

Тема 15. Негармонические волны

- 15.1. Негармонические волны в вакууме

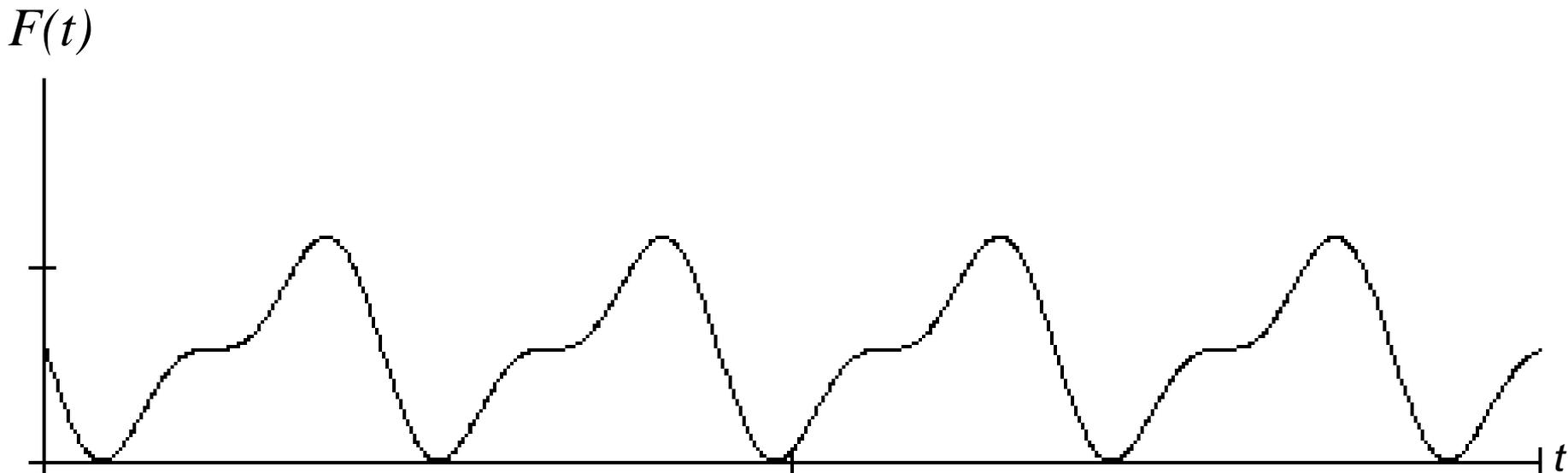


1-й способ описания негармонических волн

- -негармоническую волну всегда можно представить как суперпозицию гармонических волн с помощью ряда или интеграла Фурье
- (Всегда можно, но не всегда полезно)

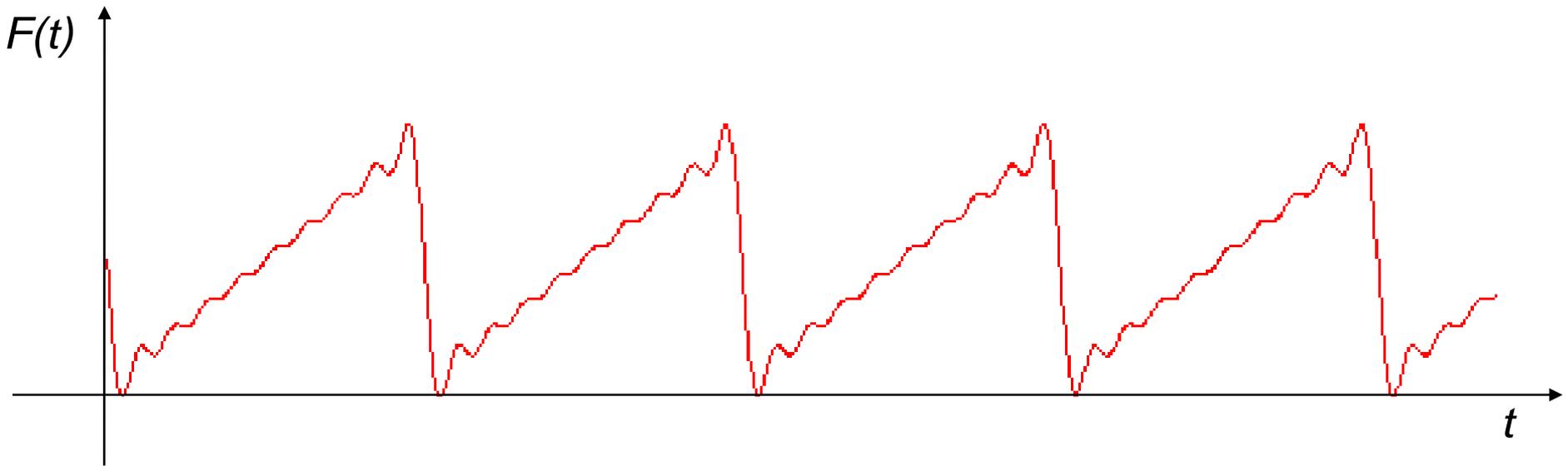
*Представление пилообразной функции в виде
суммы двух синусоидальных*

