

**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: Физико-технические проблемы атомной энергетики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Компьютерные технологии в ядерной энергетике и теплофизике**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Воробьев Ю.Б.
	Идентификатор	R3b64f4bb-VorobyevYB-08cbf8ca

Ю.Б.
Воробьев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мелихов О.И.
	Идентификатор	Re9797a97-MelikhovOI-83f385d8

О.И.
Мелихов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хвостова М.С.
	Идентификатор	R5ead212f-KhvostovaMS-a4cf11ca

М.С.
Хвостова

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. ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач

ИД-1 Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики

ИД-2 Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики

2. ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

ИД-1 Применяет математический аппарат для решения теплофизических задач атомной энергетики

ИД-2 Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики

3. ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ

ИД-1 Способен формулировать результаты научных исследований

ИД-2 Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Устная форма

1. Использование методов глобальной оптимизации и нейросетевых технологий для исследования сложных систем АЭС (Тестирование)

2. Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами расчетных кодов (Тестирование)

3. Основные подходы в области анализа безопасности АЭС (Тестирование)

4. Современные компьютерные методы научных исследований, использование современных вычислительных технологий для достижения наибольшей эффективности расчетов (Тестирование)

5. Элементы системных расчетных кодов на примере Relap5. Анализ аварий на РУ ВВЭР-440/B213 (Тестирование)

БРС дисциплины

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные подходы в области анализа безопасности АЭС (Тестирование)
- КМ-2 Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами расчетных кодов (Тестирование)
- КМ-3 Элементы системных расчетных кодов на примере Relap5. Анализ аварий на РУ ВВЭР-440/B213 (Тестирование)
- КМ-4 Современные компьютерные методы научных исследований, использование современных вычислительных технологий для достижения наибольшей эффективности расчетов (Тестирование)
- КМ-5 Использование методов глобальной оптимизации и нейросетевых технологий для исследования сложных систем АЭС (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	6	10	13
Основы анализа безопасности АЭС с использованием компьютерных технологий					
Основные понятия использования компьютерных расчетных кодов для анализа безопасности АЭС	+	+	+		
Основные положения анализа неопределенностей	+	+	+		
Основные положения моделирования аварийных процессов на основе современных компьютерных кодов	+	+	+		
Основные особенности компьютерного кода анализа безопасности АЭС на примере кода RELAP5					
Основные особенности компьютерного кода RELAP5	+	+	+		
Моделирование нейтронной кинетики, тепловых структур и системы управления и защиты АЭС	+	+	+		
Использование карт режимов потока в коде RELAP5	+	+	+		
Основные замыкающие модели RELAP5	+	+	+		
Модели специальных процессов в RELAP5	+	+	+		
Моделирование специализированного оборудования АЭС в RELAP5	+	+	+		
Компьютерные технологии для решения сложных задач НИР ЯЭ					
Основные особенности CFD кодов	+	+	+		+
Компьютерные технологии параллельных вычислений	+	+	+	+	+
Технология решения сложных задач НИР ЯЭ на основе алгоритмов поиска глобального оптимума	+	+	+	+	+

Использование нейронных сетей в задачах ЯЭ	+	+	+	+	+
Методы динамического вероятностного анализа безопасности (ДВАБ) АЭС	+	+	+	+	+
Вес КМ:	16	17	25	17	25

