

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра информатики, вычислительной техники и прикладной математики

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
для студентов заочной формы обучения
(с полным сроком обучения)

по дисциплине Б1.В.10 «Вычислительная математика»

4 семестр

для направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»,
профиль «Программное обеспечение вычислительной техники
и автоматизированных систем»

Общая трудоемкость дисциплины	– 6 зачетных единиц
В семестре	– 3 зачетных единицы
Форма текущего контроля в семестре	– нет
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	– нет
Форма промежуточного контроля в семестре	– зачёт

Краткое содержание курса

4 семестр

1. Элементы теории погрешностей.
2. Алгебра матриц.
3. Решение систем линейных уравнений: прямые и итерационные методы.
4. Решение нелинейных уравнений.

5 семестр

1. Элементы методов оптимизации.
2. Интерполирование функций.
3. Численное интегрирование.
4. Численное решение дифференциальных уравнений.
5. Собственные векторы и собственные значения линейного преобразования.

Форма текущего контроля

К аудиторным занятиям по вычислительной математике необходимо изучить материал из прилагаемых источников информации (литература, сайты) и выполнить задания работ, указанных ниже. В работе №1 первое задание решается вручную, а остальные задачи – в любой среде программирования. В работе №2 все задания решаются в среде программирования. Решение вручную оформляется в тетради и фотографируется, сохраняется в архив. Код программ сохраняется также в архив. Архив сохраняется в личном кабинете.

Номер варианта заданий контрольной работы совпадает с последней цифрой номера зачётки.

Работа №1 (4 семестр)

Задание 1. Вычислить значение функции f и определить погрешности результата.

Вариант 1. $f(x,y,z) = \frac{xy}{\sqrt[3]{z}}$, $x = 2.17(\pm 0.01)$, $y = 5.0012(\pm 0.0002)$, $z = 9.1(\pm 0.3)$

Вариант 2. $f(x,y,z) = \frac{(x+y)z}{x-y}$, $x = 9.85(\pm 0.01)$, $y = 2.0104(\pm 0.0002)$, $z = 3.7(\pm 0.3)$

Вариант 3. $f(x,y,z) = \sqrt{\frac{z}{xy}}$, $x = 11.34(\pm 0.01)$, $y = 32.0094(\pm 0.0002)$, $z = 4.4(\pm 0.3)$

Вариант 4. $f(x,y,z) = \frac{(x+y)z^3}{y-x}$, $x = 5.12(\pm 0.01)$, $y = 8.2009(\pm 0.0002)$, $z = 6.2(\pm 0.3)$

Вариант 5. $f(x,y,z) = \frac{(x+y)z^2}{3x+5y}$, $x = 7.16(\pm 0.01)$, $y = 3.0999(\pm 0.0002)$, $z = 1.5(\pm 0.3)$

Вариант 6. $f(x,y,z) = \frac{(x+y)^2}{(x-y)(x-z)}$, $x = 8.17(\pm 0.01)$, $y = 4.0194(\pm 0.0002)$, $z = 7.4(\pm 0.3)$

Вариант 7. $f(x,y,z) = \frac{z(x+y)}{x^2+y^2}$, $x = 8.02(\pm 0.01)$, $y = 2.0224(\pm 0.0002)$, $z = 3.1(\pm 0.3)$

Вариант 8. $f(x,y,z) = \frac{x^2}{y^3} + z^4xy$, $x = 0.25(\pm 0.01)$, $y = 3.0801(\pm 0.0002)$, $z = 6.7(\pm 0.3)$

Вариант 9. $f(x,y,z) = \frac{x+yz^3}{x-y^3z}$, $x = 1.81(\pm 0.01)$, $y = 2.0334(\pm 0.0002)$, $z = 55.2(\pm 0.3)$

Вариант 10. $f(x,y,z) = \frac{x^2-yz}{x^2+yz}$, $x = 0.86(\pm 0.01)$, $y = 4.2047(\pm 0.0002)$, $z = 7.3(\pm 0.3)$

Задание 2. Составить компьютерную программу, которая находит к данной матрице обратную методом разбиения на блоки. В левый верхний блок надо поместить единичную матрицу 3×3 .