$$F(t) = \frac{1}{2} - \frac{1}{1 \cdot \pi} \cdot \sin \left(\frac{\pi}{2} \cdot \omega_1 \cdot t \right) + \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sin \left(\frac{3\pi}{2} \cdot \omega_1 \cdot t \right)$$



*Представление пилообразной функции в виде
суммы девяти синусоидальных*

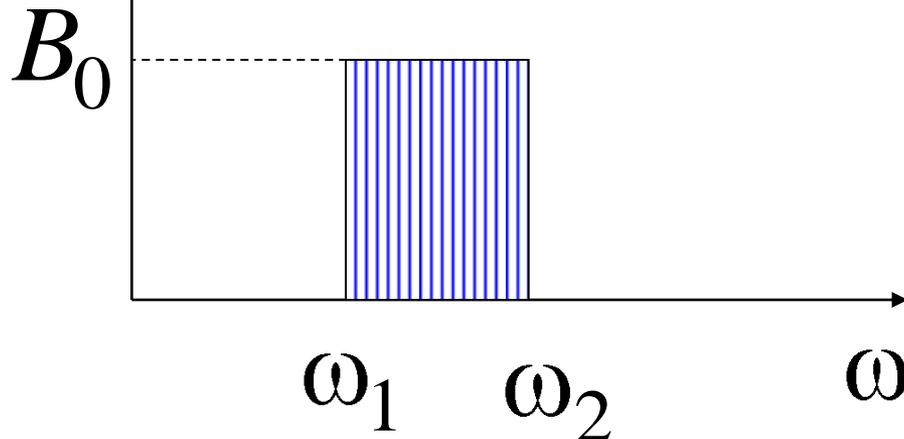
$$F(t) = \frac{1}{2} - \sum_{m=1}^9 \frac{1}{m \cdot \pi} \cdot \sin(n\omega_1 \cdot t)$$



2-й способ описания негармонических волн

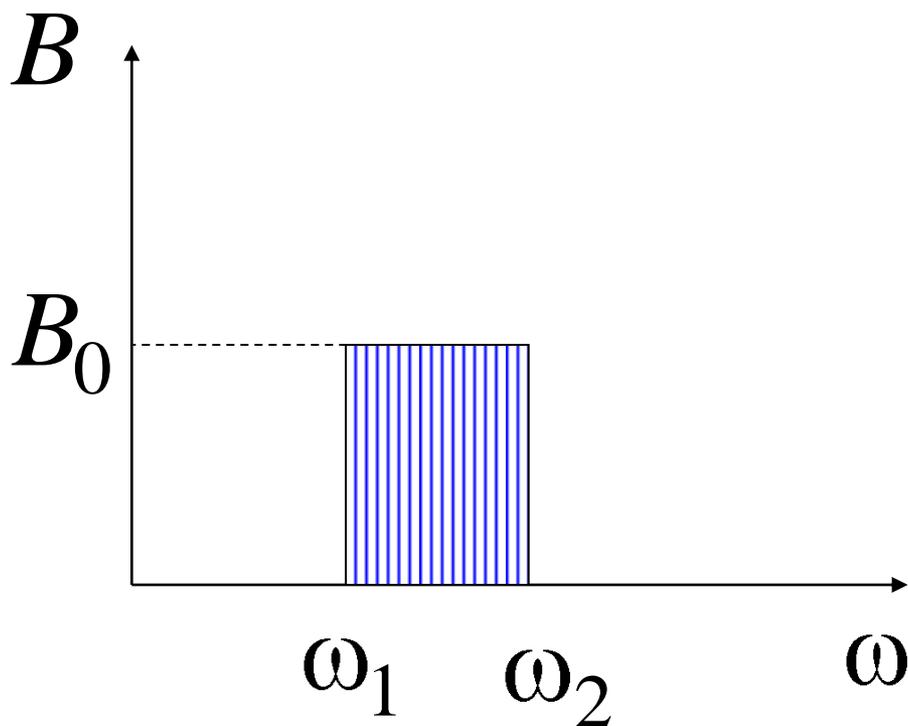
Рассмотрим $E(t) = \int_0^{\infty} B(\omega) \cos \omega t d\omega$

