

Первая половина лекции не была записана

**Определение.**  $f$  —  $n$ -гладкая, если  $\forall i = 1 \dots n \exists i$ -ная непрерывная производная.

Класс функций  $C^n([a, b])$  — множество функций,  $n$ -гладких на  $[a, b]$

Некоторые разложения по Тейлору:

$$\begin{aligned}
 e^x &= 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + o(x^n) \\
 \sin x &= x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + o(x^{2n+1}) \\
 \cos x &= 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + o(x^{2n}) \\
 \ln(1+x) &= x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots + (-1)^{n+1} \frac{x^n}{n} + o(x^n) \\
 (1+x)^\alpha &= 1 + \alpha x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2!} x^2 + \frac{\alpha(\alpha-1)(\alpha-2)}{3!} x^3 + \dots + \binom{\alpha}{n} x^n + o(x^n)
 \end{aligned}$$

**Лемма 1.**  $e^2$  — ирр.

*Доказательство.* Предположим обратное:  $e^2$  — рационально. Тогда  $e^2$  представимо следующим образом:

$$e^2 = \frac{2k}{n}$$

$$ne = 2ke^{-1}$$

$$n(2k-1)!e = (2k)!e^{-1}$$

$$n(2k-1)!e = n(2k-1)! \left( 1 + 1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{(2k-1)!} + \frac{e^c}{(2k)!} \right) = \text{целое число} + \frac{ne^c}{2k}$$

$$\frac{ne^c}{2k} \leq \frac{ne}{2k} = e \cdot e^{-2} = e^{-1} \leq \frac{1}{2}$$

$$(2k)!e^{-1} = (2k)! \left( 1 - 1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{(2k)!} - \frac{e^d}{(2k+1)!} \right) = \text{целое число} - \frac{e^d}{2k+1}$$

Заметим, что  $d \in [-1, 0]$

$$\frac{e^d}{2k+1} \leq \frac{e^d}{3} \leq \frac{e^0}{3} \leq \frac{1}{3}$$

Дробная часть левой части  $\leq \frac{1}{2}$ , дробная часть правой  $\geq \frac{2}{3}$  — противоречие.  $\square$

**Лемма 2. Метод Ньютона**

$f : \langle a, b \rangle \rightarrow \mathbb{R}$  — дважды дифф.

$$m := \inf_{\langle a, b \rangle} |f'| > 0$$

$$M := \sup |f''|$$

$$\xi \in (a, b) : f(\xi) = 0$$

$$x_1 \in (a, b) : |x_1 - \xi| \frac{M}{2m} < 1$$

Рассмотрим последовательность  $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$

Тогда  $\exists \lim x_n = \xi$  и при этом !. Кроме того, оно очень быстро сходится.

$$|x_n - \xi| \leq \left( \frac{M}{2m} |x_1 - \xi| \right)^{2^n}$$

$$x_{n+1} - \xi = x_n - \xi - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} = \frac{(x_n - \xi)f'(x_n) - f(x_n)}{f'(x_n)}$$

$$|x_{n+1} - \xi| = \frac{|f(x_n) + f'(x_n)(\xi - x_n)|}{|f'(x_n)|} = \frac{\frac{1}{2}|f''(c)||\xi - x_n|^2}{|f'(x_n)|} \leq \frac{2M}{m} |\xi - x_n|^2$$

**Теорема 1.** О разложении рациональной дроби на простейшие.

$P(x), Q(x)$  — многочлен  $\deg P < \deg Q = n$

$$Q(x) = (x - a_1)^{k_1} \dots (x - a_m)^{k_m} \quad (k_1 + \dots + k_m = n; a_i \neq a_j)$$

Тогда  $\exists$

$$\begin{aligned} \frac{P(x)}{Q(x)} = & \left( \frac{A_1}{(x - a_1)} + \frac{A_2}{(x - a_1)^2} + \dots + \frac{A_{k_1}}{(x - a_1)^{k_1}} \right) + \left( \frac{B_1}{(x - a_2)} + \frac{B_2}{(x - a_2)^2} + \dots + \frac{B_{k_2}}{(x - a_2)^{k_2}} \right) + \\ & + \dots + \left( \frac{C_1}{(x - a_m)} + \frac{C_2}{(x - a_m)^2} + \dots + \frac{C_{k_m}}{(x - a_m)^{k_m}} \right) \end{aligned}$$

*Доказательство.*

$$\begin{aligned} \frac{P(x)}{(x-a_1)^{k_1} \dots (x-a_m)^{k_m}} &= \frac{1}{(x-a_1)^{k_1}} \frac{P(x)}{(x-a_2)^{k_2} \dots (x-a_m)^{k_m}} = \\ &= \frac{1}{(x-a_1)^{k_1}} (A_{k_1} + A_{k_1+1}(x-a_1) + A_{k_1-2}(x-a_1)^2 + \dots + A_1(x-a_1)^{k_1} + o((x-a_1)^{k_1})) \\ \frac{P}{Q} - \left( \frac{A_1}{x-a_1} + \dots + \frac{A_{k_1}}{(x-a_1)^{k_1}} \right) &= \frac{o((x-a_1)^{k_1})}{(x-a_1)^{k_1}} \end{aligned}$$

$\frac{P}{Q} - (\text{Пр. часть}) = \text{знам. сократится} \Rightarrow \text{многочлен} \equiv 0$

□