



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ  
И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Естественные науки»

# МАТЕМАТИКА

## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

Методические указания по решению задач  
для иностранных слушателей дополнительных  
общеобразовательных программ

Авторы  
Ковалева Т.Г.,  
Полисмаков А.И.

Ростов-на-Дону, 2015



## Аннотация

Методические указания содержат пример выполнения и варианты задач, включают введение основных понятий, примеры решения типовых задач по данной теме, а также задания для самостоятельной работы иностранных слушателей дополнительных образовательных программ и проведения контроля усвоенного материала.

Методические указания являются частью учебно-методического комплекса по математике. Они предназначены для организации контроля усвоения темы и самостоятельной работы слушателей дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных слушателей дополнительных образовательных программ.

### Составители:

Ковалева Т.Г., ст. преподаватель

Полисмаков А.И., к.т.н., доцент



## Оглавление

<b>1. ПОНЯТИЕ ЛОГАРИФМА .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ЛОГАРИФМИРОВАНИЕ И ПОТЕНЦИРОВАНИЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>4. ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ .....</b>	<b>6</b>
<b>5. ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ НЕРАВЕНСТВА .....</b>	<b>7</b>
<b>6. ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ НЕРАВЕНСТВА .....</b>	<b>8</b>
<b>7. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>10</b>
<b>ОТВЕТЫ .....</b>	<b>14</b>

## 1. ПОНЯТИЕ ЛОГАРИФМА

Логарифмом положительного числа  $x$  по основанию  $a$  ( $a > 0$ ,  $a \neq 0$ ) называется показатель степени, в которую нужно возвести число  $a$ , чтобы получить число  $x$ :

$$a^{\log_a x} = x.$$

Равенство  $\log_a x = y$ , означает, что  $a^y = x$ .

Например,  $\log_3 81 = 4$ , так как  $3^4 = 81$ ;  $\log_2 \frac{1}{16} = -4$ ,

так как  $2^{-4} = \frac{1}{16}$ ;  $\log_a 1 = 0$ , так как  $a^0 = 1$ ;  $\log_a a = 1$ , так как  $a^1 = a$ .

### Теоремы логарифмирования

1. Если  $m > 0$ ,  $n > 0$ , то  $\log_a mn = \log_a m + \log_a n$ .

2. Если  $m > 0$ ,  $n > 0$ , то  $\log_a \frac{m}{n} = \log_a m - \log_a n$ .

3. Если  $m > 0$ , то  $\log_a m^k = k \log_a m$ .

Пример 1. Вычислить  $\log_{12} 2 + \log_{12} 72$

Решение  $\log_{12} 2 + \log_{12} 72 = \log_{12} 144 = 2$ .

Пример 2. Вычислить  $\log_5 75 - \log_5 3$

Решение.  $\log_5 75 - \log_5 3 = \log_5 \frac{75}{3} = \log_5 25 = 2$ .

Пример 3. Вычислить  $2\log_{\frac{1}{3}} 6 - \frac{1}{2}\log_{\frac{1}{3}} 400 + 3\log_{\frac{1}{3}} \sqrt[3]{45}$

Решение.

$$2\log_{\frac{1}{3}} 6 - \frac{1}{2}\log_{\frac{1}{3}} 400 + 3\log_{\frac{1}{3}} \sqrt[3]{45} =$$

$$\log_{\frac{1}{3}} 36 - \log_{\frac{1}{3}} 20 + \log_{\frac{1}{3}} 45 = \log_{\frac{1}{3}} \frac{36 \cdot 45}{20} = \log_{\frac{1}{3}} 81 = -4.$$

## 2. ЛОГАРИФИМИРОВАНИЕ И ПОТЕНЦИРОВАНИЕ

Прологарифмировать алгебраическое выражение – это



## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

значит выразить его логарифм через логарифмы отдельных чисел, которые входят в это выражение.

Пример 1. Прологарифмировать по основанию 5 выражение  $\frac{125a^3b^2}{\sqrt{c}}$ , где  $a, b, c$  – положительные числа.

