12 способов решения квадратных уравнений

Ф. В. Чернявская,

учитель математики высшей
категории СШ № 2 г. Полоцка

Теория уравнений в школьном курсе алгебры занимает ведущее место. На их изучение отводится времени больше, чем на любую другую тему школьного курса математики. Это связано с тем, что большинство жизненных задач сводится к решению различных видов уравнений.

В учебнике алгебры для 8 класса мы знакомимся с несколькими видами квадратных уравнений и отрабатываем их решение по формулам. При решении одной из задач я столкнулась с уравнением, которое очень сложно решить уже известными способами: $17x^2 + 228x – 17 = 0$.

Я обратилась за помощью к дополнительной литературе и к моему удивлению начала находить один способ решения за другим, которые ранее мне не были известны. Способов решения квадратных уравнений очень много. Я нашла 12 способов решения квадратных уравнений. Нужно отметить, что не все они удобны для решения, но каждый из них по-своему уникален. Некоторые способы решения помогают сэкономить время, что немаловажно при решении заданий на контрольных работах и экзаменах. Решая квадратные уравнения, я поняла, что одни квадратные уравнения можно решить разными способами, а для других уравнений некоторые способы не применимы.

Мне очень захотелось не только изучить эти все способы решения, но и систематизировать материал так, чтобы любой учащийся или учитель могли воспользоваться готовым материалом, а не выискивать в других источниках необходимые приемы. Поэтому в рамках факультативных занятий по теме, связанной с квадратными уравнениями, вместе с учащимися мы решили создать **справочник для обучающихся «Способы решения квадратных уравнений»,** который и предлагаем вашему вниманию.

Итак, **стандартные методы** (используются чаще при решении квадратных уравнений): *решение квадратных уравнений по формулам, решение с использованием формул для четного коэффициента, теорема Виета, разложение левой части на множители, выделение полного квадрата.*

Нестандартные методы: *решение способом «переброски» коэффициентов, свойства коэффициентов квадратного уравнения, Султанов способ, решение квадратных уравнений, с помощью циркуля и линейки, графический способ, решение с помощью номограммы, геометрический способ.*

История развития квадратных уравнений.

1. Квадратные уравнения в Древнем Вавилоне [8].

Квадратные уравнения умели решать около 2000 лет до н. э. вавилоняне. Применяя современную алгебраическую запись, можно сказать, что в их клинописных текстах встречаются, кроме неполных, и такие, например, полные квадратные уравнения:

$$x^2 + x = \frac{3}{4} \qquad x^2 - x = 14\frac{1}{2}$$

Почти все найденные до сих пор клинописные тексты приводят только задачи с решениями, изложенными в виде рецептов, без указаний относительно того, каким образом они были найдены.

2. Квадратные уравнения в Индии [8]

Индийский ученый Брахмагупта (VII в.), изложил общее правило решения квадратных уравнений, приведенных к единой канонической форме: $\mathbf{ax^2 + bx = c,\ \ a > 0}$

В уравнении коэффициенты, кроме а, могут быть отрицательными. Правило Брахмагупта по существу совпадает с нашим.

3. Квадратные уравнения в Европе [8]

Формулы решения квадратных уравнений были впервые изложены в книге, написанной итальянским математиком Леонардо Фибоначчи (XIIIв.). $\mathbf{x^2 + bx = c}$**,** при всевозможных комбинациях знаков коэффициентов b, c было сформулировано в Европе лишь в 1544 г.Лишь в XVII в. благодаря трудам, Декарта, Ньютона, Жирара, Виета и других ученых способ решения квадратных уравнений принимает современный вид.

<u>Общие правила о квадратном уравнении</u>

<u>Определение 1.</u>*Квадратным уравнением называют уравнение вида* $ax^2 + bx + c = 0$*, где коэффициенты, а, в, с- действительные числа,* $a \neq 0$*.*

Определение 2. *Полное квадратное уравнение — это квадратное уравнение, в котором присутствуют все три слагаемые т.е. коэффициенты в и с отличны от нуля.*

Неполное квадратное уравнение — это уравнение, в котором хотя бы один из коэффициентов в или с равен нулю.

Определение 3. *Корнем квадратного уравнения $ax^2 + вx + c = 0$ называют всякое значение переменной х, при котором квадратный трехчлен $ax^2 + вx + c$ обращается в нуль.*

Определение 4.*Решить квадратное уравнение — значит найти все его корни или установить, что корней нет.*

Способы решения квадратных уравнений

- *Разложение левой части на множители*
- *Решение квадратных уравнений по формулам*
- *Решение с использованием формул для четного коэффициента*
- *Теорема Виета*
- *Выделение полного квадрата*
- *Решение способом переброски коэффициентов*
- *Свойства коэффициентов квадратного уравнения*
- *Султанов способ*
- *Решение квадратных уравнений, с помощью циркуля и линейки*
- *Графический способ*
- *Решение с помощью номограммы*
- *Геометрический способ*

1. Разложение левой части уравнения на множители.

