

Программа «Буду знать математику на 5»

Жебелева Марина Анатольевна
Учитель математики
МБОУ Гимназия №16
г. Красноярск

(подготовка к ОГЭ и ЕГЭ)

Пояснительная записка:

Данная программа внеурочной деятельности учащихся составлена с учетом нормативно правовых документов: «Конституции РФ», «Конвенции о правах ребенка», «Закона об образовании», запроса современного общества.

Работа по данной программе, является продолжением и развитием той работы, которая проводится на уроках, в соответствии с обязательными программами, но не дублирует их.

Содержание программы соответствует познавательным возможностям учащихся 9 и 11 классов как базового, так и профильного уровня.

Продолжительность реализации программы 112 часов.

Программа работает в каникулярное время.

Для продуктивной работы групп, учащиеся проходят тестирование, по результатам тестов формируются потоки. Тестирование проходит отдельно по алгебре и отдельно по геометрии.

Каждая тема курса содержит:

- раздаточный справочный материал.
- лекции с примерами.
- набор практических заданий.

Курс ведут несколько преподавателей, специализирующихся на определенных темах, лекции читают каждый по своим темам, а на практикум, по мере возможности выходят все. Задания для практикума, берутся из банка заданий ОГЭ или ЕГЭ, сборников для подготовки к экзамену, сборников Кенгуру для выпускников.

Задания для лекций – из специализированной литературы и сборников Кенгуру – для всех, и Кенгуру - выпускникам

Цель данного курса: Помочь учащимся в овладении информацией, решить проблемы с восприятием, осмыслением, запоминанием, применением полученной информации.

Направления работы:

- Совершенствование общеучебных навыков.
 - ✓ Обобщить и структурировать материал
 - ✓ Научить применять нестандартные методы решения.
 - ✓ Решать олимпиадные задачи по средствам школьных знаний
 - ✓ Научить применять изученный материал не бездумно, а видеть, какой метод, теорему, свойство, формулу применить в конкретной ситуации.
- Психологическая подготовка учащихся.
 - ✓ Развивать внимание с целью сокращения ошибок, описок и т.д.
 - ✓ Усовершенствовать память, научить способам запоминания материала.
- Определение проблем неуспешности.
- Создание условий для реализации учащимися своих потенциальных возможностей.

Краткое содержание курса:

11 класс:

тема	Кол-во часов
«Тожественные преобразования» ✓ Формулы сокращенного умножения, разложение на множители (все способы), приведение подобных слагаемых, упрощение дробно – рациональных выражений, иррациональные выражения, тригонометрические преобразования.	4
«Уравнения» ✓ линейные уравнения (количество решений, в зависимости от коэффициентов) ✓ квадратные уравнения (т. Виета, нахождение дискриминанта, выделение полного квадрата, знаки корней, в зависимости от коэффициента «с») ✓ Дробно – рациональные уравнения (особенности решения) ✓ Общие методы решения уравнений (равносильные переходы, использование графиков, геометрические интерпретации, проверка корней). ✓ Иррациональные уравнения. ✓ Тригонометрические уравнения ✓ Однородные уравнения. ✓ Уравнения высших степеней. Бином Ньютона	10
«Функции»	10

