

**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  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лубенченко А.В.
	Идентификатор	R4e612482-LubenchenkoAV-ecf64b

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

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Система компьютерной математики MATLAB (Коллоквиум)

КМ-2 Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MatLab (Контрольная работа)

КМ-3 Имитационное моделирование физических процессов (Тестирование)

КМ-4 Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамики в системе MATLAB (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

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

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Моделирование траекторий движения частиц методом Монте-Карло в системе MATLAB (Контрольная работа)
- КМ-2 Программирование в системе MATLAB (Тестирование)
- КМ-3 Метод Монте-Карло (Тестирование)
- КМ-4 Защита расчетного задания (Программирование (код))

**Вид промежуточной аттестации** – Зачет с оценкой.

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

## 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-1 <sub>ПК-2</sub> Владеет основными понятиями и методами имитационного моделирования процессов в плазме и воздействия плазмы на материалы	<p>Знать:</p> <p>математические основы, понятия, закономерности метода молекулярной динамики</p> <p>возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы</p> <p>объектно-ориентированное программирование в системе MATLAB</p> <p>математические основы, понятия, закономерности метода Монте-Карло</p> <p>Уметь:</p> <p>создавать и отлаживать программы имитационного моделирования используя систему MATLAB</p> <p>выполнять компьютерный эксперимент с помощью программ имитационного моделирования и</p>	<p>КМ-1 Система компьютерной математики MATLAB (Коллоквиум)</p> <p>КМ-2 Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MatLab (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Имитационное моделирование физических процессов (Тестирование)</p> <p>КМ-4 Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамики в системе MATLAB (Контрольная работа)</p> <p>КМ-5 Моделирование траекторий движения частиц методом Монте-Карло в системе MATLAB (Контрольная работа)</p> <p>КМ-6 Программирование в системе MATLAB (Тестирование)</p> <p>КМ-7 Метод Монте-Карло (Тестирование)</p> <p>КМ-8 Защита расчетного задания (Программирование (код))</p>

		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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Требуется ли в MatLab, как и в других языках программирования, заранее декларировать типы переменных?</li><li>2. Что происходит с матрицей после команды <math>s(:,3)=[]</math> ?</li><li>3. Какой графический объект соответствует отдельному графическому окну на экране, где отображаются графические визуальные данные?</li><li>4. Каким образом установить толщину линии у объекта класса line?</li><li>5. Какая команда используется для освобождения из памяти переменных?</li><li>6. Отличаются ли операции <math>.</math> и <math>+</math> ?</li></ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

## КМ-2. 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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Знать: возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы</p>	<p>1. Решить дифференциальное уравнение второго порядка</p> $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + x \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \sin(x),$ <p>удовлетворяющее начальным условиям</p> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ \&nbsp; } y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, \text{ \&amp;nbsp; } 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутта (ode45).</p> <p>2. Решить дифференциальное уравнение второго порядка</p> $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + \frac{d}{dx}y(x) + x^2y(x) = \cos(x),$ <p>удовлетворяющее начальным условиям</p> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ \&nbsp; } y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, \text{ \&amp;nbsp; } 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутта (ode45).</p> <p>3. Решить дифференциальное уравнение второго порядка</p> $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + x^2 \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \sin(x^2),$ <p>удовлетворяющее начальным условиям</p> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ \&nbsp; } y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, \text{ \&amp;nbsp; } 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутта (ode45).</p> <p>4. Решить дифференциальное уравнение второго порядка</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	$\frac{d^2}{dx^2}y(x) + \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \cos(x^2),$ удовлетворяющее начальным условиям $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \text{ \&nbsp;} y(0) = 1$ на промежутке $[0, \text{ \&nbsp;} 10]$ . Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45).