Вариант 1.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & -7 \\ 0 & 0 & 1 & -8 & 6 \\ -6 & -4 & -8 & 3 & 7 \\ 0 & 4 & -4 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

Вариант 6.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -3 & -8 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -5 & 0 \\ 5 & -1 & -7 & -4 & 8 \\ 6 & -1 & -8 & -5 & 0 \end{pmatrix}$$

Вариант 2.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -7 & -2 \\ 0 & 1 & 0 & 4 & 9 \\ 0 & 0 & 1 & -3 & -1 \\ -8 & 8 & 7 & -5 & 4 \\ 5 & -4 & 8 & -3 & 3 \end{pmatrix}$$

Вариант 7.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 8 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & 7 & -7 \\ 1 & 9 & -4 & 0 & 7 \\ -1 & -5 & -2 & 8 & -6 \end{pmatrix}$$

Вариант 3.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -5 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -2 & -7 \\ 0 & 0 & 1 & -8 & -2 \\ -9 & -8 & -5 & -2 & 6 \\ 2 & 2 & 8 & -5 & 9 \end{pmatrix}$$

Вариант 8.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -2 & 8 \\ 0 & 0 & 1 & 9 & 9 \\ -8 & 2 & 6 & -6 & 6 \\ 8 & 3 & -1 & 5 & -1 \end{pmatrix}$$

Вариант 4.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -5 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -2 & -7 \\ 0 & 0 & 1 & -8 & -2 \\ -9 & -8 & -5 & -2 & 6 \\ 2 & 2 & 8 & -5 & 9 \end{pmatrix}$$

Вариант 9.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -3 & -8 \\ 0 & 1 & 0 & -6 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -3 & -7 \\ 0 & -4 & 9 & -8 & -8 \\ -3 & 4 & -5 & -7 & 7 \end{pmatrix}$$

Вариант 5.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 & 8 \\ 0 & 1 & 0 & -5 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & -6 & 4 \\ -5 & -7 & 1 & 6 & -9 \\ 4 & -6 & -3 & 8 & 8 \end{pmatrix}$$

Вариант 10.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -2 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & -5 & -6 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 2 \\ 8 & 4 & -7 & -8 & 6 \\ -4 & 5 & 5 & 7 & -7 \end{pmatrix}$$

Задание 3. Составить компьютерную программу, которая находит решение системы линейных уравнений методом Гаусса с точностью до 0,0001.

№ 1.

$$\begin{cases} 4,4x_1 - 2,5x_2 + 19,2x_3 - 10,8x_4 = 4,3, \\ 5,5x_1 - 9,3x_2 - 14,2x_3 + 13,2x_4 = 6,8, \\ 7,1x_1 - 11,5x_2 + 5,3x_3 - 6,7x_4 = -1,8, \\ 14,2x_1 + 23,4x_2 - 8,8x_3 + 5,3x_4 = 7,2. \end{cases}$$

№ 3.

$$\begin{cases} 5,7x_1 - 7,8x_2 - 5,6x_3 - 8,3x_4 = 2,7, \\ 6,6x_1 + 13,1x_2 - 6,3x_3 + 4,3x_4 = -5,5, \\ 14,7x_1 - 2,8x_2 + 5,6x_3 - 12,1x_4 = 8,6, \\ 8,5x_1 + 12,7x_2 - 23,7x_3 + 5,7x_4 = 14,7. \end{cases}$$

№ 5.

$$\begin{cases} 15,7x_1 + 6,6x_2 - 5,7x_3 + 11,5x_4 = -2,4, \\ 8,8x_1 - 6,7x_2 + 5,5x_3 - 4,5x_4 = 5,6, \\ 6,3x_1 - 5,7x_2 - 23,4x_3 + 6,6x_4 = 7,7, \\ 14,3x_1 + 8,7x_2 - 15,7x_3 - 5,8x_4 = 23,4. \end{cases}$$

№ 7.

$$\begin{cases} 14,4x_1 - 5,3x_2 + 14,3x_3 - 12,7x_4 = -14,4, \\ 23,4x_1 - 14,2x_2 - 5,4x_3 + 2,1x_4 = 6,6, \\ 6,3x_1 - 13,2x_2 - 6,5x_3 + 14,3x_4 = 9,4, \\ 5,6x_1 + 8,8x_2 - 6,7x_3 - 23,8x_4 = 7,3. \end{cases}$$

