

РОЗРАХУНОК НЕРЕКУРСИВНИХ (KIX) ФІЛЬТРІВ

- 1. Синтез НФ методом вагових функцій. Основи методу**
- 2. Параметри та типи вагових функцій**
- 3. Імпульсні характеристики ідеальних ДФ різного типу**
- 4. Методика синтезу НФ методом вагових функцій**
- 5. Синтез НФ методом частотної вибірки**

Синтез НФ методом вагових функцій

Зв'язок між імпульсною та частотними характеристиками дискретного фільтра

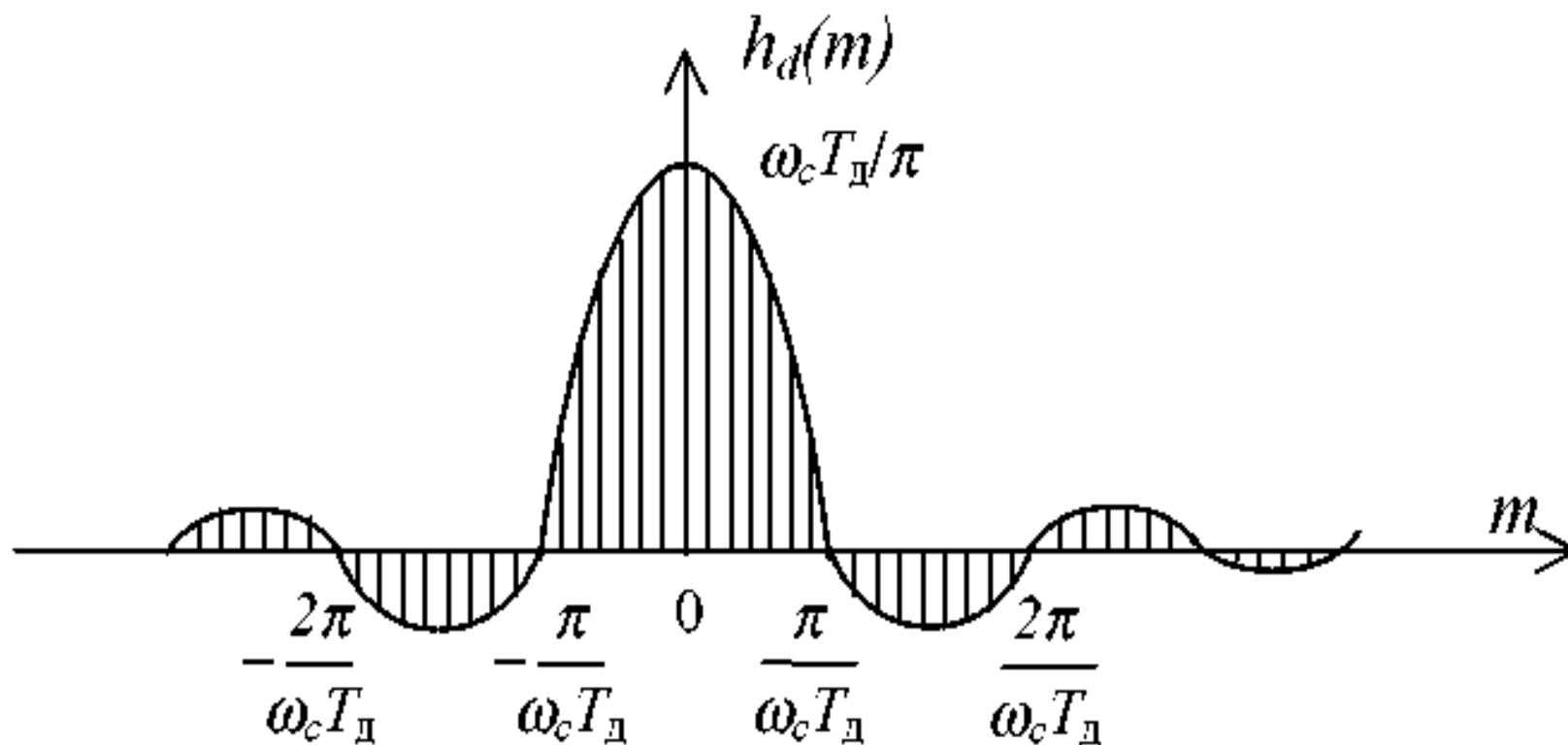
$$h_d(n) = \frac{T_D}{2\pi} \int_{-\omega_D/2}^{\omega_D/2} H_d(j\omega) e^{j\omega n T} d\omega$$

