

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

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Имитационное моделирование плазменных процессов**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лубенченко А.В.
	Идентификатор	R4e612482-LubenchenkoAV-ecf64b5

А.В.
Лубенченко

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен к участию в лабораторном и численном эксперименте, обработке опытных данных

ИД-1 Владеет основными понятиями и методами имитационного моделирования процессов в плазме и воздействия плазмы на материалы

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Система компьютерной математики MATLAB (Коллоквиум)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Защита расчетного задания (Программирование (код))
2. Имитационное моделирование физических процессов (Тестирование)
3. Метод Монте-Карло (Тестирование)
4. Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамики в системе MATLAB (Контрольная работа)
5. Моделирование траекторий движения частиц методом Монте-Карло в системе MATLAB (Контрольная работа)
6. Программирование в системе MATLAB (Тестирование)
7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MatLab (Контрольная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
MatLab: основы и применение					
Система MatLab		+	+		
Программирование в MatLab		+	+		
Решение практических задач в системе MatLab		+	+		
Построение графиков в системе MatLab		+	+		

Инструментарий MatLab	+	+		
Имитационное моделирование				
Имитационное моделирование физических процессов			+	
Детерминистические методы			+	
Стохастические методы			+	
Программы имитационного моделирования			+	
Молекулярная динамика				
Численное моделирование методом частиц				+
Схемы интегрирования по времени уравнений Ньютона				+
Начальные и граничные условия				+
Определение макро- и микроскопических характеристик среды на основе расчета траекторий частиц.				+
Вес КМ:	15	30	20	35

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Метод Монте-Карло					
Математические основы метода Монте-Карло	+			+	
Генераторы случайных чисел	+			+	
Моделирование непрерывных случайных величин	+			+	
Расчёт интегралов методом Монте-Карло	+			+	
Монте-Карловское моделирование рассеяния частиц в веществе	+			+	
Объектно-ориентированное программирование имитационных моделей					
Объектно-ориентированное программирование в системе MatLab			+		
Создание графического интерфейса пользователя (GUI) в системе MatLab			+		
Объектно-ориентированное программирование: молекулярная динамика					+
Объектно-ориентированное программирование: метод Монте-Карло					+
Компьютерный эксперимент					

Молекулярно динамическое моделирование заряженных частиц в осесимметричной ловушке				+
Молекулярно динамическое моделирование одномерной плазмы				+
Сто миллионов траекторий МК				+
Отражение электронов от двухслойная оксид-металлическая мишени с неровной поверхностью				+
Вес КМ:	15	30	15	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1ПК-2 Владеет основными понятиями и методами имитационного моделирования процессов в плазме и воздействия плазмы на материалы	Знать: математические основы, понятия, закономерности метода молекулярной динамики возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы объектно-ориентированное программирование в системе MATLAB математические основы, понятия, закономерности метода Монте-Карло Уметь: создавать и отлаживать программы имитационного моделирования используя систему MATLAB выполнять компьютерный эксперимент с помощью программ имитационного моделирования и	Система компьютерной математики MATLAB (Коллоквиум) Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MatLab (Контрольная работа) Имитационное моделирование физических процессов (Тестирование) Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамики в системе MATLAB (Контрольная работа) Моделирование траекторий движения частиц методом Монте-Карло в системе MATLAB (Контрольная работа) Программирование в системе MATLAB (Тестирование) Метод Монте-Карло (Тестирование) Защита расчетного задания (Программирование (код))

		проводить обработку и анализ результатов компьютерного эксперимента разрабатывать алгоритмы, основанные на методах Монте-Карло разрабатывать алгоритмы, основанные на методах молекулярной динамики	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

6 семестр

КМ-1. Система компьютерной математики MATLAB

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос по билетам и проверка решений задач, реализованных студентами в системе MatLab

Краткое содержание задания:

Проверка знаний и умений программирования в MatLab

Контрольные вопросы/задания:

Знать: возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы	1. Требуется ли в MatLab, как и в других языках программирования, заранее декларировать типы переменных? 2. Что происходит с матрицей после команды <code>c(:,3)=[]</code> ? 3. Какой графический объект соответствует отдельному графическому окну на экране, где отображаются графические визуальные данные? 4. Каким образом установить толщину линии у объекта класса <code>line</code>? 5. Какая команда используется для освобождения из памяти переменных? 6. Отличаются ли операции <code>.*</code> и <code>+</code> ?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-2. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MatLab

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка решений задач, реализованных студентами в системе MatLab

Краткое содержание задания:

Проверка умения решать практические задачи в системе MatLab

Контрольные вопросы/задания:

Знать: возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы	1. Решить дифференциальное уравнение второго порядка $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + x \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \sin(x),$ удовлетворяющее начальным условиям $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ и } y(0) = 1$ на промежутке $[0, \text{ и } 10]$. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45). 2. Решить дифференциальное уравнение второго порядка $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + \frac{d}{dx}y(x) + x^2y(x) = \cos(x),$ удовлетворяющее начальным условиям $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ и } y(0) = 1$ на промежутке $[0, \text{ и } 10]$. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45). 3. Решить дифференциальное уравнение второго порядка $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + x^2 \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \sin(x^2),$ удовлетворяющее начальным условиям $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ и } y(0) = 1$ на промежутке $[0, \text{ и } 10]$. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45). 4. Решить дифференциальное уравнение второго порядка $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \cos(x^2),$ удовлетворяющее начальным условиям
--	---

	$\left. \frac{d}{dx} y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ и } y(0) = 1$ на промежутке $[0, 10]$. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45).
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-3. Имитационное моделирование физических процессов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Компьютерное тестирование

Краткое содержание задания:

Имитационное моделирование

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические основы, понятия, закономерности метода молекулярной динамики	1. Моделирование — это: представление системы с целью ее познания. 2. Какой может быть модель? истинной (-) ложной (-) полезной (+) непригодной (+) 3. Этапы имитационного моделирования: 1. Формулировка проблемы 2. Выявление существенных элементов системы, анализ взаимодействия элементов и внешних воздействий. 3. Формулировка математической модели. 4. Оценка адекватности модели. 5. Разработка алгоритмов и программирование имитационных моделей.
--	--

	6. Планирование эксперимента, проблемы 7. Реализация машинных экспериментов в соответствии с выбранным планом. 8. Обработка результатов экспериментов машинного и имитационного моделирования 4.Оценка адекватности модели: методы внешней оценки (+) на основе внутренних законов системы (-) анализ логики моделирования (+) исторические подходы (+) 5.Поток быстрых электронов падает на поверхность твердого тела. Укажите какие из систем являются эргодическими. Электроны, неупруго рассеивающиеся в твёрдом теле (+) Первичные и вторичные электроны, вылетающие из твёрдого тела (-) Первичные электроны, вылетающие из твёрдого тела (+) Первичные электроны и электроны из электронной плазмы (-) 6.Отметьте характерные методы и задачи для молекулярной динамики и Монте-Карловского моделирования. 7.Схемы интегрирования уравнений Ньютона по времени: Схема с перешагиванием. Схема Верле. Метод Рунге-Кутты. 8.Критерии, помогающие оценивать и выбирать схемы интегрирования: Согласованность Точность Устойчивость Эффективность
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-4. Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамики в системе MATLAB

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка решений задач, реализованных студентами в системе MatLab

Краткое содержание задания:

В трехмерной МД-ячейке находится N заряженных частиц. Написать программу расчета траекторий движения частиц, используя метод РР (частица-частица). Построить траектории частиц, графики зависимости полной кинетической и потенциальной энергий от времени.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать алгоритмы, основанные на методах молекулярной динамики	1. Написать программу расчета траекторий движения частиц, используя метод РР (частица-частица). Построить траектории частиц, графики зависимости полной кинетической и потенциальной энергий от времени. <i>Исходные данные:</i> $N=10$, тип частиц – электроны, потенциал взаимодействия – кулоновский, схема интегрирования – алгоритм Верле, граничные условия – куб с абсолютно упругими стенками, размеры куба – $L=100$ нм, размеры МД-ячейки – $l=10$ нм, начальный импульс системы равен нулю, начальное направление скоростей частиц – случайное, начальное положение частиц – случайное. 2. Написать программу расчета траекторий движения частиц, используя метод РР (частица-частица). Построить траектории частиц, графики зависимости полной кинетической и потенциальной энергий от времени. <i>Исходные данные:</i> $N=3$, тип частиц – протоны, потенциал взаимодействия – ZBL, схема интегрирования – алгоритм Верле (скоростная модификация), граничные условия – куб с упругими стенками, размеры куба – $L=100$ нм, размеры МД-ячейки – $l=10$ нм, начальная энергия всех частиц – 10 эВ, начальное направление скоростей частиц – случайное, начальное положение частиц – случайное. 3. Написать программу расчета траекторий движения частиц, используя метод РР (частица-частица). Построить траектории частиц, графики зависимости полной кинетической и потенциальной энергий от времени. <i>Исходные данные:</i> $N=3$, тип частиц – ионы He,
---	---

	потенциал взаимодействия – $Kr-C$, схема интегрирования – алгоритм Эйлера первого порядка, граничные условия – куб с вязкими стенками, размеры куба – $L=100$ нм, размеры МД-ячейки – $l=10$ нм, МД начальная энергия – 10 эВ, начальное направление скоростей частиц – случайное, начальное положение частиц – случайное. 4. Написать программу расчета траекторий движения частиц, используя метод РР (частица-частица). Построить траектории частиц, графики зависимости полной кинетической и потенциальной энергий от времени. <i>Исходные данные:</i> $N=10$, тип частиц – электроны, потенциал взаимодействия – кулоновский, схема интегрирования – алгоритм Верлета, граничные условия – периодические, размеры МД- кристалла – $l=10$ нм, начальная энергия – 0 эВ, начальное положение частиц – случайное. 5. Написать программу расчета траекторий движения частиц, используя метод РР (частица-частица). Построить траектории частиц, графики зависимости полной кинетической и потенциальной энергий от времени. <i>Исходные данные:</i> $N=8$, тип частиц – протоны, потенциал взаимодействия – ZBL, схема интегрирования – алгоритм Верлета, граничные условия – периодические, размеры МД- кристалла – $l=10$ нм, начальная энергия – 0 эВ, начальное положение частиц – в узлах кубической решетки.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

7 семестр

КМ-1. Моделирование траекторий движения частиц методом Монте-Карло в системе MATLAB

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка решений задач, реализованных студентами в системе MatLab

Краткое содержание задания:

Составить алгоритм моделирования для варианта расчета траектории по методу Монте-Карло.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: разрабатывать алгоритмы, основанные на методах Монте-Карло	1. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных электронов с учетом реальной индикатрисы упругого рассеяния электронов в твёрдом теле. Мишень: однородная, полубесконечная. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального значения количества неупругих рассеяний. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц N ; 2) материал мишени: Al, Ti, Ag; 3) начальная энергия электронов: 1 кэВ, 10 кэВ 4) начальный полярный угол падения θ_0. 2. Составить алгоритм расчета траекторий частиц, участвовавших в неупругом рассеянии. Начальные условия: Частицы падают на слой толщиной L с энергией E_0. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение минимальной энергии $E_{\min}$. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц N ; 2) начальная энергия E_0 ; 3) толщина слоя L ; 4) материал слоя: C, Al, Ti, Au; 5) минимальное значение энергии, с которой частица может вылететь из мишени, $E_{\min}$; 3. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя весовой метод МК. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом θ_0 к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега $\lambda_{\max}$. Входные параметры для блока расчета траекторий:
---	--

