

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра математики

Составитель
В. А. Гоголин

МАТЕМАТИКА: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Методические материалы

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления
подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2018

Рецензенты

Фадеев Ю. А. – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Ермакова И. А. – доктор технических наук, профессор кафедры математики ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Гоголин Вячеслав Анатольевич

Математика: дифференциальное исчисление: методические материалы [Электронный ресурс] для обучающихся направлений бакалавриата и всех специальностей всех форм обучения / сост. В. А. Гоголин; КузГТУ. – Электрон. издан. – Кемерово, 2018.

Приведен материал, необходимый для успешного изучения дисциплин «Математика», «Высшая математика», «Математика (общий курс)», «Математический анализ».

Назначение издания – помочь студентам в получении знаний по разделу «Дифференциальное исчисление» и в организации самостоятельной работы.

© КузГТУ, 2018

© Гоголин В. А.,
составление, 2018

Методические материалы предназначены для организации практических занятий и самостоятельной работы обучающихся всех направлений подготовки и специальностей всех форм обучения по разделу «Математика: дифференциальное исчисление».

Практические занятия разбиты по темам согласно рабочей программе, приведены задания для решения на практических занятиях и задания для самостоятельной работы студентов.

Практические занятия и самостоятельная работа студентов

1. Производная. Производная функции, ее механический и геометрический смысл. Таблица производных.

Правила дифференцирования

Практическое занятие

1. Найти производные степенной функции:

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1) $(x^4)'$ | 5) $\left(\frac{1}{x}\right)'$ | 9) $\left(\frac{1}{\sqrt[3]{x}}\right)'$ |
| 2) $(x^{10})'$ | 6) $(\sqrt[4]{x})'$ | 10) $\left(\frac{1}{\sqrt[7]{x^4}}\right)'$ |
| 3) $\left(\frac{1}{x^4}\right)'$ | 7) $(\sqrt{x})'$ | |
| 4) $\left(\frac{1}{x^2}\right)'$ | 8) $\left(\sqrt[5]{x^3}\right)'$ | |

2. Правила дифференцирования. Найти:

- | | |
|---|---|
| 1) $(3x^2)'$ | 7) $\left(\frac{\cos x}{5^x}\right)'$ |
| 2) $\left(\frac{5}{x^3}\right)'$ | 8) $\left(\frac{e^x}{\operatorname{arctg} x}\right)'$ |
| 3) $(3x - 7)'$ | 9) $\left(3x^6 - \frac{4}{x} + \sqrt[4]{x^5} + \frac{5}{x^4}\right)'$ |
| 4) $(4x^3 - 2x + 3)'$ | |
| 5) $(\ln x \cdot \sin x)'$ | |
| 6) $(\operatorname{tg} x \cdot \operatorname{arcsin} x)'$ | |

Самостоятельная работа

1. Найти производные

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1) $\left(\frac{1}{x^{0,3}}\right)'$ | 4) $\left(\sqrt[5]{x}\right)'$ |
| 2) $\left(\sqrt[4]{x^5}\right)'$ | 5) $(2x^3)'$ |
| 3) $\left(\sqrt{x^7}\right)'$ | 6) $\left(\frac{3}{x^2}\right)'$ |
| | 7) $(3x^4 - 7x)'$ |

8) $(2x^3 + 3x - 4)'$

9) $(\ln x \cdot \cos x)'$

10) $(\operatorname{arctg} x \cdot \sin x)'$

11) $\left(\frac{\arccos x}{2^x}\right)'$

12) $\left(\frac{e^x}{\operatorname{tg} x}\right)'$

13) $\left(2x^5 - \frac{3}{x} + \sqrt[4]{x^3} - \frac{2}{x^3}\right)'$

14) $(x \cdot e^x \cdot \operatorname{ctg} x)'$

2. Производная сложной функции

Практическое занятие

1. Найти производную сложной функции:

1) $((3x + 1)^2)'$

2) $(\sin^3 x)'$

3) $(\sqrt[3]{4x - 5})'$

4) $\left(\frac{1}{\operatorname{tg}^5 x}\right)'$

5) $\left(\frac{1}{3x - 2}\right)'$

6) $\left(\frac{3}{5x^2 - 2x + 1}\right)'$

7) $\left(\frac{1}{\sqrt[3]{3x^4 - 5x}}\right)'$

8) $(\sin(4x + 1))'$

9) $(\cos(2x^3))'$

10) $(\ln(\sin x))'$

11) $(\operatorname{tg}(5x))'$

12) $(\sin(4x + 1))'$

13) $(\arcsin(4x^5))'$

14) $(\operatorname{arctg}(\sqrt{x}))'$

15) $(e^{\cos 3x})'$

16) $(\ln^3 x \cdot e^{5x})'$

Самостоятельная работа

1. Найти производную сложной функции:

1) $(\cos \sqrt[3]{4x + 2})'$

2) $(\arcsin \sqrt{5x + 2})'$

3) $(\operatorname{arctg}^8(2x^3))'$

4) $(\sqrt[4]{\cos^3(2x - 3)})'$

5) $(e^{\sin^3 2x})'$

6) $\left(\frac{1}{\sqrt[6]{\sin^5(4x-3)}}\right)'$

7) $\left(\frac{1}{\operatorname{tg}^2(1-5x)}\right)'$

8) $\left(\frac{e^{\sqrt{x}}}{\operatorname{tg}(x^2-1)}\right)'$

9) $\left(\ln(3x^2-1) \cdot 5^{2x-3}\right)'$

10) $\left(e^{x \cdot \operatorname{arctg} x}\right)'$

11) $\left(\frac{1}{\sqrt[3]{3x^4-5x}}\right)'$

12) $\left(\sin(4x+1)\right)'$

9) $\left(\cos(2x^3)\right)'$

10) $\left(\ln(\sin x)\right)'$

13) $\left(\operatorname{tg}(5x)\right)'$

14) $\left(\sin(4x+1)\right)'$

15) $\left(\arcsin(4x^5)\right)'$

16) $\left(\operatorname{arctg}(\sqrt{x^3})\right)'$

17) $\left(e^{\cos^2 3x}\right)'$

18) $\left(\ln^2 x \cdot e^{-3x}\right)'$

19) $\left(\frac{\operatorname{ctg}(\sqrt{x})}{\sin(3x)}\right)'$

20) $\left(\frac{e^{\cos x}}{\ln(x^2+1)}\right)'$

21) $\left(\sin(5x^2-1) \cdot 4^{\sin x}\right)'$

22) $\left(5^{-\operatorname{arctg} x}\right)'$

3. Уравнение касательной и нормали к графику

Практическое занятие

1. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = x^3 + 2x - 2$ в точке с абсциссой $x_0 = 1$.

2. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = \ln(x^2 - 4x + 4)$ в точке с абсциссой $x_0 = 1$.

3. Найти точку на кривой $y = x^2 + 4x - 2$, касательная к которой параллельна прямой $y = 6x + 1$.

4. Выяснить, к какой точке кривой $y = 3x^2 + 4x - 5$ касательная перпендикулярна к прямой $x + 10y - 20 = 0$.

Самостоятельная работа

1. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = x^4 - 4x - 1$ в точке с абсциссой $x_0 = 2$.

2. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = x^4 + 4x - 3$ в точке с абсциссой $x_0 = -1$.

3. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = \sqrt{x^2 - x + 2}$ в точке с абсциссой $x_0 = -1$.

4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = \sqrt{4 - x^2}$ в точке с абсциссой $x_0 = 1$.

5. Найти точку на кривой $y = x^2 + 2x - 1$, касательная к которой параллельна прямой $y = 4x - 1$.

6. Найти точку на кривой $y = x^3 - 3x - 1$, касательная к которой параллельна прямой $y = 3x + 1$.

7. Выяснить, к какой точке кривой $y = x^2 - 2x - 3$ касательная перпендикулярна к прямой $x + 5y - 10 = 0$.

8. Выяснить, к какой точке кривой $y = x^4 - 8x - 1$ касательная перпендикулярна к прямой $x - 2y - 3 = 0$.

4. Дифференциал функции, его механический и геометрический смысл. Применение дифференциала для приближенных вычислений

Практическое занятие

1. С помощью дифференциала приближенно вычислить данные величины. Оценить допущенную относительную погрешность по

формуле: $\delta = \left| \frac{y_{\text{прибл}} - y_{\text{точн}}}{y_{\text{точн}}} \right| \cdot 100\%$.

1) $\sqrt[4]{18}$

4) $\cos 57^\circ$

2) $(2,1)^5$

5) $\sin 5^\circ$

3) $\sqrt{8}$

6) $\ln 0,8$

Для тригонометрических функций Δx

измеряется в радианах, $180^\circ = \pi$ радиан $\approx 3,14$ радиан

Самостоятельная работа

1. С помощью дифференциала приближенно вычислить данные величины. Оценить допущенную относительную погрешность по

формуле: $\delta = \left| \frac{y_{\text{прибл}} - y_{\text{точн}}}{y_{\text{точн}}} \right| \cdot 100\%$.