№ 9.

$$\begin{cases} 1,7x_1 - 1,8x_2 + 1,9x_3 - 57,4x_4 = 10, \\ 1,1x_1 - 4,3x_2 + 1,5x_3 - 1,7x_4 = 19, \\ 1,2x_1 + 1,4x_2 + 1,6x_3 + 1,8x_4 = 20, \\ 7,1x_1 - 1,3x_2 - 4,1x_3 + 5,2x_4 = 10. \end{cases}$$

№ 2.

$$\begin{cases} 8,2x_1 - 3,2x_2 + 14,2x_3 + 14,8x_4 = -8,4, \\ 5,6x_1 - 12x_2 + 15x_3 - 6,4x_4 = 4,5, \\ 5,7x_1 + 3,6x_2 - 12,4x_3 - 2,3x_4 = 3,3, \\ 6,8x_1 + 13,2x_2 - 6,3x_3 - 8,7x_4 = 14,3. \end{cases}$$

№ 4.

$$\begin{cases} 3,8x_1 + 14,2x_2 + 6,3x_3 - 15,5x_4 = 2,8, \\ 8,3x_1 - 6,6x_2 + 5,8x_3 + 12,2x_4 = -4,7, \\ 6,4x_1 - 8,5x_2 - 4,3x_3 + 8,8x_4 = 7,7, \\ 17,1x_1 - 8,3x_2 + 14,4x_3 - 7,2x_4 = 13,5. \end{cases}$$

№ 6.

$$\begin{cases} 4,3x_1 - 12,1x_2 + 23,2x_3 - 14,1x_4 = 15,5, \\ 2,4x_1 - 4,4x_2 + 3,5x_3 + 5,5x_4 = 2,5, \\ 5,4x_1 + 8,3x_2 - 7,4x_3 - 12,7x_4 = 8,6, \\ 6,3x_1 - 7,6x_2 + 1,34x_3 + 3,7x_4 = 12,1. \end{cases}$$

№ 8.

$$\begin{cases} 1,7x_1 + 10x_2 - 1,3x_3 + 2,1x_4 = 3,1, \\ 3,1x_1 + 1,7x_2 - 2,1x_3 + 5,4x_4 = 2,1, \\ 3,3x_1 - 7,7x_2 + 4,4x_3 - 5,1x_4 = 1,9, \\ 10x_1 - 20,1x_2 + 20,4x_3 + 1,7x_4 = 1,8. \end{cases}$$

№ 10.

$$\begin{cases} 6,1x_1 + 6,2x_2 - 6,3x_3 + 6,4x_4 = 6,5, \\ 1,1x_1 - 1,5x_2 + 2,2x_3 - 3,8x_4 = 4,2, \\ 5,1x_1 - 5,0x_2 + 4,9x_3 - 4,8x_4 = 4,7, \\ 1,8x_1 + 1,9x_2 + 2,0x_3 - 2,1x_4 = 2,2. \end{cases}$$

Задание 4. Составить компьютерную программу, которая находит решение системы линейных уравнений методами простых итераций и Зейделя с точностью до 0,0001. Систему уравнений брать из задания №3.

Задание 5. Исследуя функцию $f(x)$, отделить корни уравнения $f(x) = 0$; уточнить корни уравнения $f(x) = 0$, применив для уменьшения отрезка неопределённости метод половинного деления (нечётные варианты) или метод золотого сечения (чётные варианты). Достичь точности 0,001.

