Тема 12. Логарифмические неравенства

Содержание

12.01. Простые неравенства

Вспомним основное логарифмическое тождество $a^{\log_a b} = b$ и другие свойства логарифмов

1. $\log_a 1 = 0$ **2.** $\log_a a = 1$ **3.** $\log_a xy = \log_a x + \log_a y$ или $\log_a x + \log_a y = \log_a xy$

4. $\log_a \frac{x}{y} = \log_a x - \log_a y$ или $\log_a x - \log_a y = \log_a \frac{x}{y}$ **5.** $\log_a x^p = p\log_a x$ **6.** $\log_{a^q} x = \frac{1}{q}\log_a x$

7. $\log_{a^q} x^p = \frac{p}{q}\log_a x$ **8.** $\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$ **9.** $\log_a b = \frac{1}{\log_b a}$ или $\log_a b \cdot \log_b a = 1$ **10.** $a^{\log_b c} = c^{\log_b a}$

Если у логарифмических уравнений есть два метода решения, то у логарифмических неравенств будет только один метод решения. Наша задача состоит в том, чтобы получить по разные стороны неравенства по логарифму с одинаковыми основаниями. При этом перед логарифмами не должно быть никаких коэффициентов. То есть мы должны получить неравенство вида

$$\log_a b < \log_a c \text{ или } \log_a b > \log_a c$$

Такие неравенства (при этом я думаю очевидно, что знаки неравенств могут быть и не строгими) решаются сравнением подлогарифмических выражений. При этом надо обращать внимание на значение основания логарифмов.

Если основание a сравниваемых логарифмов **больше** единицы, то при переходе знак неравенства **сохраняем**	$\log_a b < \log_a c \Rightarrow b < c$
	$\log_a b > \log_a c \Rightarrow b > c$
Если основание a сравниваемых логарифмов **меньше** единицы, то при переходе знак неравенства **меняем на противоположный**	$\log_a b < \log_a c \Rightarrow b > c$
	$\log_a b > \log_a c \Rightarrow b < c$

При решении логарифмических неравенств важно **не забыть записать ОДЗ (подлогарифмическое выражение всегда больше нуля)**!!! ОДЗ всегда записываем для **исходного**, а не преобразованного неравенства!

Так же не лишним будет вспомнить, что при решении неравенств:

1. Всегда переносите все слагаемые в левую часть (за исключением линейных неравенств).
2. Приводите дроби к общему знаменателю (вспоминайте тему уравнения).
3. Раскладывайте квадратичные трехчлены на множители (в числителе и в знаменателе получившейся дроби).
4. Все выражения в неравенстве представляйте в виде $(x \pm a)$, а не $(a \pm x)$.
5. Не забывайте менять знак неравенства при умножении/делении правой и левой части неравенства на отрицательно число.
6. **Всегда делайте пояснительный рисунок!!!**

Если Вы забыли как решать сложные неравенства, то обязательно повторите темы 9.02, 9.04 и 9.06.

При решении логарифмических неравенств помните, что любое число равно числу, умноженному на логарифм вида $\log_a a$. То есть $b = b \cdot \log_a a$, так как $\log_a a = 1$. При этом число a выбирается из соображений удобства (обычно a равно основанию логарифма, который уже присутствует в неравенстве). Зачем это делать? Рассмотрим пример.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_7 \frac{2x-6}{2x-1} > 0$

В основании логарифма, который стоит в левой части неравенства, стоит число 7. Поэтому делаем небольшое хитрое преобразование: $0 = 0 \cdot \log_a a = 0 \cdot \log_7 7 = \log_7 7^0 = \log_7 1$. Следовательно,

$$\log_7 \frac{2x-6}{2x-1} > 0 \quad \Rightarrow \quad \log_7 \frac{2x-6}{2x-1} > \log_7 1.$$

Вот мы и получили два логарифма с одинаковыми основаниями и без коэффициентов. При этом основание логарифмов больше единицы, то есть мы сохраняем знак неравенства. Окончательно получаем

$$\begin{cases} \frac{2x-6}{2x-1} > 1 - \text{само неравенство} \\ \frac{2x-6}{2x-1} > 0 - \text{ОДЗ} \end{cases}$$

Решаем систему неравенств. **Ответ:** $x < 0{,}5$.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_{0,4}(2x-5) > \log_{0,4}(x+1)$.

