

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнологические установки и системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование электротехнологических процессов**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербаков А.В.
	Идентификатор	Raf18b6c8-ShcherbakovAV-abf82f1

А.В.
Щербаков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов А.О.
	Идентификатор	Rc98b17a6-KuleshovAO-26442bbf

А.О.
Кулешов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

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-6 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности

ИД-5 Демонстрирует понимание основных принципов организации и проведения математического моделирования и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности и использования результатов моделирования и экспериментальных исследований при проектировании

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Разработка программы для моделирования процесса теплопереноса (Программирование (код))

Форма реализации: Письменная работа

1. Граничные условия и источники теплоты. Алгоритмизация многомерных задач теплопереноса (Тестирование)
2. Метод гидродинамики сглаженных частиц в электротехнологии» (Тестирование)
3. методы Монте-Карло в электротехнологии и численное интегрирование». Гибридные модели (открытый тест - с вычислениями) (Тестирование)
4. Подходы Эйлера и Лагранжа для моделирования явлений переноса (Тестирование)
5. Уравнение теплопроводности и его применение в электротехнологии (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	6	8	12	14	16
Цели и задачи математического моделирования. Численное решение нестационарного уравнения теплопроводности для моделирования процессов теплопереноса в электротехнологии							
Цели и задачи математического моделирования. Численное решение нестационарного уравнения теплопроводности для моделирования процессов теплопереноса в электротехнологии	+						
Численная интерпретация граничных условий и источников теплоты. Алгоритмизация задач теплопереноса на основе использования метода							

контрольных объемов						
Численная интерпретация граничных условий и источников теплоты. Алгоритмизация задач теплопереноса на основе использования метода контрольных объемов		+				
Концепции Эйлера и Лагранжа для моделирования тепломассообмена в жидких и газообразных средах						
Концепции Эйлера и Лагранжа для моделирования тепломассообмена в жидких и газообразных средах			+			
Подход Эйлера: алгоритм SIMPLE и методы аппроксимации свободной поверхности жидкости для моделирования процессов тепломассообмена в жидкостях и газах						
Подход Эйлера: алгоритм SIMPLE и методы аппроксимации свободной поверхности жидкости для моделирования процессов тепломассообмена в жидкостях и газах				+		
Методы крупных частиц в электротехнологии. Метод гидродинамики сглаженных частиц для изучения теплопереноса в жидкостях и его алгоритмизация						
Методы крупных частиц в электротехнологии. Метод гидродинамики сглаженных частиц для изучения теплопереноса в жидкостях и его алгоритмизация					+	
Методы Монте-Карло. Моделирование случайных процессов и численное интегрирование. Комплексные модели электротехнологических процессов						
Методы Монте-Карло. Моделирование случайных процессов и численное интегрирование. Комплексные модели электротехнологических процессов						+
Вес КМ:	10	10	10	50	10	10

\$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-6	ИД-5ПК-6 Демонстрирует понимание основных принципов организации и проведения математического моделирования и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности и использования результатов моделирования и экспериментальных исследований при проектировании	Знать: методы численной интерпретации граничных условий и источников теплоты для различных электротехнологий современные подходы к моделированию течения жидкой среды со свободной поверхностью при действии источников нагрева для решения различных задач электротехнологии концепции Эйлера и Лагранжа для моделирования процессов переноса в жидких и газообразных средах при реализации электротехнологических процессов алгоритмы численного решения многомерных задач нестационарного	Уравнение теплопроводности и его применение в электротехнологии (Тестирование) Граничные условия и источники теплоты. Алгоритмизация многомерных задач теплопереноса (Тестирование) Подходы Эйлера и Лагранжа для моделирования явлений переноса (Тестирование) Разработка программы для моделирования процесса теплопереноса (Программирование (код)) Метод гидродинамики сглаженных частиц в электротехнологии» (Тестирование) методы Монте-Карло в электротехнологии и численное интегрирование». Гибридные модели (открытый тест - с вычислениями) (Тестирование)

