

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:43  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a8788b8322525



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине  
Численные методы ФКС**

**Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика**

**Направленность (профиль)  
Физика**

**Присваиваемая квалификация  
Бакалавр**

**Форма обучения  
Очная**

Челябинск 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 3	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Численные методы ФКС

Семестр: 5

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется по системе «зачтено – не зачтено».

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Численные методы ФКС» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции и согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-1	Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок	ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований. ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по	Для достижения ПК-1.1: знать основные численные методы, применяющиеся для решения физических задач; Для достижения ПК-1.2: уметь применять численные методы при решении профессиональных задач; Для достижения ПК-1.3: владеть навыками применения современного программного обеспечения для решения конкретных профессиональных задач с помощью численных методов



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

		полученным результатам. ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.	
ПК-3	Способен понимать в своей научно-исследовательской деятельности принципы работы и методы эксплуатации электронно-вычислительных и вычислительных машин	ПК-3.1. Обладает знаниями в своей области научно-исследовательской деятельности о принципах работы, технических возможностях и контроле технического состояния электронно-вычислительных и вычислительных машин ПК-3.2. Демонстрирует умение в своей научно-исследовательской деятельности настраивать составные части, оценивать техническое состояние электронно-вычислительных и вычислительных машин, разрабатывать требования и технические задания при создании автоматизированной системы ПК-3.3. Имеет практический опыт (навыки) использования в своей научно-исследовательской деятельности	Для достижения ПК-3.1: знать основные принципы работы, технические возможности и контроль технического состояния электронно-вычислительных и вычислительных машин; Для достижения ПК-3.2: уметь настраивать составные части и оценивать техническое состояние электронно-вычислительных и вычислительных машин; Для достижения ПК-3.3: владеть навыками использования тестирования работы, настройки, мониторинга технического состояния и проверки функционирования электронно-вычислительных и вычислительных машин



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		тестирования работы, настройки, мониторинга технического состояния и проверки функционирования электронно- вычислительных и вычислительных машин	
--	--	---	--



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	Для достижения ПК-1.1: знать основные численные методы, применяющиеся для решения физических задач; Для достижения ПК-1.2: уметь применять численные методы при решении профессиональных задач; Для достижения ПК-1.3: владеть навыками применения современного программного обеспечения для решения конкретных профессиональных задач с помощью численных методов Для достижения ПК-3.1: знать основные принципы работы, технические возможности и контроль технического состояния электронно- вычислительных и вычислительных машин;	Раздел 1. «Введение в численные методы. Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений».	Задание № 1 к практическим занятиям; вопросы при защите отчета по практическому заданию	Тест (Раздел 1, № 1-3); вопросы к зачету № 1-5
		Раздел 2. «Решение систем алгебраических уравнений».	Задание № 2 к практическим занятиям; вопросы при защите отчета по практическому заданию	Тест (Раздел 2, № 4-6); вопросы к зачету № 6-16
		Раздел 3. «Интерполяция функций».	Задание № 3 к практическим занятиям; вопросы при защите отчета по практическому заданию	Тест (Раздел 3, № 7-9); вопросы к зачету № 17-26
		Раздел 4. «Численное интегрирование».	Задание № 4 к практическим занятиям; вопросы при защите отчета по практическому заданию	Тест (Раздел 4, № 10-12); вопросы к зачету № 27-31



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Для достижения ПК-3.2: уметь настраивать составные части и оценивать техническое состояние электронно- вычислительных и вычислительных машин; Для достижения ПК-3.3: владеть навыками использования тестирования работы, настройки, мониторинга технического состояния и проверки функционирования электронно- вычислительных и вычислительных машин	Раздел 5. «Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений».	Задание № 5 к практическим занятиям; вопросы при защите отчета по практическому заданию	Тест (Раздел 5, № 13-15); вопросы к зачету № 32-37
	Раздел 6. «Методы оптимизации».	Задание № 6 к практическим занятиям; вопросы при защите отчета по практическому заданию	Тест (Раздел 6, № 16-18); вопросы к зачету № 38-46

