

# Уравнения высших степеней

Автор: Нечаев Евгений Владимирович

Руководитель: Смалева Елена Владимировна

Адрес учебного заведения:

155523, Ивановская область, город Фурманов,  
ул. Тимирязева, д. 42

Телефон (49341)2-50-75; E-mail: [fursosh1@mail.ru](mailto:fursosh1@mail.ru)

Адрес автора:

155523, Ивановская область, город Фурманов,  
ул. Тимирязева, д. 14, кв. 14

Телефон +79158143052; E-mail: [Smaleva-Elena@yandex.ru](mailto:Smaleva-Elena@yandex.ru)

Главное

Далее

МЕНЮ

Подумайте, хотели бы Вы побывать в горах? Лично я думаю, нет в мире человека, который был бы равнодушен к горам. Есть люди, которые их страшатся, есть люди, которые в них живут и каждый день любят их красотой, есть те, которые их покоряют...

Решение уравнений высоких степеней, нахождение различных способов решений можно сравнить с покорением горной вершины. Уравнения, как и сияющие вершины, поддаются только людям упорным, людям, влюбленным в

**НИХ**



## Меню:

1. Введение

2. Основоположники

3. Основные виды уравнений высших степеней

4. Решение уравнений с помощью замены

5. Решение уравнений методом разложения на множители

6. Различные методы решения уравнений четвертой степени

7. Уравнения 12-ой и n-ой степени

8. Опасности при восхождении

9. Вывод

10. Список литературы

Далее

# Введение

Уравнения в школьном курсе алгебры занимают ведущее место. На их изучение отводится времени больше, чем на любую другую тему. Действительно, уравнения не только имеют важное теоретическое значение, но и служат чисто практическим целям. Подавляющее число задач о пространственных формах и количественных отношениях реального мира сводится к решению различных видов уравнений. Овладевая способами их решения, мы находим ответы на различные вопросы из науки и техники.

В этой работе мне хотелось бы отразить различные способы решения уравнений высших степеней. Для этого приводятся уравнения, которые не изучаются в школьной программе.

## Задачи проекта:

- Улучшить навыки решения уравнений высших степеней;
- Нарботать новые способы решения уравнений высших степеней.

Объект исследования – элементарная алгебра.

Предмет исследования – уравнения высших степеней. Выбор этой темы основывался на том, что многие геометрические задачи, задачи по физике, химии и биологии решаются с помощью уравнений. Уравнения решали 25 веков назад. Они создаются и сегодня — как для использования в учебном процессе, так и для конкурсных испытаний в ВУЗы, для олимпиад самого высокого уровня.

Меню

Дале

# Основоположники

**Диофант Александрийский – древнегреческий математик.**

О подробностях его жизни практически ничего не известно. Возможное уточнение времени жизни Диофанта основано на том, что его Арифметика посвящена «достопочтеннейшему Дионисию». Полагают, что этот Дионисий — не кто иной, как епископ Дионисий Александрийский, живший в

середине III в. н.э.

$\kappa^{\Gamma} \eta \Lambda \Delta^{\Gamma} \bar{\iota} \sigma \kappa^{\Gamma} \bar{\alpha}$ .

Καὶ ἐν τῷ, ὁ μὲν ὄν. δύναμις, καὶ ἐστὶν αὐτῆς σημεῖον. ὁ δὲ ἐπίσημον ἔχον τ. ΔΥ. ὁ δὲ κύβος, καὶ ἐστὶν αὐτῆς σημεῖον κ̄ ἐπίσημον ἔχον τ. ΚΥ. ὁ δὲ ἐκ τετραγώνων ἐφέωνται πολλαπλασιασμοὶ, δυναμодύναμις, καὶ ἐστὶν αὐτῆς σημεῖον δ̄ ἐπίσημον ἔχον τ. ΔΔΥ. ὁ δὲ ἐκ τετραγώνων ἀπὸ τῆς αὐτῆς ἀπὸ πλῆθους κύβων πολλαπλασιασμοί, δυναμὸκύβος καὶ ἐστὶν αὐτῆς σημεῖον δ̄ ΔΚ ἰδίσημον ἔχον τ. ΔΚΥ. ὁ δὲ ἐκ κύβων ἐαυτῶν πολλαπλασιασμοί, κυβόκύβος, καὶ ἐστὶν αὐτῆς σημεῖον δ̄ κ̄ ἐπίσημον ἔχον τ. ΚΚΥ.

Так выглядело решение уравнений во время Диофанта

DIOPHANTI  
ALEXANDRINI  
ARITHMETICORVM  
LIBRI SEX.  
ET DE NVMERIS MVLTANGVLIS  
LIBER VNVS.

