

Тригонометрія

Довідник для підготовки до НМТ з математики



Д — формула є в довідкових матеріалах, які можна відкрити під час НМТ. Формули без значка треба пам'ятати.

Позначення: n, k — довільні цілі числа ($n \in \mathbb{Z}, k \in \mathbb{Z}$); аргументи тригонометричних функцій — у радіанах (градуси позначено знаком $^\circ$); $D(y), E(y)$ — область визначення й область значень функції; T — період.

Підручник — клас і пункт підручника А. Г. Мерзляка та ін. (алгебра і початки аналізу, профільний рівень: 10 кл. — 2018). **НМТ** — номери завдань НМТ, де ця тема траплялася у 2024–2026 рр.: № 11 — тригонометричне рівняння; № 16 — властивості й графіки функцій; № 17 — значення тригонометричних виразів.

1. Тригонометричні функції числового аргументу

10 кл.

Радіанна міра кута

Кут в 1 радіан — центральний кут, що спирається на дугу, довжина якої дорівнює радіусу кола.

$$\pi \text{ рад} = 180^\circ, \quad 1 \text{ рад} = \left(\frac{180}{\pi}\right)^\circ \approx 57^\circ$$

Градуси переводять у радіани множенням на $\frac{\pi}{180}$, радіани в градуси — множенням на $\frac{180}{\pi}$:

$135^\circ = 135 \cdot \frac{\pi}{180} = \frac{3\pi}{4}$, $\frac{5\pi}{6} = \frac{5 \cdot 180^\circ}{6} = 150^\circ$. «Рад» зазвичай не пишуть: $\sin 2$ — синус кута 2 радіани.

$30^\circ = \frac{\pi}{6}$, $45^\circ = \frac{\pi}{4}$, $60^\circ = \frac{\pi}{3}$, $90^\circ = \frac{\pi}{2}$, $120^\circ = \frac{2\pi}{3}$, $135^\circ = \frac{3\pi}{4}$, $150^\circ = \frac{5\pi}{6}$, $270^\circ = \frac{3\pi}{2}$.

Довжина дуги кола радіуса R , яка містить α рад: $l = \alpha R$.

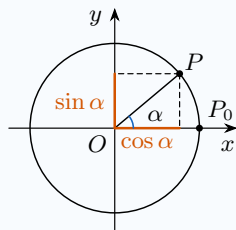
Підручник 10 кл., п. 16

НМТ № 17

Синус, косинус, тангенс і котангенс

Одиничне коло — коло радіуса 1 із центром $O(0; 0)$.

Точку $P_0(1; 0)$ повертають навколо O на кут α (проти годинникової стрілки — $\alpha > 0$, за стрілкою — $\alpha < 0$) і отримують точку $P(x; y)$ (у довідці НМТ — M):



$$\sin \alpha = y, \quad \cos \alpha = x \quad \text{Д}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad \text{Д} \quad (\alpha \neq \frac{\pi}{2} + \pi k)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (\alpha \neq \pi k)$$

$-1 \leq \sin \alpha \leq 1$, $-1 \leq \cos \alpha \leq 1$; $\operatorname{tg} \alpha$ і $\operatorname{ctg} \alpha$ набувають будь-яких значень. Кутам α і $\alpha + 2\pi n$ відповідає та сама точка P .

Підручник 10 кл., п. 16, 17

НМТ № 17

Значення для деяких кутів

α	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
	0°	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	0	-1	0
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	1
$\operatorname{tg} \alpha$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	—	0	—	0
$\operatorname{ctg} \alpha$	—	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	—	0	—

«—» — не існує. Рядка ctg у довідці НМТ немає:

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (\alpha \neq \frac{\pi k}{2}); \quad \operatorname{ctg} \frac{\pi}{2} = \operatorname{ctg} \frac{3\pi}{2} = 0.$$

Інші кути — за формулами зведення:

$$\cos \frac{2\pi}{3} = \cos\left(\pi - \frac{\pi}{3}\right) = -\cos \frac{\pi}{3} = -\frac{1}{2}.$$