		<p>теплообмена Уметь: разрабатывать алгоритмы численного решения системы уравнений Навье- Стокса для вязкой несжимаемой жидкости с использованием подхода Эйлера и метода контрольных объемов применять полученные знания для самостоятельной разработки и алгоритмизации комплексных моделей электротехнологических процессов</p>	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Уравнение теплопроводности и его применение в электротехнологии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний алгоритмов численного решения многомерных задач нестационарного теплообмена при сварке, плавке, пайке и наплавке, на основе явной и неявной разностных схем

Контрольные вопросы/задания:

Знать: алгоритмы численного решения многомерных задач нестационарного теплообмена	<p>1.</p> <p>1. К какому типу дифференциальных уравнений второго порядка относится нестационарное уравнение теплопроводности?</p> <p>а. уравнение эллиптического типа б. уравнение параболического типа в. уравнение гиперболического типа</p> <p>Ответ - б.</p> <p>2. Какая из разностных аппроксимаций производной обладает вторым порядком точности по шагу аппроксимации?</p> <p>а. левая разностная производная б. правая разностная производная в. центральная разностная производная</p> <p>Ответ - в.</p> <p>3. При использовании неявной разностной схемы для уравнения теплопроводности применяют:</p> <p>а. левую разностную производную по времени б. правую разностную производную по времени в. центральную разностную производную по времени</p> <p>Ответ - а.</p> <p>4. Какой метод численного решения линейных алгебраических уравнений, получаемых в результате разностной аппроксимации уравнения теплопроводности при использовании явной разностной схемы можно применять?</p> <p>а. прямой и обратный ход прогонки. б. метод простой итерации. в. любой из алгоритмов решений матричных уравнений трехдиагонального вида (TDMA)</p> <p>Ответ - б.</p> <p>5. Как определяются неизвестные прогоночные коэффициенты для нулевого узла сетка при</p>
---	---

	<p>реализации “прямого хода” метода прогонки? а. из аппроксимации начальных условий. б. из аппроксимации граничных условий. в. итерационным методом последовательных приближений. Ответ - б.</p> <p>6. Разработана компьютерная программа, производящая численное решение нестационарного уравнения теплопроводности. К какому типу моделей ее можно отнести а. физическая модель б. дескриптивная математическая модель в. нормативная математическая модель г. оптимизационная математическая модель Ответ - б.</p> <p>7. В чем преимущества применения неявных разностных схем в сравнении с явными? а. удобство распараллеливания вычислений б. более простой алгоритм в. больший запас устойчивости Ответ - в.</p> <p>8. Какой из методов расщепления многомерных дифференциальных уравнений по пространственным направлениям использует полностью неявные разностные операторы? а. метод переменных направлений б. метод дробных шагов Ответ - б.</p> <p>9. В чем заключается идея применения метода конечных разностей для решения дифференциальных уравнений? а. в использовании вместо производных их конечно-разностных аналогов для преобразования уравнений в линейные алгебраические. б. в выражении точного аналитического решения дифференциального уравнения. в. в применении операторного метода решения дифференциального уравнения Ответ - а.</p> <p>10. Что обычно понимают под шаблоном разностной схемы? а. метод аппроксимации производных, входящих в уравнение б. метод реализации прямого и обратного хода прогонки в. графическое отображение связей рассматриваемого узла с соседними узлами, а также с узлами рассматриваемыми на других временных слоях (или дробных шагах) Ответ - в.</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

КМ-2. Граничные условия и источники теплоты. Алгоритмизация многомерных задач теплопереноса

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний методов численной интерпретации граничных условий и источников теплоты для различных видов электротехнологических процессов; кроме того, проверяются знания методов решения многомерных задач теплопереноса

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: методы численной интерпретации граничных условий и источников теплоты для различных электротехнологий</p>	<p>1.1. Каким образом можно задавать источник нагрева при численном решении уравнения теплопроводности?</p> <p>а. как объемно-распределенный источник, входящий в уравнение</p> <p>б. как граничное условие</p> <p>в. обоими способами (в зависимости от характера источника нагрева и размеров расчетной области)</p> <p>Ответ - в.</p> <p>2. Почему в при изучении процессов обработки концентрированными источниками нагрева (лазерный и электронный луч), источник представляют распределенным по глубине металлического слоя?</p> <p>а. это делают в тех случаях, когда используется уравнение теплопроводности, и не учитывается углубление источника в материал за счет давления паров в режиме “кинжального” проплавления.</p> <p>б. это обусловлено тем, что глубина проникновения электронов (фотонов) в материал велика, и создает</p>
---	---