Казалось бы, что сразу можно переходить к сравнению подлогарифминчских выражений. Однако не стоит торопиться. Смотрим на основание логарифмов. **Оно меньше единицы!!! Если основание логарифмов меньше 1, то знак неравенства будет меняться на противоположный!!!** Получаем равносильную систему

$$\begin{cases} 2x-5 > 0 - \text{ОДЗ для первого логарифма} \\ x+1 > 0 - \text{ОДЗ для второго логарифма} \\ 2x-5 < x+1 - \text{само неравенство} \end{cases}$$

Получаем систему из трех линейных неравенств.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_{\frac{1}{2}} \frac{2x^2-4x-6}{4x-11} \le -1$.

В основании логарифма, который стоит в левой части неравенства, стоит число 0,5. Поэтому правую часть преобразуем следующим образом: $-1 = -1 \cdot \log_a a = -1 \cdot \log_{\frac{1}{2}} \frac{1}{2} = \log_{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{2}\right)^{-1} = \log_{\frac{1}{2}} 2$. Следовательно, первоначальное неравенство можно переписать в виде

$$\log_{\frac{1}{2}} \frac{2x^2-4x-6}{4x-11} \le \log_{\frac{1}{2}} 2.$$

Смотрим на основание логарифмов. Оно опять меньше единицы. Поэтому как и в предыдущем примере меняем знак неравенства на противоположный. Получаем равносильную систему

$$\begin{cases} \frac{2x^2-4x-6}{4x-11} > 0 \\ \frac{2x^2-4x-6}{4x-11} \ge 2 \end{cases}$$

Первое неравенство – ОДЗ (подлогарифмическое выражение должно быть **строго** больше нуля). Второе – само наше неравенство. Решив систему неравенств, получим $[2;\ 2{,}75) \cup [4;\ +\infty)$.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_3(2x-8) - \log_3 6 < 0$

Перенесем второй логарифм в правую часть. Получим

$$\log_3(2x-8) < \log_3 6 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} 2x-8 > 0 - \text{ОДЗ} \\ 2x-8 < 6 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} x > 4 \\ x < 7 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad 4 < x < 7$$

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\lg 3^{x-1} - \lg 3^{2x+4} < \lg 3$

Используя свойство 4 мы объединим логарифмы в левой части неравенства. Получим

$$\lg\frac{3^{x-1}}{3^{2x+4}}<\lg 3 \;\Rightarrow\; \lg 3^{x-1-2x-4}<\lg 3 \;\Rightarrow\; \lg 3^{-x-5}<\lg 3 \;\Rightarrow\; 3^{-x-5}<3 \;\Rightarrow\; -x-5<1 \;\Rightarrow\; x>-6$$

Тест 12.01.02. Решите неравенства

1. $\log_{\frac{1}{2}}(3x-4)<\log_{\frac{1}{2}}(x-2)$

2. $\log_5(3x-1)<1$

3. Найти область определения функции: $y=\sqrt{\log_{\frac{1}{2}}(3x^2-2x)}$

4. Решите неравенство и укажите наибольший целый ответ: $\log_2\left(4-\frac{x}{2}\right)-\log_2 8<0$

5. $\log_{\frac{1}{9}}(x+3)>-0,5$

6. $\log_{\frac{1}{4}}\frac{35-x^2}{x}\ge-\frac{1}{2}$

7. $\log_3\frac{2-3x}{x}\ge-1$

8. $\log_{\frac{1}{2}}(3x-x^2)<-1$

9. $\lg(x+2)+\log_{\frac{1}{\sqrt{10}}}(x+2)>-1$

10. $0,5^{\log_2 x}\ge 4\cdot 0,5^{\log_2 3}$

11. $5^{\log_5(x-7)}<4$

12. Найти сумму целых решений неравенства: $\left(\frac{1}{2}\right)^{\log_3(1-x)}\ge 0,25$

13. $\left(\frac{1}{2}\right)^{\log_{\frac{1}{9}}(2x^2-3x+1)}<1$

14. Решите неравенство и укажите наименьший целый ответ: $\lg 3^{3x-1}+\lg 4>\lg 9+\lg 12$

