

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

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах

Уровень образования: высшее образование - специалитет


Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Топливный цикл атомной энергетики**

**Москва
2023**

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	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

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 выполнять расчет оборудования ядерных энергетических установок, использовать специализированное программное обеспечение

ИД-5 Демонстрирует понимание процессов фабрикации и использования топлива на АЭС различных конструкций, включая технологии замкнутого топливного цикла

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1. Технологии и предприятия ядерного топливного цикла (Контрольная работа)

2. Контрольная работа 2. Системы контроля нейтронно-физических и теплотехнических параметров. (Контрольная работа)

3. Контрольная работа 3. Последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива (включая производство электроэнергии) и заканчивая удалением радиоактивных отходов. (Контрольная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	8	12	14
1. Ядерные топливные циклы				
1. Ядерные топливные циклы		+		
2. Торий				
2. Торий		+		
3. Торий для ядерных энергетических установок				
3. Торий для ядерных энергетических установок			+	
4. Ядерно-физические параметры ториевого и уранового циклов в сравнении				
4. Ядерно-физические параметры ториевого и уранового циклов в сравнении				+

5. Открытый торий-плутониевый ЯТЦ на базе серийных легководных реакторах			
5. Открытый торий-плутониевый ЯТЦ на базе серийных легководных реакторах			+
Вес КМ:	30	30	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-5ПК-2 Демонстрирует понимание процессов фабрикации и использования топлива на АЭС различных конструкций, включая технологии замкнутого топливного цикла	<p>Знать:</p> <p>основы процессов диффузии и замедления нейтронов в различных средах</p> <p>спектры нейтронов в реакторе и определение их основных характеристик</p> <p>Уметь:</p> <p>применять физические и химические законы для описания процессов использования воды и топлива на АС</p> <p>составлять математические модели процессов изменения нуклидного состава, протекающих в активной зоне реактора</p> <p>определять физически обоснованные упрощения основных уравнений, в том числе и переноса нейтронов</p>	<p>Контрольная работа 1. Технологии и предприятия ядерного топливного цикла (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа 2. Системы контроля нейтронно-физических и теплотехнических параметров. (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа 3. Последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива (включая производство электроэнергии) и заканчивая удалением радиоактивных отходов. (Контрольная работа)</p>

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа 1. Технологии и предприятия ядерного топливного цикла

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Ответьте на вопрос билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: спектры нейтронов в реакторе и определение их основных характеристик	1. Социальные аспекты развития ядерной энергетики 2. Термоядерные реакторы. Гибридные системы синтеза-деления 3. Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения
Уметь: определять физически обоснованные упрощения основных уравнений, в том числе и переноса нейтронов	1. АЭС с четырьмя энергоблоками с ВВЭР-1000 выработала за год 24×10^6 МВт×ч электроэнергии и передала в теплосеть 2880×10^6 МДж теплоты. АЭС с двумя энергоблоками выработала для потребителей 15×10^9 МДж теплоты. Рассчитать потребление этими АЭС первичных энергоресурсов в тоннах условного топлива. 2. Работа АЭС в течение года характеризовалась следующими показателями: средняя электрическая мощность 900 МВт, теплофикационная мощность 100 МВт со средней температурой прямой сетевой воды 100°C и обратной воды 60°C . Сравнить отношения мощностей электрической и теплофикационной и полных эксергий этих энергетических потоков. 3. ТЭС с двумя энергоблоками с ПТУ К-500-23,5, имеющими в своем составе теплофикационные установки номинальной мощностью 60 МВт, работала в течение года со средним КПД $\eta_{\text{эт}}=0,46$. Коэффициент использования установленной электрической мощности составил 0,7, а для теплофикационных установок – 0,3. Для АЭС с ПТУ К-1000- 5,9/50 с ТФУ с установленной мощностью 120 МВт коэффициент использования установленной электрической мощности оказался равным 0,75, а для ТФУ – 0,3. Сравнить потребление условного топлива на этих электростанциях

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-2. Контрольная работа 2. Системы контроля нейтронно-физических и теплотехнических параметров.

