

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Современные методы расчета ядерных реакторов**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	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

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические методы и экспериментальные навыки исследования процессов, используемых в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках

ИД-1 Владеет методами моделирования физических процессов в элементах конструкций термоядерных и ядерных установок и реакторов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

БРС 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.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Обзор современных методов расчета ядерных реакторов					
Обзор современных методов расчета ядерных реакторов		+			

Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах				
Компьютерное моделирование процессов в современных ядерных реакторах		+		
Методика расчета набора констант по программе UNK				
Методика расчета набора констант по программе UNK			+	
Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4				
Методика расчета современного ядерного реактора по программе СТАРТ4				+
Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах				
Постобработка результатов расчетов и компьютерного моделирования процессов в современных ядерных реакторах				+
Вес КМ:	20	20	20	40

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	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	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)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Моделирование процессов в ядерных реакторах. Работа в командной строке DOS, UNIX, WINDOWS

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: 1 Студент получает билет 2 Дает письменные ответы на вопросы билета в течение 20 минут 3 Сдаст лист ответа преподавателю.

Краткое содержание задания:

Дать письменный ответ на вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные методы расчета ядерных реакторов	1. Достоинства и недостатки метода дискретных ординат (S_n – метод) 2. Достоинства и недостатки метода вероятности первых столкновений (P_{ij} – метод) 3. Достоинства и недостатки диффузионного приближения 4. Достоинства и недостатки метода Монте-Карло 5. Чем P_n – приближение отличается от диффузионного?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Задание исходных данных в программу UNK

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: 1 Студент получает билет 2 Дает письменные ответы на вопросы билета в течение 20 минут 3 Сдаст лист ответа преподавателю.

Краткое содержание задания:

Дать письменный ответ на вопрос

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы моделирования процессов в современных ядерных реакторах	1.Последовательность расчёта стационарного реактора (под- или надкритического) 2.Последовательность расчёта нестационарного реактора 3.Последовательность расчёта аварийного процесса в реакторе 4.Последовательность расчёта защиты реактора 5.Последовательность расчёта системы управления реактором

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Выполнение части 1 РГР

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится проверка выполненного расчета и опрос студента.

Краткое содержание задания:

Рассчитать нейтронно-физические характеристики ячеек ядерного реактора: сечение поглощения, сечение деления, сечение рассеяния, коэффициент диффузии и д.р. в

программе UNK Пример 1 1. Ячейка шестигранная. Размер «под ключ» - 7 см. 2. Диаметр ТВЭЛа – 1,5 см 3. Температура топлива – 1100 К 4. Температура замедлителя – 600 К 5. Материал топлива: -ThC – 90%, -UC – 10%, -обогащение урана по изотопу U235 – 90%, 6. Материал замедлителя: -H2O – 50%, -D2O – 40%, -C2H5OH – 10% Пример 2 1. Ячейка квадратная - 5 см, 2. Диаметр ТВЭЛа – 1 см, 3. Температура топлива – 1500 К, 4. Температура замедлителя – 1000 К, 5. Материал топлива: -Pu239O2 – 10%, -ThO2 – 90%, 6. Материал замедлителя: -BeO – 96%, -MgO – 2%, -Al2O3 – 2%

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: подготавливать систему макроконстант для расчёта	1. Рассчитать по программе UNK ячейку реактора ВВЭР 2. Рассчитать по программе UNK ячейку реактора РБМК 3. Рассчитать по программе UNK ячейку реактора БН-600 4. Рассчитать по программе UNK ячейку реактора ЭГП 5. Рассчитать по программе UNK ячейку реактора ВТГР (с шаровыми твэлами)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Выполнение части 2 РГР

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится проверка выполненного расчета и опрос студента.

Краткое содержание задания:

С использованием полученных макроконстант провести расчет реактора в программе СТАРТ4. Выполнить постобработку результатов расчетов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: пользоваться практически применяемыми кодами для расчета ядерных реакторов и выполнять постобработку результатов расчетов	1.Рассчитать по программе СТАРТ4 реактор ВВЭР 2.Рассчитать по программе СТАРТ4 реактор РБМК 3.Постобработка результатов расчетов с использованием Mathcad 4.Постобработка результатов расчетов с использованием MatLab 5.Постобработка результатов расчетов средствами ОС Windows

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Н И У «М Э И»	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	«Утверждаю» Зав. кафедрой
	Кафедра <i>Общей физики и ядерного синтеза</i>	
	Дисциплина <i>Современные методы расчета ядерных реакторов</i>	
	Институт <i>ИТАЭ</i>	
1. Перечислить основные особенности комплекса программы UNK. 2. Формат файла теплофизических констант программы СТАРТ4 для какого-либо материала.		

