

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(АНО ВО «РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»)**

институт Информационных систем и инженерно-компьютерных технологий

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для оценки результатов освоения
учебной дисциплины**

**ОПЦ.10 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
для специальности
09.02.07 Информационные системы и программирование**

г. Москва
2023 год

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств дисциплины

Комплект контрольно-оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации в форме экзамена по дисциплине в рамках ООП по специальности СПО разработан в соответствии с примерной программой учебной дисциплины.

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основании:

- основной образовательной программы по специальности СПО 09.02.07 Информационные системы и программирование
- программы учебной дисциплины ОПЦ.10 Численные методы

2. Результаты освоения учебной дисциплины

Результатом освоения дисциплины является получение (освоение) знаний и умений

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Показатели оценки результата
<i>Перечень знаний, осваиваемых в рамках дисциплины:</i> методы хранения чисел в памяти электронно-вычислительной машины (далее - ЭВМ) и действия над ними, оценку точности вычислений; методы решения основных математических задач - интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ.	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко. «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. «Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки. «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

3.

Оценка освоения учебной дисциплины

3.1.

Формы контроля и оценивания элементов учебной дисциплины

Элемент учебной дисциплины	Формы контроля и оценивания		
	Текущий контроль	Тематический контроль	Итоговый контроль
Тема 1. Общие приемы работы	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Тема 2. Аппроксимация методом наименьших квадратов	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Тема 3. Численные методы решения уравнений	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Тема 4. Численное Интегрирование	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Тема 5. Численные методы решения задач Коши	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Тема 6. Приближение функций с помощью рядов	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Тема 7. Численный спектральный анализ и синтез	Опрос, тестирование, самостоятельная работа	Практическая работа	
Итог			Экзамен

Типы заданий для текущего контроля и критерии оценки

Предметом оценки освоения дисциплины являются умения, знания, общие компетенции, способность применять их в практической и профессиональной деятельности

№	Тип (вид) задания	Проверяемые знания и умения	Критерии оценки
1	Тесты	Знание основ дисциплины по темам	«5» - 100 – 90% правильных ответов «4» - 89 - 80% правильных ответов «3» - 79 – 70% правильных ответов «2» - 69% и менее правильных ответов
2	Устные ответы	Знание основ основных определений по дисциплине	Устные ответы на вопросы должны соответствовать критериям оценивания устных ответов.
3	Контрольная (самостоятельная) работа	Знание основ дисциплины в соответствии с пройденной темой и умения применения знаний на практике	«5» - 100 – 90% правильных ответов «4» - 89 - 80% правильных ответов «3» - 79 – 70% правильных ответов «2» - 69% и менее правильных ответов
4	Составление конспектов, рефератов, творческих работ.	Умение ориентироваться в информационном пространстве, составлять конспект. Знание правил оформления рефератов, творческих работ.	Соответствие содержания работы, заявленной теме, правилам оформления работы.
5	Практические работы	Умение применять полученные знания на практике по дисциплине	«5» - 100 – 90% правильных ответов «4» - 89 - 80% правильных ответов «3» - 79 – 70% правильных ответов «2» - 69% и менее правильных ответов

3.2.

Типовые задания для оценки усвоения учебной дисциплины.

3. 2. 1. Задания для текущего контроля по дисциплине
Контрольные вопросы для самопроверки

Примерные задания к контрольным работам:

Контрольная работа №1 по теме «Элементы теории погрешностей»:

1. Определить, какое равенство точнее.
2. $\sqrt[4]{6.63}; \frac{19}{41} \approx 0.463$.
3. Округлить сомнительные цифры числа, оставив верные знаки:
 - а) в узком смысле: $a=17.2834; \pm 0.3\%$
 - б) в широком смысле: $a=6.4257 \pm 0.0024$ Определить абсолютную погрешность результата.
4. Найти предельные абсолютные и относительные погрешности чисел, если они имеют только верные цифры:
 - а) в узком смысле: $a=3.751$
 - б) в широком смысле: $a=0.537$
5. Вычислить и определить погрешность результата:

ab

а) $X = \frac{a}{b}$,

$a=3.85 \pm 0.01, b=2.0435 \pm 0.0004, c=962.6 \pm 0.1$

б) $X = \frac{a^2 + bc}{m - n}$,

$a=4.3 \pm 0.05, b=17.21 \pm 0.02, c=8.2 \pm 0.05, m=12.417 \pm 0.003, n=8.37 \pm 0.005$

Контрольная работа №2 по теме «Численные методы решения СЛАУ (исследование сходимости методов)»:

Матрица системы определяется формулой

$A=D+kC$, где k – номер варианта,

$$D = \begin{pmatrix} 1,342 & 0,432 & 0,599 & 0,202 & 0,01 \\ 0,202 & 1,342 & 0,432 & 0,599 & 0 \\ -0,599 & 0,202 & 1,342 & 0,432 & 0 \\ 0,432 & 0,599 & 0,202 & 1,342 & 0 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,01 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,01 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,01 \end{pmatrix}$$

Проверить сходимость методов Якоби и Зейделя. Определить при каких τ метод простой итерации сходится.