*Hanc primus Graecae et Latinae editio, atque abscissio  
Commentariis illustrati.*

AUCTORE CLAVDIO GASPARE BACHETO  
MEXIRIACO ESTETIANO, & C.



LVTETIAE PARISIORVM,  
Sumpibus SEBASTIANI CRAMOISY, viro  
Jacobo, sub Ciconis.  
M. DC. XXI.  
CVM PRIVILEGIO REGIAE

Латинский перевод  
Арифметики

Назад

Меню

Дале

# Мухаммад ибн Муса Хорезми

(ок. 783 — ок. 850) — великий математик, астроном и географ, основатель классической алгебры.

Сведений о жизни учёного сохранилось крайне мало.

Ал-Хорезми известен прежде всего своей «Книгой о восполнении и противопоставлении», от названия которой произошло слово «алгебра».

В теоретической части своего трактата ал-Хорезми даёт классификацию уравнений 1-й и 2-й степени и выделяет шесть их видов: 1) квадраты равны корням; 2) квадраты равны числу; 3) корни равны числу; 4) квадраты и корни равны числу; 5) квадраты и числа равны корням; 6) корни и числа равны квадрату. Для приведения квадратно канонических видов ал-Хорезми вводит два действия. Первое из них состоит в перенесении отрицательного члена из одной части в другую для получения в обеих частях положительных членов. Второе действие состоит в приведении подобных членов в обеих частях уравнения.

«Алгебра» ал-Хорезми, положившая начало развития новой самостоятельной научной дисциплины, была дважды переведена в XII веке на латинский язык и сыграла чрезвычайно важную роль в развитии



Памятник ал-Хорезми в  
Тегеранском  
университете

[Назад](#)

[Меню](#)

[Дале](#)

# Франсуа Виет

(1540 — 13 декабря 1603) — выдающийся французский математик, один из основоположников алгебры.

Родился в Фонтене-ле-Конт французской провинции Пуату — Шарант. Учился сначала в местном францисканском монастыре, а затем — в университете Пуатье, где получил степень бакалавра.

Около 1570 года подготовил «Математический Канон» — труд по тригонометрии, — который издал в Париже в 1579 году.

Благодаря связям матери и браку своей ученицы с принцем де Роганом, Виет сделал блестящую карьеру и стал советником сначала короля Генриха III, а после его убийства — Генриха IV.

Изучая труды классиков (Кардано, Бомбелли, Стевина) выпустил несколько работ, в которых Виет предложил новый язык «общей арифметики».

Главным трудом Виета стала работа: «Введение в аналитическое искусство». Есть некоторые указания, что учёный умер



Франсуа Виет

Назад

Меню

Дале

**Этьен Безу (31 марта 1730 — 27 сентября 1783) — французский математик, член Парижской академии наук (1758).**

**Преподавал математику в Училище гардемарин (1763) и Королевском артиллерийском корпусе (1768). Основные его работы относятся к алгебре (исследование систем алгебраических уравнений высших степеней, исключение неизвестных в таких системах и др.). Автор шеститомного «Курса математики» (1761, 1769) и трактата «**