✓ Обзор графиков элементарных функций. ✓ Свойства функций ✓ Чтение графиков. ✓ Применение графиков при решении уравнений, неравенств, и т.д. ✓ Применение производной для исследования и построения графиков функций	
«Неравенства» ✓ Простейшие неравенства, графическая интерпретация, запись ответа с помощью интервалов. ✓ Квадратичные, дробно – рациональные неравенства. ✓ Решение с помощью параболы, метода интервалов. ✓ Тригонометрические неравенства ✓ Решение систем неравенств.	10
«Модули. Параметры» ✓ Простейшие уравнения, содержащие модуль, параметр. ✓ Квадратные уравнения с параметром. ✓ Решения уравнений, содержащих модуль или параметр графическим способом. ✓ Решение данных уравнений, основываясь на свойствах функций. ✓ Использование метода рационализации. ✓ Исследование решения уравнений.	8+16
«Теория вероятностей» ✓ Статистика ✓ Комбинаторика ✓ Вероятность	8
«Решение задач» ✓ Задачи на движение ✓ Задачи на смеси и сплавы ✓ Прогрессии ✓ Задачи на совместную работу ✓ Задачи экономического содержания	8
«Планиметрия» ✓ Обзорная лекция (треугольники, четырехугольники, окружность, геометрическое место точек, многоугольники, движение, векторы, подобие, pedalный треугольник) ✓ Комбинация фигур ✓ Свойства фигур, редко применяемые при решении задач. ✓ Задачи, содержащие несколько решений.	12
«Стереометрия» ✓ Многогранники, тела вращения, комбинация тел. ✓ Построение сечений, метод следов, метод вспомогательных точек.	10
«Метод координат»	6
«Показательные и логарифмические уравнения и неравенства» ✓ Обзорная лекция (методы решения уравнений) ✓ Решение заданий третьей части ЕГЭ (особенности решения)	10
итог	112

9 класс:

тема	Кол-во часов
«Тожественные преобразования» ➤ Формулы сокращенного умножения, разложение на множители (все способы), приведение подобных слагаемых, упрощение дробно – рациональных выражений, иррациональные выражения.	4
«Уравнения» ➤ линейные уравнения (количество решений, в зависимости от коэффициентов) ➤ квадратные уравнения (т. Виета, нахождение дискриминанта, выделение полного квадрата, знаки корней, в зависимости от коэффициента «с») ➤ Дробно – рациональные уравнения (особенности решения) ➤ Общие методы решения уравнений (равносильные переходы, использование графиков, геометрические интерпретации, проверка корней). ➤ Иррациональные уравнения.	10
«Функции» ➤ Обзор графиков элементарных функций. ➤ Свойства функций ➤ Чтение графиков. ➤ Применение графиков при решении уравнений, неравенств, и т.д.	10
«Неравенства» ➤ Простейшие неравенства, графическая интерпретация, запись ответа с помощью интервалов. ➤ Квадратичные, дробно – рациональные неравенства. ➤ Решение с помощью параболы, метода интервалов. ➤ Решение систем неравенств.	10

«Модули. Параметры» ➤ Простейшие уравнения, содержащие модуль, параметр. ➤ Квадратные уравнения с параметром. ➤ Решения уравнений, содержащих модуль или параметр графическим способом. ➤ Решение данных уравнений, основываясь на свойствах функций. ➤ Исследование решения уравнений.	10+16
Теория вероятностей ➤ Статистика ➤ Комбинаторика ➤ Вероятность	8
«Решение задач» ➤ Задачи на движение ➤ Задачи на смеси и сплавы ➤ Прогрессии ➤ Задачи на совместную работу	12
«Планиметрия» часть первая ОГЭ ➤ Обзорная лекция (треугольники, четырехугольники, окружность, геометрическое место точек, многоугольники, движение, векторы, подобие)	12
«Планиметрия» часть вторая ОГЭ ➤ Комбинация фигур ➤ Свойства фигур, редко применяемые при решении задач. ➤ Задачи, содержащие несколько решений.	10
Последовательности ➤ Последовательности ➤ Арифметическая прогрессия ➤ Геометрическая прогрессия	10
итог	112

Литература:

1. Л.В. Кузнецова, Е.А. Бунимович 2001г. М. Дрофа Алгебра. Сборник заданий для проведения письменного экзамена по алгебре за курс основной школы
2. Л.В. Кузнецова, Е.А. Бунимович 2009г. М. Просвещение Алгебра. Сборник заданий для подготовки к государственной итоговой аттестации в 9 классе
3. Д.А. Мальцев 2015г. М. Ростов на Дону. « Математика 9 класс ОГЭ 2016 60 тестов + приложения»
4. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская 2014г. Левша», С.Петербург «Математический тест готовности к продолжению образования» КЕНГУРУ- ВЫПУСКНИКАМ
5. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская и др. 2013г. «Левша», С.Петербург Сборник задач конкурса за 1994-2013 годы. «Все задачи КЕНГУРУ»
6. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская и др. 2011г. «Левша», С.Петербург «Кенгуру-2011» задачи, решения, итоги.
7. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская и др. 2012г. «Левша», С.Петербург «Кенгуру-2012» задачи, решения, итоги.
8. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская и др. 2013г. «Левша», С.Петербург «Кенгуру-2013» задачи, решения, итоги.
9. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская и др. 2014г. «Левша», С.Петербург «Кенгуру-2014» задачи, решения, итоги.
10. Т. А. Братусь, Н.А. Жарковская и др. 2015г. «Левша», С.Петербург «Кенгуру-2015» задачи, решения, итоги.
11. Сайт alexlarin.net.
12. Сайт решу ЕГЭ.

**Как пример, опишу работу с одной из тем данного погружения. Тема: Уравнения
9 класс тема : «Уравнения» (10 часов)**

План:

- Лекция 3 часа (лекция (приложение 1) + раздаточный материал (приложение2))
- Групповая работа 4 часа (приложение 3)
- Индивидуальная работа 3 часа (приложение 4)

Лекция

(приложение 1)

1. **Опр1:** Равенство, содержащее неизвестную величину, называется уравнением
2. **Опр2:** Равенство $f(x)=g(x)$ называется уравнением относительно переменной x
3. **Опр3:** Решить уравнение – это значит найти все его корни, или доказать, что корней нет.

При решении уравнений важно помнить о двух моментах:

- об области допустимых значений
- о равносильности переходов от одного уравнения к другому
 - равносильный переход: прибавление к обеим частям уравнения одного и того же числа, умножение (деление) обеих частей уравнения на одно и то же число не равное нулю.
 - Неравносильный переход: возведение обеих частей в степень

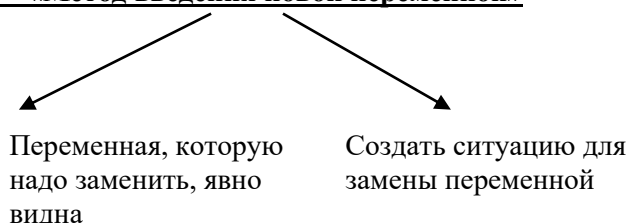
Методы решения уравнений

Методы решения уравнений	Метод разложение на множители	(Виды разложений)
	Метод введения новой переменной	
	Функционально - графический метод	(виды графиков)
	Метод решения дробно-рациональных уравнений	(отбор корней, ОДЗ)
	Методы решения уравнений содержащих модуль	Аналитически
		Графически
	Методы решения уравнений содержащих параметр	Аналитически
		Графически

1 метод: «Метод разложения на множители»

- Формулы сокращенного умножения
- Вынесение за скобку общего множителя
- Нахождения корней квадратного уравнения
- Способ группировки
- Выделение полного квадрата

2 метод: «Метод введения новой переменной»



1. $(x - 5)^4 - 3(x - 5)^2 - 4 = 0$

2. $7\left(x + \frac{1}{x}\right) - 2\left(x^2 + \frac{1}{x^2}\right) = 9$

3. метод: «Функционально – графический»

Перед тем как решать уравнения, связанные с данным методом, проведем устную работу:

Задание: к названию функции найти ее аналитическую запись, внести формулу в таблицу.

	Название функции	Аналитическая запись
Функции и их графики	Линейная функция	
	Прямая пропорциональность	
	Квадратичная функция	
	Обратная пропорциональность	
	Арифметический квадратный корень	
	Окружность	
	Кубическая парабола	

$$y=ax^2+bx+c; y=kx; y=x^3; y=\frac{k}{x}; y=kx+m; y=\sqrt{x}; x^2+y^2=r^2$$

Задание: Стрелками соединить аналитическую запись движения и его описание.