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
ОПК-1	ИД-1 _{ОПК-1} Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	Знать: основные существующие подходы в области анализа безопасности АЭС Уметь: выбрать правильный метод анализа для типичных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	КМ-11 Основные подходы в области анализа безопасности АЭС (Тестирование) КМ-12 Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами расчетных кодов (Тестирование) КМ-13 Элементы системных расчетных кодов на примере Relap5. Анализ аварий на РУ ВВЭР-440/В213 (Тестирование)
ОПК-1	ИД-2 _{ОПК-1} Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики	Знать: набор типичных задач с применением компьютерных технологий в области ядерной энергетики и теплофизики Уметь: в зависимости от типа решаемой задачи выбрать наиболее подходящий метод и составить алгоритм его применения в области анализа безопасности АЭС	КМ-11 Основные подходы в области анализа безопасности АЭС (Тестирование) КМ-12 Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами расчетных кодов (Тестирование) КМ-13 Элементы системных расчетных кодов на примере Relap5. Анализ аварий на РУ ВВЭР-440/В213 (Тестирование)
ОПК-2	ИД-1 _{ОПК-2} Применяет математический аппарат	Знать: основные математические	КМ-12 Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами

	для решения теплофизических задач атомной энергетики	подходы, используемые в современных расчетных методах анализа безопасности АЭС Уметь: использовать современные математические методы в задачах теплофизики и ядерной энергетики	расчетных кодов (Тестирование) КМ-13 Элементы системных расчетных кодов на примере Relap5. Анализ аварий на РУ ВВЭР-440/В213 (Тестирование)
ОПК-2	ИД-2 _{ОПК-2} Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики	Знать: современные компьютерные технологии, используемые в расчетных методах анализа безопасности АЭС Уметь: на основе применения компьютерных технологий в области безопасности АЭС правильно провести анализ аварийных ситуаций на АЭС	КМ-11 Основные подходы в области анализа безопасности АЭС (Тестирование) КМ-12 Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами расчетных кодов (Тестирование) КМ-15 Использование методов глобальной оптимизации и нейросетевых технологий для исследования сложных систем АЭС (Тестирование)
ОПК-3	ИД-1 _{ОПК-3} Способен формулировать результаты научных исследований	Знать: современные компьютерные методы для научных исследований	КМ-14 Современные компьютерные методы научных исследований, использование современных вычислительных технологий для достижения наибольшей эффективности расчетов (Тестирование) КМ-15 Использование методов глобальной оптимизации и нейросетевых технологий для исследования сложных систем АЭС (Тестирование)
ОПК-3	ИД-2 _{ОПК-3} Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской	Уметь: на основе расчетного анализа теплофизических задач ядерной энергетики правильно применить	КМ-15 Использование методов глобальной оптимизации и нейросетевых технологий для исследования сложных систем АЭС (Тестирование)

	деятельности	компьютерные технологии для представления полученных результатов	
--	--------------	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные подходы в области анализа безопасности АЭС

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные существующие подходы в области анализа безопасности АЭС	1.1 Как можно сформулировать отличие расчетного кода от простой программы? 2.1 Для чего используется анализ неопределенности? 3.1 Код Улучшенной Оценки. 4.1 Консервативный Оценочный Код. 5.1 При составлении модели АЭС для кода типа RELAP5 используется геометрическое приближение? 6.1 Двухжидкостное приближение означает, что в моделях кода типа RELAP5 рассматриваются? 7.1 При моделировании двухфазных процессов в кодах типа RELAP5 давления каждой фазы? 8.1 При моделировании двухфазных процессов в кодах типа RELAP5 скорости каждой фазы? 9.1 Предел Куранта используется в кодах типа RELAP5 для обеспечения? 10.1 Какие основные уравнения используются в кодах типа RELAP5? 11.1 Сформулируйте принцип единичного отказа. 12.1 Кроссверификация-кроссвалидация в анализе безопасности АЭС. 13.1 Для чего используются замыкающие соотношения? 14.1 Основные CFD коды? 15.1 Особенности CFD кодов по сравнению с кодами типа Relap5? 16.1 Направления использования CFD для системных кодов типа Relap5? 17.1 Эффект пользователя. 18.1 Многомасштабность-

