



Метод группировки двух пар.

Пример 1. Раскроем скобки следующем выражении

$$(x + 2)(x + 3) = x^2 + 3x + 2x + 6.$$

Теперь поразмышляем, каким образом можно было бы «собрать» эти скобки обратно. Например, можно разбить наши слагаемые на две пары и вынести общий множитель в каждой паре:

$$\underbrace{x^2 + 3x} + \underbrace{2x + 6} = x(x + 3) + 2(x + 3) = (x + 2)(x + 3).$$

Задача 1. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 + 4x + 8x + 32$;

б) $x^2 + 12x + 3x + 36$;

в) $x^2 - 3x - 8x + 24$;

г) $x^2 - 11x - 9x + 99$;

д) $x^2 + 2x - 6x - 12$;

е) $x^2 + x - 13x - 13$;

ж) $x^2 - 8x + 7x - 56$;

з) $x^2 + x - 15x - 15$.

Пример 2. Приведём подобные слагаемые в предыдущем примере:

$$(x + 2)(x + 3) = x^2 + 3x + 2x + 2 \cdot 3 = x^2 + 5x + 6.$$

Получается, чтобы разложить на множители многочлен $x^2 + 5x + 6$, нужно разбить одночлен $5x$ на $3x + 2x$. Как до этого догадаться? Числа 2 и 3 в произведении дают 6 — свободный член! То есть $5x$ нужно разбить на два слагаемых так, чтобы произведение коэффициентов было равно свободному члену. Воспользуемся этим наблюдением. Разложим на множители ещё один многочлен:

$$x^2 + 8x + 15.$$

$8x$ нужно разбить на два слагаемых так, чтобы произведение коэффициентов равнялось 15. Нам повезло, $15 = 3 \cdot 5$. Получаем

$$x^2 + 8x + 15 = x^2 + 3x + 5x + 15 = x(x + 3) + 5(x + 3) = (x + 5)(x + 3).$$

Задача 2. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 + 3x + 2$;

б) $x^2 + 8x + 12$;

в) $x^2 + 14x + 49$;

г) $x^2 + 12x + 35$;

д) $x^2 + 10x + 21$;

е) $x^2 + 16x + 63$;

ж) $x^2 + 15x + 36$;

з) $x^2 + 19x + 60$;

и) $x^2 + 21x + 110$.

Пример 3. В предыдущих примерах мы рассматривали только многочлены с двумя плюсами. Теперь разложим на множители многочлен одним минусом:

$$x^2 - 7x + 12.$$

Нам нужно разбить $-7x$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось 12. Заметим, что оба коэффициента должны быть отрицательными (минус на минус — плюс). Перебрав мысленно множители числа 12, понимаем, что $12 = (-3) \cdot (-4)$. А значит,

$$x^2 - 7x + 12 = x^2 - 3x - 4x + 12 = x(x - 3) - 4(x - 3) = (x - 4)(x - 3).$$

Обратите внимание, что во второй паре мы вынесли за скобку -4 , а не 4. Это было сделано, чтобы получить общий множитель $(x - 3)$.

Задача 3. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 - 9x + 14$;

б) $x^2 - 8x + 7$;

в) $x^2 - 9x + 20$;

г) $x^2 - 11x + 30$;

д) $x^2 - 16x + 63$;

е) $x^2 - 17x + 16$;

ж) $x^2 - 22x + 40$;

з) $x^2 - 18x + 77$;

и) $x^2 - 18x + 72$.

Пример 4. Рассмотрим теперь пример с минусом на втором месте. Разложим на множители многочлен

$$x^2 + 3x - 10.$$

Нам нужно разбить $3x$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось -10 . Заметим, коэффициенты должны быть разных знаков. Перебрав мысленно множители числа -10 , понимаем, что $-10 = 5 \cdot (-2)$. А значит,

$$x^2 + 3x - 10 = x^2 + 5x - 2x - 10 = x(x + 5) - 2(x + 5) = (x - 2)(x + 5).$$

Обратите внимание, что во второй паре мы вынесли за скобку -2 , а не 2. Это было сделано, чтобы получить общий множитель $(x + 5)$.

Задача 4. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 + 2x - 8$;

б) $x^2 + 3x - 18$;

в) $x^2 + x - 6$;

г) $x^2 + x - 12$;

д) $x^2 + 9x - 22$;

е) $x^2 + 10x - 24$;

ж) $x^2 + 2x - 120$;

з) $x^2 + 13x - 48$;

и) $x^2 + 20x - 96$.

