

**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**

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

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

А.О. Гольцев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

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

М.В.  
Лукашевский

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

А.В. Дедов

## 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: - пользоваться практически применяемыми кодами для расчета ядерных реакторов и выполнять постобработку результатов расчетов; - подготавливать систему макроконстант для расчёта.

## 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 высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Обзор современных методов расчета ядерных реакторов"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Обзор современных методов расчета ядерных реакторов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах"</p>

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

													<b><u>источников:</u></b> [1], гл. 4 [5], гл. 5
5	Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> 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	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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 графической оболочке программы UNK;
2. Создание текстового файла исходных данных для программы СТАРТ4;
3. Создание текстового файла исходных данных для программы UNK;
4. Работа в командной строке ОС Windows.

### **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	
<b>Знать:</b>							
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
<b>Уметь:</b>							
подготавливать систему макроконстант для расчёта	ИД-1ПК-2			+			Расчетно-графическая работа/Выполнение части 1 РГР
пользоваться практически применяемыми кодами для расчета ядерных реакторов и выполнять постобработку результатов расчетов	ИД-1ПК-2				+	+	Расчетно-графическая работа/Выполнение части 2 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/elibr/view.php?id=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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

### 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](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