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	многофизичность. 19.1 Неопределенности в обосновании безопасности АЭС.
Знать: набор типичных задач с применением компьютерных технологий в области ядерной энергетики и теплофизики	1.1 Аварийные процессы – проектные, запроектные, тяжелые. 2.1 Для какого типов аварий точно не рекомендуется использовать коды типа RELAP5? 3.1 Где можно использовать CFD в ЯЭ? 4.1 Неопределенности при моделировании аварий с помощью кодов.
Знать: современные компьютерные технологии, используемые в расчетных методах анализа безопасности АЭС	1.1 Что такое процедура верификации в трактовке МАГАТЭ? 2.1 Что такое процедура валидации в трактовке МАГАТЭ? 3.1 Что такое отчуждаемый код? 4.1 Переносимость кода. 5.1 Идеология гибкой топологической схемы. 6.1 Преемственность кода 7.1 Основные задачи использования современных компьютерных технологий в Ядерной энергетике. 8.1 Основные направления развития кодов. 9.1 Основные принципы CFD кодов. 10.1 Сетка в CFD , сеточная сходимость. 11.1 Epistemic неопределенность связана? 12.1 Aleatory неопределенность связана? 13.1 Какие три группы анализа неопределенностей можно выделить? 14.1 Основная идея метода UMAE? 15.1 Основная идея метода AEA W? 16.1 Одно из основных предположений кодов типа RELAP5, приводящих к неустойчивости решения систем уравнений связана с? 17.1 Как можно задать тип распределения для параметра в АН?
Уметь: выбрать правильный метод анализа для типичных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	1.1 С помощью какой команды можно демультимплицировать файл результатов RELAP?
Уметь: в зависимости от типа решаемой задачи выбрать наиболее подходящий метод и составить алгоритм его применения в области анализа безопасности АЭС	1.1 Основные средства моделирования АЭС в кодах типа RELAP5?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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. Методы анализ неопределенностей и чувствительности, анализ аварий на АЭС, умение работать с нодализационными схемами расчетных кодов

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные существующие подходы в области анализа безопасности АЭС	1.2 Непараметрические АЧ. 2.2 Метод Морриса. 3.2 Особенности использования коэффициентов корреляции Кендалла? 4.2 Особенности использования коэффициентов корреляции Спирмена? 5.2 Основная идея метода GRS? 6.2 Основная идея метода CSAU? 7.2 Смысл требования некоррелированности данных в анализе АН?
Знать: набор типичных задач с применением компьютерных технологий в области ядерной энергетики и теплофизики	1.2 Основные этапы, особенности тяжелой аварии? 2.2 Смысл использования ВАБ и его моды в анализе безопасности АЭС? 3.2 Основные этапы аварии типа LOCA (течь) ? 4.2 Основные этапы аварии типа LOCA (течь) ?
Знать: основные математические подходы, используемые в современных расчетных методах анализа безопасности АЭС	1.2 Особенности карты режима потока для вертикального режима? 2.2 Для чего используется концентрация межфазной

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	поверхности? 3.2 Какие карты режимов имеются в Relap5? 4.2 Как выбирается тип карты режима для объема? 5.2 Как выбирается тип карты режима для соединения? 6.2 Какие основные уравнения используются в кодах типа RELAP5? 7.2 Основная информация задаваемая при моделировании в кодах типа RELAP5? 8.2 Какие граничные условия можно задать в тепловых структурах? 9.2 Какая численная схема используется в Relap5 ? 10.2 Какие особенности в моделировании тепловых структур в Relap5 ? 11.2 Какие моды теплообмена со стенкой имеются в Relap5 ? 12.2 Какие основные геометрии можно задать в ТО со стенкой? 13.2 Особенности моделирования межфазного трения. 14.2 Особенности моделирования трения на стенке. 15.2 Моделирование местных сопротивлений. 16.2 Теплообмен со стенкой - недогретое и насыщенное пузырьковое кипение. 17.2 Теплообмен со стенкой - 1Ф жидкость. 18.2 Моделирование сепаратора. 19.2 Модель Повторного залива. 20.2 Модель: Горизонтальный захват и проталкивание фазы. 21.2 Модель: Деформация оболочки ТВЭЛа. 22.2 Модель критического истечения Henry - Fauske. 23.2 Модель критического истечения MELCOR. 24.2 Модель критического истечения Moody. 25.2 Модель упаковки воды (water packing). 26.2 Модель трассировки уровня жидкости в цепочке вертикальных

