

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ И БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ЗАЩИТЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 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./КР/КП
6	4	144	15	30	0		48	15	Э
Итого	4	144	15	30	0	0	48	15	

АННОТАЦИЯ

Изучение характеристик полей и источников ионизирующих излучений; ознакомление с основными подходами к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней излучений, нормами радиационной безопасности; анализ физических основ формирования полей фотонов в различных средах; освоение приближенных инженерных методов расчетов защиты от фотонного излучения.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- приобретение знаний по характеристикам полей и источников ионизирующих излучений;
- ознакомление с основными подходами к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней излучений, нормами радиационной безопасности;
- анализ физических основ формирования полей фотонов в различных средах;
- освоение приближенных инженерных методов расчетов защиты от фотонного излучения.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к циклу дисциплин специализаций. Освоение ее базируется на предварительном изучении математики, общей и ядерной физики, дозиметрии, радиобиологии. Студент должен знать свойства ионизирующих излучений, быть знакомым с физикой взаимодействия излучений с веществом, иметь представление об ядерных реакциях, приводящих к образованию ионизирующих излучений, основных эффектах биологического действия излучений, иметь навыки в расчете характеристик полей излучений, уметь программировать.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения

	поставленных задач
УК-3 [1] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	3-УК-3 [1] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-8 [1] – Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	3-УК-8 [1] – Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте У-УК-8 [1] – Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте В-УК-8 [1] – Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.

Экологическое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование бережного отношения к природе и окружающей среде (B9)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного и общепрофессионального модулей: - развитие экологической культуры через учебные задания исследовательского характера, подготовку рефератов, докладов, презентаций, эссе, научно-образовательных проектов экологической направленности; - содействие развитию экологического мышления через изучение последствий влияния человека на окружающую среду.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью»,

		«Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим

		нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	---

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	Характеристики полей и источников ионизирующих излучений. Нормирование области ионизирующих излучений в	1-8	8/16/0		25	КИ-8	У-УК-8, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-8, В-УК-8

2	Инженерные методы расчета защиты	9-15	7/14/0		25	КИ-15	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-8, У-УК-8, В-УК-8
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-8, У-УК-8, В-УК-8

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	30	0
1-8	Характеристики полей и источников ионизирующих излучений. Нормирование в области ионизирующих излучений	8	16	0
1	ВВЕДЕНИЕ Защита от ионизирующих излучений - раздел прикладной ядерной физики. Этапы развития физики защиты. Общая методология решения задач распространения излучения в средах. Задачи физики защиты в различных областях науки и техники. характеристики поля излучений Дифференциальные и интегральные, потоковые и токовые характеристики поля излучений.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Основные дозовые характеристики поля излучений. ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЙ. Основные характеристики источников излучений. Классификация источников. Источники фотонного излучения. Радионуклиды - как ?-излучатели. Активность радионуклида. Расчеты плотности	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	потока энергии, мощности поглощенной, экспозиционной, эквивалентной доз, мощности кермы, поглощенной, экспозиционной, эквивалентной доз и кермы ?-излучения точечных изотропных радионуклидных источников без защиты.			
3	Керма-постоянные и гамма-постоянные нуклидов при нулевом начальном фильтре. Дифференциальные и полные керма-постоянные. Схемы радиоактивного распада. Методика расчета и точность рассчитанных керма-постоянных и гамма-постоянных. Примеры использования керма-постоянных в расчетах.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Примеры использования керма-постоянных в расчетах. Керма-постоянные радионуклидов после начального фильтра. Методика учета тормозного излучения радионуклидов. Цепочки радиоактивного распада. Учет гамма-излучения дочерних продуктов распада в керма-постоянных. Керма-эквивалент радионуклидного источника.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Ядерный реактор как источник фотонов. Характеристики фотонного излучения ускорителей и рентгеновских трубок. Источники нейтронов. Радионуклидные источники нейтронов. Источники нейтронов на основе ускорения заряженных частиц. Ядерный реактор как источник нейтронов. Источники заряженных частиц. Радионуклидные источники заряженных частиц. Ускорители как источники заряженных частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ Основы концепции приемлемого риска воздействия ионизирующих излучений. Концепция замещения риска. Упрощенная методика анализа стоимости затрат и пользы для выбора уровня облучения. Нормы радиационной безопасности (НРБ). Категории облучаемых лиц. Критический орган. Группы критических органов. Основные дозовые пределы и допустимые уровни. Понятия предельно допустимой дозы, предела дозы, допустимых уровней. Основные дозовые пределы, установленные НРБ для различных групп критических органов. Фоновое облучение человека. Компоненты естественного природного фона. Компоненты искусственного фона.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Санитарно-защитная зона, зона наблюдения. Аварийное облучение персонала. Связь между мощностью эквивалентной дозы и плотностью потока фотонов, заряженных частиц и нейтронов разных энергий. Принципы расчета допустимых концентраций радиоактивных нуклидов в воде и воздухе. Радиобиологические константы и параметры стандартного человека.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Расчет допустимых концентраций при неизменном содержании нуклида в критическом органе. Расчет для любых нуклидов, основанный на сравнении с предельно	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		

