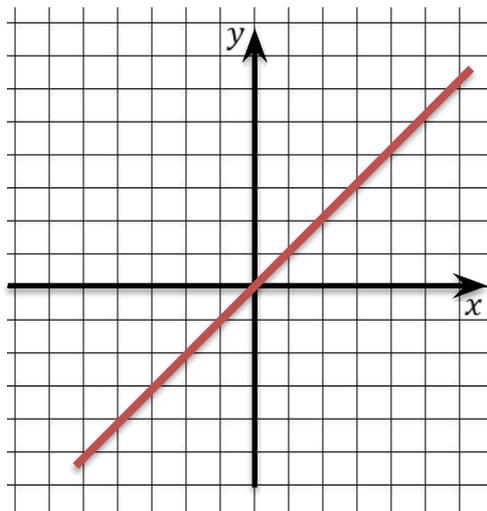


# Степенные функции, их свойства и графики

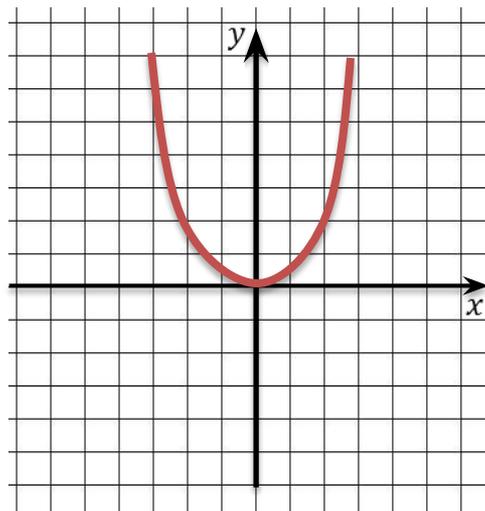
$y = x^r$ , где  $r$  – любое действительное число