### 3.2 Содержание оценочных средств

#### База тестовых вопросов

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Раздел 1. Введение в численные методы. Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений		
1	Численные методы – это методы решения математических задач в ... виде. Укажите пропущенное слово.	1. эквивалентном 2. абсолютном <b>3. численном</b> 4. универсальном
2	Что из перечисленного не относится к этапам решения физических задач с помощью численных методов?	1. формулировка математической модели <b>2. калибровка экспериментальной установки</b> 3. математическое исследование 4. осмысление математического решения и его сопоставление с экспериментальными данными
3	Выберите достаточное условие сходимости итерационного процесса для метода простой итерации.	1. $\varphi'(x) > 1$ 2. $\varphi'(x) < -1$ 3. $\varphi'(x) \rightarrow \infty$ <b>4. <math>0 &lt; \varphi'(x) &lt; 1</math></b>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Раздел 2. Решение систем алгебраических уравнений

4	Какой из методов не относится к прямым методам решения систем линейных алгебраических уравнений?	1. Крамера 2. обратной матрицы <b>3. простой итерации</b> 4. Гаусса
5	В методе Гаусса «прямым ходом» называется ...	<b>1. процесс приведения к системе с треугольной матрицей</b> 2. вычисление определителя матрицы системы 3. процесс приведения к системе с ленточной матрицей 4. расчет обратной матрицы
6	Как называется метод решения систем алгебраических уравнений, в котором приближенное решение получается по формуле $x_i^{(k+1)} = \frac{1}{a_{ii}} \left( f_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m a_{ij} x_j^{(k)} \right)$ формуле ?	1. Гаусса-Зейделя <b>2. простой итерации</b> 3. прогонки 4. Гаусса

## Раздел 3. Интерполяция функций

7	Интерполяция – это ...	1. особый тип аппроксимации, при котором функция аппроксимируется вне заданного интервала, а не между заданными значениями <b>2. нахождение неизвестных промежуточных значений некоторой функции по имеющемуся дискретному набору ее известных значений</b> 3. нахождения минимума целевой функции при наличии ограничений или без ограничений 4. метод решения задачи Коши для однородного дифференциального уравнения
8	Степень близости эмпирических зависимостей к экспериментальным данным определяется ...	1. максимальной суммой квадратов отклонений вычисленных и экспериментальных данных 2. видом выбранной функциональной зависимости 3. при экстраполяции <b>4. минимальной суммой квадратов отклонений вычисленных и экспериментальных данных</b>



Версия документа - 1	стр. 9	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

9	Какая функция используется при бикубической интерполяции?	$F(x, y) = b_1 + b_2 \cdot x + b_3 \cdot y + b_4 \cdot x \cdot y$ 1. $p(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j$ 2. $p(x, y) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{ij} i x^{i-1} j y^{j-1}$ 3. $F(x, y) = a + b \cdot x$ 4.
---	---	---

Раздел 4. Численное интегрирование

10	Квадратурная формула – приближенная формула для вычисления ... Выберите недостающее словосочетание.	1. <b>определенного интеграла</b> 2. производной функции 3. неопределенного интеграла 4. первообразной функции
----	--	---

11	Какой порядок точности имеют формулы левых и правых прямоугольников?	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4
----	--	------------------------------

12	Правило Рунге – это правило ...	1. <b>оценки погрешности численных методов</b> 2. определения первообразной функции 3. замены подинтегральной функции 4. оценки значения определенного интеграла
----	---------------------------------	---

Раздел 5. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

13	Если дополнительные условия для решения ОДУ задаются в одной точке, то такая задача называется ...	1. краевой задачей 2. <b>задачей Коши</b> 3. смешанной задачей 4. примитивной задачей
----	--	--

14	Выберите явную формулу Эйлера.	$\tilde{y}_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i)$ $y_{i+1} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1})]$ 1. $y_{i+1} = y_i + h\varphi(x_i, y_i, h)$ 2. $y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i)$ 3. $y_{i+1} = y_i + hf(x_{i+1}, y_i)$ 4. $y_{i+1} - y_i = \int_{x_i}^{x_{i+1}} f(x, y) dx$
----	--------------------------------	---

