

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Прикладная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Проверочная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гольцев А.О.
	Идентификатор	R1192f195-GoltsevAO-90f55037

(подпись)

А.О. Гольцев

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	Re4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

(подпись)

М.В. Лукашевский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение основных сведений о физических процессах, протекающих в современных ядерных реакторах, и их конструкционных особенностях, а также совершенствование навыков в проведении расчётов основных нейтронно-физических характеристик реактора

Задачи дисциплины

- освоение и приобретение навыка расчета наборов нейтронно-физических констант с помощью современных программных пакетов;
- освоение и приобретение навыка расчета современного ядерного реактора с помощью практически применяемых кодов;
- приобретение навыков постобработки результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические методы и экспериментальные навыки исследования процессов, используемых в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках	ИД-1ПК-2 Владеет методами моделирования физических процессов в элементах конструкций термоядерных и ядерных установок и реакторов	знать: - современные методы расчета ядерных реакторов; - принципы моделирования процессов в современных ядерных реакторах. уметь: - подготавливать систему макроконстант для расчёта; - пользоваться практически применяемыми кодами для расчета ядерных реакторов и выполнять постобработку результатов расчетов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Прикладная физика плазмы и управляемый термоядерный синтез (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Обзор современных методов расчета ядерных реакторов	8	3	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Обзор современных методов расчета ядерных реакторов"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Обзор современных методов расчета ядерных реакторов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 1, 2 [4], гл. 2-4</p>	
1.1	Обзор современных методов расчета ядерных реакторов	8		4	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах	16		6	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-
2.1	Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах	16	6	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах"</p>	

														<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 2 [2], гл. 3 [3], гл. 1-4 [5], гл. 4
3	Методика расчета набора констант по программе UNK	30	10	-	6	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методика расчета набора констант по программе UNK"
3.1	Методика расчета набора констант по программе UNK	30	10	-	6	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методика расчета набора констант по программе UNK" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методика расчета набора констант по программе UNK" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 3 [2], гл. 3
4	Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4	24	8	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4"
4.1	Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4	24	8	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных</u>

													источников: [1], гл. 4 [5], гл. 5
5	Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Подготовка к текущему контролю: Повторение материала по разделу "Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах" Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах"
5.1	Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Подготовка к практическим занятиям: Изучение материала по разделу "Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Изучение материалов литературных источников: [1], гл. 6 [2], гл. 5
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Обзор современных методов расчета ядерных реакторов

1.1. Обзор современных методов расчета ядерных реакторов

Метод Монте-Карло. Метод вероятности первых столкновений. Многогрупповое уравнение диффузии. Конечно-разностная система уравнений в диффузионном приближении. Метод дискретных ординат (Sn-метод).

2. Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах

2.1. Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах

Программа UNK. Моделирование переноса излучения по программе MCNP. Программа СТАРТ4.

3. Методика расчета набора констант по программе UNK

3.1. Методика расчета набора констант по программе UNK

Особенности программы UNK. Основные элементы оболочки программы UNK. Особенности расчета наборов констант по программе UNK.

4. Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4

4.1. Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4

Особенности программы СТАРТ4. Основные элементы оболочки программы СТАРТ4. Возможности моделирования переноса излучения по программе СТАРТ4. Расчет не стационарных процессов по программе СТАРТ4.

5. Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах

5.1. Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах

Использование программ Excel, Mcad, MathLab и т.п. для построения 2-D и 3-D графиков. Связывание в Excel файлов с результатами расчётов с построенными графиками, диаграммами и т.д. Расчёт разного рода функционалов, как-то: скорости реакций, время жизни нейтрона, температура нейтронного газа и пр.

3.3. Темы практических занятий

1. Работа в командной строке ОС Windows;
2. Создание текстового файла исходных данных для программы UNK;
3. Создание текстового файла исходных данных для программы СТАРТ4;
4. Работа в графической оболочке программы UNK.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
принципы моделирования процессов в современных ядерных реакторах	ИД-1ПК-2		+				Проверочная работа/Задание исходных данных в программу UNK
современные методы расчета ядерных реакторов	ИД-1ПК-2	+					Проверочная работа/Моделирование процессов в ядерных реакторах. Работа в командной строке DOS, UNIX, WINDOWS
Уметь:							
пользоваться практически применяемыми кодами для расчета ядерных реакторов и выполнять постобработку результатов расчетов	ИД-1ПК-2				+	+	Расчетно-графическая работа/Выполнение части 2 РГР
подготавливать систему макроконстант для расчёта	ИД-1ПК-2			+			Расчетно-графическая работа/Выполнение части 1 РГР

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Задание исходных данных в программу UNK (Проверочная работа)
2. Моделирование процессов в ядерных реакторах. Работа в командной строке DOS, UNIX, WINDOWS (Проверочная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Выполнение части 1 РГР (Расчетно-графическая работа)
2. Выполнение части 2 РГР (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 кн. / Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 4-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . - ISBN 978-5-383-00015-1 . Кн.3 : Тепловые и атомные электростанции / М. С. Алхутов, и др. ; Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 2007 . – 648 с. - ISBN 978-5-383-00018-2 . http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4275;
2. Крамеров, А. Я. Инженерные расчеты ядерных реакторов / А. Я. Крамеров, Я. В. Шевелев . – М. : Энергоатомиздат, 1984 . – 736 с.;
3. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов / Г. Г. Бартоломей, и др. – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 512 с. - ISBN 5-283-03804-1 .;
4. Дементьев, Б. А. Ядерные энергетические реакторы : Учебник для вузов по специальности "Атомные электростанции и установки" / Б. А. Дементьев . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 352 с. - ISBN 5-283-03863-X .;
5. Зорин В.М.- "Атомные электростанции", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для самостоятельной работы	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы расчета ядерных реакторов

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Моделирование процессов в ядерных реакторах. Работа в командной строке DOS, UNIX, WINDOWS (Проверочная работа)
 КМ-2 Задание исходных данных в программу UNK (Проверочная работа)
 КМ-3 Выполнение части 1 РГР (Расчетно-графическая работа)
 КМ-4 Выполнение части 2 РГР (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Обзор современных методов расчета ядерных реакторов					
1.1	Обзор современных методов расчета ядерных реакторов		+			
2	Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах					
2.1	Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах			+		
3	Методика расчета набора констант по программе UNK					
3.1	Методика расчета набора констант по программе UNK				+	
4	Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4					
4.1	Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4					+
5	Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах					
5.1	Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах					+
Вес КМ, %:			20	20	20	40