Решим уравнение x2 + 10x - 24 = 0.

Разложим левую часть на множители:

x2 + 10x - 24 = x2 + 12x - 2x - 24 = x (x + 12) - 2(x + 12) = (x + 12) (x - 2).

Следовательно, уравнение можно переписать так:

(x + 12)(x - 2) = 0

Произведение множителей равно нулю, если по крайней мере, один из его множителей равен нулю.

x + 12= 0 или x – 2=0

x=-12 x=2

Ответ: -12; 2.

Решим уравнение $x2+4x - 12=0$

$x2 + 4x - 12 = x2 + 6x - 2x - 12 = x (x + 6) - 2(x + 6) =$

$(x + 6) (x - 2)$.

$(x + 6)(x - 2) = 0$

$x + 6= 0$ или $x - 2=0$

$x=-6$ $x=2$

Ответ: -6; 2.

Решим уравнение $2x2+ 7x - 9=0$

$2x2 + 7x - 9 =2 x2 + 9x - 2x - 9 = x (2x + 9) - (2x + 9) =$

$(2x + 9) (x - 1)$.

$(2x + 9)(x - 1) = 0$

$2x + 9= 0$ или $x - 1=0$

$x=-4,5$ $x=1$

Ответ: -4,5; 1.

2. Метод выделения полного квадрата.

Решим уравнение $x2 + 6x - 7 = 0$.

Выделим в левой части полный квадрат:

$x2 + 6x - 7 = x2 + 2 \cdot x \cdot 3 + 32 - 32 - 7 = (x + 3)2 - 9 - 7 =$

$(x + 3)2 - 16$.

тогда, данное уравнение можно записать так:

$(x + 3)2 - 16 =0$,

$(x + 3)2 = 16$.

$x + 3=4$ или $x + 3 = -4$

$x1 = 1$ $x2 = -7$

Ответ: 1; -7.

Решим уравнение x2– 8x – 9 = 0

(x2– 2•4x + 16) – 16 – 9 = 0

(x– 4)2 – 25 = 0

(x– 4)2 = 25

x – 4 = 5   x – 4 = –5

x = 9   x = –1

Ответ: –1; 9.

Решим уравнение x2 + 6x– 40 = 0

(x2 + 2•3x + 9) – 9 – 40 = 0

(x + 3)2– 49 = 0

(x + 3)2 = 49

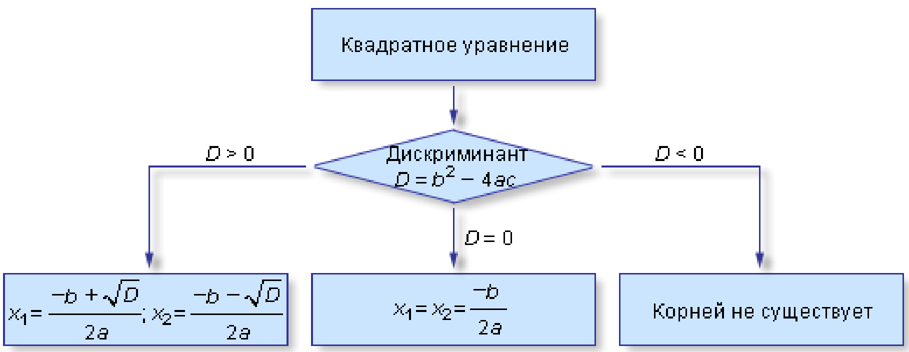
x + 3 = 7   x + 3 = –7

x = 4   x = –10

Ответ: –10; 4.

3. Решение квадратных уравнений по формулам.

Формула корней квадратного уравнения
$ax^2 + bx + c = 0$ позволяет найти корни ***любого*** квадратного уравнения (если они есть), в том числе приведенного и неполного.



