

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы расчета защиты

название дисциплины

для студентов специальности

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Шифр, название специальности

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

обучение методов защиты ядерного топливного цикла, а также методов расчета защиты.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение дифференциальных и интегральных характеристик полей ионизирующих излучений;
- изучение основных уравнений, описывающих перенос разных видов излучений в защитах ядерных установок;
- получение навыков по использованию разных приближений уравнений переноса излучений в защитах реакторных установок;
- освоение методов расчёта защиты от излучений;
- изучение основных расчётных кодов, используемых в практических расчётах эффективности защиты от излучений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Ядерная физика.
- Энегооборудование ЯЭУ.
- Материаловедение: материалы ядерных установок.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Критерии безопасности и оценка риска».

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными

	учета, контроля ядерных материалов	программными средствами
ПК-2	Способен к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов	З-ПК-2 Знать методы исследования и расчета процессов, происходящих в реакторных установках У-ПК-2 Уметь рассчитывать и проводить исследования процессов, протекающих в реакторных установках В-ПК-2 Владеть навыками применения информационных технологий при разработке новых установок, материалов и приборов

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели и воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных

(B18)	образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для 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.
- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20) ; - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21) ; - формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	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 подкрепления 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.
- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24) ; - формирование	1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и

	<p>профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25); - формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)</p>	<p>радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» 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.</p> <p>3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» 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.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов</p>
--	---	--

		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 переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла
--	--	--

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)	
	Очная	Заочная
	Семестр	Курс
	№ 9	№
Количество часов на вид работы:		
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	48	
В том числе:		
<i>лекции</i>	16	
<i>практические занятия</i>	32	
<i>лабораторные занятия</i>	-	
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
<i>Экзамен</i>	36	
Самостоятельная работа обучающихся	96	
Всего (часы):	180	
Всего (зачетные единицы):	5	

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)												
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения							
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО			
1.	Физика защиты	2	4											
1.1.	Введение в физику защиты	1	2			10								
1.2.	Взаимодействие излучений с веществом.	1	2			10								
2	Расчет защиты	10	20											
2.1	Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.	2	4			10								
2.2.	Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения.	2	4			10								
2.3.	Уравнение переноса нейтронного и фотонного излучений.	2	4			10								
2.4.	Численные методы решения уравнения переноса излучений.	2	4			10								
2.5.	Методы расчета защиты.	2	4			10								
3	Материалы защиты	4	8											
3.1	Поглощающие материалы	2	4			10								
3.2	Органы регулирования ядерных реакторов	2	4			16								
	Всего:	16	32		-	96								

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся, Внеауд.-внеаудиторные занятия.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Физика защиты	
1.1.	Введение в физику защиты.	Основные величины и единицы в области ионизирующих излучений. Классификация защит от излучения. Понятие о нормах радиационной безопасности. Основные санитарные правила эксплуатации и проектирования АЭС.
1.2.	Взаимодействие излучений с веществом	Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Сечения взаимодействия. Уравнения переноса.
2.	Расчет защиты	
2.1.	Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.	Защита корпусных реакторов. Защита канальных реакторов. Защита реакторов на быстрых нейтронах. Оценка источников излучений. Подходы к конструированию и компоновке защиты. Выбор материалов и очередности их размещения в защите реакторов.
2.2.	Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения.	Метод длин релаксации. Сечение выведения и его использование в расчёте защиты. Требования к инженерным методам расчёта защиты. Расчёты переноса излучения через неоднородности и пустоты.
2.3	Уравнение переноса нейтронного и фотонного излучений.	Уравнение переноса излучений. Элементарная теория диффузии. Теория замедления. Геометрия и пространственно-энергетическое распределение источников излучения.
2.4	Численные методы решения уравнения переноса излучений.	Общая характеристика численных методов решения уравнения переноса излучений в применении к задачам расчёта защиты. Основные особенности, связанные с расчётом защиты.
2.5	Методы расчета защиты.	Методы сферических гармоник. Реализация метода в плоской геометрии. P1-приближение. Методы дискретных ординат. Sn-метод и его применение в задачах расчёта защиты. Метод Монте-Карло. Схема моделирования процесса переноса излучения в методе Монте-Карло. Методы сопряжения решений в задачах переноса излучений. Разбиение исходной сложной задачи на вспомогательные.
3	Материалы защиты	
3.1	Поглощающие материалы	Основные понятия и классификация поглощающих материалов. Основные требования к поглощающим материалам и критерии их выбора. Исследованные поглощающие материалы. Основные свойства поглощающих элементов.
3.2	Органы регулирования ядерных реакторов	Способы регулирования ядерного реактора. Использование поглощающих материалов в ядерных реакторах

