

# Показательные уравнения

# Повторение

## Свойства степеней

$$a^0 = 1$$

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$$

$$a^m : a^n = a^{m-n}$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^{-m} = \left(\frac{b}{a}\right)^m$$

$$(a \cdot b)^m = a^m \cdot b^m$$

$$a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}$$

$$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$$

Функцию вида  $y = a^x$ , где  $a > 0$  и  $a \neq 1$ , называют **показательной функцией**.

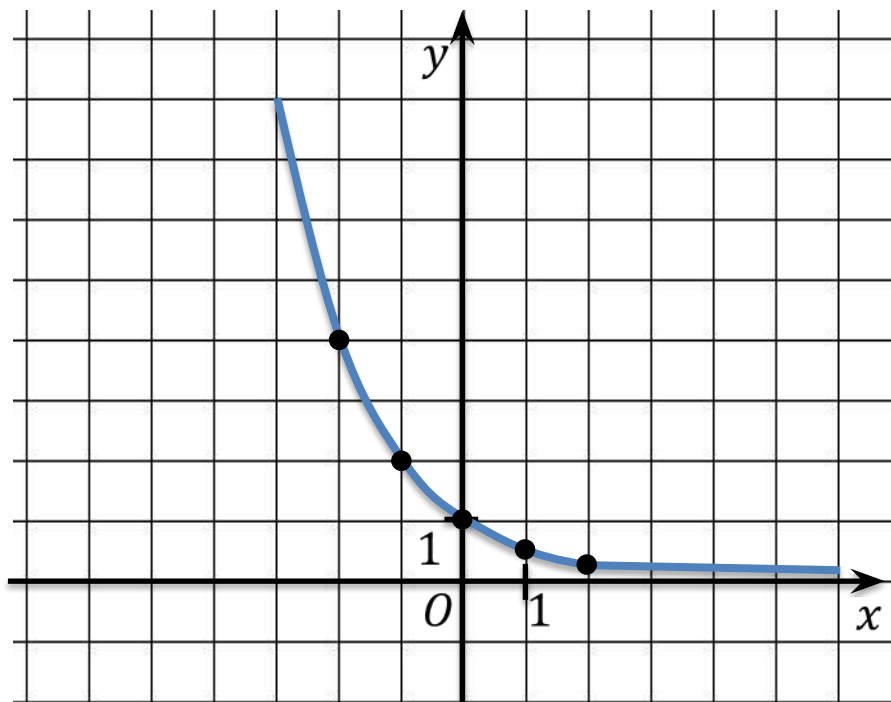
Возрастает

Убывает

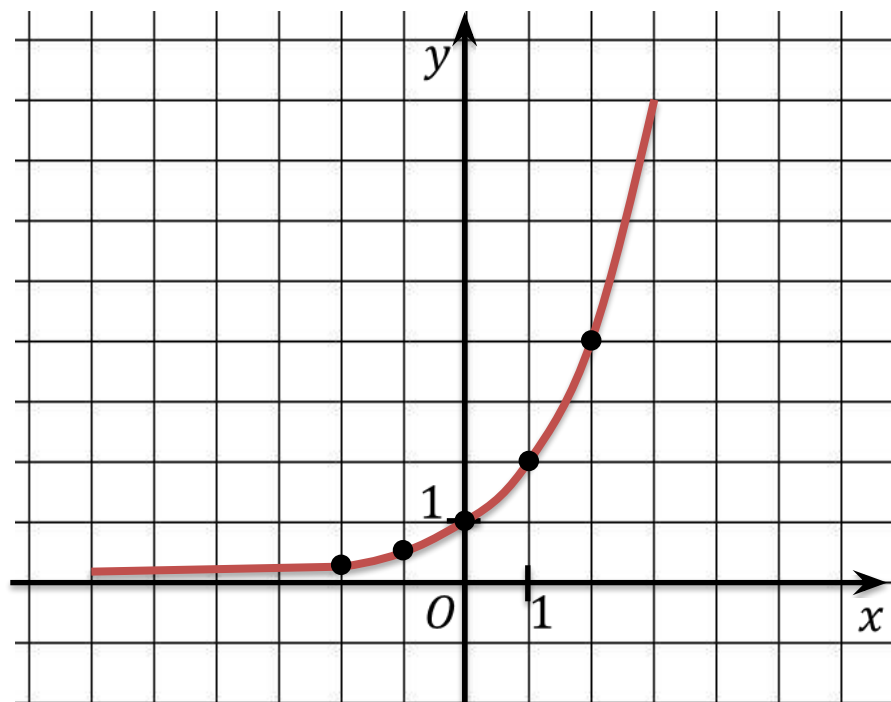
Непрерывна

Непрерывна

$$y = a^x, 0 < a < 1$$



$$y = a^x, a > 1$$



Экспонент

Показательными уравнениями называют уравнения вида

$$a^{f(x)} = a^{g(x)}, a > 0, a \neq 1,$$

и уравнения, сводящиеся к этому виду.