Решим уравнение $2x^2 + x - 10 = 0$
$D = 1 + 4 \cdot 2 \cdot 10 = 81$

$x = \frac{-1 \pm \sqrt{81}}{2 \cdot 2}$

$x_1 = \frac{-1+9}{4} = 2$ $x_2 = \frac{-1-9}{4} = -2{,}5$

Ответ: -2,5; 2

Решим уравнение $3x^2 - 7x + 6 = 0$

$D = 7 - 4 \cdot 3 \cdot 6 = -65 < 0$

Ответ: корней нет

Решим уравнение $4x^2 + 12x + 9 = 0$

$D = 144 - 4 \cdot 4 \cdot 9 = 0$

$x_{1,2} = \frac{-в}{2a} = \frac{-12}{8} = -1{,}5$

Ответ: -1,5

4. Решение уравнений по формуле четного коэффициента

$ax^2 + 2kx + c = 0$

$x_{1,2} = \frac{-k \pm \sqrt{k^2 - ac}}{a}$

Решим уравнение $x^2 + 10x - 24 = 0.$

$x_{1,2} = \frac{-5 \pm \sqrt{25-24}}{1}$

$x_1 = -6$ $x_2 = -4$

Ответ:-6; -4

Решим уравнение $9x^2 - 12x + 4 = 0$

$x_{1,2} = \frac{6 \pm \sqrt{36-36}}{9} = \frac{2}{3}$

Ответ: $\frac{2}{3}$

Решим уравнение $3x^2 - 10x + 3 = 0$

$x_{1,2} = \frac{5 \pm \sqrt{25-9}}{3} = \frac{10 \pm \sqrt{16}}{3} = \frac{10 \pm 4}{3}$

$x_1 = \frac{14}{3} = 4\frac{2}{3}$ $x_2 = 2$

Ответ: $2; 4\frac{2}{3}$

5. *Решение уравнений с использованием теоремы Виета*

Приведенным квадратным уравнением называется уравнение вида (1), где старший коэффициент равен единице. $x^2 + px + q = 0$ (1)

Корни приведенного квадратного уравнения можно найти по следующей формуле:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = -p \\ x_1 \cdot x_2 = q \end{cases}$$

Чтобы квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0$ привести к приведенному виду, нужно все его члены разделить на *a*, тогда

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = -\dfrac{b}{a} \\ x_1 \cdot x_2 = \dfrac{c}{a} \end{cases}$$

Таким образом: сумма корней приведенного квадратного уравнения равна второму коэффициенту, взятому с противоположным знаком, а произведение корней равно свободному члену.

По коэффициентам p и q можно предсказать знаки корней.

а) *Если сводный член q приведенного уравнения (1) положителен ($q > 0$), то уравнение имеет два одинаковых по знаку корня и это зависти от второго коэффициента:*

-если $p < 0$, то оба корня положительные;

-если $p > 0$, то оба корня отрицательные.

Например,

$x^2 - 3x + 2 = 0$; $x_1 = 2$ и $x_2 = 1$, так как $q = 2 > 0$ и $p = -3 < 0$;

$x^2 + 8x + 7 = 0$; $x_1 = -7$ и $x_2 = -1$, так как $q = 7 > 0$ и $p = 8 > 0$.

б) *Если свободный член q приведенного уравнения (1) отрицателен ($q < 0$), то уравнение имеет два различных по знаку корня, причем больший по модулю корень будет положителен, если $p < 0$, или отрицателен, если $p > 0$.*

Например,

$x^2 - 8x - 9 = 0$; $x_1 = 9$ и $x_2 = -1$, так как $q = -9 < 0$ и $p = -8 < 0$;

$x^2 + 4x - 5 = 0$; $x_1 = -5$ и $x_2 = 1$, так как $q = -5 < 0$ и $p = 4 > 0$.

6. *Решение уравнений способом «переброски».*

Решим уравнение $ax^2 + bx + c = 0$ Умножив обе части уравнения на а, получим $a^2x^2 + abx + ac = 0$ Пусть $ax = y$, откуда $x = \frac{y}{a}$ Тогда получим уравнение с новой переменной $y^2 + by + c = 0$ Его корни y_1 и y_2. Окончательно $x_1 = \frac{y_1}{a}$, $x_2 = \frac{y_2}{a}$

Приведу пример: $2x^2 - 11x + 15 = 0$

Перебросим коэффициент а = 2 к свободному члену и получим уравнение: $y^2 - 11y + 30 = 0$ из которого по теореме Виета $y_1 = 5$, $y_2 = 6$

Тогда корнями исходного уравнения будут

$x_1 = 5:2 = 2{,}5$ $x_2 = 6:2 = 3$

Ответ: 2,5; 3.