**Предполагаемый портрет  
ученого-математика**



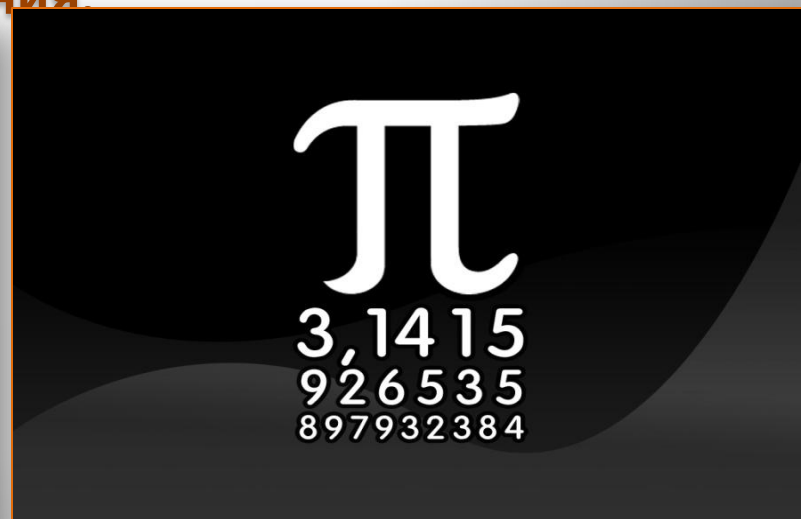
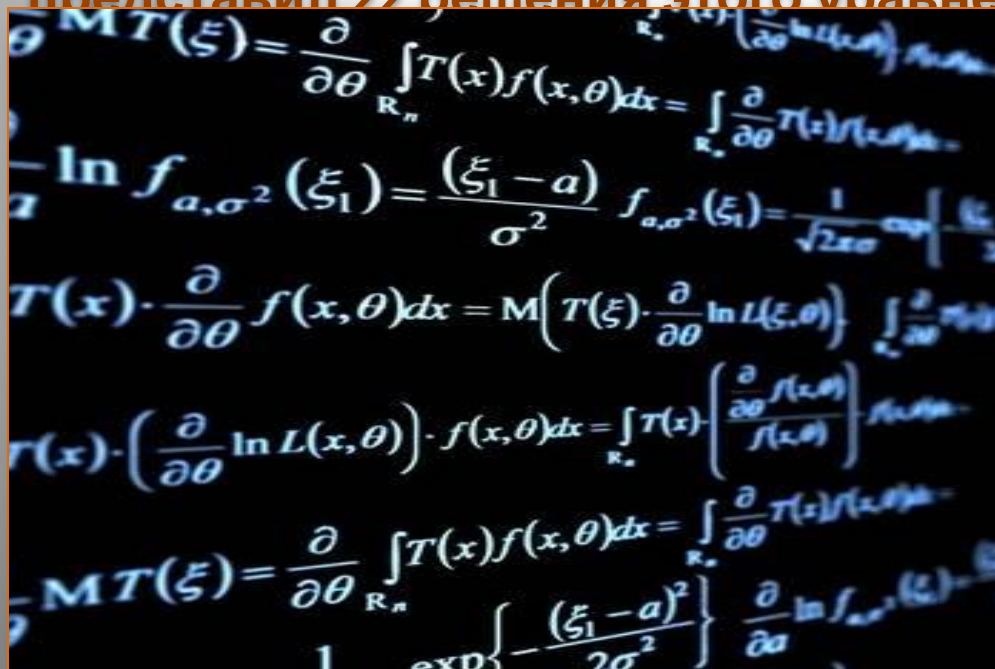
**Надгробие ученого**

**Назад**

**Меню**

**Дале**

**Это интересно:** Однажды в ноябре 1594 года во дворе Генриха IV (Франция) Нидерландский посланник рассказал об известной задаче знаменитого математика Адриска Ван Ромена. Это был вызов математикам всего мира. Речь шла о решении уравнения 45-й степени. В списке тех, кому следовало направить его научный вызов, Ван Ромен не указал ни одного француза и посланник заметил, что по видимому, во Франции нет математиков. “Но почему же? - возразил король. У меня есть математик и весьма выдающийся”. Он послал за Виетом Франсуа. Один корень Виет нашел сразу же, а на следующее утро представил 22 решения этого уравнения.





# Основные виды уравнений высших степеней

## 1. Очевидная замена.

Биквадратные:  $ax^4+bx^2+c=0$ , где  $a \neq 0$ ,

приводимые к (би)квадратным

Примеры:  $2x^4+x^2-1=0$

$$(x^2+3x+1)(x^2+3x+3)+1=0$$

$$(x^2+4x+2)(x^2+2x+2)=0$$

## 2. Неочевидная

(завуалированная) замена.

Примеры:  $(x^2-6x)^2-2(x-3)^2=81$

$$(8x^2-3x+1)^2=32x^2-12x+1$$

$$(x^2+x+1)^2-3x^2-3x-1=0$$

## 5. Однородные уравнения.

$au^2+buv+cv^2=0$ , где  $a, b, c \neq 0$

Примеры:  $(x^2-2x+2)^2+3x$

$$(x^2-2x+2)=10x^2$$

$$(2x-1)^2+(2x-1)(x+2)-2(x+2)$$

$=0$

$$(x^2-x+1)^4-6x^2(x^2-x+1)^2+5x^4=0$$

## 3. Выгодный способ группировки множителей.

$$(x+a)(x+b)(x+c)(x+d)=A$$

или  $(x+a)(x+b)(x+c)(x+d)=Bx^2$

Примеры:  $(x+3)(x+1)(x+5)(x+7)=-16$

$$(x-4)(x+2)(x+8)(x+14)=1204$$

$$(x+2)(x+3)(x+8)(x+12)=4x^2$$

$$4(x+5)(x+6)(x+10)(x+12)-3$$

$x^2=0$

## 4. Возвратные уравнения.

$ax^4+bx^3+cx^2+bx+a=0$ , где  $a \neq 0$

Пример:  $x^4-5x^3+6x^2-5x+1=0$

## 6. Особые случаи.

$$(x+a)^n+(x+b)^n=C$$

Примеры:  $(x+1)^4+(x+5)^4=32$

$$(x+1)^5+(x+5)^5=242(x+1)$$

$$(x-6)^6+(x-4)^6=64$$

Назад

Меню

Дале

# Решение уравнений с помощью

## замены

Чтобы разобраться в основных приемах решения уравнений высоких степеней, разберем примеры, представленные в пункте

«Виды уравнений высших степеней».