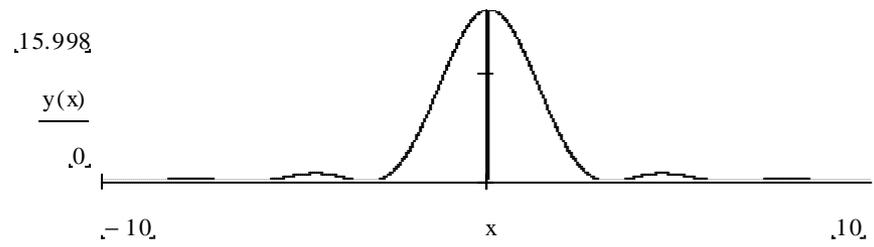
$$B(\omega) = \begin{cases} B_0, & \text{если } \omega \in \omega_1; \omega_2 \\ 0, & \text{если } \omega \notin \omega_1; \omega_2 \end{cases}$$



$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$$

2-й способ описания негармонических волн

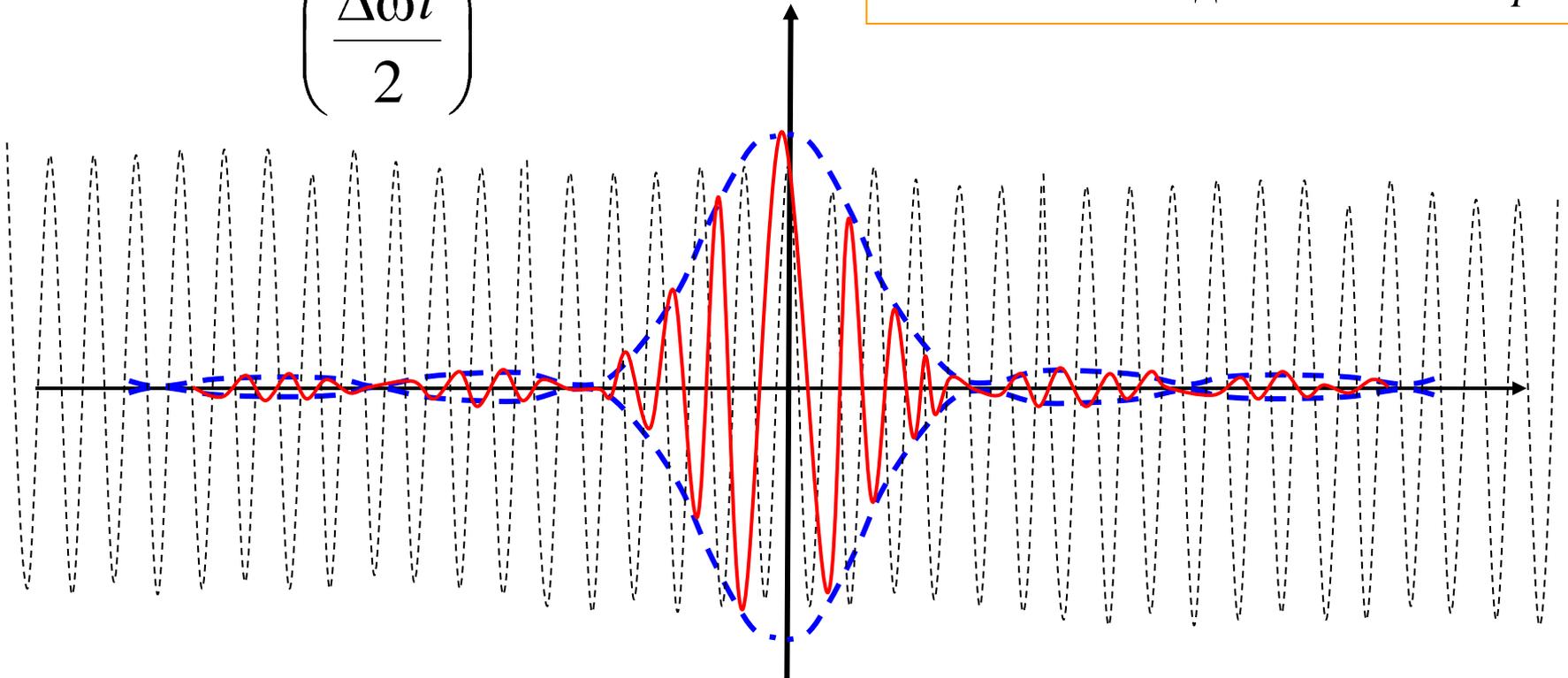




Волна с модулированной амплитудой

$$E(t) = E_0 \frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2} t}{\left(\frac{\Delta\omega t}{2}\right)} \cos \omega_{cp} t$$

$$E(t) = E_{\text{МОД}} t \cos \omega_{cp} t$$



Тема 15. Негармонические волны

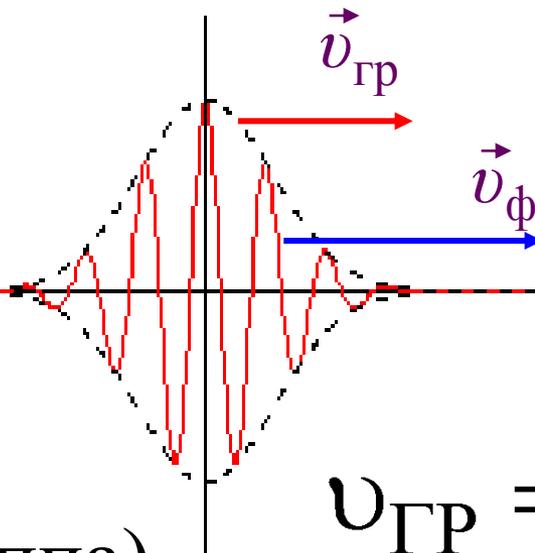
- 15.1. Негармонические волны в вакууме
- 15.2. Группы волн

Группой волн

*называется ЭМВ, которую
можно представить через
совокупность гармонических
волн в узком частотном
диапазоне $\Delta\omega \ll \omega_{\text{ср}}$*

Типичный волновой пакет, полученный суммированием бесконечно большого числа монохроматических волн, частоты которых лежат в узком интервале $\Delta\omega$

Фаза $\omega t - kx = \text{const}$ $v_{\Phi} = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k}$



Огибающая (группа)

$$v_{\text{ГР}} = \frac{dx}{dt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta k}$$