7. Свойства коэффициентов квадратного уравнения

$$ax^2 + bx + c = 0$$

1. Если $\underline{a + b + c = 0}$, то $x_1 = 1$, $x_2 = \frac{c}{a}$

2. Если $\underline{a + c = b}$, то $x_1 = -1$, $x_2 = -\frac{c}{a}$

3. Если $\underline{b = a^2 + 1, c = a}$, то $x_1 = -a$, $x_2 = -\frac{1}{a}$

4. Если $\underline{b = -(a^2 + 1), c = a}$, то $x_1 = a$, $x_2 = \frac{1}{a}$

5. Если $\underline{b = a^2 - 1, c = -a}$, то $x_1 = -a$, $x_2 = \frac{1}{a}$

6. Если $\underline{b = -(a^2 - 1), c = -a}$, то $x_1 = a$, $x_2 = -\frac{1}{a}$

<u>Решим уравнение</u> $\underline{839x^2 - 448x - 391 = 0}$

839 – 448 – 391 = 0, то

$x_1 = 1$ $x_2 = -\frac{391}{839}$

Ответ: $-\frac{391}{839}$; 1.

<u>Решим уравнение</u> $\underline{6x^2 + 37x + 6 = 0}$

Так как $\underline{b = a^2 + 1, c = a}$, то $x_1 = -a$, $x_2 = -\frac{1}{a}$

Пример: $6x^2 + 37x + 6 = 0$

Так как 37 = 36 + 1, то $x_1 = -6$, $x_2 = -\frac{1}{6}$

Ответ: $-6; -\frac{1}{6}$

8 .Султанов метод

Решим уравнение $4x^2 + 35x - 9 = 0$

Разделим все уравнение на x и перенесем свободный член в другую часть

$4x+35= 9/x$

Найдем делители числа 9

±1; ±3; ±9

Проверяем каждый из них. Быстро определяем, что подходит число -9.
Это первый корень. Второй корень определяем так: $c : x_1 : a$

-9:(-9):4=1/4

Ответ: –9; 1/4

Решим уравнение $2x^2 + 21x - 11 = 0$

2x + 21 = 11/x
Делители числа 11: ±1; ±11
Проверяем каждый из них. Подходит число –11. второй корень: –11:(– 11):2 = 0,5

Ответ: 0,5; –11

9. Графическое решение квадратного уравнения

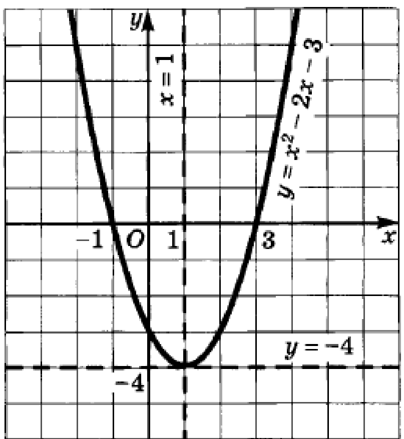
Решить уравнение $x^2 - 2x - 3 = 0$

1 способ.

Построим график функции $y = x^2 - 2x - 3$, воспользовавшись алгоритмом.

1)Имеем: $a = 1, b = -2, x_0 = -\frac{b}{2a} = 1, y_0 = f(1) = 1^2 - 2 - 3 = -4.$

Значит, вершиной параболы служит точка (1;-4), а осью симметрии параболы – прямая x=1
2) Возьмем на оси x две точки, симметричные относительно оси параболы,
например точки x= -1 и x=3, тогда f(-1)=f(3)=0



3) Через точки (-1;0) , (1;-4), (3;0) проводим параболу (рис 1).
Корнями уравнений $x^2-2x-3=0$ являются абсциссы точек пересечения параболы с осью x; значит, корни уравнения $x_1=-1, x_2=3$.

2 способ

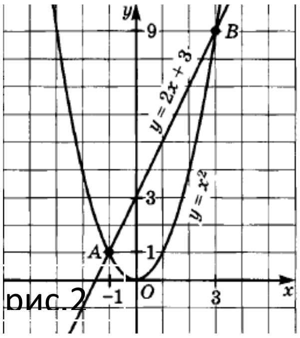
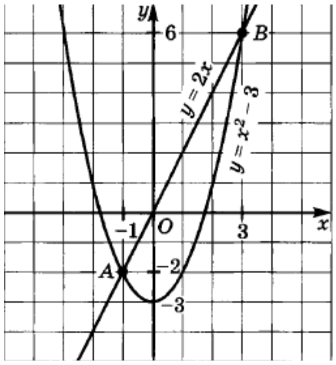


рис.2

Преобразуем уравнение к виду $x^2=2x+3$.
Построим в одной системе координат графики функций

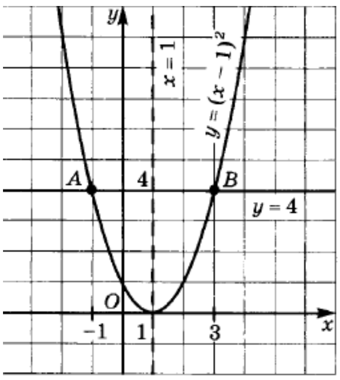
$y=x^2$ и $y=2x+3$ (рис 2).
Они пересекаются в двух точках A(-1;1) и B(3;9).
Корнями уравнения служат абсциссы точек A и B, значит, $x_1=-1, x_2=3$.