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Вариант 1. (а) $4x + 2^x + 6 = 0$, | (б) $-2x^3 - 2x^2 + 2x + 5 = 0$. |
| Вариант 2. (а) $6x + 2^x + 1 = 0$, | (б) $2x^3 - 3x^2 + 4x + 5 = 0$. |
| Вариант 3. (а) $8x + 5^x + 8 = 0$, | (б) $5x^3 + 2x^2 - 4 = 0$. |
| Вариант 4. (а) $x + 2^x + 5 = 0$, | (б) $3x^3 + x^2 + 2x + 3 = 0$. |
| Вариант 5. (а) $9x + 2^x - 9 = 0$, | (б) $-4x^3 + 3x^2 - 5x + 4 = 0$. |
| Вариант 6. (а) $2x + 5^x + 7 = 0$, | (б) $5x^3 - 2x^2 - 2 = 0$. |
| Вариант 7. (а) $6x + 2^x + 1 = 0$, | (б) $3x^3 + x^2 - 3x + 4 = 0$. |
| Вариант 8. (а) $7x + 5^x - 2 = 0$, | (б) $-x^3 - 3x^2 - 5x + 4 = 0$. |
| Вариант 9. (а) $5x + 4^x + 8 = 0$, | (б) $x^3 + 2x^2 - 5x - 4 = 0$. |
| Вариант 10. (а) $6x + 5^x + 4 = 0$, | (б) $2x^3 + 4x^2 + x + 3 = 0$. |

Работа №2 (5 семестр)

Задание 1. Дана унимодальная функция $f(x)$ с областью определения $D(f) = R$. Известно, что у этой функции имеется точка минимума.

1) Локализовать местонахождение точки минимума с помощью метода Свенна. В качестве размера начального шага берите $d = 0.1$. Начальную точку x_0 выбирайте так, чтобы значение функции в этой точке было невелико (придется поэкспериментировать).

2) Уточнить местоположение точки минимума с помощью метода золотого сечения (чётные варианты) или метода дихотомии (нечётные варианты). Процесс поиска остановить при одновременном выполнении двух условий: половина длины отрезка, содержащего точку минимума, должна быть меньше 0.001, а абсолютная величина производной функции в середине отрезка должна быть меньше 0.01.

Вариант №1. $f(x) = e^{x^2-7x+10}$

Вариант №2. $f(x) = \ln(x^2 - 5x + 7)$

Вариант №3. $f(x) = \frac{3x^2 + 5}{x^2 + 2}$

Вариант №4. $f(x) = \sqrt{x^2 - 9x + 21}$

Вариант №5. $f(x) = 5 - \frac{1}{\sqrt{x^2 - 4x + 5}}$

Вариант №6. $f(x) = e^{x^2-5x+6}$

Вариант №7. $f(x) = \frac{2x^2 - 4x + 3}{x^2 - 2x + 2}$

Вариант №8. $f(x) = 3^{x^2-2x+3}$

Вариант №9. $f(x) = \log_2(x^2 - 8x + 17)$

Вариант №10. $f(x) = \frac{5x^2 + 3}{x^2 + 6}$

Задание 2. вычислить приближенное значение функции $f(x)$ в точке x с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана таблицей.

Вариант №1.

x_i	-1.2	-0.9	0.7	1.1	1.7	2.9
y_i	3.38688	-1.50579	16.99677	25.85121	28.70127	0.55419

$x = -0.2$

Вариант №2.

x_i	-1.9	-1	-0.2	1.5	2.4	2.6
y_i	4.10571	0	-2.94912	29.53125	12.92544	6.88896

$x = 0$

Вариант №3.

x_i	-1.8	-1	0	1.4	2.3	3.3
y_i	6.63552	0	0	29.24544	15.99213	6.76863

$x = 2.4$

Вариант №4.

x_i	-1.6	-0.7	0.7	0.9	1.6	2.6
y_i	8.12544	-3.73737	16.99677	21.86919	29.35296	6.88896

$x = -1$

Вариант №5.

x_i	-1.5	-0.8	0.2	0.8	1.6	3.2
y_i	7.59375	-2.77248	4.13952	19.51488	29.35296	2.79552

$x = -0.6$

Вариант №6.

x_i	-1.1	-0.2	0.1	1.5	2	2.6
y_i	1.66419	-2.94912	1.94271	29.53125	24	6.88896

$x = -0.8$

Вариант №7.

x_i	-1.3	-0.3	0	1.4	1.9	3.1
y_i	5.04777	-3.88773	0	29.24544	26.00169	0.64821

$x = -0.2$

Вариант №8.