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Ответьте на вопрос билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основы процессов диффузии и замедления нейтронов в различных средах	1.Конструкционные материалы АЭС с водородными, быстрыми и уранграфитовыми реакторами, АЭС с газовым теплоносителем 2.Расчетные компьютерные программы, верификация компьютерных программ 3.Деактивация технологического оборудования, зданий и сооружений
Уметь: применять физические и химические законы для описания процессов использования воды и топлива на АС	1.Определение, физический смысл и размерность параметров траектории среднего нейтрона 2.Обосновать необходимость и продолжительность высвечивания детектора после завершения серии экспериментов с облучением закадмированного детектора 3.Проанализировать зависимость альбеда от размера области рассеивающей среды.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-3. Контрольная работа 3. Последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива (включая производство электроэнергии) и заканчивая удалением радиоактивных отходов.

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: КМ проводится в виде письменного ответа на вопросы билета

Краткое содержание задания:

Ответьте на вопрос билета

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: составлять математические модели процессов изменения нуклидного состава, протекающих в активной зоне реактора	1.Объяснить различие в распределении резонансных нейтронов по сферическим слоям для воды и водного раствора борной кислоты. 2.Показать, что расчет Q1 и Q2 можно проводить, используя пространственные распределения нейтронов только в пределах бака. 3.Точечный источник быстрых нейтронов окружен сферой из кадмия радиусом r. Начертить и объяснить распределения резонансных и тепловых нейтронов в воде. Сравнить с распределением нейтронов при отсутствии кадмиевой сферы
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

Оценка: 2

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения.
2. Обращение с радиоактивными отходами на АЭС. Переработка радиоактивных отходов.

Процедура проведения

Студентам предлагается сделать письменный ответ на вопросы билета

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-2} Демонстрирует понимание процессов фабрикации и использования топлива на АЭС различных конструкций, включая технологии замкнутого топливного цикла

Вопросы, задания

1. Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения.
2. Обращение с радиоактивными отходами на АЭС. Переработка радиоактивных отходов
3. Методы оценки работоспособности реакторов. Программа образцовсвидетелей. Программа вырезки темплетов.
4. Механизмы радиационного охрупчивания сталей корпусов реакторов. Критическая температура хрупкости. Схема Давиденкова-Иоффе.
5. Конструкционные материалы АЭС с водо-водяными, быстрыми и уранграфитовыми реакторами, АЭС с газовым теплоносителем

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В реакции ядерного синтеза дейтерия и трития образуются нейтроны с энергией ... МэВ

Ответы:

1. 1;
2. 2;
3. 5,5;
4. 14.

Верный ответ: 14

2. Ядро изотопа урана ^{235}U делится преимущественно нейтронами

Ответы:

1. быстрыми;
2. тепловыми;
3. холодными;
4. ультра-холодными.

Верный ответ: тепловыми

3. Расположить среды в порядке возрастания замедляющей способности.

Ответы:

1. Графит – Вода – Уран – Тяжелая вода;
2. Вода – Тяжелая вода – Уран – Графит;
3. Уран – Графит – Тяжелая вода – Вода.

Верный ответ: Уран – Графит – Тяжелая вода – Вода

4. Приближение Узких Резонансов используется для получения:

Ответы:

1. величины макроскопического сечения поглощения в сильном резонансе;
2. спектра нейтронов в области действия сильного резонанса;
3. величины максимальной действия сильного резонанса.

Верный ответ: спектра нейтронов в области действия сильного резонанса

5. Возраст тепловых нейтронов:

Ответы:

1. среднее значение времени от момента рождения нейтронов до момента, когда нейтроны стали тепловыми в процессе замедления;
2. величина, пропорциональная среднему значению квадрата смещения нейтронов в процессе замедления от места появления нейтронов до места, где нейтроны стали тепловыми;
3. среднее значение время от момента рождения нейтронов до момента, когда нейтроны поглотились тепловыми в процессе замедления.