Підручник 10 кл., п. 17 і форзац 4; п. 24

НМТ № 17

Одиничне коло: основні кути

Точка кута α має координати

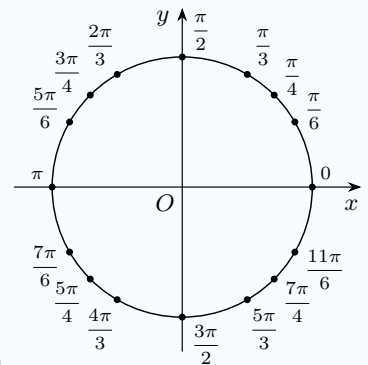
$(\cos \alpha; \sin \alpha)$:

$$\frac{\pi}{6} \rightarrow \left(\frac{\sqrt{3}}{2}, \frac{1}{2}\right),$$

$$\frac{\pi}{4} \rightarrow \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right),$$

$$\frac{\pi}{3} \rightarrow \left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

Точки кутів α і $\pi - \alpha$ симетричні відносно осі y (рівні синуси), α і $-\alpha$ — відносно осі x (рівні косинуси), α і $\pi + \alpha$ — відносно точки O (рівні тангенс).

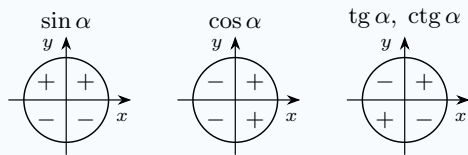


Підручник 10 кл., п. 16–18

НМТ № 11, 17

Знаки, парність, періодичність

Знаки за координатними чвертями:



Парність: $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$ (парна функція);

$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$, $\operatorname{tg}(-\alpha) = -\operatorname{tg} \alpha$,

$\operatorname{ctg}(-\alpha) = -\operatorname{ctg} \alpha$ (непарні).

Періодичність: $\sin(\alpha + 2\pi n) = \sin \alpha$,

$\cos(\alpha + 2\pi n) = \cos \alpha$, $\operatorname{tg}(\alpha + \pi n) = \operatorname{tg} \alpha$,

$\operatorname{ctg}(\alpha + \pi n) = \operatorname{ctg} \alpha$.

Функцію f називають періодичною з періодом

$T \neq 0$, якщо для кожного $x \in D(f)$:

$f(x - T) = f(x) = f(x + T)$. Головний (найменший

додатний) період: 2π — для $\sin$ і $\cos$, π — для tg і

ctg .

Приклад:

$$\sin\left(-\frac{13\pi}{3}\right) = -\sin\left(4\pi + \frac{\pi}{3}\right) = -\sin \frac{\pi}{3} = -\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Підручник 10 кл., п. 18, 19

НМТ № 16, 17

Основні співвідношення

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ [Д] — для будь-якого α

$$1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad [\text{Д}] \quad (\alpha \neq \frac{\pi}{2} + \pi k)$$

$$1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \quad (\alpha \neq \pi k)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1 \quad (\alpha \neq \frac{\pi k}{2})$$

Знак у формулах $\sin \alpha = \pm \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$,

$\cos \alpha = \pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$ вибирають за чвертю, у якій лежить α .

Приклад: $\sin \alpha = -\frac{7}{25}$, $\pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$ (III чверть, тому

$$\cos \alpha < 0): \cos \alpha = -\sqrt{1 - \frac{49}{625}} = -\frac{24}{25}, \operatorname{tg} \alpha = \frac{7}{24}.$$

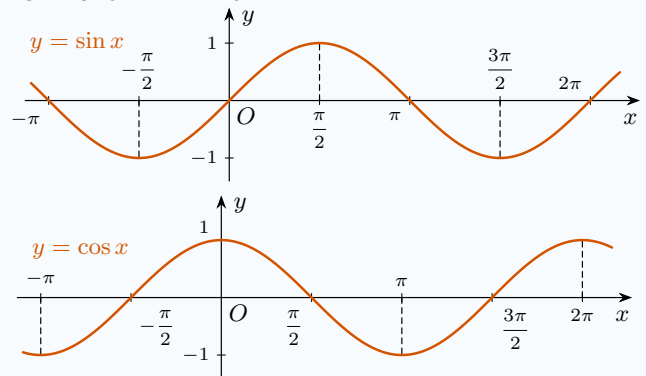
Підручник 10 кл., п. 22

НМТ № 17

2. Графіки й властивості функцій

10 кл.