3 способ



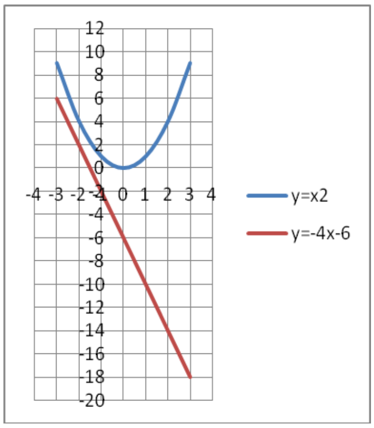
Преобразуем уравнения к виду $x^2-3=2x$.
Построим в одной системе координат графики функций $y=x^2-3$ и $y=2x$ (рис.3) Они пересекаются в двух точках A(-1;-2) и B (3;6). Корнями уравнения являются абсциссы точек A и B, поэтому $x_1=-1, x_2=3$.

4 способ



Преобразуем уравнение к виду, затем $x^2-2x+1=4$ т.е. $(x-1)^2=4$
Построим в одной системе координат параболу $y=(x-1)^2$ и прямую $y=4$. Они пересекаются в точках A(-1;4) и B(3;4). Корнями уравнений служат абсциссы точек A и B, поэтому $x_1=-1, x_2=3$ (рис.4).

Графические способы решения квадратных уравнений красивы, но не дают стопроцентной гарантии решения любого квадратного уравнения.



5 способ

Решим уравнение $x^2 + 4x + 6 = 0$

$x^2 = –4x – 6$ $y^2 = x^2$

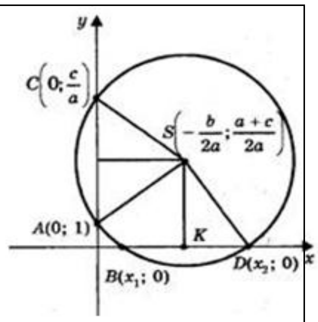
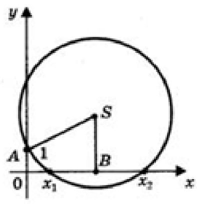
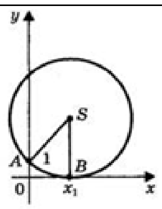
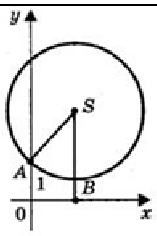
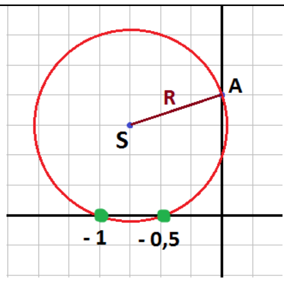
x	–3	–2	–1	0	1	2	3
y	9	4	1	0	1	4	9

$y^2 = –4x – 6$

x	–1	0
y	–2	–6

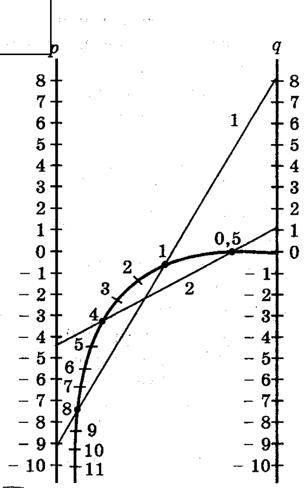
Ответ: нет корней

10. Решение квадратных уравнений с помощью циркуля линейки

Данный способ заключается в том, чтобы при нахождении корней уравнения $ax^2 + bx + c = 0$ отметить в системе координат точки S $\left(-\frac{b}{2a}; \frac{a+c}{2a}\right)$и A(0;1) и провести окружность с центром в точке S и радиусом SA. Абсциссы точек пересечения с осью Ox есть корни исходного уравнения	
Возможны три случая:	
Радиус окружности больше ординаты центра SA>SB или R>$\frac{a+c}{2a}$, окружность пересекает ось *Ox* в двух точках (x_1;0) и (x_2;0) , где x_1 и x_2 корни исходного уравнения.	 а)
Радиус окружности равен ординате центра SA=SB или R=$\frac{a+c}{2a}$, окружность пересекает ось *Ox* в одной точке (x_1;0), где x_1 корень исходного уравнения.	 б)
Радиус окружности меньше ординаты центра SA<SB или R<$\frac{a+c}{2a}$, окружность не имеет общих точек с осью *Ox*. В этом случае исходное уравнение не имеет корней.	
Приведем пример: $2x^2 + 3x + 1 = 0$ Определим координаты центра окружности по формулам: $x = -\frac{b}{2a}$; $y = \frac{a+c}{2a}$, то есть S$\left(-\frac{3}{4};\frac{3}{4}\right)$ Проведем окружность радиуса *SA*, где *A* (0;1). Ответ: - 1; - 0,5	