Пример 5. Наконец, рассмотрим пример с двумя минусами. Разложим на множители многочлен

$$x^2 - 2x - 8.$$

Нам нужно разбить $-2x$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось -8 . Заметим, коэффициенты снова должны быть разных знаков. Перебрав мысленно множители числа -8 , понимаем, что $-8 = (-4) \cdot 2$. А значит,

$$x^2 - 2x - 8 = x^2 - 4x + 2x - 8 = x(x - 4) + 2(x - 4) = (x + 2)(x - 4).$$

Задача 5. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 - 2x - 3$;

б) $x^2 - 3x - 4$;

в) $x^2 - 4x - 32$;

г) $x^2 - x - 12$;

д) $x^2 - x - 56$;

е) $x^2 - 10x - 24$;

ж) $x^2 - 3x - 18$;

з) $x^2 - 2x - 99$;

и) $x^2 - 3x - 130$.

Пример 6. В предыдущих примерах мы рассматривали только приведённые многочлены, то есть коэффициент при x^2 всегда был равен 1. Давайте разберёмся, как действовать в случае, когда это не так. Для этого сначала раскроем скобки в следующем выражении:

$$(2x + 3)(4x + 5) = 2 \cdot 4 \cdot x^2 + 2 \cdot 5 \cdot x + 3 \cdot 4 \cdot x + 3 \cdot 5 = 8x^2 + 10x + 12x + 15.$$

Отсюда мы видим, что произведение красных коэффициентов должно быть равно произведению зелёных! Применим эту подсказку для того, чтобы разложить многочлен

$$8x^2 + 22x + 15$$

на множители. $8 \cdot 15 = 120$. А значит, нам нужно разбить серединку $22x$ на два слагаемых так, чтобы их коэффициенты дали в произведении 120. Нам повезло, $120 = 10 \cdot 12$, а значит,

$$8x^2 + 22x + 15 = 8x^2 + 10x + 12x + 15 = 2x(4x + 5) + 3(4x + 5) = (2x + 3)(4x + 5).$$

Обратите внимание, что во второй паре мы вынесли за скобку -1 , а не 1. Это было сделано, чтобы получить общий множитель $(4x + 5)$.

Задача 6. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $2x^2 + 3x + 1$;

б) $6x^2 + 11x + 3$;

в) $8x^2 + 10x + 3$;

г) $2x^2 + 13x + 20$;

д) $6x^2 + 5x + 1$;

е) $4x^2 + 23x + 15$;

ж) $9x^2 + 19x + 2$;

з) $9x^2 + 12x + 4$;

и) $14x^2 + 25x + 6$.

Пример 7. Потренируемся, как и раньше с разной расстановкой знаков в случае неприведённого многочлена. Разложим на множители многочлен

$$9x^2 - 9x + 2.$$

Нам нужно разбить $-9x$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось $9 \cdot 2 = 18$. Заметим, коэффициенты должны быть отрицательны (минус на минус — плюс). Перебрав мысленно множители числа 18, понимаем, что $18 = (-6) \cdot (-3)$. А значит,

$$9x^2 - 9x + 2 = 9x^2 - 6x - 3x + 2 = 3x(3x - 2) - 1(3x - 2) = (3x - 1)(3x - 2).$$

Задача 7. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| а) $4x^2 - 29x + 7$; | б) $5x^2 - 23x + 12$; | в) $30x^2 - 11x + 1$; |
| г) $2x^2 - 5x + 3$; | д) $7x^2 - 23x + 6$; | е) $3x^2 - 16x + 5$; |
| ж) $3x^2 - 14x + 15$; | з) $11x^2 - 24x + 4$; | и) $12x^2 - 8x + 1$. |

Пример 8. Разложим на множители многочлен

$$18x^2 + 27x - 5.$$

Нам нужно разбить $27x$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось $18 \cdot (-5) = -90$. Заметим, коэффициенты должны быть разных знаков. Перебрав мысленно множители числа -90 , понимаем, что $-90 = 30 \cdot (-3)$. А значит,

$$18x^2 + 27x - 5 = 18x^2 + 30x - 3x - 5 = 6x(3x + 5) - 1(3x - 5) = (6x - 1)(3x + 5).$$

