

ВИДІЛЕННЯ СЛАБКИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІКОННИХ ФУНКЦІЙ

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.

Розмазування спектра є негативним ефектом, з яким необхідно боротися. Вочевидь, для того щоб виявити слабкий сигнал необхідно усунути бічні пелюстки в спектрі, які виникають коли сигнал обмежується прямокутним вікном. Таким чином, щоб усунути ці пелюстки, необхідно усунути їх у спектрі віконної функції, що можливо при зміні віконної функції на таку, що має більш гладку характеристику.

При гладкій віконній 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.

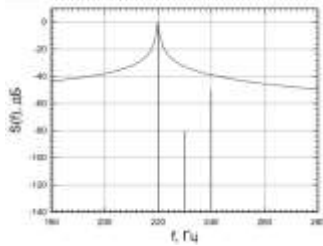


Рис. 1: Спектр сигналу при використанні прямокутного вікна

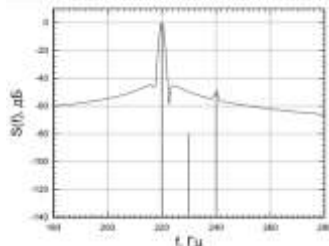


Рис. 2: Спектр сигналу при використанні вікна Хеммінга

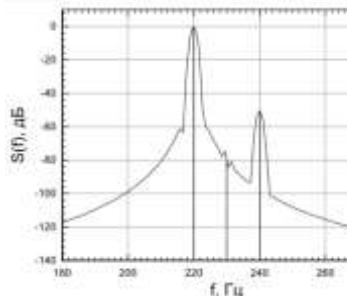


Рис. 3: Спектр сигналу при використанні вікна Блекмана

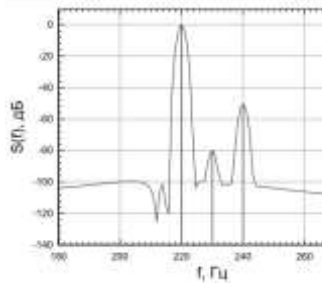


Рис. 4: Спектр сигналу при використанні вікна Блекмана - Наттала

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 використання віконних функцій, а також надані практичні рекомендації щодо вибору віконних функцій.