9) $\Delta_{(245)}$ бөлүштүрүүсүнө таандык болгон θ сызыгы f_5^4 бөлүктөп чагылтуусунун квази-кошмок сызыгы болушу үчүн (20) шарт орун алышы зарыл жана жетиштүү;

10) $\Delta_{(135)}$ бөлүштүрүүсүнө таандык болгон μ сызыгы f_5^4 бөлүктөп чагылтуусунун квази-кошмок сызыгы болушу үчүн (21) шарт орун алышы зарыл жана жетиштүү.

Адабияттардын тизмеси:

1. **Рашевский, П.К.** Риманова геометрия и тензорный анализ [Текст] / П.К. Рашевский. – М.: Наука, 1967. – С. 481-482.
2. **Схоутен, И.А.** Введение в новые методы дифференциальной геометрии [Текст] / И.А. Схоутен, Д.Дж. Стройк. – М.: ИЛ, 1948. – Т. 2. – 348 с.
3. **Фиников, С.П.** Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии [Текст] / С.П. Фиников. – М-Л.: Госттехиздат, 1948. – 432 с.
4. **Базылев, В.Т.** О многомерных сетях в евклидовом пространстве [Текст] / В.Т. Базылев // Литовский математический сборник. – 1966. - № 4. – С. 475-491.
5. **Матиева, Г.** Геометрия частичных отображений, сетей и распределений евклидова пространства [Текст]: монография / Г. Матиева. – Ош, 2003. – С. 212-219.
6. **Базылев, В.Т.** О фундаментальных объектах плоских многомерных сетей [Текст] / В.Т. Базылев // Известия ВУЗов Математика. – 1967. – С. 3-11.
7. **Абдуллаева, Ч.Х.** Е6 евклиддик мейкиндигинде ($\left(f_1^5, \Delta_4\right)$ түгөйүнүн квази-кошмок сызыгынын жашашынын зарыл жана жетиштүү шарттары [Текст] / [Ч.Х. Абдуллаева, М.Х. Абдулазизова, Б.Т. Адиева и др.] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2021. - №2. – С. 13- 20.
8. **Абдуллаева, Ч.Х.** Төрт ченемдүү Е4 евклиддик мейкиндикте (f, D3) түгөйүнүн квазикошмок сызыктарынын жашашы жөнүндө [Текст] / [Ч.Х. Абдуллаева, Ч.А. Мустапакулова, Ж. Алимова и др.] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2022. - № 1. – С. 52- 58.
9. **Абдуллаева, Ч.Х.** Необходимое и достаточное условия неподвижности координатных прямых в частичном отображении трехмерного евклидова пространства… [Текст] / [Ч.Х. Абдуллаева, К. Жамшитбек кызы, К. Элчибек уулу] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2019. - №1. – С. 35-40.
10. **Абдуллаева, Ч.Х.** О существовании неподвижных прямых в частичном отображении трехмерного евклидова пространства [Текст] / [Ч.Х. Абдуллаева, К. Жамшитбек кызы, О.М. Кенжаев] // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2019. - №1. – С. 31-35.

DOI:10.54834/16945220_2022_3_39

Поступила в редакцию 20.05.2022 г.

УДК 372.851

Халматов А.А.
к.ф.-м.н., доцент Кыргызско-Узбекского Междун. универ. им. Б.Сыдыкова, Кыргызская Республика
Дадажанова Г.А.
преп. Кыргызско-Узбекского Междун. универ. им. Б.Сыдыкова, Кыргызская Республика
Аббазова К.А.
преп. Кыргызско-Узбекского Междун. универ. им. Б.Сыдыкова, Кыргызская Республика
Сайфиддин к. Н.
магистрант Кыргызско-Узбекского Междун. универ. им. Б. Сыдыкова, Кыргызская Республика

КУРАМЫНДА ЭКИ ЖАНА АНДАН КӨП МОДУЛДУК ТУЮНТМАЛАР КАТЫШКАН МОДУЛДУК ТЕҢДЕМЕЛЕРДИ ЧЕЧИМДЕРИН АНЫКТООНУН АНАЛИЗИ

Макалада курамында эки же андан көп модулдук туюнтмалар катышкан модулдук теңдемелердин чечимин аныктоо каралган. Жооптору аралык көрүнүштө чыгатурган модулдук теңдемелердин чечимин аныктоо жана анализдөө изилдөөнүн предмети болуп саналат. Чечимди аныктоодо үч усул каралган: стандарттык (модулдун эрежеси негизинде), аралыктар усулу жана MathCad математикалык пакеттин графикалык мүмкүнчүлүктөрдон пайдаланып чечимди визиалдаштыруу усулу. Чечимди *стандарттык жол менен аныктоодо 2n та барабарсыздыктардын системасын түзүүгө негизделген, бул жерде n саны модулдук теңдеменин курамындагы модулдардын саны аркылуу аныкталат. Аралыктар усулу модулдук теңдемелердин чечимин аныктоонун ыңгайлуурак усул болуп, себеби анда n+1та теңдеме чыгарылат.Чечимди аныктоонун үчүнчү усулунда MathCad математикалык пакеттин графикалык мүмкүнчүлүктөрүнөн пайдаланылган. Түзүлгөн график аркылуу чечимди аналитикалык жол менен эмес, балким түздөн-түз окуу мүмкүнчүлүгү пайда болот. Каралып жаткан материал жогорку окуу жайлардын математика мугалимдери, студенттерге, мектеп математика мугалимдерине жана Жалпы Республикалык Тестирлөө, Кыргызстан. Бирдиктүү Улуттук Тестирлөө Казакстан, Өзбекистан. Бирдиктүү Мамлекеттик Сынак Россия. Scholastic Assessment Test АКШ жана башка мамлекеттердин сынактарына даярдык көрүп жаткан окуучуларга пайдалуу болуп эсептелинет.*

Негизги сөздөр: *модуль; модулдук теңдеме; барабарсыздык; барабарсыздыктар системасы; MathCad математикалык пакети; жыйынтыктарды визиалдаштыруу.*

АНАЛИЗ НАХОЖДЕНИЯ РЕШЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, КОГДА УРАВНЕНИЕ СОДЕРЖИТ ДВА И БОЛЕЕ МОДУЛЕЙ

В статье рассматривается нахождение решения модульного уравнения, в случаях, когда уравнение содержит два и более модуля. Предметом исследования является получения ответов модульных уравнений в промежутках и его дальнейший анализ. Рассмотрены три способа решения: стандартный по определению модуля, метод интервалов, а также визуализация решения на Mathcad. Стандартный метод основан на построении 2n систем неравенств, где число n определяется количеством модулей. Метод промежутков является более упрощенной формой нахождения решения модульного уравнения, т.к. приходится решать n+1 уравнений. В третьем способе определения решения использован математический пакет MathCad, т.е. его графические возможности. По построенному графику можно будет прочесть решение модульного уравнения, не прибегая к ее аналитическому решению. Использование данного материала будет полезно преподавателям и студентам ВУЗов и СПУЗов, учителям математики средних школ, а также для учеников готовящихся к поступлениям в ВУЗы, через Общереспубликанское тестирование Кыргызстан, Единое Национальное Тестирование Казахстан, Узбекистан, Единный Государственный Экзамен Россия, Scholastic Assessment Test США и других зарубежных стран.

Ключевые слова: *модуль; модульное уравнение; неравенство; система неравенств; математический пакет MathCad; визуализация результатов.*

ANALYSIS OF FINDING A SOLUTION TO MODULAR EQUATIONS WHEN THE EQUATION CONTAINS TWO OR MORE MODULES

The article dedicated to finding a solution to a modular equation, in cases where the equation contains two or more modules. The subject of the research is getting answers to modular equations in intervals and its further analysis. Three methods of solution are considered: standard (by the definition of the module), the method of intervals and visualization of the solution in Mathcad. The standard method is based on the construction of 2n systems of inequalities, where the number n is determined by the number of modules. The method of intervals is a more simplified form of finding a solution to a modular equation, since we have to solve n+1 equations. In the third method of determining the solution, the mathematical package MathCad was used, i.e. its graphical capabilities. According to the plotted graph, it will be possible to read the solution of the modular equation without resorting to its analytical solution. The use of this material will be useful for teachers and students of universities and colleges, teachers of mathematics of secondary schools, as well as for students preparing for admission to universities, through the Republican testing Kyrgyzstan, the Unified National Testing Kazakhstan, Uzbekistan, the Unified State Exam Russia, Scholastic Assessment Test USA and other foreign countries.

Key words: *module; modular equation; inequality; system of inequalities; mathematical package MathCad; visualization of results.*

Маселени коюлушу.

I. Курамында эки же андан көп модулдук туюнтма катышкан модулдук теңдемелерди чечимин аныктоо.

$$|7 - 2x| - |5-3x| = |x+2|$$

II. Колдонулган чыгаруу усулдары боюнча анализ жүргүзүү: алсыз жана күчтүү жактарын аныктоо.

Стандарттык усул.

Модулдун аныктамасы негизинде, модул астындагы туюнтманын мааниси же оң же терс болушу мүмкүн. Ошондуктан, каралуучу барабарсыздыктардын сиситемаларынын саны 2^n та болот, бул жерде n-теңдемеде катышкан модулдук туютмалардын саны.

1-таблица - |7 – 2x| - |5-3x| = |x+2| да каралуу учурлар.

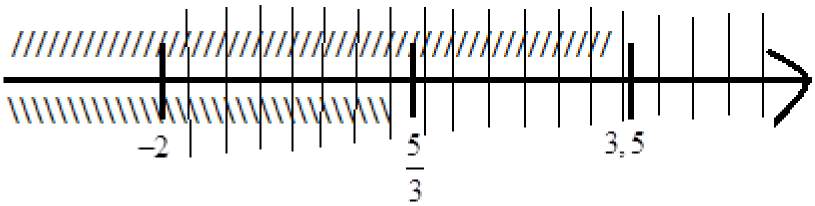
Аныктама боюнча сегиз учур каралат:

	1	2	3	4	5	6	7	8
$7-2x$	+	+	+	+	-	-	-	-
$5-3x$	+	+	-	-	+	+	-	-
$x+2$	+	-	+	-	+	-	+	-

Ар бир учурду карап чыгабыз.

$$1)\quad \begin{cases} 7-2x\ge 0 \\ 5-3x\ge 0 \\ x+2\ge 0 \\ 7-2x-5+3x=x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x\ge -7 \\ -3x\ge -5 \\ x\ge -2 \\ x+2=x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x\le 3,5 \\ x\le \frac{5}{3} \\ x\ge -2 \\ 0=0 \end{cases} \Rightarrow x\in\left[-2;\ \frac{5}{3}\right]$$

Системадагы акыркы теңдеме теңдештикке өткөнүнө байланыштуу, каралып жаткан системадагы барабарсыздыктар чечимге ээ же эместиги текширилет.



1-сүрөт. |7 – 2x| - |5-3x| = |x+2| чечимдердин кесилиши

Чиймеде үч барабарсыздыктар жалпы кесилиши $\left[-2;\ \frac{5}{3}\right]$ аралыкка туура келгендиги үчүн чечим катары $\left[-2;\ \frac{5}{3}\right]$ аралык алынат.

$$2)\quad \begin{cases} 7-2x\ge 0 \\ 5-3x\ge 0 \\ x+2<0 \\ 7-2x-5+3x=-x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x\ge -7 \\ -3x\ge -5 \\ x<-2 \\ x+2=-x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x\le 3,5 \\ x\le \frac{5}{3} \\ x<-2 \\ x=-2 \end{cases} \Rightarrow \varnothing$$

$$3)\quad \begin{cases} 7-2x\ge 0 \\ 5-3x<0 \\ x+2\ge 0 \\ 7-2x+5-3x=x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x\ge -7 \\ -3x<-5 \\ x\ge -2 \\ 12-5x=x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x\le 3,5 \\ x>\frac{5}{3} \\ x\ge -2 \\ x=\frac{5}{3} \end{cases} \Rightarrow \varnothing$$

$$4)\quad \begin{cases} 7-2x \geq 0 \\ 5-3x < 0 \\ x+2 < 0 \\ 7-2x+5-3x = -x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x \geq -7 \\ -3x < -5 \\ x < -2 \\ 12-5x = -x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \leq 3,5 \\ x > \dfrac{5}{3} \\ x < -2 \\ x = 3,5 \end{cases} \Rightarrow \varnothing$$

$$5)\quad \begin{cases} 7-2x < 0 \\ 5-3x \geq 0 \\ x+2 \geq 0 \\ -7+2x-5+3x = x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x < -7 \\ -3x \geq -5 \\ x \geq -2 \\ 5x-12 = x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x > 3,5 \\ x \leq \dfrac{5}{3} \\ x \geq -2 \\ x = 3,5 \end{cases} \Rightarrow \varnothing$$

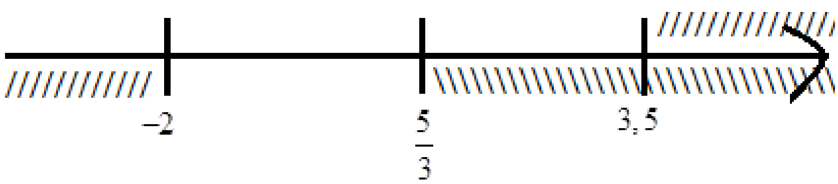
$$6)\quad \begin{cases} 7-2x < 0 \\ 5-3x \geq 0 \\ x+2 < 0 \\ -7+2x-5+3x = -x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x < -7 \\ -3x \geq -5 \\ x < -2 \\ 5x-12 = -x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x > 3,5 \\ x \leq \dfrac{5}{3} \\ x < -2 \\ x = \dfrac{5}{3} \end{cases} \Rightarrow \varnothing$$

$$7)\quad \begin{cases} 7-2x < 0 \\ 5-3x < 0 \\ x+2 \geq 0 \\ -7+2x+5-3x = x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x < -7 \\ -3x < -5 \\ x \geq -2 \\ -2-x = x+2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x > 3,5 \\ x > \dfrac{5}{3} \\ x \geq -2 \\ x = -2 \end{cases} \Rightarrow \varnothing$$

Каралган 2)-7) учурларда барабарсыздыктар системаларында табылган чечимдер каралып жаткан аралыктарда жашабайт. Ошондуктан чечим бош көптүк катары алынат.

$$8)\quad \begin{cases} 7-2x < 0 \\ 5-3x < 0 \\ x+2 < 0 \\ -7+2x+5-3x = -x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2x < -7 \\ -3x < -5 \\ x < -2 \\ -2-x = -x-2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x > 3,5 \\ x > \dfrac{5}{3} \\ x < -2 \\ 0 = 0 \end{cases} \Rightarrow \varnothing.$$

Системадагы акыркы теңдеме теңдештикке өткөнүнө байланыштуу, каралып жаткан системадагы барабарсыздыктар чечимге ээ же эместиги текширилет.



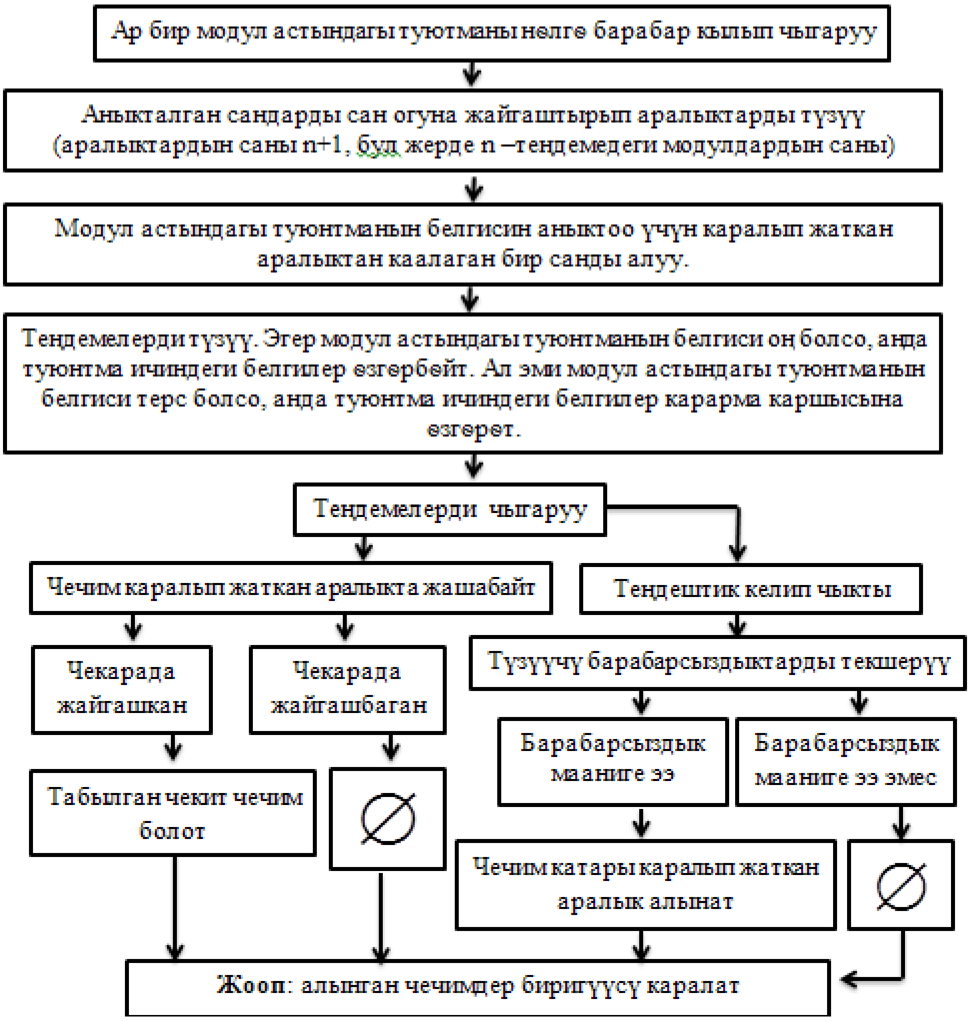
2-сүрөт. 8)чи учур хечимдердин кесилиши

Чиймеде үч барабарсыздыктар жалпы кесилиши чекиттерине ээ эместигине байланыштуу, системанын чечими бош көптүк катары алынат.

Каралган 8 учурдагы чечимдердин биригүүсү каралат:

$$\left[-2;\ \frac{5}{3}\right]\cup\varnothing=\left[-2;\ \frac{5}{3}\right].$$

Жооп: $\left[-2;\ \frac{5}{3}\right]$.



3-сүрөт. Аралыктар усулу жана анын иштөө алгоритми

Алгоритм негизинде $|7-2x|$ - $|5\text{-}3x|$ = $|x+2|$ теңдемедеги ар бир модул астындагы туюнтманы нөлгө барабарлайбыз.

$$7-2x=0\Rightarrow x=\frac{7}{2};\ \ 5-3x=0\Rightarrow x=\frac{5}{3};\ \ x+2=0\Rightarrow x=-2$$

Табылган чечимдерди сан огуна жайгаштырып аралыктарды түзөбүз. Теңдемедеги модулдардын саны үчөө болгондуктан, аралактардын саны төртө болот:

$$a)(-\infty;-2);\ \ b)\left(-2;\frac{5}{3}\right);\ \ c)\left(\frac{5}{3};\frac{7}{2}\right);\ \ d)\left(\frac{7}{2};+\infty\right).$$

Биринчи аралык *а):* $x = -5 \in (-\infty;\ -2)$ болгондо модул астындагы туюнтмалардын белгисин тактайбыз:

$$\left|7\overset{+}{-}2x\right|-\left|5\overset{+}{-}3x\right|=\left|x\overset{-}{+}2\right|$$
$$+(7-2x)-(5-3x)=-(x+2)$$
$$7-2x-5+3x=-x-2$$
$$x=-2$$

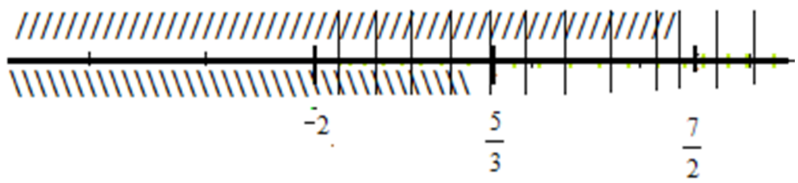
x = -2 чекити каралып жаткан *(-∞; -2)* аралыкта жатпайт, бирок чекарасында жайгашкандыгына байланыштуу аны чечим катары кабыл алабыз.

Экинчи аралык *b*): $x=0\in\left(-2;\frac{5}{3}\right)$ болгондо модул астындагы туюнтмалардын белгисин тактайбыз:

$$\left|7\overset{+}{-}2x\right|-\left|5\overset{+}{-}3x\right|=\left|x\overset{+}{+}2\right|$$
$$+(7-2x)-(5-3x)=+(x+2)$$
$$7-2x-5+3x=x+2$$
$$x+2=x+2$$

$$\left|7\overset{+}{-}2x\right|-\left|5\overset{+}{-}3x\right|=\left|x\overset{+}{+}2\right|$$

$$\begin{cases}7-2x\ge 0\\5-3x\ge 0\\x+2\ge 0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}-2x\ge -7\\-3x\ge -5\\x\ge -2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}x\le \frac{7}{2}\\x\le \frac{5}{3}\\x\ge -2\end{cases}$$



4-сүрөт. *b*) учуру үчүн чечимдердин кесилиши

Теңдештик пайда болгондуктан барабарсыздыктардын системасын түзөбүз. Чиймеде кесилиштер бар, демек, $x\in\left(-2;\frac{5}{3}\right)$ аралыкты толугу менен чечим катары алабыз.

Үчүнчү аралык *c*): $x=3\in\left(\frac{5}{3};\frac{7}{2}\right)$ болгондо модул астындагы туюнтмалардын белгисин тактайбыз:

$$\left|7\overset{+}{-}2x\right|-\left|5\overset{-}{-}3x\right|=\left|x\overset{+}{+}2\right|$$
$$+(7-2x)+(5-3x)=+(x+2)$$
$$7-2x+5-3x=x+2$$
$$-6x=-10$$
$$x=\frac{5}{3}$$

$x=\frac{5}{3}$ чекити $\left(\frac{5}{3};\frac{7}{2}\right)$ аралыкта жашабайт, бирок чекарасында болгондугунан $x=\frac{5}{3}$ чечим деп кабыл алабыз.

Төртүнчү аралык *d*): $x=5\in\left(\frac{7}{2};+\infty\right)$ болгондо модул астындагы туюнтмалардын белгисин тактайбыз:

$$\left|7-2x\right|-\left|5-3x\right|=\left|x+2\right|$$

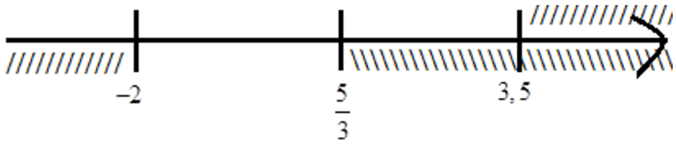
$$-(7-2x)+(5-3x)=-(x+2)$$

$$-7+2x+5-3x=-x-2$$

$$-x-2=-x-2$$

$$\left|7-2x\right|-\left|5-3x\right|=\left|x+2\right|$$

$$\begin{cases}7-2x<0\\5-3x<0\\x+2<0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}-2x<-7\\-3x<-5\\x<-2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}x>\dfrac{7}{2}\\x>\dfrac{5}{3}\\x<-2\end{cases}\Rightarrow\varnothing$$



5-сүрөт. b) учуру үчүн чечимдердин кесилиши

Теңдештик пайда болгондуктан барабарсыздыктар системасын түзөбүз. Чиймеден көрүнүп турат, жалпы кесилиш бар аралык жок. Ошондуктан бул аралыкта чечим жок.

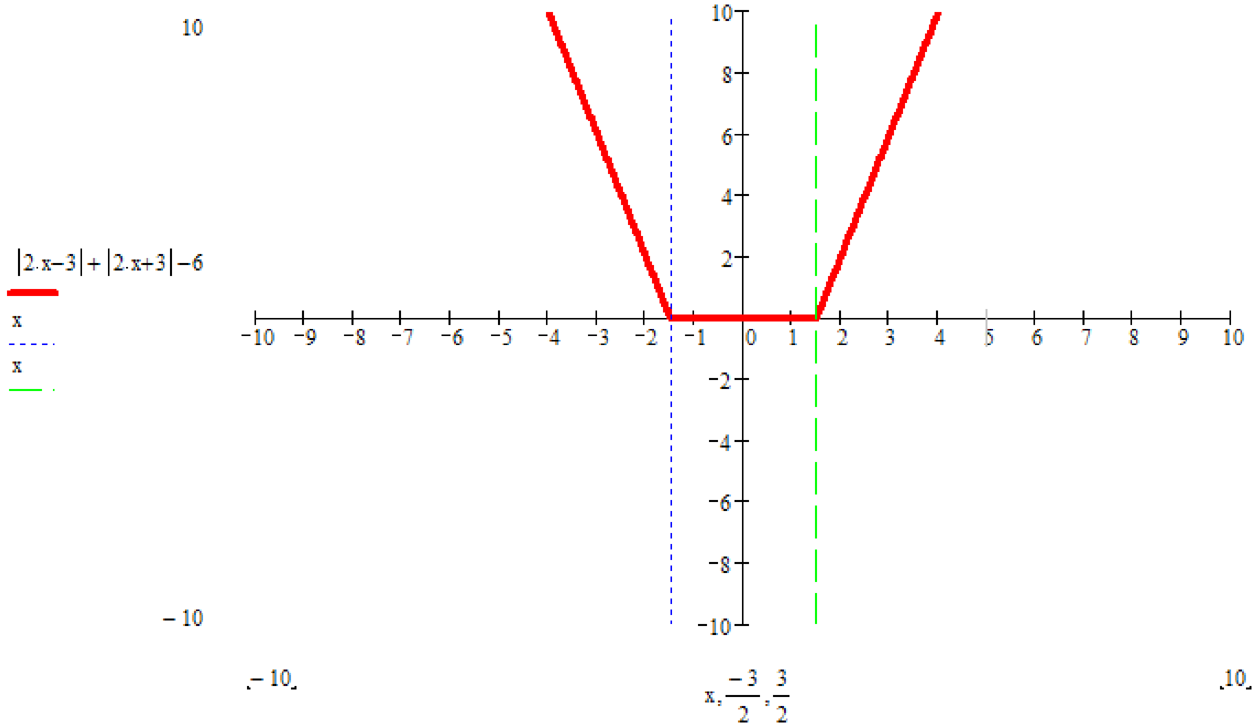
Бардык жыйынтыктарды бириктирүү натыйжасында $\{-2\}\cup\left(-2;\dfrac{5}{3}\right)\cup\left\{\dfrac{5}{3}\right\}\cup\{\varnothing\}$ модулдук теңдеменин чечими тургузулат $\left[-2;\dfrac{5}{3}\right]$.

Жооп: $\left[-2;\dfrac{5}{3}\right]$.

Mathcad жардамында чечимди визуалдаштыруу

Чечимди визиалдаштыруу үчүн MathCad математикалык пакетин колдонобуз. Программа жардамында теңдеменин графиги чийилип, чечимди түздөн-түз окуп берүү мүмкүнчүлүгү пайда болот. Башкача айтканда, теңдеме $y = f(x)$ көрүнүшкө келтирилип Ox огунда жайгашкан бардык чекиттер теңдеменин чечим катары алынат.

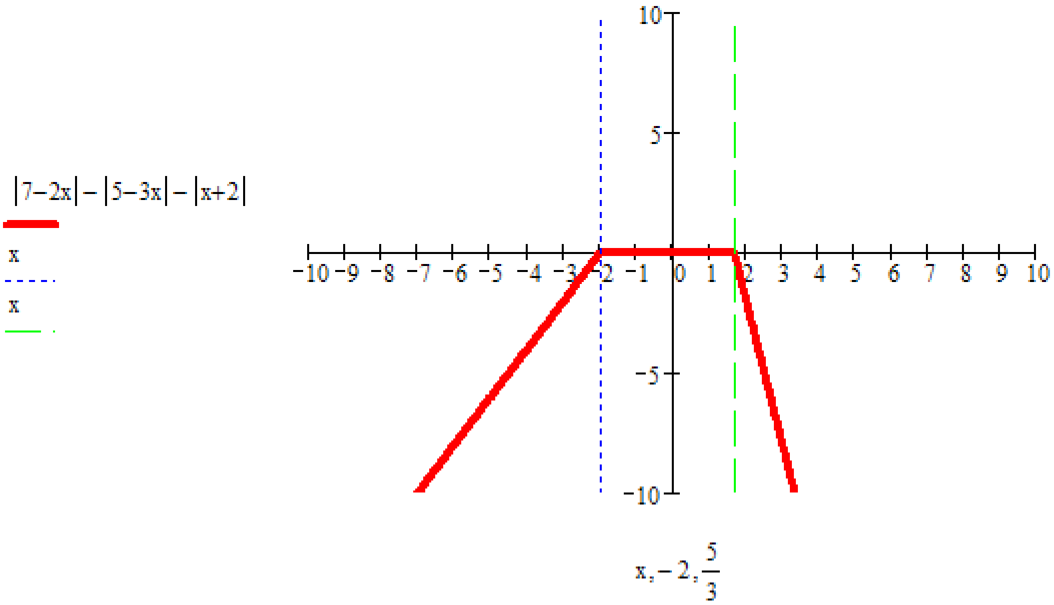
<u>*1*-мисал.</u> $|2x-3|+|2x+3|=6$ теңдемени функции $y(x)=|2x-3|+|2x+3|-6$ көрүнүшүнө келтирип графигин жасайбыз (6-сүрөт).



6-сүрөт. $|2x-3|+|2x+3|=6$ теңдемени MathCad жардамында түзүлгөн графиги

Графикте *Ox* огунда жайгашкан [-1,5; 1,5] кесинди $|2x-3|+|2x+3|=6$ теңдеменин чечими болот.

2-мисал. $|7-2x|-|5-3x|=|x+2|$ теңдемени функции $y(x)=|7-2x|-|5-3x|=|x+2|$ көрүнүшүнө келтирип графигин жасайбыз (7-сүрөт).



7-сүрөт. $|7-2x|-|5-3x|=|x+2|$ теңдемени MathCad жардамында түзүлгөн графиги

Графикте *Ox* огунда жайгашкан $\left[-2;\frac{5}{3}\right]$ кесинди $|7-2x|-|5-3x|=|x+2|$ теңдеменин чечими болот.

Жыйынтыктар:

1. Аныктамага таянып теңдемелердин чечимин аныктоо өтө татаал жана көп убакыт талап кылат. Анткени текшерүлүүчү аралыктар саны 2^n, теңдемеде катышкан модулдардын саны n ге көз каранды. Эгерде модулдук теңдемеде модулдардын саны n=3 болсо, каралып жаткан аралыктардын саны $2^n=2^3=8$ та болот;

2. Экинчи усул, аралыктар усулу болуп, модулдук теңдемелерди чыгаруунун эң оптималдуу усулу болуп эсептелинет. Себеби, каралып жаткан аралыктардын саны n+1 болуп, ал теңдемеде катышкан модулдардын саны n ге көз каранды; Биринчи жана экинчи учурларда теңдештиктер пайда болот, анда эсе түзүүчү барабарсыздыктарды текшерүү зарыл. Эгерде барабарсыздык чечимге ээ болсо, каралып жаткан аралык толугу менен чачим деп каралат. Эгерде барабарсыздык чечимге ээ болбосо, анда чечим бош көптүк деп айтылат;

3. Заманбап математикалык пакеттерди пайдалануу жана алардын графикалык мүмкүнчүлүктөрдөн колдонуу, теңдемелерди чыгаруу жана чечимдерди визуалдаштыруу аз убакыт жана аракет талап кылат. MathCad математикалык пакеттин графикалык мүмкүнчүлүктөрү жардамында модулдук теңдеменин графигине таянып Ox огунун өзүндө жайгашкан чечимди түздөн-түз окуй алабыз. Математикалык пакеттер жардамында жана алардын визуалдык мүмкүнчүлүктөрдөн пайдаланып: трансценденттик, дифференциалдык, сингулядуу козголгон дифференциалдык теңдемелердин (Лайтхилл түрүндөгү жана башка) чечимдердин графиктерин тургузуп тиешелүү анализдерди жүргүзсө болот. Алынган маалыматтарды визуалдаштыруу келип түшкөн маалыматты баалоо үчүн зарыл, анткени мээбизге кирген маалыматтын 80% - 90% көбү сүрөттөр болуп, алар мээбиз тарабынан текстке караганда 60 000 эсе тезирек обработка кылынат.

Адабияттар тизмеси:

1. **Maxfeld, B.** Essential MathCad for engeneering, science and math [Text] / B. Maxfeld. – Utah, 2009.
2. **Maxfeld, B.** Engeenering with MathCad [Text] /B. Maxfeld. – New York, 2006.

3. Simpleshow [Электронный ресурс]. Welcome to the world of simple explanation. – Режим доступа: http://simpleshow.com/blog/visual-versus-text/. – Загл. с экрана.
4. **Шахно, К.У.** Сборник задач по математике повышенной трудности [Текст] / К.У. Шахно. – Москва, 2012.
5. **Бабаев, Д.** Санариптештирүү шартында техникалык жождордогу жалпы физика курсунун орду [Текст] / Д. Бабаев, Ш. Хаитов, А. Халматов // Alatoo Academic Studies. – 2020. - № 3. – С. 84-89.
6. **Халматов, А.А.** Компетентсностный подход при решении двойных интегралов (на примере математического пакета Mathcad) [Текст] / А.А. Халматов, Ш.К. Хаитов. – Ош, 2016.
7. **Халматов, А.А.** Метод продолжения для модельного уравнения Лайтхилла первого порядка с регулярной особой точкой [Текст] / К. Алымкулов, А.А. Халматов // Труды международной научной конференции посвященной 20-летию образования Кыргызско-Узбекского университета. – Ош, 2014. – Вып. 4. – С. 119-121.
8. **Халматов, А.А.** Обобщенный метод погранфункций для модельного уравнения Лайтхилла первого порядка [Текст] / А.А. Халматов // Наука. Образование. Техника. – Ош, КУУ. – 2019. - № 3 (66). – С. 23-27.
9. **Халматов, А.А.** Сингулярдуу козголгон өзгөчө ийриси бар айрым туундулуу теңдеменин асимптотикасын тургузуу [Текст] / А.А. Халматов, Н.А. Нишанбаева, А. Абсатар к. // Наука. Обоазование. Техника. – Ош: КУМУ, 2021. - № 3 (72). – С. 29-33.
10. **Халматов, А.А.** Сингулярдуу-козголгон өзгөчө чекити бар сызыктуу эмес экинчи тартиптеги теңдеменин чечиминин асимптотикасын тургузуу [Текст] / А.А. Халматов, А.А. Балтабаев, Г. Каныбек к. // Наука. Обоазование. Техника. – Ош: КУМУ, 2021. - № 3 (72). – С. 34-40.

DOI:10.54834/16945220_2022_3_5

Поступила в редакцию 18.05.2022 г.

УДК 517.926

Халматов А.А.
к.ф-м.н., доц. Кыргызско-Узбекс. Межд. универ. им. Б.Сыдыкова, Кыргызская Республика
Аббазова К.А.
преп. Кыргызско-Узбекского Межд. универ. им. Б.Сыдыкова, Кыргызская Республика
Каныбек к. Г.
магистрант Ошского государ. универ., Кыргызская Республика
Балтабаев А.
магистрант Ошского государ. универ., Кыргызская Республика

СИНГУЛЯРДУУ КОЗГОЛГОН ТЕҢДЕМЕЛЕРДИН ЧЕЧИМИН ЖАЛГАШТЫРУУ

Бул жумушта изилдөөнүн предмети болуп сингулярдуу козголгон Лайтхилл түрүндөгү дифференциалдык теңдеме болот. Изилдөөнүн максаты Лайтхилл түрүндөгү дифференциалдык теңдеменин чечимин жалгаштыруу. Чечимди жалгаштыруу эки метод: классикалык метод жана параметризациялоо методу аркылуу жүзөгө ашкан. Жалгаштыруу усулу үч этаптан туруп, анда сыртки ажратылуу боюнча чечим тургузулуп, ички ажратылуу боюнча да чечим тургузулуп, акырында чечимдер жалгаштырылды. Биринчи болуп бул методду Л.Прандтль ишке ашырган. Бул метод негизинен кичине параметрдү чоң туундулуу дифференциалдык теңдемелер үчүн иштетилет. Чегаранын алыстыгында теңдеменин чечими акырындык менен өзгөрөт, формалдуу түрдө кичине мүчөлөрдү таштаб жибериш мүмкүн, анткени теңдеме төмөндөө тартипине ээ. Бул эсе тышкы чечимди ажратылышын билдирет. Чегаранын өзүндө болсо тескерисинче чечим тез өзгөрөт, башкы туундулар маанилүү болот. Тышкы жана ички ажратуулар бирдей чечимдин ар түрдү формалары болуп эсептелинет.

Негизги сөздөр: *сингулярдуу козголгон; ички чечим; сыртки чечим; жалгаштыруу; аналитикалык чечим; козголуулар теориясы; Тейлордун катары; аналитикалык функция.*

СРАЩИВАНИЕ РЕШЕНИЙ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ

Предметом исследования является сингулярно возмущенное дифференциальное уравнение Лайтхилла, целью исследования является сращивание решений модельного уравнения Лайтхилла. Метод