Обратные тригонометрические функции

<u>Теорема.</u> Если функция $y = f(x)$ строго монотонна на промежутке X, то она обратима на этом промежутке.

Доказательство

Пусть функция $y = f(x)$ возрастает на X, тогда по определению возрастающей функции

$$\forall\, x_1, x_2 \,:\, x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$$

таким образом, различным значениям аргумента соответствуют различные значения функции, т.е. функция обратима.

Пусть обратимая функция $y = f(x)$ определена на промежутке X, а областью значений ее является промежуток Y. Поставим в соответствие каждому $y \in Y$ то единственное значение $x \in X$, при котором $y = f(x)$ Тогда получим функцию, которая обозначается

$$x = f^{-1}(y)$$

и называется *обратной* по отношению к функции $y = f(x)$.

Обычно для обратной функции делают переход к привычным обозначениям, т.е. аргумент обозначают буквой *x*, а значение функции *y*.

Поэтому вместо $x = f^{-1}(y)$ пишут $y = f^{-1}(x)$

Замечание. Графики взаимообратных функций симметричны относительно прямой $y = x$

Алгоритм получения обратной функции

1) Убедиться в том, что функция $y = f(x)$ обратима на X.

2) Из уравнения $y = f(x)$ выразить x через y.

3) В полученном равенстве поменять местами x и y.

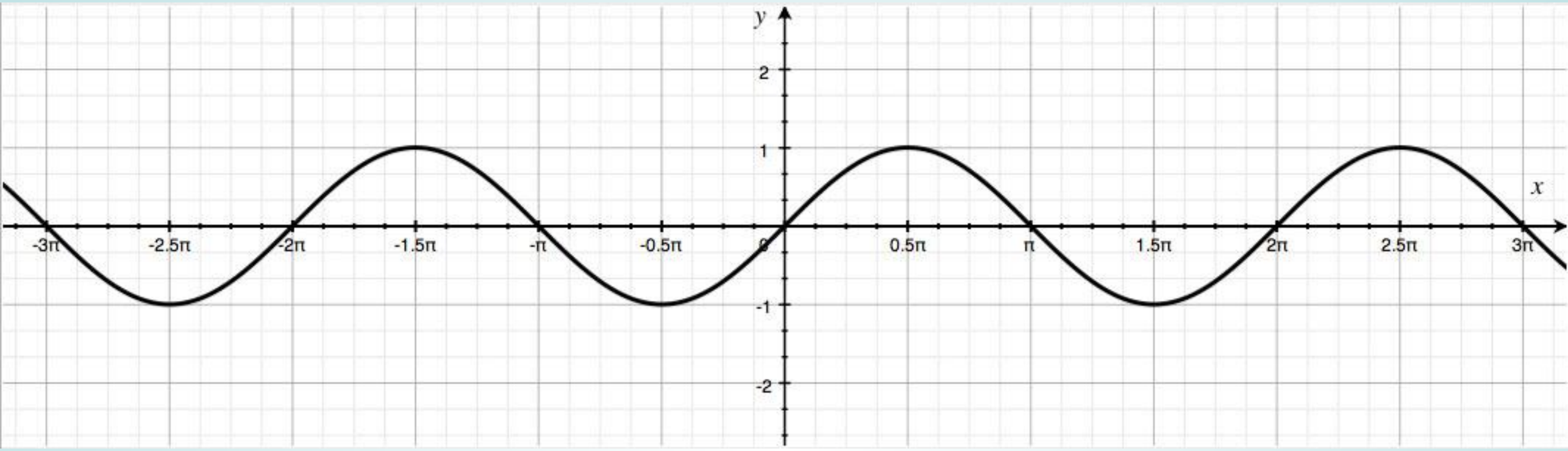
Свойства обратной функции

1) $D(f) = E(f^{-1}); \quad E(f) = D(f^{-1})$

2) Если функция $y = f(x)$ возрастает (убывает) на $D(f)$, то и функция $y = f^{-1}(x)$ возрастает (убывает) на $D(f^{-1})$;