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.		
1.2.	Взаимодействие излучений с веществом	Взаимодействие излучений с веществом. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом
2.	Расчет защиты	
2.1	Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.	Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС. Защита корпусных реакторов. Защита канальных реакторов. Защита реакторов на быстрых нейтронах.
2.2.	Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения.	Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения. Метод длин релаксации. Сечение выведения и его использование в расчёте защиты.
2.4	Численные методы решения уравнения переноса излучений.	Численные методы решения уравнения переноса излучений. Основные особенности, связанные с расчётом защиты
2.5	Методы расчета защиты.	Метод Монте-Карло Методы сопряжения решений в задачах переноса излучений.
3	Материалы защиты	
3.1	Поглощающие материалы	Карбид бора и его способы использования. Бористая сталь. Титанат диспрозия
3.2	Органы регулирования ядерных реакторов	Работоспособность органов регулирования отечественных ядерных реакторов

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (П-01-01-2013). Раздел II. Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. – М.:Госатомнадзор РФ, 2013.
2. Санитарные правила СП 2.6.1.758-99 "Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 2 июля 1999 г.)
3. Основные принципы безопасности атомных электростанций. - Изд. МАГАТЭ. Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-3. - Вена, 1988.
4. Сборник нормативных материалов по безопасности АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации. НП-067-11. Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 января 2012 г. №67. Зарегистрированы Минюстом России 29.03.2012 г., №23852. Вступили в силу с 13.07.2012 г.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль			
1.	Введение в физику защиты.	3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2;	Доклад
2.	Взаимодействие излучений с веществом		
3.	Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.		
4.	Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения.		Коллоквиум
5.	Уравнение переноса нейтронного и фотонного излучений.		
6.	Численные методы решения уравнения переноса излучений.		
7.	Методы расчета защиты.		
8.	Поглощающие материалы		
9.	Органы регулирования ядерных реакторов		
Промежуточный контроль			
	Экзамен	3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2;	Вопросы к экзамену

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы к экзамену:

1. Общая характеристика численных методов решения уравнения переноса излучений в применении к задачам расчёта защиты.
2. Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.
3. Защита реакторов на быстрых нейтронах.
4. Выбор материалов и очередности их размещения в защите реакторов. Структура защиты действующих реакторов разных типов.
5. Основные особенности метода Монте-Карло в задачах расчёта защиты от излучений. Приёмы повышения эффективности метода в задачах защиты от излучений.
6. Сечение выведения и его использование в расчёте защиты
7. Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.
8. Описание пространственно- энергетического распределения источников излучения.
9. Sn-метод и его применение в задачах расчёта защиты.
10. Многогрупповое приближение. Групповые константы.
11. Методы сопряжения решений в задачах переноса излучений.
12. Требования к инженерным методам расчёта защиты. Метод длин релаксации.

13. Общая характеристика численных методов решения уравнения переноса излучений в применении к задачам расчёта защиты.
14. Описание пространственно- энергетического распределения источников излучения.
15. Стандартные методы уменьшения дисперсии в расчётах по методу Монте-Карло.
16. Геометрия и пространственно-энергетическое распределение источников излучения.
17. Основные величины и единицы в области ионизирующих излучений. Классификация защит от излучения.
18. Выбор материалов и очерёдности их размещения в защите реакторов.
19. Оценка источников излучений. Подходы к конструированию и компоновке защиты.
20. Расчёты переноса излучения через неоднородности и пустоты.
21. Численные методы решения уравнения переноса излучений. Основные особенности, связанные с расчётом защиты.
22. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Фото-эффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар.
23. Критерии работоспособности органов регулирования.
24. Боросодержание поглотителя.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по зачету входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины;

	<ul style="list-style-type: none"> - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.
--	---

8.2.2. Доклад

а) типовые темы - образец:

1. Подходы к конструированию и компоновке защиты.
2. Выбор материалов и очередности их размещения в защите реакторов.
3. Защита корпусных реакторов.
4. Защита канальных реакторов.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели и критерии оценки доклада:

20-30 баллов:

-обоснованность темы, ее актуальности и значимости, уверенная постановка целей и задач, их решение, свободное владение теорией, структурированность, логичность, аналитичность, системность подхода.

11-20 баллов:

-целостность позиции, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, повествовательный стиль изложения.

1-10 баллов:

-воспроизведение терминов, фактов, слабое знание теории, выводы по теме работы не всегда соответствуют целям и задачам, повествовательный стиль.

0 баллов:

-незнание или недостаточное знание теории, фактов, отсутствие или несоответствие целей и задач друг другу, отсутствие или несоответствие выводов работы целям и задачам, описательность, отсутствие логики в подаче материала.

в) описание шкалы оценивания:

15-30 баллов – доклад зачтен;

0-14 – баллов – доклад отдается на доработку.

8.2.3 Коллоквиум

а) типовые вопросы :

1. Схема моделирования процесса переноса излучения в методе Монте-Карло. Основные особенности метода в задачах расчёта защиты от излучений
2. Основные величины и единицы в области ионизирующих излучений. Классификация защит от излучения.
3. Подходы к конструированию и компоновке защиты. Выбор материалов и очередности их размещения в защите реакторов.
4. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар.
5. Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения. Метод длин релаксации.
6. Описание пространственно- энергетического распределения источников излучения.
7. Метод сферических гармоник. Реализация метода в плоской геометрии. P1-приближение.
8. Метод длин релаксации. Сечение выведения и его применение для расчёта защиты. Расчёты переноса излучения через неоднородности и пустоты.
9. Разбиение исходной сложной задачи на вспомогательные. Учёт физических и геометрических особенностей. Понижение размерности задачи.