1) $\sqrt[3]{30}$

7) $\operatorname{tg} 7^\circ$

2) $(1,2)^7$

8) $\ln 1,3$

3) $\sqrt{4,6}$

9) $e^{0,3}$

4) $\cos 35^\circ$

10) $\arcsin 0,08$

5) $\sin 87^\circ$

6) $\operatorname{arctg} 1,06$

5. Производные высших порядков

Практическое занятие

1. Для данной функции y и аргумента x_0 вычислить $y'''(x_0)$

1) $y = (2x - 1)^4, x_0 = 1$

2) $y = x \cdot \sin 3x, x_0 = 0$

2) Найти производные второго порядка

1) $y = \ln^2 x$, 2) $y = e^{\sqrt{x}}$, 3) $y = \cos(x^3)$, 4) $y = \operatorname{arctg}(2x)$

3) Найти производные четвертого порядка

1) $y = \ln x$, 2) $y = e^{-x}$, 3) $y = \cos(2x)$, 4) $y = 2x^3 - 3x^2 + 4x - 5$

Самостоятельная работа

1. Для данной функции y и аргумента x_0 вычислить $y'''(x_0)$

1) $y = x^3 - x^2 - 5, x_0 = 1$

2) $y = x^2 \cdot \cos x, x_0 = 0$

2) Найти производные второго порядка

1) $y = \ln(1 - x)$, 2) $y = e^{\sin x}$, 3) $y = \cos^2 x$, 4) $y = \operatorname{tg}(2x)$

3) Найти производные четвертого порядка

1) $y = \ln 2x$, 2) $y = e^{2x}$, 3) $y = \sin(2x)$, 4) $y = x^4 - x^2 + 2x - 1$

6. Правило Лопиталя

Практическое занятие

Найти пределы:

1) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2 - 1}{x + 1}$

2) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x^2 - 1}{x + 5}$

3) $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^2 - 1}{x^2 + 3x + 2}$

4) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6x - 1}{3x + 5}$

5) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x - x}{\cos 2x - 1}$

6) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x}$

7) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^2}$

8) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{e^x}$

9) $\lim_{x \rightarrow 0} x \cdot \ln x$

10) $\lim_{x \rightarrow +\infty} x^2 \cdot e^{-x}$

Самостоятельная работа

Найти пределы:

1) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x - 1}$

2) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2 - 1}{x - 1}$

3) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x^2 - x}$

4) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 1}{x^2 - x}$

5) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} 2x - x}{1 - \cos 2x}$

6) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln^2 x}{x}$

7) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^3}$

8) $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2}{e^x}$

9) $\lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} \cdot \ln x$

10) $\lim_{x \rightarrow -\infty} x^2 \cdot e^x$

11) $\lim_{x \rightarrow 0} x^{-2} \cdot \sin^2 2x$

12) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x - \operatorname{tg} x}{\arcsin x - \operatorname{arctg} x}$

13) $\lim_{x \rightarrow 0} x^x$

14) $\lim_{x \rightarrow +\infty} x \cdot (2 \operatorname{arctg} x - \pi)$

7. Условия и интервалы монотонности функций. Точки экстремума функции, необходимое и достаточные условия экстремума

Практическое занятие

1. Найти интервалы монотонности и точки экстремума функции, схематично построить график:

1) $y = x^3 - 3x^2 - 1$

2) $y = 3x^4 - 4x^3 + 1$

3) $y = x^4 - 2x^2 - 5$

4) $y = 3x^5 - 5x^3 - 2$

5) $y = 2x^5 + 5x^2 - 2$

6) $y = 3x^7 + 7x^3 + 2$

7) $y = 3 - x^4 - 2x^2$

8) $y = 1 - x - x^5$

9) $y = \sqrt[3]{(x^2 - 1)^2}$

10) $y = \frac{x^3 + 2}{x^2 - 1}$

Самостоятельная работа

1. Найти интервалы монотонности и точки экстремума функции, схематично построить график:

1) $y = x^3 + 3x^2 - 2$

2) $y = x^4 - 4x + 1$

3) $y = -x^4 - 2x^2 + 2$

4) $y = -4x^5 + 5x^4 - 2$

5) $y = 2x^5 - 5x^2 - 3$

6) $y = 3x^7 - 7x^3 - 2$

7) $y = 1 - x^4 + 2x^2$

8) $y = 1 - x - x^5$

9) $y = \sqrt[3]{(x^2 - 2x)}$

10) $y = \sqrt[3]{(2x^3 - 3x^2)}$

11) $y = \frac{x^3 + 2}{x^2 + 1}$

12) $y = \frac{x^2 + 1}{x^2 - 4}$

13) $y = \frac{x^3 + 2}{x^2 - 1}$

14) $y = x \cdot e^x$

15) $y = x \cdot \arctg x$

16) $y = \ln(1 + x^2)$

8. Наибольшее и наименьшее значение функции, прикладные задачи

Практическое занятие

1. Найти наименьшее и наибольшее значение функции $y = 2x^3 + 3x^2 - 12x + 1$ на отрезке $[-1; 5]$.