если  $r$  – натуральное, то  $y = x^n$

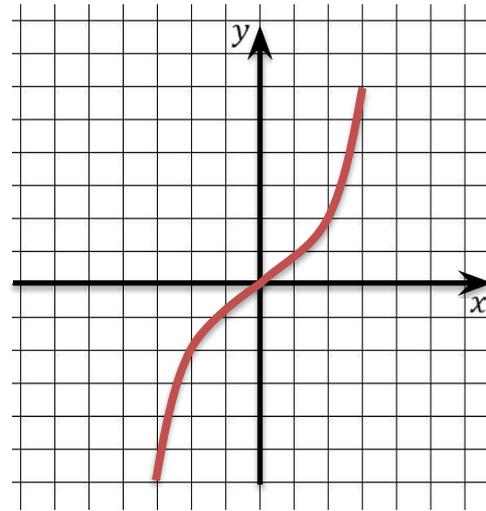
$$n = 1 \Rightarrow y = x$$



$$n = 2k \Rightarrow y = x^{2k}$$

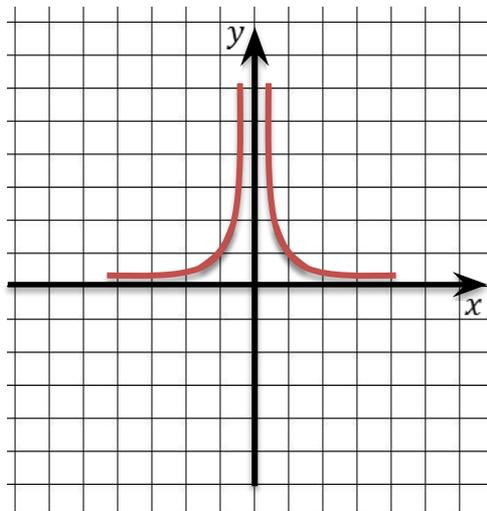


$$n = 2k + 1 \Rightarrow y = x^{2k+1}$$

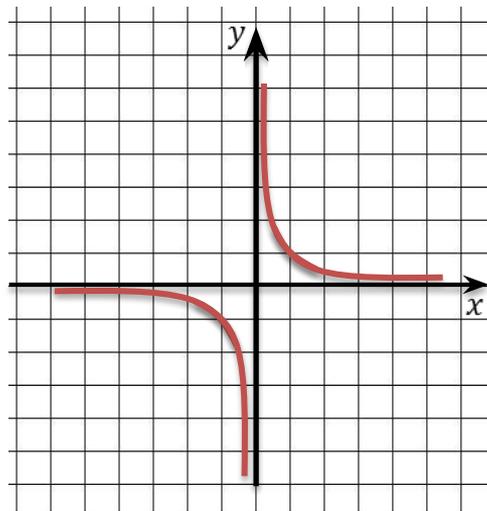


если  $r = -n$ , то  $y = \frac{1}{x^n}$

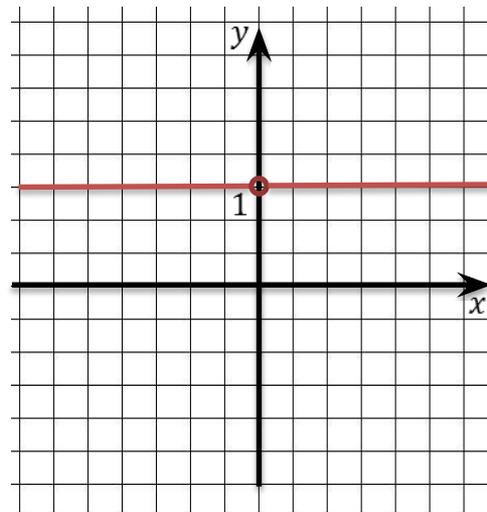
$$n = 2k \Rightarrow y = \frac{1}{x^{2k}}$$