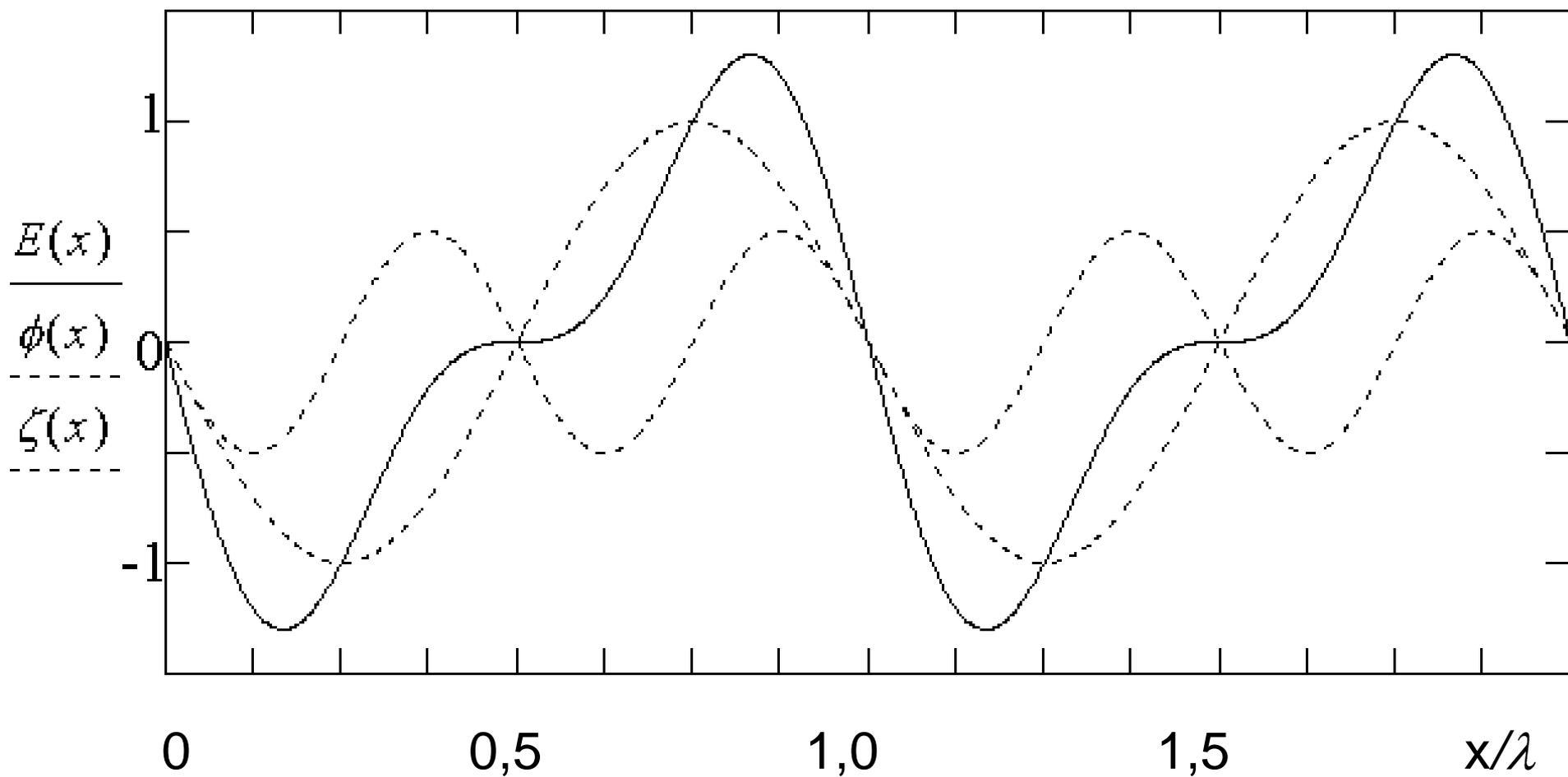
$$v_{\Gamma p} \leq c$$

Всегда!!!