	1) общее количество частиц $\square$; 2) начальный полярный угол падения $\square 0$. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна ($\square \in [0,1]$); 4) однократное альбеда Λ ($\Lambda \in [0,1]$); 5) средняя длина свободного пробега $\square$; 6) максимальный пробег $\square_{\max}$. 4. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя локальную оценку. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом $\square 0$ к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега $\square_{\max}$. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц $\square$; 2) начальный полярный угол падения $\square 0$. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна ($\square \in [0,1]$); 4) однократное альбеда Λ ($\Lambda \in [0,1]$); 5) средняя длина свободного пробега $\square$; 6) максимальный пробег $\square_{\max}$. 5. Составить алгоритм расчета траекторий частиц в мишени со внутренними источниками. Начальные условия: Точечный изотропный источник частиц находится в полубесконечной мишени на глубине $\square$. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега $\square_{\max}$. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц $\square$; 2) начальный полярный угол падения $\square 0$. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна ($\square \in [0,1]$); 4) однократное альбеда Λ ($\Lambda \in [0,1]$); 5) средняя длина свободного пробега $\square$; 6) координата источника частиц $\square$ по оси $\square \square$ 7) максимальный пробег $\square_{\max}$.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-2. Программирование в системе MATLAB

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка решений задач, реализованных студентами в системе MatLab

Краткое содержание задания:

Программирование в системе MATLAB

Контрольные вопросы/задания:

Знать: объектно-ориентированное программирование в системе MATLAB	1. Укажите типы данных MATLAB: Cell (+) char (+) numeric (+) function handle (+) structure (+) rand (-) 2. Что происходит с матрицей после команды <code>c(:,3)=[]</code> ? Удаляется третий столбец (+) Удаляется третья строка (-) Удаляется по три элемента из всех строк (-) Обнуляется третья строка (-) 3. Какие операции приводят к поэлементному делению матриц? <code>A/B</code> (-) <code>A./B</code> (+) <code>A\B</code> (-) <code>A.\B</code> (+) 4. Какие ключевые слова определяют класс? <code>classdef</code> (-) <code>class ... end</code> (-) <code>classdef ... end</code> (+) <code>classdef ... properties</code> (-) <code>classdef ... methods</code> (-) 5. Какой атрибут <code>properties</code> и какое значение этого атрибута не позволяет сохранять в объекте значения этих <code>properties</code>? <code>Constant = false</code> (-) <code>Dependent = false</code> (-) <code>Constant = true</code> (-) <code>Dependent = true</code> (+) 6. Укажите какие операторы содержат ошибку
---	---

	addlistener(obj,'EventY',@obj.setY); (-) addlistener(obj,'EventY',obj.setY); (+) addlistener(obj,@obj.setY); (+)
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-3. Метод Монте-Карло

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Компьютерное тестирование

Краткое содержание задания:

Метод Монте-Карло

Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические основы, понятия, закономерности метода Монте-Карло	1. Указать верное утверждение. Вероятность невозможного события: больше нуля и меньше единицы; равна нулю; равна единице; (+) равна 50%; 2. На каждой стороне игрального кубика записаны цифры от 1 до 6. Какова вероятность того, что после шести бросков выпадут последовательно все цифры в порядке возрастания (от 1 до 6)? Округлите ответ до 4 знака после запятой. Ответ: 0.0014 3. Дискретная случайная величина ξ задана с равномерным законом распределения: 5, 1, 3, 10, 2, 9, 6, 10, 1, 5. Найдите дисперсию. Ответ запишите, округлив до 1 знака после запятой. Ответ: 12.4 4. Последовательность псевдослучайных чисел зависит от начального значения. Если брать одно и
--	--

	тоже значение, то последовательность будет повторяться. Для генерации случайных последовательностей начальное значение вычисляются на основе текущего времени. С каким параметром и при каком его значении достигается генерация случайных последовательностей в MatLab? Ответ: параметр - Seed, значение - shuffle.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-4. Защита расчетного задания

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Программирование (код)

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает индивидуальное расчетное задание, выполняет и защищает его.

Краткое содержание задания:

Составить алгоритм моделирования для варианта расчета по методу Монте-Карло.