$$n = 2k + 1 \Rightarrow y = \frac{1}{x^{2k+1}}$$



$$n = 0 \Rightarrow y = 1, x \neq 0$$



•

$$y = x^r, r = \frac{m}{n}$$



$$\frac{m}{n} > 0$$

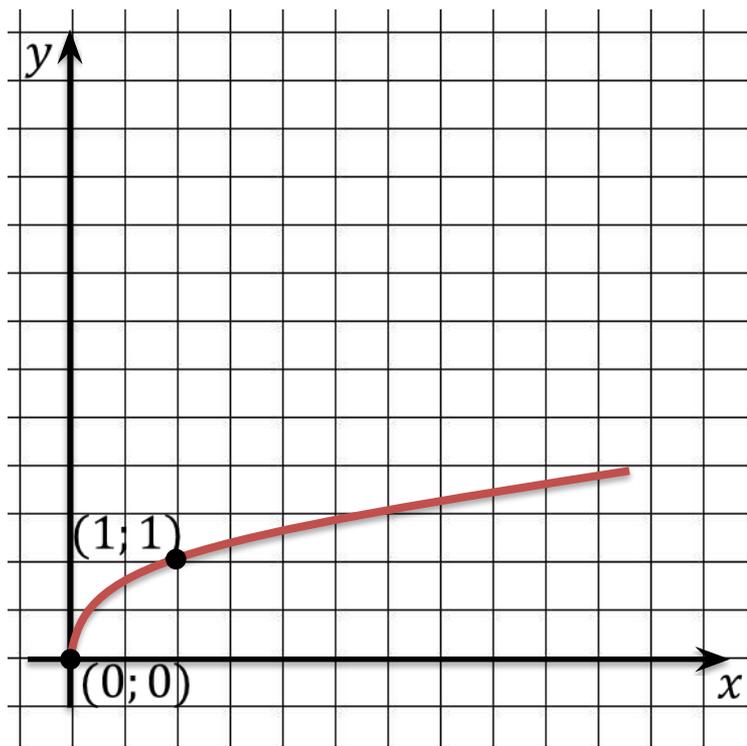
$$\frac{m}{n} < 0$$



$$0 < \frac{m}{n} < 1$$

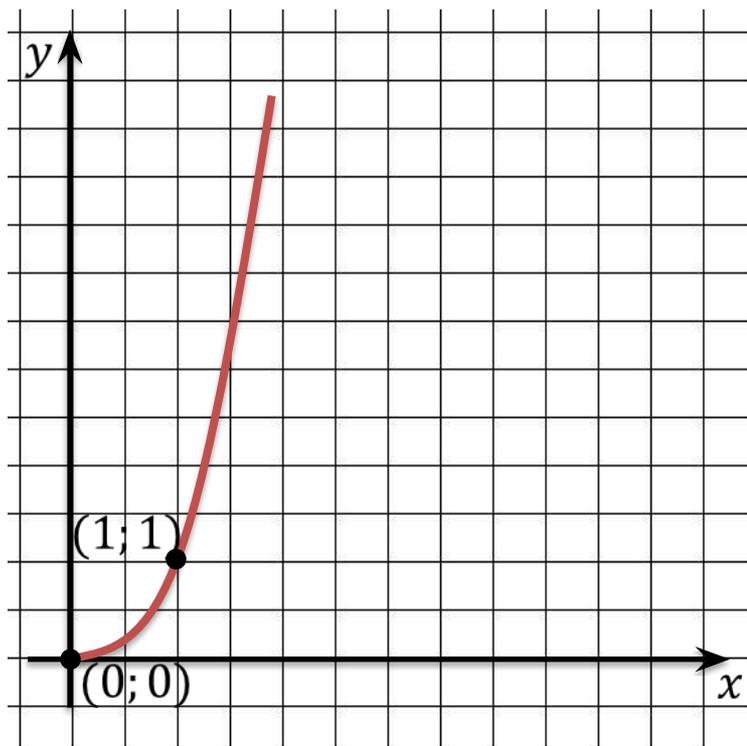
$$\frac{m}{n} > 1$$

$$y = x^r, x^{\frac{1}{n}} \equiv \sqrt[n]{x}, x \geq 0, x \in \mathbb{R}$$



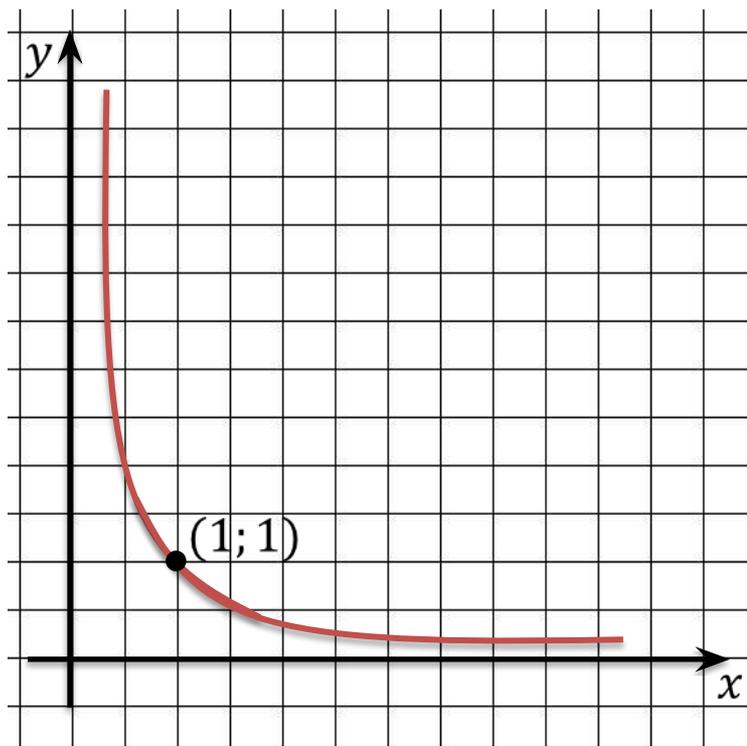
1.  $D(y) = [0; +\infty)$
2.  $E(y) = [0; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция возрастает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу
6.  $y_{\text{наим}} = 0$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вверх при  $x \in D(y)$