15	Метод стрельбы заключается в ...	1. замене производных функции на разностные аппроксимации 2. нахождения приближенного решения исходной задачи Коши 3. переформулировании задачи Коши в
----	----------------------------------	--



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

		краевую задачу <b>4. переформулировании краевой задачи в задачу Коши</b>
<b>Раздел 6. Методы оптимизации</b>		
16	... – задача нахождения экстремума целевой функции в некоторой области конечномерного векторного пространства. Укажите недостающее слово.	1. экстраполяция 2. аппроксимация 3. локализация <b>4. оптимизация</b>
17	Какой метод оптимизации не относится к методам поиска экстремума функции одной переменной?	1. золотого сечения 2. дихотомии <b>3. сопряженных направлений</b> 4. парабол
18	В каком направлении производится поиск минимума функции в методе наискорейшего спуска?	<b>1. противоположно градиенту</b> 2. увеличения градиента 3. перпендикулярно градиенту 4. случайном направлении

### Задания к практическим занятиям

#### Практическое задание № 1 «Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений».

1.1. Методом дихотомии (деления отрезка пополам) найти корни кубического уравнения с точностью  $\varepsilon = 0.001$ .

Варианты заданий:

- а)  $x^3 + 2x^2 - x - 2 = 0$ ;
- б)  $x^3 + 4x^2 - 4x - 16 = 0$ ;
- в)  $2x^3 - 3x^2 - x/2 + 3/4 = 0$ ;
- г)  $9x^3/2 + 9x^2 - x/2 - 1 = 0$ .

1.2. Методом простой итерации найти корни нелинейного уравнения с точностью  $\varepsilon = 0.0001$ .

Варианты заданий:

- а)  $2\ln(x) - \frac{1}{x} = 0$ ;
- б)  $\ln(x) + x - 2 = 0$ ;
- в)  $\sin(x) - x + \frac{1}{4} = 0$ ;
- г)  $x^3 - x - 1 = 0$ .

#### Практическое задание № 2 «Решение систем линейных алгебраических уравнений».

2.1. Методами Крамера и Гаусса решить систему линейных уравнений.



Варианты заданий:

$$\text{а) } \begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 = 1 \\ -x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 12; \\ 3x_1 - 2x_2 - 3x_3 = -9 \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} -x_1 - 3x_2 - x_3 = 6 \\ 5x_1 + x_2 - 2x_3 = -5; \\ 3x_1 - 2x_2 + x_3 = -6 \end{cases}$$

$$\text{в) } \begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = -1 \\ 4x_1 - x_2 + 3x_3 = 2; \\ -x_1 + 4x_2 - x_3 = -5 \end{cases} \quad \text{г) } \begin{cases} 2x_1 + x_2 - 3x_3 = -4 \\ 3x_1 - 2x_2 + x_3 = 6.5. \\ -6x_1 - 3x_2 + 6x_3 = 9 \end{cases}$$

2.2. Методами простой итерации и Гаусса-Зейделя найти решение системы линейных уравнений с точностью  $\varepsilon = 0.001$ .

Варианты заданий:

$$\text{а) } \begin{cases} x_1 - 2x_2 + 4.5x_3 = 11 \\ 8x_1 + x_2 - 3x_3 = -3.5; \\ -2x_1 - 4x_2 - x_3 = -4 \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} 2x_1 - 5x_2 + 2x_3 = -3 \\ -x_1 + 3x_2 + 5x_3 = 20; \\ 2x_1 + 0.5x_2 + x_3 = -0.5 \end{cases}$$

$$\text{в) } \begin{cases} -x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 9 \\ 2x_1 - 0.5x_2 + x_3 = -3.5; \\ x_1 - 7x_2 + 2.5x_3 = 9 \end{cases} \quad \text{г) } \begin{cases} 2x_1 - 4x_2 + x_3 = 1 \\ -x_1 + 2x_2 - 5x_3 = -5. \\ 4.5x_1 - 3x_2 - 0.5x_3 = -2.5 \end{cases}$$

### Практическое задание № 3 «Интерполяция функций».

3.1.1. Заданы значения некоторой функции:

x	0	0.25	0.5	0.75	1
f	1	2	1	0	1

Используя сплайн-интерполяцию, вычислить значения функции в следующих точках:

- а) 0.27;
- б) 0.8;
- в) 0.1;
- г) 0.35.