Задача 8. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

- | | | |
|------------------------|-----------------------|------------------------|
| а) $21x^2 + 4x - 1$; | б) $3x^2 + 11x - 4$; | в) $2x^2 + 3x - 20$; |
| г) $5x^2 + 3x - 8$; | д) $7x^2 + 13x - 2$; | е) $3x^2 + 19x - 14$; |
| ж) $3x^2 + 17x - 56$; | з) $3x^2 + 4x - 15$; | и) $8x^2 + 2x - 45$. |

Пример 9. Разложим на множители многочлен

$$9x^2 - 6x - 8.$$

Нам нужно разбить $-6x$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось $9 \cdot (-8) = -72$. Заметим, коэффициенты должны быть разных знаков. Перебрав мысленно множители числа -72 , понимаем, что $-72 = (-12) \cdot 6$. А значит,

$$9x^2 - 6x - 8 = 9x^2 - 12x + 6x - 8 = 3x(3x - 4) + 2(3x - 4) = (3x + 2)(3x - 4).$$

Задача 9. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

- | | | |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| а) $2x^2 - 11x - 21$; | б) $2x^2 - x - 6$; | в) $2x^2 - 3x - 5$; |
| г) $6x^2 - 7x - 3$; | д) $6x^2 - 11x - 2$; | е) $3x^2 - 11x - 20$; |
| ж) $2x^2 - x - 55$; | з) $5x^2 - 24x - 5$; | и) $15x^2 - 11x - 12$. |

Пример 10. Иногда, чтобы упростить себе задачу, можно искать у коэффициентов раскладываемого многочлена общие множители. В качестве примера разложим на множители многочлен

$$-2x^2 + 26x - 80.$$

Видим, что каждый из коэффициентов чётный, а значит, можно вынести 2 за скобку. А ещё лучше (-2) , чтобы наш многочлен в скобках превратился в приведенный.

$$\begin{aligned} -2x^2 + 26x - 80 &= -2(x^2 - 13x + 40) = -2(x^2 - 8x - 5x + 40) = \\ &= -2(x(x - 8) - 5(x - 8)) = -2(x - 5)(x - 8). \end{aligned}$$

Задача 10. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

- | | | |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| а) $100x^2 + 300x + 200$; | б) $15x^2 + 45x - 60$; | в) $6x^2 - 38x + 12$; |
| г) $-18x^2 + 18x - 4$; | д) $-4x^2 + 8x - 3$; | е) $-3x^2 + 13x - 4$; |
| ж) $99x^2 - 198x - 792$; | з) $170x^3 + 476x^2 - 102x$; | и) $-156x^3 + 208x^2 - 65x$. |

Пример 11. Какие задачи можно решать, умея раскладывать квадратный многочлен на множители? Во-первых, можно решать квадратные уравнения, например,

$$2(x^2 + 5) = 21x.$$

Раскроем скобки

$$2x^2 + 10 = 21x,$$

перенесём все слагаемые в левую часть уравнения

$$2x^2 - 21x + 10 = 0.$$

Теперь разложим многочлен в левой части уравнения на множители

$$2x^2 - 21x + 10 = 2x^2 - 20x - x + 10 = 2x(x - 10) - 1(x - 10) = (2x - 1)(x - 10).$$

То есть

$$(2x - 1)(x - 10) = 0.$$

Произведение двух чисел равно нулю, только в том случае, когда одно из них равно нулю, значит,

$$\begin{cases} 2x - 1 = 0, \\ x - 10 = 0. \end{cases}$$

Откуда $x = \frac{1}{2}$ или $x = 10$.

Задача 11. Решите уравнение

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| а) $-x^2 = 21x + 110$; | б) $-5x - 6 = x^2$; | в) $100x^2 + 4 = 40x$; |
| г) $100x = -48(x^2 + 1)$; | д) $x(2x + 15) = 17$; | е) $x(7x + 21) = 196$; |
| ж) $24x^2 = 2(7x - 1)$; | з) $5x(1 - x^2) = 24x^2$; | и) $1000x^3 = 10x(20x - 1)$. |

Пример 12. Во-вторых, можно сокращать алгебраические дроби. Сократим, например, дробь

$$\frac{3x^2 - 2x - 1}{2x^2 - 5x + 3}.$$

Разложим числитель на множители

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

Теперь знаменатель

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

Получается, что изначальную дробь можно записать в виде

$$\frac{(3x + 1)(x - 1)}{(2x - 3)(x - 1)}.$$

Отметим, что знаменатель нашей дроби обращается в ноль при $x = 1$ или $x = \frac{3}{2}$. Следовательно, всё выражение имеет смысл при $x \neq 1$ и $x \neq \frac{3}{2}$. При этом допущении можно сократить нашу дробь на множитель $(x - 1)$. В итоге получим

$$\frac{3x + 1}{2x - 3}.$$

Задача 12. Определите, при каких значениях x значение выражения определено. Сократите дробь.

