

Практична робота 3

Фільтрація сигналу за допомогою спектральної обробки

Мета роботи: навчитися фільтрувати сигнал за допомогою спектральної обробки, тобто використовуючи спектр сигналу.

3.1 Порядок виконання роботи

Для цієї лабораторної роботи можна використовувати функцію для імітації сигналу з попередньої роботи. За потреби кількість складових можна збільшити до 7...9. Чим складнішим буде вхідний сигнал – тим краще буде видно результат фільтрації. Користуватися краще стандартними функціями `fft` та `ifft`.

1. Згенерувати масив $x[n]$ з 32 або 64 відліків.
2. Отримати спектр $X[k]$. (Можна також одразу зробити копію цього масиву, оскільки в ході виконання подальших пунктів ви будете змінювати цей масив, але також і повертатися до нього).
3. Провести імітацію фільтра низьких частот (ФНЧ). Для цього вибрати деяку частоту f_H , і всі гармоніки з частотами $f_k > f_H$ обнулити (тобто присвоїти відповідним елементам $X[k]$ значення 0).
4. Від отриманого таким чином масиву $X[k]$ зробити обернене перетворення Фур'є та візуалізувати отриманий сигнал. Порівняти його з початковим і зробити висновки.
5. Провести імітацію фільтра високих частот (ФВЧ). Для цього вибрати деяку частоту f_L , і всі гармоніки з частотами $f_k < f_L$ обнулити (тобто присвоїти відповідним елементам $X[k]$ значення 0). (УВАГА: це треба робити з початковим масивом $X[k]$ (тим, що ви отримали в п.2, а НЕ в п.3)
6. Від отриманого таким чином масиву $X[k]$ зробити обернене перетворення Фур'є та візуалізувати отриманий сигнал. Порівняти його з початковим і зробити висновки.

7. Тепер провести імітацію смугового фільтра (СФ). Для цього вибрати деякі частоти f_L та f_H , і всі гармоніки з частотами $f_k < f_L$ та $f_k > f_H$ обнулити (тобто присвоїти відповідним елементам $X[k]$ значення 0). (УВАГА: це треба робити з початковим масивом $X[k]$ (тим, що ви отримали в п.2, а НЕ в п.3 або 5). Очевидно, що діапазон $f_L \dots f_H$ буде смугою частот пропускання вашого фільтра.

8. Зробити обернене перетворення Фур'є від отриманого масиву $X[N]$ і таким чином отримати масив $x'[N]$. Порівняти його з початковим і зробити висновки.

3.2 Результат практичної роботи

- 1) Програмний код для генерування імітації сигналу (функції).
- 2) Масив $x[N]$.
- 3) Функція, що імітує роботу ФНЧ.
- 4) Візуалізація вхідного сигналу, його повного спектра, відфільтрованого спектра (тобто з порізнаними гармоніками з частотами нижчими, ніж f_H) та відновленого (відфільтрованого) сигналу. Порівняння початкового та відфільтрованого сигналів.
- 5) Функція, що імітує роботу ФВЧ.
- 6) Візуалізація вхідного сигналу, його повного спектра, відфільтрованого спектра (тобто з порізнаними гармоніками з частотами вищими, ніж f_L) та відновленого (відфільтрованого) сигналу. Порівняння початкового та відфільтрованого сигналів.
- 7) Функція, що імітує роботу СФ.
- 8) Візуалізація вхідного сигналу, його повного спектра, відфільтрованого спектра (тобто з порізнаними гармоніками з частотами нижчими f_L , та вищими, ніж f_H) та відновленого (відфільтрованого) сигналу. Порівняння початкового та відфільтрованого сигналів.
- 9) Висновки. Чи можуть такі цифрові фільтри бути кращими або гіршими, ніж аналогові? За якими критеріями вони кращі, за якими – гірші?

3.3 Контрольні запитання

1) Що таке операція частотної фільтрації сигналу і для чого вона буває потрібна?

2) В чому такі цифрові фільтри можуть бути кращими за аналогові? Чи можуть вони бути гіршими за аналогові? Чому?

3) Чи можуть подібні цифрові фільтри повністю замінити аналогові в усіх випадках? Чи потрібно виконання якихось особливих умов для застосування цифрового фільтра?

4) Чи можна робити обернене перетворення Фур'є, не враховуючи обрізаних (обнулених, відфільтрованих) гармонік? Чому?

5) Як можна подібним способом реалізувати загороджувальний (режекторний) фільтр? Яке для нього повинно виконуватися співвідношення між частотами f_L та f_H ?

6) Який фільтр – цифровий чи аналоговий – буде мати більшу швидкодію? Чому?

7) Яке повинно бути співвідношення між частотою дискретизації f_s та частотою f_H ? Чому?