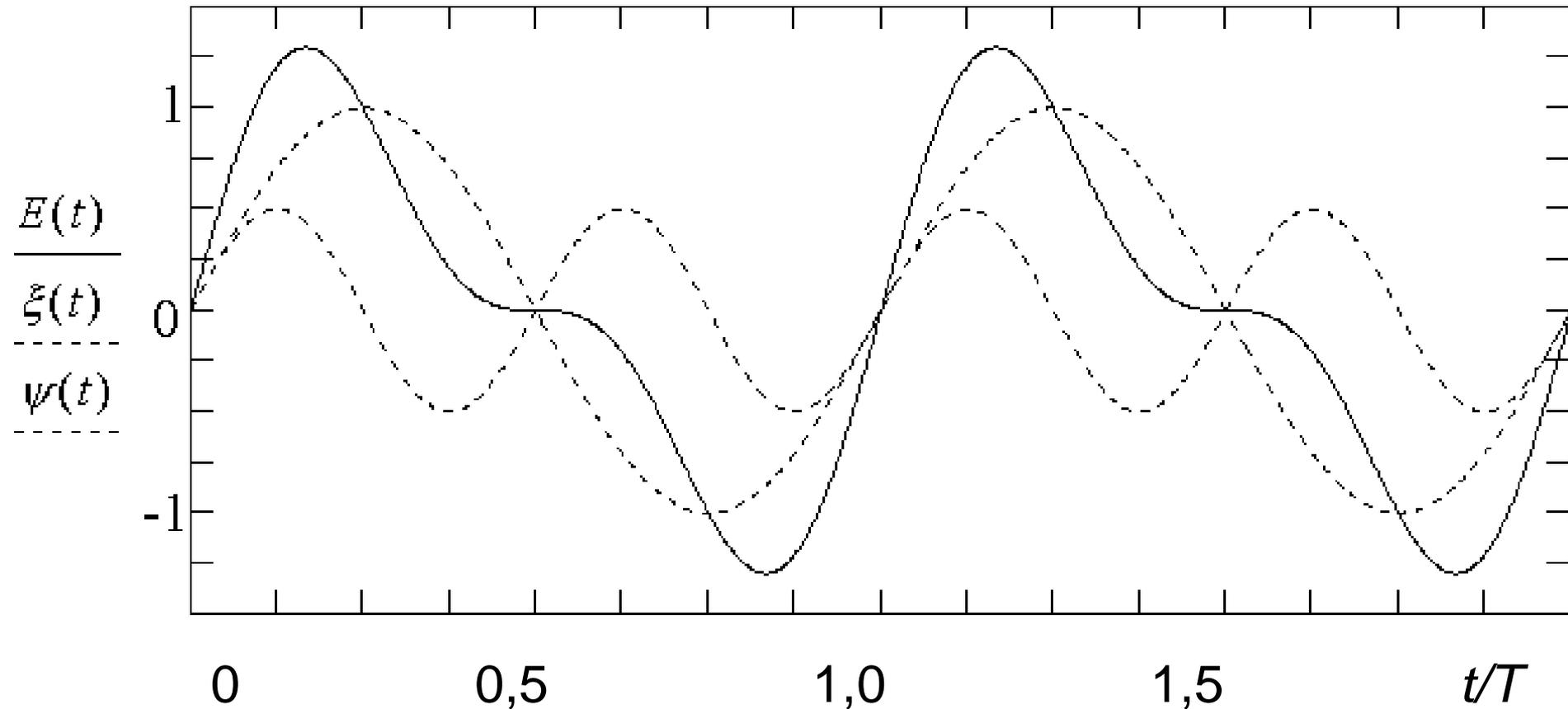
$$v_{\Phi} \begin{cases} \leq c \\ \geq c \end{cases}$$

В веществе