	<p>эффект “кинжального” проплавления Ответ - а.</p> <p>3. Граничные условия первого рода для уравнения теплопроводности соответствуют случаю: а. задания закона теплообмена с окружающей средой б. задания нулевой первой производной температуры в. задания температуры на границе Ответ - в.</p> <p>4. Граничные условия второго рода для уравнения теплопроводности соответствуют случаю: а. задания закона теплообмена с окружающей средой б. задания нулевой первой производной температуры в. задания температуры на границе Ответ - б.</p> <p>5. Граничные условия Стефана необходимо рассматривать в случае: а. теплообмена с окружающей средой за счет конвекции б. теплообмена с окружающей средой за счет теплопроводности в. наличием границы фазового перехода Ответ - в.</p> <p>6. Что понимают под “эффективным радиусом” источника нагрева при использовании гауссова распределения? а. радиус, внутри которого выделяется 100% энергии пучка б. радиус, внутри которого выделяется 90% энергии пучка в. дисперсию гауссова распределения Ответ - в.</p> <p>7. Какой закон подходит для описания потерь тепла при лучистом теплообмене? а. закон Стефана-Больцмана б. закон Ньютона в. закон Фурье Ответ - а.</p> <p>8. Какие задачи теплообмена можно отнести к нелинейным? а. задачи с движущимися источниками нагрева б. задачи, учитывающие зависимости теплофизических свойств от температуры в. задачи с движущейся средой в расчетной области Ответ - б.</p> <p>9. Какой метод подходит для решения многомерных задач теплопроводности в случае использования явной разностной схемы? а. метод переменных направлений б. метод дробных шагов в. метод простой итерации ответ - в.</p> <p>10. Какой из перечисленных ниже методов решения</p>
--	--

	<p>дифференциальных уравнений второго порядка можно отнести к методам расщепления, или локально-одномерным методам, применимым для решения многомерных задач?</p> <p>а. метод Эйлера б. метод дробных шагов (метод Яненко) в. метод простой итерации ответ - б.</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-3. Подходы Эйлера и Лагранжа для моделирования явлений переноса

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний концепций Эйлера и Лагранжа для моделирования процессов переноса в жидких и газообразных средах

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: концепции Эйлера и Лагранжа для моделирования процессов переноса в жидких и газообразных средах при реализации электротехнологических процессов</p>	<p>1.1. Основная идея концепции Эйлера заключается в следующем.</p> <p>а. Жидкость рассматривается как система частиц, каждая из которых имеет свою систему координат. б. Система координат неподвижна. Жидкость - сплошная среда, которая течет сквозь нее. в. жидкость рассматривается как сплошная среда, но дополнительно введены частицы-маркеры Ответ - б.</p> <p>2. Каким уравнением будет описываться теплоперенос в жидкости при использовании подхода Лагранжа?</p>
---	--

	<p>а. Уравнением энергии с конвективными слагаемыми б. Уравнением теплопроводности в. Уравнением движения Ответ - б.</p> <p>3. Какие из перечисленных методов построения математической модели жидкости относятся к лагранжевым? а. метод крупных частиц б. метод конечных элементов в. метод конечных разностей г. метод сглаженных частиц Ответы - а, г.</p> <p>4. Какие из перечисленных методов построения математической модели жидкости относятся к эйлеровым? а. метод крупных частиц б. метод конечных элементов в. метод конечных разностей г. метод сглаженных частиц Ответы - б, г.</p> <p>5. В чем физический смысл конвективного слагаемого в уравнении теплообмена, записанном в постановке Эйлера? а. оно необходимо для учета вклада теплопроводности б. оно учитывает, то, что изменение температуры в рассматриваемой точке среды может быть связано с перемещением жидкости, изначально имеющей другую температуру в. учитывает действие внутренних источников нагрева Ответ - б.</p> <p>6. Для какой модели жидкости записываются уравнения Навье-Стокса? а. эйлерова жидкость б. ньютоновская жидкость в. невязкая жидкость Ответ - б.</p> <p>7. Какие слагаемые включает в себя производная Лагранжа (субстанциональная производная) ? а. локальную и конвективную (адвективную) производные б. локальную и левую разностную производную скорости по времени в. конвективную и адвективную производные Ответ - а.</p> <p>8. Какая из концепций в настоящее время применяется в коммерческих программах инженерного анализа (CAE-системах)? а. концепция Эйлера б. концепция Лагранжа в. обе концепции</p>
--	---