Функції $y = \sin x$ і $y = \cos x$



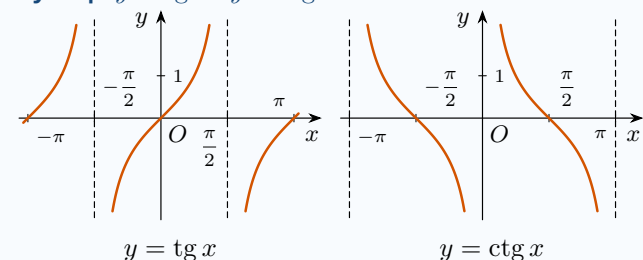
	$y = \sin x$	$y = \cos x$
$D(y)$	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$
$E(y)$	$[-1; 1]$	$[-1; 1]$
Період	2π	2π
Парність	непарна	парна
Нулі	$x = \pi n$	$x = \frac{\pi}{2} + \pi n$
$y > 0$	$(2\pi n; \pi + 2\pi n)$	$(-\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{\pi}{2} + 2\pi n)$
$y < 0$	$(\pi + 2\pi n; 2\pi + 2\pi n)$	$(\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{3\pi}{2} + 2\pi n)$
Зростає	$[-\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{\pi}{2} + 2\pi n]$	$[\pi + 2\pi n; 2\pi + 2\pi n]$
Спадає	$[\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{3\pi}{2} + 2\pi n]$	$[2\pi n; \pi + 2\pi n]$
Найбільше	1 при $x = \frac{\pi}{2} + 2\pi n$	1 при $x = 2\pi n$
Найменше	-1 при $x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n$	-1 при $x = \pi + 2\pi n$

Графік $y = \cos x$ — синусоїда $y = \sin x$, перенесена на $\frac{\pi}{2}$ ліворуч: $\cos x = \sin(x + \frac{\pi}{2})$.

Підручник 10 кл., п. 20

НМТ № 16

Функції $y = \operatorname{tg} x$ і $y = \operatorname{ctg} x$



	$y = \operatorname{tg} x$	$y = \operatorname{ctg} x$
$D(y)$	$x \neq \frac{\pi}{2} + \pi n$	$x \neq \pi n$
$E(y)$	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$
Період	π	π
Парність	непарна	непарна
Нулі	$x = \pi n$	$x = \frac{\pi}{2} + \pi n$
$y > 0$	$(\pi n; \frac{\pi}{2} + \pi n)$	$(\pi n; \frac{\pi}{2} + \pi n)$
$y < 0$	$(-\frac{\pi}{2} + \pi n; \pi n)$	$(-\frac{\pi}{2} + \pi n; \pi n)$
Зростає	$(-\frac{\pi}{2} + \pi n; \frac{\pi}{2} + \pi n)$	—
Спадає	—	$(\pi n; \pi + \pi n)$

Найбільшого й найменшого значень не мають.
Прямі $x = \frac{\pi}{2} + \pi n$ (для $\operatorname{tg} x$) і $x = \pi n$ (для $\operatorname{ctg} x$) графік не перетинає: у цих точках функція не визначена.

Підручник 10 кл., п. 21

НМТ № 16

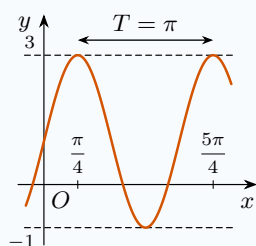
Область значень і період

Для функцій

$$y = A \sin(kx + b) + m \text{ і } y = A \cos(kx + b) + m \quad (A \neq 0, k \neq 0 \text{ — будь-які числа});$$

$$E(y) = [m - |A|; m + |A|],$$

$$\text{головний період } T = \frac{2\pi}{|k|}.$$



(Бо $-1 \leq \sin t \leq 1$ і $-1 \leq \cos t \leq 1$.) На рисунку:

$$y = 2 \sin 2x + 1, \quad E(y) = [-1; 3], \quad T = \pi.$$

Перетворення графіків — у довіднику «Функції та графіки».

Для $y = \operatorname{tg}(kx + b)$ і $y = \operatorname{ctg}(kx + b)$ ($k \neq 0$) головний період $T = \frac{\pi}{|k|}$.

Приклади: $1 - 4 \cos x$ набуває значень від -3 до 5 ; $\sin x \cos x = \frac{1}{2} \sin 2x$ — від $-\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{2}$; $a \sin x + b \cos x$ — від $-\sqrt{a^2 + b^2}$ до $\sqrt{a^2 + b^2}$ (допоміжний кут).

Заміна $t = \sin x$, $t \in [-1; 1]$: $\sin^2 x - \sin x = t^2 - t$ набуває значень від $-\frac{1}{4}$ (при $t = \frac{1}{2}$) до 2 (при $t = -1$).

Підручник 10 кл., п. 17, 19, 20, 23

НМТ № 16

3. Тригонометричні формули

10 кл.