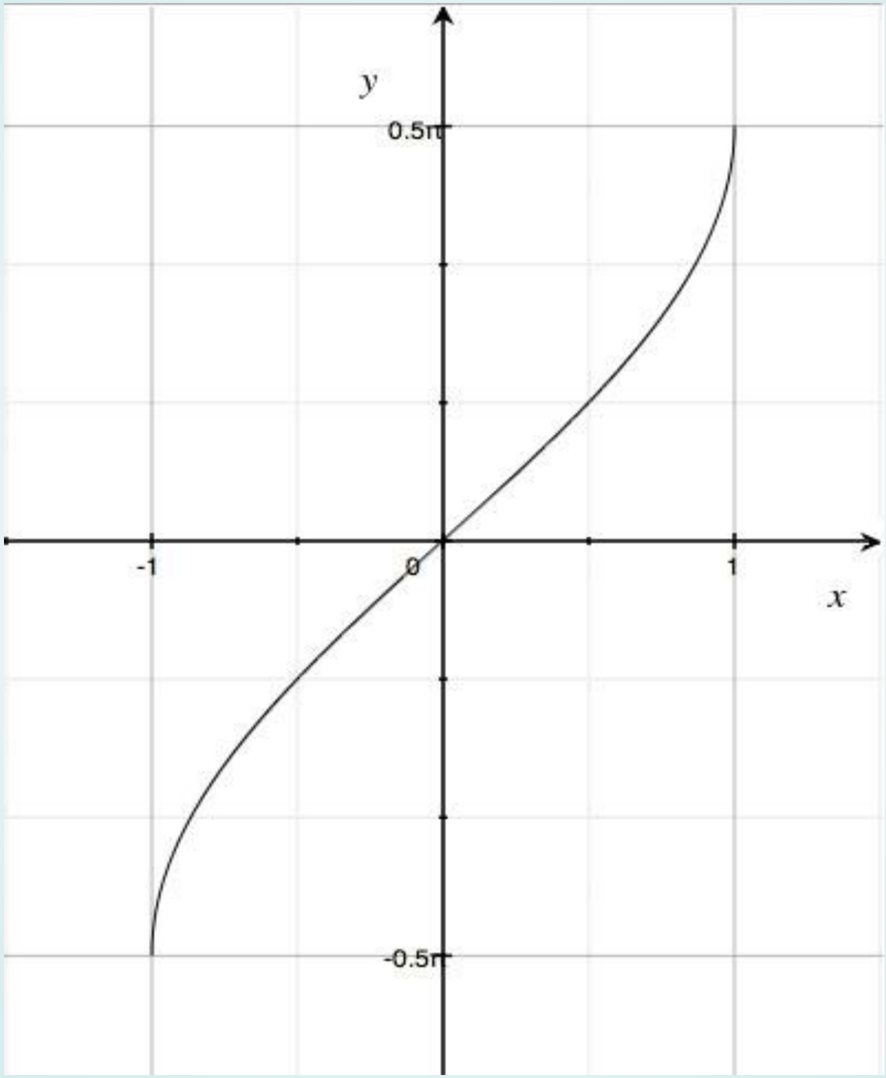
3) $f^{-1}(f(x)) = x,\ x \in D(f)$

II. Обратные тригонометрические функции



На промежутке $x \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ функция $y = \sin x$ строго возрастает, следовательно можно рассмотреть функцию обратную к функции $y = \sin x$ на этом промежутке. Эту функцию обозначают $y = \arcsin x$.

y = arcsin x



y = arcsin x

1) Область определения $D(y)=[-1;1]$

2) Область значений $E(y)=[-\pi/2;\pi/2]$

3) Функция нечетная *arcsin x=-arcsin (-x)* ;

4) Функция не является периодической ;

5) Функция возрастает на *D(y);*

6) Точки пересечения с осями: *x=0, y=0;*

7) Промежутки знакопостоянства *arcsin x>0 при* $x\in(0;1]$

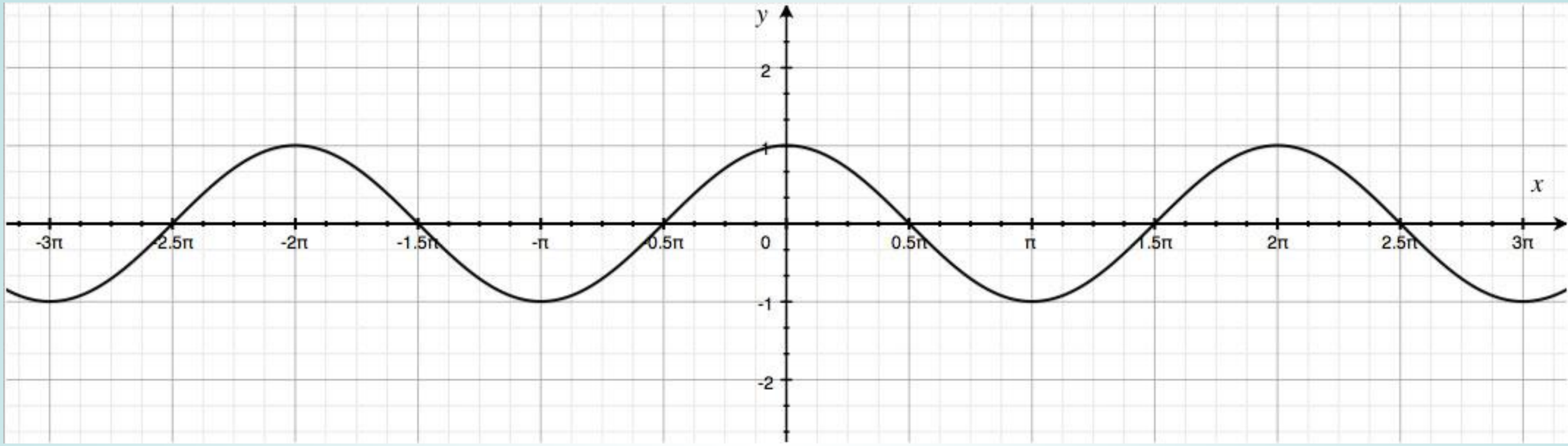
arcsin x<0 при $x\in[-1;0)$

8) Наибольшее значение $y=\frac{\pi}{2}$ при *x=1*,

наименьшее значение $y=-\frac{\pi}{2}$ при *x=-1*;