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	объемов. 27.2 Модель термической стратификации. 28.2 Модель: Коррекция уравнения сохранения энергии. 29.2 Модель турбулентности - Рейнольдсовских напряжений. 30.2 Модель больших вихрей - Large Eddy Simulation Model (LES) и DES. 31.2 Вопросы генерации сетки в CFD. 32.2 Моделирование многофазности в CFD - Эйлер-Эйлер, Модель Лагранжа для частичек.
Знать: современные компьютерные технологии, используемые в расчетных методах анализа безопасности АЭС	1.2 Рестарт файл используется в кодах типа RELAP5. 2.2 Основная идея индексов Соболя. 3.2 Параметрический АЧ. 4.2 Особенности карты режима потока для горизонтального режима? 5.2 Что такое замыкающие модели в Relap5? 6.2 Для чего используются специальные модели в Relap5? 7.2 На основе чего контролируется временной шаг в Relap5? 8.2 Смысл и особенности поперечного подсоединения в Relap5 ? 9.2 Тип нейтронной кинетики в Relap5? 10.2 Основное предположения в нейтронной кинетики Relap5, ее тип ? 11.2 Какие энерговыделения в нейтр.кин. возможны в Relap5 ? 12.2 Какие обратные связи по реактивности учитываются в сепар. модели кин.? 13.2 В чем отличие сепар. от табул. моделей? 14.2 В каких координатах строится карта режима потока для смесителя САОЗ? 15.2 В каких координатах строится карта режима потока для насоса? 16.2 Особенности при моделировании конденсации в Relap5? 17.2 Основной метод расчета критического теплового потока в Relap5? 18.2 Основные предположения межфазного тепло/массо обмена в Relap5?

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	19.2 Как в Relap5 учитывается кипение с недогревом? 20.2 Что такое область конвекции при теплообмене со стенкой в Relap5? 21.2 Моделирование турбины. 22.2 Моделирование эжектора. 23.2 Моделирование гидроаккумулятора. 24.2 Моделирование насоса. 25.2 Моделирование клапанов. 26.2 Моделирование ECCS смесителя. 27.2 Основные уравнения RANS в CFD. 28.2 Гипотеза Буссинеска. 29.2 Моделирование турбулентности на основе $k-\epsilon$ и $k-\omega$. 30.2 Существующие модели турбулентности в CFD. 31.2 Модель резкого изменения сечения. 32.2 Модель критического истечения Ransom&Trapp. 33.2 Модель CCFL. 34.2 Моделирование многофазности в CFD - Полидисперсная модель (Multiple Size Group - MUSIG Model). 35.2 Моделирование многофазности в CFD – основные силы.
Уметь: выбрать правильный метод анализа для типичных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	1.2 Объяснить нодализацию АЗ в модели ВВЭР-440. 2.2 Моделирование системы САОЗ в модели ВВЭР-440.
Уметь: в зависимости от типа решаемой задачи выбрать наиболее подходящий метод и составить алгоритм его применения в области анализа безопасности АЭС	1.2 Моделирование 2-го контура в модели ВВЭР-440. 2.2 Моделирование 1-го контура и КД в модели ВВЭР-440.
Уметь: использовать современные математические методы в задачах теплофизики и ядерной энергетики	1.2 Объяснить смысл использования 3-х петель в модели ВВЭР-440.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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. Элементы системных расчетных кодов на примере Relap5. Анализ аварий на РУ ВВЭР-440/B213