Формули додавання

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}, \quad \operatorname{tg}(\alpha - \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{1 + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}$$

(якщо $\cos \alpha \neq 0$, $\cos \beta \neq 0$ і $\cos(\alpha \pm \beta) \neq 0$)

Приклад: $\cos 70^\circ \cos 10^\circ + \sin 70^\circ \sin 10^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$.

Допоміжний кут ($a^2 + b^2 \neq 0$):

$$a \sin x + b \cos x = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(x + \varphi), \text{ де } \cos \varphi = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \sin \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}. \text{ Приклад:}$$

$$\sin x + \sqrt{3} \cos x = 2 \sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right).$$

Підручник 10 кл., п. 23, 31

НМТ № 17

Формули зведення

Для аргументів $\frac{\pi}{2} \pm \alpha$, $\pi \pm \alpha$, $\frac{3\pi}{2} \pm \alpha$:

1) у правій частині ставлять той знак, який мала б ліва частина при $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ (сама формула правильна для будь-якого α);

2) для $\frac{\pi}{2} \pm \alpha$ і $\frac{3\pi}{2} \pm \alpha$ назву функції змінюють:

$\sin \leftrightarrow \cos$, $\operatorname{tg} \leftrightarrow \operatorname{ctg}$; для $\pi \pm \alpha$ назва не змінюється.

Приклад: $\sin\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) = -\cos \alpha$ (кут $\frac{3\pi}{2} - \alpha$ лежить у III чверті, там $\sin < 0$; назва змінюється).

З довідки НМТ (там кути записано в градусах):

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = \cos \alpha \quad \text{Д} \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\sin \alpha \quad \text{Д}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \quad \text{Д} \quad (\alpha \neq \frac{\pi k}{2})$$

$$\sin(\pi - \alpha) = \sin \alpha \quad \text{Д} \quad \cos(\pi - \alpha) = -\cos \alpha \quad \text{Д}$$

$$\operatorname{tg}(\pi - \alpha) = -\operatorname{tg} \alpha \quad \text{Д}$$

$$\text{Також } \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \cos \alpha, \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \sin \alpha,$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \operatorname{ctg} \alpha, \quad \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\operatorname{ctg} \alpha.$$

Спершу відкидають цілі періоди: $\sin 930^\circ =$

$$\sin(2 \cdot 360^\circ + 210^\circ) = \sin(180^\circ + 30^\circ) = -\sin 30^\circ = -\frac{1}{2}.$$

Підручник 10 кл., п. 24

НМТ № 17

Подвійний і половинний аргумент

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha \quad \text{Д} \quad \cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \quad \text{Д}$$

$$\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad \left(\alpha \neq \frac{\pi}{2} + \pi k, \alpha \neq \frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}\right)$$

Пониження степеня:

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}, \quad \cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}$$

Те саме: $1 - \cos 2\alpha = 2 \sin^2 \alpha$, $1 + \cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha$.

Половинний аргумент (α замість 2α):

$$\sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 - \cos \alpha}{2}, \quad \cos^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}.$$

Потрійний аргумент: $\sin 3\alpha = 3 \sin \alpha - 4 \sin^3 \alpha$,

$$\cos 3\alpha = 4 \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha.$$

$$\text{Приклади: } \sin 15^\circ \cos 15^\circ = \frac{1}{2} \sin 30^\circ = \frac{1}{4};$$

$$\cos^2 \frac{\pi}{8} - \sin^2 \frac{\pi}{8} = \cos \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Підручник 10 кл., п. 25

НМТ № 17

Сума й різниця синусів і косинусів

$$\begin{aligned}\sin \alpha + \sin \beta &= 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \\ \sin \alpha - \sin \beta &= 2 \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \\ \cos \alpha + \cos \beta &= 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} \\ \cos \alpha - \cos \beta &= -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}\end{aligned}$$

Добуток у суму:

$$\begin{aligned}\sin x \cos y &= \frac{1}{2} (\sin(x - y) + \sin(x + y)) \\ \cos x \cos y &= \frac{1}{2} (\cos(x - y) + \cos(x + y)) \\ \sin x \sin y &= \frac{1}{2} (\cos(x - y) - \cos(x + y))\end{aligned}$$

Приклад: $\sin 75^\circ + \sin 15^\circ = 2 \sin 45^\circ \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{6}}{2}$.

Підручник 10 кл., п. 26

НМТ № 17

4. Рівняння і нерівності

10 кл.

