

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

НТС ИНТЭЛ Протокол №2 от 26.04.2023 г.

УМС ИЯФИТ Протокол №01/423-573.1 от 20.04.2023 г.

НТС ЛАПЛАЗ Протокол №1/04-577 от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ЯДЕРНУЮ ФИЗИКУ

Направление подготовки  
(специальность)

- [1] 12.03.01 Приборостроение
- [2] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [3] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [4] 14.03.02 Ядерная физика и технологии
- [5] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
- [6] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

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	
6	2-3	72-108	30	15	15		12-48	0	3, Э
Итого	2-3	72-108	30	15	15	15	12-48	0	

## АННОТАЦИЯ

Введение в ядерную физику знакомит студентов с фундаментальными взаимодействиями, физикой ядра, методами ядерного эксперимента.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса является получение базовых знаний по основным разделам ядерной физики, включая свойства и модели ядер, вопросы взаимодействия электромагнитных и ядерных излучений со средой, виды и механизмы  $\alpha$  распадов и основы физики деления и термоядерного синтеза. Курс позволяет получить исходные сведения и представления, необходимые для освоения дальнейших дисциплин по экспериментальной ядерной физике, физике космических лучей, ядерно-физических установок.

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

Курс является одним из основных для изучения ядерной физики и ее применения.

Полученные в ходе освоения дисциплины знания необходимы для изучения более углубленных курсов по квантовой хромодинамике и теории электрослабого взаимодействия, а также проведения научно-исследовательской работы, прохождения преддипломной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [4] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 [4] – 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 [4] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [4] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезакономерностей и принципов
ОПК-1 [2] – Способен применять естественнонаучные и	З-ОПК-1 [2] – Знать основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и методы

<p>общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники</p>	<p>математического анализа.  У-ОПК-1 [2] – Уметь применять знания основных законов естественнонаучных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники.  В-ОПК-1 [2] – Владеть основными методами, способами и приемами решения типичных задач естественнонаучных, общих математических и инженерных дисциплин.</p>
<p>ОПК-1 [5] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики</p>	<p>3-ОПК-1 [5] – Знать основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и методы математического анализа.  У-ОПК-1 [5] – Уметь применять знания основных законов естественнонаучных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики  В-ОПК-1 [5] – Владеть методами, способами и приемами решения типичных задач естественнонаучных, общих математических и инженерных дисциплин.</p>
<p>ОПК-1 [1] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения</p>	<p>3-ОПК-1 [1] – знать методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения.  У-ОПК-1 [1] – уметь применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения.  В-ОПК-1 [1] – владеть навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности.</p>
<p>ОПК-1 [6] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и</p>	<p>3-ОПК-1 [6] – 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 [6] – Уметь выявлять естественнонаучную</p>

<p>экспериментального исследования</p>	<p>сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат  В-ОПК-1 [6] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов</p>
<p>ОПК-1 [3] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [3] – Знать фундаментальные законы природы и основные и основные законы естественнонаучных дисциплин  У-ОПК-1 [3] – Уметь использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять изученные закономерности к решению физических задач и анализировать полученные решения  В-ОПК-1 [3] – Владеть умением выводить основные соотношения между физическими величинами, следующие из постулатов теории или из результатов эксперимента; умением применить основные законы естественнонаучных дисциплин при решении задач; анализировать полученные решения задач в профессиональной деятельности; проводить численные вычисления с требуемой степенью точности;</p>
<p>ОПК-2 [3] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-2 [3] – Знать основные понятия и методы математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности  У-ОПК-2 [3] – Уметь решать типовые задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности методами математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности  В-ОПК-2 [3] – Владеть методами математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
<p>УК-1 [1, 2, 4, 5, 6] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>З-УК-1 [1, 2, 4, 5, 6] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа  У-УК-1 [1, 2, 4, 5, 6] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников  В-УК-1 [1, 2, 4, 5, 6] – Владеть: методами поиска, сбора и</p>

	обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УКЕ-1 [3, 4, 6] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 [3, 4, 6] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 [3, 4, 6] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 [3, 4, 6] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>

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			
Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности	Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в	<p>ПК-2 [6] - Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стенов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-2[6] - Знать методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стенов.;</p> <p>У-ПК-2[6] - Уметь проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стеноды;</p> <p>В-ПК-2[6] - Владеть методами проведения физического и</p>

	<p>области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</p>		<p>численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.</p>
<p>проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;</p>	<p>элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p>ПК-3 [4] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.011</p>	<p>3-ПК-3[4] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[4] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[4] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

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



							1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1,
--	--	--	--	--	--	--	---



							В- ОПК- 1
2	Статические характеристики ядер	7-8	4/2/2		10	к.р-8	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, В- УКЕ- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-

							ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1
3	Сечения взаимодействия	9-15	14/7/7		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-

							1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2,
--	--	--	--	--	--	--	--

							3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/15		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э, 3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1,

							В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК-
--	--	--	--	--	--	--	---

							1, У- УК-1, В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК-
--	--	--	--	--	--	--	--