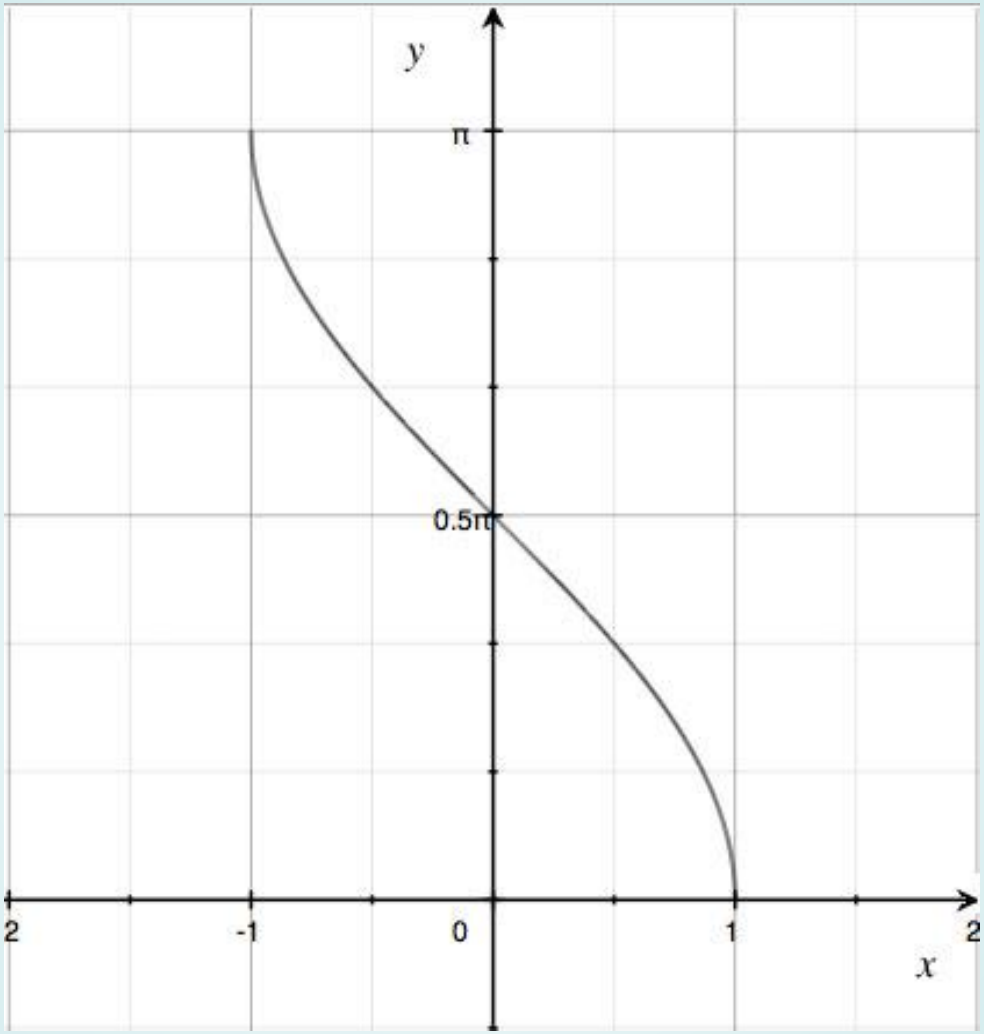
9) Ассимптот нет ;

II. Обратные тригонометрические функции



На промежутке $x \in [0; \pi]$ функция $y = \cos x$ строго убывает, следовательно можно рассмотреть функцию обратную к функции $y = \cos x$ на этом промежутке. Эту функцию обозначают $y = \arccos x$.