	Формула движения		Описание движения
Преобразование графиков	$f(x) + a$		Движение вдоль оси ОХ вправо
	$f(x) - a$		Сжатие к оси ОУ
	$f(x + a)$		Движение вдоль оси ОУ вниз
	$f(x - a)$		Движение вдоль оси ОУ вверх
	$-f(x)$		Симметрия относительно оси ОХ
	$f(-x)$		Растяжение от оси ОУ
	$k f(x)$, если $k > 0$		Движение вдоль оси ОХ влево
	$k f(x)$, если $0 < k < 1$		Симметрия относительно оси ОУ

Задание: с помощью графиков определите, между какими целыми числами находится корень

уравнения $\sqrt{x} = 3 - \frac{1}{2}x$.

4 вид. Дробно рациональные уравнения

- общий вид
- алгоритм решения
- отбор корней с учетом ОДЗ

Задание:

$$1) \frac{6-x}{3x^2-12} - \frac{2}{x-2} = 1$$

$$2) \frac{12}{(x+1)(x+5)} + \frac{15}{(x+2)(x+4)} = 2$$

5 вид. Методы решения уравнений содержащих модуль.

Методы

аналитический

Абсолютной величиной (модулем) целого числа a называют число, которое, по определению, равно самому числу если $a \geq 0$, и числу, противоположному a , если $a < 0$

$$|a| = \begin{cases} a, & \text{если } a \geq 0 \\ -a, & \text{если } a < 0 \end{cases}$$

Задание: решить уравнения:

- $|x+1| - |2x-3| = 1$
- $\sqrt{x} = |x-6|$

графический

Нахождение решения уравнения, используя взаимное расположение графиков функций, входящих в уравнение.

6 вид. Методы решения уравнений содержащих параметр:

Пример 1: При каких значениях параметра a , уравнение $|x^2-2ax|=1$ имеет три различных корня? (правила раскрытия модуля)

Пример 2: Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение $||x| + a - 9| = a^2$ имеет ровно 3 корня. Если таких значений a более одного, в ответе укажите их произведение. (использовать графический метод)

Пример 3: Найти все значения параметра a , при каждом из которых корни уравнения $x^2 - 6ax + 9a^2 - 2a + 2 = 0$ больше 3. (теоремы из Приложения 2)

Пример 4: Найдите все значения X , которые удовлетворяют неравенству

$$(2a-1)x^2 < (a+1)x + 3a \text{ при любом значении параметра } a, \text{ принадлежащем промежутку } (1; 2).$$

1. Линейное уравнение $ax = b$

$a \neq 0$	$a = 0; b \neq 0$	$a = 0; b = 0$
Единственный корень $x = \frac{b}{a}$	Решений нет	Бесконечное множество решений

2. Квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0$

Неполное квадратное уравнение			
$ax^2 = 0$	$ax^2 + bx = 0$	$ax^2 + c = 0$	
один корень $x = 0$	два корня $x = 0$ и $x = -\frac{b}{a}$	два корня $x = \pm \sqrt{-\frac{c}{a}}$	нет корней, если $-\frac{c}{a} < 0$
Полное квадратное уравнение			
Полное квадратное уравнение	Если b – четное число	Теорема Виета	
$D = b^2 - 4ac$ $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$	$D_1 = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - ac$ $x = \frac{-\frac{b}{2} \pm \sqrt{D_1}}{a}$	Для приведенного квадратного уравнения $x^2 + bx + c = 0$	Для неприведенного квадратного уравнения $ax^2 + bx + c = 0$
		$x_1 \cdot x_2 = c$ $x_1 + x_2 = -b$	$x_1 \cdot x_2 = \frac{c}{a}$ $x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}$

➤ Разложение на множители квадратного уравнения: $ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow a(x - x_1)(x - x_2)$