Написать программу расчета по составленному алгоритму. Программа должна состоять из двух блоков: блок расчета траекторий и блок статистической обработки.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять компьютерный эксперимент с помощью программ имитационного моделирования и проводить обработку и анализ результатов компьютерного эксперимента	1. Составить алгоритм расчета траекторий частиц в мишени со внутренними источниками. Построить угловые вышедших из мишени частиц в плоскости визирования. Начальные условия: Точечный изотропный источник частиц находится в полубесконечной мишени на глубине $\square$. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега $\square$ max. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц $\square$;
--	---

	2) начальный полярный угол падения φ_0. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна ($\varphi \in [0,1]$); 4) однократное альбедо Λ ($\Lambda \in [0,1]$); 5) средняя длина свободного пробега λ; 6) координата источника частиц φ по оси φ 7) максимальный пробег $\lambda_{\max}$. Входные параметры для блока статистической обработки: 1) угол между плоскостями падения и визирования φ; 2) полярный угол визирования φ; 3) шаг сетки по косинусам полярного угла $\Delta\varphi$; 4) шаг сетки по азимутальным углам $\Delta\varphi$. 2. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных электронов с учетом реальной индикатрисы упругого рассеяния электронов в твёрдом теле. Построить угловые распределения упруго рассеянных частиц в плоскости визирования. Мишень: однородная, полубесконечная. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального значения количества неупругих рассеяний. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц N; 2) материал мишени: Al, Ti, Ag; 3) начальная энергия электронов: 1 кэВ, 10 кэВ 4) начальный полярный угол падения φ_0. Входные параметры для блока статистической обработки: 1) угол между плоскостями падения и визирования φ; 2) шаг сетки по косинусам полярного угла $\Delta\varphi$; 3) шаг сетки по азимутальным углам $\Delta\varphi$. 3. Составить алгоритм расчета траекторий частиц, участвовавших в неупругом рассеянии. Построить энергетические распределения электронов, прошедших слой твердого тела прямо-вперед. Начальные условия: Частицы падают на слой толщиной λ с энергией φ_0. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение минимальной энергии $\varphi_{\min}$. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц N; 2) начальная энергия φ_0; 3) толщина слоя λ 4) материал слоя: C, Al, Ti, Au; 5) минимальное значение энергии, с которой частица может вылететь из мишени, $\varphi_{\min}$; Входные параметры для блока статистической обработки:
--	---

Уметь: создавать и отлаживать программы имитационного моделирования используя систему MATLAB	1) шаг сетки по потерям энергии $\Delta\epsilon$. 1. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя весовой метод МК. Построить угловые распределения частиц, отраженных от полубесконечной мишени, в плоскости визирования. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом θ_0 к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега $\epsilon_{\max}$. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц N; 2) начальный полярный угол падения θ_0. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна ($\epsilon \in [0,1]$); 4) однократное альбеда Λ ($\Lambda \in [0,1]$); 5) средняя длина свободного пробега ϵ; 6) максимальный пробег $\epsilon_{\max}$. Входные параметры для блока статистической обработки: 1) угол между плоскостями падения и визирования θ; 2) полярный угол визирования θ; 3) шаг сетки по косинусам полярного угла $\Delta\epsilon$; 4) шаг сетки по азимутальным углам $\Delta\phi$;
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Построение 2D- и 3D-графиков в системе MatLab.
Задача. Свободные колебания материальной точки массой m без трения описываются дифференциальным уравнением: $\frac{d^2}{dt^2}x + \omega^2 x = 0$, где ω – собственная частота колебаний. Построить зависимость кинетической энергии $E_k(t)$ от времени, если в начальный момент времени $t = 0$ скорость равна $v_x(0) = 0$ а координата $x(0) = x_0$.

Процедура проведения

Студентам предлагается сделать письменный ответ на вопросы билета.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Владеет основными понятиями и методами имитационного моделирования процессов в плазме и воздействия плазмы на материалы

Вопросы, задания

1. Построение 2D- и 3D-графиков в системе MatLab.
Задача. Свободные колебания материальной точки массой m без трения описываются дифференциальным уравнением: $\frac{d^2}{dt^2}x + \omega^2 x = 0$, где ω – собственная частота колебаний. Построить зависимость кинетической энергии $E_k(t)$ от времени, если в начальный момент времени $t = 0$ скорость равна $v_x(0) = 0$ а координата $x(0) = x_0$.