Верный ответ: величина, пропорциональная среднему значению квадрата смещения нейтронов в процессе замедления от места появления нейтронов до места, где нейтроны стали тепловыми

6. В практических приближенных расчетах используется факт, что форма спектра потока тепловых нейтронов примерно совпадает со:

Ответы:

1. спектром Ферми;
2. спектром Максвелла;
3. спектром Уатта.

Верный ответ: спектром Максвелла

7. Диффузия нейтронов это:

Ответы:

1. процесс, обусловленный тепловым движением группы нейтронов и наличием градиентов их концентрации;
2. процесс перемещения группы нейтронов данной энергии из области с большей плотностью нейтронов в область с их меньшей плотностью;
3. процесс перемещения нейтрона из области с большей плотностью нейтронов в область с их меньшей плотностью в результате взаимодействия с другими нейтронами различных энергий.

Верный ответ: процесс перемещения группы нейтронов данной энергии из области с большей плотностью нейтронов в область с их меньшей плотностью

8. Длина диффузии тепловых нейтронов это:

Ответы:

1. величина, пропорциональная среднему значению смещения тепловых нейтронов в процессе диффузии от места появления до места поглощения;
2. величина, пропорциональная среднему значению смещения быстрых нейтронов в процессе диффузии от места появления до места, где они поглощаются тепловыми;
3. величина, пропорциональная среднему значению смещения нейтронов в процессе диффузии от места появления до места, где нейтроны становятся тепловыми.

Верный ответ: величина, пропорциональная среднему значению смещения тепловых нейтронов в процессе диффузии от места появления до места поглощения

9. Расположить среды в порядке возрастания значения длины диффузии.

Ответы:

1. Уран-235 – Графит – Вода – Кадмий;
2. Вода – Графит – Кадмий – Уран-235;
3. Кадмий – Уран-235 – Вода – Графит.

Верный ответ: Кадмий – Уран-235 – Вода – Графит

10. Относительно большое значение коэффициента размножения на быстрых нейтронах в тесных решетках объясняется:

Ответы:

1. малым объемом замедлителя в ячейке;
2. значительным «перекрестным» эффектом;
3. большим диаметром топливных блоков.

Верный ответ: большим диаметром топливных блоков

11. При увеличении температуры топливного блока вероятность избежать резонансного поглощения:

Ответы:

1. увеличивается;
2. не изменяется;
3. уменьшается.

Верный ответ: уменьшается

12. В надкритическом реакторе значение материального параметра:

Ответы:

1. больше значения геометрического параметра;
2. равно значению геометрического параметра;
3. меньше значения геометрического параметра

Верный ответ: больше значения геометрического параметра

13. С физической точки зрения оптимальный размер отражателя в реакторе на тепловых нейтронах определяется:

Ответы:

1. длиной миграции для материала отражателя;
2. длиной миграции для материала активной зоны;
3. величиной потока тепловых нейтронов на границе активной зоны – отражатель.

Верный ответ: длиной миграции для материала отражателя

14. В гетерогенном реакторе на тепловых нейтронах вероятность избежать резонансного поглощения:

Ответы:

1. больше, чем в гомогенном реакторе на тепловых нейтронах;
2. меньше, чем в гомогенном реакторе на тепловых нейтронах;
3. равна вероятности избежать резонансного поглощения в гомогенном реакторе.

Верный ответ: больше, чем в гомогенном реакторе на тепловых нейтронах
15. В гетерогенном реакторе на тепловых нейтронах коэффициент использования тепловых нейтронов:

Ответы:

1. больше, чем в гомогенном реакторе на тепловых нейтронах;
2. меньше, чем в гомогенном реакторе на тепловых нейтронах;
3. равен коэффициенту использования тепловых нейтронов в гомогенном реакторе.

Верный ответ: меньше, чем в гомогенном реакторе на тепловых нейтронах

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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: 50

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

Оценка: 2

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 экзаменационной составляющих.