2. Найти наименьшее и наибольшее значение функции $y = x + 3\sqrt[3]{x}$ на отрезке $[-1; 1]$.

3. Определить размеры открытого бассейна с квадратным дном объемом $V=32 \text{ м}^3$ так, чтобы на отделку его стен и дна пошло наименьшее количество материала. (Ответ: $4 \times 4 \times 2 \text{ м}$)

4. Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак вместимостью $V = 16\pi \approx 50 \text{ м}^3$. Каковы должны быть размеры бака (радиус R и высота H), чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала? (Ответ: $R = 2 \text{ м}$, $H = 4 \text{ м}$)

5. Окно имеет форму прямоугольника, завершеного полукругом. Периметр окна равен 15 м. При каком радиусе полукруга окно будет пропускать наибольшее количество света? (Ответ: 2,1 м)

6. Пункт B находится на расстоянии 60 км от железной дороги (ж/д). Расстояние по ж/д от пункта A до ближайшей к пункту B точки C составляет 285 км. На каком расстоянии от точки C надо построить станцию, от которой проложат шоссе к пункту B , чтобы затрачивать наименьшее время на передвижение между A и B . Скорость движения по ж/д равна 52 км/час, по шоссе- 20 км/час. (Ответ: 25 км)

Самостоятельная работа

1. Найти наименьшее и наибольшее значение функции $y = x^3 - 3x + 1$ на отрезке $[-2; 3]$.

2. Найти наименьшее и наибольшее значение функции $y = x - 4\sqrt[3]{x^2}$ на отрезке $[-1; 3]$.

3. Найти наименьшее и наибольшее значение функции $y = x^4 - 2x^2 + 3$ на отрезке $[-1; 4]$.

4. Земельный участок прямоугольной формы площадью 600 м^2 разделен изгородью пополам. При каких размерах участка длина всей изгороди наименьшая?

5. Сумма чисел равна 10. При каких значениях чисел их произведение наибольшее?

6. Сумма чисел равна 10. При каких значениях чисел сумма их квадратов наименьшая?

7. Чему равно наименьшее расстояние между прямой $y = x - 1$ и параболой $y = x^2$.

9. Пункт A находится на расстоянии 100 км от железной дороги Пункт B находится на расстоянии 50 км от железной дороги (ж/д). Расстояние по ж/д от ближайшего к A пункта ж/д до ближайшего к B пункта ж/д составляет 200 км. В какой точке C надо построить станцию, чтобы длина пути ACB была наименьшей?

9. Выпуклость и вогнутость графика функции. Точки перегиба

Практическое занятие

1. Исследовать график функции на выпуклость, вогнутость, найти точки перегиба

1) $y = 1 - x^2$

4) $y = x^4 - 6x^2 - 5$

2) $y = 2 - x^3$

5) $y = 1 + 10x^3 - 3x^5$

3) $y = 3x^4 - 4x^3 + 1$

6) $y = 2x^5 + 5x^2 - 2$

Самостоятельная работа

1. Исследовать график функции на выпуклость, вогнутость, найти точки перегиба

1) $y = 1 - x^4$

7) $y = \frac{x^6}{6} + \frac{x^3}{3} - 1$

2) $y = 3x - x^3$

8) $y = x \cdot e^x$

3) $y = -3x^4 - 4x^3 + 1$

9) $y = \sin^2 x$

4) $y = -x^4 + 6x^2 - 3$

10) $y = \ln(1 + x^2)$

5) $y = 5x^2 - 2x^5$

6) $y = \frac{x^7}{7} - \frac{x^3}{3} - 2$

10. Асимптоты графика функции

Практическое занятие

1. Найти вертикальные и наклонные асимптоты графика функции

1) $y = \frac{1}{x-2}$, 2) $y = \frac{x^2}{x+3}$, 3) $y = \frac{1}{x^2-9}$, 4) $y = \frac{x^2}{4-x^2}$,

5) $y = \frac{\ln(x+1)}{x}$, 6) $y = \frac{e^x}{x-1}$, 7) $y = 2^{\frac{1}{x-1}}$, 8) $y = \frac{\sin x}{x}$.