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-3. 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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формулировка проблемы</li> <li>2. Выявление существенных элементов системы, анализ взаимодействия элементов и внешних воздействий.</li> <li>3. Формулировка математической модели.</li> <li>4. Оценка адекватности модели.</li> <li>5. Разработка алгоритмов и программирование имитационных моделей.</li> <li>6. Планирование эксперимента, проблемы</li> <li>7. Реализация машинных экспериментов в соответствии с выбранным планом.</li> <li>8. Обработка результатов экспериментов машинного и имитационного моделирования</li> </ol> <p>4. Оценка адекватности модели:  методы внешней оценки (+)  на основе внутренних законов системы (-)  анализ логики моделирования (+)  исторические подходы (+)</p> <p>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 (-)</p> <p>6. Отметьте характерные методы и задачи для молекулярной динамики и Монте-Карловского моделирования.</p> <p>7. Схемы интегрирования уравнений Ньютона по времени:  Схема с перешагиванием.  Схема Верле.  Метод Рунге-Кутты.</p> <p>8. Критерии, помогающие оценивать и выбирать схемы интегрирования:  Согласованность  Точность  Устойчивость  Эффективность</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)

*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 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

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

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

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

#### **КМ-4. Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамике 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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: разрабатывать алгоритмы, основанные на методах молекулярной динамики	<p>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> <math>N=10</math>, тип частиц – электроны, потенциал взаимодействия – кулоновский, схема интегрирования – алгоритм Верле, граничные условия – куб с абсолютно упругими стенками, размеры куба – <math>L=100</math> нм, размеры МД-ячейки – <math>l=10</math> нм, начальный импульс системы равен нулю, начальное направление скоростей частиц – случайное, начальное положение частиц – случайное.</p> <p>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> <math>N=3</math>, тип частиц – протоны, потенциал взаимодействия – <math>ZBL</math>, схема интегрирования – алгоритм</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>Верле (скоростная модификация), граничные условия – куб с упругими стенками, размеры куба – <math>L=100</math> нм, размеры МД-ячейки – <math>l=10</math> нм, начальная энергия всех частиц – 10 эВ, начальное направление скоростей частиц – случайное, начальное положение частиц – случайное.</p> <p>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> <math>N=3</math>, тип частиц – ионы He, потенциал взаимодействия – <math>Kr-C</math>, схема интегрирования – алгоритм Эйлера первого порядка, граничные условия – куб с вязкими стенками, размеры куба – <math>L=100</math> нм, размеры МД-ячейки – <math>l=10</math> нм, МД начальная энергия – 10 эВ, начальное направление скоростей частиц – случайное, начальное положение частиц – случайное.</p> <p>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> <math>N=10</math>, тип частиц – электроны, потенциал взаимодействия – кулоновский, схема интегрирования – алгоритм Верлета, граничные условия – периодические, размеры МД- кристалла – <math>l=10</math> нм, начальная энергия – 0 эВ, начальное положение частиц – случайное.</p> <p>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> <math>N=8</math>, тип частиц – протоны, потенциал взаимодействия – <math>ZBL</math>, схема интегрирования – алгоритм Верлета, граничные условия – периодические, размеры МД- кристалла – <math>l=10</math> нм, начальная энергия – 0 эВ, начальное положение частиц – в узлах кубической решетки.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: разрабатывать алгоритмы, основанные на методах Монте-Карло	<p>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 <math>N</math> ; 2) материал мишени: Al, Ti, Ag; 3) начальная энергия электронов: 1 кэВ, 10 кэВ 4) начальный полярный угол падения <math>\theta_0</math>.</p> <p>2. Составить алгоритм расчета траекторий частиц, участвовавших в неупругом рассеянии. Начальные условия: Частицы падают на слой толщиной <math>z</math> с энергией <math>E_0</math>. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение минимальной энергии <math>E_{min}</math>. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц <math>N</math> ; 2) начальная энергия <math>E_0</math>; 3) толщина слоя <math>z</math> ; 4) материал слоя: C, Al, Ti, Au; 5) минимальное значение энергии, с которой частица может вылететь из мишени, <math>E_{min}</math>;</p> <p>3. Составить алгоритм расчета траекторий упруго</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>рассеянных частиц с используя весовой метод МК. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом <math>\alpha_0</math> к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>l_{max}</math>. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц <math>N</math>; 2) начальный полярный угол падения <math>\alpha_0</math>. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\alpha \in [0,1]</math>); 4) однократное альbedo <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>); 5) средняя длина свободного пробега <math>l</math>; 6) максимальный пробег <math>l_{max}</math>.</p> <p>4. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя локальную оценку. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом <math>\alpha_0</math> к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>l_{max}</math>. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц <math>N</math>; 2) начальный полярный угол падения <math>\alpha_0</math>. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\alpha \in [0,1]</math>); 4) однократное альbedo <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>); 5) средняя длина свободного пробега <math>l</math>; 6) максимальный пробег <math>l_{max}</math>.</p> <p>5. Составить алгоритм расчета траекторий частиц в мишени со внутренними источниками. Начальные условия: Точечный изотропный источник частиц находится в полубесконечной мишени на глубине <math>z</math>. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>l_{max}</math>. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц <math>N</math>; 2) начальный полярный угол падения <math>\alpha_0</math>. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\alpha \in [0,1]</math>); 4) однократное альbedo <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>); 5) средняя длина свободного пробега <math>l</math>; 6) координата источника частиц <math>z</math> по оси <math>z</math> 7) максимальный пробег <math>l_{max}</math>.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