	<p>Ответ - в.</p> <p>9. При использовании какой из концепций (Эйлера, или Лагранжа), векторные и скалярные величины рассчитываются в виде полей, с привязкой к фиксированным точкам пространства?</p> <p>а. Эйлера концепция б. Лагранжева концепция в. концепция Буссинеска</p> <p>Ответ - а.</p> <p>10. При использовании какого подхода (Эйлера, или Лагранжа) отпадает необходимость в реализации специализированных алгоритмов моделирования изменения уровня жидкости вблизи свободных поверхностей?</p> <p>а. подход Эйлера б. подход Лагранжа в. концепция Буссинеска</p> <p>Ответ - б.</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-4. Разработка программы для моделирования процесса теплопереноса

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Программирование (код)

Вес контрольного мероприятия в БРС: 50

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает расчетное задание, состоящее из двух разделов. На защите студент отвечает на вопросы преподавателя.

Краткое содержание задания:

Расчетное задание защищает для проверки умения разрабатывать алгоритмы численного решения уравнения теплопроводности (первая часть) и системы уравнений Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости с использованием подхода Эйлера и метода контрольных объемов (вторая часть)

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать алгоритмы численного решения системы уравнений Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости с использованием подхода Эйлера и метода контрольных объемов

1. Студенту предлагается разработать программу в любой среде программирования (предпочтительнее Microsoft Visual Studio Community и любой из языков входящих в эту среду - Visual Basic, C++, C#, Java или Visual Fortran)

1. Численное решение уравнения теплопроводности. В первой части задание необходимо разработать программу для решения двумерной задачи теплообмена (описываемой уравнением теплопроводности) с заданными начальными и граничными условиями.
2. Численный расчет поля скоростей и поля давлений с использованием алгоритма SIMPLE. Во второй части задания студенту предлагается осуществить разработку алгоритма итерационного метода “Предиктор-Корректор” для расчета поля скоростей и поля давлений в жидкой среде, отвечающих условию несжимаемости и предложить идею для применения программы для моделирования электротехнологических процессов.

После успешного выполнения задания студенту предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Какие численные методы использованы для решения уравнения теплопроводности?
2. Каким образом выбирался шаг координатной сетки и временной шаг?
3. В течение какого времени наступает квазистационарный режим теплообмена?
4. Каким образом рассчитывалось поле давления, обеспечивающее выполнение условия несжимаемости?
5. В чем идея использования “шахматной” или смещенной координатной сетки для расчета скалярных и векторных величин?
6. Отвечает ли поле скоростей в рассматриваемом случае условию несжимаемости?
7. В чем идея метода “предиктор-корректор” для решения системы уравнений Навье-Стокса?
8. Чем отличается уравнение теплопереноса в жидкой среде от уравнения теплопроводности?
9. Какие фрагменты созданной программы удобно реализовывать в виде подпрограмм?
10. Какие этапы вычислений могут быть реализованы с применением распараллеливания вычислений?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-5. Метод гидродинамики сглаженных частиц в электротехнологии»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний современных подходов к моделированию течения жидкой среды со свободной поверхностью при реализации электротехнологических процессов

Контрольные вопросы/задания:

Знать: современные подходы к моделированию течения жидкой среды со свободной поверхностью при действии источников нагрева для решения различных задач электротехнологии	1.1.Какая группа методов моделирования подвижной среды стала основой для зарождения метода гидродинамики сглаженных частиц (SPH)? а. методы Эйлера б. методы крупных частиц и модель Леннарда-Джонса в. методы переменных направлений Ответ - б. 2. Что определяет шаг сглаживания при реализации метода SPH? а. шаг перемещения частицы за один временной интервал б. радиус, в пределах которого необходимо учитывать взаимодействие рассматриваемой частицы с окружающими в. шаг интегрирования по времени Ответ - б. 3. Что необходимо делать в цикле программы, реализующей алгоритм лагранжевого метода (и в том числе метода SPH) для расчета траекторий перемещения частиц среды? а. вычислять силы, ускорения и скорости в каждой точке неподвижной эйлеровой системы координат б. перебирать все частицы системы, и для каждой из них рассчитать все равнодействующие сил, обусловленные действием окружающих частиц и
---	--