y = arccos x



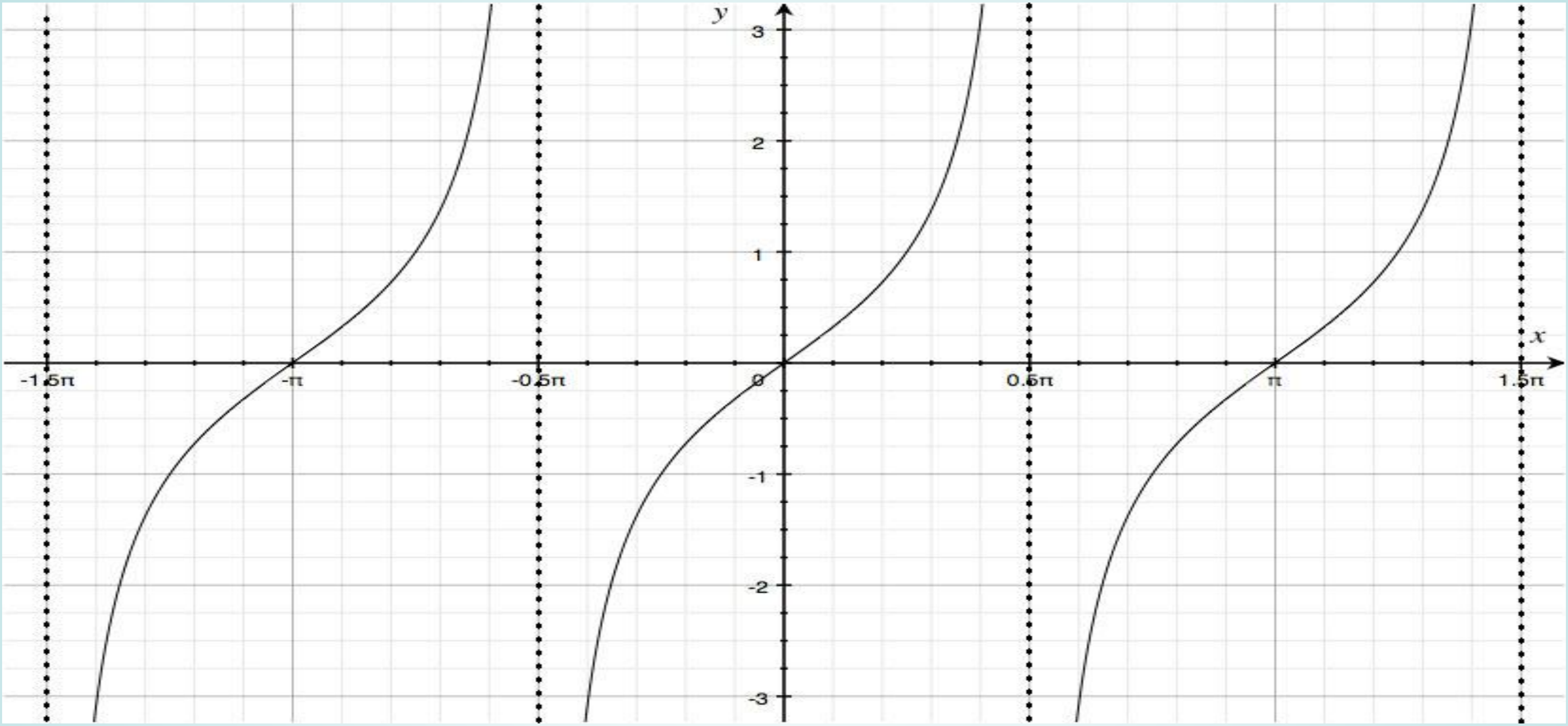
$y = \arccos x$

1) Область определения $D(y) = [-1;\ 1]$;
2) Область значений $E(y) = [0;\ \pi]$;
3) Функция не обладает определенной четностью;
4) Функция не является периодической ;
5) Функция убывает на $D(y)$;
6) Точки пересечения с осями: 1) $x=0,\ y = \dfrac{\pi}{2}$; 2) $y=0,\ x=1$
7) Промежутки знакопостоянства $\arccos x>0$ при $x \in [-1;1]$
8) Наибольшее значение $y = \pi$ при $x=-1$,

наименьшее значение $y=0$ при $x=-1$;

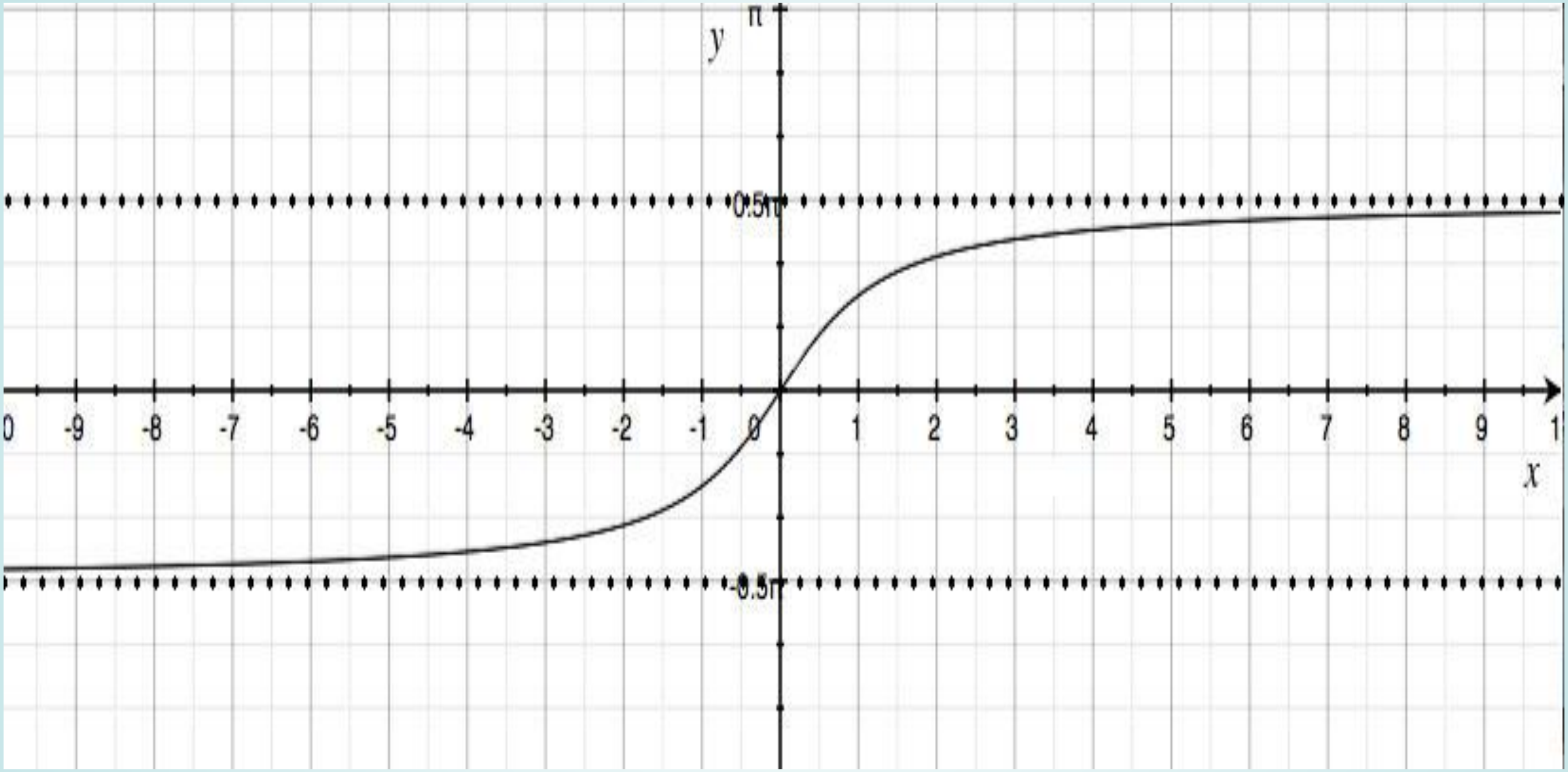
9) Ассимптот нет .