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выбрать правильный метод анализа для типичных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики	1.3 Построить последовательность основных явлений, срабатывания оборудования РУ ВВЭР-440 во время аварии.
Уметь: в зависимости от типа решаемой задачи выбрать наиболее подходящий метод и составить алгоритм его применения в области анализа безопасности АЭС	1.3 Провести сравнительный анализ различных сценариев аварий.
Уметь: использовать современные математические методы в задачах теплофизики и ядерной энергетики	1.3 Объяснить особенности модели ВВЭР-440 для кода Relap5.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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. Современные компьютерные методы научных исследований, использование современных вычислительных технологий для достижения наибольшей эффективности расчетов

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные компьютерные методы для научных исследований	1.4 Чем отличаются симметричные мультипроцессорные системы (СМС) и массивно-параллельные системы (МПС)? 2.4 Основные отличия массивнопараллельных систем (МПС) от распределенных (РС)? 3.4 Типы гетерогенности при параллельных расчетах? 4.4 Что такое TID в PVM? 5.4 Правильное функционирование концепции мастер-слейв. 6.4 Правильное функционирование концепции древовидной структуры расчетов. 7.4 Какие системы организации параллельных расчетов существуют? 8.4 Как работает широковежательность, распределение/сбор и редукция в технологиях MPI/PVM? 9.4 Как функционирует MPI? 10.4 Как функционирует PVM? 11.4 Проблема латентности (задержки) при параллельных вычислениях. 12.4 Основная идея использования метода имитации отжига. 13.4 Математическая основа использования метода имитации отжига. 14.4 Шаги использования метода имитации отжига. 15.4 Настраиваемые параметры метода имитации отжига. 16.4 Основные шаги алгоритма обобщенной экстремальной оптимизации. 17.4 Основные причины использования экстремальной оптимизации. 18.4 Основа функционирования экстремальной оптимизации. 19.4 Принципы развития самоорганизующихся систем. 20.4 Функционирование EO-тау. 21.4 Недостаток и достоинство EO-тау. 22.4 Особенности использования генетических

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	алгоритмов? 23.4 Какие основные биологические термины примебняются в генетических алгоритмах? 24.4 Мутация в генетическом алгоритме? 25.4 В генетическом алгоритме алель определяет? 26.4 Правильная последовательность действий генетического алгоритма. 27.4 Рекомбинация в генетическом алгоритме. 28.4 В теории генетического алгоритма схема (схемата) определяется как? 29.4 Основная идея теории генетического алгоритма? 30.4 Правильная формулировка "схемата" теоремы? 31.4 Явный параллелизм неявный параллелизм в генетическом алгоритме? 32.4 Генетическое программирование предназначено для? 33.4 Селекция в ГА? 34.4 Скалирование в ГА? 35.4 Принцип использования элитизма в генетическом алгоритме? 36.4 Принцип функционирования генетическом алгоритме steady-state? 37.4 Варьируемые параметры генетического алгоритма? 38.4 Правильное определение фитнес функции в генетическом алгоритме? 39.4 Грей кодирование? 40.4 Что такое Humming clif? 41.4 Правильный вид вероятности перехода на новое энергетическое состояние E_j из текущего состояния E_i в методе моделирования оджига? 42.4 Как должна изменяться температура T в методе моделирования отжига? 43.4 В процессе эволюции количество разных схем (шаблонов) в популяции объемом N с бинарными генами размером L будет стримиться к:? 44.4 При каких условиях алгоритм "тау-ЕО" вырождается в случайный поиск? 45.4 При каких условиях алгоритм "тау-ЕО" вырождается в локальный поиск? 46.4 Какие параметры определяют функционирование метода "моделирования отжига"? 47.4 Изменение размера ближайшей области в методе моделирования отжига влияет на?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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-5. Использование методов глобальной оптимизации и нейросетевых технологий для исследования сложных систем АЭС