Назад

Меню

Дале

## Уравнение 1-ого вида:

$$(x+3)^4 - 3(x+3)^2 + 2 = 0$$

1. Так как замена очевидна выполним ее:

$$(x+3)^2 = t, \text{ где } t \geq 0;$$

2. Получим квадратное уравнение  $t^2 - 3t + 2 = 0$ ;
3. Решив квадратное уравнение, выполним обратную замену;
4. Решив линейное уравнение.



## Уравнение 2-ого вида:

$$(x^2 - 6x)^2 - 2(x-3)^2 = 81$$

1. Здесь сделать замену сразу не получится, поэтому выполним некоторые преобразования по формулам сокращенного умножения

$$(x^2 - 6x)^2 - 2(x^2 - 6x + 9) = 81;$$

2. Теперь можно выполнить замену:  $x^2 - 6x = t$

3. Получим квадратное уравнение  $t^2 - 2(t+9) - 81 = 0$ ;

4. Решив квадратное уравнение, выполним обратную замену, получим два простых квадратных уравнения;
5. Решив квадратные уравнения, получим искомые корни.

Назад

Меню

Дале

## Уравнение 3-его вида (1):

$$(x+a)(x+b)(x+c)(x+d)=Bx^2$$

Условие группировки множителей

$$ad=bc$$

$$(x+2)(x+3)(x+8)(x+12)=4x^2$$

1. Необходимо сгруппировать множители специальным образом.

Получим:

$$(x^2+14x+24)(x^2+11x+24)=4x^2$$

2. Далее уравнение можно решить одним из способов:

- **Специальный прием:** делим на  $x^2$

$$(x+11+24/x)(x+14+24/x)=4$$

$$\text{Замена: } x+24/x = t$$

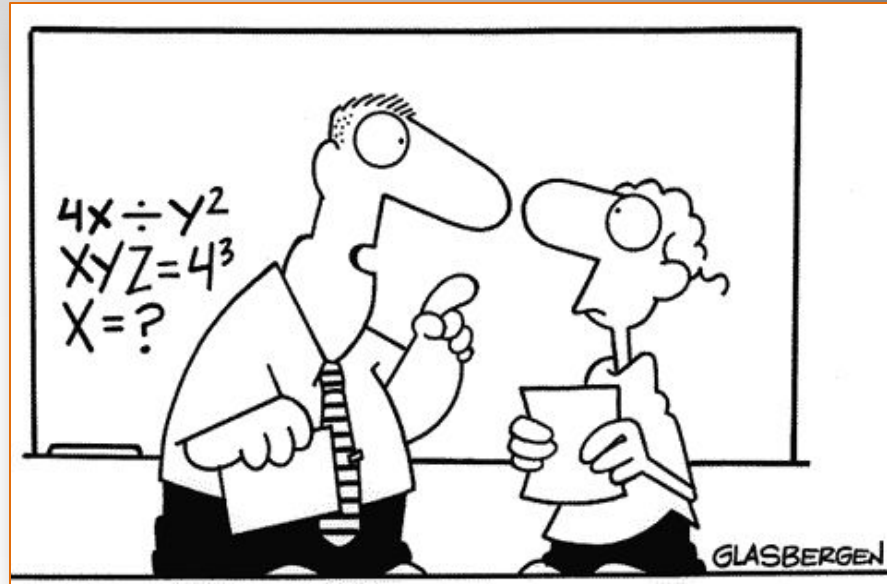
$$(t+11)(t+14)=4$$

- **Уравнение с двумя переменными**

$$\text{Замена: } x^2+24=t$$

$$(t+11x)(t+14x)=4x^2$$

$$t^2+25xt+150x^2=0, \text{ где } t\text{-переменная}$$



Назад

Меню

Дале

## Уравнение 3-его вида (2):

$$\underline{(x+a)(x+b)(x+c)(x+d)=A}$$

Условие группировки множителей

$$a+d=b+c$$

$$\underline{(x+3)(x+1)(x+5)(x+7)=-16}$$

### I способ:

1. Необходимо сгруппировать множители специальным образом.

Получим:

$$\underline{(x^2+8x+15)(x^2+8x+7)=-16};$$

2. Теперь можно выполнить замену

$$x^2+8x=t,$$

3. Получим квадратное уравнение

$$(t+15)(t+7)=-16$$

4. Решив квадратное уравнение, выполним обратную замену, получим квадратное уравнение.

