

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ И БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ЗАЩИТЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
7	3	108	32	16	16		44	0	3
Итого	3	108	32	16	16	0	44	0	

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
--------------------------------	--

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
производственно-технологический			
проектирование,	процессы контроля	ПК-10 [1] - Способен	З-ПК-10[1] - знать

создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; ; У-ПК-10[1] - уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ;; В-ПК-10[1] - владеть методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок	ПК-9 [1] - Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033	З-ПК-9[1] - Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; ; У-ПК-9[1] - уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ;; В-ПК-9[1] - владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной

	технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
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 культуры ядерной безопасности (B24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами.

		3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	--

5. 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>7 Семестр</i>						
1	Характеристики полей и источников ионизирующих излучений. Нормирование в области ионизирующих излучений	1-8	16/8/8	КИ-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9
2	Инженерные методы расчета защиты	9-16	16/8/8	к.р-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9

* – 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>7 Семестр</i>	32	16	16
1-8	Характеристики полей и источников ионизирующих излучений. Нормирование в области ионизирующих излучений	16	8	8
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		
		2	1	1
		Онлайн		
2	Основные дозовые характеристики поля излучений. ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЙ. Основные характеристики источников излучений. Классификация источников. Источники фотонного излучения. Радионуклиды - как ?-излучатели. Активность радионуклида. Расчеты плотности потока энергии, мощности поглощенной, экспозиционной, эквивалентной доз, мощности кермы, поглощенной, экспозиционной, эквивалентной доз и кермы ?-излучения точечных изотропных радионуклидных источников без защиты.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
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		
		2	1	1
		Онлайн		
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	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		

	источника.			
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		
		2	1	1
		Онлайн		
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		
		2	1	1
		Онлайн		
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		
		2	1	1
		Онлайн		
8	Расчет допустимых концентраций при неизменном содержании нуклида в критическом органе. Расчет для любых нуклидов, основанный на сравнении с предельно 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.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
9-16	Инженерные методы расчета защиты	16	8	8
9	Фоновое облучение человека. Компоненты естественного и искусственного фона. Дозовые нагрузки от источников фонового облучения.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
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	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		

	излучений объемных источников в виде усеченного конуса, шарового слоя, бесконечного и полубесконечного пространства.			
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		
		2	1	1
		Онлайн		
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		
		2	1	1
		Онлайн		
13	Факторы накопления для однородных сред. Аналитические представления факторов накопления. Факторы накопления для гетерогенных сред.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
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		
		2	1	1
		Онлайн		
15	Учет рассеянного в источнике излучения с помощью факторов накопления. Гамма-метод. Преобразования объемных источников к эквивалентным поверхностным.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
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		
		2	1	1
		Онлайн		

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 (8-я неделя), итоговый экзамен.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16, к.р-16
	У-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16, к.р-16
	В-ПК-10	З, КИ-8, КИ-16, к.р-16
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16, к.р-16
	У-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16, к.р-16
	В-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16, к.р-16

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает

75-84		С	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
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 – «удовлетворительно»		
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. 621.039 С22 Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений : учебного пособия для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 539.1 С23 Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие для вузов, А. А. Званцев [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
3. ЭИ С22 Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений : учебного пособия для вузов, В. В. Болятко [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
4. ЭИ С23 Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие для вузов, ред. В. А. Климанов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 М38 Защита от ионизирующих излучений : справочник, В. П. Машкович, А. В. Кудрявцева, 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 [1], 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