➤ Выделение полного квадрата: $ax^2 + bx + c = a\left(x + \frac{b}{a}\right)^2 - \frac{D}{4a}$

3. Дробно - рациональное уравнение:

Уравнение вида $\frac{f(x)}{g(x)} = 0$ равносильно $f(x) = 0$ при условии, что $g(x) \neq 0$

4. Уравнения с модулем

$$|a| = \begin{cases} a, & \text{если } a \geq 0 \\ -a, & \text{если } a < 0 \end{cases}$$

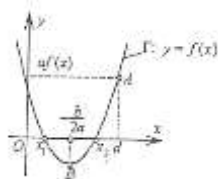
5. Уравнения с параметром:

Теорема 1.

Пусть дан квадратный трехчлен $f(x) = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$, и некоторое действительное число d . Если для

$f(x)$ выполняются следующие условия: $\begin{cases} D \geq 0 \\ af(d) > 0 \\ -\frac{b}{2a} < d \end{cases}$, то он имеет два действительных корня x_1 и x_2 ,

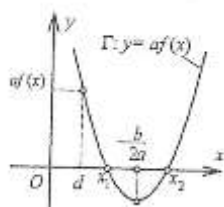
меньших числа d .

**Теорема 2.**

Пусть дан квадратный трехчлен $f(x) = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$, и некоторое действительное число d . Если для

квадратного трехчлена $f(x)$ выполняются следующие условия: $\begin{cases} D \geq 0 \\ af(d) > 0 \\ -\frac{b}{2a} > d \end{cases}$, то он имеет два

действительных корня x_1 и x_2 , больших числа d .

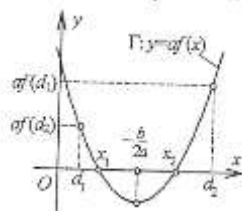


Следствие из Т. 1 и 2

Пусть даны два действительных числа d_1 и d_2 . Если для квадратного трехчлена $f(x)$ выполняются

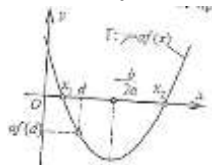
следующие условия:
$$\begin{cases} D \geq 0 \\ af(d_1) > 0 \\ af(d_2) > 0 \\ d_1 < -\frac{b}{2a} < d_2 \end{cases},$$

то он имеет два действительных корня x_1 и x_2 , принадлежащих промежутку $(d_1; d_2)$



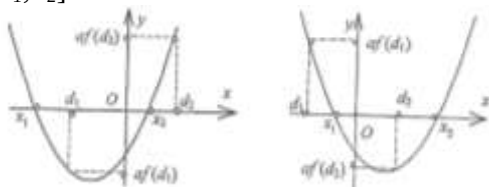
Теорема 3.

Пусть дано некоторое действительное число d . Если для квадратного трехчлена $f(x)$ выполняется условие $af(d) < 0$, то он имеет два действительных корня x_1 и x_2 , расположенных по разные стороны от числа d



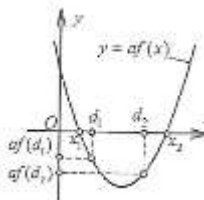
Теорема 4.

Пусть даны два действительных числа d_1 и d_2 : $d_1 < d_2$. Если для квадратного трехчлена $f(x)$ выполняется условие $f(d_1)f(d_2) < 0$, то квадратный трехчлен $f(x)$ имеет два действительных корня, один из которых принадлежит промежутку $(d_1; d_2)$, а другой не принадлежит промежутку $[d_1; d_2]$.



Теорема 5.

Пусть даны два действительных числа d_1 и d_2 : $d_1 < d_2$. Если для квадратного трехчлена $f(x)$ выполняются условия $\begin{cases} af(d_1) < 0 \\ af(d_2) < 0 \end{cases}$, то квадратный трехчлен $f(x)$ имеет два действительных корня, один из которых меньше числа d_1 , а второй – больше числа d_2



3. Если $a > 0$ и $D > 0$ (рис. 21), то $x \in (-\infty; x_1) \cup (x_2; +\infty)$, где x_1, x_2 — соответственно меньший и больший корни квадратного трехчлена.