$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, \frac{m}{n} > 1$$



1.  $D(y) = [0; +\infty)$
2.  $E(y) = [0; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция возрастает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу
6.  $y_{\text{наим}} = 0$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вниз при  $x \in D(y)$

$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, \frac{m}{n} < 0$$



1.  $D(y) = (0; +\infty)$
2.  $E(y) = (0; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция убывает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу
6.  $y_{\text{наим}}$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существуют
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вниз при  $x \in D(y)$

$$(x^n)' = nx^{n-1}$$

$$\begin{aligned}(x^{-n})' &= \left(\frac{1}{x^n}\right)' = \frac{(1)' \cdot x^n - 1 \cdot nx^{n-1}}{(x^n)^2} = \frac{0 \cdot x^n - nx^{n-1}}{x^{2n}} = \\ &= -nx^{n-1-2n} = -nx^{-n-1}\end{aligned}$$

$$(x^m)' = mx^{m-1}, m \in \mathbb{Z}, x \neq 0$$

$$(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}} \Leftrightarrow \left(x^{\frac{1}{2}}\right)' = \frac{1}{2}x^{-\frac{1}{2}}$$

**Теорема:** Если  $x > 0$  и  $r$  – любое рациональное число, то производная степенной функции  $y = x^r$  вычисляется по формуле

$$(x^r)' = rx^{r-1}.$$

$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, 0 < \frac{m}{n} < 1$$

1.  $D(y) = [0; +\infty)$

2.  $E(y) = [0; +\infty)$

3. функция не является ни четной, ни нечетной

4. функция возрастает при  $x \in D(y)$

5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу

6.  $y_{\text{наим}} = 0$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует

7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$

8. график функции выпуклый вверх при  $x \in D(y)$

9. функция дифференцируема при  $x \in D(y)$

$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, \frac{m}{n} > 1$$

1.  $D(y) = [0; +\infty)$

2.  $E(y) = [0; +\infty)$

3. функция не является ни четной, ни нечетной

4. функция возрастает при  $x \in D(y)$

5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу

6.  $y_{\text{наим}} = 0$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует

7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$

8. график функции выпуклый вниз при  $x \in D(y)$

9. функция дифференцируема при  $x \in D(y)$

$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, \frac{m}{n} < 0$$

1.  $D(y) = (0; +\infty)$

2.  $E(y) = (0; +\infty)$

3. функция не является ни четной, ни нечетной

4. функция убывает при  $x \in D(y)$

5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу

6.  $y_{\text{наим}}$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существуют

7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$

8. график функции выпуклый вниз при  $x \in D(y)$

9. функция дифференцируема при  $x \in D(y)$

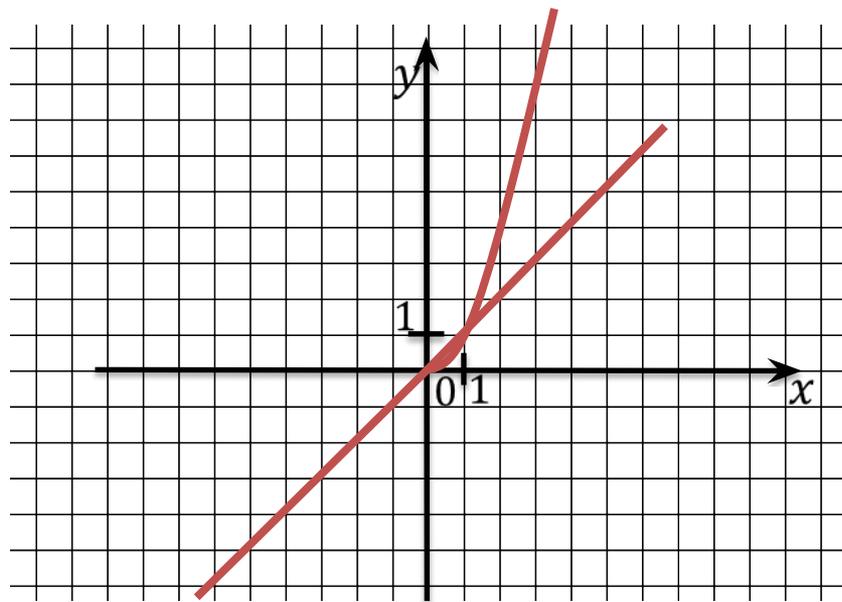
# Пример:

Построить и прочесть график функции

$$y = \begin{cases} x, & \text{если } x < 0 \\ x^{\frac{5}{3}}, & \text{если } x \geq 0 \end{cases}$$

Решение:

1.  $D(y) = (-\infty; +\infty)$
2.  $E(y) = (-\infty; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция возрастает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена ни сверху, ни снизу
6.  $y_{\text{наим}}$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вниз при  $x \in (0; +\infty)$
9. функция дифференцируема при  $x \in (0; +\infty)$



# Пример:

$$(x^r)' = rx^{r-1}$$

Найти производные функций а)  $y = x^8$ ; б)  $y = x^{-4}$ ; в)  $y = x^{\frac{3}{5}}$ ; г)  $y = x^{\frac{7}{2}}$ ;

д)  $y = x^{-\frac{3}{4}}$ .

Решение:

а)  $y' = ( )' = 8x^7$

б)  $y' = ( )' = -4(x)^{-4-1} = -4(x)^{-5}$

в)  $y' = ( )' = \frac{3}{5}(x)^{\frac{3}{5}-1} = \frac{3}{5}(x)^{-\frac{2}{5}}$

г)  $y' = ( )' = \frac{7}{2}(x)^{\frac{7}{2}-1} = \frac{7}{2}(x)^{\frac{5}{2}}$

д)  $y' = ( )' = -\frac{3}{4}(x)^{-\frac{3}{4}-1} = -\frac{3}{4}(x)^{-\frac{7}{4}}$

# Пример: $y = f(a) + f'(a) \cdot (x - a)$

Написать уравнение касательной к графику функции  $y = \sqrt[3]{3x - 1}$  в точке  $x = 3$ .

Решение:

$$f(x) = \sqrt[3]{3x - 1}$$

$$f(3) = \sqrt[3]{3 \cdot 3 - 1} = \sqrt[3]{8} = 2$$

$$f'(x) = (\sqrt[3]{3x - 1})' = \left( (3x - 1)^{\frac{1}{3}} \right)' = \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot (3x - 1)^{\frac{1}{3} - 1} = (3x - 1)^{-\frac{2}{3}}$$

$$f'(3) = (3 \cdot 3 - 1)^{-\frac{2}{3}} = \frac{1}{8^{\frac{2}{3}}} = \frac{1}{(\sqrt[3]{8})^2} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$y = 2 + 0,25(x - 3) = 2 + 0,25x - 0,75 = 0,25x + 1,25$$

# Пример:

Исследовать функцию  $y = \frac{3}{2}x^{\frac{2}{3}} - x$  на монотонность и экстремумы.

Решение:

$$D(y) = [0; +\infty)$$

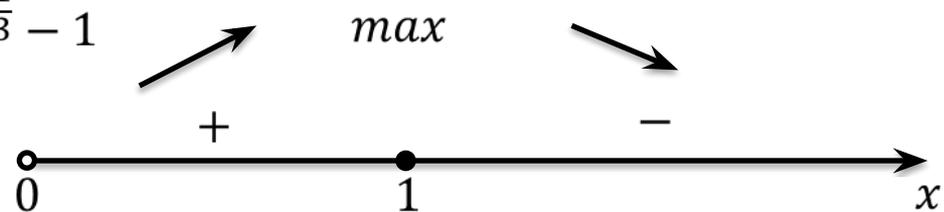
$$y' = \left(\frac{3}{2}x^{\frac{2}{3}} - x\right)' = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3}x^{\frac{2}{3}-1} - 1 = x^{-\frac{1}{3}} - 1$$

$y'$  – не существует при  $x = 0$

$$y' = 0 \Leftrightarrow x = 1$$

Функция возрастает при  $x \in (0; 1)$

Функция убывает при  $x \in (1; +\infty)$



$x = 1$  – точка максимума

$$y_{max} = y(1) = \frac{1}{2}$$

# Пример:

Найти наибольшее и наименьшее значения функции  $y = \frac{2}{3}x\sqrt{x} - 2x$  на  $[1; 9]$ .