а) $\frac{x^2 + 4x - 12}{x^2 - 9x + 14};$

б) $\frac{x^2 - x - 30}{x^2 - 11x + 30};$

в) $\frac{3x^2 - 4x - 4}{6x^2 + 7x + 2};$

г) $\frac{2x^2 - 16x + 32}{-x^2 + 5x - 4};$

д) $\frac{3x^2 - 15x + 18}{3x^3 - 18x^2 + 24x};$

е) $\frac{7x^3 - 17x^2 + 6x}{700x^2 - 2400x + 900}.$

Пример 13. Теперь рассмотрим несколько задач с несколькими переменными (ещё говорят — параметрами). Разложим на множители многочлен

$$x^2 - 3ax + 2a^2.$$

Будем воспринимать переменную a как фиксированное число. В этом случае нам нужно разбить $-3ax$ на два одночлена так, чтобы произведение их коэффициентов равнялось $2a^2$. Заметим, коэффициенты должны быть со знаком минус. Подумаем, как одночлен $2a^2$ может быть представлен в виде двух множителей: $2 \cdot a^2$, $2a \cdot a$, $2a^2 \cdot 1$. Аналогично множители с минусами: $(-2) \cdot (-a^2)$, $(-2a) \cdot (-a)$ и $(-2a^2) \cdot (-1)$. Из всех вариантов нам подойдёт только $(-2a) \cdot (-a)$. Получим

$$x^2 - 3ax + 2a^2 = x^2 - 2ax - ax + 2a^2 = x(x - 2a) - a(x - 2a) = (x - a)(x - 2a).$$

Задача 13. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 - ax - 6a^2;$

б) $a^2x^2 + ax - 6;$

в) $4x^2 + 12ax + 9a^2;$

г) $ab^2 - (a^2 + 1)b + a;$

д) $6ab^2 - (3 - 2a^2)b - a;$

е) $4(1 - a)b + a^2 - a.$

Пример 14. Разберём более сложную задачу с параметром. Разложим на множители многочлен

$$x^2 + ax - 3x - 2a^2 - 9a - 4.$$

Для начала соберём коэффициент при x и свободный член:

$$x^2 + (a - 3)x - (2a^2 + 9a + 4).$$

Разложим свободный член на множители:

$$x^2 + (a - 3)x - (2a + 1)(a + 4).$$

Заметим, что $(2a + 1) + (-a - 4) = (a - 3)$. Значит,

$$\begin{aligned} x^2 + (a - 3)x + (2a + 1)(-a - 4) &= x^2 + (2a + 1)x + (-a - 4)x + (2a + 1)(-a - 4) = \\ &= x(x + 2a + 1) + (-a - 4)(x + 2a + 1) = (x - a - 4)(x + 2a + 1). \end{aligned}$$

Задача 14. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^2 - ax - x + 2a - 2$;

б) $x^2 + 2x - a^2 - 2a$;

в) $x^2 - ax - 4x - 2a^2 + 8a$;

г) $x^2 + 3ax + 2a^2 - a - 1$;

д) $x^2 + 3x - a^2 + a + 2$;

е) $x^2 + ax + x - 2a^2 + 17a - 30$.

Пример 15. Сокращать дроби можно и с параметрами. Найдём все значения параметра a , при каждом из которых дробь сократима при любом допустимом значении x .

$$\frac{x^2 + 2x + 1}{x^2 - 3a - 4a^2}.$$

Разложим числитель и знаменатель на множители

$$\frac{(x + 1)(x + 1)}{(x + a)(x - 4a)}.$$

Дробь можно сократить при любом значении x только в том случае, когда в числителе и в знаменателе стоят равные множители. То есть в знаменателе должна стоять скобка $(x + 1)$. Этого можно достичь при $a = 1$ или при $a = -\frac{1}{4}$.

Задача 15. Найдите все значения параметра a , при каждом из которых дробь сократима при любом допустимом значении x .

а) $\frac{x^2 + 5ax - 24a^2}{x^2 + x - 20}$;

б) $\frac{-x^2 + 3ax + 10a^2}{4x^2 - (4 + 2a)x + 2a}$.