II. Обратные тригонометрические функции



На промежутке $x \in \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ функция $y = tgx$ строго возрастает, следовательно можно рассмотреть функцию обратную к функции $y = tgx$ на этом промежутке. Эту функцию обозначают $y = arctgx$.

y = arctg x



y = arctg x

1) Область определения $D(y)=R$;

2) Область значений $E\left(y\right)=\left(-\pi/2;\,\pi/2\right)$;

3) Функция нечетная $arctg\ x=-arcctg\ (-x)$;

4) Функция непериодическая ;

5) Функция возрастает на $D(y)$;

6) Точки пересечения с осями: $x=0,\ y=0;$

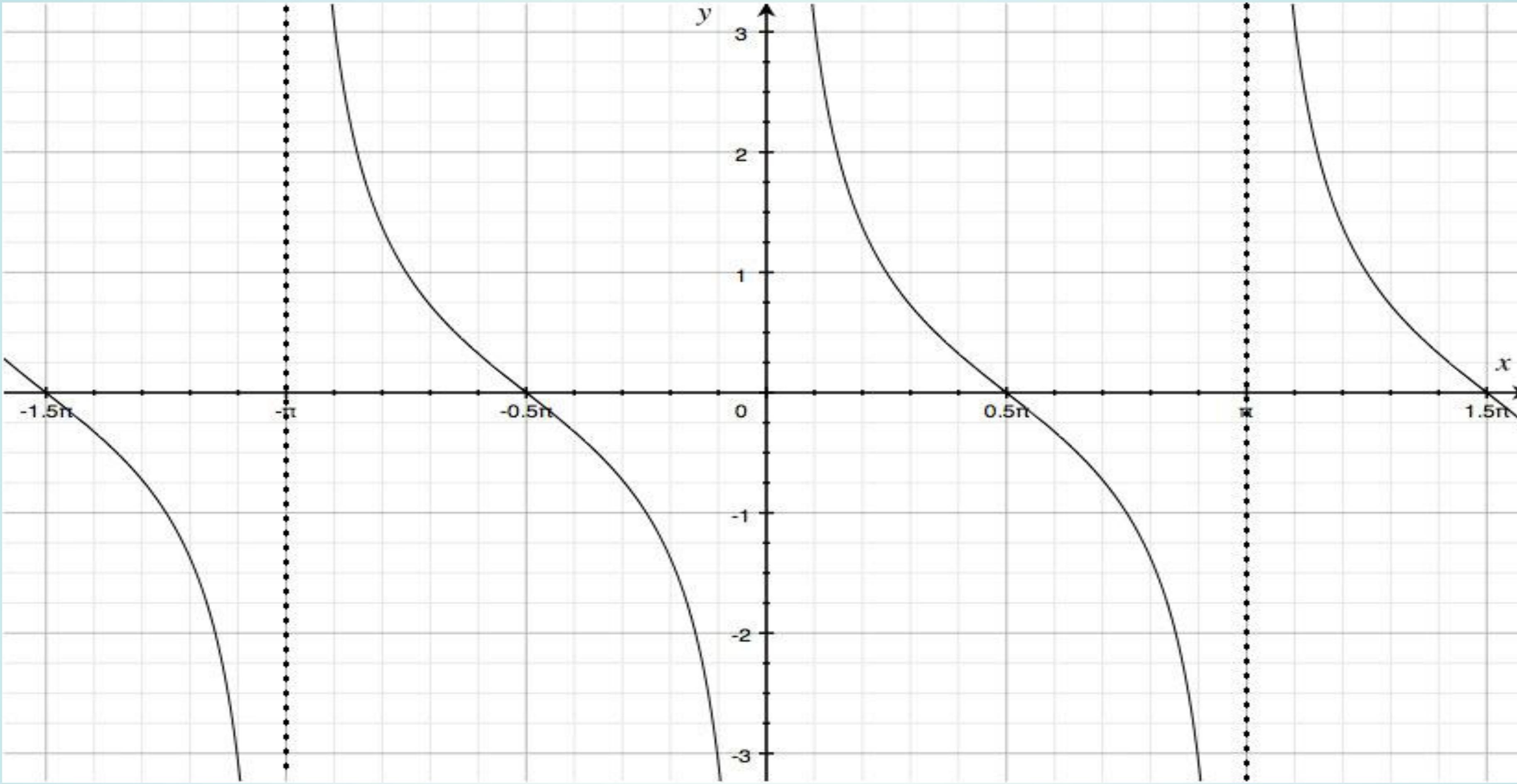
7) Промежутки знакопостоянства $arctg\ x>0$ при $x\in\left(0;+\infty\right)$

