

**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  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лубенченко А.В.
	Идентификатор	R#e612482-LubenchenkoAV-ecf64b

(подпись)

А.В.  
Лубенченко  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.В. Дедов  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.В. Дедов  
(расшифровка  
подписи)

## 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-3 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-3	ИД-1 <sub>ПК-3</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 Монте-Карло</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>Уметь:</p> <p>выполнять компьютерный эксперимент с помощью программ имитационного моделирования и проводить обработку и анализ результатов компьютерного эксперимента</p>	<p>Система компьютерной математики MATLAB (Коллоквиум)</p> <p>Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MatLab (Контрольная работа)</p> <p>Имитационное моделирование физических процессов (Тестирование)</p> <p>Моделирование траекторий движения частиц методом молекулярной динамики в системе MATLAB (Контрольная работа)</p> <p>Моделирование траекторий движения частиц методом Монте-Карло в системе MATLAB (Контрольная работа)</p> <p>Программирование в системе MATLAB (Тестирование)</p> <p>Метод Монте-Карло (Тестирование)</p> <p>Защита расчетного задания (Программирование (код))</p>

		разрабатывать алгоритмы, основанные на методах Монте-Карло разрабатывать алгоритмы, основанные на методах молекулярной динамики создавать и отлаживать программы имитационного моделирования используя систему MATLAB	
--	--	--	--

## 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:**

<p>Знать: возможности математического пакета MATLAB для решения задач ядерной энергетики и физики плазмы</p>	<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>c(:,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 .+ и + ?</li></ol>
--	---

**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

### 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:**

<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> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \quad y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (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> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \quad y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (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> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \quad y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45).</p> <p>4. Решить дифференциальное уравнение второго порядка</p> $\frac{d^2}{dx^2}y(x) + \frac{d}{dx}y(x) + y(x) = \cos(x^2),$ <p>удовлетворяющее начальным условиям</p> $\left. \frac{d}{dx}y(x) \right _{x=0} = 1, \quad y(0) = 1$ <p>на промежутке <math>[0, 10]</math>. Найти решение методом Эйлера (написать самостоятельно m-функцию) и методом Рунге-Кутты (ode45).</p>
--	--

**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*

**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:**

<p>Знать: математические основы, понятия, закономерности метода молекулярной динамики</p>	<p>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</p> <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*

*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*

**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:**

<p>Уметь: разрабатывать алгоритмы, основанные на методах молекулярной динамики</p>	<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 – ZBL, схема интегрирования – алгоритм 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 – Kr-C, 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</p>
--	--

	<p>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.</p> <p><i>Исходные данные:</i> <math>N=8</math>, тип частиц – протоны, потенциал взаимодействия – ZBL, 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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 74*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

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

<p>Уметь: разрабатывать алгоритмы, основанные на методах Монте-Карло</p>	<p>1. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных электронов с учетом реальной индикатрисы упругого рассеяния электронов в твёрдом теле.</p> <p>Мишень: однородная, полубесконечная.</p> <p>Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального значения количества неупругих рассеяний.</p>
--	---

	<p>Входные параметры для блока расчета траекторий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общее количество частиц <math>\square</math> ;</li> <li>2) материал мишени: Al, Ti, Ag;</li> <li>3) начальная энергия электронов: 1 кэВ, 10 кэВ</li> <li>4) начальный полярный угол падения <math>\square 0</math>.</li> </ol> <p>2. Составить алгоритм расчета траекторий частиц, участвовавших в неупругом рассеянии. Начальные условия: Частицы падают на слой толщиной <math>\square</math> с энергией <math>\square 0</math>. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение минимальной энергии <math>\square \min</math>.</p> <p>Входные параметры для блока расчета траекторий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общее количество частиц <math>\square</math>;</li> <li>2) начальная энергия <math>\square 0</math>;</li> <li>3) толщина слоя <math>\square</math></li> <li>4) материал слоя: C, Al, Ti, Au;</li> <li>5) минимальное значение энергии, с которой частица может вылететь из мишени, <math>\square \min</math>;</li> </ol> <p>3. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя весовой метод МК. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом <math>\square 0</math> к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>\square \max</math>.</p> <p>Входные параметры для блока расчета траекторий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общее количество частиц <math>\square</math>;</li> <li>2) начальный полярный угол падения <math>\square 0</math>.</li> <li>3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринстейна (<math>\square \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>\square</math>;</li> <li>6) максимальный пробег <math>\square \max</math>.</li> </ol> <p>4. Составить алгоритм расчета траекторий упруго рассеянных частиц с используя локальную оценку. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом <math>\square 0</math> к нормали. Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>\square \max</math>.</p> <p>Входные параметры для блока расчета траекторий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) общее количество частиц <math>\square</math> ;</li> <li>2) начальный полярный угол падения <math>\square 0</math>.</li> <li>3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринстейна (<math>\square \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>\square</math>;</li> <li>6) максимальный пробег <math>\square \max</math>.</li> </ol> <p>5. Составить алгоритм расчета траекторий частиц в</p>
--	--