11. Решение квадратных уравнений с помощью номограммы

Это старый и в настоящее время забытый способ решения квадратных уравнений, помещенный на с.83



сборника: Брадис В.М. Четырехзначные математические таблицы. - М., Просвещение, 1990.

Таблица XXII. Номограмма для решения уравнения $z^2 + pz + q = 0$. Эта номограмма позволяет, не решая квадратного уравнения, по его коэффициентам определить корни уравнения.

Примеры.

1) Для уравнения $z^2 - 9z + 8 = 0$ номограмма дает корни $z_1 = 8,0$ и $z_2 = 1,0$

Ответ:8,0; *1,0.*

2) Решим с помощью номограммы уравнение

$2z^2 - 9z + 4= 0.$

Разделим коэффициенты этого уравнения на 2,

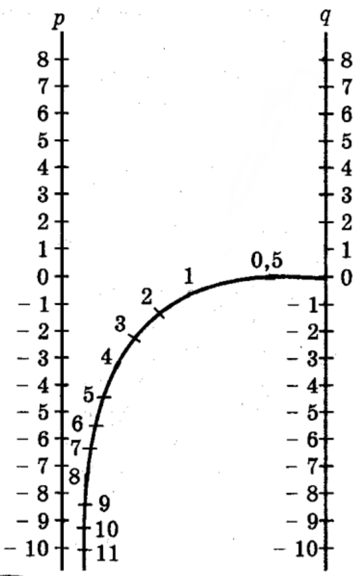
получим уравнение $z^2 - 4,5z + 2 = 0.$

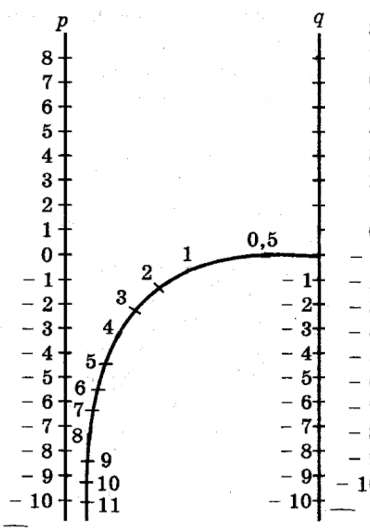
Номограмма дает корни $z_1 = 4$ и$z_2 = 0,5$.

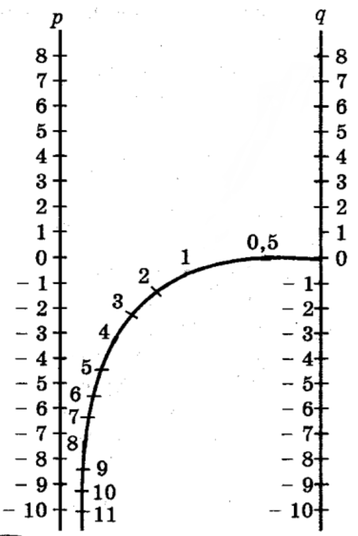
Ответ: 4; 0,5.

