

# МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ



# **І. СВЕДЕНИЕ К АЛГЕБРАИЧЕСКОМУ.**



# Пример:

$$3 - \cos^2 x - 3 \sin x = 0$$

$$3 - (1 - \sin^2 x) - 3 \sin x = 0$$

$$3 - 1 + \sin^2 x - 3 \sin x = 0$$

Пусть  $\sin x = a, |a| \leq 1$ .

Уравнение примет вид:

$$a^2 - 3a + 2 = 0$$

$$D = 9 - 8 = 1$$

$$a_1 = \frac{3+1}{2} = 2 \text{ не удовлетворяет условию}$$

$$|a| \leq 1$$

$$a_2 = \frac{3-1}{2} = 1$$

$$\sin x = 1$$

$$x = \frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

Ответ:  $\frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$



# II. ОДНОРОДНЫЕ И СВОДИМЫЕ К НИМ.



**Уравнение вида**

$$a \sin x + b \cos x = 0$$

**называется однородным  
уравнением I степени.**



## Пример:

$$\sin x - \cos x = 0$$

Множество значений  $x$ , удовлетворяющих уравнению  $\cos x = 0$ , не является решением данного уравнения. Поэтому можно обе части уравнения разделить на  $\cos x \neq 0$ .

Получим:

$$\operatorname{tg} x - 1 = 0$$

$$\operatorname{tg} x = 1$$

$$x = \frac{\pi}{4} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

Ответ:

$$\frac{\pi}{4} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$



**Уравнение вида**

$$a \sin^2 x + b \sin x \cos x + c \cos^2 x = 0$$

**называется однородным  
уравнением II степени.**



## Пример:

$$2\sin^2 x + 3\sin x \cos x + \cos^2 x = 0$$

### Решение:

Множество значений  $x$ , удовлетворяющих уравнению  
, не является решением данного уравнения.

Разделим обе части уравнения на

Получим:

$$2\operatorname{tg}^2 x + 3\operatorname{tg} x + 1 = 0$$

$$\cos^2 x \neq 0$$





Пусть  $a = \operatorname{tg}x$

Уравнение примет вид:

$$2a^2 + 3a + 1 = 0$$

$$D = 9 - 8 = 1$$

$$a_1 = \frac{-3+1}{4} = -\frac{1}{2}$$

$$a_2 = \frac{-3-1}{4} = -1$$

$$\operatorname{tg}x = -\frac{1}{2}$$

$$\operatorname{tg}x = -1$$

$$x = -\operatorname{arctg}\frac{1}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$x = -\frac{\pi}{4} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$$

Ответ:  $-\operatorname{arctg}\frac{1}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$  ;  $-\frac{\pi}{4} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$  .



**III. ЕСЛИ В УРАВНЕНИИ  
СОДЕРЖИТСЯ ПРОИЗВЕДЕНИЕ  
ФУНКЦИЙ  $\sin(Ax)\sin(Bx)$ ,  
 $\sin(Ax)\cos(Bx)$ ,  $\cos(Ax)\cos(Bx)$ , ТО  
ТАКИЕ УРАВНЕНИЯ РЕШАЮТСЯ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ПРОИЗВЕДЕНИЯ  
В СУММУ (РАЗНОСТЬ) И НАОБОРОТ.**



При этом применяют тождества:

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \sin \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$\sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2} (\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta))$$

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} (\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta))$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} (\sin(\alpha - \beta) + \sin(\alpha + \beta))$$



## Пример 1.

$$\cos 3x \cos x = \cos 5x \cos 7x$$

$$\frac{1}{2}(\cos 4x + \cos 2x) = \frac{1}{2}(\cos 2x + \cos 12x)$$

$$\cos 4x - \cos 12x = 0$$

$$2 \sin 8x \sin 4x = 0$$

$$\sin 8x = 0$$

или

$$\sin 4x = 0$$

$$8x = \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$4x = \pi k, k \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\pi n}{8}, n \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\pi k}{4}, k \in \mathbb{Z}$$

Ответ:  $x = \frac{\pi n}{8}, n \in \mathbb{Z}$  .