15. Найти область определения функции: $y=\sqrt{\log_{\frac{1}{2}}x+1}$

16. $\log_3|3-4x|>2$

17. $\log_2(2-x)+\log_{\frac{1}{2}}(x-1)>\log_{\sqrt{2}}3$

1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**
$(2;\infty)$	$\left(\frac{1}{3};2\right)$	$\left[-\frac{1}{3};0\right)\cup\left(\frac{2}{3};1\right]$	7	(-3;0)	$\left[-7;-\sqrt{35}\right)\cup\left[5;\sqrt{35}\right)$	(0;0,6]	(1;2)	(-2;8)	(0;0,75]
11.	**12.**	**13.**	**14.**	**15.**	**16.**	**17.**			
(7;11)	-36	$(0;0,5)\cup(1;1,5)$	2	(0;2]	$(-\infty;-1,5)\cup(3;\infty)$	(1;11/10)			

12.02. Замена переменных при решении неравенств

В отличии от показательных неравенств, при решении логарифмических неравенств мы не имеем права домножать на переменную или откидывать отрицательное значение замены.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_{\frac{1}{3}}x<\log_x 3-\frac{5}{2}$

Применим к первому логарифму свойство 6 («выплюнем» степень основания), а ко второму свойство 9 («перевернем» логарифм). Получим

$$\log_{\frac{1}{3}}x<\log_x 3-\frac{5}{2} \;\Rightarrow\; \log_{3^{-1}}x<\frac{1}{\log_3 x}-\frac{5}{2} \;\Rightarrow\; -1\cdot\log_3 x<\frac{1}{\log_3 x}-\frac{5}{2}$$

Прежде чем приводить к общему знаменателю, лучше сделаем замену. Пусть $\log_3 x=t$. Получим

$$-t<\frac{1}{t}-\frac{5}{2}.$$

Переносим все слагаемые в левую сторону и приводим к общему знаменателю. Получим

$$-t<\frac{1}{t}-\frac{5}{2} \;\Rightarrow\; -t-\frac{1}{t}+\frac{5}{2}<0 \;\Rightarrow\; \frac{-2t^2-2+5t}{t}<0 \;\Rightarrow\; \frac{-\left(2t^2-5t+2\right)}{t}<0$$

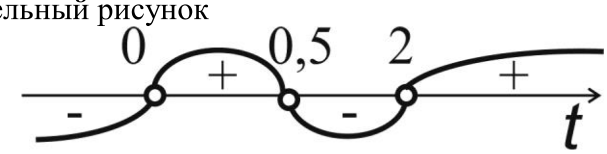
Умножим правую и левую часть неравенства на –1. При этом не забываем поменять знак неравенства

$$\frac{-\left(2t^2-5t+2\right)}{t}<0 \;\Rightarrow\; \frac{2t^2-5t+2}{2t}>0$$

При помощи корней квадратного уравнения раскладываем числитель на множители

$$\frac{2t^2-5t+2}{2t}>0 \;\Rightarrow\; \frac{2(t-2)(t-0,5)}{2t}>0$$

Обязательно делаем пояснительный рисунок



Нам нужны только положительные значения t (смотрим на знак неравенства). Следовательно

$$t<0,\quad 0,5<t<2$$

Вспоминаем, что $\log_3 x = t$. Следовательно, получаем совокупность

$$\left[\begin{array}{l}\log_3 x<0\\ 0,5<\log_3 x<2\end{array}\right.$$

Решим первое неравенство

$$\log_3 x<0 \;\Rightarrow\; \log_3 x<0\cdot\log_3 3 \;\Rightarrow\; \log_3 x<\log_3 1 \;\Rightarrow\; x<1$$

Теперь решим второе двойное неравенство

$$0,5<\log_3 x<2 \;\Rightarrow\; 0,5\cdot\log_3 3<\log_3 x<2\cdot\log_3 3 \;\Rightarrow\; \log_3\sqrt{3}<\log_3 x<\log_3 9 \;\Rightarrow\; \sqrt{3}<x<9$$

Второе двойное неравенство можно было бы записать как систему из двух неравенств $\begin{cases}0,5<\log_3 x\\ \log_3 x<2\end{cases}$, решать каждое из них по отдельности и потом взять только общие решения. Важно помнить, что при записи ответа важно учесть ОДЗ!!! Смотрим на оригинальное уравнение и записываем: $x>0$ (подлогарифмическое выражение и основание логарифма всегда положительный) и $x\neq 1$. Почему $x\neq 1$? Смотрим внимательно на условие. В логарифме $\log_x 3$ в основании находится x. При этом мы знаем, что основание логарифма должно быть не только положительно, но и не равно единице. Об этом часто забывают при записи ОДЗ.