Ідеальний ФНЧ

$$H_d(j\omega) = \begin{cases} 1, & -\omega_c \leq \omega \leq \omega_c \\ 0, & \text{для інших } \omega \end{cases}$$

$$h_d(m) = \frac{T_D}{2\pi} \int_{-\omega_c}^{\omega_c} H_d(j\omega) e^{j\omega m T_D} d\omega = \frac{\omega_c T_D}{\pi} \frac{\sin \omega_c m T_D}{\omega_c T_D} = \frac{\lambda_c}{\pi} \frac{\sin \lambda_c m}{\lambda_c m}$$

Синтез НФ методом вагових функцій



Імпульсна характеристика ідеального ФНЧ

Синтез НФ методом вагових функцій

Апроксимація частотної характеристики фільтру усіченим рядом Фур'є:

$$H(j\omega) = \sum_{m=0}^{N-1} h_d[m - (N-1)/2] e^{-j\omega m T_d}$$

Модифікація імпульсної характеристики фільтру ваговим вікном:

$$h(n) = h_d \left(n - \frac{N-1}{2} \right) w(n)$$

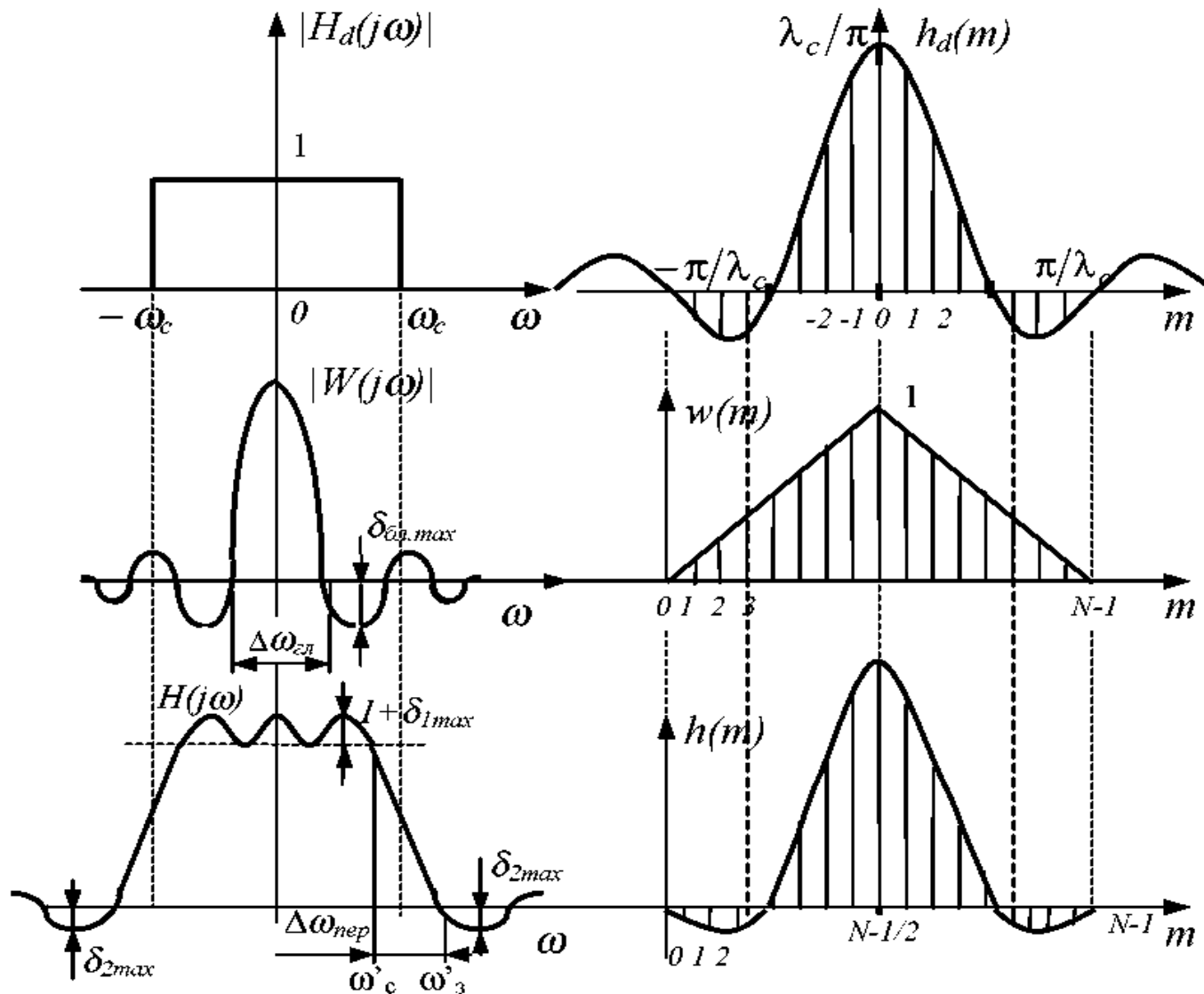
Результуюча частотна характеристика фільтру:

$$H(j\omega) = W(j\omega) * H_d(j\omega) = \frac{T_d}{2\pi} \int_{-\omega_d/2}^{\omega_d/2} W(j\theta) H_d[j(\omega - \theta)] d\theta$$

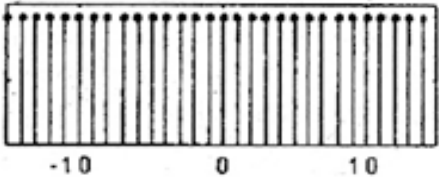
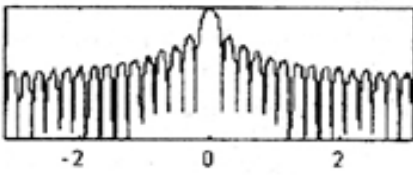
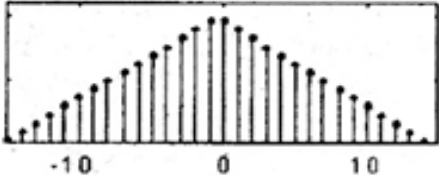
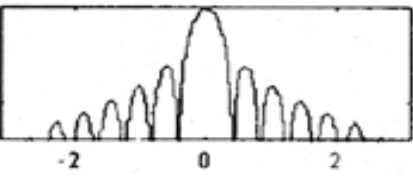
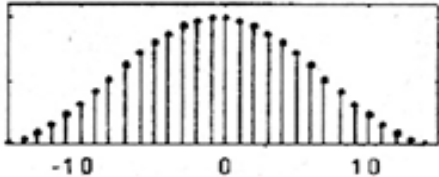
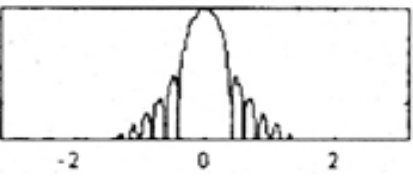
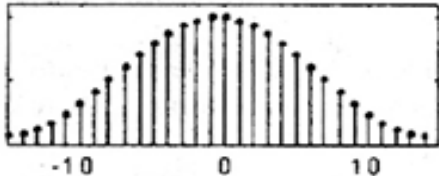
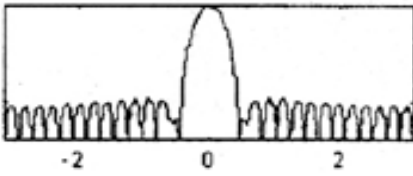
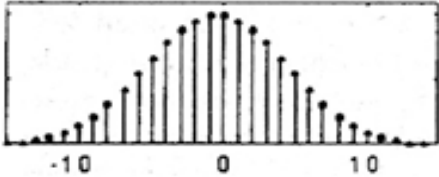
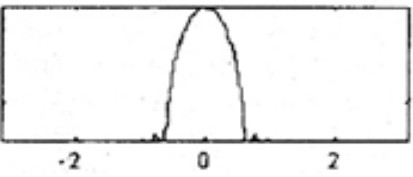
Частотна характеристика вагового вікна:

$$W(j\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} w(n) e^{-j\omega n T_d}$$