							1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – 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
к.р	Контрольная работа
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	15	15
<b>1-8</b>	<b>Радиоактивный распад ядер. Модели атомных ядер.</b>	12	6	6
1	<b>Кинематика и релятивистские соотношения.</b> Релятивистские соотношения. 4-х импульсы. Кинематика упругих и неупругих реакций. Порог реакции. Кинематика распадов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Квантовомеханические величины.</b> Длина волны частицы. Соотношение неопределенности. Дискретные и непрерывные энергетические уровни в притягивающем потенциале.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Типы взаимодействия.</b> Характерные энергии. Время и радиус взаимодействия. Виртуальные частицы. Соотношения между интенсивностями взаимодействий (сильными, слабыми, электромагнитными, гравитационными).	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Состав ядра, его заряд и масса.</b> Единицы и методы определения заряда и массы. Масса нейтрона и ее определение. Результаты: изотопы, изобары, зеркальные ядра.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Дефект массы.</b> Энергия связи ядра. Удельная энергия связи, ее зависимость от массового числа А и от соотношения Z/(A-Z). Энергия связи протона, нейтрона и α-частицы. Эффекты четности.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Размер ядра.</b> Методы его измерений и результаты.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
<b>7-8</b>	<b>Статические характеристики ядер</b>	4	2	2
7	<b>Радиоактивный распад ядер.</b> Виды радиоактивности. Энергетическое условие радиоактивного распада (p/a) распада. Закон p/a распада. Дорожка стабильных изотопов. Последовательные	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0



	распады. Вековое равновес			
8	<b>Типы моделей ядер: коллективные, одночастичные.</b> Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула для энергии связи. Соотношение между числом нейтронов и протонов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Сечения взаимодействия</b>	14	7	7
9	<b>Связь вероятности реакции с сечением.</b> Терминология описания пучков частиц: интенсивность, поток частиц, флюенс. Интегральный и дифференциальный спектры частиц, полная, кинетическая энергия и энергия н	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Кулоновское рассеяние на ядре атома</b> процесс многократного рассеяния	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Ионизационные потери энергии заряженными частицами в веществе.</b> Выражения и график зависимости потерь от энергии: физическая природа особенностей их поведения в разных энергетических диапазонах.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Пробег заряженных частиц, его зависимость от параметров частицы и среды.</b> Общее выражение для интенсивности излучения в электрических и магнитных полях. Циклотронное и синхротронное излучения: интенсив	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Излучение Черенкова-Вавилова:</b> усло вие возникновения, зависимость от параметров среды и частицы.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Сравнение энергетических потерь на Черенковское излучение с ионизационными потерями</b> Сравнение энергетических потерь на Черенковское излучение с ионизационными потерями	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Обзорная лекция.</b> Обзорная лекция.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		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>
3	<b>Работа № 1.</b> Прохождение гамма-квантов через вещество.
3	<b>Работа № 2</b> Оценка средней энергии мюонов космического излучения на поверхности Земли.
1	<b>Работа № 3.</b> Исследование активации многокомпонентных образцов.
1	<b>Работа № 4.</b> Энергетический спектр и пространственное распределение замедляющихся тепловых нейтронов.
7	<b>Работа № 5.</b> Установки для измерения $\beta$ – активности.

### 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Использование в обучении активных и интерактивных форм обучения с применением LMS, электронных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий.

### 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, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ПК-3	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ПК-3	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
УК-1	З-УК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-УК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-УК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-УКЕ-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-УКЕ-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	З-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15

	У-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	З-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	З-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	У-ОПК-2	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15
	В-ОПК-2	З, Э, КИ-6, к.р-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо 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. ЭИ Б 18 Квантовая механика : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2020
2. 53 И83 Квантовая физика : основные законы, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014
3. ЭИ И 83 Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2021
4. ЭИ А 50 Радиоактивность : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ Г 83 Физика атома и атомных явлений : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2015
6. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, : , 2022
7. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, : , 2022
8. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, : Лань, 2008
9. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, : Лань, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 С20 Введение в физику микромира. Физика частиц и ядер : учебное пособие для вузов, Москва: Либроком, 2012
2. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, : Лань, 2008
3. 539.1 О-52 Физика элементарных частиц : , Л. Б. Окунь, Москва: ЛКИ, 2008

### 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. Обратить внимание на представления и теоретические результаты, рассмотренные в курсе квантовой механики, лежащие в основе рассматриваемых явлений и моделей ядерной физики.

2. Понимать, какими взаимодействиями обусловлены рассматриваемые конкретные процессы.

3. Понимать, в каких типах взаимодействий могут участвовать различные частицы, представлять приблизительное соотношение между интенсивностями различных видов взаимодействий

4. Обратить внимание на поведение сечений взаимодействия частиц при низких энергиях в зависимости от типа взаимодействия и энергетического баланса.

5. Знать экспериментальные основания использования коллективных и моделей ядер и главные предсказания, следующие из них. Обратить внимание на способы измерения статических свойств ядер.

6. Уделить особое внимание на зависимость характера прохождения частиц через вещество от типа частиц, ее энергии и от параметров вещества, имея в виду, что понимание этих процессов лежит в основе многих аспектов регистрации частиц и их воздействия на среду.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

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

2. Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала.

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

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

5. Желательно использовать систему обозначений, совпадающую с используемой в рекомендованных учебных пособиях.

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

Автор(ы):

Михайлов Владимир Владимирович, к.ф.-м.н.