Процедура проведения

1. Студент получает билет.
2. Готовиться к ответу в течение 1 часа, делая необходимые записи в листе ответа.
3. Отвечает на вопросы экзаменатора.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Владеет методами моделирования физических процессов в элементах конструкций термоядерных и ядерных установок и реакторов

Вопросы, задания

- 1.1. Привести пример файла необходимого для расчета наборов констант по программе UNK.
2. Перечислить типы нестационарных процессов, расчёт которых возможен при помощи программы СТАРТ4.
 - 2.1. Расчёт изменения изотопного состава в комплексе программ UNK.
2. Перечислить основные особенности программы СТАРТ4.
 - 3.1. Кратко рассказать о возможностях моделирования переноса излучения по программе СТАРТ4.
2. Основные приближения реализованные в комплексе программ UNK.
 - 4.1. Привести пример описания геометрии расчётной модели реактора в файле исходных данных программы СТАРТ4.
2. Формат файла макроскопических нейтронно-физических констант для программы СТАРТ4.
 - 5.1. Перечислить и рассказать о назначении трёх файлов исходных данных программы расчёта одномерной ячейки.
2. Формат файла теплогидравлических констант программы СТАРТ4 для какого-либо теплоносителя.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Кто первым предложил использовать метод Монте-Карло для расчёта переноса нейтронов?

Ответы:

Ньютон, Ломоносов, Ферми, Менделеев, Курчатов

Верный ответ: Ферми

2. Что является основным ограничением метода вероятности первых столкновений?

Ответы:

Большая размерность задачи, Маленькая точность, Трудности с описанием геометрии, Особенности подготовки нейтронно-физических констант

Верный ответ: Большая размерность задачи

3. Какой расчётный модуль в комплексе UNK отвечает за расчёт макроскопических констант?

Ответы:

Macsec.exe, Avg.exe, Sncell.exe, Burnup.exe, Cellhi.exe

Верный ответ: Macsec.exe

4. Какое приближение не реализовано в комплексе UNK?

Ответы:

Метод Монте-Карло, Метод вероятности первых столкновений, Диффузионное приближение, Метод характеристик, Sn – приближение

Верный ответ: Диффузионное приближение

5. Для задания необходимого количества точек выгорания в графической оболочке программы UNK используется функция:

Ответы:

Burnup, Fluxs, Steps, Power, Shablon

Верный ответ: Steps

6. Для расчёта набора констант с помощью программы UNK необходимо задать:

Ответы:

Нуклидный состав ячейки, Температуры зоны, Геометрические параметры ячейки, Все вышеперечисленное

Верный ответ: Все вышеперечисленное

7. Каким образом в программе СТАРТ4 реализовано решение многогруппового диффузионного уравнения баланса нейтронов?

Ответы:

Численное решение, основанное на замене производных конечно-разностными схемами, Метод Монте-Карло, Аналитическое решение, В программе СТАРТ4 не решается уравнения баланса, Метод вероятности первых столкновений

Верный ответ: Численное решение, основанное на замене производных конечно-разностными схемами

8. Для конвертации набора констант, рассчитанного с помощью программы UNK, в формат, пригодный для использования программой СТАРТ4 необходимо наличие файла:

Ответы:

EDMACAVR.DAT, UNK2СТАРТ.py, СТАРТCONST.INI, СТАРТ4.EXE, MAKECONST.F90

Верный ответ: EDMACAVR.DAT

9. Какое программное средство НЕЛЬЗЯ использовать для постобработки результатов расчетов и моделирования?

Ответы:

Microsoft Outlook, Microsoft Excel, Origin, Matlab, Mathcad

Верный ответ: Microsoft Outlook

10. Для постобработки компьютерного эксперимента может применяться:

Ответы:

Метод Галеркина, Метод наименьших квадратов, Метод Рунге-Кутты 4 порядка, Метод Эйлера, Метод функционала плотности

Верный ответ: Метод наименьших квадратов

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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