Решение:

$$D(y) = [0; +\infty)$$

$$y' = \left(\frac{2}{3}x\sqrt{x} - 2x\right)' = \frac{2}{3}(\sqrt{x^3})' - 2 = \frac{2}{3}(x^{\frac{3}{2}})' - 2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2}x^{\frac{3}{2}-1} - 2 = x^{\frac{1}{2}} - 2$$

$$y' = 0 \Leftrightarrow x = 4 \in [1; 9]$$

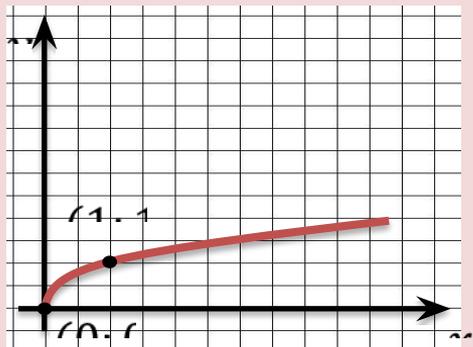
$$y(1) = \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot \sqrt{1} - 2 \cdot 1 = \frac{2}{3} - 2 = -\frac{4}{3}$$

$$y(4) = \frac{2}{3} \cdot 4 \cdot \sqrt{4} - 2 \cdot 4 = \frac{16}{3} - 8 = -\frac{8}{3} = -2\frac{2}{3} = y_{\text{наим}}$$

$$y(9) = \frac{2}{3} \cdot 9 \cdot \sqrt{9} - 2 \cdot 9 = 18 - 18 = 0 = y_{\text{наиб}}$$

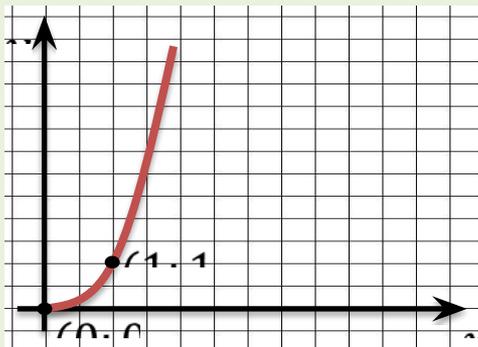
$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, 0 < \frac{m}{n} < 1$$

1.  $D(y) = [0; +\infty)$
2.  $E(y) = [0; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция возрастает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу
6.  $y_{\text{наим}} = 0$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вверх при  $x \in D(y)$
9. функция дифференцируема при  $x \in D(y)$



$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, \frac{m}{n} > 1$$

1.  $D(y) = [0; +\infty)$
2.  $E(y) = [0; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция возрастает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу
6.  $y_{\text{наим}} = 0$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существует
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вниз при  $x \in D(y)$
9. функция дифференцируема при  $x \in D(y)$



$$y = x^r, r = \frac{m}{n}, \frac{m}{n} < 0$$

1.  $D(y) = (0; +\infty)$
2.  $E(y) = (0; +\infty)$
3. функция не является ни четной, ни нечетной
4. функция убывает при  $x \in D(y)$
5. функция не ограничена сверху, но ограничена снизу
6.  $y_{\text{наим}}$ ,  $y_{\text{наиб}}$  – не существуют
7. функция непрерывна при  $x \in D(y)$
8. график функции выпуклый вниз при  $x \in D(y)$
9. функция дифференцируема при  $x \in D(y)$