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные компьютерные методы для научных исследований	1.5 Особенности структуры и работы стандартного нейрона. 2.5 Активационные функции. 3.5 Математическая основа НС. 4.5 Типы НС. 5.5 Определение архитектуры НС. 6.5 Сети Хопфильда. 7.5 Сети Кохонена. 8.5 НС на основе RBF функций. 9.5 Кластеризация на основе mean-shift. 10.5 Оценка плотности распределения на основе ядерных функций. 11.5 Основной цикл настройки НС. 12.5 Метод обратного распространения ошибки, online, batch. 13.5 Варианты кросс-валидации в НС. 14.5 Глубинное обучение – основные особенности. 15.5 Принципы использование НС как метомодель в задачах надежности и схожих. 16.5 Принципы использование НС как метомодель в задачах объединения CFD и Relap5 кодов. 17.5 Принципы использование НС для

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	идентификации типов аварий. 18.5 Принципы использование НС как метомодель для корреляции экспериментальных данных в расчетных кодах. 19.5 Основная идея использования метода имитации отжига. 20.5 Математическая основа использования метода имитации отжига. 21.5 Шаги использования метода имитации отжига. 22.5 Настраиваемые параметры метода имитации отжига. 23.5 Основные шаги алгоритма обобщенной экстремальной оптимизации. 24.5 Основные причины использования экстремальной оптимизации. 25.5 Основа функционирования экстремальной оптимизации. 26.5 Принципы развития самоорганизующихся систем. 27.5 Функционирование ЕО-тау. 28.5 Недостаток и достоинство ЕО-тау. 29.5 Особенности использования генетических алгоритмов? 30.5 Какие основные биологические термины применяются в генетических алгоритмах? 31.5 Мутация в генетическом алгоритме? 32.5 В генетическом алгоритме алель определяет? 33.5 Правильная последовательность действий генетического алгоритма. 34.5 Рекомбинация в генетическом алгоритме. 35.5 В теории генетического алгоритма схема (схемата) определяется как? 36.5 Основная идея теории генетического алгоритма? 37.5 Правильная формулировка "схемата" теоремы? 38.5 Явный параллелизм неявный параллелизм в генетическом алгоритме? 39.5 Генетическое программирование предназначено для? 40.5 Селекция в ГА? 41.5 Скалирование в ГА? 42.5 Принцип использования элитизма в генетическом алгоритме? 43.5 Принцип функционирования

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	генетическом алгоритме steady-state? 44.5 Варьируемые параметры генетического алгоритма? 45.5 Правильное определение фитнес функции в генетическом алгоритме? 46.5 Грей кодирование? 47.5 Что такое Humming cliff? 48.5 Правильный вид вероятности перехода на новое энергетическое состояние E_j из текущего состояния E_i в методе моделирования отжига? 49.5 Как должна изменяться температура T в методе моделирования отжига? 50.5 В процессе эволюции количество разных схем (шаблонов) в популяции объемом N с бинарными генами размером L будет стремиться к:? 51.5 При каких условиях алгоритм "тау-ЕО" вырождается в случайный поиск? 52.5 При каких условиях алгоритм "тау-ЕО" вырождается в локальный поиск? 53.5 Какие параметры определяют функционирование метода "моделирования отжига"? 54.5 Изменение размера ближайшей области в методе моделирования отжига влияет на?
Уметь: на основе применения компьютерных технологий в области безопасности АЭС правильно провести анализ аварийных ситуаций на АЭС	1.5 Объяснить физику по результатам анализа чувствительности. 2.5 Объяснить статистические результаты МК и ДВАБ.
Уметь: на основе расчетного анализа теплофизических задач ядерной энергетики правильно применить компьютерные технологии для представления полученных результатов	1.5 Построить и правильно интерпретировать гистограммы по независимым параметрам и результирующему. 2.5 Объяснить принципы метода Монте-Карло (МК), ДВАБ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

вопрос 1.:

Основные задачи использования современных компьютерных технологий в Ядерной энергетике. Понятие расчетного кода отличие от простой программы. Процедуры верификации и валидации в трактовке МАГАТЭ. Кроссверификация/кроссвалидация. Отчуждаемость, переносимость, преемственность кода. Идеология гибкой топологической схемы. Основные направления развития кодов. Эффект пользователя.

