

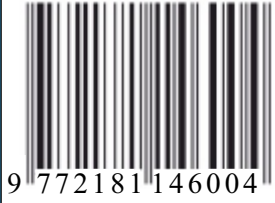
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

3/2025

E-ISSN 2181-1466



9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



@buxdu_uz



@buxdu1



@buxdu1



www.buxdu.uz

3/2025

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal

2025, № 3, mart

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023-yil 29-avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori (DSc), dotsent

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Norboyeva Umida Toshtemirovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Raupov Soyib Saidovich, tarix fanlari nomzodi, professor

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Ochilov Alisher To'lis o'g'li, tarix fanlari doktori, dotsent

Klichev Qybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS		
МАТЕМАТИКА *** MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА		
Latha M.S., Parandhama A., Kulanov I.B., Burkhonov Sh.I., Musurmonova G.P.	Effect of gyrotactic microorganisms on electrically conducting Carreau nanofluid flow along an exponentially stretching surface in the presence of chemical reaction	4
Asrorova Ch.B., Bekmurodov B.T.	Matematik modellashirish yordamida sonli, funksional va darajali qatorlarni yaqinlashishga tekshirish va yaqinlashish oralig'ini topish	10
Khayriev U.N., Barraeva S.Sh.	The norm for the error functional of the quadrature formula with derivative in the Sobolev space	16
Bulakova F.S.	On an irreducible polynomials	22
Dehqonov H.T.	Benney-Luke tipidagi kasr tartibli tenglama uchun integral chegaraviy shart bilan berilgan masala	28
Gulomov S.O.	Evasion differential game with multiple pursuers for an infinite system of differential equations	35
Kuyanbayeva K.A.	Proof of the irrationality of various real numbers	41
Xayitova X.G.	Trigonometrik tenglamalar va tengsizliklar yechishning ba'zi tatbiqlari	45
Боймуродов Ж.Х.	Дискретный спектр оператора некоторой системы трёх частиц на решётке	49
Xolikov S.X.	Maksvell tenglamalar sistemasi	61
Давлатов Ш.О.	Икки ўлчамли соҳа аппроксимацияси	66
Матанов М.Ч.	Метод граничных элементов в гармонических задачах и его применение для решения связанных моделей	71
Мейлиев Х.Ж., Эшонкулов Ж.С., Жамолов М.Х.	Траектория квадратичных стохастических операторов, определённых на прямом произведении $S^1 \times S^1$	78
Маматов Ш.К., Омонов Ш.Б., Улуғбекова А.У.	О неопределённости единых интегральных операторов, действующих на растяжение в обобщённых пространствах Гельдера	84

TRIGONOMETRIK TENGLAMALAR VA TENGSIKLIKLAR
YECHISHNING BA‘ZI TATBIQLARI

Xayitova Xilola Gafurovna,

Buxoro davlat universiteti

Matematik analiz kafedrası o‘qituvchisi

xilola_xayitova@mail.ru

x.g.xayitova@buxdu.uz

Annotatsiya. Ma‘lumki, maktab matematika fanining ba‘zi mavzularini o‘qitishda pedagoglar uchraydigan muammolarning bir qancha yechimlari, tavsiflari o‘rganilib kelinmoqda. Oliy ta‘lim va o‘rta maktab hamkorligida amalga oshirilayotgan ishlar ham shular jumlasidandir. Ushbu maqolada o‘rta maktab matematika fanining trigonometrik tenglamalar va tengsizliklar mavzusini o‘qitishda qo‘llaniladigan interfaol metodlar va ba‘zi tavsiyalar keltirib o‘tilgan. Mazkur mavzularni mustahkamlashga doir tushunchalar berilgan.

Kalit so‘zlar: trigonometrik tenglama, trigonometrik tengsizlik, yechim, almashtirish.

НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ РЕШЕНИЯ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ
УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ

Аннотация. Известно, что изучается ряд решений и описаний проблем, с которыми сталкиваются педагоги при преподавании некоторых тем школьной математики. К ним относятся и совместная работа, осуществляемая высшими учебными заведениями и средними школами. В данной статье представлены интерактивные методы и некоторые рекомендации, применяемые при преподавании темы тригонометрических уравнений и неравенств в курсе математики средней школы. Приведены концепции для закрепления этих тем.

Ключевые слова: тригонометрическое уравнение, тригонометрическое неравенство, решение, подстановка.