Графічна ілюстрація синтезу НФ методом вагових функцій



Типи вагових вікон

Тип вікна	Часова функція	Спектр вікна
Прямокутне $w(n) = 1$		
Трикутне $w(n) = 1 - \frac{ n }{N}$		
Ганна $w(n) = \cos^2 \frac{\pi n}{N}$		
Хемінга $w(n) = \alpha - (1 - \alpha) * \cos \frac{2\pi n}{N}$ звичайно $\alpha = 0,54$		
Блекмана $w(n) = 0,42 - 0,5 \cos \frac{2\pi n}{N} + 0,08 \cos \frac{4\pi n}{N}$		

Параметри вагових вікон

№	Тип	$\Delta\omega_{gl}$	$\delta_{bl\ max}$ дБ	$ \delta_{2\ max} $ дБ
1	Прямокутне	$2\omega_d/N$	-13,6	-21
2	Трикутне	$4\omega_d/N$	-27	-26
3	Ханна	$4\omega_d/N$	-31	-44
4	Хемінга	$4\omega_d/N$	-41	-53
5	Блекмана	$6\omega_d/N$	-57	-74

Імпульсні характеристики ідеальних ДФ різного типу

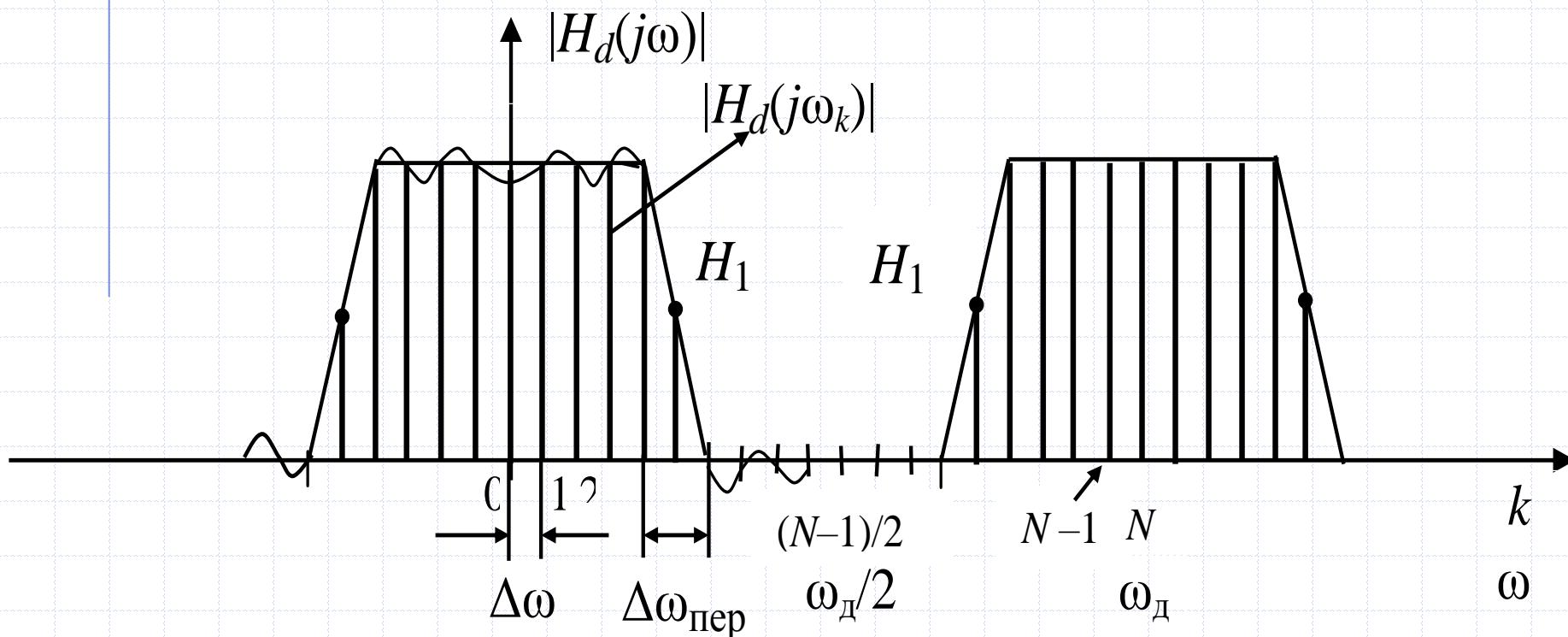
$$h_d(0) = \frac{\lambda_c}{\pi}; \quad h_d(n) = \frac{\lambda_c}{\pi} \frac{\sin \lambda_c n}{\lambda_c n};$$