$arctg\ x<0$ при $x\in\left(-\infty;0\right)$

8) Наибольшего и наименьшего значений не существует ;

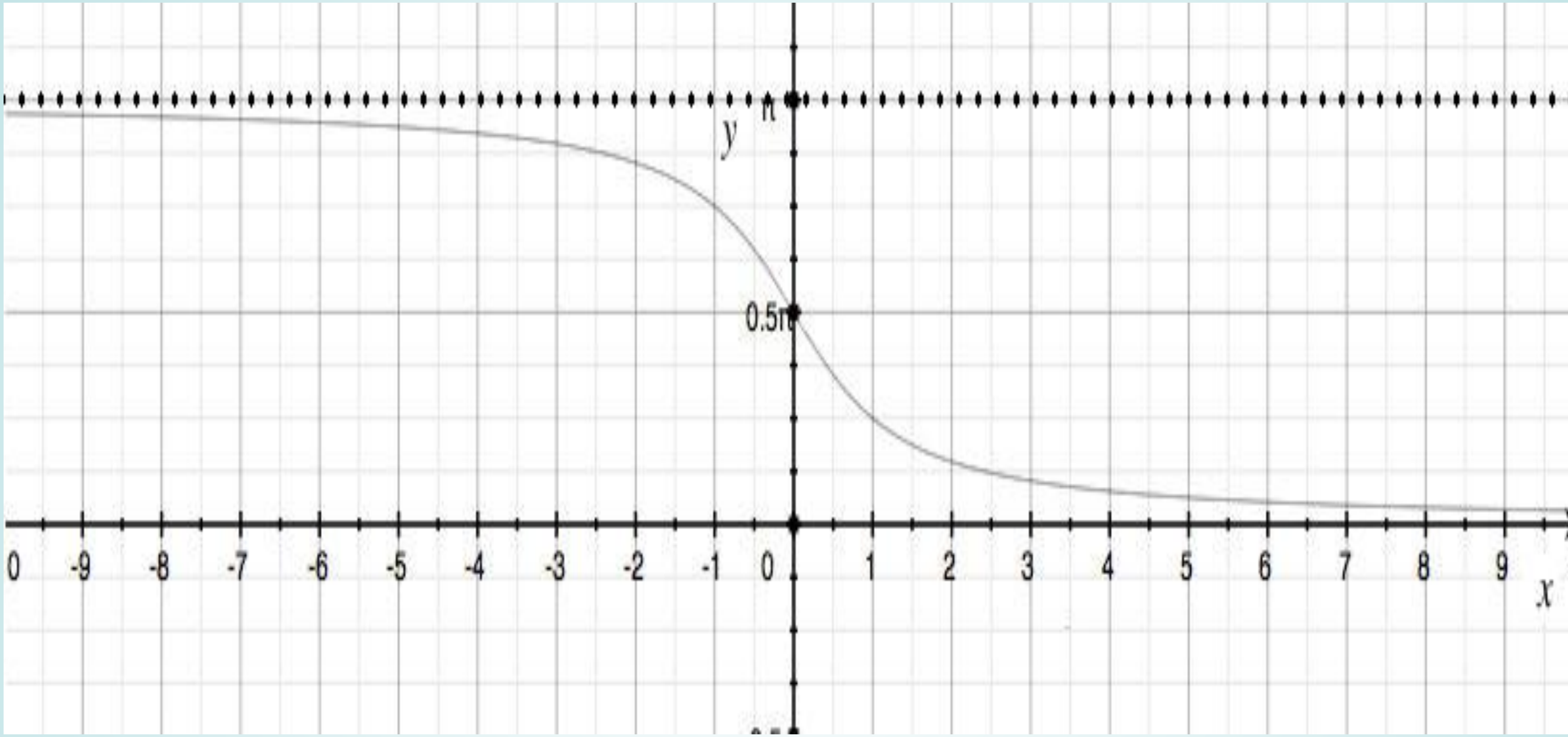
9) Горизонтальные асимптоты $y=\pm\dfrac{\pi}{2}$;

II. Обратные тригонометрические функции



На промежутке $x \in (0; \pi)$ функция $y = ctgx$ строго убывает, следовательно можно рассмотреть функцию обратную к функции $y = ctgx$ на этом промежутке. Эту функцию обозначают $y = arcctgx$.

y = arcctg x



y = arcctg x

1) Область определения $D(y)=R$;

2) Область значений $E\left(y\right)=\left(0;\pi\right)$;

3) Функция не имеет определенной четности ;

4) Функция непериодическая ;

5) Функция убывает на $D(y)$;

6) Точки пересечения с осями: $x=0$, $y=\frac{\pi}{2}$;

7) Промежутки знакопостоянства $arcctg\, x>0$ *при* $x\in R$;