SOME APPLICATIONS OF SOLVING TRIGONOMETRIC EQUATIONS AND
INEQUALITIES

Abstract. It is well known that various solutions and descriptions of problems faced by teachers in teaching certain topics of school mathematics are being studied. The collaborative work between higher education institutions and secondary schools is also part of these efforts. This article presents interactive methods and some recommendations for teaching the topic of trigonometric equations and inequalities in secondary school mathematics. Concepts for reinforcing these topics are also provided.

Keywords: trigonometric equation, trigonometric inequality, solution, substitution.

Kirish. Ma‘lumki, tenglama (tengsizlik) deyilganda, $F_1(x, y, \dots, z)$ va $F_2(x, y, \dots, z)$ funksiyalarning

$$F_1(x, y, \dots, z) = F_2(x, y, \dots, z) \quad (1)$$

tengligi ($F_1 \geq F_2$ tengsizligi) tushuniladi. (1) tenglamani (tengsizlikni) har doim

$$f(x, y, \dots, z) = 0 \quad (f \geq 0)$$

ko‘rinishdagi tenglama (tengsizlik) bilan almashtirish mumkin.

Tenglamani (tengsizlikni) yechish deb, tenglamada (tengsizlikda) qatnashayotgan o‘zgaruvchilarning tenglamani (tengsizlikni) to‘g‘ri tenglikka (tengsizlikka) aylantiradigan qiymatlar to‘plamini topishga aytiladi. Topilgan qiymatlar to‘plami tenglamaning (tengsizlikning) yechimlar to‘plami deyiladi.

Ushbu

$$f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \quad (2)$$

va

$$f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \quad (3)$$

ko‘rinishdagi tenglamalar (tengsizliklar) berilgan bo‘lib, ular biror B sohada aniqlangan bo‘lsin.

Ta'rif. Agar B sohada (2) tenglamaning (tengsizlikning) yechimlar to'plami (3) tenglamaning (tengsizlikning) yechimlar to'plami va aksincha, (3) tenglamaning (tengsizlikning) yechimlar to'plami (2) tenglamaning (tengsizlikning) yechimlar to'plami bo'lsa, u holda (2) va (3) tenglamalar (tengsizliklar) B sohada teng kuchli (ekvivalent) tenglamalar (tengsizliklar) deyiladi.

Agar $F(x, y, \dots, z, a, b, \dots, c)$ tenglamaga sodda transtendent funksiya bo'lsa, u holda $F(x, y, \dots, z, a, b, \dots, c) = 0$ tenglama transtendent tenglama deyiladi. Trigonometriyada transtendent tenglamada qatnashayotgan o'zgaruvchilar ustida trigonometrik va teskari trigonometrik amallar qatnashsa, u holda bunday tenglamalarni trigonometrik tenglamalar deb qaraladi. Har qanday trigonometrik tenglamalarni yechish eng sodda trigonometrik tenglamalarni yechishga keltiriladi. Bular quyidagilardir:

$$\sin x = a, \quad \cos x = a, \quad \operatorname{tg} x = a, \quad \operatorname{ctg} x = a.$$

Tenglamalar yechish jarayonida ba'zi bir shakl almashtirishlar bajariladi. Agar bunday almashtirishlar tenglamalarning teng kuchlililigiga doir teoremlarga asoslangan bo'lsa, u holda hosil bo'lgan tenglamaning yechimi bo'ladi. Aks holda yechimlar tekshirilishi kerak. Trigonometrik funksiyalarning aniq bir qiymatini beradigan argumentning qiymati cheksiz ko'p bo'lganligi uchun tenglamaning bir xususiy yechimini olgandan so'ng umumiy yechim formulasini hosil qilish mumkin.

Algebraik tenglamalarga keltiriladigan tenglamalar. Bunday turga

$$f(\sin x) = 0, \quad f(\cos x) = 0, \quad f(\operatorname{tg} x) = 0, \quad f(\operatorname{ctg} x) = 0$$

ko'rinishdagi tenglamalar kiradi. Bu yerda

$$f(\sin x) = 0 \sim \begin{cases} t = \sin x \\ f(t) = 0 \end{cases} \sim \{\sin x = t_1 \cup \sin x = t_2 \cup \dots \cup \sin x = t_n\}$$

belgilash kiritish bilan (agar $f(t) = 0$ tenglama $t_1, t_2, \dots, t_n$ ildizlarga ega bo'lsa) hosil bo'lgan sodda tenglamalar yechilib, berilgan tenglama ildizlari hosil qilinadi.

$\sin x$ va $\cos x$ ga nisbatan bir jinsli bo'lgan tenglamalar.

$$a_0(\sin x)^n + a_1(\sin x)^{n-1}\cos x + \dots + a_{n-1}\sin x(\cos x)^{n-1} + a_n(\cos x)^n = 0 \quad (4)$$

ko'rinishidagi tenglama (bunda $a_i \in \mathbb{R}, i = \overline{1, n}$) $\sin x, \cos x$ ga nisbatan bir jinsli tenglama deb ataladi.