Решение. Используя теоремы логарифмирования, получим:

$$\log_5 \frac{125a^3b^2}{\sqrt{c}} = \log_5(125a^3b^2) - \log_5 \sqrt{c} = \log_5 125 + \log_5 a^3 + \log_5 b^2 -$$

$$- \log_5 c^{\frac{1}{2}} = 3 + 3\log_5 a + 2\log_5 b - \frac{1}{2}\log_5 c$$

Если известен логарифм выражения, а нужно найти само выражение, то говорят, что нужно выполнить потенцирование. Действие, обратное логарифмированию, называется потенцированием.

Пример 2. Дано  $\lg x = \lg a + 2\lg b - \lg c$ . ( $\log_{10} x = \lg x$ )

Найти  $x$ .

Решение.

$$\lg x = \lg a + \lg b^2 - \lg c ;$$

$$\lg x = \lg ab^2 - \lg c ;$$

$$\lg x = \lg \frac{ab^2}{c} ; \quad x = \frac{ab^2}{c} .$$

### 3. ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Показательное уравнение вида  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$ , где  $a > 0$ ,  $a \neq 1$ , равносильно уравнению  $f(x) = g(x)$ .

Имеются два основных метода решения показательных уравнений: 1) метод уравнивания показателей, т.е. преобразование заданного уравнения к виду  $a^{f(x)} = a^{g(x)}$ , а затем к виду

$f(x) = g(x)$ ; 2) метод введения новой переменной.

Пример 1. Решить уравнение  $2^{3x^2+3} = 2^{10x}$ .

Решение. Данное уравнение равносильно уравнению  $3x^2 + 3 = 10x$ , откуда  $3x^2 - 10x + 3 = 0$ . Решим это квадратное



## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

уравнение и найдем его корни. Получим  $x_1 = 3$  ;  $x_2 = \frac{1}{3}$  . Ответ:

$$S = \left\{ \frac{1}{3}; 3 \right\}.$$

Пример 2. Решить уравнение  $4^x + 2^{x+1} - 24 = 0$  .

Решение. Применим метод введения новой переменной. Так как  $4^x = (2^x)^2$  ,  $2^{x+1} = 2^x \cdot 2$  , то данное уравнение можно записать в виде  $(2^x)^2 + 2 \cdot 2^x - 24 = 0$  . Введем новую переменную, пусть  $2^x = t$  . Получим квадратное уравнение  $t^2 + 2t - 24 = 0$  , его корни  $t_1 = 4$  ;  $t_2 = -6$  . Так как  $2^x = t$  , то получим два уравнения:  $2^x = 4$  и  $2^x = -6$  . Из первого уравнения находим  $x = 2$  . Второе уравнение не имеет корней, так как  $2^x \geq 0$  при любых значениях  $x$ .

Ответ:  $S = \{2\}$  .

#### 4. ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ

Логарифмическое уравнение имеет вид:

$$\log_a f(x) = \log_a g(x), \text{ где } a > 0, a \neq 1.$$

Чтобы решить это уравнение, нужно:

- 1) решить уравнение  $f(x) = g(x)$ ;
- 2) из найденных корней выбрать те, которые удовлетворяют неравенствам  $f(x) > 0$  и  $g(x) > 0$ ; остальные корни уравнения  $f(x) = g(x)$  являются посторонними для уравнения  $\log_a f(x) = \log_a g(x)$ .

Имеются два основных метода решения логарифмических уравнений:

1) метод, при котором, преобразовав уравнение к виду  $\log_a f(x) = \log_a g(x)$ , имеем уравнение  $f(x) = g(x)$ ;

2) метод введения новой переменной.

Пример 1. Решить  $\log(x+4) + \log(2x+3) = \log(1-2x)$  .

Решение. Вспомним, что сумма логарифмов равна логарифму произведения. Преобразуем уравнение к виду:

$$\log(x+4)(2x+3) = \log(1-2x) \quad \text{и} \quad \text{далее:}$$

$$(x+4)(2x+3) = 1-2x; 2x^2 + 13x + 11 = 0, \text{ решая данное квадрат-}$$

## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

ное уравнение находим корни:  $x_1 = -1$ ;  $x_2 = -5,5$ .