вопрос 2:

Метод ДВАБ, его задачи. Основные направления ДВАБ. Использование Марковских моделей. Графические методы.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам. Время на выполнение экзаменационного задания ответа – 60 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-1} Способен к анализу комплексных проблем в области ядерной энергетики и теплофизики

Вопросы, задания

1.Билет 1.

вопрос 1.:

Основные задачи использования современных компьютерных технологий в Ядерной энергетике. Понятие расчетного кода отличие от простой программы. Процедуры верификации и валидации в трактовке МАГАТЭ. Кроссверификация/кроссвалидация. Отчуждаемость, переносимость, преемственность кода. Идеология гибкой топологической схемы. Основные направления развития кодов. Эффект пользователя.

вопрос 2:

Метод ДВАБ, его задачи. Основные направления ДВАБ. Использование Марковских моделей. Графические методы.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличаются консервативные оценочные коды от кодов наилучшей оценки?

Верный ответ: В корреляциях в консервативных оценочных кодах используется консервативное приближение к экспериментальным данным, а в кодах наилучшей оценки наилучшее.

2. Чем отличается расчетный код от простой программы?

Верный ответ: Расчетный код характеризуется относительно долгим периодом разработки, выполнением процедур верификации и валидации.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-1} Способен к составлению алгоритмов для решения конкретных задач в области ядерной энергетики и теплофизики

Вопросы, задания

1.Билет 2.

вопрос 1.:

Понятия: Код Улучшенной Оценки, Консервативный Оценочный Код.

Неопределенности в обосновании безопасности АЭС. Неопределенности при моделировании аварий с помощью кодов. Анализ неопределенности, его цели, особенности. Два типа неопределенностей. Задание распределений для параметров в АН. PIRT. Существующие категории АН. Методы UMAE и AEA W.

вопрос 2:

Методы ДВАБ: Дискретные динамические деревья событий, Монте Карло, генерации подмножеств – subset simulation

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем отличается аварии проектного типа от тяжелых?

Верный ответ: В тяжелых авариях рассматриваются аварии связанные с расплавлением топлива.

2. Что дают алгоритмы поиска глобального оптимума в расчетах НИР ЯЭ?

Верный ответ: Позволяют найти глобальный оптимум при наличии множества локальных.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-2} Применяет математический аппарат для решения теплофизических задач атомной энергетики

Вопросы, задания

1.Билет 3.

вопрос 1.:

Основные характеристики и особенности аварийных процессов – проектные, запроектные. Основные средства моделирования АЭС, основные уравнения, геометрическое приближение, моделирование паровой и жидкой фаз, ограничения по моделируемым процессам, использование замыкающих соотношений в кодах типа RELAP5. Причины неустойчивости кодов типа Relap5. Предел Куранта. Понятие и особенности нодализационной схемы.

вопрос 2:

Использование ГА в ДВАБ. Основные шаги применения ДВАБ. Вероятностные оценки в ГА-ДВАБ на основе: Importance Sampling (GA-IS), нейронных сетей. Разработка бенчмарков для ДВАБ – основная мотивация, пример на основе PWR.

2.Билет 4.

вопрос 1.:

Основные принципы CFD кодов. Уравнения RANS в CFD. Гипотеза Буссинеска. Использование CFD кодов в ЯЭ. Особенности построения сетки. Основные наиболее развитые CFD коды. Сравнение CFD кодов с кодами типа Relap5. Направление использования многомасштабности-многофизичности.