ПРИМЕР. *Решить неравенство* $2\log_5 x-3\log_x 5<1$.

И опять нам нужно использовать свойство 9. При этом у нас есть выбор: мы можем перейти к основанию x или к основанию 5. Лучше переходить к основанию 5, так как переходя к основанию x мы вынуждены будем рассматривать два случая: основание больше 1 и основание меньше 1. Получаем

$$2\log_5 x-3\log_x 5<1 \;\Rightarrow\; 2\log_5 x-\frac{3}{\log_5 x}<1.$$

Пусть $\log_5 x=t$. Получим

$$2t-\frac{3}{t}<1.$$

Дальше как в примере выше.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_2^2(x-1)^2-\log_{0,5}(x-1)>5$

Не путайте степень логарифма и степень подлогарифмического выражения!!! Поэтому первый логарифм лучше сразу же переписать в следующем виде $\log_2^2(x-1)^2=\left(\log_2(x-1)^2\right)^2$. А теперь немного преобразуем первый и второй логарифмы. У первого мы «выплюнем» степень подлогарифмического выражения, а у второго «выплюнем» степень основания. Получим

$$\left(\log_2(x-1)^2\right)^2=\left(2\log_2(x-1)\right)^2=2^2\left(\log_2(x-1)\right)^2=4\left(\log_2(x-1)\right)^2$$

$$\log_{0,5}(x-1)=\log_{2^{-1}}(x-1)=(-1)\cdot\log_2(x-1)=-\log_2(x-1)$$

Таким образом наше неравенство примет следующий вид

$$\left(\log_2(x-1)^2\right)^2-\log_{2^{-1}}(x-1)>5 \;\Rightarrow\; 4\left(\log_2(x-1)\right)^2+\log_2(x-1)-5>0$$

Пусть $\log_2(x-1)=t$. Тогда

$$4t^2+t-5>0 \;\Rightarrow\; 4(t+1,25)(t-1)>0 \;\Rightarrow\; \left[\begin{array}{l} t<-1,25 \\ t>1 \end{array}\right.$$

Получаем совокупность. Решим первое неравенство совокупности

$$\log_2(x-1)<-1,25 \;\Rightarrow\; \log_2(x-1)<-\frac{5}{4}\cdot\log_2 2 \;\Rightarrow\; \log_2(x-1)<\log_2 2^{-\frac{5}{4}} \;\Rightarrow\; <x-1<2^{-\frac{5}{4}} \;\Rightarrow\; x<1+2^{-\frac{5}{4}}$$

Перейдем к второму неравенству

$$\log_2(x-1)>1 \Rightarrow \log_2(x-1)>1\cdot\log_2 2 \;\Rightarrow\; \log_2(x-1)>\log_2 2 \;\Rightarrow\; x-1>2 \;\Rightarrow\; x>3$$

И не забываем про ОДЗ: $x-1>0 \;\Rightarrow\; x>1$. Окончательно получим $\left(1;1+2^{-\frac{5}{4}}\right)\cup(3;\infty)$

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\dfrac{1}{1+\lg x}+\dfrac{1}{1-\lg x}>2$

А вот в таких примерах ничего преобразовывать не надо. Сразу же делаем замену. Пусть $\lg x=t$.

$$\frac{1}{1+\lg x}+\frac{1}{1-\lg x}>2 \;\Rightarrow\; \frac{1}{1+t}+\frac{1}{1-t}>2$$

Приведем дроби к общему знаменателю

$$\frac{1-t+1+t-2+2t^2}{(1+t)(1-t)}>0 \;\Rightarrow\; \frac{2t^2}{(1+t)(1-t)}>0$$

Выплюнем -1 из знаменателя и поменяем знак неравенства

$$\frac{2t^2}{(1+t)(1-t)}>0 \;\Rightarrow\; \frac{2t^2}{-1\cdot(t+1)(t-1)}>0 \;\Rightarrow\; \frac{2t^2}{(t+1)(t-1)}<0$$

Так как при любых значениях $t^2>0$ и учитывая то, что неравенство строгое, получим

$$\begin{cases} t\neq 0, \\ (t+1)(t-1)<0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lg x\neq 0, \\ -1<t<1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x\neq 1, \\ -1<\lg x<1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x\neq 1, \\ \dfrac{1}{10}<x<10 \end{cases}$$

. **Ответ:** $x\in(0,1;1)\cup(1;10)$.