1.

1. Решение задач интерполяции, аппроксимации и регрессии с помощью Curve Fitting Toolbox.

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -k \cdot \frac{dx}{dt},$$
$$\rightarrow x(t)|_{t=0} = 0, \quad \left. \frac{dx(t)}{dt} \right|_{t=0} = v \cdot \cos \alpha, \quad \square$$
$$m = 1, \quad v = 10, \quad \alpha = \pi / 3, \quad k = 0.16$$

2.

оживайте клавишу
чить звук.

Оформление программирования на языке MATLAB. Условные переходы. Оператор переключения.

Циклы

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение

$$\rightarrow m \frac{d^2 x}{dt^2} + \beta \frac{dx}{dt} + k_0 (1 + a x^2) x = 0, \quad x(t)|_{t=0} = 1, \quad \left. \frac{dx(t)}{dt} \right|_{t=0} = 0, \quad \square$$
$$m = 12, \quad \beta = 0.5, \quad k_0 = 0.5, \quad a = 1,$$

3.

1. Решение задачи нахождения локальных максимумов и минимумов функции одной переменной в системе MatLab.

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение

$$\rightarrow L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = U_m \omega \cos(\omega t), \quad I(t)|_{t=0} = 0, \quad \left. \frac{dI(t)}{dt} \right|_{t=0} = 0, \quad \square$$
$$R = 30, \quad L = 0.001, \quad C = 0.1 \cdot 10^{-6}, \quad U_m = 1, \quad \omega = 2\pi \cdot 10^4$$

4.

1. Структуры и ячейки в MatLab.

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} = -k \cdot y(t) - 10$$
$$\rightarrow y(t)|_{t=0} = 0, \quad \left. \frac{dy(t)}{dt} \right|_{t=0} = v \sin \alpha, \quad \square$$
$$m = 1, \quad v = 10, \quad \alpha = \pi / 4, \quad k = 0.16$$

5.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите несуществующий тип данных MATLAB

Ответы:

cell
char
numeric
function handle
structure
rand

Верный ответ: rand

2. При создании матрицы можно обойтись без символа точки с запятой

Ответы:

Да
Нет

Верный ответ: Да

3. Какое из утверждений является корректным

Ответы:

для вывода нескольких последовательно расположенных элементов вектора используется индексация с помощью оператора двоеточия (:);
для вывода конкретного элемента вектора используется индексация с помощью оператора двоеточия (:);
для вывода нескольких последовательно расположенных элементов вектора используется индексация с помощью оператора возведения в степень (^)

Верный ответ: для вывода нескольких последовательно расположенных элементов вектора используется индексация с помощью оператора двоеточия (:)

4. Для создания матрицы с нулевыми элементами служит встроенная функция

Ответы:

null
zeros
ones

Верный ответ: zeros

5. Какой графический объект соответствует отдельному графическому окну на экране, где отображаются графические визуальные данные?

Верный ответ: figure

6. Какой графический объект задает область размещения графика в окне объекта figure?

Верный ответ: axes

7. Какие параметры линии графика задают символы 'yd: ' в дополнительном аргументе графической функции

Ответы:

штриховая линия зеленого цвета с маркерами в виде звездочек;
желтые маркеры в виде крестиков, не соединенные между собой;
пунктирная линия желтого цвета с маркерами в виде ромбов

Верный ответ: желтые маркеры в виде крестиков, не соединенные между собой

8. Каким образом установить толщину линии у объекта класса line?