Agar $a_0 = 0$ bo'lsa, $\cos x = 0$, $x_i = \frac{\pi}{2} + \pi n$, $n \in \mathbb{N}$ sonlar berilgan tenglamani qanoatlantiradi.

Agar $a_0 \neq 0$ bo'lsa, $\cos x \neq 0$, berilgan tenglama

$$a_0(\operatorname{tg} x)^n + a_1(\operatorname{tg} x)^{n-1} + \dots + a_{n-1}\operatorname{tg} x + a_n = 0 \quad (5)$$

Yordamchi burchak kiritish usuli bilan yechiladigan tenglamalar. $a \sin x + b \cos x = c$ ko'rinishidagi tenglamani yordamchi burchak kiritish bilan yechaylik, bunda $a, b, c \neq 0$. Unga ko'ra,

$$a \sin x + b \cos x = c \sim \sin(x + \varphi) = \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a}.$$

Agar $\left| \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right| \leq 1$ yoki $c^2 \leq a^2 + b^2$ shart o'rinli bo'lsa, u holda berilgan tenglamaning yechimi:

$$x = -\varphi + (-1)^n \operatorname{arcsin} \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}} + \pi n, \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a}, n \in \mathbb{N}.$$

Agar $c^2 > a^2 + b^2$ bo'lsa, yechimi $\emptyset$.

Misol. $3 \sin \frac{x}{2} + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} = 3$ tenglamani yeching.

Yechish.

$$3 \sin \frac{x}{2} + \sqrt{3} \cos \frac{x}{2} = 3 \sim \sin \left(\frac{x}{2} + \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{3}}{3} \right) = \frac{3}{\sqrt{9+3}} \sim \sin \left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{6} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \sim \frac{x}{2} + \frac{\pi}{6} = (-1)^k \frac{\pi}{3} + \pi k \sim \begin{cases} k = 2n, x = \frac{\pi}{3} + 4\pi n \\ k = 2n + 1, x = \pi + 4\pi n. \end{cases}$$

Javob. $\{\pi + 4\pi n, n \in \mathbb{Z}\} \cup \{\frac{\pi}{3} + 4\pi n, n \in \mathbb{Z}\}$.

Ratsional almashtirish usuli bilan yechiladigan tenglamalar. $a \sin x + b \cos x = c$ tenglamada

$$\sin x = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{x}{2}}{1 + \left(\operatorname{tg} \frac{x}{2} \right)^2}$$

va

$$\cos x = \frac{1 - \left(\operatorname{tg} \frac{x}{2}\right)^2}{1 + \left(\operatorname{tg} \frac{x}{2}\right)^2}$$

almashtirish bajarib, $\operatorname{tg} \frac{x}{2}$ ga nisbatan kvadrat tenglamaga ega bo'lamiz. Bu yerda, agar $c = -b$ bo'lsa, u holda

$$x \in \left\{ -2\operatorname{arctg} \frac{b}{a} + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z} \right\} \cup \{ \pi + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z} \}.$$

Agar $c = -b$, $c^2 \leq a^2 + b^2$ bo'lsa, u holda

$$x \in \left\{ \operatorname{arctg} \frac{a \pm \sqrt{a^2 + b^2 - c^2}}{b + c} + 2\pi l, \quad l \in \mathbb{Z} \right\},$$

$a^2 + b^2 - c^2$ bo'lsa, $x \in \emptyset$.

Misol. $\sin x + 7\cos x = 5$ tenglamani yeching.

Yechish.

$$\sin x + 7\cos x = 5 \Rightarrow \begin{cases} \sin x = \frac{2t}{1+t^2}; \cos x = \frac{1-t^2}{1+t^2} \\ \operatorname{tg} \frac{x}{2} = t; 12t^2 - 2t - 2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \operatorname{tg} \frac{x}{2} = t \\ 6t^2 - t - 1 = 0 \end{cases}.$$

$$\operatorname{tg} \frac{x}{2} = \frac{1}{2} \cup \operatorname{tg} \frac{x}{2} = -\frac{1}{3} \Rightarrow x = 2\operatorname{arctg} \frac{1}{2} + 2\pi n \cup x = -2\operatorname{arctg} \frac{1}{3} + 2\pi n.$$

$$\text{Javob. } \left\{ 2\operatorname{arctg} \frac{1}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z} \right\} \cup \left\{ -2\operatorname{arctg} \frac{1}{3} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z} \right\}.$$