$z^2 – 7z +6 = 0$ $\quad$ $z^2 – 2z + 3 = 0$ $\quad$ $z^2 – z – 6 = 0$

$p = –7 \quad q = 6$ $\quad$ $p = –2 \quad q = 3$ $\quad$ $p = –1 \quad q = –6$







Ответ: 1; 6. Ответ : нет корней

$z_1=3$

$z_2=–(–1)–3=–2$

12. Геометрический способ решения квадратных уравнений

Например, как древние греки решали уравнение

$y^2 + 6y - 16 = 0.$

Решение представлено на рис, где

$y^2 + 6y = 16$, *или* $y^2 + 6y + 9 = 16 + 9.$

Решение. Выражения $y^2 + 6y + 9$ и $16 + 9$ геометрически представляют собой

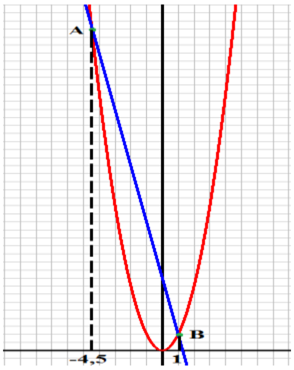
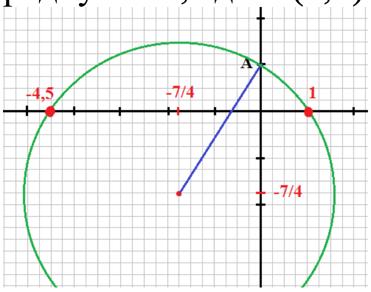
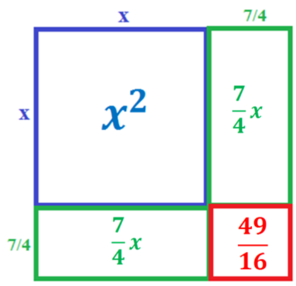
один и тот же квадрат, а исходное уравнение $y^2 + 6y - 16 + 9 - 9 = 0$ - одно и то же уравнение. Откуда и получаем, что $y + 3 = \pm 5$, или $y_1 = 2$, $y_2 = -8$

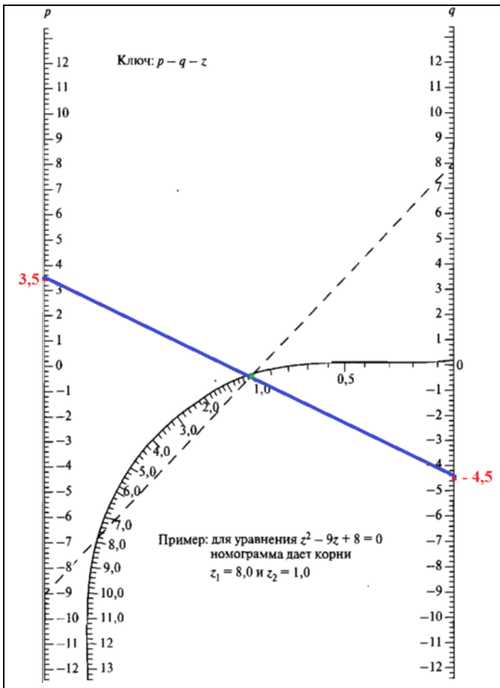
Попробуем решить квадратное уравнение

$$\mathbf{2x^2 + 7x - 9 = 0}$$

перечисленными способами

1. Разложением левой части на множители: $2x^2 + 7x - 9 = 0$ $2x^2 + 9x - 2x - 9 = 0$ $(2x^2 + 9x) - (2x + 9) = 0$ $x(2x + 9) - (2x + 9) = 0$ $(x - 1)(2x + 9) = 0$ $x - 1 = 0$ *или* $2x + 9 = 0$ $x = 1 \qquad x = -4,5$ Ответ: -4,5; 1.	2. Выделением полного квадрата: $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Разделив левую и правую части уравнения на 2, получим: $x^2 + \frac{7}{2}x - \frac{9}{2} = 0$ $x^2 + 2\bullet\frac{7}{4}\bullet x + (\frac{7}{4})^2 = (\frac{7}{4})^2 + \frac{9}{2}$ $(x + \frac{7}{4})^2 = \frac{121}{16}$ $x + \frac{7}{4} = -\frac{11}{4}$ *или* $x + \frac{7}{4} = \frac{11}{4}$ $x = -4,5 \qquad x = 1$ Ответ: - 4,5; 1
3. По формуле: $2x^2 + 7x - 9 = 0$ $a = 2, b = 7, c = -9$ $D = 49 + 72 = 121$ $D>0$ (2 корня) $x1 = \frac{-7+11}{4} = 1$ $x2 = \frac{-7-11}{4} = -4,5$ Ответ: - 4,5; 1	4. По теореме Виета: $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Разделив левую и правую части уравнения на 2, получим: $x^2 + \frac{7}{2}x - \frac{9}{2} = 0$ $\begin{cases} x_1 + x_2 = -\frac{7}{2} \\ x_1 \cdot x_2 = -\frac{9}{2} \end{cases}$ Ответ: - 4,5; 1.
5. Способом «переброски»: $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Перебросим коэффициент $a = 2$ к свободному члену и получим уравнение: $y^2 + 7y - 18 = 0$ из которого по теореме Виета $y_1 = 2$ $y_2 = -4,5$	6.По свойству коэффициентов: $2x^2 + 7x - 9 = 0$ $a = 2, b = 7, c = -9$ Так как $a + b + c = 2 + 7 - 9 = 0$ то