Сделаем проверку. Для этого составим систему неравенств:

$$\begin{cases} x+4 > 0, \\ 2x+3 > 0, \\ 1-2x > 0. \end{cases} \begin{cases} x > -4, \\ x > -\frac{3}{2}, \\ x < \frac{1}{2}. \end{cases} \text{ следовательно, } x \in \left(-\frac{3}{2}; \frac{1}{2}\right)$$

$$x_1 = -1 \in \left(-\frac{3}{2}; \frac{1}{2}\right), \quad x_2 = -5,5 \notin \left(-\frac{3}{2}; \frac{1}{2}\right).$$

Ответ:  $S = \{-1\}$ .

Пример 2. Решить уравнение  $\log_2^2 x + \log_2 x + 1 = \frac{7}{\log_2 0,5 x}$

Решение. Так как  $\log_2 0,5 x = \log_2 x + \log_2 0,5 = \log_2 x - 1$ .

Перепишем данное уравнение:  $\log_2^2 x + \log_2 x + 1 = \frac{7}{\log_2 x - 1}$ .

Введем новую переменную, пусть  $\log_2 x = t$ . Получим  $t^2 + t + 1 = \frac{7}{t-1}$ , далее  $(t-1)(t^2 + t + 1) = 7$ ;  $t^3 - 1 = 7$ ,  $t^3 = 8$ ;

$t = 2$ . Но  $\log_2 x = t$ , поэтому  $\log_2 x = 2$ ,  $x = 4$ . Ответ:  $S = \{4\}$ .

## 5. ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ НЕРАВЕНСТВА

При решении неравенств вида  $a^{f(x)} > a^{d(x)}$  следует помнить, что показательная функция  $y = a^x$  возрастает при  $a > 1$  и убывает при  $0 < a < 1$ . Следовательно, когда  $a > 1$ , от неравенства  $a^{f(x)} > a^{d(x)}$  следует переходить к неравенству того же смысла  $f(x) > d(x)$ . В случае, когда  $0 < a < 1$ , от неравенства  $a^{f(x)} > a^{d(x)}$  следует переходить к неравенству противоположного смысла  $f(x) < d(x)$ .

Пример 1. Решить неравенство  $2^{3x+7} < 2^{2x-1}$ .

Решение. в этом неравенстве основание  $2 > 1$ , поэтому, сравнивая показатели, запишем неравенство того же смысла:

## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

$$3x + 7 < 2x - 1.$$

Решив это неравенство, получим  $x < -8$ .

Ответ:  $x \in (-\infty; -8)$ .

Пример 2. Решить неравенство  $(0,04)^{5x-x^2-8} \leq 625$ .

Решение. Так как,  $625 = 25^2 = \left(\frac{1}{25}\right)^{-2} = (0,04)^{-2}$  то заданное

неравенство можно записать в виде:

$$(0,04)^{5x-x^2-8} \leq (0,04)^{-2}, \text{ так как } 0 < 0,04 < 1, \text{ то сравнивая}$$

показатели, получим неравенство противоположного смысла:

$$5x - x^2 - 8 \geq -2.$$

$$\text{Имеем: } -x^2 + 5x - 6 \geq 0, x^2 - 5x + 6 \leq 0,$$

$$(x-2)(x-3) \leq 0, x \in [2; 3].$$

Ответ  $x \in [2; 3]$

## 6. ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ НЕРАВЕНСТВА

При решении логарифмических неравенств вида  $\log_a f(x) > \log_a g(x)$  следует помнить, что логарифмическая функция  $y = \log_a x$  при  $a > 1$  возрастает, а при  $0 < a < 1$  - убывает. Следовательно, в случае, когда  $a > 1$ , от исходного неравенства переходим к неравенству того же смысла  $f(x) > g(x)$ . В случае, когда  $0 < a < 1$ , от исходного неравенства, переходим к неравенству противоположного смысла  $f(x) < g(x)$ . При этом необходимо помнить, что логарифмическая функция определена на множестве положительных чисел, т.е. должны выполняться неравенства  $f(x) > 0$  и  $g(x) > 0$ .