Примерные задания для лабораторных работ

Практическая работа №1

Задание: Решить уравнение $f(x)=0$ с точностью $\varepsilon=10^{-3}$ следующими методами:

Вариант 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29-Метод хорд

Вариант 2, 6, 10, 14, 18, 22, 26,30-Метод касательных

Вариант 3, 7, 11, 15, 19, 23, 27-Метод секущих

Вариант 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28-Комбинированный метод хорд и касательных

Сравнить полученное решение с решением, полученным с помощью встроенной функции MathCAD *root*.

Варианты индивидуальных заданий

№варианта	$f(x)$
1	$\ln(x) - \frac{1}{x^2}$
2	$2\ln(x) - \frac{x}{x+1}$
3	$\frac{1}{x} - x - 3\cos(4x)$

Задание:

Практическая работа №2.

1. Найти решение системы $Ax=b$ (вычисляя в MathCAD обратную матрицу A^{-1}) по формуле $x^* = A^{-1}b$.

2. Найти приближенное решение системы итерационным методом с точностью $=10^{-5}$.

Вариант 1, 9, 17, 25- метод Якоби, метод минимальных невязок

Вариант 2, 10, 18, 26-метод Зейделя, метод сопряженных градиентов

Вариант 3, 11, 19, 27-метод релаксации; метод минимальных невязок

Вариант 4, 12, 20, 28-метод простых итераций; метод сопряженных градиентов

Вариант 5, 13, 21, 29-метод Якоби, метод сопряженных градиентов

Вариант 6, 14, 22, 30-метод Зейделя, метод минимальных невязок

Вариант 7, 15, 23 - метод релаксации; метод сопряженных градиентов

Вариант 8, 16, 24 - метод простых итераций; метод минимальных невязок

Матрица системы определяется формулой $A=D+kC$, где k – номер варианта,

$$D = \begin{pmatrix} 1,342 & 0,432 & 0,599 & 0,202 \\ 0,202 & 1,342 & 0,432 & 0,599 \\ -0,599 & 0,202 & 1,342 & 0,432 \\ 0,432 & 0,599 & 0,202 & 1,342 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 0,01 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,01 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,01 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,01 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 1,941 \\ 0,230 \\ 1,941 \\ 0,230 \end{pmatrix}$$

Практическая работа №3

Тема. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

Задание: Для заданной функции $y=f(x)$ на $[a, b]$ построить интерполяционный многочлен Лагранжа $L_n(x)$ ($n=3, 4, \dots, 9$) для равноотстоящих узлов. Оценить погрешность (построить график погрешности, функции и многочлена Лагранжа). Оценить зависимость погрешности интерполяции от порядка многочлена

Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	$f(x)$	a	b
1	$\sqrt{(x-2)^3(5-x)}$	2	5
2	$\frac{(1+x)}{(3+x^2)}$	-9	9
3	$10e^{-x}(x^3-2x+1)$	-2	2

Практическая работа №4

Тема. Интерполяционный кубический сплайн.

Задание: Построить интерполяционный кубический сплайн для функции, заданной таблицей, и найти его значение в указанной точке. Для решения системы алгебраических уравнений применить метод прогонки. Найти решение той же задачи, используя встроенные функции системы MathCAD. Сравнить полученные результаты.

Варианты индивидуальных заданий.