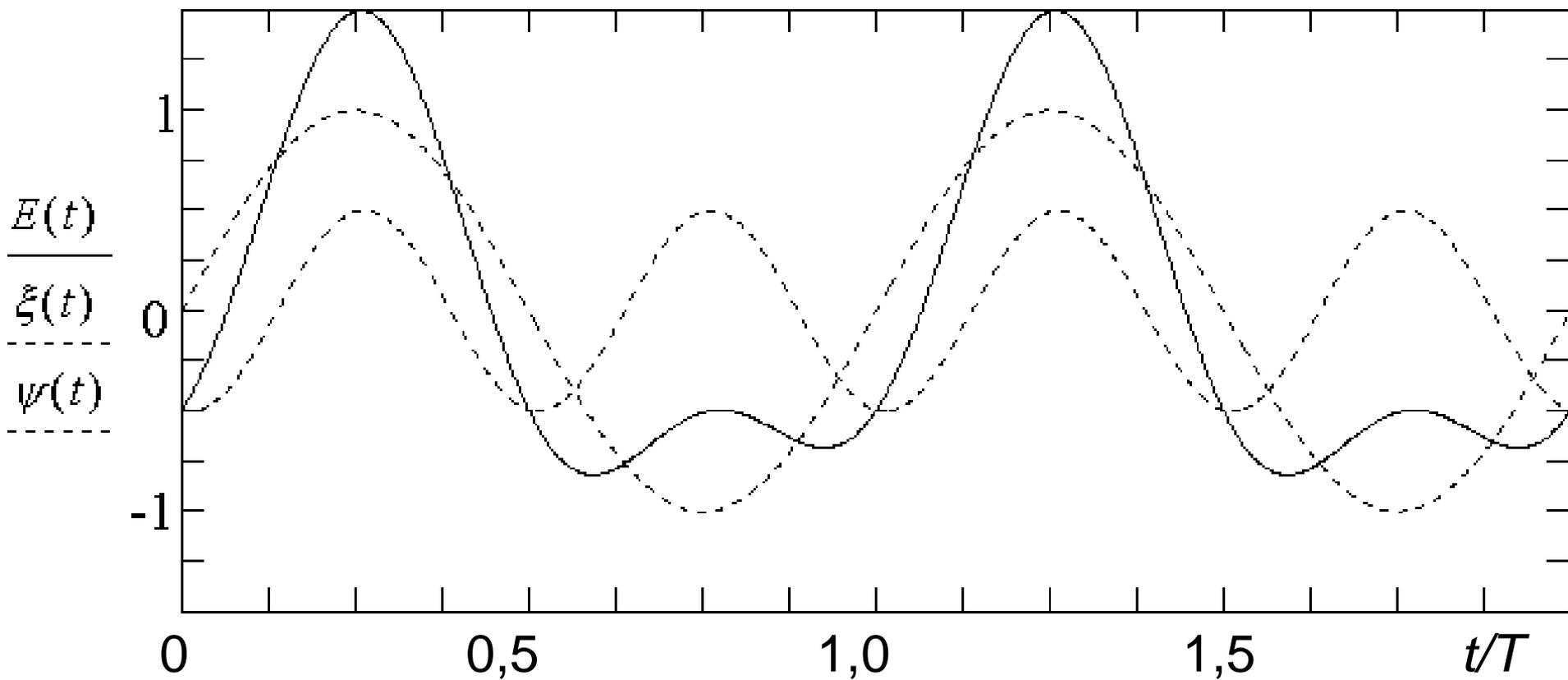
Пространственная форма волны в вакууме $E(x, t_0) = \zeta(x) + \phi(x)$