Поэтому от неравенства  $\log_a f(x) > \log_a g(x)$  мы переходим к системе неравенств:

$$\begin{cases} a > 1, \\ f(x) > 0, \\ g(x) > 0, \\ f(x) > g(x) \end{cases} \text{ или } \begin{cases} 0 < a < 1, \\ f(x) > 0, \\ g(x) > 0, \\ f(x) < g(x) \end{cases}$$

Заметим, что первую систему можно упростить: неравен-



## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

ство  $f(x) > 0$  следует из неравенств  $f(x) > g(x)$ ,  $f(x) > 0$ , поэтому систему можно переписать в виде:

$$\begin{cases} g(x) > 0 \\ f(x) > g(x) \end{cases}$$

Аналогично, вторую систему можно переписать в виде

$$\begin{cases} g(x) > 0 \\ f(x) < g(x) \end{cases}$$

Пример 1. Решить неравенство  $\log_{\frac{1}{3}}(2x + 59) > -2$ .

Решение. Так как  $-2 = \log_{\frac{1}{3}} 9$ , то данное неравенство можно переписать в виде  $\log_{\frac{1}{3}}(2x + 59) > \log_{\frac{1}{3}} 9$ . Далее имеем:

$$\begin{cases} 2x + 59 > 9, & \begin{cases} x > -29,5 \\ 2x + 59 < 9 \end{cases} \\ 2x + 59 < 9 & \begin{cases} x < -25 \end{cases} \end{cases}$$

Откуда  $-29,5 < x < -25$ .

Ответ.  $x \in (-29,5; -25)$ .

Пример 2. Решить неравенство  $\log(x + 2) < 2 - \log(2x - 6)$ .

Решение. Используя свойства логарифмов, преобразуем данное неравенство:  $\log(x + 2) + \log(2x - 6) < \log 100$ .

Данное неравенство равносильно системе неравенств:

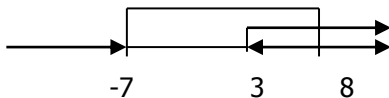
$$\begin{cases} x + 2 > 0, \\ 2x - 6 > 0, \\ (x + 2)(2x - 6) < 100 \end{cases} \begin{cases} x > -2, \\ x > 3, \\ x^2 - x - 56 < 0 \end{cases} \begin{cases} x > 3, \\ (x + 7)(x - 8) < 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x > 3, \\ -7 < x < 8 \end{cases}$$

$$x \in (3; 8)$$

Ответ.  $x \in (3; 8)$ .

С помощью координатной прямой видим, что множество решений последней системы, и, следовательно, заданного неравенства есть промежуток  $(3; 8)$



## 7. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 1. Вычислить:

1.1  $\log_6 18 + \log_6 2$

1.2  $\log_5 75 - \log_5 3$

1.3  $\log_8 12 - \log_8 15 + \log_8 20$

1.4  $\frac{1}{2} \log_7 36 - \log_7 14 - 3 \log_7 \sqrt[3]{21}$

1.5  $\frac{\log_2 24 - \frac{1}{2} \log_2 72}{\log_3 18 - \frac{1}{3} \log_3 72}$

