

**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
2021**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

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)

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

| 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 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-1 _{ПК-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 | Моделирование процессов в ядерных реакторах. Работа в командной строке DOS, UNIX, WINDOWS (Проверочная работа) Задание исходных данных в программу UNK (Проверочная работа) Выполнение части 1 РГР (Расчетно-графическая работа) 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:

| | |
|---|---|
| Знать: современные методы расчета ядерных реакторов | <ol style="list-style-type: none">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 приближения4. Достоинства и недостатки метода Монте-Карло5. Чем P_n – приближение отличается от диффузионного? |
|---|---|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

| | |
|---|---|
| Знать: принципы моделирования процессов в современных ядерных реакторах | <ol style="list-style-type: none"> 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

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

| | |
|---|---|
| Уметь: подготавливать систему макроконстант для расчёта | <ol style="list-style-type: none"> 1.Рассчитать по программе UNK ячейку реактора ВВЭР 2.Рассчитать по программе UNK ячейку реактора |
|---|---|

| | |
|--|---|
| | <p>РБМК</p> <p>3.Рассчитать по программе UNK ячейку реактора БН-600</p> <p>4.Рассчитать по программе UNK ячейку реактора ЭГП</p> <p>5.Рассчитать по программе UNK ячейку реактора ВТГР (с шаровыми ТВЭлами)</p> |
|--|---|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

| | |
|---|---|
| <p>Уметь: пользоваться практически применяемыми кодами для расчета ядерных реакторов и выполнять постобработку результатов расчетов</p> | <ol style="list-style-type: none"> 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

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

| | | | |
|--|---------------------------|--|-------------------------------|
| НИУ «МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 | | «Утверждено» Зав. кафедрой |
| | Кафедра | Общей физики и ядерного синтеза | |
| | Дисциплина | Современные методы расчета ядерных реакторов | |
| | Институт | ИТАЭ | |
| 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-1_{ПК-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

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

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

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

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.