

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 ТЕХНОЛОГИИ ЗАМКНУТОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ И ПРОГРАММЫ НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
1	3-4	108- 144	16	16	0		40-76	0	Э
Итого	3-4	108- 144	16	16	0	8	40-76	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе детально изучаются приближенные методы расчета дозовых характеристик полей нейтронов и гамма квантов. Рассматриваются численные методы расчета полей излучений в задачах с внешним источником. В курс включены вопросы комплексного подхода к решению задачи расчета биологической защиты ЯЭУ. Знания, полученные на лекциях, закрепляются в процессе обсуждения и решения задач на семинарских занятиях и получают развитие при выполнении курсовых проектов по безопасности ЯЭУ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины теория переноса излучения являются познакомить студентов с видами и способами расчёта радиационной защиты.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного прохождения дисциплины студентам необходимо обладать знаниями в области теории переноса нейтронов, методов решения дифференциальных уравнений.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-1 [1] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 [1] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [1] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [1] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

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
инновационный			
Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.	ПК-6.2 [1] - Способен выбирать критерии безопасной работы и применять методы обоснования безопасности для количественных оценок эффективности функционирования и обоснования безопасности объектов использования атомной энергии. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-6.2[1] - Знать основные теплогидравлические и нейтронно-физические процессы, протекающие в быстрых реакторах; основные принципы и критерии обеспечения безопасности ядерных энергетических установок и объектов замкнутого ядерного топливного цикла.; У-ПК-6.2[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач связанных с проектированием и эксплуатацией быстрых реакторов и объектов замкнутого ядерного топливного цикла.; В-ПК-6.2[1] - Владеть методами инженерных расчетов обоснования радиационной безопасности.
Исследования и разработки, направленные на создание новой технологической платформы атомной энергетики, расчетное сопровождение энергетического оборудования, обоснование ядерной и радиационной	Ядерные энерготехнологии нового поколения; функциональные и конструкционные материалы ядерных реакторов; программные комплексы и математические модели для теоретического и	ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-13[1] - Знать математические методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных

безопасности объектов использования атомной энергии.	расчетно-аналитического анализа безопасности АЭС, объекты использования атомной энергии и ядерного наследия, в части научно-технического и организационно-правового обоснования и обеспечения безопасности.		продуктов. ; У-ПК-13[1] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного анализа инновационных продуктов.; В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов.
--	---	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0	КИ-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-16	8/8/0	КИ-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2,

							У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2

* – 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>1 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1 - 8	Первый раздел Введение. Понятие излучения. Реактор как источник излучений. Первичные и вторичные источники излучений. Задачи с источником на границе. Понятие радиационной защиты. Классификация защит. Построение задачи расчета защиты. Газокинетическое уравнение переноса в неразмножающей среде. Дозовые характеристики. Понятие поглощенной и эквивалентной дозы. Коэффициенты качества излучения. Предельно допустимая доза облучения. Решение уравнения переноса для нерассеянной компоненты излучения. Приближенные методы расчета поля нейтронов. Обзор и классификация методов расчета нейтронных и гамма-полей. Модель сечения выведения для быстрых нейтронов — основные предположения, границы применимости. Сечение выведения смесей и гетерогенных сред. Модификация для неводородных сред.	Всего аудиторных часов		
		8	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Приближенные методы расчета поля гамма-квантов. Основные процессы взаимодействия гамма-квантов с веществом. Метод многократных рассеяний. Модель факторов накопления гамма-квантов — основная формула, аналитические аппроксимации. Фактор накопления для многослойных систем.			
9-16	Второй раздел	8	8	0
8 - 16	Второй раздел Уравнение переноса в многогрупповом приближении. Многогрупповое приближение. Технология получения групповых констант. Понятие спектра свертки. Стандартные спектры. Интеграл столкновений в многогрупповом приближении. Библиотеки групповых констант. Методы аппроксимации угловой зависимости. Методы моментов, сферических гармоник. Уравнение переноса в P1-приближении. Границы применимости диффузионного приближения в задачах расчета защит. Метод дискретных ординат, SN-метод. Понятие квадратуры. Квадратуры Гаусса. Численные схемы при решении уравнения переноса. Аппроксимации пространственной зависимости. Операторный вид уравнения переноса. Организация итерационного процесса. Проблемы сходимости численных схем. Метод Монте-Карло. Физическая постановка задачи, алгоритм метода Монте-Карло в задачах переноса излучений. Генератор случайных чисел. Получение локальных и интегральных характеристик поля нейтронов и гамма-квантов. Влияние неоднородностей в защите на поле излучения нейтронов и гамма-квантов.	Всего аудиторных часов		
		8	8	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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО реализуется компетентностный подход и предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-13	З-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-13	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-6.2	З-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-1	З-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-1	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-2	З-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-2	Э, КИ-8, КИ-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	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и
75-84		C	

70-74		D	по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 893 Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах : Допущено УМО вузов направления подготовки 140300 “Ядерная физика и технологии” в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению “Ядерная физика и технологии”, Кузьмин А.М., Шмелев А.Н., Апсэ В.А., Москва: МЭИ, 2019
2. ЭИ Р 98 Прикладная нейтронная физика : Лабораторный практикум, Кадилин В.В., Ибрагимов Р.Ф., Рябева Е.В., М.: Буки Веди, 2019
3. 621.039 Б 94 Экспериментальная реакторная физика : Учебное пособие, Алеева Т.Б., Бушуев А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2020
4. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, , , 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т35 Теория переноса излучений : , Терновых М.Ю., Москва: МИФИ, 2008
2. 539.1 Б12 Теория подобия нейтронно-кинетических процессов : монография, Бабичев Н.Б., Саров: ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ, 2015
3. ЭИ К60 Файлы ядерных данных и их использование в нейтронно-физических расчетах : учебное пособие, Колесов В.В., Терновых М.Ю., Тихомиров Г.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

4. 621.039 Б 18 Физика ядерных реакторов : учеб. пособие, Байбаков В. Д., Москва: Издательство МЭИ, 2016

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ реализуется компетентностный подход и предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература. Чтение лекций и проведение семинарских занятий проводятся в компьютерных классах с проектором и рабочими местами для студентов. Компьютерные модели, позволят провести практическое знакомство студентов с базовыми положениями курса на базе моделирования изучаемых процессов и явлений собственными силами. Результаты компьютерного моделирования используются, в том числе, для контроля за освоением материала. Компьютерные модели и коды их реализующие предоставляются студентам авторами курса (институтом).

Для проверки и закрепления практических навыков студентам предлагается выполнить индивидуальные домашние задания. На полное решение каждой из задач с вариациями условий предполагается отвести 4 часа самостоятельной работы студента и 2 часа совместной работы преподавателя и студентов. Кроме преподавателя, для оптимизации работы со студентами, при проверке домашних заданий и проведении семинарских занятий рекомендуется привлекать ассистентов.

Автор(ы):

Терновых Михаил Юрьевич

Рецензент(ы):

Тихомиров Г.В.