	<p>внешних силовых полей. Ответ - б.</p> <p>4. В чем причина роста популярности метода SPH в настоящее время? а. создание новых численных методов решения дифференциальных уравнений второго порядка б. развитие технологии распараллеливания вычислений Ответ - б.</p> <p>5. Каким образом удобно задавать функцию ядра сглаживания при реализации метода SPH? а. аналитически б. в виде табличной функции Ответ - а.</p> <p>6. Каким образом удобно задавать градиент и лапласиан функции ядра сглаживания при реализации метода SPH? а. аналитически б. в виде табличной функции Ответ - а.</p> <p>7. В чем основное преимущество SPH-метода перед методами, использующими дискретные частицы? а. возможность их комбинации с сеточными методами б. более близкое к реальным слабосжимаемым жидкостям распределение плотности и давления за счет сглаживания распределений плотности и других величин Ответ - б.</p> <p>8. Метод “объема жидкости”, или VOF, относится к лагранжевым, или эйлеровым методам? а. лагранжевым б. эйлеровым в. комбинированным Ответ - б.</p> <p>9. Метод “маркеров в ячейках”, или MAC, относится к лагранжевым, или эйлеровым методам? а. лагранжевым б. эйлеровым в. комбинированным Ответ - в.</p> <p>10. Каким образом при реализации метода SPH в подавляющем большинстве случаев рассчитывают поле давление в жидкости а. с использованием метода “предиктор-корректор” б. путем решения уравнения Пуассона для давления и коррекции скорости (итерационным методом) в. путем непосредственного расчета поля давления исходя из поля плотности, с применением специального уравнения состояния, например, уравнения Тэйта Ответ - в.</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-6. методы Монте-Карло в электротехнологии и численное интегрирование». Гибридные модели (открытый тест - с вычислениями)

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку умений применять полученные знания для самостоятельной разработки и алгоритмизации комплексных моделей электротехнологических процессов, в том числе с использованием метода Монте-Карло

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: применять полученные знания для самостоятельной разработки и алгоритмизации комплексных моделей электротехнологических процессов</p>	<p>1.1.Какие задачи тепломассообмена можно считать нелинейными? а. задачи с неравномерным начальным распределением температуры б. задачи с изменяющейся во времени мощностью источника нагрева в. задачи с теплофизическими и другими свойствами материала, зависящими от решения уравнений (например, от температуры) Ответ - в. 2. В чем заключается практическая сложность решения задачи Стефана для фазового перехода “твердое тело - жидкость”? а. в необходимости учета температурной зависимости теплопроводности б. в том, что скрытая теплота плавления, которая поглощается при плавлении, и выделяется при кристаллизации, влияет на температурное поле и положение фронтов плавления и кристаллизации</p>
--	--

Ответ - б.

3. Какие методы могут применяться для численного решения задачи Стефана?

а. применение “искусственных” источников и стоков теплоты, действующих в контрольных объемах, где происходит плавление и кристаллизация.

б. решение уравнения теплообмена относительно теплосодержания (энтальпии)

в. оба метода

Ответ - в.

4. Какой из конечно-разностных методов решения задачи Стефана обеспечивает более устойчивое решение вблизи границы плавления или кристаллизации?

а. метод “скрытых” источников и стоков тепла

б. метод решения уравнения теплообмена относительно энтальпии

Ответ - б.

5. Каким образом рассчитывается температурное поле по рассчитанному полю теплосодержания?

а. методом интегрирования теплосодержания от начального значения, соответствующего комнатной температуре, до рассчитанного в данном контрольном объеме по температуре, с учетом теплоты затрачиваемой на фазовые переходы в интервале температур солидуса и ликвидуса

б. методом интегрирования теплосодержания от начального значения, соответствующего комнатной температуре, до рассчитанного в данном контрольном объеме по температуре, без учета теплоты затрачиваемой на фазовые переходы в интервале температур солидуса и ликвидуса

Ответ - а.

6. В чем заключается эффект Марангони?