$$h_d(0)_{\Phi ВЧ} = 1 - \frac{\lambda_c}{\pi}; \quad h_d(n) = \frac{\lambda_c}{\pi} \frac{\sin \lambda_c n}{\lambda_c n};$$

$$h_d(0)_{\Pi\P\Phi} = \frac{\lambda_{c2}}{\pi} - \frac{\lambda_{c1}}{\pi}; \quad h_d(n)_{\Pi\P\Phi} = \frac{\lambda_{c2}}{\pi} \frac{\sin \lambda_{c2} n}{\lambda_{c2} n} - \frac{\lambda_{c1}}{\pi} \frac{\sin \lambda_{c1} n}{\lambda_{c1} n},$$

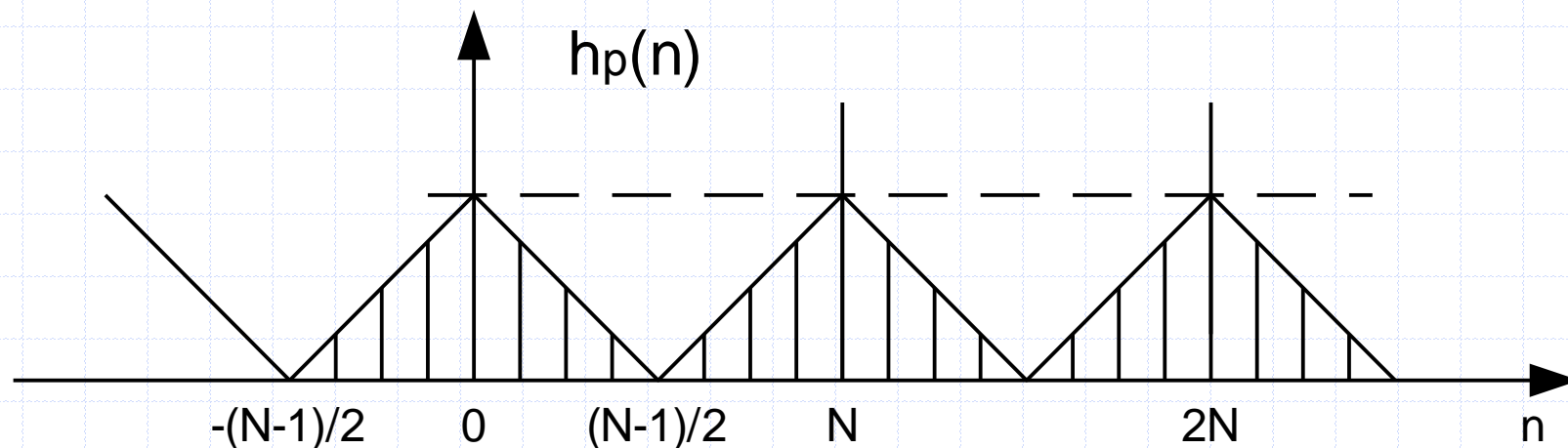
$$h_d(0)_{\Pi\text{З}\Phi} = 1 - \frac{\lambda_{c2}}{\pi} + \frac{\lambda_{c1}}{\pi}; \quad h_d(n)_{\Pi\text{З}\Phi} = \frac{\lambda_{c1}}{\pi} \frac{\sin \lambda_{c1} n}{\lambda_{c1} n} - \frac{\lambda_{c2}}{\pi} \frac{\sin \lambda_{c2} n}{\lambda_{c2} n},$$

Синтез НФ методом частотної вибірки



Визначення ІХ НФ

$$h_p(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} H_d(jf_k) \cdot e^{j2\pi f_k n T_D} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} H_d(jf_k) \cdot e^{j2\pi f_k (n+iN) T_D}$$



$$h(n) = h_p\left(n - \frac{N-1}{2}\right) - \text{ІХ НФ}, \quad n = 0, 1, \dots, N-1.$$