Форма излучаемого сигнала $E(t) = \xi(t) + \psi(t)$ при $x = 0$



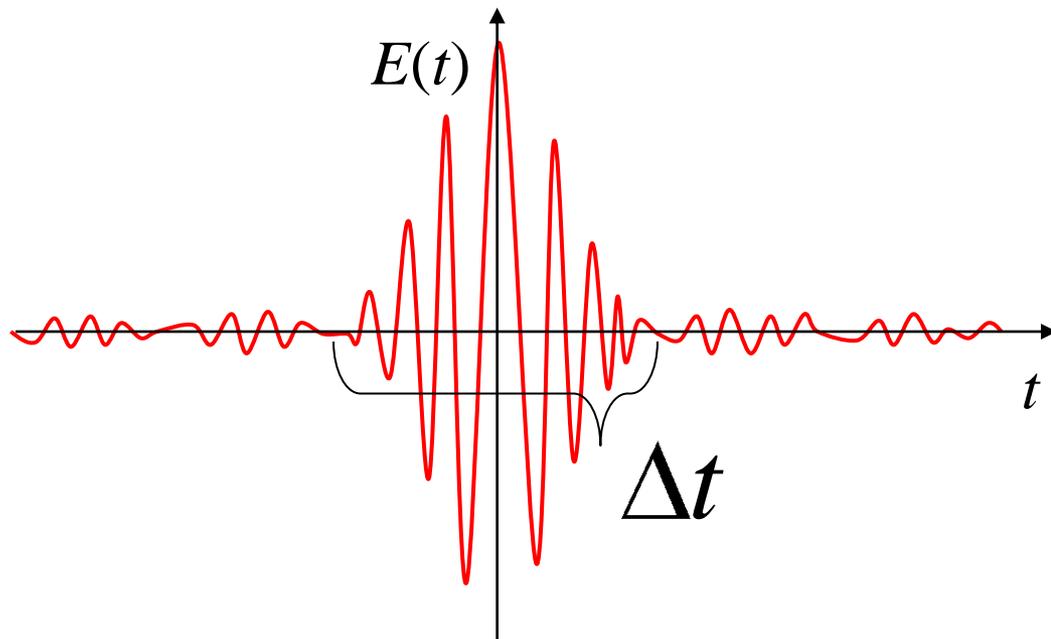
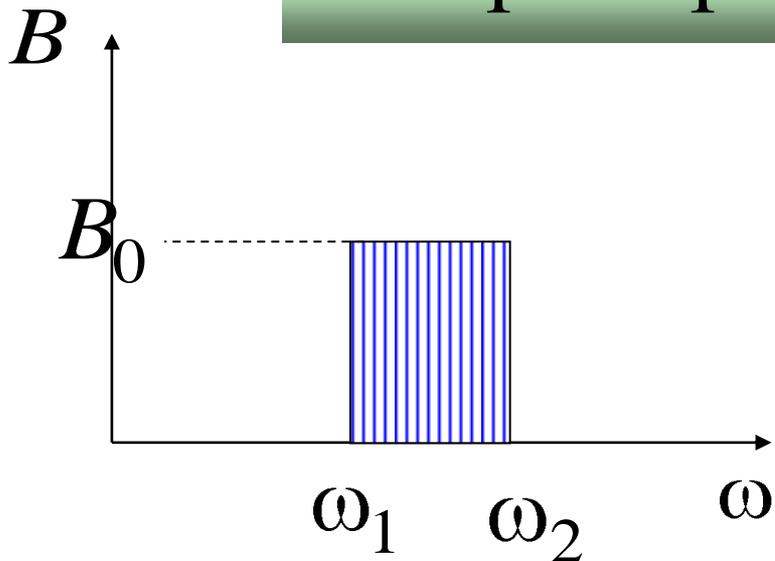
Форма регистрируемого сигнала $E(t) = \xi(t) + \psi(t)$
после прохождения слоя вещества толщиной $L = 3\lambda_{cp}$, ($x = L$)