вопрос 2:

Математическая основа НС. Особенности структуры и работы стандартного нейрона, активационные функции. Архитектура НС. Типы НС. Сети Хопфильда, Кохонена, RBF. Основной цикл настройки НС, Метод обратного распространения ошибки, online, batch.

3.Билет 10.

вопрос 1.:

Метод расчета критического теплового потока в Relap5. Моделирования межфазного трения в Relap5. Моделирования трения на стенке. Моделирование местных сопротивлений.

вопрос 2:

Основные причины использования экстремальной оптимизации. Принципы развития самоорганизующихся систем. Функционирование EO-тау алгоритма. Основные шаги алгоритма обобщенной экстремальной оптимизации.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое процедура валидации для расчетного кода?

Верный ответ: Проводиться сравнение результатов расчета с экспериментальными данными.

2. Что такое процедура верификации для расчетного кода?

Верный ответ: Производится проверка программной части кода, правильности ее работы с точки зрения заложенной математики.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-2} Применяет компьютерные технологии для решения теплофизических задач ядерной энергетики

Вопросы, задания

1. Билет 7.

вопрос 1.:

Карты режимов потоков, смысл, причина использования. Какие карты режимов имеются в Relap5? Как выбирается тип карты режима для объема, соединения. Особенности карты режима потока для горизонтального режима, для вертикального режима. Карта режима потока для смесителя САОЗ, насоса.

вопрос 2:

Использование НС для идентификации типов аварий на АЭС. Использование НС как метомодель для корреляции экспериментальных данных в расчетных кодах для анализа безопасности ЯЭУ.

2. Билет 9.

вопрос 1.:

Моделирование межфазного тепло/массо обмена в Relap5. Моды теплообмена со стенкой. Теплообмен со стенкой - 1Ф жидкость. Теплообмен со стенкой - недогретое и насыщенное пузырьковое кипение. Область конвекции. Кипение с недогревом.

Моделирование конденсации.

вопрос 2;

Метод «моделирования отжига»: область использования, основная идея, математическая основа, алгоритм, регулируемые параметры.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что дают параллельные вычисления в расчетах НИР ЯЭ?

Верный ответ: Существенное ускорение расчетов.

5. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-3} Способен формулировать результаты научных исследований

Вопросы, задания

1. Билет 6.

вопрос 1.:

Смысл использования ВАБ и его моды в анализе безопасности АЭС. Основные этапы аварии типа LOCA (течь). Основные этапы, особенности тяжелой аварии. Основная информация, задаваемая при моделировании в кодах типа RELAP5. Численная схема. Замыкающие модели, специальные модели оборудования, процессов. Контроль временного шага, размер элементов нодализации в Relap5. Особенности поперечного подсоединения в Relap5

вопрос 2:

Использование НС как метомодель в задачах надежности и т.п. в ЯЭ. Использование НС как метомодель в задачах объединения CFD и Relap5 кодов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чем CFD коды отличаются от кодов типа Relap5?

Верный ответ: В CFD кодах рассматривается трехмерное приближение.

2. Чем ДВАБ отличается от ВАБ?

Верный ответ: В ДВАБ учитывается взаимодействие вероятностных и детерминистических характеристик.

6. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-3} Применяет компьютерные технологии для представления результатов научно-исследовательской деятельности

Вопросы, задания

1. Билет 5.

вопрос 1.:

Методы АН: GRS, CSAU (поверхность отклика). Анализ чувствительности.

Параметрический и непараметрический АЧ. Методы: Спирмена, Кенделла, Мориса, индексов Соболя. Смысл требования некоррелированности данных в анализе АН.

вопрос 2:

Кластеризация и распознавание образов, использование в ЯЭ. Кластеризация на основе mean-shift алгоритма. Оценка плотности распределения на основе ядерных функций.

Валидация, кроссвалидация в НС. Глубинное обучение.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как нейронные сети могут быть использованы для обработки результатов в НИР ЯЭ?

Верный ответ: Позволяют провести аппроксимацию данных.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».