а. в появлении направленного движения жидкости вдоль поверхности раздела сред вследствие наличия градиента температуры или концентрации вдоль этой поверхности

б. в изменении плотности жидкости вследствие нагрева

Ответ - а.

7. Как проявляет себя эффект Марангони в процессах сварки и родственных процессах для различных материалов?

а. практически не проявляет

б. вызывает формирование усиления швов и повышение высоты наплавляемого слоя

в. Проявляется в существенном различии формы поперечного сечения областей проплавления в зависимости от того, растет вязкость с увеличением температуры, или наоборот, снижается

Ответ - в.

	<p>8. В каких случаях удобно гибризовать эйлеровы и лагранжевы методы моделирования процессов?</p> <p>а. при необходимости одновременного учета макро- и микромасштабных процессов и явлений - например, движения жидкого металла и торможения электронов</p> <p>б. при моделировании свободной поверхности (MAC-метод)</p> <p>в. в обоих случаях.</p> <p>Ответ - в.</p> <p>9. Какой из перечисленных методов решения задач тепломассообмена можно отнести к гибридным, объединяющим эйлеров и лагранжев подход?</p> <p>а. VOF - метод</p> <p>б. MAC - метод</p> <p>в. SPH - метод</p> <p>Ответ - б.</p> <p>10. В чем суть приближения непрерывных потерь, применяемого при моделировании торможения электронов в различных средах с использованием метода Монте-Карло?</p> <p>а. все процессы взаимодействия (потери энергии и отклонения частиц) рассматриваются как дискретные</p> <p>б. все процессы взаимодействия (потери энергии и отклонения частиц) рассматриваются как непрерывные</p> <p>в. процессы торможения (потери энергии) рассматриваются как непрерывные, а процессы отклонения - как дискретные.</p> <p>Ответ - в.</p> <p>11. Запишите выражения для правой, центральной и левой разностной производной температуры по координаты. Проведите оценку порядка точности аппроксимации.</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Пример билета

1. Численные методы решения уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей.
2. Нелинейные процессы на свободной поверхности в жидких средах (эффект Марангони)

Процедура проведения

Студент получает один билет из двадцати четырех. В билете содержится 2 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 70 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-6} Демонстрирует понимание основных принципов организации и проведения математического моделирования и экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности и использования результатов моделирования и экспериментальных исследований при проектировании

Вопросы, задания

- 1.1. Цели и задачи математического моделирования.
2. Классификация моделей. Материальное, идеальное, знаковое, математическое моделирование.
3. Классификация математических моделей. Аналитические, цифровые, регрессионные и смешанные модели.
4. Адекватность и верификация моделей.
5. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка, применяемых при моделировании физических процессов.
6. Понятие теплопроводности. Закон Фурье. Теплоемкость тела. Уравнение теплопроводности.
7. Уравнение теплопроводности. Начальные и краевые условия.
8. Численные методы решения уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей.
9. Аппроксимация производных первого и второго порядков по методу конечных разностей.
10. Одномерное уравнение теплопроводности в конечно-разностной форме при использовании явной и неявной разностных схем.
11. Суть метода прогонки для решения одномерного уравнения теплопроводности.
12. Аппроксимация граничных условий при использовании метода прогонки.
13. Решение двумерных тепловых задач с использованием явной разностной схемы
14. Локально-одномерные методы для решения многомерных задач с использованием неявной разностной схемы: метод переменных направлений и метод дробных шагов.
15. Гидродинамические процессы: подходы Эйлера и Лагранжа
16. Система уравнений Навье-Стокса. Физический смысл уравнений

17. Метод «предиктор-корректор» (алгоритм SIMPLE) для численного решения уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости
18. Использование переменных «функция тока-завихренность» для решения двумерных задач конвективного переноса в слабосжимаемых средах
19. Моделирование процессов испарения
20. Методы крупных частиц в физике
21. Гидродинамика сглаженных частиц: подход Лагранжа
22. Моделирование движения заряженных частиц в электрическом поле
23. Моделирование движения частиц в магнитном поле
24. Метод Монте-Карло на примере рассеяния электронов в твердых телах
25. Методы численного интегрирования: метод прямоугольников, вычисление двумерных интегралов, метод Монте-Карло.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. К какому типу дифференциальных уравнений второго порядка относится нестационарное уравнение теплопроводности?