### 2. Решить уравнения:

2.1  $\log_3 (4 - x) = 2$

2.2  $\log_2 (x^2 + 2x) = 3$

2.3  $\log_3 (x - 2) + \log_3 (x + 6) = 2$

2.4  $\log_2 (x - 5) + \log_2 (x + 2) = 3$

2.5  $\lg(x - 1) + \lg(x + 1) = 0$

2.6  $\lg(x - 1) - \lg(2x - 11) = \lg 2$

2.7  $\lg(3x - 1) - \lg(x + 5) = \lg 5$

2.8  $\log_3 (x^3 - x) - \log_3 x = \log_3 3$

2.9  $\log_2 (x^2 - 3x) = \log_2 (x - 3)$

## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

$$2.10 \log_6(x^2 - x) = \log_6(6x - 10)$$

$$2.11 \lg(x + 5) + \lg(x - 4) = \lg(x + 16)$$

$$2.12 \lg(x - 3) + \lg(x + 2) = \lg(2x - 6) + \lg 3$$

$$2.13 \log_5(4^x - 3 \cdot 2^x) = \log_5(3 \cdot 2^x - 8)$$

$$2.14 \log_2(4^x + 2^{x+1} - 8) = x + 2$$

$$2.15 \log_5(25^x + 5^x - 5) = x + 1$$

$$2.16 \log_2 182 - 4 \log_4 \sqrt{5 - x} = \log_2(11 - x) + 1$$

$$2.17 \log_7 \log_6(x^2 - 2x - 3) = 0$$

$$2.18 x^{\log_4 x - 2} = 2^{3(\log_4 x - 1)}$$

$$2.19 x^{\lg^2 x} + x^{\lg x} = 20$$

$$2.20 \log_x 2 - \log_4 x + \frac{7}{6} = 0$$

## 3. Решить неравенства:

$$3.1 \log_3(x - 5) \leq 2$$

$$3.2 \log_{\frac{1}{2}}(2x + 1) > -2$$

$$3.3 \log_3(5 - 4x) < \log_3(x - 1)$$

$$3.4 \lg(x^2 + 2x + 2) < 1$$

$$3.5 \log_{0.5}(x^2 - 1) \geq -2$$

$$3.6 \log_{25}(x^2 - 7) > \log_{25}(x - 1)$$

$$3.7 \log_{15}(x - 3) + \log_{15}(x - 5) < 1$$

$$3.8 \log_{\frac{1}{3}}(x - 2) + \log_{\frac{1}{3}}(12 - x) \geq -2$$

$$3.9 \log_{\frac{1}{2}}(x^2 - 5x - 6) \geq -3$$

$$3.10 \log_{0.2} x - \log_{0.2}(x - 2) < \log_{0.2} 3$$

$$3.11 \lg x - \lg_{0.1}(x - 1) > \log_{0.1} 0.5$$

$$3.12 \log_{\frac{1}{2}} x < \log_{\frac{1}{2}}(2x + 6) + 2$$

## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

$$3.13 \quad \log_{\frac{1}{3}}(\log_4(x^2 - 5)) > 0$$

$$3.14 \quad \log_{0.1}^2 + 3 \log_{0.1} x > 4$$

## 4. Решить уравнения:

$$4.1 \quad 2^{x^2-7x+10} = 1$$

$$4.2 \quad 0.3^{x^3-x^2+x-1} = 1$$

$$4.3 \quad 100^{x^2-1} = 10^{1-5x}$$

$$4.4 \quad 3 * 9^x = 81$$

$$4.5 \quad 0.5^{x+7} * 0.5^{1-2x} = 2$$

$$4.6 \quad 3^{x+0.5} * 3^{x-2} = 1$$

$$4.7 \quad 2^{3x+2} - 2^{3x-2} = 30$$

$$4.8 \quad 3^{x-1} - 3^x + 3^{x+1} = 63$$

$$4.9 \quad 16^x - 17 * 4^x + 16 = 0$$

$$4.10 \quad 64^x - 8^x - 56 = 0$$

$$4.11 \quad 3^{x+3} + 3^x = 7^{x+1} + 5 * 7^x$$

$$4.12 \quad 2^{8-x} + 7^{3-x} = 7^{4-x} + 2^{3-x} * 11$$

$$4.13 \quad 27 * 7^{x+3} = 147^x$$

$$4.14 \quad 6^x * 5^{x-2} = 9 * 2^x$$

$$4.15 \quad 5^{2x-1} + 2^{2x} = 25^x - 4^{x+1}$$

$$4.16 \quad \frac{2^{x+2} + 4 * 6^x}{4^x} = \frac{2^x + 6^x}{2^x}$$

$$4.17 \quad \frac{4 * 3^{x^2-4x+1}}{5^x - 4^x} = \frac{3 * 4^{x^2-4x+1}}{5^x - 4^x}$$

## Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

$$4.18 \quad 5^{\lg x} = 50 - (10^{\lg 5})^{\lg x}$$

$$4.19 \quad 3^{\lg x} = 54 - (10^{\lg 3})^{\lg x}$$

$$4.20 \quad \log_2(2^x - 5) - \log_2(2^x - 2) = 2 - x$$

## 5. Решить неравенства:

$$5.1 \quad 4^{x-2} > 16$$

$$5.2 \quad 5^{2x} < \frac{1}{25}$$

$$5.3 \quad 0.7^{x^2+2x} < 0.7^3$$

$$5.4 \quad 3^{x^2-4} \geq 1$$

$$5.5 \quad 2^{x-1} + 2^{x+3} > 17$$

$$5.6 \quad 5^{3x+1} - 5^{3x-3} \leq 624$$

$$5.7 \quad 2^{2x-1} + 2^{2x-2} + 2^{2x-3} \geq 448$$

$$5.8 \quad 0.4^x - 2.5^{x+1} > 1.5$$

$$5.9 \quad 2^{x^2} * 5^{x^2} < 10^{-3}(10^{3-x})^2$$

$$5.10 \quad 4^{|x+1|} > 16$$

$$5.11 \quad 5^{|x+4|} < 25^{|x|}$$

$$5.12 \quad \frac{1}{3^{x+5}} \leq \frac{1}{3^{x+1}-1}$$

$$5.13 \quad 25 * 0.04^{2x} > 0.2^{x(3-x)}$$

$$5.14 \quad \left(\frac{1}{4}\right)^x - 32 * \left(\frac{1}{8}\right)^{x^2-1} < 0$$

### ОТВЕТЫ:

1.1. 2; 1.2. 2; 1.3.  $4/3$  ; 1.4. -2; 1.5.  $9/8$  ; 1.6. 1;

2.1. -5; 2.2. -4; 2.3. 3; 2.4. 6; 2.5.  $\sqrt{2}$ ; 2.6. 7; 2.7.  $\emptyset$ ; 2.8. 2;  
2.9.  $\emptyset$ ; 2.10. 5; 2.11. 6; 2.12. 4; 2.13. 2; 2.14. 2; 2.15. 1; 2.16. -2;  
2.17.  $1 \pm \sqrt{10}$  ; 2.18. 2; 64; 2.19. 0,1; 10; 2.20. 8;  $2^{-2/3}$

3.1 (5;14]. 3.2. (-0,5;1,5). 3.3. (1,2; 1,25). 3.4. (-4;2). 3.5. (-  
 $\sqrt{5}$ ;-1) $\cap$ (1; $\sqrt{5}$ ). 3.6 (3;+ $\infty$ ). 3.7. (5;8). 3.8. (2;3) $\cap$ (11;12). 3.9. [-7;-1)  
3.10. (2;3). 3.11. (2;+ $\infty$ ). 3.12. (3;+ $\infty$ ). 3.13 (-3;- $\sqrt{6}$ ) $\cap$ ( $\sqrt{6}$ ;3). 3.14.  
(0;0,1) $\cap$ (10000;+ $\infty$ ).

4.1. 5; 2. 4.2. 1; 4.3. -3; 1/2. 4.4. 1,5; 4.5. 9; 4.6. 0,75; 4.7. 1;  
4.8. 3; 4.9. 2; 0. 4.10. 1; 4.11. 1; 4.12. 2; 4.13. 3; 4.14. 2; 4.15. 1;  
4.16. 2; 4.17. 4; 4.18. 100; 4.19. 1000; 4.20. 0; 3;

5.1. (4;+ $\infty$ ). 5.2. (- $\infty$ ;-1) 5.3. (- $\infty$ ;-3) $\cap$ (1;+ $\infty$ ) 5.4. (- $\infty$ ;-  
2] $\cap$ [2;+ $\infty$ ) 5.5. (1;+ $\infty$ ) 5.6. (- $\infty$ ;1] 5.7. [4,5;+ $\infty$ ) 5.8. (-1;+ $\infty$ ) 5.9. (-  
3;1) 5.10. (- $\infty$ ;-3) $\cap$ (1;+ $\infty$ ) 5.11. (- $\infty$ ;- 1  $^{1/3}$ ) $\cap$ (4;+ $\infty$ ) 5.12. (-1;1]  
5.13. (-2;1) 5.14. ( $-4/3$ ;2).