Равенство  $a^t = a^s$  справедливо тогда и только тогда, когда  $t = s$ .

**Теорема 1.** Показательное уравнение  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$  (где  $a > 0, a \neq 1$ ) равносильно уравнению  $f(x) = g(x)$ .

# Способы решения:

## 1. Метод уравнивания показателей (приведение к одному основанию)

Примеры:

$$\begin{aligned} 1. \quad 2^x &= 32 \\ 2^x &= 2^5 \\ x &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad 4^x &= \frac{1}{16} \\ 4^x &= 4^{-2} \\ x &= -2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad 8^x &= 16 \\ 2^{3x} &= 2^4 \\ 3x &= 4 \\ x &= \frac{4}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad \left(\frac{2}{9}\right)^{2x+3} &= 4,5 \\ \left(\frac{2}{9}\right)^{2x+3} &= \frac{9}{2} \\ \left(\frac{2}{9}\right)^{2x+3} &= \left(\frac{2}{9}\right)^{-1} \\ 2x+3 &= -1 \\ 2x &= -4 \\ x &= -2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad 0,2^{x^2-6x+8} &= 1 \\ 0,2^{x^2-6x+8} &= 0,2^0 \\ x^2-6x+8 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \quad 7^{x-2} &= \sqrt[3]{49} \\ 7^{x-2} &= 7^{\frac{2}{3}} \end{aligned}$$

Показательное уравнение  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$  (где  $a > 0, a \neq 1$ ) равносильно уравнению  $f(x) = g(x)$ .

$$7. \quad 3^{x-1} \cdot 2^{x-1} = 36$$

$$\begin{aligned} 8. \quad 25^{-1} \cdot 5^x &= 125 \\ 5^{-2} \cdot 5^x &= 125 \\ 5^{x-2} &= 5^3 \end{aligned}$$

$$9. \quad 5^{x^2-2x-1} = 25$$

## Пример:

Решить уравнение  $2^x = \frac{1}{64}$ .

Решение:

$$\frac{1}{64} = \frac{1}{2^6} = 2^{-6}$$

$$2^x = 2^{-6}$$

$$x = -6$$

Ответ:  $x = -6$ .

Показательное уравнение  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$  (где  $a > 0, a \neq 1$ ) равносильно уравнению  $f(x) = g(x)$ .



## Пример:

Решить уравнение  $2 \cdot \sqrt{2} \cdot 2^{x-3} = \frac{1}{2}$ .

Показательное уравнение  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$  (где  $a > 0, a \neq 1$ ) равносильно уравнению  $f(x) = g(x)$ .

Решение:

$$2 \cdot \sqrt{2} \cdot 2^{x-3} = 2 \cdot 2^{\frac{1}{2}} \cdot 2^{x-3} = 2^{1+\frac{1}{2}+x-3} = 2^{x-1,5}$$

$$\frac{1}{2} = 2^{-1}$$

$$2^{x-1,5} = 2^{-1}$$

$$x - 1,5 = -1$$

$$x = 0,5$$

Ответ:  $x = 0,5$ .

# Пример:

Решить уравнение  $5^{x^2-2x-1} = \frac{1}{25}$ .

Решение:

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{5^2} = 5^{-2}$$

$$5^{x^2-2x-1} = 5^{-2}$$

$$x^2 - 2x - 1 = -2$$

$$x^2 - 2x + 1 = 0$$

$$(x - 1)^2 = 0$$

$$x = 1$$

Ответ:  $x = 1$ .

## 2. Функционально-графический метод:

Пример:

Решить уравнение  $2^x = 3^x$ .

Решение:

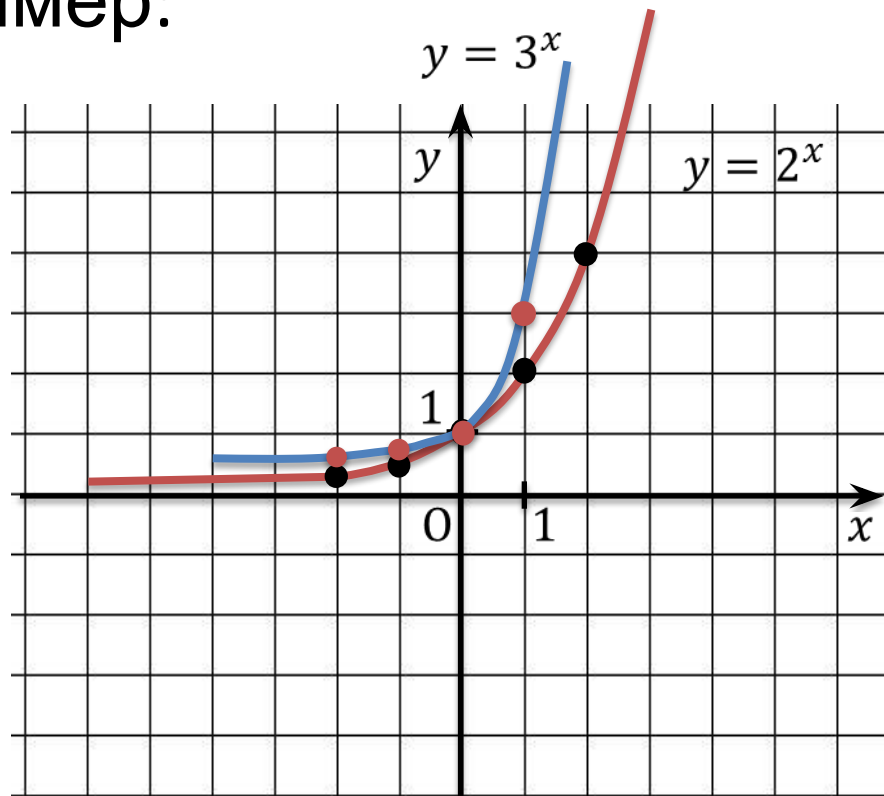
$$\frac{2^x}{2^x} = \frac{3^x}{2^x}$$

$$1 = \left(\frac{3}{2}\right)^x$$

$$1 = \left(\frac{3}{2}\right)^0$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)^0 = \left(\frac{3}{2}\right)^x$$

$$x = 0$$



### 3. Метод вынесения общего множителя за скобки.

Пример:

Решить уравнение  $3^x - 3^{x+3} = -78$ .

Решение:

$$3^x - 3^{x+3} = 3^x - 3^x \cdot 3^3 = 3^x - 27 \cdot 3^x = -26 \cdot 3^x$$

$$-26 \cdot 3^x = -78$$

$$3^x = 3$$

$$3^x = 3^1$$

$$x = 1$$

Ответ:  $x = 1$ .

# Пример:

Решить уравнение  $7^{x-1} - 6^{2-2x} = 0$ .

Решение:

$$\frac{7^x}{7} - \frac{6^2}{6^{2x}} = 0$$

$$\frac{7^x \cdot 6^{2x} - 6^2 \cdot 7}{7 \cdot 6^{2x}} = 0$$

$$7 \cdot 6^{2x} \neq 0 \Rightarrow 7^x \cdot 6^{2x} - 6^2 \cdot 7 = 0$$

$$(7 \cdot 36)^x = 7 \cdot 36$$

$$x = 1$$

Ответ:  $x = 1$

$$6^{2-2x} = 6^{-2(x-1)} = \left(\frac{1}{6^2}\right)^{x-1} = \left(\frac{1}{36}\right)^{x-1}$$

$$7^{x-1} - \left(\frac{1}{36}\right)^{x-1} = 0 \Leftrightarrow 7^{x-1} = \left(\frac{1}{36}\right)^{x-1}$$

$$(7 \cdot 36)^{x-1} = 1 \Leftrightarrow (7 \cdot 36)^{x-1} = (7 \cdot 36)^0$$

$$x - 1 = 0 \Leftrightarrow x = 1$$

# Пример:

Решить уравнение  $\left(\frac{1}{5}\right)^x \cdot 3^x = \sqrt{\frac{27}{125}}$ .

Решение:

$$\left(\frac{1}{5}\right)^x \cdot 3^x = \left(\frac{3}{5}\right)^x$$

$$\sqrt{\frac{27}{125}} = \sqrt{\frac{3^3}{5^3}} = \left(\left(\frac{3}{5}\right)^3\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{3}{5}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\left(\frac{3}{5}\right)^x = \left(\frac{3}{5}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$x = \frac{3}{2}$$

# Решите самостоятельно:

Чему равен показатель степени числа 5 в выражении  $\sqrt[7]{5^k}$  ?

Решите уравнение:  $5^x = 125$  .

Решите уравнение:  $0,2^x = \sqrt[7]{0,2}$  .

Решите показательное уравнение  $0,2^{-x-3} = 125$  .

Решите показательное уравнение  $0,5^x + 0,5^{x+1} = 1,5$

## 4. Метод введения новой переменной.

Решить уравнение  $4^x + 2^{x+1} - 24 = 0$ . Пример:

Решение:

$$4^x = (2^2)^x = 2^{2x} = (2^x)^2$$

$$2^{x+1} = 2 \cdot 2^x$$

$$(2^x)^2 + 2 \cdot 2^x - 24 = 0$$

$$y = 2^x$$

$$y^2 + 2y - 24 = 0$$

$$D = 4 + 96 = 100 \Rightarrow y_1 = \frac{-2 + 10}{2} = 4; y_2 = \frac{-2 - 10}{2} = -6$$

$2^x = 4$  или  $2^x = -6$  – нет решений

$$x = 2$$



# Основные методы решения показательных уравнений:

1. Функционально-графический метод.
2. Метод уравнивания показателей.
3. Метод введения новой переменной.