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
x_k	y_k	y_k	y_k	y_k	y_k	y_k	y_k
0.25	0.7788	1.284	0.2474	0.2526	1.031	0.2449	0.2553
0.31	0.7334	1.363	0.3051	0.3150	1.048	0.3004	0.3203
0.36	0.6977	1.433	0.3523	0.3678	1.066	0.3452	0.3764
0.39	0.6771	1.477	0.3802	0.4000	1.077	0.3714	0.4111
0.43	0.6505	1.537	0.4169	0.4434	1.094	0.4053	0.4586
0.47	0.6250	1.600	0.4529	0.4875	1.112	0.4382	0.5080
0.52	0.5945	1.682	0.4969	0.5438	1.138	0.4777	0.5726
0.56	0.5712	1.751	0.5312	0.5897	1.161	0.5080	0.6269
0.64	0.5273	1.896	0.5972	0.6846	1.212	0.5649	0.7445
0.66	0.5169	1.935	0.6131	0.7090	1.226	0.5784	0.7761
0.71	0.4916	2.034	0.6518	0.7712	1.263	0.6107	0.8595
$x:$	0.41	0.42	0.40	0.45	0.49	0.53	0.54

Тема. Приближение функций, заданных таблицей, по методу наименьших квадратов. Задание:

Методом наименьших квадратов построить многочлен второй степени, аппроксимирующий функцию, заданную таблично, построить график.

Для этой же функции построить многочлен первой степени, пользуясь встроенными функциями системы MathCAD для линейной регрессии. Графически сравнить полученные результаты.

Варианты индивидуальных заданий.

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
x_k	y_k	y_k	y_k	y_k	y_k	y_k	y_k
0.25	0.7788	1.284	0.2474	0.2526	1.031	0.2449	0.2553
0.31	0.7334	1.363	0.3051	0.3150	1.048	0.3004	0.3203
0.36	0.6977	1.433	0.3523	0.3678	1.066	0.3452	0.3764
0.39	0.6771	1.477	0.3802	0.4000	1.077	0.3714	0.4111
0.43	0.6505	1.537	0.4169	0.4434	1.094	0.4053	0.4586
0.47	0.6250	1.600	0.4529	0.4875	1.112	0.4382	0.5080

Практическая работа №6

Тема: Приближенное вычисление определенного интеграла с помощью квадратурных формул.

$$J = \int_a^b f(x) dx = J_n + R_n, \text{ где } J_n = \sum_{k=0}^n c_k f(x_k)$$

Задание:

- 1) Вычислить значения J_n для различных значений $n=2^k, k=1, \dots, 6$ по заданной квадратурной формуле: Вариант 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28 – обобщенные формулы прямоугольников
Вариант 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29 – обобщенные формулы трапеций
Вариант 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 – обобщенные формулы Симпсона
- 2) Вычислить значение J_n по квадратурной формуле интерполяционного типа при заданном значении n .
- 3) Вычислить значение J_n для различных значений $n=1, \dots, 8$ по квадратурной формуле Гаусса.

Элементы формулы Гаусса

n	i	t_i	C_i
1	1	0	2
2	2,1	0.57735027	1
3	3,1	0.77459667	0.55555556
	2	0	0.88888889
4	4,1	0.86113631	0.34785484
	3,2	0.33998104	0.65214516
5	5,1	0.90617985	0.23692688
	4,2	0.53846931	0.47862868
	3	0	0.56888889
6	6,1	0.93246951	0.17132450
	5,2	0.66120939	0.36076158
	4,3	0.23861919	0.46791394
7	7,1	0.94910791	0.12948496
	6,2	0.74153119	0.27970540

n	i	t _i	C _i
	5,3	0.40584515	0.38183006
	4	0	0.41795918
8	8,1	0.96028986	0.10122854
	7,2	0.79666648	0.22238104
	6,3	0.52553242	0.31370664
	5,4	0.18343464	0.36268378

Варианты индивидуальных заданий.

Номер вариант	$f(x)$	a	b
1	$\frac{1}{\sqrt{2 \cdot x^2 + 1}}$	1	4
2	$\frac{\lg(x+2)}{x}$	0.5	2
3	$\frac{\sin(2 \cdot x)}{x^2}$	0.5	3

Практическая работа №7

Тема: Численное решение задачи Коши для ОДУ первого порядка с помощью одношаговых и многошаговых разностных схем

Задание: Найти приближенные решения задачи Коши,

$$u' = f(x, u), \quad u(0) = 0$$

На отрезке $[0, 1]$ с точностью $O(10^{-4})$, используя один из четырех методов:

Вариант	Метод
1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29	простейший метод Эйлера первого порядка точности,
2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30	модифицированный метод Эйлера второго порядка,
3, 7, 11, 15, 19, 23, 27	метод Рунге-Кутты второго порядка,
4, 8, 12, 16, 20, 24, 28	явный метод Адамса второго порядка,

Оценить погрешность приближенного решения по методу Рунге:

$$\|u - y_k\| \approx \frac{\|y_k - y_{2k}\|}{2^a - 1}$$

где y_k - приближенное решение, полученное с шагом h , a - порядок точности метода.