Напоминаю, что при решении логарифмических неравенств ни в коем случае не сокращаем на знаменатель если в нем есть переменная!!! Мы должны сохранить его до конца решения!!!

Тест 12.02.02. Решите неравенства

1. $\lg^2 x+6<5\lg x$.

2. $\log^2_{\frac{1}{2}}(x-3)\geq 1$.

3. $\log^2_2(x-1)^2-\log_{\frac{1}{2}}(x-1)>5$.

4. $(\log_2 x)^4-\left(\log_{\frac{1}{2}}\dfrac{x^3}{8}\right)^2+9\log_2\dfrac{32}{x^2}<4(\log_{\frac{1}{2}} x)^2$.

5. $\log^2_x(2x+1)-\log_x(2x+1)-2>0$.

6. $\log_{\frac{1}{3}} x<\log_x 3-\dfrac{5}{2}$.

7. $\dfrac{1}{\log_2 x}-\dfrac{1}{\log_2 x-1}<1$.

8. $\dfrac{4}{\lg 10x}-\dfrac{5}{\lg 100x}\geq 0$.

9. $\log_3(4^x+1)+\log_{4^x+1}3>\dfrac{5}{2}$.

10. $\log_2 x-\log_x 32\leq 4$.

1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$(100;1000)$	$(3;3,5]\cup[5;\infty)$	$\left(1;1+\dfrac{1}{\sqrt[4]{32}}\right)\cup(3;\infty)$	$\left(\dfrac{1}{8};\dfrac{1}{4}\right)\cup(4;8)$	$(0,5;1)\cup\left(1;1+\sqrt{2}\right)$
6.	**7.**	**8.**	**9.**	**10.**
$\left(1;\sqrt{3}\right)\cup(9;\infty)$	$(0;1)\cup(2;\infty)$	$\left(0;\dfrac{1}{100}\right)\cup\left(\dfrac{1}{10};10^3\right]$	$\left(-\infty;\log_4\left(\sqrt{3}-1\right)\right)\cup(1,5;\infty)$	$\left(0;\dfrac{1}{2}\right]\cup(1;32]$

12.03. Сложные неравенства

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_{0,3}\log_6\dfrac{x^2+x}{x+4}<0$.

При решении таких неравенств важно понимать, что подлогарифмических выражений может быть больше одного. Например, в этом неравенство выражение $\log_6\dfrac{x^2+x}{x+4}$ также является подлогарифмическим выражением. Это будет проще понять, если немного по-другому записать условие

$$\log_{0,3}\log_6\frac{x^2+x}{x+4}<0\ \Rightarrow\ \log_{0,3}\left(\log_6\left(\frac{x^2+x}{x+4}\right)\right)<0$$

Поэтому в этом примере будет два ОДЗ: $\dfrac{x^2+x}{x+4}>0$ и $\log_6\dfrac{x^2+x}{x+4}>0$. А теперь начнем решать. Для начала «избавимся» от логарифма с основанием 0,3 (не забываем поменять знак неравенства):

$$\log_{0,3}\left(\log_6\left(\frac{x^2+x}{x+4}\right)\right)<0\ \Rightarrow\ \log_{0,3}\left(\log_6\left(\frac{x^2+x}{x+4}\right)\right)<\log_{0,3}1\ \Rightarrow\ \log_6\left(\frac{x^2+x}{x+4}\right)>1$$

А дальше решаем как обычное логарифмическое неравенство

$$\log_6\left(\frac{x^2+x}{x+4}\right)>1\ \Rightarrow\ \log_6\left(\frac{x^2+x}{x+4}\right)>\log_6 6\ \Rightarrow\ \frac{x^2+x}{x+4}>6$$

