

**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: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Численные методы в механике сплошных сред**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дергунов И.М.
	Идентификатор	Rffff7f67-DergunovIM-a272426c

И.М.
Дергунов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Макаров П.Г.
	Идентификатор	R9a51899a-MakarovPG-4f257daf

П.Г.
Макаров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

Ю.Ю.
Пузина

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-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования

ИД-2 Владеет навыками расчета теплогидравлических процессов в элементах энергетического оборудования, навыки постобработки результатов расчетов и компьютерного моделирования этих процессов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Построение геометрии (Контрольная работа)
2. Построение сетки (Контрольная работа)
3. Проведение расчетов (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Построение геометрии (Контрольная работа)
КМ-2 Построение сетки (Контрольная работа)
КМ-3 Проведение расчетов (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	16
Введение и предмет курса				
Введение и предмет курса		+		
Создание геометрии				
Создание геометрии			+	+
Построение расчетных сеток				

Построение расчетных сеток		+	+
Физические модели и их настройка			
Физические модели и их настройка		+	+
Настройка солвера и проведение расчетов			
Настройка солвера и проведение расчетов		+	+
Анализ результатов			
Анализ результатов		+	+
Оптимизационные и параметрические расчеты			
Оптимизационные и параметрические расчеты			+
Вес КМ:	25	25	50

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-1	ИД-2ПК-1 Владеет навыками расчета теплогидравлических процессов в элементах энергетического оборудования, навыки постобработки результатов расчетов и компьютерного моделирования этих процессов	Знать: методы конечно-объемной аппроксимации уравнений движения механики сплошной среды на неструктурированных сетках возможности использования новейших информационных технологий при проектировании, создании и эксплуатации разнообразных низкотемпературных установок и систем Уметь: использовать программные комплексы для численных расчетов характеристик гидродинамических течений, параметров теплообменных устройств различных геометрий и параметров	КМ-1 Построение геометрии (Контрольная работа) КМ-2 Построение сетки (Контрольная работа) КМ-3 Проведение расчетов (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Построение геометрии

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку, ответ.

Краткое содержание задания:

Построение геометрии по заданному эскизу

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: возможности использования новейших информационных технологий при проектировании, создании и эксплуатации разнообразных низкотемпературных установок и систем	1. Роль моделирования в современном машиностроении. История коммерческого CFD. Основные этапы работы с проектом. 2. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии ANSYS SpaceClaim. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Построение сетки

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку, ответ.

Краткое содержание задания:

Построение сетки в сеточном генераторе

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы конечно-объемной аппроксимации уравнений движения	1. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии ANSYS

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
механики сплошной среды на неструктурированных сетках	SpaceClime. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели. 2. Общие сведения о расчетных сетках. Программа построения сеток ANSYS Fluent Meshing. Мастера построения геометрии. Работа с мастером Watertight Geometry Workflow. 3. Интерфейс программы ANSYS Fluent. Домены, сеточные зоны и граничные условия. Материалы и их свойства. База свойств материалов. Физические модели: турбулентность, теплообмен, излучение, модель газовых смесей, учет силы тяжести. 4. Настройки методов расчета. Методы решений системы уравнений Навье-Стокса. Алгоритмы решения в ANSYS Fluent. Параметры релаксации. Контроль сходимости решения. Мониторы. 5. Средства обработки результатов. Постпроцессор ANSYS Fluent, постпроцессор CFD-Post. Получение количественных оценок при постобработке. Шаблоны настроек. 6. Параметризация геометрии в SpaceClime. Параметризация проектов ANSYS Fluent. Расчетная платформа ANSYS Workbench. Варианты расчета. Оптимизация.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. Проведение расчетов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 50

Процедура проведения контрольного мероприятия: Получение задания, время на подготовку, ответ.

Краткое содержание задания:

Проведение расчетов на сонвоани ранее построенной сеточной модели

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: использовать программные комплексы для численных расчетов	1. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
характеристик гидродинамических течений, параметров теплообменных устройств различных геометрий и параметров	ANSYS SpaceClime. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели. 2. Общие сведения о расчетных сетках. Программа построения сеток ANSYS Fluent Meshing. Мастера построения геометрии. Работа с мастером Watertight Geometry Workflow. 3. Интерфейс программы ANSYS Fluent. Домены, сеточные зоны и граничные условия. Материалы и их свойства. База свойств материалов. Физические модели: турбулентность, теплообмен, излучение, модель газовых смесей, учет силы тяжести. 4. Настройки методов расчета. Методы решений системы уравнений Навье-Стокса. Алгоритмы решения в ANSYS Fluent. Параметры релаксации. Контроль сходимости решения. Мониторы. 5. Средства обработки результатов. Постпроцессор ANSYS Fluent, постпроцессор CFD-Post. Получение количественных оценок при постобработке. Шаблоны настроек. 6. Параметризация геометрии в SpaceClime. Параметризация проектов ANSYS Fluent. Расчетная платформа ANSYS Workbench. Варианты расчета. Оптимизация.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Роль моделирования в современном машиностроении. История коммерческого CFD. Основные этапы работы с проектом.
2. Параметризация геометрии в SpaceClaim. Параметризация проектов ANSYS Fluent. Расчетная платформа ANSYS Workbench. Варианты расчета. Оптимизация.