x_i	-1.7	-0.7	0.6	1	2	3.2
y_i	7.88613	-3.73737	14.37696	24	24	2.79552

$x = 0$

Вариант №9.

x_i	-1.3	-0.2	0	0.7	1.9	2.6
y_i	5.04777	-2.94912	0	16.99677	26.00169	6.88896

$x = 0.8$

Вариант №10.

x_i	-1.2	-0.6	0.5	1.5	1.9	2.6
y_i	3.38688	-4.35456	11.71875	29.53125	26.00169	6.88896

$x = -0.2$

Задание 3. (а) вычислить интеграл по формуле трапеций с точностью 0,001; (б) вычислить интеграл по формуле Симпсона при $n = 8$, оценить погрешность результата.

- | | |
|---|--|
| Вариант 1. (а) $\int_{0.8}^{1.6} \frac{dx}{\sqrt{2x^2 + 1}}$, | (б) $\int_{1.2}^2 \frac{\lg(x+2)}{x} dx$ |
| Вариант 2. (а) $\int_{1.2}^{2.7} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 3}}$, | (б) $\int_{1.6}^{2.4} \frac{\sin x}{x+2} dx$ |
| Вариант 3. (а) $\int_{1.2}^2 \frac{dx}{\sqrt{2x^2 + 5}}$, | (б) $\int_{0.2}^1 \frac{\operatorname{tg}(x^2)}{x^2 + 1} dx$ |
| Вариант 4. (а) $\int_{0.2}^{1.2} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 1}}$, | (б) $\int_{0.6}^{1.4} \frac{\cos x}{x+1} dx$ |
| Вариант 5. (а) $\int_{0.8}^{1.4} \frac{dx}{\sqrt{2x^2 + 3}}$, | (б) $\int_{0.4}^{1.2} \frac{\sin 2x}{x^2} dx$ |
| Вариант 6. (а) $\int_{1.4}^{2.1} \frac{dx}{\sqrt{3x^2 - 1}}$, | (б) $\int_{0.8}^{1.6} \frac{\lg(x^2 + 1)}{x} dx$ |
| Вариант 7. (а) $\int_{1.2}^{2.4} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 0.5}}$, | (б) $\int_{0.4}^{1.2} \frac{\cos x}{x+2} dx$ |
| Вариант 8. (а) $\int_{0.6}^{1.4} \frac{dx}{\sqrt{2x^2 + 2}}$, | (б) $\int_{0.4}^{1.2} \frac{\sin(x^2 + 1)}{x^2 + 1} dx$ |
| Вариант 9. (а) $\int_{0.5}^{1.3} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 4}}$, | (б) $\int_{0.4}^{2.2} \frac{\ln(x+1)}{x^2} dx$ |
| Вариант 10. (а) $\int_{0.8}^{1.8} \frac{dx}{\sqrt{3x^2 + 1}}$, | (б) $\int_{0.4}^{1.4} \frac{\log_2(x^2 + 2)}{x+1} dx$ |

Задание 4. используя метод Рунге-Кутты, протабулировать интеграл дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ с начальным условием $y(0) = 1$ на отрезке $[0; 1]$ с шагом $h = 0,1$. Вычисления вести с точностью до 0,001.

Вариант 1. $y' = (8x^2 - 1) \cos x + 3y^2 - 6$

Вариант 2. $y' = (7y^2 + 8) \sin x - 2x^2 + 6$

Вариант 3. $y' = (x^2 - 6) \cos x + 7y^2 - 1$

Вариант 4. $y' = (2y^2 + 4) \sin x - 6x^2 + 2$

Вариант 5. $y' = (6x^2 - 2) \cos x + 6y^2 - 7$

Вариант 6. $y' = (8y^2 + 7) \sin x - 2x^2 + 5$

Вариант 7. $y' = (5x^2 - 2) \cos x + 8y^2 - 9$

Вариант 8. $y' = (4y^2 + 3) \sin x - 4x^2 + 3$

Вариант 9. $y' = (4x^2 - 7) \cos x + 5y^2 - 1$

Вариант 10. $y' = (2y^2 + 5) \sin x - 2x^2 + 2$

Задание 5. Получив случайным образом матрицу линейного преобразования пространства размера 4×4 (числа брать с одним знаком после запятой) и проверив матрицу на невырожденность, с помощью метода Данилевского выполните развёртывание векового определителя.