Варианты индивидуальных заданий.

Номер варианта	$f(x, u)$
1	$\cos(x+u) + \frac{3}{2} \cdot (x-u)$
2	$0.6 \cdot \sin x - 1.2 \cdot u^2 + 1$
3	$1 - \sin(u+2x) + \frac{0.5 \cdot u}{2+x}$

Практическая работа №8

Тема: Численное решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

Задание: Найти приближенное решение двухточечной краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка в самосопряженной форме:

$$(k(x)u')' - q(x)u = 0$$

на отрезке $[0, 2]$ с краевыми условиями первого рода:

$$u(0) = \mu_1, u(2) = \mu_2$$

Воспользоваться трехточечной разностной схемой второго порядка аппроксимации. Для ее решения применить метод прогонки.

Варианты индивидуальных заданий.

Номер варианта	$k(x)$	$q(x)$	μ_1	μ_2
1	$1+x^2$	$0.5x$	0	1

Примерные тестовые задания

Тест №1

Примерные тестовые задания Блок 1. Элементы

теории погрешностей

1. Приближенным числом a называется число незначительно отличающееся от точного числа A и заменяющее его в вычислениях. Отличающееся от точного числа A и заменяющее его в вычислениях незначительно отличающееся от точного числа A заменяющее точное число A в вычислениях.

2. Относительная погрешность a находится по формуле

- $\delta a = \frac{\Delta a}{|A|}$

- $\delta a = \frac{|A - a|}{|A|}$

- $\delta a = \frac{\Delta a}{|A|}$

- $\delta a = \frac{|A - a|}{|A|}$

- $\delta a = \frac{\Delta a}{|A|}$

3. Заданы два приближенных числа $a = 2 \pm 0,1$, $b = 1,2 \pm 0,05$. Тогда предельная абсолютная погрешность разности этих чисел равна...

- 0,15

- 0,05

- 0,1

4. Предельная абсолютная погрешность числа $a = 25,146$, у которого все цифры верные (в широком смысле) равна...

- 0,0001

- 0,001

- 0,0005

- 0,00005

Блок 2. Решение нелинейных уравнений

5. Три итерации по методу половинного деления при решении уравнения $x^2 - 45,4 = 0$ на отрезке $[0; 8]$ требуют последовательного вычисления значений функции $f(x)$ в $45,4$ точках...

$$x_1 \bullet = 4; x_2 \bullet, x_3 = 7$$

$$x_1 \bullet = 4; x_2 \bullet, x_3 = 5$$

$$x_1 \bullet = 5; x_2 \bullet, x_3 = 7$$

$$x_1 \bullet = 4; x_2 \bullet, x_3 = 6$$

6. Один из корней уравнения $x^3 - 12x - 4 = 0$ локализован на интервале $[2; 2]$, тогда при уточнении этого корня методом хорд за точку x_0 начального приближения следует принять ...

$$x_0 \bullet = -2$$

$$x_0 \bullet = 2$$

$$x_0 \bullet = 0$$

$$x_0 \bullet = 1$$

7. Действительный корень уравнения $x^3 - 2x - 1 = 0$ принадлежит интервалу ...

$$2 \left(0; \frac{1}{2} \right)$$

$$2 \left(\frac{3}{2}; 2 \right)$$

$$2 \left(\frac{1}{2}; 1 \right)$$

$$2 \left(1; \frac{3}{2} \right)$$

8. Отделить (локализовать) корни нелинейного уравнения - это значит
- разбить всю область допустимых значений на отрезки, в каждом из которых содержится один корень
 - разбить всю область допустимых значений на отрезки, в каждом из которых содержится не менее одного корня
 - разбить всю область допустимых значений на отрезки, в каждом из которых содержится не более одного корня

9. При применении метода касательных при выборе начального приближения корня необходимо руководствоваться следующим правилом: за исходную точку следует выбирать тот конец отрезка $[a, b]$, в котором знак функции совпадает со знаком второй производной. знак функции не совпадает со знаком второй производной. знак функции совпадает со знаком первой производной. знак функции не совпадает со знаком первой производной.

Блок 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений

10. Итерационный процесс решения системы линейных алгебраических уравнений сходится, если для нормы матрицы перехода S выполняется условие ...