3.1.2. Заданы значения некоторой функции:

x	0	4	6	7
f	-2	0.4	1	0.8

Требуется рассчитать значения функции, используя интерполяционный полином Лагранжа, в следующих точках:

- а) 1.9;
- б) 5.8;
- в) 5.1;
- г) 6.4.



Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

3.2. По методу наименьших квадратов вычислить коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  функциональной зависимости  $y = \alpha + \frac{4x}{\beta}$  для экспериментального набора данных из таблицы 1.

Таблица 1

$i$	$x_i$	$y_i$	$i$	$x_i$	$y_i$
1	0.00	3.97	22	0.21	4.54
2	0.01	4.03	23	0.22	4.55
3	0.02	4.05	24	0.23	4.59
4	0.03	4.08	25	0.24	4.60
5	0.04	4.15	26	0.25	4.62
6	0.05	4.13	27	0.26	4.65
7	0.06	4.15	28	0.27	4.68
8	0.07	4.18	29	0.28	4.67
9	0.08	4.18	30	0.29	4.73
10	0.09	4.23	31	0.30	4.75
11	0.10	4.25	32	0.31	4.78
12	0.11	4.28	33	0.32	4.82
13	0.12	4.32	34	0.33	4.83
14	0.13	4.33	35	0.34	4.85
15	0.14	4.35	36	0.35	4.82
16	0.15	4.40	37	0.36	4.90
17	0.16	4.40	38	0.37	4.93
18	0.17	4.43	39	0.38	4.95
19	0.18	4.45	40	0.39	4.98
20	0.19	4.48	41	0.40	4.99
21	0.20	4.50			

Практическое задание № 4 «Численное интегрирование».

4.1. По формулам левых прямоугольников, правых прямоугольников, трапеций и Симпсона рассчитать значения следующих интегралов:

а)  $\int_0^{\pi/3} \cos^{-2}(x) dx;$

б)  $\int_1^5 x^{-1} dx;$

в)  $\int_{0.3}^{1.9} \sqrt{7 + 2x^3} dx;$



$$\text{г) } \int_0^{\sqrt{\pi/6}} x \cos(x^2) dx.$$

При расчетах по правилу Рунге принять точность  $\varepsilon = 0.001$ .

4.2. По методу Монте-Карло рассчитать значения следующих определенных интегралов:

$$\text{а) } \int_0^4 \exp(x) dx;$$

$$\text{б) } \int_2^{10} \ln(x+1) dx.$$

Практическое задание № 5 «Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений».

5.1. Проинтегрировать методом Рунге-Кутты задачу Коши, а также построить графики функций, полученных из точного решения, методом Рунге-Кутты и их разности.

$$\text{а) } y'' = -\omega^2 y; \quad x_0 = 0; \quad x_N = \pi; \quad y(x_0) = 0; \quad y'(x_0) = 1;$$

$$\text{б) } y'' = -\omega^2 y; \quad x_0 = 0; \quad x_N = 5; \quad y(x_0) = 1;$$

$$\text{в) } y'' + y' + y = 0; \quad x_0 = 0; \quad x_N = 1; \quad y(x_0) = 1; \quad y'(x_0) = 1.$$

5.2. Проинтегрировать методом стрельбы краевую задачу. Построить графики функций, полученных из точного решения, методом «стрельбы» и их разности.

$$\text{а) } y'' = -\omega^2 y; \quad x_0 = 0; \quad x_N = \pi; \quad y(x_0) = 0; \quad y(x_N) = 0;$$

$$\text{б) } y'' = -\omega^2 y; \quad x_0 = 0; \quad x_N = 2\pi; \quad y(x_0) = -1; \quad y(x_N) = 1.$$

Практическое задание № 6 «Решение систем линейных алгебраических уравнений».