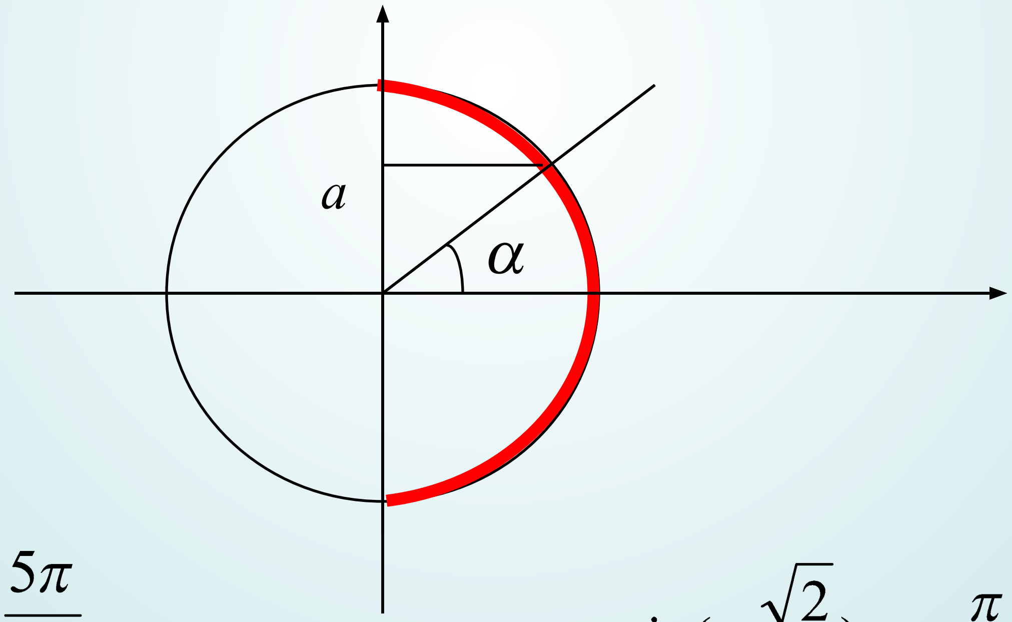
8) Наибольшего и наименьшего значений не существует ;

9) Горизонтальные асимптоты $y=0;\quad y=\pi.$

Смысловые значения записей arcsin a, arccos a, arctg a, arcctg a

arcsin a – это угол из промежутка $\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]$, синус которого равен a.

$$\arcsin a=\alpha,\ \alpha\in\left[-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right]\Rightarrow\sin\alpha=a$$



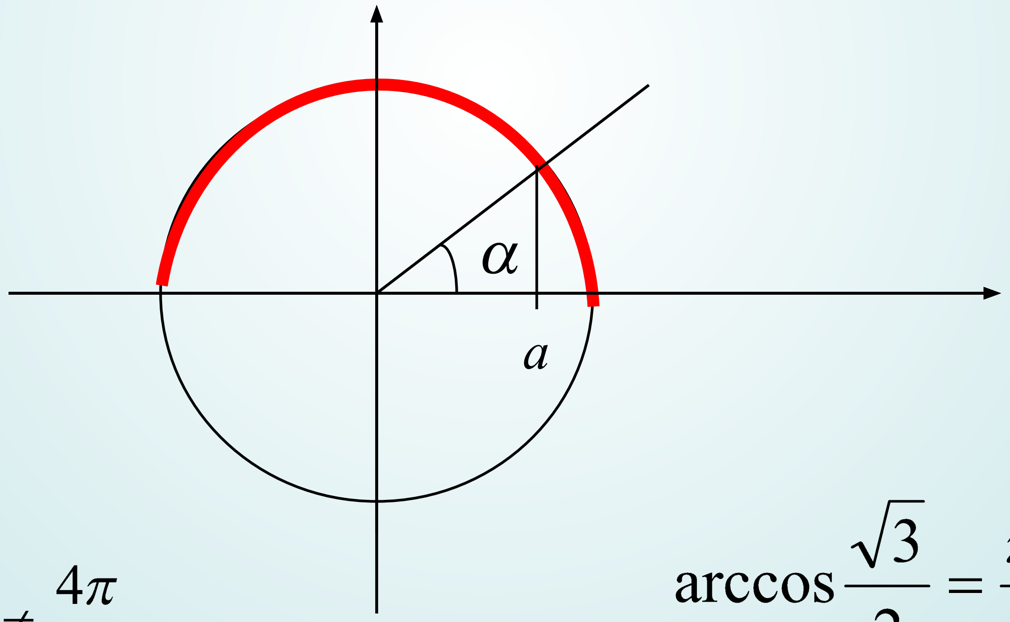
$$\arcsin\frac{1}{2}=\frac{\pi}{6}\neq\frac{5\pi}{6}$$

$$\arcsin\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)=-\frac{\pi}{4}\neq-\frac{3\pi}{4}\neq\frac{5\pi}{4}$$

Смысловые значения записей arcsin a, arccos a, arctg a, arcctg a

arccos a – это угол из промежутка $\left[0;\ \pi\right]$, косинус которого равен *a*.

$$\arccos a = \alpha,\ \alpha \in \left[0; \pi\right] \Rightarrow \cos\alpha = a$$