Ko'paytuvchilarga ajratish usuli bilan yechiladigan tenglamalar. $f(x) = 0$ ko'rinishdagi trigonometrik tenglama qandaydir usul bilan $f_1(x)f_2(x)f_3(x)\dots f_n(x) = 0$ ko'rinishda keltirilgan bo'lsin. Agar $f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots, f_n(x)$ lar qandaydir M to'plamda aniqlangan bo'lsa, u holda shu M to'plamda $f_1(x)f_2(x)f_3(x)\dots f_n(x) = 0$ tenglama

$$f_1(x) = 0 \cup f_2(x) = 0 \cup \dots \cup f_n(x) = 0$$

tenglama bilan teng kuchli bo'ladi.

Berilgan tenglamani ko'paytma holiga keltirish uchun algebraning ma'lum teoremlaridan foydalaniladi.

Misol. $\operatorname{tg} x \operatorname{ctg} 2x \sin 3x = 0$ tenglamani yeching.

Yechish.

$$\operatorname{tg} x \operatorname{ctg} 2x \sin 3x = 0 \Leftrightarrow \operatorname{tg} x = 0 \cap \cos x \neq 0 \cup \operatorname{ctg} 2x = 0 \cap \sin 2x \neq 0 \cup \sin 3x = 0 \Leftrightarrow x = \pi k \cup x = \frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2} \cup x = \frac{m\pi}{3} \cup x \neq \frac{l\pi}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2} \cup x = \frac{m\pi}{3} \cap \frac{l\pi}{2} \neq \frac{m\pi}{3} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow x = \frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2} \cup x = (3t+1)\frac{\pi}{3} \cup x = (3t-1)\frac{\pi}{3}.$$

$$\text{Javob. } \left\{ \frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2}, k \in \mathbb{Z} \right\} \cup \left\{ \pm \frac{\pi}{3} + \pi l, l \in \mathbb{Z} \right\}.$$

Sun'iy usullar bilan yechiladigan tenglamalar. Ayrim trigonometrik tenglamalarni yuqorida ko'rib o'tilgan usullar yoki oddiy shakl almashtirishlar yordamida sodda trigonometrik tenglama ko'rinishiga keltirib bo'lmaydi. Shuning uchu ularning har biriga alohida yechish usulini tanlash lozim bo'ladi. Quyida ularga namunalar keltiramiz.

- Almashtirish kiritib yechiladigan tanglamalar.

$$\sin x \pm \cos x = t; \sin x + \cos x = t \Leftrightarrow \sin 2x = t^2 - 1; \sin x - \cos x = t \Leftrightarrow \sin 2x = 1 - t^2.$$

Misol. $2(\sin x + \cos x) + \sin 2x + 1 = 0$ tenglamani yeching.

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

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \sin x + \cos x = t \\ 2t + (t^2 - 1) + 1 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sin x + \cos x = t \\ t^2 + 2t = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \sin x + \cos x = t \\ t_1 = 0 \cup t_2 = -2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \sin x + \cos x = 0 \cup \sin x + \cos x \neq -2 \Leftrightarrow x = -\frac{\pi}{4} + \pi n \cup \emptyset.$$

Javob. $\left\{-\frac{\pi}{4} + \pi n, n \in \mathbb{Z}\right\}.$

- Chap va o'ng qismlarini baholash yo'li bilan yechiladigan tenglamalar.

Misol. $3(\cos x)^8 + 2(\sin x)^5 = 5$ tenglamani yeching.

Yechish. $|\sin x| \leq 1$ va $|\cos x| \leq 1$ dan foydalanib, quyidagilarni yozish mumkin:

$$3(\cos x)^8 + 2(\sin x)^5 \leq 3|\cos x|^8 + 2|\sin x|^5 \leq 5.$$

Bu yerda tenglik belgisi $\sin x = 1$ va $\cos x = 1$ bo'lgandagina o'rinli bo'lishi mumkin. Bu esa mumki emas, chunki $(\cos x)^2 + (\sin x)^2 = 1$. Demak, berilgan tenglama yechimga ega emas.