- $\|S\| < 1$
- $\|S\| > 1$
- $\|S\| = 1$

11. Необходимо решить систему линейных алгебраических уравнений с точностью

ϵ . Итерационный процесс решения системы продолжается, пока

$$\max_{1 \leq i \leq m} |x_i^{n+1} - x_i^n| < \epsilon$$

$$\max_{k \leq n} |x_k^{n+1} - x_k^n| > \varepsilon$$

$$\max_{k \leq n} |x_k^{n+1} - x_k^n| = \varepsilon$$

12. Методы, позволяющие закончить число действий и найти точное решение системы, если входная информация задана точно и вычисления велись без округлений – это

Прямые методы

Итерационные методы

Приближенные методы

•
Тест №2

Блок 4. Интерполирование и приближение функций

13. Задана табличная функция $y_i = f(x_i)$:

x_i	1	2	3
y_i	2	4	8

Тогда интерполяционный многочлен, аппроксимирующий эту функцию равен...

- $P(x) \approx x + 2$
- $P(x) \approx 2x + 3$
- $P(x) \approx 3x + 4$
- $P(x) \approx 4x + 5$

14. Задана табличная функция $y_i = f(x_i)$:

x_i	1	2	3
y_i	2	4	3

Тогда если линейная аппроксимация по методу наименьших квадратов имеет вид...

- $0,5x + 2$
- $0,5x - 1$
- $0,5x + 1$

15. Если аппроксимирующая функция составляется из отдельных многочленов, как правило, одинаковой небольшой степени, определенных каждый на своей части отрезка $[a, b]$, то такая аппроксимация называется

Интерполирование сплайнами

Интерполирование алгебраическими многочленами

Приближение эмпирическими формулами

Блок 5. Численное интегрирование

16. Задана табличная функция $y_i = f(x_i)$:

x_i	1	2	3	4	5	6	7
y_i	0	2	6	5	3	1	0

Тогда определенный интеграл этой функции в пределах от 1 до 7, вычисленный

Методом трапеций с шагом h равен...

- 19
- 17
- 13
- 14

Блок 6. Численноерешениеобыкновенных дифференциальных уравнений

17. Используя метод Эйлера, найди значение функции u , определяемой

дифференциальным уравнением $\frac{dy}{dx} = xy + 2$ при начальном условии $y(0)=1$, шаг $h=0,1$.
Найти только u_1 :

- 1,1 •
- 1,4 •
- 0,9 •
- 1,2 •

18. Необходимо решить уравнение $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ с точностью $O(10^{-4})$. Чем уравнение h , если разностная схема имеет второй порядок точности?

- 10^{-2} •
- 10^{-4} •
- 10^{-1} •
- 10 •

3. 2. 2. Задания для промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине Вопросы к экзамену

1. Роль численных методов.
2. Источники и классификация погрешностей.
3. Абсолютная и относительная погрешности. Десятичная запись числа. Значащая цифра. Число верных знаков.
4. Погрешность арифметических операций. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Метод Гаусса.
6. LU-разложение матриц. Решение линейных систем с помощью LU-разложения.
7. Обращение матриц.
8. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы решения. Метод Якоби. Метод Зейделя. Каноническая форма. Метод простой итерации. Метод релаксации.
9. Сходимость стационарных итерационных методов.
10. Оценки скорости сходимости стационарных методов.
11. Итерационные методы вариационного типа. Метод минимальных невязок. Метод сопряженных градиентов.
12. Решение нелинейных уравнений. Локализация корней. Метод простой итерации.
13. Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Метод секущих.
14. Решение нелинейных уравнений. Метод половинного деления. Метод хорд. Комбинированный метод хорды касательных.
15. Интерполирование и приближение функций. Интерполяционная формула Лагранжа.
16. Интерполирование и приближение функций. Интерполяционная формула Ньютона.
17. Погрешность интерполяционной формулы.
18. Сплайн-интерполирование: интерполяционный кубический сплайн. Метод прогонки.
19. Приближение функций эмпирическими формулами. Метод наименьших квадратов.
20. Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона.

21. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Вывод формул. Оценка погрешностей.
22. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.
23. Классификация методов численного решения ОДУ.
24. Метод Эйлера. Разностная схема.
25. Методы Рунге-Кутты второго порядка точности.
26. Многошаговые схемы Адамса: явные и неявные. Нахождение решения неявной разностной схемы Адамса.
27. Краевые задачи для ОДУ 2-го порядка. Метод стрельбы.
28. Разностные схемы для краевой задачи ОДУ 2-го порядка. Простейшая задача. Разностная аппроксимация второй производной. Построение трехточечной разностной схемы 2-го порядка аппроксимации.
29. Сходимость трехточечной разностной схемы.
30. Краевые условия 2-го и 3-го рода.