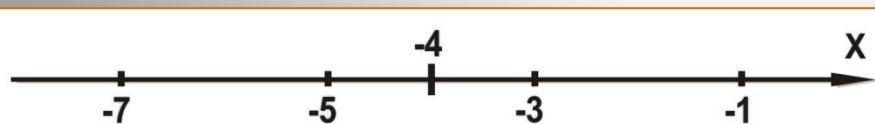


рис. 1

### II способ:

1. Нанесем корни многочлена  $(x+3)(x+1)(x+5)(x+7)$  на числовую ось.
2. Из рисунка 1 видно, что расстояние между соседними корнями одно и то же. В таком случае, когда корней четное число, удобно сделать замену переменных  $t=x-x_0$ , где  $x_0$  – **середина между крайними корнями**. Тогда в уравнение войдут квадраты новой переменной, и уравнение станет биквадратным.
3. Замена:  $t=x+4$ , тогда  $x=t-4$

Тогда:  $(t-1)(t-3)(t+1)(t+3)=-16$

$$(t^2-1)(t^2-9)=-16$$

$$t^4-10t^2+25=0$$

$$t^2=5$$

$$t_{1,2}=\pm\sqrt{5}$$

Выполним обратную замену:

$$x_{1,2}=-4\pm\sqrt{5}$$

Назад

Меню

Дале

### Уравнение 4-ого вида:

$$x^4 - 5x^3 + 6x^2 - 5x + 1 = 0$$

#### 1. Специальный прием:

разделим каждый член уравнения на  $x^2$ ,

где  $x \neq 0$ ,

получим:

$$x^2 - 5x + 6 - 5/x + 1/x^2 = 0;$$

#### 2. Сгруппируем таким образом:

$$(x^2 + 1/x^2) - 5(x + 1/x) + 6 = 0;$$

#### 3. Теперь можно выполнить замену:

$$x + 1/x = t,$$

$$x^2 + 1/x^2 = t^2 - 2,$$

получим квадратное уравнение

$$t^2 - 5t + 4 = 0;$$

#### 4. Решив квадратное уравнение, выполним обратную замену и

найдем корни исходного уравнения.

### Уравнение 5-ого вида:

$$(x^2 - 2x + 2)^2 + 3x(x^2 - 2x + 2) = 10x^2$$

#### 1. Специальный прием:

разделим обе части уравнения на  $x^2$ , где  $x \neq 0$ , получим уравнение, в котором есть повторяется выражение, содержащее переменную. **Заменяем его на  $y$ .**

#### 2. Получим квадратное уравнение:

$$y^2 + 3y - 10 = 0$$

$$y = -5, y = 2$$

#### 3. Выполним обратную замену, решив квадратные уравнения

$$x^2 + 3x + 2 = 0 \quad x^2 - 4x + 2 = 0,$$

#### 4. Найдем корни исходного уравнения.

Назад

Меню

Дале

### Уравнение 6-ого вида (1):

$$(x-2)^6+(x-4)^6=64$$

*Подстановка:*

$$x=t-(-2-4)/2$$

$$x=t+3$$

$$(t+1)^6+(t-1)^6=64$$

$$(t^2+1)(t^4+14t^2+1)=32$$

$$t^6+15t^4+15t^2-31=0$$

**Искать целые корни будем среди делителей свободного члена:**

$$t = \pm 1; \pm 31$$

*Подбор: t=1 – является корнем*

$$(t^6+15t^4+15t^2-31):(t-1)=t^5+t^4+16t^2+31t+31$$

$$(t^5+t^4+16t^3+16t^2+31t+31):(t+1)=t^4+16t^2+31$$

$$t^4+16t^2+31=0$$

**Замена:  $t^2=a, a \geq 0$**

$$a^2+16a+31=0$$

$$D_1=64-31=33, D_1>0, 2 \text{ корня}$$

$a_{1,2} < 0$  — не подходят

**ВОЗ:**

$$x-3=1 \quad x-3=-1$$

$$x=4 \quad x=2$$

**Ответ: 1; 4; 2.**

### Уравнение 6-ого вида (2):

$$(x+3)^4+(x+5)^4=16$$

*Подстановка:*

$$x=t-(3+5)/2$$

$$x=t-4$$

$$(t-1)^4+(t+1)^4=16$$

$$(t^2-2t+1)^2+(t^2+2t+1)^2=16$$

$$2t^4+12t^2-14=0$$

$$t^4+6t^2-7=0$$

**Замена:  $t^2=a, a \geq 0$**

$$a^2+6a-7=0$$

$a_1=-7$  — не подходит

$$a_2=1$$

**ВОЗ:**

$$t^2=1$$

$$t_1=1 \text{ или } t_2=-1$$

*Найдем x:*

$$x_1=1-4=-3$$

$$x_2=-1-4=-5$$

**Ответ: -3; -5.**

Назад

Меню

Дале

# Решение уравнений методом разложения на множители

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

тогда:

$x=0$

$x^6+7x^3-8=0$  – очевидная

2.  $(x-3)^3-x^2+9=0$

$(x-3)^3-(x^2-9)=0$

$(x-3)^3-(x-3)(x+3)=0$

$(x-3)((x-3)^2-(x+3))=0$

тогда:

$x=3$

$x^2-7x+6=0$

3.  $4x^4+3x^3+32x+24=0$

$4x(x^3+8)+3(x^3+8)=0$

$(x^3+8)(4x+3)=0$

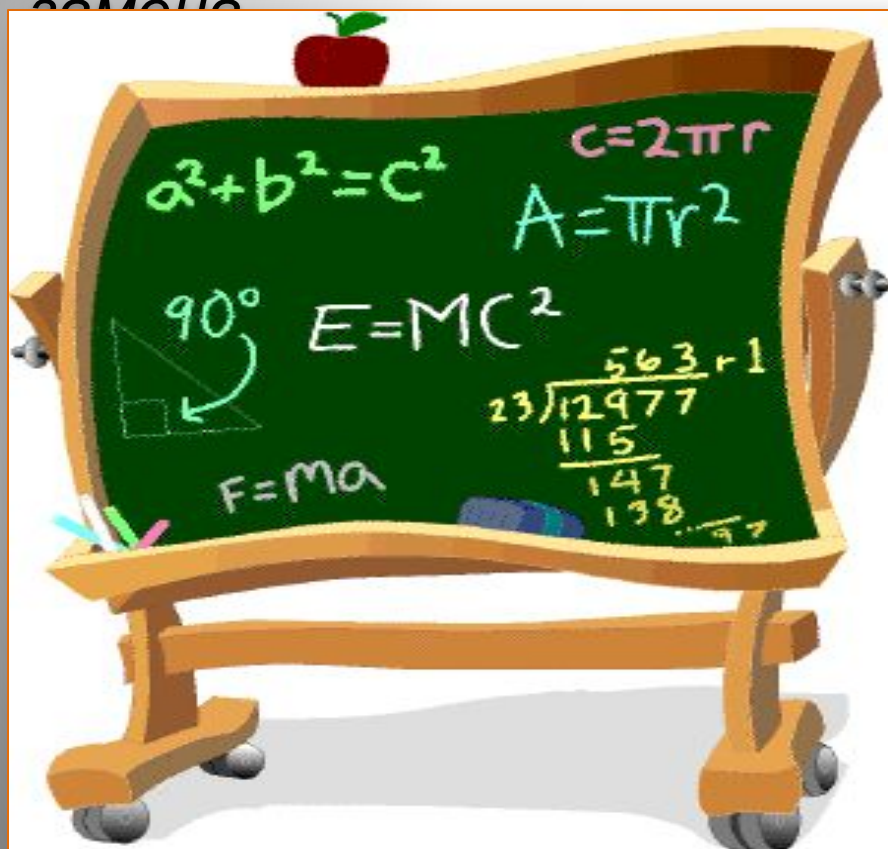
тогда:

$x^3+8=0$

$x=-2$

$4x+3=0$

$x=-3/4$



Назад

Меню

Дале



# Методы решений уравнений одного типа (4-ая степень)

Уравнения, на первый взгляд, одного типа: в левой части многочлен IV-ой степени, в правой – 0, а способы решения различны.

Уравнение (1)

[См. ур-е 4-ого вида](#)

Уравнение (2):

$$x^4 + 7x^3 + 11x^2 + 7x + 10 = 0$$

Разложим левую часть уравнения на множители способом группировки:

$$(x^4 + x^2) + (7x^3 + 7x) + (10x^2 + 10) = 0$$

$$x^2(x^2 + 1) + 7x(x^2 + 1) + 10(x^2 + 1) = 0$$

$$(x^2 + 1)(x^2 + 7x + 10) = 0$$

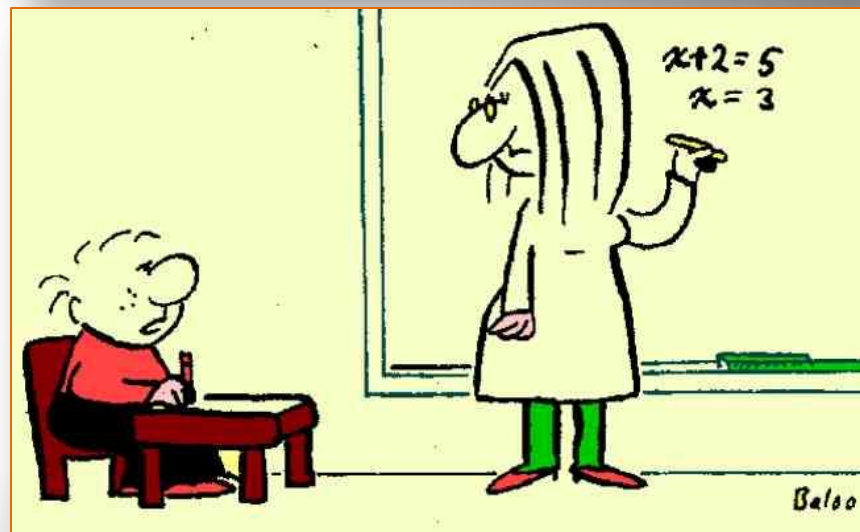
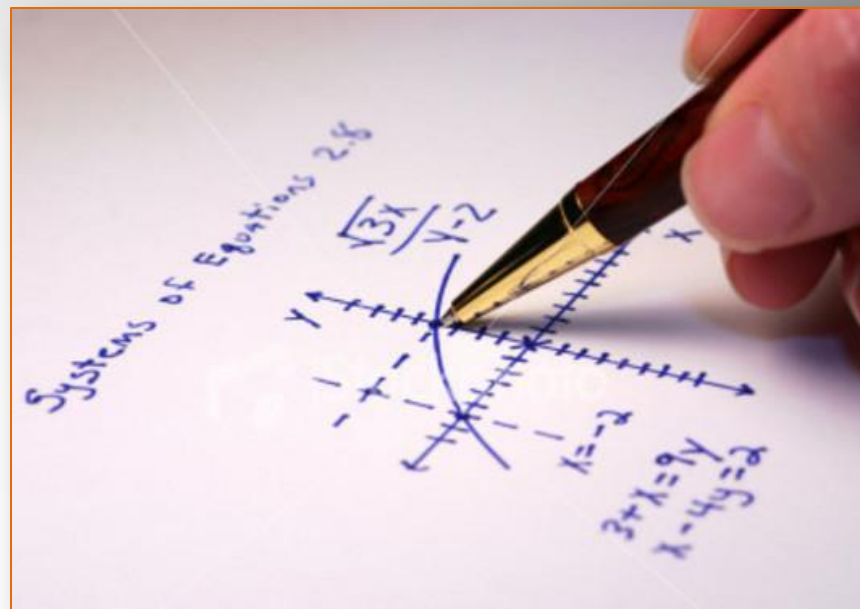
$$x^2 + 7x + 10 = 0; \quad x^2 + 1 \neq 0$$

По теореме Виета:

$$x_1 + x_2 = -7 \quad x_1 = -2$$

$$x_1 x_2 = 10 \quad x_2 = -5$$

Ответ: -2; -5.



Назад

Меню

Дале

### Пример 3:

$$x^4 - 2x^3 - 18x^2 - 6x + 9 = 0$$

#### 1 способ:

Искать целые корни будем среди делителей свободного члена:

$$x = \pm 1; \pm 3$$

$$1) \quad x = 1; \quad 1 - 2 - 18 - 6 + 9 \neq 0$$

$$x = -1; \quad 1 + 2 - 18 + 6 + 9 = 0,$$

$x = -1$  — является корнем

$$(x^4 - 2x^3 - 18x^2 - 6x + 9) : (x + 1) = x^3 - 3x^2 - 15x + 9$$

$$2) \quad x = 3; \quad 27 - 27 - 45 + 9 \neq 0$$

$$x = -3; \quad -27 - 27 + 45 + 9 = 0,$$

$x = -3$  — является корнем

3) Делим многочлен на многочлен:

$$(x^3 - 3x^2 - 15x + 9) : (x + 3) = x^2 - 6x + 3$$

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

Решим квадратное уравнение найдем искомые корни.

#### 2 способ:

Решим это уравнение как **возвратное** уравнение.

**Общий вид:**  $ax^4 + bx^3 + cx^2 + bmx + am^2 = 0$ , где  $a \neq 0$ .

Приводится к виду

$a(x^2 + m^2/x^2) + b(x + m/x) + c = 0$  и заменой  $y = x + m/x$

$$y^2 - 2m = x^2 + m^2/x^2$$

Здесь  $m = 3$ .

#### Специальный прием:

разделим на  $x^2$ , получим:

$$x^2 - 2x - 18 - 6/x + 9/x^2 = 0$$

Приведем к квадратному уравнению с помощью замены:  $y = x + 3/x$

$$y^2 - 6 = x^2 + 9/x^2$$

$$y^2 - 6 - 2y - 18 = 0$$

$$y^2 - 2y - 24 = 0$$

$$y = 6, \quad y = -4$$

Выполним обратную замену и решим квадратные уравнения.