Тогда корнями исходного уравнения будут $x_1 = \frac{2}{2} = 1$ $x_2 = -4,5$ Ответ: - 4,5; 1	$x_1 = 1$ $x_2 = -4,5$ Ответ: - 4,5; 1
7. <u>Графическим способом:</u> $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Запишем уравнение в виде $2x^2 = 7x + 9$ и в одной системе координат построим графики функций $y = 2x^2$ $y = 7x + 9$  Ответ: - 4,5; 1	*8.* <u>С помощью циркуля и линейки:</u> $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Определим координаты центра окружности по формулам: $x = -\frac{b}{2a} = -\frac{7}{4}; y = \frac{a+c}{2a} = \frac{2-9}{4} = -\frac{7}{4}$ то есть $S\left(-\frac{7}{4}; -\frac{7}{4}\right)$ Проведем окружность радиуса *SA*, где *A* (0;1).  Ответ: - 4,5; 1
9. <u>С помощью номограммы:</u> $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Представим уравнение в виде: $x^2 + 3,5x - 4,5 = 0$	*10.* <u>Геометрическим способом:</u> $2x^2 + 7x - 9 = 0$ Представим уравнение в виде: $x^2 + \frac{7}{2}x = \frac{9}{2}$  Площадь полученного квадрата:

 Номограмма дает положительный корень x_1 = 1, отрицательный корень $x_2 = – p – x_1 = –3,5 –1 = –4,5$ Ответ: - 4,5; 1	$S = (x + \frac{7}{4})^2$ Так как $x^2 + 2 \bullet \frac{7}{4} \bullet x = \frac{9}{2}$, то: $S = (x + \frac{7}{4})^2 = \frac{121}{16}$ Таким образом, получили уравнение: $(x + \frac{7}{4})^2 = \frac{121}{16}$ $x + \frac{7}{4} = -\frac{11}{4}$ *или* $x + \frac{7}{4} = \frac{11}{4}$ $x_1 = – 4,5$ $x_2 = 1$ Ответ: - 4,5; 1
11.<u>Султанов метод</u> $2x^2 + 7x – 9 = 0$ Свободный член перенесем в правую часть и разделим все уравнение на x $2x + 7 = 9/x$ Найдем делители числа 9: ±1; ±3; ±9 Проверяем каждый из них. Быстро находим, что подходит число 1. это и есть первый корень. Второй корень определяем	*12.* <u>По формуле четного коэффициента</u> $2x^2 + 7x – 9 = 0$ Умножим все уравнение на 2. $4x^2 +14x -18 = 0$ Применяем формулу $x_{1,2} = \frac{-k \pm \sqrt{k^2 - ac}}{a}$ *b=2k* $x_{1,2} = \frac{-7 \pm \sqrt{49 - 4 \bullet 18}}{4}$ $x_1 = 1$ $x_2 = -4,5$ Ответ: - 4,5; 1

так: $c{:}x_1{:}a$ -9: 1 : 2 = -4,5 Ответ: - 4,5; 1	

Литература

1. **Кузнецова, Е. П.** Алгебра 8 класс. Учебное пособие для учреждений общего среднего образования / Е. П. Кузнецова. – Минск : Народная асвета, 2015.
2. **Кузнецова, Е. П.** Сборник задач по алгебре 8 класса / Е. П. Кузнецова. – Минск: Нацыянальны інстытут адукацыі, 2012 .
3. **Глейзер, Г. И.** История математики в школе / Г. И. Глейзер. – М.: Просвещение, 1982.
4. **Гусев, В. А.** Математика. Справочные материалы / В. А. Гусев, А. Г. Мордкович. – М.: Просвещение, 1988.
5. **Ананченко, К. О.** Алгебра 9 класс. Учебное пособие для учреждений общего среднего образования / К. О. Ананченко. – Минск : Народная асвета, 2006.
6. **Ананченко, К. О.** Алгебра учит рассуждать / К. О. Ананченко. – Минск: Белый ветер, 2001.
7. **Брадис, В. М.** Четырехзначные математические таблицы для средней школы / В. М. Брадис. – М.: Просвещение, 1990.
8. **Лакша, Е. И.** Прикладные задачи по алгебре / Е. И. Лакша. – Минск: Белый ветер, 2010.
9. **Теорема Виета** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://phizmat.org.ua/2009-10-27-13-31- 30/817-stihi-o-fransua-vieta. – Дата доступа: 20.01.2018.
10. **Квадратные уравнения** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://revolution.allbest.ru/pedagogics/00249255_0.html. – Дата доступа: 20.01.2018.