Таким образом наше неравенство будет равносильно системе из трех неравенств

$$\begin{cases}\dfrac{x^2+x}{x+4}>0 & \text{ОДЗ} & (1)\\ \log_6\left(\dfrac{x^2+x}{x+4}\right)>0 & \text{ОДЗ} & (2)\\ \dfrac{x^2+x}{x+4}>6 & \text{решение} & (3)\end{cases}\ \Rightarrow\ \begin{cases}\dfrac{x^2+x}{x+4}>0 & \text{ОДЗ} & (1)\\ \dfrac{x^2+x}{x+4}>1 & \text{ОДЗ} & (2)\\ \dfrac{x^2+x}{x+4}>6 & \text{решение} & (3)\end{cases}$$

Неравенство (2) можно исключить из системы, так как неравенство (3) более строгое. В таких неравенствах всегда остается или одно неравенство или система их двух неравенств. Окончательно получаем

$$\begin{cases}\dfrac{x^2+x}{x+4}>0\\ \dfrac{x^2+x}{x+4}>6\end{cases}$$

Осталось решить простую систему неравенств.

ПРИМЕР. *Решите неравенство* $\log_{\frac{1}{3}}\log_3(x-1)>0$.

И опять сразу же для удобства восприятия перепишем неравенство в немного другом виде

$$\log_{\frac{1}{3}}\log_3(x-1)>0\ \Rightarrow\ \log_{\frac{1}{3}}\left(\log_3(x-1)\right)>0$$

У нас опять получается два ОДЗ: $x-1>0$ и $\log_3(x-1)>0$. Решаем неравенство как и в первом примере

$$\log_{\frac{1}{3}}\left(\log_3(x-1)\right)>0\ \Rightarrow\ \log_{\frac{1}{3}}\left(\log_3(x-1)\right)>\log_{\frac{1}{3}}1\ \Rightarrow\ \log_3(x-1)<1\ \Rightarrow\ \log_3(x-1)<\log_3 3\ \Rightarrow\ (x-1)<3$$

Таким образом получаем систему: $\begin{cases}x-1>0 & \text{ОДЗ}\\ \log_3(x-1)>0 & \text{ОДЗ}\\ x-1<3 & \text{решение}\end{cases}$. **Ответ:** (2; 4).

Итоговый тест 2. Решите неравенства

1. $\log_{\frac{1}{3}}(x+1) > \log_3(2-x)$

2. $\log_3(x+2)(x+4) + \log_{\frac{1}{3}}(x+2) < \frac{1}{2}\log_{\sqrt{3}} 7$

3. $\log_{0,5}\log_8 \frac{x^2-2x}{x-3} \le 0$

4. $\log_{0,7}\log_2 \frac{x}{x+1} > 0$

5. $\frac{1}{1-\log_{0,5} x} + \frac{1}{\log_{0,5} x} \ge 1$

6. $\lg^2(-x) + \lg x^2 < 3$

7. $5\log_{0,5} x \le 6 + \log_{0,5}^2 x$

8. $\log_2 x - \log_x 32 \le 4$

9. $\frac{\lg^2 x - 3\lg x + 3}{\lg x - 1} < 1$

10. Найти область определения функции

$y = \sqrt{\log_{0,3}\frac{x-1}{x+5}}$

11. Найти целые решения неравенства

$\log_{\frac{2}{3}}(3x+6) > \log_{\frac{2}{3}} 3 + 2\log_{\frac{2}{3}} 2$

12. Найти число целых решений неравенства

$0,2^{\log_{0,5}\frac{3x-19}{1-2x}} \ge 5$

13. Найти число целых решений неравенства

$3^{\log_{0,5}(x^2+2x-3)} \ge \frac{1}{27}$

14. Найти область определения функции

$f(x) = \sqrt{\log_2(4-x)(x-1) - 1}$

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
$\left(-1;\ \frac{1-\sqrt{5}}{2}\right) \cup \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2};\ 2\right)$	(–2; 3)	(3; 4] ∪ [6; ∞)	(–∞;–2)	(0,5;1)	$(-10;\ -10^{-3})$	$\left(0;\ \frac{1}{8}\right] \cup \left[\frac{1}{4};\ \infty\right)$	(0; 0,5] ∪(1; 32]	(0;10)	(1;∞)

11.	12.	13.	14.
–1; 0; 1	3	2	[2;3]