## Пример 2.

$$\sin x + \sin 3x + \sin 5x + \sin 7x = 0$$

$$2 \sin 2x \cos x + 2 \sin 6x \cos x = 0$$

$$2 \cos x (\sin 2x + \sin 6x) = 0$$

$$2 \cdot 2 \cos x \sin 4x \cos 2x = 0$$

$$\cos x = 0$$

$$x = \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$\sin 4x = 0$$

$$4x = \pi k, k \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\pi k}{4}, k \in \mathbb{Z}$$

$$\cos 2x = 0$$

$$2x = \frac{\pi}{2} + \pi m, m \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\pi}{4} + \frac{\pi m}{2}, m \in \mathbb{Z}$$

Ответ:  $\frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}; \frac{\pi k}{4}, k \in \mathbb{Z}; \frac{\pi}{4} + \frac{\pi m}{2}, m \in \mathbb{Z}.$



# IV. Понижение степени.



**Если в уравнении содержатся чётные степени  $\sin x$  и  $\cos x$ , то понижают степень уравнения с применением понижающих формул:**

**Формулы понижения степени**

$$\cos^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{2}$$

$$\sin^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{2}$$

$$\operatorname{tg}^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{1 + \cos 2x}$$



## Пример.

$$\sin^2 x + \sin^2 5x = \cos^2 2x + \cos^2 4x$$

$$\frac{1 - \cos 2x}{2} + \frac{1 - \cos 10x}{2} = \frac{1 + \cos 4x}{2} + \frac{1 + \cos 8x}{2}$$

$$\cos 2x + \cos 4x + \cos 8x + \cos 10x = 0$$

$$2 \cos 3x \cos x + 2 \cos 9x \cos x = 0$$

$$2 \cos(\cos 3x + \cos 9x) = 0$$

$$4 \cos x \cdot \cos 6x \cdot \cos 3x = 0$$

$$\cos x = 0$$

$$\cos 6x = 0$$

$$\cos 3x = 0$$

$$x = \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$6x = \frac{\pi}{2} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$$

$$3x = \frac{\pi}{2} + \pi m, m \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\pi}{12} + \frac{\pi k}{6}, k \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi m}{3}, m \in \mathbb{Z}$$

**Ответ:**  $\frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}; \frac{\pi}{12} + \frac{\pi k}{6}, k \in \mathbb{Z}; \frac{\pi}{6} + \frac{\pi m}{3}, m \in \mathbb{Z}.$





# V. РАЗЛОЖЕНИЕ НА МНОЖИТЕЛИ.



## ПРИМЕР.

$$4 \cos x \cdot \sin x + 2 \cos x + 2 \sin x + 1 = 0$$

$$2 \cos x(2 \sin x + 1) + (2 \sin x + 1) = 0$$

$$(2 \sin x + 1)(2 \cos x + 1) = 0$$

$$\begin{cases} \sin x = -\frac{1}{2} \\ \cos x = -\frac{1}{2} \end{cases}$$



# **VI. ВВЕДЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО АРГУМЕНТА.**



## Пример

$$\sin x + \cos x = 1$$

**Решение:**

Разделим обе части уравнения на  $\sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$

Получаем:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sin x + \frac{1}{\sqrt{2}} \cos x = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\sin \frac{\pi}{4} \sin x + \cos \frac{\pi}{4} \cos x = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\cos\left(x - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$x - \frac{\pi}{4} = \pm \arccos \frac{1}{\sqrt{2}} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$x - \frac{\pi}{4} = \pm \frac{\pi}{4} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$x = \pm \frac{\pi}{4} + 2\pi n + \frac{\pi}{4}, n \in \mathbb{Z}$$

**Ответ:**  $\pm \frac{\pi}{4} + 2\pi n + \frac{\pi}{4}, n \in \mathbb{Z}$