Арккосинус, арксинус, арктангенс, аркотангенс

$\arccos b$ ($|b| \leq 1$) — число з проміжку $[0; \pi]$, косинус якого дорівнює b ;

$\arcsin b$ ($|b| \leq 1$) — число з проміжку $[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}]$, синус якого дорівнює b ;

$\arctg b$ — число з проміжку $(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2})$, тангенс якого дорівнює b ;

$\operatorname{arctg} b$ — число з проміжку $(0; \pi)$, котангенс якого дорівнює b .

$$\begin{aligned}\arcsin(-x) &= -\arcsin x, & \arccos(-x) &= \pi - \arccos x, \\ \arctg(-x) &= -\arctg x, & \operatorname{arctg}(-x) &= \pi - \operatorname{arctg} x; \\ \sin(\arcsin x) &= x, & \cos(\arccos x) &= x; & \operatorname{tg}(\arctg x) &= x, \\ \operatorname{ctg}(\operatorname{arctg} x) &= x;\end{aligned}$$

$$\arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}, \quad \arctg x + \operatorname{arctg} x = \frac{\pi}{2}.$$

Формули з $\arcsin x$ і $\arccos x$ — лише для $|x| \leq 1$.

Приклади: $\arcsin \frac{1}{2} = \frac{\pi}{6}$; $\arccos(-\frac{1}{2}) = \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{3}$;

$$\arctg(-1) = -\frac{\pi}{4}; \quad \operatorname{arctg}(-\sqrt{3}) = \frac{5\pi}{6}.$$

Хоча $\cos(-\frac{\pi}{3}) = \frac{1}{2}$, але $\arccos \frac{1}{2} = \frac{\pi}{3}$, бо $-\frac{\pi}{3} \notin [0; \pi]$.

Підручник 10 кл., п. 27–30

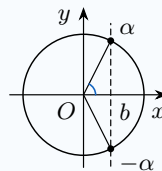
НМТ № 11

Найпростіші тригонометричні рівняння

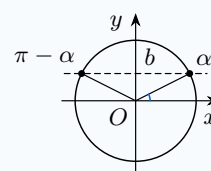
Рівняння	Корені
$\cos x = b, b \leq 1$	$x = \pm \arccos b + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$
$\sin x = b, b \leq 1$	$x = (-1)^k \arcsin b + \pi k, k \in \mathbb{Z}$
$\operatorname{tg} x = b$	$x = \arctg b + \pi n, n \in \mathbb{Z}$
$\operatorname{ctg} x = b$	$x = \operatorname{arctg} b + \pi n, n \in \mathbb{Z}$

Якщо $|b| > 1$, рівняння $\cos x = b$ і $\sin x = b$ коренів не мають. Інший запис коренів рівняння $\sin x = b$:

$$x = \arcsin b + 2\pi n \quad \text{або} \quad x = \pi - \arcsin b + 2\pi n.$$



$$\cos x = b, \quad \alpha = \arccos b$$



$$\sin x = b, \quad \alpha = \arcsin b$$

Окремі випадки (їх варто пам'ятати):

	$b = 1$	$b = 0$	$b = -1$
$\sin x = b$	$x = \frac{\pi}{2} + 2\pi n$	$x = \pi n$	$x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n$
$\cos x = b$	$x = 2\pi n$	$x = \frac{\pi}{2} + \pi n$	$x = \pi + 2\pi n$

Приклади: $\sin x = -\frac{1}{2}$:

$$x = (-1)^k \left(-\frac{\pi}{6}\right) + \pi k = (-1)^{k+1} \frac{\pi}{6} + \pi k;$$

$$\cos 4x = -\frac{\sqrt{2}}{2}: \quad 4x = \pm \frac{3\pi}{4} + 2\pi n, \quad x = \pm \frac{3\pi}{16} + \frac{\pi n}{2}.$$

Підручник 10 кл., п. 27–29

НМТ № 11

Методи розв'язування рівнянь

• **Заміна змінної:** за допомогою формул переходять до однієї функції одного аргументу ($\sin^2 x = 1 - \cos^2 x$, $\cos 2x = 1 - 2\sin^2 x$ тощо).

Приклад: $2\cos^2 x - \sin x - 1 = 0$;
 $2\sin^2 x + \sin x - 1 = 0$; $t = \sin x, |t| \leq 1$: $t = \frac{1}{2}$ або $t = -1$; $x = (-1)^k \frac{\pi}{6} + \pi k$ або $x = -\frac{\pi}{2} + 2\pi n$.