10. Стандартные методы уменьшения дисперсии в расчётах по методу Монте-Карло.
11. Выбор материалов и очередности их размещения в защите реакторов. Структура защиты действующих реакторов разных типов.
12. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Сечения взаимодействия. Уравнения переноса.
13. Общая характеристика численных методов решения уравнения переноса излучений в применении к задачам расчёта защиты.
14. Структура защиты действующих реакторов разных типов.
15. Методы дискретных ординат. Основные понятия о методе.
16. Взаимодействие нейтронов с веществом.
17. Основные величины и единицы в области ионизирующих излучений. Классификация защит от излучения.
18. Понятие о нормах радиационной безопасности.
19. Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.
20. Защита корпусных реакторов.
21. Физические и механические свойства бористой стали.
22. Физические и механические свойства карбида бора
23. Физическая эффективность органов регулирования.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по зачету входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

На коллоквиуме задается 2 вопроса, каждый оценивается по 15 бальной шкале.

10-15 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

4-9 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-3 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется 2 раза в семестр: контрольная точка №№ 1 (*доклад*) и контрольная точка № 2 (*коллоквиум*).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Доклад	16	30
	Контрольная точка № 2		
	Вопрос коллоквиума 1	10	15
	Вопрос коллоквиума 2	10	15
Промежуточный	Экзамен		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Темы докладов выдается на 1 недели обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	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,

75-84	«зачтено»	C	если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	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			
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	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

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

- Сахаров, В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений [Электронный ресурс] : учебного пособия для вузов / В. К. Сахаров. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Saharov_Vvedenie_v_teoriju_perenosa_i_fiziku_zaschity_ot_2013.pdf 29.01.2015]
- Гуревич, М.И. Расчет переноса нейтронов методом Монте-Карло по программе MSU [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / М. И. Гуревич, Д. А. Шкаровский. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Gurevich_Raschet_perenosa_nejtronov_metodom_Monte-Karlo_2012.pdf 29.01.2015]
- Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / ред. В. А. Климанов. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. [Режим доступа http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Klimanov_Sbornik_zadach_po_teorii_perenosa_dozimetrii_i_zaschite_2011.pdf 29.01.2015]

б) дополнительная учебная литература:

- Марчук Г.И. Методы расчета ядерных реакторов, М., Госатомиздат, 1961.
- Многогрупповое приближение в теории переноса нейтронов, М., Энергоатомиздат, 1984.
- Острейковский В.А., Швыряев Ю.В. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ. М.: Физматлит, 2010.
- Мамонтов А. П. Эффект малых доз ионизирующего излучения : науч. издание / А. П. Мамонтов, И. П. Чернов ; Томский политехн. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - Томск : Дельта-план, 2009. - 288 с.
- Коробейников В.В., Усанов В.И. Методы сопряжения в задачах переноса излучения. Москва, Энергоатомиздат 1994.
- Коробейников В.В. Метод Монте-Карло в задачах физики реакторов и защиты. Учебное пособие по курсу ФРЯР, ИАТЭ, 1994.

7. Черняев А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие для студ. вузов / А. П. Черняев. - М. :Физматлит, 2004. - 152 с. (50 шт)

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<http://ibooks.ru/>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru/>
<http://kuperbook.biblioclub.ru>
<http://www.studentlibrary.ru>
<http://library.mephi.ru>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовки к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.

Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Интерактивное общение с помощью программы skype.
3. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Компьютерный класс ОЯФиТ (ауд.3-404).
3. Библиотечный фонд института
4. Аудиторный фонд института.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Введение в физику защиты.	Лекции	2	Лекция, лекция-беседа
2	Взаимодействие излучений с веществом	Лекции, практические занятия	7	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой

				штурм
3	Подход к расчёту и проектированию защиты на АЭС.	Лекции, практические занятия	6	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм
4	Инженерные методы расчёта защиты от нейтронного и фотонного излучения.	Лекции, практические занятия	6	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм
5	Уравнение переноса нейтронного и фотонного излучений.	Лекции, практические занятия	6	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм
6	Численные методы решения уравнения переноса излучений.	Лекции, практические занятия	6	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм
7	Методы расчета защиты.	Лекции, практические занятия	9	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм
8	Поглощающие материалы	Лекции, практические занятия	5	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм
9	Органы регулирования ядерных реакторов	Лекции, практические занятия	4	Лекция, лекция-беседа, семинарское занятие с разбором конкретных ситуаций, мозговой штурм

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

_____ Коробейников В.В., д.ф.-м.н., профессор

Рецензент:

_____ Колесов В.В., к.ф.-м.н., доцент