3. Критерии оценивания

Требования к выполнению заданий экзаменационной работы:

- ✓ из представленного решения понятен ход рассуждений обучающегося;
- ✓ ход решения был математически грамотным;
- ✓ представленный ответ был правильным;
- ✓ метод и форма описания решения задачи могут быть произвольными;
- ✓ выполнение каждого из заданий оценивается в баллах.

За правильное выполнение любого задания из **обязательной части** обучающийся получает один балл. При выполнении задания из обязательной части, где необходимо привести краткое решение, за неполное решение задания (вычислительная ошибка, описка) можно выставить 0,5 балла. Если обучающийся приводит неверное решение, неверный ответ или не приводит никакого ответа, он получает 0 баллов.

При выполнении любого задания **дополнительной части** используются следующие критерии оценки заданий:

Баллы	Критерии оценки выполненного задания
3	Найден правильный ход решения, все его шаги выполнены верно и получен правильный ответ.
2	Приведено верное решение, но допущена вычислительная ошибка или описка, при этом может быть получен неверный ответ
1	Решение начато логически верно, но допущена ошибка, либо решение не доведено до конца, при этом ответ неверный или отсутствует.
0	Неверное решение, неверный ответ или отсутствие решения.

Задания	Баллы	Примечание
1 - 18	18	Каждый правильный ответ 1 балл
19 - 22	12	Каждый правильный ответ 3 балла

Максимальный балл за работу – **30 баллов**.

Шкала перевода баллов в отметки по пятибалльной системе

Отметка	Число баллов, необходимое для получения отметки	
	<i>социально-экономический профиль</i>	<i>технический профиль</i>
«3» (удовлетворительно)	9–14	9–16
«4» (хорошо)	15–21 (не менее одного задания из дополнительной части)	17–21
«5» (отлично)	более 21 (не менее двух заданий из дополнительной части)	более 21

3.3. Критерии оценивания

1. Содержание и объем материала, подлежащего проверке, определяется программой. При проверке усвоения материала нужно выявлять полноту, прочность усвоения обучающимися теории и умения применять ее на практике в знакомых и незнакомых ситуациях.
2. Основными формами проверки знаний и умений обучающихся по дисциплине являются письменная контрольная работа, самостоятельная работа, тестирование, устный опрос.
3. При оценке письменных и устных ответов преподаватель в первую очередь учитывает показанные обучающимися знания и умения. Оценка зависит также от наличия и характера погрешностей, допущенных обучающимися.
 - a. Среди погрешностей выделяются ошибки и недочеты. Погрешность считается ошибкой, если она свидетельствует о том, что обучающийся не овладел основными знаниями, умениями, указанными в программе.
 - b. К недочетам относятся погрешности, свидетельствующие о недостаточно полном или недостаточно прочном усвоении основных знаний и умений или об отсутствии знаний, не считающихся в программе основными. Недочетами также считаются: погрешности, которые не привели к искажению смысла полученного обучающимся задания или способа его выполнения; неаккуратная запись; небрежное выполнение чертежа.
 - c. Граница между ошибками и недочетами является в некоторой степени условной. При одних обстоятельствах допущенная обучающимися погрешность может рассматриваться преподавателем как ошибка, в другое время и при других обстоятельствах — как недочет.
4. Задания для устного и письменного опроса обучающихся состоят из теоретических вопросов и задач.
 - a. Ответ на теоретический вопрос считается безупречным, если по своему содержанию полностью соответствует вопросу, содержит все необходимые теоретические факты и обоснованные выводы, а его изложение и письменная запись математически грамотны и отличаются последовательностью и аккуратностью.
 - b. Решение задачи считается безупречным, если правильно выбран способ решения, само решение сопровождается необходимыми объяснениями, верно выполнены нужные вычисления и преобразования, получен верный ответ, последовательно и аккуратно записано решение.
5. Оценка ответа обучающегося при устном и письменном опросе проводится по пятибалльной системе, т. е. за ответ выставляется одна из отметок: 1 (плохо), 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4 (хорошо), 5 (отлично).
6. Преподаватель может повысить отметку за оригинальный ответ на вопрос или оригинальное решение задачи, которые свидетельствуют о высоком математическом развитии обучающегося; за решение более сложной задачи или ответ на более сложный вопрос, предложенные обучающемуся дополнительно после выполнения им заданий.