UO‘K 371.3

TENGLAMA VA TENGSIZLIKLARNI YECHISHDA FUNKSIYANING BA’ZI BIR XOSSALARIDAN FOYDALANISH

A. Axlimirzayev, Z.T. Rustamova

Maqolada umumiy o‘rta ta’lim maktablari va akademik litseylar matematika kursida uchraydigan ba’zi bir tenglama va tengsizliklarni yechishda asosan ko‘paytuvchilarga ajratish, ko‘phadlar uchun mavjud teoremalardan foydalanib, tenglamaning darajasini ketma-ket pasaytirish usullarini qo‘llash mumkinligi misollar bilan yoritib berilgan. Ba’zi bir tenglama va tengsizliklarni yechishda an’anaviy usullardan foydalanish murakkab hisoblashlarga olib kelishi, ammo bunday hollarda funksiyaning monotonlik va chegaralanganlik xossalaridan foydalanish ancha qulay ekanligi misollar yordamida bayon qilingan.

Kalit so‘**zlar:** *tenglama, algebraik tenglama, chiziqli tenglama, kvadrat tenglama, bikvadrat tenglama, monoton funksiya, tengsizlik.*

В статье указывается на то, что не существует общих методов решения некоторых уравнений и неравенств, встречающихся в курсе математики общеобразовательных средних школ и академических лицеев, и, что при решении их можно делить на множители, а также применять методы последовательного понижения уровня уравнения с использованием существующих теорем для многочленов. Кроме того, на примерах показано, что использование традиционных методов решения некоторых уравнений и неравенств приводит к сложным вычислениям, но в таких случаях удобнее использовать свойства монотонности и ограниченности функции.

Ключевые слова*: уравнение, алгебраическое уравнение, линейное уравнение, квадратное уравнение, биквадратное уравнение, монотонная функция, неравенство.*

Ma’lumki, tenglama va tengsizlik tushunchalari matematikaning muhim tushunchalaridan hisoblanadi va ular amaliyotdagi ko‘plab masalalarning matematik modelidan iborat [1. B. 27]. Shuning uchun ham umumiy o‘rta ta’lim maktablarida tenglama va tengsizliklarni o‘qitishga alohida ahamiyat berilishi kerak. Qo‘yilgan bu vazifani amalga oshirish maqsadida bugungi kunda tenglama va tengsizliklar umumiy o‘rta ta’lim maktablarining birinchi sinfidan boshlaboq o‘qitilmoqda.

Maktab matematika kursida o‘rganiladigan ba’zi bir tenglama va tengsizliklarni yechishning umumiy usullari mavjud bo‘lsa, ba’zi birlarini yechishning umumiy usullari mavjud emas [2. B. 283]. Masalan, algebraik tenglama va tengsizliklar sinfiga tegishli bo‘lgan chiziqli tenglama va tengsizlik, kvadrat tenglama va tengsizlik hamda bikvadrat tenglama va tengsizliklarni yechishning umumiy usullari mavjud. Ammo

$$a_0x^n + a_1x^{n-1} + \cdots + a_{n-1}x + a_n = 0,$$
$$a_0x^n + a_1x^{n-1} + \cdots + a_{n-1}x + + a_n > 0 \quad (<, \quad \geq, \quad \leq) \quad (n \geq 3)$$

ko‘rinishidagi tenglama va tengsizliklarni yechishning umumiy usullari mavjud emas. Bunday ko‘rinishdagi tenglama va tengsizliklarni yechishda ko‘pincha uning chap tomonini ko‘paytuvchilarga

ajratishga harakat qilinadi. Ammo bu doimo oson bo‘lavermaydi. Bunday hollarda berilgan tenglama yoki tengsizliklarni yechishda funksiyaning ba’zi bir xossalaridan, jumladan, monotonlik va chegaralanganlik xossalaridan foydalanish mumkin. Fikrimizning dalili sifatida quyidagi misollarni keltiramiz:

1-misol. $7x^7 + x^5 + 11x^3 + x + 20 = 0$ tenglama yechilsin.