## КМ-2. 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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
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 $c(:,3)=[]$ ? Удаляется третий столбец (+) Удаляется третья строка (-) Удаляется по три элемента из всех строк (-) Обнуляется третья строка (-) 3. Какие операции приводят к поэлементному делению матриц? A/B (-) A./B (+) A\B (-) A.\B (+) 4. Какие ключевые слова определяют класс? classdef (-)

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	class ... end (-) classdef ... end (+) classdef ... properties (-) classdef ... methods (-) 5.Какой атрибут properties и какое значение этого атрибута не позволяет сохранять в объекте значения этих properties? Constant = false (-) Dependent = false (-) Constant = true (-) Dependent = true (+) 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 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-3. 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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: математические основы, понятия,	1.Указать <b>верное</b> утверждение. Вероятность невозможного события:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
закономерности метода Монте-Карло	<p>больше нуля и меньше единицы; равна нулю; равна единице; (+) равна 50%;</p> <p>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</p> <p>3. Дискретная случайная величина <math>\zeta</math> 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</p> <p>4. Последовательность псевдослучайных чисел зависит от начального значения. Если брать одно и то же значение, то последовательность будет повторяться. Для генерации случайных последовательностей начальное значение вычисляют на основе текущего времени. С каким параметром и при каком его значении достигается генерация случайных последовательностей в MatLab? Ответ: параметр - Seed, значение - shuffle.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-4. 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 расчётное 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:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Уметь: выполнять компьютерный эксперимент с помощью программ имитационного моделирования и проводить обработку и анализ результатов компьютерного эксперимента</p>	<p>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 <math>z</math>. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>z_{max}</math>. Входные параметры для блока расчета траекторий: 1) общее количество частиц <math>N</math>; 2) начальный полярный угол падения <math>\theta_0</math>. 3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\mu \in [0,1]</math>); 4) однократное альбедо <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>); 5) средняя длина свободного пробега <math>\lambda</math>; 6) координата источника частиц <math>z_0</math> по оси <math>z</math>; 7) максимальный пробег <math>z_{max}</math>. Входные параметры для блока статистической обработки: 1) угол между плоскостями падения и визирования <math>\alpha</math>; 2) полярный угол визирования <math>\theta</math>; 3) шаг сетки по косинусам полярного угла <math>\Delta \mu</math>; 4) шаг сетки по азимутальным углам <math>\Delta \phi</math>.</p> <p>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 <math>N</math>; 2) материал мишени: Al, Ti, Ag; 3) начальная энергия электронов: 1 кэВ, 10 кэВ 4) начальный полярный угол падения <math>\theta_0</math>.</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>Входные параметры для блока статистической обработки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) угол между плоскостями падения и визирования <math>\alpha</math>;</li> <li>2) шаг сетки по косинусам полярного угла <math>\Delta\alpha</math>;</li> <li>3) шаг сетки по азимутальным углам <math>\Delta\phi</math>.</li> </ol> <p>3. Составить алгоритм расчета траекторий частиц, участвовавших в неупругом рассеянии. Построить энергетические распределения электронов, прошедших слой твердого тела прямо-вперед.</p> <p>Начальные условия: Частицы падают на слой толщиной <math>z</math> с энергией <math>E_0</math>.</p> <p>Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение минимальной энергии <math>E_{min}</math>.</p> <p>Входные параметры для блока расчета траекторий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общее количество частиц <math>N</math>;</li> <li>2) начальная энергия <math>E_0</math>;</li> <li>3) толщина слоя <math>z</math></li> <li>4) материал слоя: C, Al, Ti, Au;</li> <li>5) минимальное значение энергии, с которой частица может вылететь из мишени, <math>E_{min}</math>;</li> </ol> <p>Входные параметры для блока статистической обработки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) шаг сетки по потерям энергии <math>\Delta E</math>.</li> </ol>
<p>Уметь: создавать и отлаживать программы имитационного моделирования используя систему MATLAB</p>	<p>1. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя весовой метод МК. Построить угловые распределения частиц, отраженных от полубесконечной мишени, в плоскости визирования.</p> <p>Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом <math>\alpha_0</math> к нормали.</p> <p>Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>z_{max}</math>.</p> <p>Входные параметры для блока расчета траекторий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общее количество частиц <math>N</math>;</li> <li>2) начальный полярный угол падения <math>\alpha_0</math>.</li> <li>3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\eta \in [0,1]</math>);</li> <li>4) однократное альбеда <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>);</li> <li>5) средняя длина свободного пробега <math>z</math>;</li> <li>6) максимальный пробег <math>z_{max}</math>.</li> </ol> <p>Входные параметры для блока статистической обработки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) угол между плоскостями падения и</li> </ol>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	визирования $\square$ ; 2) полярный угол визирования $\square$ ; 3) шаг сетки по косинусам полярного угла $\Delta\square$ ; 4) шаг сетки по азимутальным углам $\Delta\square$ ;

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*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 («хорошо»)*

*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 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 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:  $\frac{d^2}{dt^2}x + \omega^2x = 0$ , где  $\omega$  – 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.

### 1. 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. → Построение 2D- и 3D-графиков в системе MatLab. ¶

Задача. Свободные колебания материальной точки массой  $m$  без трения описываются дифференциальным уравнением:  $\frac{d^2}{dt^2}x + \omega^2x = 0$ , где  $\omega$  – 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 ¶

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

$m = 1, \quad v = 10, \quad \alpha = \pi / 3, \quad k = 0.16$

2.

оживайте клавишу  
чить звук.  
→ Функции программирования на языке MATLAB. Условные переходы. Оператор переключения.  
Циклы. ¶

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение ¶

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

$m = 12, \quad \beta = 0.5, \quad k_0 = 0.5, \quad a = 1,$

3.

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

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение ¶

$$\rightarrow \rightarrow L \frac{d^2I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = U_m \omega \cos(\omega t), \quad I(t)|_{t=0} = 0, \quad \left. \frac{dI(t)}{dt} \right|_{t=0} = 0, \quad \square$$

$R = 30, \quad L = 0.001, \quad C = 0.1 \cdot 10^{-6}, \quad U_m = 1, \quad \omega = 2\pi \cdot 10^4$

4.

1. → Структуры и ячейки в MatLab. ¶

Задача. Решить обыкновенное дифференциальное уравнение ¶

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

$m = 1, \quad v = 10, \quad \alpha = \pi / 4, \quad k = 0.16$

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 'ud: ' 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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («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

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  $\Lambda$ . Длина свободного пробега разыгрывается по  $l = -l_0 \ln \alpha$ ,  $l_0$  - средняя длина свободного пробега,  $\alpha$  - 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  $\Lambda$ . Длина свободного пробега разыгрывается по  $t = -t_0 \ln \alpha$ ,  $t_0$  - средняя длина свободного пробега,  $\alpha$  - 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  $\int_0^x f(x) e^{-ax} dx$  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  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-(x^2)/h} dx$  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\B

A.\B

Верный ответ: A./B A.\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 («отлично»)

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 («хорошо»)

*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 («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***

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