	допустимой дозой облучения критического органа. Расчет допустимых концентраций при постоянном содержании нуклидов в критическом органе. Расчет допустимых концентраций, основанный на экспоненциальной модели выведения нуклида из критического органа. Нормирование при комбинированном воздействии излучений.	0	0	0
9-15	Инженерные методы расчета защиты	7	14	0
9	Фоновое облучение человека. Компоненты естественного и искусственного фона. Дозовые нагрузки от источников фонового облучения.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Поля излучений источников различных геометрических форм без учета рассеянного излучения. Общий подход к расчету характеристик поля излучений от источников различных геометрических форм и размеров. Закон ослабления излучения в геометрии “узкого пучка”. Поле излучения точечных и линейных источников. Поле излучения дискового изотропного источника. Поля излучений объемных источников в виде усеченного конуса, шарового слоя, бесконечного и полубесконечного пространства.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Преобразования для расчетов полей излучений источников различных геометрических форм с различным угловым распределением излучения. Прямые и обратные преобразования в классе изотропных и мононаправленных источников.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	ЗАЩИТА ОТ ФОТОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Многократное рассеяние фотонов в среде. Физические закономерности формирования пространственно энергетических распределений плотности потока энергии рассеянного фотонного излучения в различных средах. Закон ослабления фотонного излучения в геометрии “широкого пучка”. Понятие фактора накопления фотонов. Числовые, энергетические, дозовые, поглощенной энергии, кермы факторы накопления. Зависимость факторов накопления от геометрии, углового распределения и энергии фотонов, атомного номера материала защиты, компоновки защиты, взаимного расположения источника, защиты и детектора.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Факторы накопления для однородных сред. Аналитические представления факторов накопления. Факторы накопления для гетерогенных сред.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Практические методы расчета защиты от фотонного излучения точечных источников. Универсальные таблицы для расчета защиты. Метод конкурирующих линий для расчета защиты от излучения немонотонноэнергетических источников. Расчет защиты по слоям половинного ослабления.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Учет рассеянного в источнике излучения с помощью факторов накопления. Гамма-метод. Преобразования	Всего аудиторных часов		
		1	2	0

	объемных источников к эквивалентным поверхностным.	Онлайн		
		0	0	0
16	Методы учета рассеянного излучения в защите для протяженных источников. Энергетически-угловые распределения плотности потока энергии фотонов на границе сред. Использование этих распределений для учета рассеянного излучения за защитой.	Всего аудиторных часов		
		0	0	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины проходит в основном по следующей схеме: лекции, семинарские занятия с решением задач, рассматриваемых на лекции, промежуточный контроль знаний, промежуточная аттестация.

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)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
УК-3	З-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15
УК-8	З-УК-8	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-8	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-8	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <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		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	3 – <i>«удовлетворительно»</i>		
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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. 621.039 С22 Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений : учебного пособия для вузов, Сахаров В.К., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. ЭИ С22 Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений : учебного пособия для вузов, Сахаров В.К., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. 539.1 С23 Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие для вузов, Панин М.П. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

4. ЭИ С23 Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие для вузов, Панин М.П. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 М38 Защита от ионизирующих излучений : справочник, Кудрявцева А.В., Машкович В.П., Москва: Энергоатомиздат, 1995

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

Для самостоятельной работы студентов на каждом семинарском занятии указываются разделы учебника, которые он должен освоить для последующего семинара.

На первом занятии каждому студенту выдается план семинарских занятий, представленный выше с указанием темы занятия, в соответствии с которым он должен подготовиться к ответу на вопросы по теме каждого занятия.

Одновременно выдается список вопросов для промежуточного контроля знаний, на которые он должен подготовить соответствующие ответы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Изучение характеристик полей и источников ионизирующих излучений; ознакомление с основными подходами к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней излучений, нормами радиационной безопасности; анализ физических основ формирования полей фотонов в различных средах; освоение приближенных инженерных методов расчетов защиты от фотонного излучения

Автор(ы):

Ксенофонов Александр Иванович, к.ф.-м.н., доцент