Тема 15. Негармонические волны

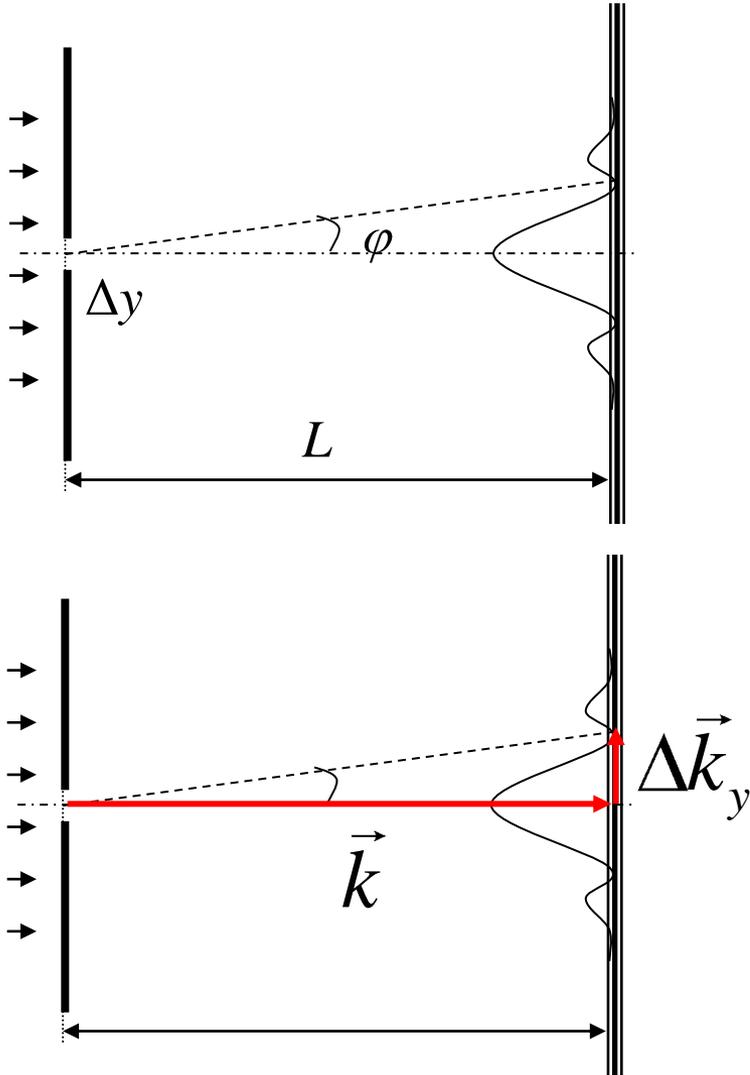
- 15.2. Группы волн
- 15.3. Соотношение неопределенностей

Пример 1. Волновой пакет



$$\Delta\omega\Delta t \approx 2\pi$$

Пример 2. Дифракция Фраунгофера на узкой щели



$$\Delta y \cdot \Delta k_y \approx 2\pi$$

Всегда!!!

Соотношения неопределенностей

$$\Delta\omega \cdot \Delta t \approx 2\pi$$

$$\Delta y \cdot \Delta k_y \approx 2\pi$$