Процедура проведения

Слепой выбор задания, время на подготовку, ответ

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Владеет навыками расчета теплогидравлических процессов в элементах энергетического оборудования, навыки постобработки результатов расчетов и компьютерного моделирования этих процессов

Вопросы, задания

- 1.1. Роль моделирования в современном машиностроении. История коммерческого CFD. Основные этапы работы с проектом.
2. Параметризация геометрии в SpaceClaim. Параметризация проектов ANSYS Fluent. Расчетная платформа ANSYS Workbench. Варианты расчета. Оптимизация.
 - 2.1. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии ANSYS SpaceClaim. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели.
2. Средства обработки результатов. Постпроцессор ANSYS Fluent, постпроцессор CFD-Post. Получение количественных оценок при постобработке. Шаблоны настроек.
 - 3.1. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии ANSYS SpaceClaim. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели.
2. Настройки методов расчета. Методы решений системы уравнений Навье-Стокса. Алгоритмы решения в ANSYS Fluent. Параметры релаксации. Контроль сходимости решения. Мониторы.
 - 4.1. Интерфейс программы ANSYS Fluent. Домены, сеточные зоны и граничные условия. Материалы и их свойства. База свойств материалов. Физические модели: турбулентность, теплообмен, излучение, модель газовых смесей, учет силы тяжести.
2. Параметризация геометрии в SpaceClaim. Параметризация проектов ANSYS Fluent. Расчетная платформа ANSYS Workbench. Варианты расчета. Оптимизация.
 - 5.1. Настройки методов расчета. Методы решений системы уравнений Навье-Стокса. Алгоритмы решения в ANSYS Fluent. Параметры релаксации. Контроль сходимости решения. Мониторы.
2. Роль моделирования в современном машиностроении. История коммерческого CFD. Основные этапы работы с проектом.
 - 6.1. Роль моделирования в современном машиностроении. История коммерческого CFD. Основные этапы работы с проектом.

2. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии ANSYS SpaceClaim. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели.
- 7.1. Общие сведения о программах создания геометрии. Прямой редактор геометрии ANSYS SpaceClaim. Интерфейс. Режимы работы: создание и редактирование геометрии. Параметры модели.
2. Общие сведения о расчетных сетках. Программа построения сеток ANSYS Fluent Meshing. Мастера построения геометрии. Работа с мастером Watertight Geometry Workflow.
- 8.1. Общие сведения о расчетных сетках. Программа построения сеток ANSYS Fluent Meshing. Мастера построения геометрии. Работа с мастером Watertight Geometry Workflow.
2. Интерфейс программы ANSYS Fluent. Домены, сеточные зоны и граничные условия. Материалы и их свойства. База свойств материалов. Физические модели: турбулентность, теплообмен, излучение, модель газовых смесей, учет силы тяжести.
- 9.1. Интерфейс программы ANSYS Fluent. Домены, сеточные зоны и граничные условия. Материалы и их свойства. База свойств материалов. Физические модели: турбулентность, теплообмен, излучение, модель газовых смесей, учет силы тяжести.
2. Настройки методов расчета. Методы решений системы уравнений Навье-Стокса. Алгоритмы решения в ANSYS Fluent. Параметры релаксации. Контроль сходимости решения. Мониторы.
- 10.1. Средства обработки результатов. Постпроцессор ANSYS Fluent, постпроцессор CFD-Post. Получение количественных оценок при постобработке. Шаблоны настроек.
2. Параметризация геометрии в SpaceClaim. Параметризация проектов ANSYS Fluent. Расчетная платформа ANSYS Workbench. Варианты расчета. Оптимизация.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. *Метод конечных объемов*
Ответы:
Устный ответ
Верный ответ: Метод конечных объемов – численный метод, построенный на решении определенной системы уравнений (в зависимости от применения) в каждой ячейке расчетной сетки, т.е. в элементарном объеме.
2. *Расчетная сетка*
Ответы:
Устный ответ
3. *CFD (Computer Fluid Dynamics)*
Ответы:
Устный ответ
Верный ответ: CFD (Computer Fluid Dynamics) – общее название технологии и совокупности методов конечных объемов для расчета гидро- газо- аэродинамики и теплообмена.
4. *Метод конечных элементов*
Ответы:
Устный ответ
Верный ответ: Метод конечных элементов – численный метод, построенный на решении определенной системы уравнений (в зависимости от применения) в каждой ячейке поверхностной сетки.
5. *Пакет*
Ответы:
Устный ответ

Верный ответ: Пакет – программное обеспечение, позволяющее использовать конкретные методы для решения определенного круга задач, в том числе и междисциплинарных.

6.Решатель (солвер, solver)

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Решатель (солвер, solver) – графическая оболочка пакета, позволяющая настроить математическую модель: выбрать тип решателя (однокомпонентный, многокомпонентный) выбрать модели турбулентности, подключить уравнения энергии, задать рабочие жидкости, задать граничные и начальные условия и т.д.

7.Для чего применяется метод VOF

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Для чего применяется метод VOF – для моделирования многофазных потоков в односкоростной и однотемпературной постановках.

8.Основные типы граничных условий в пакете Ansys Fluent

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Основные типы граничных условий в пакете Ansys Fluent. Inlet/outlet: pressure, velocity, mass-flow, и т.д

9.Основные типы граничных условий в пакете Ansys Fluent. Inlet/outlet: pressure, velocity, mass-flow, и т.д

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Какого типа бывают солверы? Стационарные и нестационарные, pressure-based, density-based.

10.Какие бывают сеточные элементы?

Ответы:

Устный ответ

Верный ответ: Гексакогональные, тетраэдрические, полиэдрические и пр.

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