Trigonometrik tenglamalarni yechish jarayonida odatda trigonometrik amal bajarishga to'g'ri keladi. Buning natijasida transcendent tenglama ratsional tenglamaga keltiriladi. Bu esa aniqlanish sohasining kengayishiga olib keladi. Ravshanki bunda chet ildzlar paydi bo'lishi mumkin. Demak, tenglama yechilgandan so'ng albatta yechimlar ustida tekshirish o'tkazish kerak. Trigonometrik tengsizliklarni yechish tenglamalarni yechishdan oz farq qiladi. Va barcha tengsizliklar oqibatda quyidagi eng sodda trigonometrik tengsizliklarni yechishga keltiriladi:

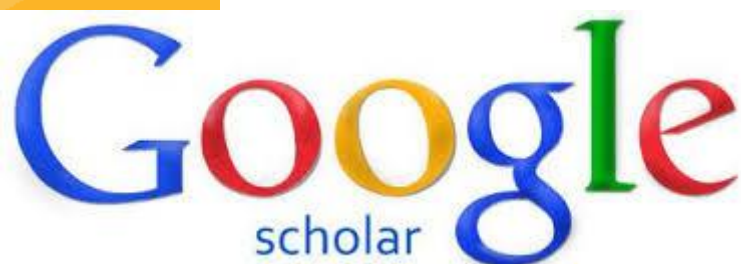
$$\begin{aligned} \sin x > a, \quad \sin x \geq a, \quad \sin x < a, \quad \sin x \leq a, \quad \cos x > a, \quad \cos x \geq a, \quad \cos x < a, \\ \cos x \leq a, \quad \operatorname{tg} x > a, \dots \end{aligned}$$

Bu yerda a berilgan son.

Xulosa. Keltirilgan trigonometrik funksiyalar xossalari grafiklari hamda sodda trigonometrik tenglamaning yechimini topish formulalaridan foydalanib, sodda trigonometrik tengsizliklarning yechimini topish jadvalidan foydalanib topiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Xayitova X. Chiziqli tenglamalarni o'qitishda «aqliy hujum» va «kichik guruhlarda ishlash» metodlaridan foydalanish // *Центр научных публикаций (buxdu. uz)*. – 2021. – Т. 8. – №. 8.
2. Gafurovna K. K. Some applications of the derivative of a function // *Лучшие интеллектуальные исследования*. – 2024. – Т. 19. – №. 3. – С. 7-12.
3. G'afurovna X. X. et al. Olmos panjaradagi diskret shryodinger operatorining spektri // *Journal of new century innovations*. – 2023. – Т. 29. – №. 2. – С. 120-125.
4. Xayitova X. Funksional tenglamalar yechishning ayrim metodlari // *Центр научных публикаций (buxdu. uz)*. – 2024. – Т. 45. – №. 45.
5. Xayitova X. Tanlash usuli bilan kombinatorika masalalarni yechish metodikasi: tanlash usuli bilan kombinatorika masalalarni yechish metodikasi // *Центр научных публикаций (buxdu. uz)*. – 2022. – Т. 25. – №. 25.
6. Хайитова Х.Г. Использование эвристического метода при объяснении темы «Непрерывные линейные операторы» по предмету «Функциональный анализ» // *Вестник науки и образования*. 94:16, 2020. Часть 2. С. 25-28.
7. Хайитова Х.Г. Преимущества использования метода анализа при изучении темы «Непрерывные функции» по предмету «Математический анализ» // *Проблемы педагогики*, 2021 № 2(53). С. 46-49.
8. Xayitova X.G., Ramazonova Sh.Sh., Panjaradagi ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega bilaplasian operatorining spektri va rezolventasi. // *Science and education*. Vol. 3 No. 3 (2022), 55-64.
9. Хайитова Х.Г., О числе собственных значений модели Фридрихса с двухмерным возмущением. *Наука, техника и образование*. 2020. № 8 (72), 5-8.
10. Хайитова Х.Г., «Преимущества использования метода научного исследования при решении задач комбинаторики» *Научный импульс №10(100)*. Часть 2, Москва 2023 г.



**"SCIENTIFIC REPORTS
OF BUKHARA STATE
UNIVERSITY"**

The journal was composed
in the Editorial and
Publishing Department of
Bukhara State University.

Editorial address:

Bukhara, 200117
Bukhara State University, main
building, 2nd floor, room 219.
Editorial and Publishing
Department.
[https://buxdu.uz/32-buxoro-
davlat-universiteti-ilmiy-
axboroti/131/131-buxoro-davlat-
universiteti-ilmiy-axboroti/](https://buxdu.uz/32-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/131/131-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/)
e-mail:
nashriyot_buxdu@buxdu.uz

Printing was permitted
28.03.2025 y. Paper format
60x84,1/8. Printed in express
printing method. Conditional
printing plate – 35,30.
Circulation 70. Order № 30.
Price is negotiable.

Published in the printing house
"BUKHARAHAMD PRINT" LLC
Address: Bukhara, Hofiz tanish
Bukhari street, 190 B-house