в) $\frac{x^2 - (a + 1)x + a}{x^2 + (1 - 2a)x - 2a^2}$;

г) $\frac{x^2 - a^2}{2x^2 + (7a - 2)x - 4a^2 + a}$;

д) $\frac{9x^2 - 9x + 2}{2x^2 + (1 - 5a)x + 2a^2 - 2a}$;

е) $\frac{9x^2 - 1}{3x^2 + (3 - 17a)x + 10a^2 - 2a}$.

Задача 16.

- а) Разложите на множители многочлен $a^2 + 2ab + b^2$ методом группировки двух пар.
б) Разложите на множители многочлен $a^2 - 2ab + b^2$ методом группировки двух пар.
в) Разложите на множители многочлен $a^2 - b^2$ методом группировки двух пар.

Задача 17. Разложите многочлен на множители методом группировки двух пар.

а) $x^3 - 7x + 6$;

б) $36x^3 - 19x + 5$.

Задача 18.

- а) Рассмотрим многочлен
- $x^2 + bx + c$
- .

Пусть существуют числа p и q такие, что

$$\begin{cases} p + q = b, \\ pq = c. \end{cases}$$

- б) Рассмотрим многочлен
- $ax^2 + bx + c$
- .

Пусть существуют числа p и q такие, что

$$\begin{cases} p + q = b, \\ pq = ac. \end{cases}$$

Докажите, что в этих случаях исходный многочлен можно разложить на множители методом группировки двух пар. Какие корни у этого многочлена?

Задача 19. Найдите все целые значения параметра p такие, что многочлен

$$Q(x) = x^2 + px + p + 2$$

можно разложить на произведение двух многочленов первой степени с целыми коэффициентами.

Задача 20. Рассмотрим многочлен $P(x) = x^2 + (a + b)x + ab + 1$, где a и b целые числа. Найдите $b(a)$, если известно, что $P(x)$ можно разложить на произведение двух многочленов первой степени с целыми коэффициентами.

**Ответы.****Задача 1.**

а) $(x + 8)(x + 4);$

б) $(x + 3)(x + 12);$

в) $(x - 8)(x - 3);$

г) $(x - 9)(x - 11);$

д) $(x - 6)(x + 2);$

е) $(x - 13)(x + 1);$

ж) $(x + 7)(x - 8);$

з) $(x - 15)(x + 1).$

Задача 2.

а) $(x + 1)(x + 2);$

б) $(x + 2)(x + 6);$

в) $(x + 7)(x + 7);$

г) $(x + 7)(x + 5);$

д) $(x + 3)(x + 7);$

е) $(x + 7)(x + 9);$

ж) $(x + 12)(x + 3);$

з) $(x + 4)(x + 15);$

и) $(x + 10)(x + 11).$

Задача 3.

а) $(x - 7)(x - 2);$

б) $(x - 1)(x - 7);$

в) $(x - 4)(x - 5);$

г) $(x - 5)(x - 6);$

д) $(x - 9)(x - 7);$

е) $(x - 1)(x - 16);$

ж) $(x - 2)(x - 20);$

з) $(x - 7)(x - 11);$

и) $(x - 12)(x - 6).$

Задача 4.

а) $(x - 2)(x + 4);$

б) $(x - 3)(x + 6);$

в) $(x - 2)(x + 3);$

г) $(x - 3)(x + 4);$

д) $(x - 2)(x + 11);$

е) $(x - 2)(x + 12);$

ж) $(x - 10)(x + 12);$

з) $(x - 3)(x + 16);$

и) $(x - 4)(x + 24).$

Задача 5.

а) $(x + 1)(x - 3);$

б) $(x + 1)(x - 4);$

в) $(x + 4)(x - 8);$

г) $(x + 3)(x - 4);$

д) $(x + 7)(x - 8);$

е) $(x + 2)(x - 12);$

ж) $(x + 3)(x - 6);$

з) $(x + 9)(x - 11);$

и) $(x + 10)(x - 13).$

Задача 6.

а) $(2x + 1)(x + 1);$

б) $(2x + 3)(3x + 1);$

в) $(2x + 1)(4x + 3);$

г) $(2x + 5)(x + 4);$

д) $(3x + 1)(2x + 1);$

е) $(4x + 3)(x + 5);$

ж) $(9x + 1)(x + 2);$

з) $(3x + 2)(3x + 2);$

и) $(7x + 2)(2x + 3).$

Задача 7.

- | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| а) $(4x - 1)(x - 7)$; | б) $(5x - 3)(x - 4)$; | в) $(6x - 1)(5x - 1)$; |
| г) $(2x - 3)(x - 1)$; | д) $(7x - 2)(x - 3)$; | е) $(3x - 1)(x - 5)$; |
| ж) $(3x - 5)(x - 3)$; | з) $(11x - 2)(x - 2)$; | и) $(6x - 1)(2x - 1)$. |

Задача 8.

- | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| а) $(7x - 1)(3x + 1)$; | б) $(3x - 1)(x + 4)$; | в) $(2x - 5)(x + 4)$; |
| г) $(x - 1)(5x + 8)$; | д) $(7x - 1)(x + 2)$; | е) $(3x - 2)(x + 7)$; |
| ж) $(3x - 7)(x + 8)$; | з) $(3x - 5)(x + 3)$; | и) $(4x - 9)(2x + 5)$. |

Задача 9.

- | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| а) $(2x + 3)(x - 7)$; | б) $(2x + 3)(x - 2)$; | в) $(x + 1)(2x - 5)$; |
| г) $(3x + 1)(2x - 3)$; | д) $(6x + 1)(x - 2)$; | е) $(3x + 4)(x - 5)$; |
| ж) $(x + 5)(2x - 11)$; | з) $(5x + 1)(x - 5)$; | и) $(5x + 3)(3x - 4)$. |

Задача 10.

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| а) $100(x + 2)(x + 1)$; | б) $15(x - 1)(x + 4)$; | в) $2(3x - 1)(x - 6)$; |
| г) $-2(3x - 1)(3x - 2)$; | д) $-(2x - 1)(2x - 3)$; | е) $-(3x - 1)(x - 4)$; |
| ж) $99(x + 2)(x - 4)$; | з) $34x(5x - 1)(x + 3)$; | и) $-13x(2x - 1)(6x - 5)$. |

Задача 11.

- | | | |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|
| а) -11 или -10 ; | б) -3 или -2 ; | в) $\frac{1}{5}$; |
| г) $-\frac{4}{3}$ или $-\frac{3}{4}$; | д) $-\frac{17}{2}$ или 1 ; | е) -7 или 4 ; |
| ж) $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{3}$; | з) -5 или 0 или $\frac{1}{5}$; | и) 0 или $\frac{1}{10}$. |

Задача 12.

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| а) $\frac{x + 6}{x - 7}$; | б) $\frac{x + 5}{x - 5}$; | в) $\frac{x - 2}{2x + 1}$; |
| г) $-\frac{2(x - 4)}{x - 1}$; | д) $\frac{x - 3}{x(x - 4)}$; | е) $\frac{x(x - 2)}{100(x - 3)}$. |

Задача 13.

а) $(x + 2a)(x - 3a)$;

б) $(ax - 2)(ax + 3)$;

в) $(2x + 3a)(2x + 3a)$;

г) $(ab - 1)(b - a)$;

д) $(3b + a)(2ab - 1)$;

е) $(a - 4b)(a - 1)$.

Задача 14.

а) $(x - a + 1)(x - 2)$;

б) $(x + a + 2)(x - a)$;

в) $(x + a - 4)(x - 2a)$;

г) $(x + a - 1)(x + 2a + 1)$;

д) $(x - a + 2)(x + a + 1)$;

е) $(x + 2a - 5)(x - a + 6)$.

Задача 15.

а) $-\frac{5}{3}, -\frac{1}{2}, \frac{5}{8}, \frac{4}{3}$;

б) $-\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{5}$;

в) $-1, 0, \frac{1}{2}$;

г) $0, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}$;

д) $\frac{1}{6}, \frac{1}{3}, \frac{5}{3}, \frac{7}{3}$;

е) $-\frac{1}{2}, \frac{2}{15}, \frac{4}{15}, \frac{1}{2}$.

Задача 16.

а) $(a + b)(a + b)$;

б) $(a - b)(a - b)$;

в) $(a + b)(a - b)$.

Задача 17.

а) $(x - 1)(x - 2)(x + 3)$;

б) $(2x - 1)(3x - 1)(6x + 5)$.

Задача 18.

а) корни $-p$ и $-q$;

б) корни $-\frac{p}{a}$ и $-\frac{q}{a}$.

Задача 19. -2 или 6 .**Задача 20.** $b = a + 2$ или $b = a - 2$.