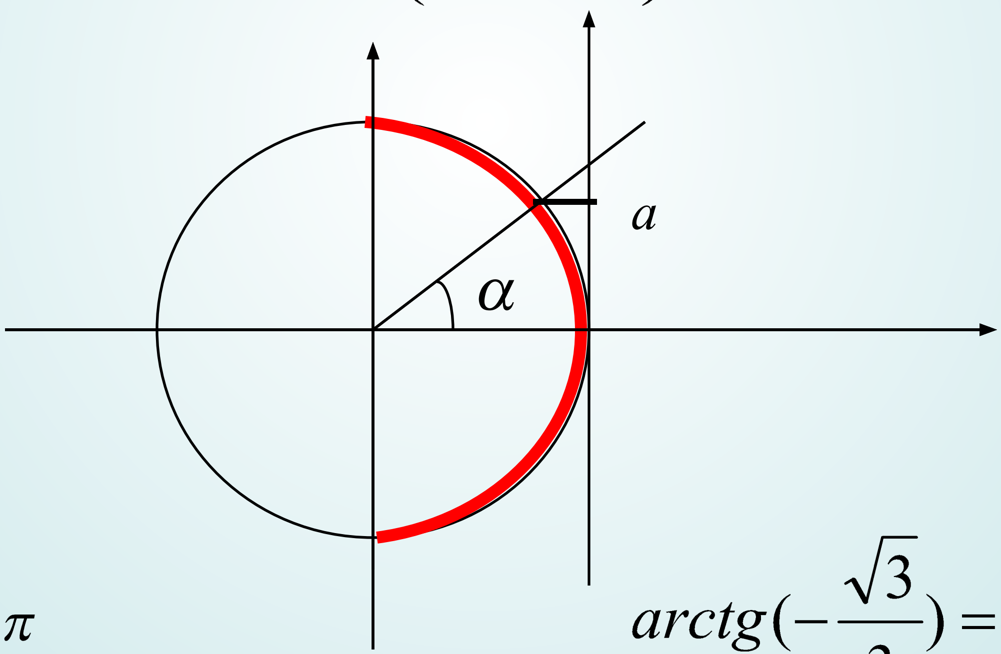
$$\arccos\left(-\frac{1}{2}\right) = \frac{2\pi}{3} \neq \frac{4\pi}{3}$$

$$\arccos\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\pi}{6} \neq -\frac{\pi}{6}$$

Смысловые значения записей arcsin a, arccos a, arctg a, arcctg a

arctg a – это угол из промежутка $\left(-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right)$, тангенс которого равен a.

$$arctg\ a=\alpha,\ \alpha\in\left(-\frac{\pi}{2};\frac{\pi}{2}\right)\Rightarrow tg\alpha=a$$



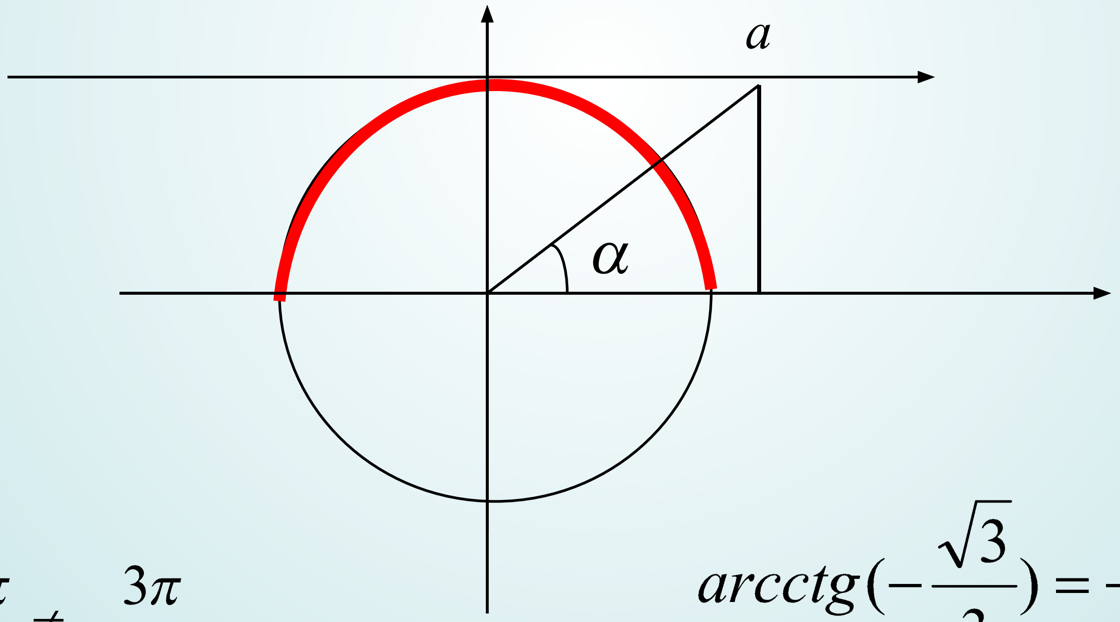
$$arctg1=\frac{\pi}{4}\neq\frac{5\pi}{4}$$

$$arctg(-\frac{\sqrt{3}}{3})=-\frac{\pi}{6}\neq\frac{5\pi}{6}$$

Смысловые значения записей arcsin a, arccos a, arctg a, arcctg a

arcctg a – это угол из промежутка $\left(0;\,\pi\right)$, котангенс которого равен *a*.

$$arcctg\ a = \alpha,\ \alpha \in \left(0;\pi\right) \Rightarrow ctg\alpha = a$$



$$arcctg1 = \frac{\pi}{4} \neq -\frac{3\pi}{4}$$

$$arcctg(-\frac{\sqrt{3}}{3}) = -\frac{2\pi}{3} \neq -\frac{\pi}{3}$$

Основные свойства обратных тригонометрических функций

$$\arcsin(-x) = -\arcsin x$$

$$arctg(-x) = -arctgx$$

$$\arccos(-x) = \pi - \arccos x$$

$$arcctg(-x) = \pi - arcctgx$$

$$\arcsin x + \arccos x = \pi/2$$

$$arctgx + arcctgx = \pi/2$$