4. Если $a < 0$ и $D < 0$ (рис. 22), то $x \in \emptyset$.

5. Если $a < 0$ и $D = 0$ (рис. 23), то $x \in \emptyset$.

6. Если $a < 0$ и $D > 0$ (рис. 24), то $x \in (x_1; x_2)$, где x_1, x_2 — соответственно меньший и больший корни квадратного трехчлена.

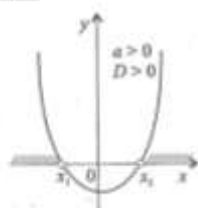


Рис. 21

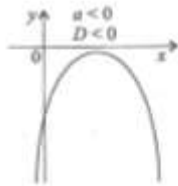


Рис. 22

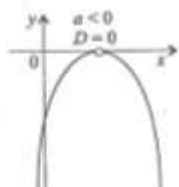


Рис. 23

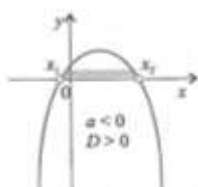


Рис. 24

Групповая работа

(приложение № 3)

Задачи по теме: «Уравнения»

Задание 1: Из общего набора уравнений выписать в таблицу по 3 примера.

Разложением на множители	Функционально графическим	Введением новой переменной	Дробно рациональные	Уравнения, решаемые несколькими методами

$x^5 - 9x^3 + 20x = 0;$ $(x^2 + 4x)(x^2 + 4x - 17) = -60;$ $(x^2 - 5x)(x^2 - 5x + 10) + 24 = 0.$ $\left(\frac{x^2 - 3x}{2} + 3\right)\left(\frac{x^2 - 3x}{2} - 4\right) + 10 = 0;$ $\left(2 - \frac{x^2 + 2x}{3}\right)\left(4 - \frac{x^2 + 2x}{3}\right) = 3.$ $(x - 5)^4 - 3(x - 5)^2 - 4 = 0;$ $(x^2 - 5x)(x^2 - 5x + 10) + 24 = 0.$ $\left(\frac{x^2 - 3x}{2} + 3\right)\left(\frac{x^2 - 3x}{2} - 4\right) + 10 = 0;$ $\left(2 - \frac{x^2 + 2x}{3}\right)\left(4 - \frac{x^2 + 2x}{3}\right) = 3.$	$2) x^5 - 7x^3 + 12x = 0.$ $\frac{1}{x(x+2)} - \frac{1}{(x+1)^2} = \frac{1}{12};$ $\left(x - \frac{2x}{x+2}\right)^2 + \frac{4x^2}{x+2} = 5;$ $7\left(x + \frac{1}{x}\right) - 2\left(x^2 + \frac{1}{x^2}\right) = 9;$ $2\left(x^2 + \frac{1}{x^2}\right) - 11\left(x - \frac{1}{x}\right) + 8 = 0.$ $\frac{12}{(x+1)(x+5)} + \frac{15}{(x+2)(x+4)} = 2;$ $\frac{6-x}{3x^2-12} - \frac{2}{x-2} = 1;$ $\frac{x+5}{x-5} + \frac{x}{x+5} = \frac{50}{x^2-25};$ $\frac{2x}{2x-3} - \frac{3x}{2x+3} = \frac{15-32x^2}{4x^2-9}$ $\frac{2}{3x+1} - \frac{x}{1-3x} = \frac{2x}{9x^2-1};$
--	---

