

УДК 621.372.5

*Хоменко Ж. М., канд. техн. наук, старш. викладач,
Носач М. С., магістрант
Житомирський державний технологічний університет*

ВИКОРИСТАННЯ ВІКОННИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ СИГНАЛІВ НАДНИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ

Використання віконних функцій при гармонійному аналізі із застосуванням швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) пов'язане з вирішенням проблем оцінювання параметрів сигналів та їх виявлення. Оскільки гармонійні оцінки, одержані із застосуванням ШПФ, пов'язані з перетворенням кінцевого числа дискретних відліків сигналу, виявлення та оцінка параметрів чистих синусоїдальних сигналів можливі лише у тому випадку, коли їх частота кратна зворотній величині інтервалу обробки. У протилежному випадку ШПФ відтворює множину дискретних компонентів різної повільно збіжної інтенсивності. Крім того амплітуда спектральних відліків також зменшується.

Вибір вікна диктується характеристиками сигналу. Параметром, який впливає на остаточний вибір вагової функції, є так званий динамічний діапазон сигналу. У випадку, якщо сигнал несе в собі декілька складових (в нашому випадку основними складовими сигналу є компоненти дихання та серцебиття), його динамічний діапазон можна визначити як відношення амплітуди максимальної гармоніки до амплітуди мінімальної. При спектральному аналізі сигналу з відомим або заданим динамічним діапазоном, необхідно вибирати таку віконну функцію, рівень бічних пелюстків спектра якої менший за заданий динамічний діапазон. В іншому випадку деякі спектральні складові сигналу можуть бути не виявлені. При гладкій віконної функції в спектрі не спостерігається бічних пелюстків (або їх рівень істотно знижується). Необхідно відзначити, що чим більше подавлення бічних пелюстків спектра віконної функції, тим ширше виходить основний пелюсток. Дане протиріччя призвело до розробки великої кількості віконних функцій з різним подавленням бічних пелюстків і різною шириною головного пелюстка.

Нехай сигнал має вигляд:

$$s(t) = \cos(2\pi \cdot 220t) + 0,003 \cos(2\pi \cdot 240t) + 10^{-4} \cdot \cos(2\pi \cdot 230t), \quad (1)$$

Розрахуємо спектр даного сигналу при використанні прямокутного вікна, вікна Хеммінга, вікна Блекмана та вікна Блекмана-Наттана.

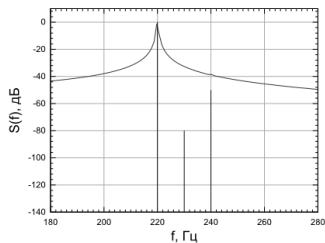


Рис. 1: Спектр сигналу при використанні прямокутного вікна

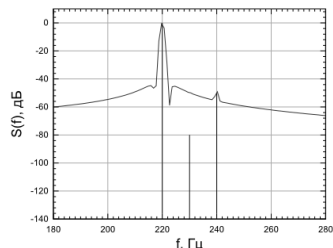


Рис. 2: Спектр сигналу при використанні вікна Хеммінга

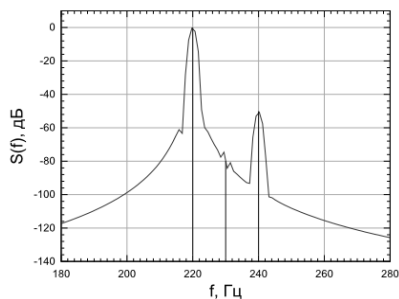


Рис. 3: Спектр сигналу при використанні вікна Блекмана

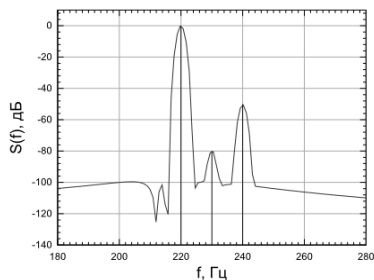


Рис. 4: Спектр сигналу при використанні вікна Блекмана - Наттала

Правильний вибір форми вікна важливий і для забезпечення точного аналізу параметрів досліджуваного сигналу при наявності флукутаційних перешкод, і для виявлення окремих тонів у сигналі, що містить множину гармонійних складових.

Висновки

Було розглянуто питання обчислення спектра сигналу при спостереженні на обмеженому часовому відрізку. Показано, що обмеження часу аналізу рівнозначне використанню прямокутної віконної функції, частотна характеристика якої має максимальні бічні пелюстки. Наведено механізм зниження рівня бічних пелюстків шляхом згладжування вікном, що у свою чергу, погіршує роздільну здатність спектрального аналізу через розширення основного пелюстка. Наведено приклад спектрального аналізу сигналів з використанням віконних функцій, а також надані практичні рекомендації щодо вибору віконних функцій.