	<p>мишени со внутренними источниками.  Начальные условия: Точечный изотропный источник частиц находится в полубесконечной мишени на глубине <math>\square</math>.  Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального пробега <math>\square \max</math>.  Входные параметры для блока расчета траекторий:  1) общее количество частиц <math>\square</math>;  2) начальный полярный угол падения <math>\square 0</math>.  3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\square \in [0,1]</math>);  4) однократное альбедо <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>);  5) средняя длина свободного пробега <math>\square</math>;  6) координата источника частиц <math>\square</math> по оси <math>\square \square</math>  7) максимальный пробег <math>\square \max</math>.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

<p>Знать: объектно-ориентированное программирование в системе MATLAB</p>	<p>1. Укажите типы данных MATLAB:  Cell (+)  char (+)  numeric (+)  function handle (+)  structure (+)  rand (-)  2. Что происходит с матрицей после команды <math>c(:,3)=[</math></p>
--	--

	<p>?</p> <p>Удаляется третий столбец (+)</p> <p>Удаляется третья строка (-)</p> <p>Удаляется по три элемента из всех строк (-)</p> <p>Обнуляется третья строка (-)</p> <p>3.Какие операции приводят к поэлементному делению матриц?</p> <p>A/B (-)</p> <p>A./B (+)</p> <p>A\B (-)</p> <p>A.\B (+)</p> <p>4.Какие ключевые слова определяют класс?</p> <p>classdef (-)</p> <p>class ... end (-)</p> <p>classdef ... end (+)</p> <p>classdef ... properties (-)</p> <p>classdef ... methods (-)</p> <p>5.Какой атрибут properties и какое значение этого атрибута не позволяет сохранять в объекте значения этих properties?</p> <p>Constant = false (-)</p> <p>Dependent = false (-)</p> <p>Constant = true (-)</p> <p>Dependent = true (+)</p> <p>6.Укажите какие операторы содержат ошибку</p> <p>addlistener(obj,'EventY',@obj.setY); (-)</p> <p>addlistener(obj,'EventY',obj.setY); (+)</p> <p>addlistener(obj,@obj.setY); (+)</p>
--	---

**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*

**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	<p>1. Указать <b>верное</b> утверждение. Вероятность невозможного события: 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>\xi</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 вычисляются 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*

*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*

### 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:

<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.</p> <p>Начальные условия: Точечный изотропный источник частиц находится в полубесконечной мишени на глубине <math>z</math>.</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>\theta_0</math>.</li><li>3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринстейна (<math>\sigma \in [0,1]</math>);</li><li>4) однократное альbedo <math>\Lambda</math> (<math>\Lambda \in [0,1]</math>);</li><li>5) средняя длина свободного пробега <math>\lambda</math>;</li><li>6) координата источника частиц <math>z_0</math> по оси <math>z</math>;</li><li>7) 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 визирования <math>\alpha</math>;</li><li>2) полярный угол визирования <math>\theta</math>;</li><li>3) шаг сетки по косинусам полярного угла <math>\Delta \mu</math>;</li><li>4) шаг сетки по азимутальным углам <math>\Delta \phi</math>.</li></ol> <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.</p> <p>Мишень: однородная, полубесконечная.</p> <p>Условия обрыва траектории: достижение частицы границы мишени, достижение максимального значения количества неупругих рассеяний.</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) материал мишени: Al, Ti, Ag;</li><li>3) начальная энергия электронов: 1 кэВ, 10 кэВ</li><li>4) начальный полярный угол падения <math>\theta_0</math>.</li></ol> <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 \mu</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. Начальные условия: Частицы падают на слой толщиной <math>\Delta</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>\Delta</math>  4) материал слоя: C, Al, Ti, Au;  5) минимальное значение энергии, с которой частица может вылететь из мишени, <math>E_{\min}</math>;  Входные параметры для блока статистической обработки:  1) шаг сетки по потерям энергии <math>\Delta E</math>.</p>
<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. Начальные условия: Частицы падают на полубесконечную однородную мишень под углом <math>\theta_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>\theta_0</math>.  3) упругая индикатриса рассеяния – Хеньи-Гринштейна (<math>\sigma \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) максимальный пробег <math>L_{\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 \cos \theta</math>;  4) шаг сетки по азимутальным углам <math>\Delta \phi</math>;</p>

**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*

# 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-3** 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.

→ Решение задач моделирования 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

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

## 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, видяктриса 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-3 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-Кутта.

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

### ***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.