аннигиляция позитронов.	Онлайн		
		2	1	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>1 Семестр</i>
1	<b>Основные свойства атомных ядер. Ядерные модели. Радиоактивность. Виды радиоактивного распада</b> Масса ядер, энергия связи ядер, энергии присоединения и отсоединения нуклонов. Решение задач на использование формулы Вайцеккера. Задачи на оболочечную модель ядра. Законы радиоактивного распада. Альфа-радиоактивность и бета-радиоактивность. Вероятность гамма-переходов
2 - 3	<b>Энергетический баланс ядерных реакций. Ядерные реакции под действием облучения</b> Экзо- и эндотермические ядерные реакции. Ядерные реакции под действием заряженных частиц и нейтронов
4 - 5	<b>Диаграммы. Реакции деления</b> Импульсные диаграммы различных типов ядерных реакций. Спонтанное деление. Барьер деления. Деление под действием нейтронов
6 - 7	<b>Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом</b> 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.
8	<b>Особенности прохождения электронов через вещество</b> 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.
9	<b>Излучение Вавилова-Черенкова.</b> Излучение Вавилова-Черенкова. Квантовый и классический подход. Отличия излучения Вавилова-Черенкова от тормозного излучения. Построение Гюйгенса.
10 - 13	<b>Взаимодействие гамма-излучения с веществом</b> 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 - 16	<b>Фотоэффект. Комптон-эффект</b> 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.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и практические занятия. Использование в обучении активных и интерактивных форм обучения с применением электронных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий. В курсе предусмотрено изучение части материала дисциплины с использованием онлайн-курса на образовательной Платформе «Открытое образование», Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
-------------	---------------------	-----------------------------------

ОПК-1	З-ОПК-1	Э, Т-8, Т-16
	У-ОПК-1	Э, Т-8, Т-16
	В-ОПК-1	Э, Т-8, Т-16
ОПК-3	З-ОПК-3	Э, Т-8, Т-16
	У-ОПК-3	Э, Т-8, Т-16
	В-ОПК-3	Э, Т-8, Т-16
ПК-10	З-ПК-10	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-10	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-10	Э, Т-8, Т-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-4	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-4	Э, Т-8, Т-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-5	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-5	Э, Т-8, Т-16
ПК-6	З-ПК-6	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-6	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-6	Э, Т-8, Т-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 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 –	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает
60-64			

			неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической 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.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т16 Fundamentals of Nuclear Physics : , Tokyo: Springer Japan, 2017
2. ЭИ Ч-49 Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2004
3. ЭИ Л 12 Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом : Лабораторный практикум, М.: Буки Веди, 2019
4. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, : , 2022
5. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, : , 2022
6. ЭИ С 14 Ядерная физика : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
7. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, , : Лань, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С 86 Физика атомного ядра и элементарных частиц: основы кинематики : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. ЭИ К 49 Физика микромира : Учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т.1 Физика атомного ядра, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009
4. 539.1 А50 Избранные труды : физика рентгеновских лучей. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Бета-распад. Прохождение заряженных частиц через вещество. Физика элементарных частиц. Физика и техника реакторов, А. И. Алиханов, Москва: Наука, 1975

5. 539.1 К13 Прикладная ядерная физика : учебное пособие для вузов, В. В. Кадилин, В. Ю. Милосердин, В. Т. Самосадный, Москва: МИФИ, 2007

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

**LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

Общие положения

1.1. Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1.2. 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.

1.3. 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 проработать 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, самостоятельное прохождение курса на образовательной Платформе «Открытое образование».

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 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 сумму баллов, заработанных студентом за аттестацию 1 и 2 разделов, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

### 1. Общие положения

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

#### 1.2. На первом занятии преподаватель:

- знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;
- уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских) 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, 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 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 сумму баллов, заработанных студентом за аттестацию 1 и 2 разделов, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

Автор(ы):

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

Бойко Надежда Владимировна, к.ф.-м.н.