6.1. Найти минимум выпуклой функции одной переменной с помощью метода золотого сечения:

$$\text{а) } f(x) = x^2 - 2x + 6;$$

$$\text{б) } \int_1^5 x^{-1} dx \text{ на интервале } [0, 2\pi];$$

$$\text{в) } f(x) = \cos(x) \text{ на интервале } [0, 2\pi].$$

6.2. Найти минимум выпуклой функции двух переменных с помощью метода наискорейшего спуска:

$$\text{а) } f(x, y) = 10x^2 + y^2 - 20x - 6y + 23 \text{ при } \vec{r}_0 = (0, 0);$$

$$\text{б) } f(x, y) = 10x^2 + y^2 - 20x - 6y + 23 \text{ при } \vec{r}_0 = (0.0001, 0), \quad \vec{r}_0 = (-0.0001, 0),$$



Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

$$\vec{r}_0 = (0, 0.01) \text{ и } \vec{r}_0 = (0, -0.01).$$

### Пример варианта контрольной работы (Раздел 2)

1. Сформулируйте основные этапы решения физических задач с помощью численных методов.
2. В чем заключается основное различие между точными и приближенными методами решения нелинейных алгебраических уравнений?
3. Перечислите основные итерационные методы решения нелинейных алгебраических уравнений.
4. Дать определение редактора текста.
5. В каком случае процесс поиска корня нелинейного уравнения в методе простой итерации является сходящимся?

### Вопросы к зачету

1. Математические модели и численные методы. Представление чисел на ЭВМ.
2. Возникновение ошибок вычислений при выполнении арифметических операций на компьютере.
3. Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений. Постановка задачи. Метод деления отрезка пополам (дихотомия).
4. Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации.
5. Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона (метод касательных). Метод хорд.
6. Постановка задачи решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые и итерационные методы.
7. Метод Крамера.
8. Метод обратной матрицы.
9. Решение СЛАУ методом Гаусса.
10. Метод прогонки.
11. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости итерационного процесса.
12. Метод Гаусса-Зейделя.
13. Приближенное решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона.
14. Приближенное решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации.
15. Приближенное решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона.
16. Приближенное решение систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации.
17. Постановка задачи интерполирования функции.
18. Кусочно-постоянная интерполяция.
19. Кусочно-линейная интерполяция.
20. Кусочно-квадратичная интерполяция.



21. Кубический интерполяционный сплайн.
22. Бикубическая интерполяция.
23. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Способы его нахождения.
24. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
25. Интерполяционный многочлен Эрмита.
26. Метод наименьших квадратов.
27. Постановка задачи численного интегрирования. Формулы прямоугольников. Оценка погрешности.
28. Формула трапеций. Оценка погрешности.
29. Формула Симпсона. Оценка погрешности.
30. Численное интегрирование. Метод Гаусса.
31. Метод Гаусса-Кронрода.
32. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи.
33. Решение ОДУ. Метод Рунге-Кутты.
34. Численные методы решения систем ОДУ первого порядка.
35. Сведение ОДУ высших порядком к системам ОДУ.
36. Метод конечных разностей решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
37. Метод стрельбы.
38. Методы оптимизации. Классическая задача условного экстремума.
39. Методы оптимизации. Выпуклая задача оптимизации.
40. Методы оптимизации. Сходимость задачи оптимизации. Определение и критерии.
41. Методы оптимизации. Метод «золотого сечения».
42. Методы оптимизации. Метод Ньютона.
43. Методы оптимизации. Метод покоординатного спуска.
44. Методы оптимизации. Метод пассивного поиска.
45. Методы оптимизации. Метод наискорейшего спуска.
46. Методы оптимизации. Метод сопряженных направлений.

## **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в два этапа.

На первом этапе студент проходит тестирование. Тест состоит из десяти вопросов, из которых по одному вопросу должно быть из разделов № 1 и 2, а также по два вопроса из разделов № 3–6. Продолжительность прохождения тестирования – 20 минут.