Yechish. Berilgan tenglama yettinchi darajali algebraik tenglamadir. Bu tenglama toq darajali tenglama bo‘lganligi uchun uning ildizi musbat son bo‘la olmasligi ravshan. Tanlash usuli bilan $x = -1$ berilgan tenglamaning ildizlaridan biri ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Haqiqatan ham,

$$7 \cdot (-1)^7 + (-1)^5 + 11 \cdot (-1)^3 + (-1) + 20 = -7 - 1 - 11 - 1 + 20 = \\ = -20 + 20 = 0.$$

Bezu teoremasidan foydalanamiz, ya’ni berilgan tenglamaning chap tomonini $x + 1$ ifodaga bo‘lamiz va natijada berilgan tenglamaga teng kuchli bo‘lgan quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$(x + 1)(7x^6 - 7x^5 + 8x^4 - 8x^3 + 19x^2 - 19x + 20) = 0.$$

Bu tenglama o‘z vaqtida quyidagi ikkita tenglamaga teng kuchli:

$$x + 1 = 0 \text{ va } 7x^6 - 7x^5 + 8x^4 - 8x^3 + 19x^2 - 19x + 20 = 0$$

Bu tenglamalarning birinchisidan $x = -1$ ni yuqorida topganmiz. Lekin ikkinchi tenglamani yechish ancha murakkab. Shuning uchun berilgan tenglamani yechishda noan’anaviy usullardan foydalanishga to‘g‘ri keladi. Bu tenglamani yechishda quyidagi teoremadan foydalanish qulaydir.

Teorema: Agar $y = f(x)$ funksiya biror (a, b) oraliqda monoton bo‘lsa, u holda $f(x) = k$ ko‘rinishdagi tenglama bu oraliqda bittadan ortiq ildizga ega bo‘lmaydi.

Tanlash usuli bilan $x = -1$ berilgan tenglamaning ildizi ekanligini yuqorida aniqladik. Endi tenglama $x = -1$ dan farqli ildizlarga ega emasligini ko‘rsatishimiz kerak. Buning uchun $f(x) = 7x^7 + x^5 + 11x^3 + x + 20$ funksiyani qaraymiz. Bu funksiya R da aniqlangan va unda monoton o‘suvchidir. Shuning uchun yuqoridagi teoremaga asosan berilgan tenglama bittadan ortiq ildizga ega emas. U ildiz $x = -1$ bo‘lib, uni yuqorida topganmiz.

Javob: -1.

2-misol. $3\sqrt{x+1} - \sqrt[4]{19-x} = 4$ tenglama yechilsin.

Yechish. Berilgan tenglama irratsional tenglama bo‘lib, uni an’anaviy usullardan hisoblangan darajaga ko‘tarish usuli bilan yechish ancha murakkab [3. B. 57]. Shuning uchun bu tenglamani yechishda ham funksiyaning monotonlik xossasidan foydalanishga harakat qilamiz. Buning uchun dastlab uning aniqlanish sohasini topamiz. U quyidagi sistemaning yechimidan iborat:

$$\begin{cases} x + 1 \geq 0, \\ 19 - x \geq 0, \end{cases} \quad ; \quad \begin{cases} x \geq -1, \\ x \leq 19. \end{cases} \quad ; \quad -1 \leq x \leq 19$$

Tanlash usuli bilan berilgan tenglamaning [-1; 19] dagi ildizi $x = 3$ dan iborat ekanligini topamiz. Haqiqatan ham,

$$3\sqrt{x+1} - \sqrt[4]{19-x} = 3 \cdot \sqrt{3+1} - \sqrt[4]{19-3} = 3 \cdot 2 - 2 = 6 - 2 = 4, \quad 4 = 4.$$

$$y = 3\sqrt{x+4} - \sqrt[4]{19-x}$$

funksiyani qaraymiz. Bu funksiya o‘zining aniqlanish sohasi [-1; 19] da o‘suvchidir. Shuning uchun ham berilgan tenglama bittadan ortiq ildizga ega emas. Uni yuqorida topganmiz.

Javob: 3.

3-misol. $\log_2(x - 3) = 9 - x$ tenglama yechilsin.