• **Однорідні рівняння:** $a \sin x + b \cos x = 0$ ($a \neq 0$) — ділять на $\cos x$: $\operatorname{tg} x = -\frac{b}{a}$;

$a \sin^2 x + b \sin x \cos x + c \cos^2 x = 0$ ($a \neq 0$) — ділять на $\cos^2 x$: $a \operatorname{tg}^2 x + b \operatorname{tg} x + c = 0$.

Корені не губляться: якби $\cos x = 0$, то й $\sin x = 0$, а це неможливо.

Приклад: $\sin x + \cos x = 0$; $\operatorname{tg} x = -1$; $x = -\frac{\pi}{4} + \pi n$.

• **Розкладання на множники:** добуток дорівнює нулю, якщо хоча б один множник дорівнює нулю, а інші при цьому мають зміст. Приклад: $\sin 2x = \sin x$;
 $\sin x (2\cos x - 1) = 0$; $x = \pi n$ або $x = \pm \frac{\pi}{3} + 2\pi n$.

• $a \sin x + b \cos x = c$ — через допоміжний кут:
 $\sin(x + \varphi) = \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}}$. Приклад: $\sqrt{3} \cos x + \sin x = 2$;
 $\sin(x + \frac{\pi}{3}) = 1$; $x = \frac{\pi}{6} + 2\pi n$.

• **Обмеженість:** оскільки $\sin x \leq 1$ і $\cos y \leq 1$, рівність $\sin x + \cos y = 2$ можлива лише тоді, коли $\sin x = 1$ і $\cos y = 1$.

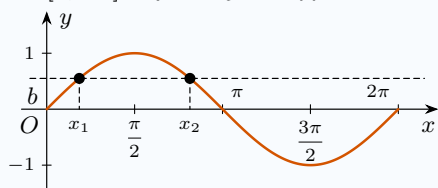
• Якщо в рівнянні є tg , ctg або дріб, знайдені корені перевіряють (ОДЗ).

Підручник 10 кл., п. 31, 32

НМТ № 11

Корені на проміжку

Корені рівняння $f(x) = b$ — абсциси спільних точок графіка $y = f(x)$ і прямої $y = b$. На рисунку — $y = \sin x$ на $[0; 2\pi]$ і пряма $y = b$, де $0 < b < 1$.



Рівняння $\sin x = b$ на $[0; 2\pi]$ має: 2 корені, якщо $-1 < b < 0$ або $0 < b < 1$; 3 корені, якщо $b = 0$ ($x = 0, \pi, 2\pi$); 1 корінь, якщо $b = \pm 1$; жодного, якщо $|b| > 1$.

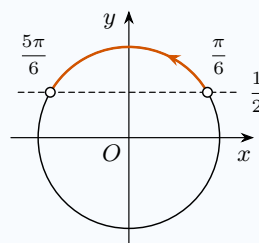
Корені із загальної формули добирають, підставляючи $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$: $\cos x = \frac{1}{2}$ на $[0; 2\pi]$ — $x = \frac{\pi}{3}$ і $x = \frac{5\pi}{3}$ ($x = \pm \frac{\pi}{3} + 2\pi n$ при $n = 0$ і $n = 1$).

Підручник 10 кл., п. 27, 28

НМТ № 11

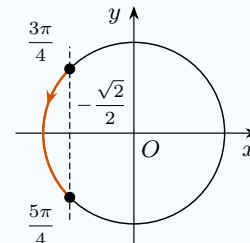
Тригонометричні нерівності

- 1) На одиничному колі позначають точки, у яких $\sin x = a$ (пряма $y = a$) або $\cos x = a$ (пряма $x = a$).
- 2) Виділяють дугу, на якій нерівність виконується, і записують кути її кінців, рухаючись проти годинникової стрілки: менший кут — на початку дуги.
- 3) Додають період: $2\pi n$. Кінці дуги входять у відповідь лише для нестрогої нерівності.



$$\sin x > \frac{1}{2}:$$

$$\frac{\pi}{6} + 2\pi n < x < \frac{5\pi}{6} + 2\pi n$$



$$\cos x \leq -\frac{\sqrt{2}}{2}:$$

$$\frac{3\pi}{4} + 2\pi n \leq x \leq \frac{5\pi}{4} + 2\pi n$$

Для $\operatorname{tg} x$ і $\operatorname{ctg} x$ розв'язують на проміжку завдовжки π за графіком і додають πn : $\operatorname{tg} x < 1$:

$$-\frac{\pi}{2} + \pi n < x < \frac{\pi}{4} + \pi n.$$

Підручник 10 кл., п. 33