Самостоятельная работа

1. Найти вертикальные и наклонные асимптоты графика функции

$$1) y = \frac{x^2 - 1}{x} \quad 2) y = \frac{x}{x^2 - 1} \quad 3) y = \frac{x^2 - 1}{x^2} \quad 4) y = \frac{1 + x^2}{1 - x^2}$$

$$5) y = \frac{\ln(x-1)}{x-2}, \quad 6) y = \frac{e^{-x}}{x}, \quad 7) y = 2^{\frac{1}{1-x}}, \quad 8) y = \frac{\cos x}{x}.$$

$$9) y = x \cdot \arctg x, \quad 10) y = x \cdot \ln x, \quad 11) y = x \cdot e^x \quad 12) y = \sin^{-2} x$$

11. Общая схема исследования функции и построения её графика

Практическое занятие

1. Исследовать функцию – многочлен и построить ее график

$$1) y = 3x^4 - 4x^3 + 1$$

$$4) y = 2x^5 + 5x^2 - 2$$

$$2) y = x^4 - 6x^2 - 5$$

$$5) y = x^3 - 3x^2 - 1$$

$$3) y = 1 + 10x^3 - 3x^5$$

2. Исследовать дробно-рациональную функцию и построить ее график

$$1) y = \frac{3x^2}{x-1}$$

$$4) y = \frac{2x^2}{x^2 - 4}$$

$$2) y = \frac{x+1}{(x-2)^2}$$

$$5) y = \frac{x}{4-x^2}$$

$$3) y = \frac{1}{x^2 - 1}$$

3. Исследовать функцию и построить график

$$1) y = \ln(x^2 + 1)$$

$$4) y = x \cdot e^x$$

$$2) y = \ln(x^2 - 9)$$

$$5) y = x \cdot e^{1/x}$$

$$3) y = e^{1/x}$$

Самостоятельная работа

1. Исследовать функцию и построить ее график

$$1) y = 3x^7 + 7x^3 + 2$$

$$2) y = 3 - x^6 - 6x^2$$

$$3) y = x^3 + 3x - 2$$

4) $y = 1 - x - x^5$

5) $y = 1 - 8x^3 - 3x^8$

6) $y = x^9 - 3x^3 + 2$

7) $y = -x^5 - 4x^4 + 3$

8) $y = \frac{x^3}{9 - x^2}$

9) $y = \frac{x^2 + 6}{x^2 + 1}$

10) $y = x^2 + \frac{1}{x^2}$

11) $y = x \cdot \ln x$

12) $y = x \cdot \operatorname{arctg} x$

13) $y = x + \operatorname{arctg} x$

14) $y = \sqrt[3]{(x+3)x^2}$

15) $y = x \cdot \ln(1+x)$

16) $y = \frac{e^x}{x}$

17) $y = x^x$

18) $y = \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}$

Самостоятельная работа студентов

Студенты обязаны в объеме часов отпущенных на самостоятельную работу при изучении данной дисциплины выполнять следующие виды самостоятельной работы:

- разбор и изучение теоретического материала по учебникам, пособиям и конспектам лекций;
- решение заданий по темам практических занятий;
- подготовка к промежуточному контролю.

К экзамену/зачету необходимо выполнить все виды работ.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения раздела «Математика: дифференциальное исчисление»:

Основная литература

1. Мышкис, А. Д. Лекции по высшей математике. – Санкт-Петербург: Лань, 2009. – 688 с. <http://e.lanbook.com/book/281>

2. Математический анализ [Текст]: учебное пособие для студентов технических и экономических направлений, изучающих дисциплины «Математика» и «Математический анализ» / В. А. Гоголин, И. А. Ермакова ; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. математики. – Кемерово, 2016. – 114 с. <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91479&type=utchposob:common>

3. Шипачев, В. С. Высшая математика [Текст]: учебник для студентов вузов / В. С. Шипачев. – Москва: Высшая школа, 2010. – 479 с.

Дополнительная литература

4. Высшая математика в упражнениях и задачах [Текст]: в 2 ч. Ч. 1: учебное пособие для вузов / П. Е. Данко [и др.]. – Москва: ОНИКС, 2007. – 304 с.

5. Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах [Текст]: в 2 ч. Ч. 1: учебное пособие для вузов / П. Е. Данко [и др.]. – Москва: ОНИКС, 2006. – 304 с.

6. Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах [Текст]: в 2 ч. Ч. 1: учебное пособие / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – Москва: ОНИКС 21 век, 2005. – 304 с.

7. Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: в 2 ч. [Текст] Ч. 1: учебное пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – Москва: ОНИКС 21 век, 2003. – 304 с.