

## Неравенство Коши-2.

Пусть  $x_1, x_2, \dots, x_n > 0$ . Тогда справедливы неравенства между средними:

$$\min(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}} \leq \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \leq \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \leq \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \leq \max(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Докажите неравенства (все числа предполагаются положительными)

- $(a+b)(a+c)(b+c) \geq 8abc$
- $\frac{a}{b} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} \geq 3$
- $(a+b+c+d)(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}) \geq 16$
- $\frac{a+b}{c} + \frac{b+c}{a} + \frac{a+c}{b} \geq 6$
- а)  $a^4 + b^4 + 2c^2 \geq 4abc$   
б)  $a^{10} + \frac{3}{a^2} + \frac{4}{a} \geq 8$   
в)  $a^{40} + \frac{1}{a^{16}} + \frac{2}{a^4} + \frac{4}{a^2} + \frac{8}{a} \geq 16$
- $(\frac{a+2b}{c})^2 + (\frac{b+2c}{a})^2 + (\frac{c+2a}{b})^2 \geq 27$

7. Произведение положительных чисел  $a, b, c$  равно 8. Докажите, что

$$(a + \frac{1}{a})(b + \frac{1}{b})(c + \frac{1}{c}) \geq \frac{125}{8}$$

8. Докажите, что  $\frac{x}{x^4+y^2} + \frac{y}{x^2+y^4} \leq \frac{1}{xy}$ .

9. Докажите для положительного  $x$  и натурального  $n$  неравенство  $1 + x^{n+1} \geq \frac{(2x)^n}{(1+x)^{n-1}}$

10. Докажите, что  $a^2 + b^2 + c^2 \leq \frac{2}{3}(a^3 + b^3 + c^3) + 1$

11. Докажите неравенство  $2x^9 + 9x^8 \leq 9x^{10} + 2$

12. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x_1 + \frac{1}{x_2} = 2 \\ x_2 + \frac{1}{x_3} = 2 \\ \dots \\ x_{99} + \frac{1}{x_{100}} = 2 \\ x_{100} + \frac{1}{x_1} = 2 \end{cases}$$

### Домашняя работа

13.  $(\frac{a+2b+3c+4d}{10})^{10} \geq ab^2c^3d^4$

14.  $2\sqrt{a} + 3\sqrt[3]{b} \geq 5\sqrt[5]{ab}$

## Неравенство Коши-2.

Пусть  $x_1, x_2, \dots, x_n > 0$ . Тогда справедливы неравенства между средними:

$$\min(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}} \leq \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \leq \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \leq \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \leq \max(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Докажите неравенства (все числа предполагаются положительными)

- $(a+b)(a+c)(b+c) \geq 8abc$
- $\frac{a}{b} + \frac{b}{c} + \frac{c}{a} \geq 3$
- $(a+b+c+d)(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}) \geq 16$
- $\frac{a+b}{c} + \frac{b+c}{a} + \frac{a+c}{b} \geq 6$
- а)  $a^4 + b^4 + 2c^2 \geq 4abc$   
б)  $a^{10} + \frac{3}{a^2} + \frac{4}{a} \geq 8$   
в)  $a^{40} + \frac{1}{a^{16}} + \frac{2}{a^4} + \frac{4}{a^2} + \frac{8}{a} \geq 16$
- $(\frac{a+2b}{c})^2 + (\frac{b+2c}{a})^2 + (\frac{c+2a}{b})^2 \geq 27$

7. Произведение положительных чисел  $a, b, c$  равно 8. Докажите, что

$$(a + \frac{1}{a})(b + \frac{1}{b})(c + \frac{1}{c}) \geq \frac{125}{8}$$

8. Докажите, что  $\frac{x}{x^4+y^2} + \frac{y}{x^2+y^4} \leq \frac{1}{xy}$ .

9. Докажите для положительного  $x$  и натурального  $n$  неравенство  $1 + x^{n+1} \geq \frac{(2x)^n}{(1+x)^{n-1}}$

10. Докажите, что  $a^2 + b^2 + c^2 \leq \frac{2}{3}(a^3 + b^3 + c^3) + 1$ .

11. Докажите неравенство  $2x^9 + 9x^8 \leq 9x^{10} + 2$

12. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x_1 + \frac{1}{x_2} = 2 \\ x_2 + \frac{1}{x_3} = 2 \\ \dots \\ x_{99} + \frac{1}{x_{100}} = 2 \\ x_{100} + \frac{1}{x_1} = 2 \end{cases}$$

### Домашняя работа

13.  $(\frac{a+2b+3c+4d}{10})^{10} \geq ab^2c^3d^4$

14.  $2\sqrt{a} + 3\sqrt[3]{b} \geq 5\sqrt[5]{ab}$