Назад

Меню

Дале

# Уравнения 12-ой и n-ой степени

**Уравнение 12-ой степени:**

$$x^{12}-x^9+x^8-x^5+1=0$$

**Используем метод разбиения задачи на части:**

1)  $x < 0$ :

$$+++++ > 0$$

*Решений нет.*

2)  $x = 0$ :

$$1 = 0$$

*Решений нет.*

3)  $x > 1$ :

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

$$++++ > 0$$

*Решений нет.*

4)  $x = 1$ :

$$0 + 1 = 0$$

*Решений нет.*

5)  $0 < x < 1$

$$x^{12} + x^8(1-x) + (1-x^5) = 0$$

$$+++ > 0$$

*Решений нет.*

**Ответ:** Уравнение корней не имеет.

**Уравнение n-ой степени:**

$$x+x^2+x^3+x^4+\dots+x^n+\dots=4$$

*Левая часть уравнения – сумма бесконечной геометрической прогрессии, где*

$b_1 = x$ ,  $q = x$ , тогда

$$S = b_1 / (1 - q) \rightarrow S = x / (1 - x).$$

*Получим:*

$$x / (1 - x) = 4$$

$$x = 4 - 4x$$

$$5x = 4$$

$$x = 0.8$$

**Ответ: 0.8**

Назад

Меню

Дале

# Опасность при восхождении

## Потеря корня!

*Пример:*

$$x^3 - x = 4x^2 - 4$$

$$x(x^2 - 1) = 4(x^2 - 1)$$

$$x = 4$$

**Делить на  $(x^2 - 1)$   
НЕЛЬЗЯ!**

**Это приводит к  
потере корней!**



Назад

Меню

Дале

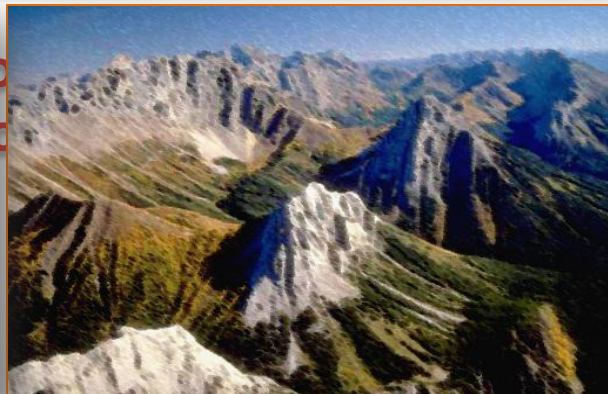
# Вывод

В данной работе приведены различные способы решения уравнений высших степеней. В основном, это способы решения для уравнений частного характера, то есть к каждой группе уравнений, объединенных какими-либо общими свойствами или видом, приведено особое правило, которое применяется только для этой группы уравнений. Каждое решение пригодится в дальнейшей учебе. Эта работа поможет классифицировать старые знания и познать новое.

К сожалению, здесь рассмотрены не все уравнения высоких степеней.

Ведь как у любого альпиниста — за только что покоренной вершиной вдалеке виднеется еще более заманчивая, так и у нас — еще много неразгаданного и неизвестного в этом удивительном

мире уравнений.



ы покорения  
иями.

Назад

Меню

Дале

# Литература:

- С.И. Колесникова — «Математика. Решение сложных задач ЕГЭ»  
С.И. Колесникова — 2-е издание, ИСПР.  
*М.: Айрис-пресс, 2006 г. – 272 с.*
- Т.М. Королева и др. — «Пособие по математике в помощь участникам централизованного тестирования»  
*М.: Центр тестирования МОРФ, 2004 г.*
- А.Т. Мерзляк, В.Б. Полонский, М.С. Якир — «Алгебраический тренажер: Пособие для школьников и абитуриентов».  
*М.: Илекса, 2004 г. — 320с.*
- Мордкович и др. — «Алгебра и начало анализа. 10 класс» (в 2 частях).  
Часть 2: «Задачник для учащихся общеобразовательных учреждений (профильный уровень)».  
*М.: Мнемозина, 2008 г. – 343 с.*
- Чаплыгин В.Ф., Чаплыгина Н.Б. — «Конкурсные задачи по математике: Сборник задач».  
*Ярославль 2005 г. – 178 с.*

Р.С.: Все картинки взяты с сайта: <http://images.yandex.ru>

Информация об «Основоположниках» взята с сайта: <http://ru.wikipedia.org>

Назад

Меню

Конец