Ответы:

```
hLine1.LineWidth = 2;  
hLine1.Width = 2;  
set(hLine1,'LineWidth',2);  
get(hLine1,'LineWidth',2);
```

Верный ответ: hLine1.LineWidth = 2; set(hLine1,'LineWidth',2);

9. Программа MatLab сохраняет графическое окно в файле с расширением

Ответы:

.fig
.mat
.doc
.m

Верный ответ: .fig

10.Какая функция позволяет создать шаблон массива ячеек (массив заданного размера с пустыми ячейками)

Ответы:

celldisp;
cell;
struct;

Верный ответ: cell

11.Если информацию можно представить в виде таблицы с полями, содержащими данные одинакового типа, то для хранения такой информации используют

Ответы:

массивы ячеек;
массивы структур;
числовые массивы;

Верный ответ: массивы ячеек;

12.Для удаления ненужного поля в массиве структур используется функция

Ответы:

fieldnames
getfield
rmfield

Верный ответ: rmfield

13.Какая команда используется для освобождения из памяти переменных?

Ответы:

Delete
Close
Clear

Здесь нет правильного ответа

Верный ответ: Clear

14.Отличаются ли операции .+ и + ?

Ответы:

Да
Нет

В зависимости от операндов

Здесь нет правильного ответа

Верный ответ: Здесь нет правильного ответа

15.Требуется ли в MatLab, как и в других языках программирования, заранее декларировать типы переменных?

Ответы:

Да
Нет

Верный ответ: Нет

16.Какие операции приводят к поэлементному делению матриц?

Ответы:

A/B
A./B
A\B
A.\B

Верный ответ: A./B A.\B

17. Что происходит с матрицей после команды $s(:,3)=[]$?

Ответы:

Удаляется третий столбец

Удаляется третья строка

Удаляется по три элемента из всех строк

Обнуляется третья строка

Верный ответ: Удаляется третий столбец

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Численное интегрирование средствами MATLAB
2. Безразмерное уравнение Ньютона

Задача. Построить траекторию случайного блуждания частицы в полубесконечной среде с однократным альбедо Λ . Длина свободного пробега разыгрывается по $i = -\frac{1}{\Lambda} \ln \alpha$, $\frac{1}{\Lambda}$ - средняя длина свободного пробега, α - случайная величина, равномерно распределенная от 0 до 1, индикатриса рассеяния – изотропная.
Реализовать алгоритм задачи в системе MatLab.

Процедура проведения

Студентам предлагается сделать письменный ответ на вопросы билета.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Владеет основными понятиями и методами имитационного моделирования процессов в плазме и воздействия плазмы на материалы

Вопросы, задания

1. Численное интегрирование средствами MATLAB
2. Безразмерное уравнение Ньютона

Задача. Построить траекторию случайного блуждания частицы в полубесконечной среде с однократным альбедо Λ . Длина свободного пробега разыгрывается по $l = -l_0 \ln \alpha$, l_0 - средняя длина свободного пробега, α - случайная величина, равномерно распределенная от 0 до 1, индикатриса рассеяния - изотропная.
Реализовать алгоритм задачи в системе MatLab.

1.

1. Вычисление всех корней полиномиального уравнения
2. Моделирование N свободных электронов (модель PP)

Задача. Написать алгоритм расчета методом МК интеграла $\int_0^x f(x) e^{-bx} dx$ для функции $f(x) > 0$.
Реализовать алгоритм задачи в системе MatLab

2.

1. Решение задач интерполяции, аппроксимации и регрессии с помощью Curve Fitting Toolbox
2. Монте-карловское моделирование

Задача. Закон движения частицы $\vec{r}(t)$ в потенциальном поле определяется уравнением

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F}(\vec{r}).$$

Потенциал задается формулой $U(r) = -a/\sqrt{r^2 + a^2}$, где $a > 0$ - постоянная. Построить траекторию частицы. Для расчета траектории использовать аддитивную форму алгоритма Верлета. Обосновать выбор шага по времени.

3.

1. Возможности системы MATLAB. Система помощи MATLAB
2. Одномерная модель плазмы (модель PM)

Задача. Написать алгоритм расчета методом МК интеграла $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-(x-a)^2/b} dx$ для функции $f(x)$.
Реализовать алгоритм задачи в системе MatLab.

4.

1. Решение уравнений и минимизация
2. Уравнения с вязкими силами

Задача. Написать алгоритм розыгрыша на компьютере номера «рулетки» (0 – 36).
Реализовать алгоритм задачи в системе MatLab.