Форма промежуточного контроля

Зачёт (4 семестр)

Перечень вопросов к зачёту:

1. Точные и приближенные числа. Источники и классификация погрешности. Абсолютная и относительные погрешности. Значащие и верные цифры числа. Правила округления.
2. Погрешности арифметических операций. Правила подсчета цифр. Погрешности вычислений значений функций.
3. Элементы алгебры матриц. Треугольные матрицы и их обращение. Метод присоединённой матрицы.
4. Клеточные матрицы и их обращение. Метод окаймления. Элементарные преобразования матриц. Вычисление определителей.
5. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (правило Крамера, матричный метод, решение систем с треугольными матрицами). Метод Гаусса по схеме единственного деления. Уточнение корней.
6. Метод квадратных корней.
7. Схема Халецкого.
8. Метод простых итераций. Метод Зейделя.
9. Отделение корней трансцендентного уравнения. Уточнение корней. Метод проб. Метод половинного деления. Методы хорд, касательных, комбинированный метод.
10. Метод итераций. Геометрическая интерпретация метода итераций. Условия сходимости.

Экзамен (5 семестр)

Перечень вопросов к экзамену:

1. Методы одномерной оптимизации без ограничений. Локализация точки экстремума: метод Свенна. Уточнение местоположения точки экстремума: метод дихотомии, метод золотого сечения.
2. Методы многомерной оптимизации без ограничений. Метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска, метод Ньютона.
3. Методы оптимизации с ограничениями.
4. Линейная оптимизация. Симплекс-метод.
5. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционные формулы Ньютона.

6. Интерполяционные формулы Гаусса, Стирлинга, Бесселя, Лагранжа.
7. Численное дифференцирование, основанное на интерполяционных формулах.
8. Приближенное дифференцирование, основанное на данных о приближаемой функции.
9. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
10. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Общие формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.
11. Метод последовательных приближений решения ОДУ. Метод Эйлера и его модификации.
12. Методы Рунге-Кутты, Адамса, Милна решения ОДУ.
13. Постановка задачи развёртывания вековых определителей. Метод Данилевского.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пособие / Н.Н. Калиткин; под ред. А.А. Самарского. – Москва: Наука, 1978. – 512 с.: ил.
2. Ракитин В.И. Практическое руководство по методам вычислений с приложением программ для персональных компьютеров: учеб. пособие / В.И. Ракитин, В.Е. Первушин. – Москва: Высш. шк., 1998. – 383 с.: ил.
3. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики: учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 672с.: ил.
4. Сухарев А.Г. Численные методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2016. – 367 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/1DE494E1-E6C2-40EC-A491-8E5D6A896C50.

Дополнительная литература

1. Холмогорова Е.И. Основы численных методов: учеб. пособие / Е.И. Холмогорова. – Чита: ЗабГУ, 2017. – 173 с.
2. Численные методы [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / У.Г. Пирумов [и др.]; под ред. У.Г. Пирумова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 421 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/43F523F2-5AD9-448D-A8FF-212707F6A238.
3. Пименов В.Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / В.Г. Пименов. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 111 с. – (Серия: Университеты России). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88.
4. Пименов В.Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 107 с. – (Серия: Университеты России). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14.
5. Зализняк В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.Е. Зализняк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2016. – 356 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт».
2. <http://www.studentlibrary.ru/> Электронно-библиотечная система «Консультант студента».

3. <https://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».
4. <http://www.edu.ru> Федеральный портал «Российское образование».
5. <http://window.edu.ru> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.
6. <http://studentam.net/> Электронная библиотека учебников.
7. <http://techlib.org> Библиотека технической литературы.
8. <http://ilib.mcsme.ru> Интернет-библиотека по математике.
9. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm> Учебная физико-математическая библиотека.
10. <http://www.math.ru/lib/formats> Math.ru - библиотека.

Ведущий преподаватель: Забелин А.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры ИВТ и ПМ

Заведующий кафедрой ИВТ и ПМ: Морозова М.А., доцент, к.т.н.