Ответы:

- а. уравнение эллиптического типа
- б. уравнение параболического типа
- в. уравнение гиперболического типа

Верный ответ: б

2. Какая из разностных аппроксимаций производной обладает вторым порядком точности по шагу аппроксимации?

Ответы:

- а. левая разностная производная
- б. правая разностная производная
- в. центральная разностная производная

Верный ответ: в

3. При использовании неявной разностной схемы для уравнения теплопроводности применяют:

Ответы:

- а. левую разностную производную по времени
- б. правую разностную производную по времени
- в. центральную разностную производную по времени

Верный ответ: а

4. Какой метод численного решения линейных алгебраических уравнений, получаемых в результате разностной аппроксимации уравнения теплопроводности при использовании явной разностной схемы можно применять?

Ответы:

- а. прямой и обратный ход прогонки.
- б. метод простой итерации.
- в. любой из алгоритмов решений матричных уравнений трехдиагонального вида (TDMA)

Верный ответ: б

5. Разработана компьютерная программа, производящая численное решение нестационарного уравнения теплопроводности. К какому типу моделей ее можно отнести

Ответы:

- а. физическая модель
- б. дескриптивная математическая модель
- в. нормативная математическая модель
- г. оптимизационная математическая модель

Верный ответ: б

6. В чем преимущества применения неявных разностных схем в сравнении с явными?

Ответы:

- а. удобство распараллеливания вычислений
- б. более простой алгоритм
- в. больший запас устойчивости

Верный ответ: в

7. Какие задачи теплообмена можно отнести к нелинейным?

Ответы:

- а. задачи с движущимися источниками нагрева
- б. задачи, учитывающие зависимости теплофизических свойств от температуры
- в. задачи с движущейся средой в расчетной области

Верный ответ: б

8. Какой из перечисленных ниже методов решения дифференциальных уравнений второго порядка можно отнести к методам расщепления, или локально-одномерным методам, применимым для решения многомерных задач?

Ответы:

- а. метод Эйлера
- б. метод дробных шагов (метод Яненко)
- в. метод простой итерации

Верный ответ: б

9. Основная идея концепции Эйлера заключается в следующем.

Ответы:

- а. Жидкость рассматривается как система частиц, каждая из которых имеет свою систему координат.
- б. Система координат неподвижна. Жидкость - сплошная среда, которая течет сквозь нее.
- в. жидкость рассматривается как сплошная среда, но дополнительно введены частицы-маркеры

Верный ответ: б

10. Для какой модели жидкости записываются уравнения Навье-Стокса?

Ответы:

- а. эйлерова жидкость
- б. ньютоновская жидкость
- в. невязкая жидкость

Верный ответ: б

11. Какие слагаемые включает в себя производная Лагранжа (субстанциональная производная)?

Ответы:

- а. локальную и конвективную (адвективную) производные
- б. локальную и левую разностную производную скорости по времени
- в. конвективную и адвективную производные

Верный ответ: а

12. Что определяет шаг сглаживания при реализации метода гидродинамики сглаженных частиц (SPH)?

Ответы:

- а. шаг перемещения частицы за один временной интервал
- б. радиус, в пределах которого необходимо учитывать взаимодействие рассматриваемой частицы с окружающими
- в. шаг интегрирования по времени

Верный ответ: б

13. Метод "объема жидкости", или VOF, относится к лагранжевым, или эйлеровым методам?

Ответы:

- а. лагранжевым
- б. эйлеровым
- в. комбинированным

Верный ответ: б

14.Метод “маркеров в ячейках”, или МАС, относится к лагранжевым, или эйлеровым методам?

Ответы:

- а. лагранжевым
- б. эйлеровым
- в. комбинированным

Верный ответ: в

15.В чем суть приближения непрерывных потерь, применяемого при моделировании торможения электронов в различных средах с использованием метода Монте-Карло?

Ответы:

- а. все процессы взаимодействия (потери энергии и отклонения частиц) рассматриваются как дискретные
- б. все процессы взаимодействия (потери энергии и отклонения частиц) рассматриваются как непрерывные
- в. процессы торможения (потери энергии) рассматриваются как непрерывные, а процессы отклонения - как дискретные.

Верный ответ: в

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве менее 60%

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