На втором этапе студент в устно-письменной форме отвечает на один вопрос из билета. Время подготовки к ответу на вопрос из билета – 30 минут. Во время подготовки нельзя использовать справочные материалы.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

## 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Степень усвоения материала должна быть продемонстрирована при выполнении практических заданий и контрольных работ в течение семестра. Студенту в течение семестра необходимо успешно выполнить практические задания и сдать контрольные работы по всем разделам дисциплины. В течение семестра студент должен выполнить пять контрольных работ по разделам «Решение систем алгебраических уравнений», «Интерполяция функций», «Численное интегрирование», «Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений» и «Методы оптимизации». На контрольной работе студенту необходимо ответить на четыре вопроса. В случае если студент не сдал какие-либо контрольные работы в течение семестра, то на допуске к зачету ему предлагается выполнить контрольные работы по соответствующим темам. В качестве дополнительных критериев проверки самостоятельной работы студента считается выступление студентов по соответствующим разделам, предложенным в качестве выполнения самостоятельной работы.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Критерии оценивания отчета по практической работе:

Характеристики ответа	Оценка	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями даны ответы на четыре вопроса	зачтено	высокий
Даны ответы на четыре вопроса, но имеются ошибки		средний
Правильно и с пояснениями даны ответы на три вопроса		
Частично даны ответы на четыре вопроса		
Решены три задачи, но есть небольшие ошибки	не зачтено	базовый
Даны правильные ответы только на один-два контрольных вопроса		недостаточный

К промежуточной аттестации (зачету) не допускаются студенты, которые не сдали отчеты по практическим заданиям.

Зачет проходит в два этапа. На первом этапе студент проходит тестирование. Второй этап заключается в ответе на вопрос из билета.

### 4.2.1. Критерии оценивания теста

В результате прохождения тестирования студент может набрать не более пяти баллов, которые будут суммироваться с баллами, полученными при ответе на теоретический вопрос.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Правильные ответы	10 и более	8-9	7	6	5	менее 5
Баллы	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний		базовый		недостаточный

#### 4.2.2. Критерии оценивания теоретического вопроса

В билете приведен один теоретический вопрос из списка вопросов к зачету (раздел 3.2. Содержание оценочных средств). В процессе ответа студентом на этот вопрос может быть набрано не более пяти баллов.

#### Критерии оценивания теоретических вопросов

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами. Правильно обосновывает принятые решения. Может самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.	5	высокий
Студент твердо знает материал дисциплины, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при ответе на вопрос.	4	средний
Студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала.	3	
Студент знает лишь некоторые из базовых понятий, с большим затруднением отвечает на вопрос	2	базовый
При ответе на вопрос студент допускает грубые ошибки	1	недостаточный
Студент не может ответить на вопрос	0	

#### 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Для проведения промежуточной аттестации и оценки уровней сформированности компетенций производится суммирование баллов, набранных студентом в результате



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы ФКС»  
по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 18	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

выполнения теста и ответа на теоретический вопрос из билета. На основе этих баллов выставляется оценка по системе «зачтено – не зачтено». Критерии выставления оценки приведены в таблице ниже.

Оценка	Баллы	Уровень сформированности компетенций
<b>Зачтено</b>	<b>10</b>	Высокий уровень освоения проверяемых компетенций: студент свободно владеет теоретическими сведениями по основным численным методам физики, а также методам обработки экспериментальных данных; полностью сформированы умения использовать те или иные численные методы в зависимости от сложности поставленных задач и учитывать влияние различных погрешностей на точность получаемого решения конкретной задачи.
<b>Зачтено</b>	<b>8-9</b>	Средний уровень освоения проверяемых компетенций: у студента формируется комплексное знание основ использования численных методов для различных физических задач; сформировано умение применять полученное теоретическое знание для решения конкретных практических задач.
<b>Зачтено</b>	<b>7</b>	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает только основные положения дисциплины и недостаточно владеет средствами информационно-коммуникационных технологий для решения практических задач.
<b>Не зачтено</b>	<b>0-6</b>	Недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций: студент не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими ошибками либо отказывается от ответов на вопросы.

