

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Институт «Физико-технологический»  
Кафедра Технической физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.Т.Князев

подпись

дата

18 06 2018 г.

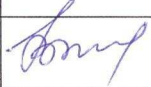
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (СП8)**

Рекомендована учебно-методическим советом физико-технологического института  
для направлений подготовки и специальностей:

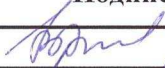
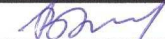
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) програм- мы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисци- плины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и мате- риалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.41

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Токманцев В.И.	д.т.н	Зав. кафедрой	Технической физики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	
2	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса

  
\_\_\_\_\_  
Р.Х Токарева

Председатель учебно-методического совета  
Физико-технологического института

  
\_\_\_\_\_  
В.В.Зверев

11.05.2018, протокол № 9



## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015	956

### 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

#### **Общекультурные компетенции (ОК) в соответствии с ФГОС ВО:**

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-7).

#### **Профессиональные компетенции (ПК):**

способность создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов (ПК-1);

#### **проектная деятельность:**

способность формулировать технические задания, использовать информационные технологии и пакеты прикладных программ при проектировании и расчете физических установок и систем учета, контроля, использовать знания методов анализа эколого-экономической эффективности при проектировании и реализации проектов (ПК-17);

#### **производственно-технологическая деятельность:**

готовность решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ (ПК-28);

#### **дополнительные компетенции, согласованные с работодателями (ДОК, ДОПК, ДПК, ДППК):**

умение выполнять физическое и математическое моделирование конструкторских разработок и технических режимов (ДПК2);

способность использовать компьютерную технику и информационные технологии в основном производстве (ДПК9).

### 1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** основные представления о влиянии различных видов реакторного излучения на конструкционные материалы ядерных реакторов.

**Уметь** прогнозировать поведение конструкционных материалов реактора при эксплуатации на основе результатов моделирования физических процессов, происходящих в материалах при облучении.

**Владеть** современными методами компьютерного моделирования характеристик реакторных материалов и технологических процессов.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Физика; Математический анализ; Социальные проблемы атомной энергетики
2. Кореквизиты*	-



3. Постреквизиты*	Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок
-------------------	---

#### 1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределе- ние объема дисциплины по семест- рам (час.)
		Все- го, час.	В т.ч. контактная работа (час.)*	10 семестр
1.	Аудиторные занятия, час.	68	68	68
2.	Лекции, час.	34	34	34
3.	Практические занятия, час.	0	0	0
4.	Лабораторные работы, час.	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включа- ющая все виды текущей аттестации, час.	36	10,2	36
6.	Вид промежуточной аттестации	4	0,25	Зачет, 4
7.	Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	78,45	108
8.	Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	-	3

#### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Обучающимся предоставляется возможность получить комплексное всестороннее представление о методах моделирования физических процессов и прогнозирования свойств реакторных материалов, подвергающихся воздействию различных видов реакторного излучения. Содержание дисциплины направлено на изучение влияния дефектов реальных материалов на их механические свойства. В процессе изучения дисциплины студентам предстоит познакомиться с методами прогнозирования свойств облученных и облучаемых материалов, а также подготовиться к разработке новых и использованию известных методов моделирования.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Цели и задачи курса. Особенности методов физического и математического моделирования. Структура и объем курса. Его связь с другими изучаемыми дисциплинами. Цели, задачи, методы и возможности компьютерного моделирования. Применение методов вычислительного моделирования для решения фундаментальных и прикладных задач. Общая схема метода вычислительного моделирования.
P2	Основные математические операции в вычислительных методах физики	Численное дифференцирование. Использование разложения функций в ряд Тейлора. Двух, трех и пяти точечные схемы численного дифференцирования. Численное интегрирование. Метод трапеций. Формула Симпсона. Учет особенностей исходных интегралов. Нахождение корней уравнений. Метод шагового поиска. Метод Ньютона – Рафсона. Метод секущих.
P3	Основные численные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка	Простые методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Многошаговые и неявные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Методы Рунге – Кутты.
P4	Особенности численного решения дифференциальных уравнений второго порядка	Краевые задачи и задачи на собственные значения. Примеры уравнений. Алгоритм Нумерова. Прямое интегрирование краевых задач. Особенности решения уравнений эллиптического типа. Постановка задачи и разновидности эллиптических уравнений. Дискретизация уравнений и вариационный принцип. Граничные условия. Итерационные методы решения краевых задач. Дискретизация уравнения диффузии с переменным коэффициентом диффузии. Особенности решения уравнений параболического типа. Постановка задачи. Простейший способ дискретизации и численная неустойчивость. Неявные разностные схемы. Уравнение диффузии и двумерные краевые задачи. Особенности применения схемы интегрирования по времени. Критерии выбора и оценки. Согласованность дискретных и непрерывных уравнений. Точность решения дифференциальных уравнений. Устойчивость решения дифференциальных уравнений.
P5	Метод молекулярной динамики	Обоснование метода молекулярной динамики. Цель метода. Выбор модельного потенциала межчастичного взаимодействия. Эмпирические потенциалы взаимодействия. Короткодействующие (валентные) силы. Простые аналитические формы потенциалов взаимодействия. Математический аппарат молекулярной динамики. Граничные условия в методе молекулярной динамики. Применение периодических граничных условий Рябова при молекулярно-динамическом моделировании кристаллов. Одномерная цепочка атомов. Уравнения движения частиц в ячейке переменного объема и постоянной формы. Уравнения