2/ Квадратные уравнения и уравнения приводящиеся к ним

а) $2x^2 + 3x - 5 = 0$

д) $x^2 + \sqrt{x^2} - 6 = 0$

б) $\sqrt{2}x^2 - \sqrt{3}x - \sqrt{2} = 0$

е) $x^2 + 5x - \frac{6|x|}{x} = 0$

в) $3x^2 - 15 = 0$

ж) $\sqrt{6-x} = 3x - 4$

$$г) 5x^2 + 1 = 0$$

$$з) x^2 - 2003x + 2002 = 0$$

3. Теорема Виета:

а) Составьте квадратное уравнение, корнями которого являются числа $\frac{1}{2}$ и $\frac{5}{11}$

б) Пусть x_1 и x_2 - корни квадратного уравнения $4x^2 - 4x - 3 = 0$. Не решая уравнения, найдите: 1) $x_1^2 + x_2^2$. 2) $x_1^3 + x_2^3$.

4. Уравнения, приводящиеся к квадратным методом подстановки:

выбрать из задания 1 три уравнения на заданный метод и решить их.

5. Метод разложения на множители

а) $x^3 + x^2 - x - 1 = 0$ б) $x^3 - 8x = 0$

6. Дробно рациональные уравнения: $\frac{2x+1}{x-1} + \frac{x+1}{2x+1} = \frac{5x+4}{(x-1)(2x+1)}$

7. Уравнения содержащие параметр:

$$x^2 + (a+1)x - a^2 = 0$$

- при каких значениях параметра а число 1 находится между корнями квадратного уравнения
- при каких значениях параметра а уравнение имеет два положительных корня
- при каких значениях параметра а уравнение имеет корни разных знаков.

Индивидуальная работа

(приложение 4)

Решая задания ответить на вопрос: «Верно ли утверждение»

(все задания для индивидуальной работы взяты из сборника КЕНГУРУ - ВЫПУСКНИКАМ и теста кенгуру выпускникам)

1. Уравнения $x^2 - 2x - 3 = 0$ и $x^2 + 5x + 4 = 0$ имеют общий корень.
2. Уравнение $\sqrt{x+5} = x+1$ имеет два корня
3. Если $x = 10$ – корень уравнения $x^2 + 2x + c = 0$, то $c = 120$
4. Верно ли, что все корни уравнения положительны?
 - $x^2 + 15x - 7 = 0$
 - $x^3 - 2x^2 + x - 2 = 0$
 - $|x - 3| = 4$
 - $x^8 + 15x^2 - 7 = 0$
5. Сумма квадратов всех корней уравнения $x^4 - 2x^2 + \frac{1}{2} = 0$ равна 4
6. Если $2x + 3 = 5$, то $3x + 5 = 8$.
7. Уравнение $(x^2 - 6x + 5)(x^2 + 5x - 6) = 0$ имеет 4 различных корня.
8. Уравнение $x^6 + 2x^4 + 3x^2 + 4 = 0$ не имеет корней.
9. Уравнение $|2x - 1| = -\frac{1}{x}$ имеет один корень
10. При некотором положительном значении параметра a , уравнение $\sqrt{a-x} = x$ имеет ровно два корня.
11. Квадрат разности корней уравнения $x^2 + px + q = 0$ равен его дискриминанту.
12. Корень уравнения $\frac{3x+2}{2x+3} = 2$ - целое число.
13. Уравнение $(x^2 + 5x + 6) \cdot \left(\frac{1}{x-2} - \frac{1}{x+3}\right) = 0$ имеет ровно два корня/
14. Корни уравнения $|x - 2|^2 = 3$ имеют разные знаки
15. Существует ровно 4 значения параметра a , при которых оба корня квадратного уравнения $x^2 + ax - 14 = 0$ целые
16. Уравнение $x - 2\sqrt{x} - 7 = 0$ имеет ровно один корень.
17. Уравнение $x^2 + ax = 1$ имеет два корня при любом значении параметра a .
18. Уравнение $\sqrt{2x-1} \cdot (12x^2 - 13x + 3) = 0$ имеет три корня.
19. Если уравнение $x^2 - 4x + a = 0$ имеет два корня, то их среднее арифметическое равно - 2