Yechish. Berilgan tenglamani yechishda quyidagi teoremadan foydalanamiz.

Teorema: Agar $f(x) = \varphi(x)$ tenglamaning chap tomoni o'suvchi, o'ng tomoni kamayuvchi funksiyadan iborat bo'lsa, u holda berilgan tenglama faqat bitta ildizga ega bo'ladi.

Tanlash usuli bilan $x = 7$ berilgan tenglamaning ildizi ekanligini aniqlaymiz. Haqiqatan ham,

$$\log_2(x-3) = 9 - x,\ \log_2(7-3) = 9-7,\ \log_2 4 = 2,\ 2 = 2.$$

Berilgan tenglamaning chap tomoni $(3; +\infty)$ da o'suvchi, o'ng tomoni esa haqiqiy sonlar to'plamida kamayuvchi. Demak, bu holda yuqoridagi teoremaga asosan berilgan tenglama faqat bitta ildizga ega bo'ladi. Bu $x = 7$ dan iborat.

Javob: 7.

4-misol: $3^{x-5} = \sqrt{6-x}$ tenglama yechilsin.

Yechish. Tanlash usuli bilan $x = 5$ tenglamaning ildizi ekanligini aniqlaymiz. Haqiqatan ham,

$$3^{x-5} = \sqrt{6-x},\ 3^{5-5} = \sqrt{6-5},\ 3^0 = \sqrt{1},\ 1 = 1.$$

Endi $f(x) = 3^{x-5}$ va $\varphi(x) = \sqrt{6-x}$ funksiyalarni qaraymiz. $f(x) = 3^{x-5}$ funksiya barcha haqiqiy sonlar to'plamida o'suvchi (3>1 bo'lgani uchun $\varphi(x) = \sqrt{6-x}$ funksiya esa $(-\infty; 6)$ da kamayuvchidir. Demak, yuqoridagi teoremaga asosan berilgan tenglama faqat bitta ildizga ega. Bu $x = 5$ dan iborat.

Javob: 5.

Ba'zi bir tenglamalarni yechishda funksiyaning chegaralanganlik xossasidan foydalaniladi. Bunga quyidagi misolni keltiramiz:

5-misol: $(x^2+2x+2)^4 + (x^2+2x+4)^2 = 10$ tenglama yechilsin.

Yechish. Berilgan tenglamani yechishda $(x^2+2x+2)^4 = (x^2+2x+1++1)^4 = [(x+1)^2+1]^4$ va $(x^2+2x+4)^2 = (x^2+2x+1+3)^2 = [(x+1)^2+3]$ tengliklardan foydalanamiz. U holda quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$[(x+1)^2+1]^4 + [(x+1)^2+3]^2 = 10.$$

$(x+1)^2 \geq 0$ bo'lgani uchun $[(x+1)^2+1] \geq 1$ va $[(x+1)^2+3] \geq 3$ hamda $[(x+1)^2+1]^4 \geq 1$ va $[(x+1)^2+3]^2 \geq 9$ lar o'rinlidir. Bulardan $[(x+1)^2+1]^4 + [(x+1)^2+3]^2 \geq 1+9$ yoki $[(x+1)^2+1]^4 ++ [(x+1)^2+3]^2 \geq 10$

Tenglamaning chap tomoni 10 ga teng bo'lishi kerak edi. Bu esa

$$\begin{cases}(x+1)^2+1=1,\\(x+1)^2+3=3.\end{cases}$$

bo'lganda, ya'ni $x = -1$ bo'lganda bajariladi.

Javob: -1.

Bu tenglamani yechishda yordamchi noma'lum kiritish usulidan foydalanish mumkin edi. Ya'ni $u = x^2+2x+2$, $v = x^2+2x+4$ deb olsak, $u^4 + v^4 = 10$ va $u - v = -2$ larga ega bo'lar edik. Bulardan esa $\begin{cases}u^4+v^4=10\\u-v=-2\end{cases}$ sistemani hosil qilar edik. Bu sistemani yechish ancha ko'p vaqtni talab qiladi. Shuning uchun yuqoridagi usul qulaydir.

6-misol: $\sqrt{16-(4x+5)^2} = 4 + \cos^2\frac{2\pi x}{5}$ tenglama yechilsin.

Yechish. Berilgan tenglama aralash turdagi tenglamadir. Chunki uning chap tomonida irratsional funksiya, o'ng tomonida esa trigonometrik funksiya qatnashmoqda. Shuning uchun ham bunday tenglamani yechishning umumiy usuli mavjud emas. Bu tenglamani yechish uchun

$f(x) = \sqrt{16 - (4x+5)^2}$ va $\varphi(x) = 4 + \cos^2 \frac{2\pi x}{5}$ belgilashlar qilamiz. $f(x)$ funksiya o‘zining aniqlanish sohasida 4 dan katta emas. Chunki $4x + 5 = 0$ yoki $x = -1{,}25$ bo‘lganda $f(x) = 4$ bo‘ladi. Bu funksiyaning eng katta qiymatidir.

$0 \le \cos^2 \frac{2\pi x}{5} \le 1$ bo‘lgani uchun $\varphi(x) = 4 + \cos^2 \frac{2\pi x}{5}$ funksiyaning eng kichik qiymati 4 ga teng.

$f_{eng\ katta}(-1{,}25) = \varphi_{eng\ kichik}(-1{,}25) = 4$ bo‘lgani uchun berilgan tenglamaning ildizi $x = -1{,}25$ ga teng va u yagona.

Javob: -1,25.

7-misol: $\log_2(x2 - 4x + 8) = 1 + \sin(x - 2)$ tenglama yechilsin.

Yechish. Berilgan tenglamaning chap tomoni logarifmik funksiyadan, o‘ng tomoni esa trigonometrik funksiya bilan o‘zgarmas sonning yig‘indisidan iborat. Demak, berilgan tenglama logarifmik tenglama ham emas va trigonometrik tenglama ham emas. Odatda bunday tenglamalarni aralash tipdagi tenglamalar deyiladi va ularni yechishning umumiy usullari mavjud emas. Bunday tenglamalarni yechishda funksiyaning chegaralanganlik xossasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

$|\sin(x-2)| \le 1$, ya’ni $-1 \le \sin(x-2) \le 1$ bo‘lganligi uchun $0 \le 1 + \sin(x-2) \le 2$ bo‘ladi. Bundan esa $0 \le \log_2(x^2 - 4x + 8) \le 2$ yoki $1 \le x^2 - 4x + 8 \le 4$ qo‘sh tengsizlik kelib chiqadi. Bu qo‘sh tengsizlik quyidagi sistemaga teng kuchli:

$$\begin{cases} x^2 - 4x + 8 \ge 1, \\ x^2 - 4x + 8 \le 4. \end{cases} ; \quad \begin{cases} x^2 - 4x + 7 \ge 0, \\ x^2 - 4x + 4 \le 0. \end{cases} ; \quad \begin{cases} x^2 - 4x + 7 \ge 0, \\ (x-2)^2 \le 0. \end{cases} ; \quad x = 2.$$

Tekshirib ko‘rib, $x = 2$ berilgan tenglamani qanoatlantirishini ko‘rish mumkin.

Javob: 2.

8-misol: $x \log_2(x+1) = \log_{\frac{1}{3}} x + 7$ tenglama yechilsin.

Yechish. Tenglamaning aniqlanish sohasi $x > 0$ dan iborat. Tanlash usuli bilan $x = 3$ berilgan tenglamaning ildizi ekanligini aniqlaymiz. Haqiqatan ham,

$$3\log_2(3+1) = 3 \cdot \log_2 4 = 3 \cdot 2 = 6 ; \quad \log_{\frac{1}{3}} 3 + 7 = -1 + 7 = 6.$$

Endi biz berilgan tenglama $x = 3$ dan boshqa yechimga ega emasligini ko‘rsatishimiz kerak. Buning uchun $y_1 = x\log_2(x+1)$ va $y_2 = \log_{\frac{1}{3}} x + 7$ funksiyalarni qaraymiz. y_1 funksiya o‘zining aniqlanish sohasida qat’iy o‘suvchi, y_2 funksiya esa qat’iy kamayuvchi. Bunday holda $y_1 = y_2$ tenglama faqat bitta yechimga ega bo‘ladi. Uni yuqorida topdik.

Javob: 3.

9-misol: $\sqrt{x+2} + 3\sqrt{x-1} + \sqrt{3x-2} + \sqrt{5x-1} = 10$ tenglama yechilsin.

Yechish. Tenglamaning aniqlanish sohasi quyidagi sistemaning yechimidan iborat:

$$\begin{cases} x + 2 \ge 0, \\ x - 1 \ge 0, \\ 3x - 2 \ge 0, \\ 5x - 1 \ge 0, \end{cases} ; \quad \begin{cases} x \ge -2, \\ x \ge 1, \\ x \ge \frac{2}{3}, \\ x \ge \frac{1}{5}. \end{cases} ; \quad x \ge 1$$

Demak, tenglamaning aniqlanish sohasi $[1; +\infty]$ dan iborat. Shunday qilib, berilgan tenglamaning chap tomoni o‘zining aniqlanish sohasida o‘suvchi, o‘ng tomoni esa o‘zgarmas son. Bu holda tenglama yechimga ega bo‘lsa, u yagona bo‘ladi. Haqiqatan ham,

$$\sqrt{2+2}+3\sqrt{2-1}+\sqrt{3\cdot 2-2}+\sqrt{5\cdot 2-1}=2+3+2+3=10,$$

demak, $10=10$.

Javob: 2.

10-misol. $\sqrt{2x-1}+\sqrt[3]{x}=\sqrt[4]{17-x}$ tenglama yechilsin.

Yechish. Tenglamaning aniqlanish sohasi $\begin{cases}2x-1\geq 0,\\ 17-x\geq 0.\end{cases}$; $\begin{cases}x\geq \frac{1}{2},\\ x\leq 17.\end{cases}$; $\frac{1}{2}\leq x\leq 17$ dan iborat.

$\left[\frac{1}{2};\ 17\right]$ kesmada tenglamaning chap tomoni qat'iy o'suvchi, o'ng tomoni esa qat'iy kamayuvchi. Demak, ma'lum teoremaga asosan tenglama faqat bitta yechimga ega. Uni tanlash usuli bilan topamiz. U yechim $x=1$ dan iborat. Haqiqatan ham, $\sqrt{2\cdot 1-1}+\sqrt[3]{1}=\sqrt[4]{17-1}$, $1+1=2$, $2=2$.

Javob: 1.

11-misol: $\sqrt[3]{x^2+x+1}+\sqrt{2x+1}=2$ tenglama yechilsin.

Yechish. Tenglamaning aniqlanish sohasi $2x+1\geq 0$ yoki $x\geq -\frac{1}{2}$ dan iborat. $[-0{,}5;+\infty]$ da berilgan tenglamaning chap tomoni qat'iy o'suvchi, o'ng tomoni esa o'zgarmas sondan iborat. Bu holda agar berilgan tenglama yechimga ega bo'lsa, u yagona bo'ladi. Tanlash usuli bilan $x=0$ bu tenglamaning yechimi ekanligini aniqlaymiz. Haqiqatan ham,

$\sqrt[3]{0+0+1}+\sqrt{2\cdot 0+1}=\sqrt[3]{1}+\sqrt{1}=1+1=2$. Demak, $2=2$.

Shunday qilib, berilgan tenglamaning yechimi $x=0$ dan iborat ekan.

Javob: 0.

12-misol: $\sqrt{x-2}>\log_3(2-x)$ tengsizlik yechilsin.

Yechish. Dastlab tengsizlikning aniqlanish sohasini topamiz. U quyidagi sistemaning yechimidan iborat:

$$\begin{cases}x-2\geq 0,\\ 2-x>0.\end{cases}\ ;\quad \begin{cases}x\geq 2,\\ x<2.\end{cases}\ ;\ x\in\emptyset.$$

Demak, berilgan tengsizlik yechimga ega emas.

Javob: ø.

13-misol: $\sqrt{x^2-9}\cdot 3^{2x-5}\geq\sqrt{3-x}\cdot\lg(x-1)$ tengsizlik yechilsin.

Yechish. Dastlab tengsizlikning aniqlanish sohasini topamiz. U quyidagi sistemaning yechimidan iborat:

$$\begin{cases}x^2-9\geq 0,\\ 3-x\geq 0,\\ x-1>0\end{cases}$$

Bu sistemani yechamiz:

$$\begin{cases}x^2-9\geq 0,\\ 3-x\geq 0,\\ x-1>0.\end{cases}\ ;\quad \begin{cases}x^2\geq 9,\\ x\leq 3,\\ x>1.\end{cases}\ ;\quad \begin{cases}x\leq -3,\quad x\geq 3,\\ \qquad x\leq 3,\\ \qquad x>1\end{cases}\ ;\qquad x=3.$$

Berilgan tengsizlikka $x=3$ ni qo'yamiz va quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\sqrt{3^2-9}\cdot 3^{2\cdot 3-5}\geq\sqrt{3-3}\cdot\lg(3-1),\quad 0\cdot 3\geq 0\cdot lg2,\quad 0\geq 0.$$

Demak, $x=3$ berilgan tengsizlikning yechimi ekan.

Javob: 3.

14-misol: $\sqrt{x^2-x-6}+\sqrt{x^2+2x-15}\geq 0$ tengsizlik yechilsin.

Yechish. Dastlab tengsizlikning aniqlanish sohasini topamiz. U quyidagi sistemaning yechimidan iborat:

$$\begin{cases} \sqrt{x^2-x-6}=0, \\ \sqrt{x^2+2x-15}=0; \end{cases} \begin{cases} x^2-x-6=0, \\ x^2+2x-15=0 \end{cases}; \quad \begin{cases} x=-2, \ x=3, \\ x=-5, \ x=3 \end{cases}; \ x=3.$$

Demak, berilgan tengsizlikning chap tomoni o‘zining aniqlanish sohasida doimo musbat. Berilgan tengsizlik bajarilishi uchun uning chap tomonidagi qo‘shiluvchilar bir vaqtda nolga teng bo‘lishi kerak.

$$\begin{cases} \sqrt{x^2-x-6}=0, \\ \sqrt{x^2+2x-15}=0; \end{cases} \begin{cases} x^2-x-6=0, \\ x^2+2x-15=0 \end{cases}; \quad \begin{cases} x=-2, \ x=3, \\ x=-5, \ x=3 \end{cases}; \ x=3.$$

Javob: 3.

15-misol: $(8-x)^{log_2^2(8-x)} \le 2^{3x-4}$ tengsizlik yechilsin

Yechish. Tengsizlikning aniqlanish sohasi $x < 8$ dan iborat. Uni yechish uchun har ikkala qismini 2 asosga ko‘ra logarifmlaymiz:

$$\log_2(8-x)^{log_2^2(8-x)} \le \log_2 2^{3x-4}, \quad log_2^3(8-x) \le \log_2 2^{3x-4},$$
$$log_2^3(8-x) \le 3x-4.$$

Tengsizlikning aniqlanish sohasida, ya’ni $x < 8$ bo‘lganda $y = log_2^3(8-x)$ funksiya kamayuvchi, $y = 3x - 4$ funksiya esa $(-\infty; +\infty)$ da o‘suvchidir. Tanlash usuli bilan $x = 4$ soni $log_2^3(8-x) = 3x-4$ tenglamaning ildizi ekanligini aniqlaymiz. Haqiqatan ham,

$$log_2^3(8-x) = 3x-4, \qquad log_2^3(8-4) = 3\cdot 4-4, log_2^3 4 = 8, \qquad (\log_2 4)^3 = 8, \quad 2^3 = 8,$$
$$8 = 8.$$

Shunday qilib, berilgan tenglamaning yechimi $[4; 8]$ dan iborat ekan.

16-misol: $cosx \ge x^2 + 1$ tengsizlik yechilsin.

Yechish. x ning har qanday qiymatlarida $cosx \ge 1$ va $x^2 + 1 \ge 1$ tengsizliklar o‘rinlidir. Shuning uchun ham berilgan tengsizlik $cosx = x^2 + 1 = 1$ bo‘lganda, ya’ni $x = 0$ bo‘lganda bajariladi.

Javob: 0.

Shunday qilib, biz ushbu maqolada an’anaviy usullar bilan yechish ancha qiyin yoki murakkab almashtirishlarni talab qiladigan ba’zi bir tenglamalarni yechishda funksiyaning monotonlik va chegaralanganlik xossalaridan qanday foydalanish mumkinligini yetarlicha misollar yordamida yoritdik. Bunday tenglamalarni yechish jarayonida o‘quvchilarda ijodiy fikrlash qobiliyatlari yanada rivojlanadi va natijada matematik ta’lim yanada samarali bo‘ladi. Shuning uchun ham dars jarayonida va mustaqil ishlarni tashkil qilishda bunday tenglamalarni o‘rganishga katta ahamiyat qaratish kerak.

Adabiyotlar:

1. *Barakayev M., Shamshiyev A., G‘oyibnazarova G., O‘rinov H., Halimov O‘.* Matematika o‘qitish metodikasi. – Toshkent: “O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati” nashriyoti, 2019. – 160 b.

2. *Умирбеков А.У., Шаабзалов Ш.Ш.* Математикани такрорланг. –Тошкент: Ўқитувчи, 1989. – 440 б.

3. *Балаян Э.Н.* Практикум по решению задач. – Ростов-на-Дону: “ФЕНИКС”, 2006. – 120 с.

4.Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 9 июлдаги “Математика таълими ва фанларини янада ривожлантиришни давлат томонидан қўллаб қувватлаш, шунингдек, Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академиясининг В.И.Романовский номидаги математика институти фаолиятини тубдан такомиллаштириш тўғрисида” ги ПҚ-4387-сонли қарори. // Ўзбекис-

тон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси, 2019. 07/19/4387/3397-сон. [Интернет манба]. URL: https://lex.uz/docs/4409503 (Мурожаат этилган сана: 02.08.21).

5. *Alixonov S*. Matematika o'qitish metodikasi. – Toshkent: "Tafakkur bo'stoni", 2011. – 385 b.

6. *Литвиненко В.Н., Мордкович А.Г*. Практикум по элементарной математике. – Москва: Просвещение, 1991. – 378 с.

7. *Потапов М.К., Олехник С.Н., Нестеренко Ю.В.* Конкурсные задачи по математике. – Москва: АО "Столетие", 1995. – 544 с.

8. *Толагаков Т.Р., Норматов А.* Математикадан практикум. – Тошкент: Ўқитувчи, 1981. – 300 б.

9. *Слонимская И.С., Слонимский Л.И.* Математика. – Москва: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2011. – 158 с.

10. *Axlimirzayev A, Xaliqov F, Raximberdiyev E, Ashurov D.* Tenglama va tengsizliklar. – Andijon: "Andijon nashriyot-matbaa" MChJ, 2016. – 132 b.

USING SOME PROPERTIES OF FUNCTIONS IN SOLVING EQUATIONS AND INEQUALITIES

A. Akhlimirzayev[1], Z.T. Rustamova[1]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Pedagogik tadqiqotlar – Scientific Bulletin. Series: Pedagogical Research. 2025. 2(86). 5–12.

[1]Andijan State University, Andijan, 170100, str. University, 129 (Uzbekistan). E-mail: agsu_info@edu.uz

Key words: equation, algebraic equation, linear equation, quadratic equation, biquadratic equation, monotone function, inequality.