5.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие ключевые слова определяют класс?

Ответы:

```
classdef;  
class ... end;  
classdef ... end;  
classdef ... properties;  
classdef ... methods;
```

Верный ответ: classdef ... end;

2. Укажите неверные конструкции в классе

Ответы:

```
classdef (Abstract) ... end;  
methods (Abstract) ... end;  
properties (Abstract) ... end;  
events (Abstract) ... end;
```

Верный ответ: events (Abstract) ... end;

3. Каким образом в классе MyClass определить функцию-конструктор?

Ответы:

```
function obj = MyPlot(varargin) ... end;  
function obj = MyClass(varargin) ... end;  
function obj = MyClass(a, varargin) ... end;  
function MyClass(varargin) ... end;  
function obj = MyClass(a) ... end;
```

Верный ответ: function obj = MyClass(varargin) ... end; function obj = MyClass(a, varargin) ... end; function obj = MyClass(a) ... end;

4. Какой атрибут properties и какое значение этого атрибута не позволяет сохранять в объекте значения этих properties?

Ответы:

```
Constant = false  
Dependent = false  
Constant = true  
Dependent = true
```

Верный ответ: Dependent = true

5. Укажите какие операторы не содержат ошибку

Ответы:

```
addlistener(obj,'EventY',@obj.setY);  
addlistener(obj,'EventY',obj.setY);  
addlistener(obj,@obj.setY);
```

Верный ответ: addlistener(obj,'EventY',@obj.setY);

6. Укажите события, связанные с атрибутом SetObservable

Ответы:

```
PreSet  
PreGet  
PostSet  
PostGet
```

Верный ответ: PreSet PreGet PostSet PostGet

7. Укажите типы данных MATLAB

Ответы:

```
cell  
char  
numeric  
function handle  
structure  
rand
```

Верный ответ: cell char numeric function handle structure

8. Каким образом можно задать массив чисел от 1 до 10 с шагом 1?

Ответы:

```
a = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10;  
a = 1:10;  
a = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10];  
a = 1:1:10;  
a = [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];  
a = (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10);
```

Верный ответ: a = 1:10; a = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]; a = 1:1:10; a = [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10];

9. Какие операции приводят к поэлементному делению матриц?

Ответы:

```
A/B  
A./B
```

$A \setminus B$

$A \setminus B$

Верный ответ: $A \setminus B$ $A \setminus B$

10. Что происходит с матрицей после команды $c(:,3)=[]$?

Ответы:

Удаляется третий столбец

Удаляется третья строка

Удаляется по три элемента из всех строк

Обнуляется третья строка

Верный ответ: Удаляется третий столбец

11. Моделирование — это:

Верный ответ: представление системы с целью ее познания.

12. Какой может быть модель?

Ответы:

истинной

ложной

полезной

непригодной

Верный ответ: полезной непригодной

13. Оценка адекватности модели:

Ответы:

методы внешней оценки

на основе внутренних законов системы

анализ логики моделирования

исторические подходы

Верный ответ: методы внешней оценки анализ логики моделирования исторические подходы

14. Поток быстрых электронов падает на поверхность твердого тела. Укажите какие из систем являются эргодическими.

Ответы:

Электроны, неупруго рассеивающиеся в твёрдом теле

Первичные и вторичные электроны, вылетающие из твёрдого тела

Первичные электроны, вылетающие из твёрдого тела

Первичные электроны и электроны из электронной плазмы

Верный ответ: Электроны, неупруго рассеивающиеся в твёрдом теле Первичные электроны, вылетающие из твёрдого тела

15. Схемы интегрирования уравнений Ньютона по времени:

Верный ответ: Схема с перешагиванием. Схема Верле. Метод Рунге-Кутты.

16. Критерии, помогающие оценивать и выбирать схемы интегрирования:

Ответы:

Согласованность

Точность

Устойчивость

Эффективность

Сходимость

Верный ответ: Согласованность Точность Устойчивость Эффективность

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.