

УДК 621.396

Чорнобородова Н.П.¹, Чорнобородов М.П.², Комінов Є.Є.³, Шведенко В.В.⁴

¹ пров. інж. ТОВ НПФ "Сведа, ЛТД"

² доц. НУ "Запорізька політехніка"

³ асп. НУ "Запорізька політехніка"

⁴ студ. НУ "Запорізька політехніка"

ОПТИМІЗАЦІЯ ВАГОВОГО ВІКНА БЛЕКМАНА-ХЕРІСА (-74 ДБ)

Спектральний аналіз методом дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) використовується за розв'язування задач виявлення й оцінювання параметрів гармонійних сигналів з періодом, не кратним тривалості інтервалу обробки, на тлі флуктуаційних й багатотонових завад.

Пошук компромісного розв'язку між точністю оцінки й швидкістю обробки для отримання задовільних результатів – звичайна практична задача. Неминучий компроміс у таких випадках полягає у тому, що послідовність відліків вхідного сигналу доводиться домножувати на вагові коефіцієнти вікна, або шляхом домножування спектральних відліків на вагові коефіцієнти вікна здійснюють спектральне згладжування, що еквівалентно.

Вибір вагової функції звичайно сильно впливає на результат спектрального аналізу, оскільки різні вікна забезпечують різні амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) фільтрів ДПФ. Основне призначення вагової

функції – зменшення небажаного ефекту міжфільтрового просочування, який, перш за все, визначається рівнем бічних пелюсток.

3- й 4-членні вікна Блекмана-Херіса задаються виразом [1]:

$$a_n = b_0 - b_1 \cdot \cos(2 \cdot \pi / N \cdot n) + b_2 \cdot \cos(2 \cdot \pi / N \cdot 2 \cdot n) - b_3 \cdot \cos(2 \cdot \pi / N \cdot 3 \cdot n), \quad (1)$$

де $n=0..N-1$ - номер відліку вхідного сигналу; N - кількість фільтрів ДПФ; b_i – коефіцієнти, які визначають АЧХ фільтра.

В [1] заявлено рівень бічних пелюсток (РБП) -74 дБ за значень $b_0=0,40217$, $b_1=0,49703$, $b_2=0,09392$, $b_3=0,00182$. Насправді ж, за цих значень досягається рівень лише -58 дБ (див. Рис. 1). Для решти 3- й 4-членних вікон Блекмана-Херіса (за інших значень коефіцієнтів b_i) заявлений рівень бічних пелюсток відповідає фактичному (відмінність рівня для малих N є звичною).

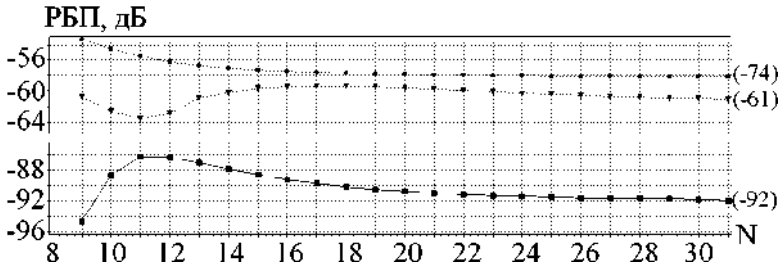


Рисунок 1 – Рівень бічних пелюсток вікон Блекмана-Херіса -61, -74 й -92 дБ

Зобразивши вагову функцію геометрично (див. Рис. 2), можна побачити її несиметричність що для парних, що для непарних кількостей фільтрів N . З метою відновлення симетричності вагової функції, запишемо (1) у вигляді:

$$a_n = b_0 - b_1 \cdot \cos(2 \cdot \pi / N \cdot [n+1/2]) + b_2 \cdot \cos(2 \cdot \pi / N \cdot 2 \cdot [n+1/2]) - b_3 \cdot \cos(2 \cdot \pi / N \cdot 3 \cdot [n+1/2]). \quad (2)$$

З метою зменшення рівня бічних пелюсток, скористаємося відомим методом підбирання підставки Δ амплітудного розподілу в розкритті антени:

$$a'_n = a_n + \Delta, \quad (3)$$

де a'_n – вікно з підставкою.

Так, за кількості фільтрів $N=12$, за $\Delta=0,006675$ було досягнуто зменшення рівня бічних пелюсток на 25 дБ (див. Рис. 3):

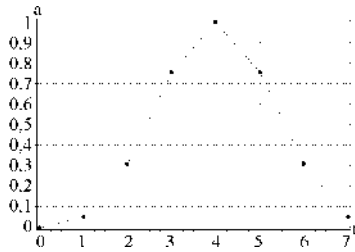


Рисунок 2 – Вікно Блекмана-Херіса -74 дБ для N=8

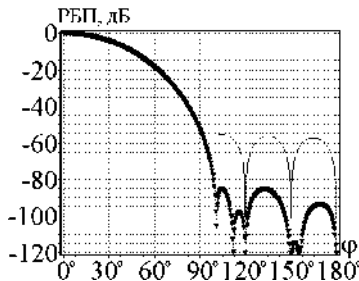


Рисунок 3 – АЧХ вікна Блекмана-Херіса (-74 дБ) до (—) й після (---▼) оптимізації

Величини оптимальних значень підставки Δ наведено у табл. 1:

Таблиця 1 – Підсумки оптимізації вікна Блекмана-Херіса -74 дБ

Кількість фільтрів N	РБП фільтра з вікном (1), дБ	Величина підставки Δ	РБП фільтра з вікном (2) з підставкою, дБ	Виграш, дБ
8	-	0,007505	-89	-
9	-62	0,00742	-79	17
10	-62	0,007085	-81	19
11	-61	0,00683	-84	23
12	-60	0,006675	-85	25
13	-60	0,006675	-79	19
14	-59	0,0065	-78	19
15	-59	0,006135	-79	20
16	-59	0,00603	-78	19
≥ 17	-58	0,005795	-75	17

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хэррис Дж. Использование окон при гармоническом анализе методом дискретного преобразования Фурье. - ТИИЭР, т.66, №1, январь 1973.-с.60-97.