		<p>движения частиц в ячейке с переменными объемом и формой. Определение макроскопических величин в методе молекулярной динамики. Определение температуры моделируемой системы. Изохорная и изобарная теплоемкости. Определение давления в моделируемой системе. Изменение энтропии. Определение полной и поверхностной энергии системы. Расчет коэффициента диффузии методом молекулярной динамики. Погрешность определения термодинамических характеристик моделируемой системы. Исследование структуры. Идентификация фазовых состояний в методе молекулярной динамики. Радиальная функция распределения. Коэффициент диффузии. Автокорреляционная функция скорости. Структурный фактор. Моделирование диффузии кислорода в диоксиде урана в области фазовых переходов. Моделирование высокотемпературной диффузии ионов урана в нанокристаллах диоксида урана. Установление механизмов диффузии кислорода в гиперстехиометрическом диоксиде урана. Моделирование состояния включений ксенона в диоксиде урана методом молекулярной динамики.</p>
Р6	Стохастическое моделирование	<p>Моделирование случайных величин. Равномерно распределенные случайные величины. Нормальные случайные величины. Правило «Трех сигм». Вероятная ошибка. Существо центральной предельной теоремы теории вероятностей. Порядок применения стохастических методов моделирования. Схема метода. Получение случайных величин на ЭВМ. Таблицы случайных чисел. Генераторы случайных чисел. Псевдослучайные числа. Преобразование случайных величин. Разыгрывание дискретной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины, равномерно распределенной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины с помощью метода Неймана. Разыгрывание нормальных величин. Задача о прохождении нейтронов сквозь пластину. Простейший вариант задачи. Моделирование истинных траекторий нейтронов. Моделирование прохождения нейтронов через пластину с использованием «веса» нейтрона. Расчет системы массового обслуживания. Постановка задачи. Схема расчета простейшей задачи.</p>

### 3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

#### 3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1

Раздел дисциплины		Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий												Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)				
						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к аудиторным занятиям (час.)										Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	
Код раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированно)	Экзамен*			
																							Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие
P1	Введение	4	2	2	0	2	2																		
P2	Основные математические операции в вычислительных методах физики	16	10	4	6	6	6																		
P3	Основные численные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка	16	12	6	6	4	4																		
P4	Особенности численного решения дифференциальных уравнений второго порядка	17	13	7	6	4	4																		
P5	Метод молекулярной динамики	25	15	7	8	10	6	4	1																
P6	Стохастическое моделирование	26	16	8	8	10	6	4	1																
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>104</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>108</b>																					<b>В т.ч. промежуточная аттестация</b>		



## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторный практикум

Номер раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Численное дифференцирование	2
P2	2	Численное интегрирование	2
P2	3	Нахождение корней уравнения	2
P3	4-6	Численные методы решения дифференциальных уравнений 1-го порядка	6
P4	7-9	Численные методы решения дифференциальных уравнений 2-го порядка	6
P5	10-13	Метод молекулярной динамики	8
P6	14-17	Стохастическое моделирование	8
<b>Всего:</b>			<b>34</b>

### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

### 4.3. Самостоятельная работа студентов

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Определение макроскопических величин в методе молекулярной динамики;
2. Определение температуры моделируемой системы;
3. Расчет коэффициента диффузии методом молекулярной динамики;
4. Моделирование диффузии кислорода в диоксиде урана в области фазовых переходов;
5. Моделирование высокотемпературной диффузии ионов урана в нанокристаллах диоксида урана;
6. Задача о прохождении нейтронов сквозь пластину;
7. Моделирование истинных траекторий нейтронов;
8. Моделирование прохождения нейтронов через пластину с использованием «веса» нейтрона.

#### 8.3.1. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

#### 8.3.2. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

#### 8.3.3. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

#### 8.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

#### 8.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

#### 8.3.6. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

не предусмотрено

#### 8.3.7. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

#### 8.3.8. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено



4.3.10. Перевод иноязычной литературы  
не предусмотрено

**5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ  
МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P6	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)	*											
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*		*		*							
	Командная работа												

**6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ**

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана –  $k_{\text{дисц.}}=1$

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	10, 1-17 уч.нед.	30
<i>Домашняя работа №1</i>	10, 12-14 уч.нед.	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – $k_{\text{тек.лек.}}=0,4$		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – $k_{\text{пром.лек.}}=0,6$		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – $k_{\text{прак.}}=0,5$		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	10, 1-17 уч.нед.	60
<i>Домашняя работа №2</i>	10, 15-17 уч. нед.	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0 (не предусмотрено)		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы  
не предусмотрено

#### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – ксем.
Семестр 10	$k_{\text{сем } 10} = 1$

### 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

1. Соболев, И. М. Метод Монте-Карло / И.М. Соболев .— Москва : Изд-во "Наука", 1968 .— 65 с. — (Популярные лекции по математике. Выпуск 46) .— <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117085> .

##### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Костомаров, Д. П. Вводные лекции по численным методам : учебное пособие / Д.П. Костомаров ; А.П. Фаворский .— Москва : Логос, 2006 .— 184 с. — (Классический Университетский Учебник) .— ISBN 5-98704-160-0 .— <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89794> .

##### 7.1.3. Методические разработки

1. Купряжкин А.Я., Метод молекулярной динамики в компьютерном моделировании ионных кристаллов: учебное пособие / А.Я. Купряжкин, К.А. Некрасов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2008. 60 с.
2. Живодёров А.А. Физическое и математическое моделирование процессов переноса в реакторных материалах. Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы / А.А. Живодеров, А.Н. Вараксин, А.Я. Купряжкин. Екатеринбург: УГТУ–УПИ. 2007. 41 с.
3. Физическое и математическое моделирование. Методические указания для выполнения практических занятий и самостоятельной работы. А.Я. Купряжкин, К.А. Некрасов, С.И. Поташников, А.С. Боярченко. 2008. 87 с.
4. Купряжкин А.Я. Физическое и математическое моделирование: задачи и контрольные вопросы к практическим занятиям и самостоятельной работе / А.Я. Купряжкин. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2008. 10 с.

#### 7.2. Программное обеспечение

Microsoft Visual C++ Express версии 2005 и выше, Microsoft Visual C# Express версии 2005 и выше, Microsoft Excel версии 2003 и выше.

#### 7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/> - Википедия – свободная энциклопедия;
2. <http://lib.urfu.ru> - Зональная библиотека УрФУ;

#### 7.4. Электронные образовательные ресурсы

не предусмотрено

#### 7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения материала курса и прохождения промежуточной аттестации студентам рекомендуется обращать внимание на рекомендуемые к изучению в процессе чтения лекций интернет-порталы, содержащие справочную информацию и полезные примеры. Кроме того, Зональная библиотека УрФУ обладает дополнительной литературой по тематике



дисциплины, не указанной в п. 7.1 ввиду недостаточного количества экземпляров, однако содержащей ёмкий обзор изучаемых разделов. Дополнительные рекомендации не требуется.

## 8 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

не предусмотрено

### **8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

не предусмотрено

### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

не предусмотрено

### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Методы численного дифференцирования. Привести конечно-разностные аппроксимации первой и второй производных. Рассмотреть порядок точности различных аппроксимаций производной и принципы повышения точности.
2. Численное определение корней уравнения  $f(x) = 0$ . Постановка задачи. Принципы поиска корней одним из следующих методов: деления пополам, Ньютона-Рафсона, секущих.
3. Численное интегрирование. Привести схемы численного интегрирования по формулам прямоугольников и трапеций. Рассмотреть порядок точности этих схем, обсудить принципы повышения точности.
4. Численное интегрирование дифференциальных уравнений первого порядка. Постановка задачи. Метод Эйлера.
5. Численное решение дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Постановка граничных условий Дирихле и задачи на собственные значения. Конечно-разностное интегрирование краевых задач.
6. Применение метода Монте-Карло на примере численного интегрирования. Привести алгоритм решения задачи вычисления площади сложной фигуры.
7. Общие принципы получения последовательностей случайных, квазислучайных и псевдослучайных чисел. Требования, предъявляемые к генераторам псевдослучайных чисел.
8. Получение последовательности случайных (псевдослучайных) чисел, распределенных по нормальному закону, на основе равномерно распределенной последовательности (рассмотреть хотя бы один метод).
9. Сортировка числовых последовательностей. Привести примеры методов сортировки чисел с плавающей точкой, характеризующихся логарифмической вычислительной сложностью. Детально рассмотреть особенности одного из следующих методов: сортировка Шелла, сортировка всплытием Флойда, рекурсивная сортировка.



10. Метод молекулярной динамики. Уравнения движения частиц, силы и потенциалы парного взаимодействия. Алгоритм интегрирования уравнений движения по времени.
11. Расчет коэффициента диффузии частиц при моделировании многочастичных систем (в частности, кристаллов) методом молекулярной динамики.

**8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

не предусмотрено

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

не предусмотрено

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

не предусмотрено

**8.3.8. Интернет-тренажеры**

не предусмотрено

**8.3.9. Примерные задания в составе домашних работ**

В рамках домашней работы предусмотрено самостоятельное изучение студентом литературы по выбранной тематике из списка тем в п.4.3.1 и выполнение самостоятельного задания на эту тему. Например:

1. Повторение определения, свойств, зависимостей коэффициента диффузии;
2. Написание программы для расчета коэффициента диффузии в газах.

**9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**9.1 Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лекционные аудитории Ф-112 или Ф-431, оснащенные доской, проектором (с возможностью подключения ноутбука) и экраном для демонстрации учебных материалов. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе (Ф-114), рассчитанном на 10 посадочных мест, с предустановленным ПО, указанном в п.7.2. Допускается использование одного ПК на двух студентов. Допускается использование персональных мобильных компьютеров студентов.

**10 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений