Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №9

Нестандартные методы решения уравнений и неравенств

исследовательский проект

Исполнитель:
обучающийся 11А класса
Пивоварова Анастасия Михайловна
Руководитель:
учитель математики
Жаворонкова Александра Андреевна

Нижний Тагил
2023

Содержание

Введение

Математика является одним из основных и достаточно сложных предметов школьной программы. Одно из важных мест в математике занимают уравнения, та как большинство жизненных задач сводится к решению различных видов уравнений, и чаще всего это уравнения квадратного вида. Поэтому для своего проекта выбрала тему «Нестандартные методы решения уравнений и неравенств».

Тема решение уравнений является одной из самых актуальных. Квадратные уравнения – это фундамент, на котором покоится величественное здание алгебры. Они находят широкое применение в различных разделах математики.

В школьном курсе математики изучают формулы корней квадратных уравнений, с помощью которых можно решить любые уравнения, например, дискриминант и теорема Виета. Однако имеются и другие приемы решения уравнений, которые не отражены в школьных учебниках математики. Применение разнообразных решения поможет сэкономить время. Таким образом, возникает необходимость изучения этих дополнительных и нестандартных способов решения. Все сказанное выше доказывает актуальность темы нашего исследовательского проекта.

Цель исследования: изучить нестандартные методы решения уравнений и неравенств, не входящих в школьный курс математики.

Для решения этой цели, нами были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать научно-популярную литературу в поиске дополнительных способов решений квадратных уравнений.
2. Изучить наиболее известные способы решения уравнений
3. Изучить нестандартные способы решения уравнений
4. Разработать раздаточный материал нестандартных способов решения уравнений и неравенств.

Объект исследования: уравнения и неравенства.

Предмет исследования: нестандартные способы решения уравнений и неравенств.

Методы исследования, используемые при работе над проектом: анализ, обобщение, синтез, классификация, систематизация, сравнение.

I. Теоретическая часть

1.1 История возникновения нестандартных методов решения уравнений и неравенств

Ещё в XVI-XVII вв. практика определила перед математиками проблему упрощения вычислений, связанных с расчётами непростых процентов в экономических, страховых, а также кредитных делах. Тогда все учёные решили воспользоваться идеей, в основе которой лежат свойства степеней. Данные свойства были известны ещё Архимеду в III в. до н.э., который в своём сочинении "Псаммит" ("Исчисление песчинок") рассматривал последовательности степеней одного и того же числа a_0 , a_1, a_2, a_3, ..., a_n, ... и высказывал утверждение, что $a_n \cdot a_m = a_n + m$.
Однако для того чтобы воспользоваться этой идеей, необходимы были таблицы, в которых сопоставлялись бы последовательности степеней чисел с последовательностями их показателей.

Автором изобретения логарифмов, а также составителем первых таблиц логарифмов считают англичанина Дж. Непера (1550 – 1617), опубликовавшего в 1614 г. работу под названием "Описание удивительной таблицы логарифмов". Непер также ввёл и сам термин "логарифм". Самым удобным основанием для таблицы логарифмов является число 10, так как мы пользуемся в расчётах десятичной системы счисления. На самом деле, любое положительное число N можно представить в стандартном виде N = a · 10k , где $k \in \mathbb{Z}$, $1 \leq a < 10$.

Таблицы десятичных логарифмов, которыми вплоть до появления микрокалькуляторов пользовались в России, разработал на основе неперовских таблиц отечественный педагог – математик В. М. Брадис (1890 – 1975). На основе той же идеи замены произведения степеней суммой, а также частного степеней разностью показателей этих степеней была создана логарифмическая линейка, которой пользовались более 300 лет инженеры и математики всего мира. Изобретателем логарифмической линейки (в 1624 г.) считается английский учёный Э.Гунтер.

Десятичные логарифмы в силу традиций и удобства использования вплоть до этих времен обширно используются в практике. Но для математической науки и её приложений наиболее важными являются натуральные логарифмы. Значимость функции y = ln x объясняется тем, что в математике зачастую применяются показательные функции с основанием e и соответственно обратные им функции.

Законченный вид теории логарифмической функции дал известный математик XVIII в. Л. Эйлер (1707 – 1783). Заметим, что существенную часть своей жизни Эйлер, сын бедного пастора из Базеля, провёл в России, приняв в 1727 г. приглашение работать в только что организованной в Петербурге Академии наук. Ему принадлежат общие определения показательной и логарифмической функций как взаимно обратных, а также введение числа е. Развитие теории логарифмических функций после Эйлера происходило в основном в рамках математического анализа.

1.2 Основные понятия теории уравнений и неравенств

В первую очередь, прежде чем переходить к решению уравнений и неравенств, мы должны вспомнить теорию.

Список основных понятий:

1. уравнение – равенство, содержащее в себе переменную, значение которой требуется найти;
2. корень (решение) уравнения – это значение переменной, при котором уравнение обращается в верное числовое равенство;
3. решить уравнение - найти его корни или доказать, что корней нет;
4. неравенство – два числа или математических выражения, соединенных одним из знаков: $>, <, \geq, \leq$.

Основные свойства уравнений:

1. любой член уравнения можно перенести из одной части в другую, изменив его знак на противоположный;
2. обе части уравнения можно умножить или разделить на одно и то же число, не равное нулю.

Решение неравенства – то значение неизвестного, при котором это неравенство обращается в верное числовое неравенство.

Решить неравенство – найти все его решения или установить, что их нет.

1.3 Методы решения уравнений и неравенств

1. Метод разложения на множители

Для разложения на множители используют формулы сокращённого умножения (ФСУ), вынесение общего множителя за скобку, способ группировки, деление многочлена на многочлен.

Суть данного метода в том, чтобы путем равносильных преобразований представить левую часть исходного уравнения, содержащую неизвестную величину в какой-либо степени, в виде произведения двух выражений, содержащих неизвестную величину в меньшей степени. При этом справа от знака равенства должен оказаться ноль.

2. Метод замены переменной

Суть этого метода - замена сложного выражения, содержащего неизвестную величину, новой переменной, в следствии чего мы получаем уравнение упрощенного вида. После этого полученное уравнение решается относительно новой переменной, далее происходит возврат к исходной переменной.

3. Метод решения уравнений с помощью теоремы Виета

Применять теорему Виета имеет смысл только к приведённым квадратным уравнениям. Теорема Виета для приведённых квадратных уравнений «$x^2 + px + q = 0$» гласит что справедливо следующее:

$x_1 + x_2 = -p$

$x_1 \cdot x_2 = q$, где x_1 и x_2— корни этого уравнения.

1.4 Нестандартные методы решения алгебраических уравнений и неравенств

1. *Умножение уравнения на функцию.*

Иногда решение алгебраического уравнения существенно облегчается, если умножить обе его части на некоторую функцию — многочлен от неизвестной. При этом надо помнить, что возможно появление лишних корней — корней многочлена, на который умножали уравнение. Поэтому надо либо умножать на многочлен, не имеющий корней, и получать равносильное уравнение, либо умножать на многочлен, имеющий корни, и тогда каждый из таких корней надо обязательно подставить в исходное уравнение и установить, является ли это число его корнем.

Пример 1. Решить уравнение:

$x^8 - x^6 + x^4 - x^2 + 1 = 0$

РЕШЕНИЕ. Умножив обе части уравнения на многочлен не имеющий корней, получим уравнение

$(x^2+1)(x^8 - x^6 + x^4 - x^2 + 1) = 0$

равносильное уравнению (1). Уравнение (2) можно записать в виде

$x^{10} + 1 = 0$

Ясно, что уравнение (3) не имеет действительных корней, поэтому и уравнение (1) их не имеет.

Ответ: нет решений.

Пример 2. Решить уравнение

$$6x^3 - x^2 - 20x + 12 = 0$$

Решение. Умножив обе части этого уравнения на многочлен x+ 1\2, получим уравнение

$$6x^4 + 2x^3 - \frac{41}{2}x^2 + 2x + 6 = 0$$

являющееся следствием уравнения (4), так как уравнение (5) имеет корень x= - 1\2, не являющийся корнем уравнения (4).

Уравнение (5) есть симметрическое уравнение четвертой степени. Поскольку x=0 не является корнем уравнения (5), то, разделив обе его части на $2x^2$ и перегруппировав его члены, получим уравнение

$$3\left(x^2+\frac{1}{x^2}\right)+\left(x+\frac{1}{x}\right)-\frac{41}{4}=0$$

равносильное уравнению (5). Обозначив $y = x+\frac{1}{x}$,перепишем уравнение (6) в виде

$3y^2+y-\frac{65}{4}=0$

Уравнение (7) имеет два корня: $y_1 = -\frac{5}{2}$ и $y_2 = -\frac{13}{6}$. Поэтому уравнение (6) равносильно совокупности уравнений

$x+\frac{1}{x}=\frac{13}{6}$ и $x+\frac{1}{x}=-\frac{5}{2}$

Решив каждое из этих уравнений, найдем четыре корня уравнения (6), а тем самым и уравнения (5):

$x_1=\frac{2}{3}, x_2 = \frac{3}{2}, x_3 = -2, x^4 = -\frac{1}{2}$

Так как корень x4= - 1\2 является посторонним для уравнения (4), то отсюда получаем, что уравнение (4) имеет три корня: x1,x2,x3

Ответ: $\boldsymbol{x_1=\frac{2}{3}, x_2 = \frac{3}{2}, x_3 = -2}$

2. *Угадывание корня уравнения.*

Иногда внешний вид уравнения подсказывает, какое число является корнем уравнения. Приведём алгоритм решения уравнений методом угадывания корня:

Методом подбора определить корень уравнения.

Найти ОДЗ уравнения.

Привести многочлен к стандартному виду.

Определить остальные корни уравнения.

Пример 3. Решить Уравнение

$x^3+3x-12^3-3\cdot 12=0$

Решение. Из внешнего вида этого уравнения очевидно, что x =12 есть его корень. Для нахождения остальных корней преобразуем многочлен

$x^3+3x-(12^3+3\cdot 12)=(x^3-12^3)+3(x-12)=(x-12)(x^2+12x+12^2+3)=(x-12)(x^2+12x+147)$

Так как многочлен $x^2+12x+147$ не имеет корней, то исходное уравнение имеет единственный корень x =12

Ответ: x =12.

Пример 4. Решить уравнение

$$x(x+1)+(x+1)(x+2)+(x+2)(x+3)+(x+3)(x+4)+(x+4)(x+5)+$$
$$+(x+5)(x+6)+(x+6)(x+7)+(x+7)(x+8)+(x+8)(x+9)+(x+9)(x+10)$$
$$==1\cdot 2+2\cdot 3+3\cdot 4+4\cdot 5+5\cdot 6+6\cdot 7+7\cdot 8+8\cdot 9+9\cdot 10$$

Решение.

Легко заметить, что x_1=0 и x_2= -10 являются решениями данного уравнения. После раскрытия скобок это уравнение перепишется как квадратное. Это означает, что данное уравнение не может иметь более 2-х корней. Так как два корня этого уравнения найдены, то тем самым оно и решено.

Ответ: x_1=0, x_2= - 10.

3. *Метод Мажорант (оценки)*

Метод мажорант также называют методом оценки левой и правой частей, входящих в уравнения и неравенства.

Мажорантой данной функции *f(x)* на множестве *P*, называется такое число *M*, что либо *f(x) ≤ M* для всех *x ϵ P*, либо *f(x) ≥ M* для всех *x ϵ P*.

Маркером того, что в данном уравнении нужно применить **метод мажорант**, является

а) наличие в уравнении функций, уравнения с которыми решаются принципиально разными способами. Например, если в одной части уравнения стоит многочлен, а в другой - тригонометрические функции.

б) или если очевидно, что стандартными методами уравнение не решить.

Алгоритм решения:

- выяснить, что правая часть уравнения больше или равна какого-то числа, а левая - меньше или равна. Или наоборот.
- равенство возможно, если обе части уравнения равны этому числу
- приравниваем ту часть уравнения, которая проще, к этому числу и находим соответствующее значение x
- проверить, что при этом значении x другая часть уравнения также равна этому числу.

Рассмотрим примеры уравнений такого рода

Решите уравнение: $(x-3)^4+(x^2-2x-3)^{10}=0$

Очевидно, что мы не будем возводить двучлен в четвертую степень и трехчлен в десятую.

Заметим, что 4 и 10 - четные числа, следовательно,

$(x-3)^4 \geq 0$ при любом значении x

и $(x^2-2x-3)^{10} \geq 0$ при любом значении x.

Равенство возможно, если одновременно $(x-3)^4=0$ и $(x^2-2x-3)^{10}=0$
Корень первого уравнения $x=3$,
корни второго уравнения $x-1$ и $x=3$. Число $x=3$ является корнем обоих уравнений, его мы и запишем в ответ.
Ответ: 3
Решите неравенство:

$$4\sqrt{(3x-1)^2}+\sqrt{\log^2{}_2x^2+16\log_4 x} \leqslant 4-12x$$

1. Упростим первый корень:

$$4|3x-1|+\sqrt{\log^2{}_2x^2+16\log_4 x} \leqslant 4-12x$$

2. Заметим, что оба слагаемых в левой части неравенства неотрицательные, значит, правая часть тоже должна быть неотрицательна, то есть
$4-12x \geq 0$

$x \leq \frac{1}{3}$

При этих значениях x подмодульное выражение отрицательно, следовательно, раскрываем модуль с противоположным знаком:

$$-4(3x-1)+\sqrt{\log^2{}_2x^2+16\log_4 x} \leqslant 4-12x$$

$$4-12x+\sqrt{\log^2{}_2x^2+16\log_4 x} \leqslant 4-12x$$

В правой и левой частях неравенства стоит выражение $4-12x$. Вычтем его из обеих частей неравенства:

$$\sqrt{\log^2{}_2x^2+16\log_4 x} \leqslant 0$$

Так как квадратный корень - величина неотрицательная, следовательно, неравенство выполняется только если левая часть равна нулю.
3. Остается решить уравнение

$$\log^2_2 x^2 + 16\log_4 x = 0$$

1) Приведем второй логарифм к основанию 2:

$$\log^2_2 x^2 + 8\log_2 x = 0$$

2) Преобразуем первое слагаемое:

$\log^2_2 x^2 = \left(\log_2 x^2\right)^2 = \left(2\log_2 |x|\right)^2 = \left(2\log_2 x\right)^2$ - раскрываем модуль с тем же знаком, так как $x > 0$ по ОДЗ исходного неравенства.

3) Теперь мы можем ввести замену переменной:.$\log_2 x = t$

Получим уравнение: $4t^2 + 8t = 0$

Отсюда $t = 0$ или $t = -2$

4) Вернемся к исходной переменной:

$\log_2 x = 0$ или $\log_2 x$=-2

Отсюда $x = 1$ или $x = \frac{1}{4}$

Только число $x = \frac{1}{4}$ является решением исходного неравенства.

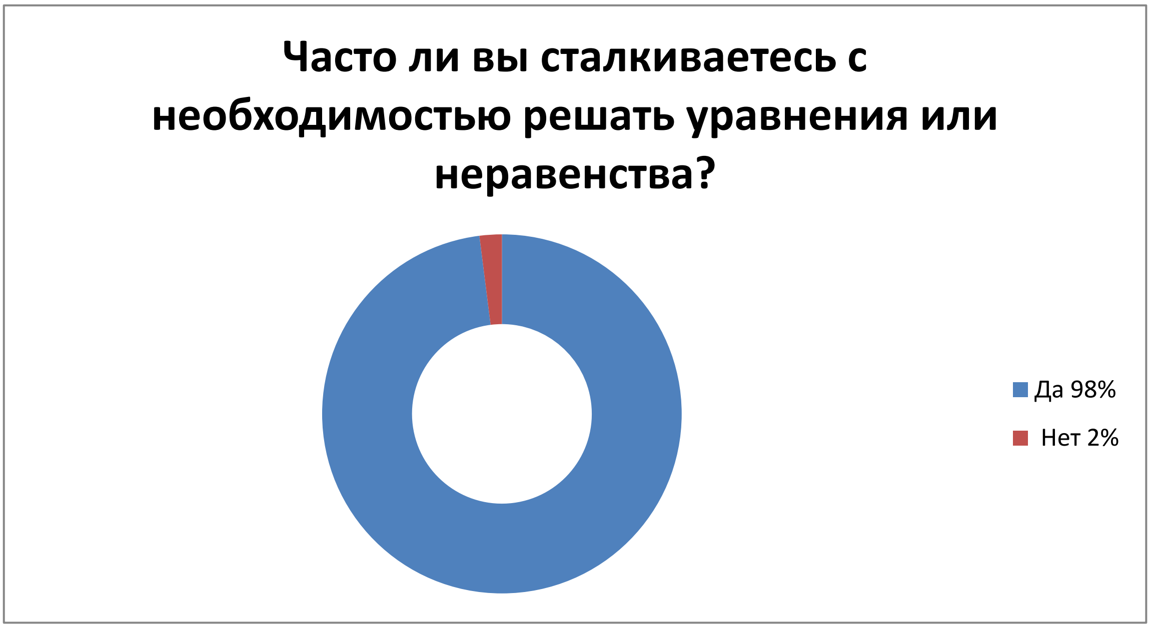
Ответ: $x = \frac{1}{4}$

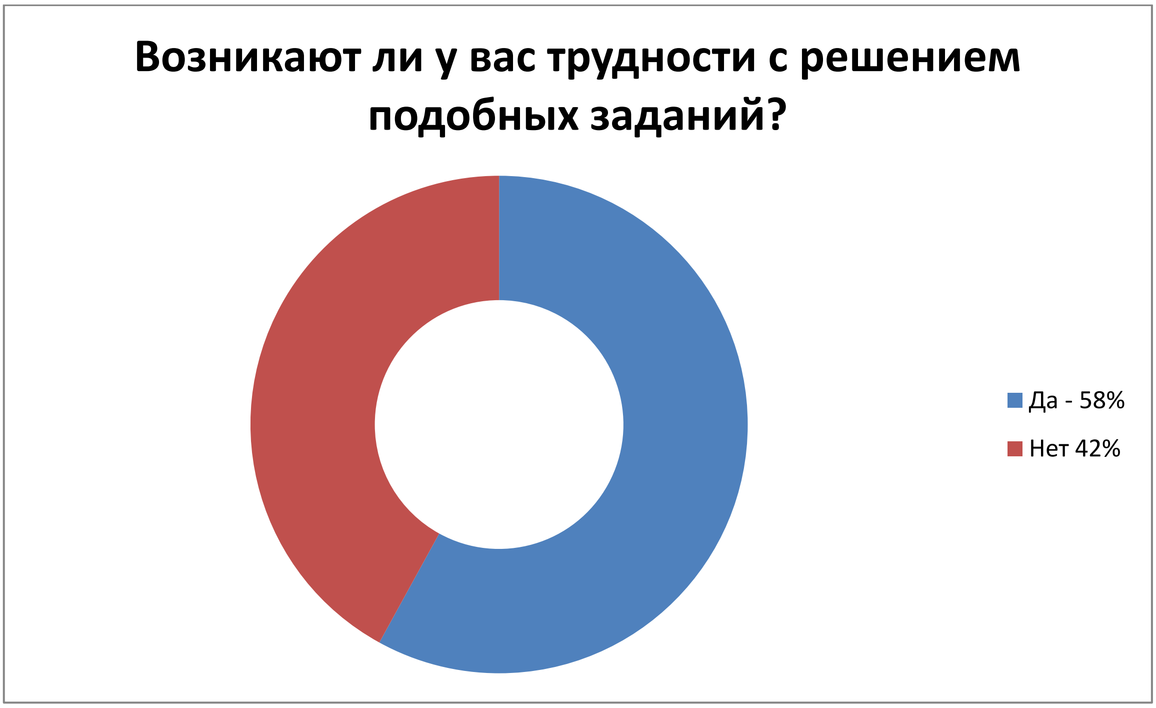
II. Практическая часть

2.1 Социальный опрос участников 10 класса.

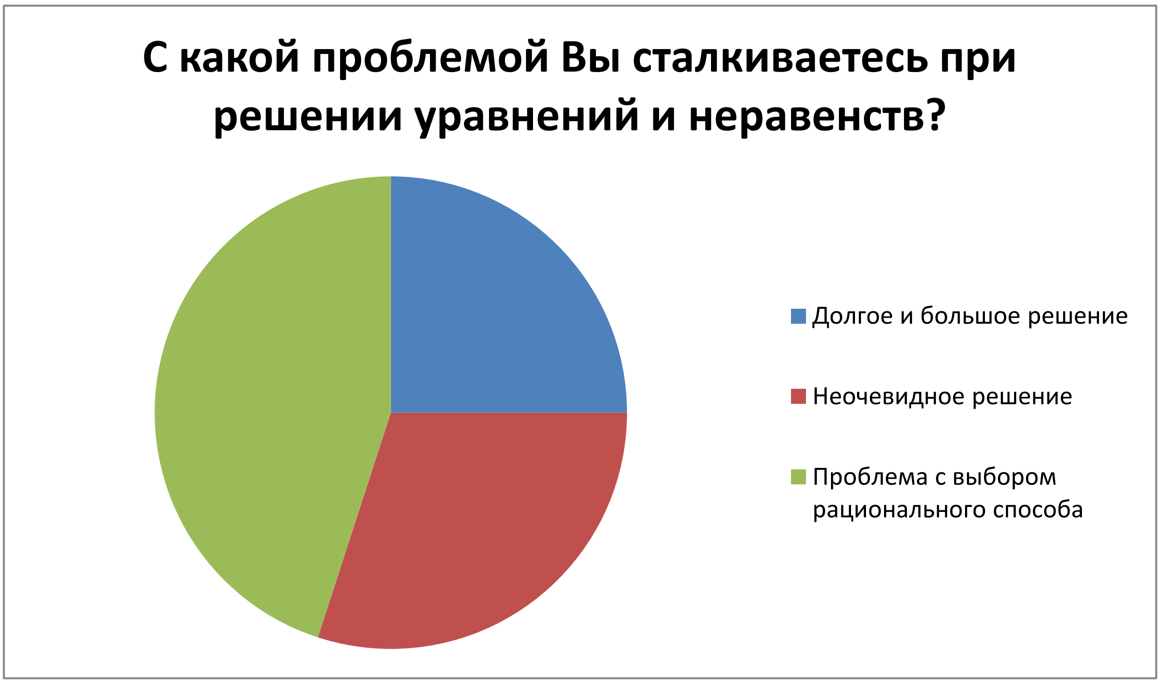
Во время создания проекта был проведен опрос, целью которого было подтверждение актуальности выбранной темы, который был бы интересен для школьников 10 класса. В результате были опрошены 20 человек.

В ходе опроса выяснилось, что 98% опрошенных часто сталкиваются с необходимостью решать уравнения и неравенства, при этом 58% из них сталкиваются с проблемами при решении таких заданий.

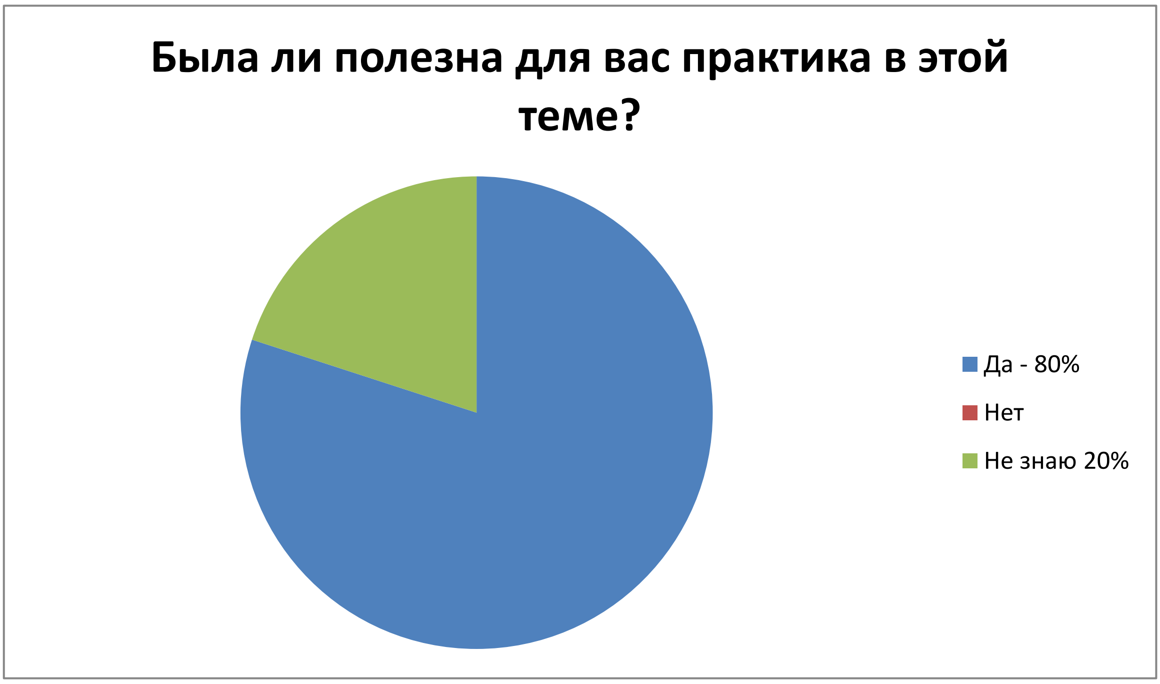




Также опрос показал, что самые распространенные проблемы при решении уравнений и неравенств среди учеников – проблема с выбором рационального решения и неочевидное решение.



По результатам данной статистики можно сделать вывод о справедливости выдвинутой в данном исследовании проблемы. Кроме того, большинство опрошенных высказали желание узнать новые способы решения уравнений и неравенств, а также готовы практиковаться в данной теме.



Заключение

В данной работе были исследованы некоторые нестандартные методы решения уравнений и неравенств. Решая нестандартные уравнения, не следует торопиться, и прежде чем приступить к его решению, полезно сделать подробный анализ: проанализировать вид уравнения, попытаться отнести его к известному типу уравнений; выделить функции, входящие в уравнение; проанализировать область определения (ОДЗ); оценить область значений левой и правой частей уравнения. И только после этого приступать к решению. Ведь довольно часто уже этих мер бывает достаточно, чтобы решить довольно сложные на первый взгляд уравнения. Выяснилось, что решение уравнений и неравенств нестандартными способами занимает в 2 раза меньше времени, нежели решение методами, изучаемыми в школе. Выполненная работа может быть использована обучающимися для повторения и систематизации материала по данной теме, а также учителями математики для элективных курсов.

Цель нашего исследования достигнута, поставленные задачи выполнены. Таким образом, школьная математика – это огромный потенциал для использования различных методов и способов для решения нестандартных систем алгебраических уравнений с несколькими переменными, как на уроках, так и на олимпиадах, конкурсах и ЕГЭ. Именно поэтому необходимо изучать данные методы, ведь они в действительности являются незаменимыми при решении уравнений и неравенств.

Список использованных источников

1. Ю. М. Колягин, М. В. Ткачева, Н. Е. Федорова, Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс: базовый и углубленный уровни. 7-е изд. М.: Просвещение, 2019. – 384 с
2. Сдам ГИА: Решу ЕГЭ. ЕГЭ – 2021
3. С.Н. Олехник, М.К. Потапов, П.И. Пасиченко Уравнения и неравенства. Нестандартные методы решения: Справочник
4. Школково – образовательный портал для подготовки к ЕГЭ, ОГЭ и олимпиадам[электронный ресурс] – режим доступа https://shkolkovo.net

   ЕГЭ. Математика. Профильный уровень. Задания с развёрнутым ответом /Ю.В. Садовничий. – М.: Издательство «Экзамен», 2020
5. Открытый банк заданий ЕГЭ по математике, [электронный ресурс] mathege.ru

   Статьи:
6. https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-studentov-matematicheskih-spetsialnostey-pedvuzov-obobschennomu-priemu-resheniya-nestandartnyh-uravneniy-i-neravenstv-na
7. https://science-education.ru/article/view?id=31403
8. https://дмип.рф/files/works/257_3611.pdf
9. https://blog.tutoronline.ru/nestandartnye-metody-reshenija-uravnenij

Приложение

Приложение 1

Метод разложения на множители	$ab + ac = a(b + c)$ Пример: $8x^2y + 16x^2 = 8x^2 * y + 8x^2 * 2 = 8x^2(y + 2)$
Метод замены переменной	Пример: $x^4 + 2x^2 - 3 = 0$ Пусть x^2=t, t≥0 $t^2 + 2t - 3 = 0$ t_1=-3, t_2=1 x^2=1 x =+- 1 Ответ: 1,-1.
Метод решения уравнений с помощью теоремы Виета	Пример: $x^2 + 5x - 24 = 0$ $\begin{cases} x_1 + x_2 = -5 \\ x_1 \cdot x_2 = -24 \end{cases}$ x_1=-8, x_2=3
Умножение уравнения на функцию	Пример 1: $x^8 - x^6 + x^4 - x^2 + 1 = 0$ Умножив обе части уравнения на многочлен не имеющий корней, получим уравнение $(x^2+1)(x^8 - x^6 + x^4 - x^2 + 1) = 0$ Уравнение (2) можно записать в виде $x^{10}+1=0$ Ясно, что уравнение (3) не имеет действительных корней, поэтому и уравнение (1) их не имеет.
	Пример 2: $$6x^3 - x^2 - 20x + 12 = 0$$ Умножив обе части этого уравнения на многочлен x+ 1\2, получим уравнение $$6x^4 + 2x^3 - \frac{41}{2}x^2 + 2x + 6 = 0$$ Поскольку x=0 не является корнем уравнения (5), то, разделив обе его части на $2x^2$ и перегруппировав его члены, получим уравнение $$3\left(x^2 + \frac{1}{x^2}\right) + \left(x + \frac{1}{x}\right) - \frac{41}{4} = 0$$ Обозначив $y = x + \frac{1}{x}$,перепишем уравнение (6) в виде $3y^2 + y - \frac{65}{4} = 0$ $x + \frac{1}{x} = \frac{13}{6}$ и $x + \frac{1}{x} = -\frac{5}{2}$ Решив каждое из этих уравнений, найдем четыре корня уравнения $x_1 = \frac{2}{3}, x_2 = \frac{3}{2}, x_3 = -2, x_4 = -\frac{1}{2}$ Так как корень $x_4 = -\frac{1}{2}$ является посторонним для уравнения (4), то

	отсюда получаем, что уравнение (4) имеет три корня: x_1, x_2, x_3 Ответ: $x_1 = \frac{2}{3}$, $x_2 = \frac{3}{2}$, $x_3 = -2$
Угадывание корня уравнения	Пример 1 $x^3+3x-12^3-3\cdot 12=0$ Для нахождения остальных корней преобразуем многочлен $x^3+3x-(12^3+3\cdot 12)=(x^3-12^3)+3(x-12)=(x-12)(x^2+12x+12^2+3)=(x--$ $12)$ $(x^2+12x+147)$ Так как многочлен $x^2+12x+147$ не имеет корней, то исходное уравнение имеет единственный корень $x=12$ Ответ: $x=12$
	Пример 2 x(x+1)+(x+1)(x+2)+(x+2)(x+3)+(x+3)(x+4)+(x+4)(x+5)+(x+5)(x+6)+(x+6)(x+7)+(x+7)(x+8)+ (x+8)(x+9)+(x+9)(x+10)=1·2+2·3+3·4+4·5+5·6+6·7+7·8+8·9+9·10 Легко заметить, что x_1=0 и x_2 = -10 являются решениями данного уравнения. После раскрытия скобок это уравнение перепишется как квадратное. Это означает, что данное уравнение не может иметь более 2-х корней. Так как два корня этого уравнения найдены, то тем самым оно и решено. Ответ: x_1 =0, x_2=10.
Метод Мажорант (оценки)	Решите уравнение: $(x-3)^4+(x^2-2x-3)^{10}=0$ Очевидно, что мы не будем возводить двучлен в четвертую степень и трехчлен в десятую. Заметим, что 4 и 10 - четные числа, следовательно, $(x-3)^4 \geq 0$ при любом значении x и $(x^2-2x-3)^{10} \geq 0$ при любом значении x. Равенство возможно, если одновременно $(x-3)^4=0$ и $(x^2-2x-$ $-3)^{10}=0$ Корень первого уравнения $x=3$, корни второго уравнения $x-1$ и $x=3$. Число $x=3$ является корнем обоих уравнений, его мы и запишем в ответ. Ответ: 3
	Решите неравенство: $4\sqrt{(3x\text{-}1)^2}+\sqrt{\log^2_{\ 2} x^2+16\log_4 x}\leqslant 4\text{-}12x$ 1. Упростим первый корень: $4\lvert 3x\text{-}1\rvert+\sqrt{\log^2_{\ 2} x^2+16\log_4 x}\leqslant 4\text{-}12x$ 2. Заметим, что оба слагаемых в левой части неравенства неотрицательные, значит, правая часть тоже должна быть неотрицательна, то есть $4-12x \geq 0$ $x \leq \frac{1}{3}$

При этих значениях x подмодульное выражение отрицательно, следовательно, раскрываем модуль с противоположным знаком:

$$-4(3x-1)+\sqrt{\log^2_2 x^2+16\log_4 x}\leqslant 4-12x$$

$$4-12x+\sqrt{\log^2_2 x^2+16\log_4 x}\leqslant 4-12x$$

В правой и левой частях неравенства стоит выражение $4-12x$. Вычтем его из обеих частей неравенства:

$$\sqrt{\log^2_2 x^2+16\log_4 x}\leqslant 0$$

Так как квадратный корень - величина неотрицательная, следовательно, неравенство выполняется только если левая часть равна нулю.

3. Остается решить уравнение

$$\log^2_2 x^2+16\log_4 x=0$$

1) Приведем второй логарифм к основанию 2:

$$\log^2_2 x^2+8\log_2 x=0$$

2) Преобразуем первое слагаемое:

$\log^2_2 x^2=\left(\log_2 x^2\right)^2=\left(2\log_2|x|\right)^2=\left(2\log_2 x\right)^2$ - раскрываем модуль с тем же знаком, так как $x>0$ по ОДЗ исходного неравенства.

3) Теперь мы можем ввести замену переменной:.$\log_2 x=t$
Получим уравнение: $4t^2+8t=0$
Отсюда $t=0$ или $t=-2$
4) Вернемся к исходной переменной:

$\log_2 x=0$ или $\log_2 x$=-2

Отсюда $x=1$ или $x=\frac{1}{4}$

Только число $x=\frac{1}{4}$ является решением исходного неравенства.

Ответ: $x=\frac{1}{4}$