In the republic, the basics of mathematical science are taught within the framework of certain courses in accordance with the psychological and pedagogical characteristics of students in accordance with the educational content of educational institutions operating at different stages. The establishment of interrelations, connections and consistency between types of education is carried out on the basis of ensuring continuity between subjects, chapters, topics, and educational material. Thus, ensuring continuity between courses covering the basics of mathematical science, the choice of educational material in accordance with the age characteristics of students in educational institutions of various levels, their placement based on a certain logical sequence, interdisciplinarity and consistency, poses the problem of achieving the leading position of the principle of continuity in the educational process and pedagogical justification of this situation. There is such a class of equations and inequalities that the available knowledge and skills will not be enough to solve them, that is, they cannot be solved in the traditional way. The application of function properties becomes important when solving such problems. This article provides information about using the monotonicity property of a function when solving inequalities.In this article, it is pointed out that there are no general methods used to solve some equations and inequalities found in the mathematics course of general secondary schools and academic lyceums, and it is explained with the help of enough examples that it is possible to divide them into multipliers in solving them, and to apply the methods of

successively reducing the level of the equation using existing theorems for polynomials. In addition, the article explains with the help of examples that the use of traditional methods for solving some equations and inequalities leads to complex calculations, but in such cases it is more convenient to use the properties of monotonicity and boundedness of the function. In this article, we have illustrated through ample examples how the properties of monotonicity and boundedness of a function can be utilized to solve certain equations that are challenging to solve using traditional methods or require complex substitutions. The process of solving such equations further develops students' creative thinking abilities, consequently making mathematical education more effective. Therefore, it is crucial to place great emphasis on studying these types of equations during lessons and when organizing independent work.

References:

1. Barakayev, M., Shamshiyev. A., G'oyibnazarova, G., O'rinov, H., Halimov, O'. (2019) *Matematika o'qitish metodikasi* [Mathematics teaching methodology]. Tashkent: "O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati" nashriyoti.

2. Umirbekov, A.U., Shaabzalov, Sh.Sh. (1989) *Matematikani takrorlang* [Repeat the math]. Tashkent: O'qituvchi.

3. Balayan, E.N. (2006) *Praktikum po resheniyu zadach* [Problem solving workshop]. Rostov-na-Donu: "FENIKS.

4. (2019) O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 9-iyuldagi "Matematika ta'limi va fanlarini yanada rivojlan-tirishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining V.I.Romanovskiy nomidagi matematika instituti faoliyatini tubdan takomillashtirish to'g'risida"gi PQ-4387-sonli qarori [Presidential Decree of July 9, 2019 'State support for further development of mathematical edu-cation and science; Decision No. PP-4387 "On radical improvement of the activity of the Romanovsky Institute of Mathematics']. O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi [National Database of Legislation of the Republic of Uzbekistan]. 07/19/4387/3397-son. [Online].URL: https://lex.uz/docs/4409503 (Date of Access: 02.08.21)

5. Alixonov, S. (2011) Matematika o'qitish metodikasi [Methods of teaching mathematics]. Tashkent: Tafakkur-bo'stoni.

6. Litvinenko, V.N., Mordkovich, A.G. (1991) *Praktikum po elementarnoj matematike* [Workshop on elementary mathematics]. Moscow: Prosveshchenie.

7. Potapov, M.K., Olekhnik, S.N., Nesterenko, Yu.V. (1995) *Konkursnye zadachi po matematike* [Competition problems in mathematics]. Moscow: AO "Stoletie".

8. Tolagakov, T.R., Normatov, A. (1981) *Matematikadan praktikum* [Mathematics practicum]. Tashkent: O'qituvchi.

9. Slonimskaya, I.S., Slonimskij, L.I. (2011) *Matematika* [Mathematics]. Moscow: AST: Astrel'; Vladimir: VKT.

10. Axlimirzaev, A., Xaliqov, F., Rahimberdiev, E., Ashurov, D. (2016) *Tenglama va tengsizliklar* [Equations and inequalities]. Andijan: "Andijon nashriyot matbaa" MChJ.

Mualliflar haqida ma'lumot:

AXLIMIRZAYEV Ahmadjon – pedagogika fanlari nomzodi, Andijon davlat universiteti Matematika kafedrasi dotsenti. E-mail: a-ahm@mail.ru

RUSTAMOVA Ziyoda Talibdjanovna – ADU Amaliy matematika va mexanika kafedrasi katta o'qituvchisi. E-mail: ziyodarustamova1985@gmail.com