

# МЕТОДИ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ

**Мельник О.О., магістрант, Приступа Д.Л., асистент**

*НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу*

**Вступ.** Функціонування більшості промислових об'єктів нерозривно пов'язано з вимірюванням та обробкою аналогових сигналів з виходу датчиків технологічних параметрів. Вихідним сигналом сучасних датчиків є нормований аналоговий сигнал за напругою чи струмом. Відомо, що аналогові сигнали в значній мірі піддаються впливу зовнішніх електромагнітних наводок, які призводять до спотворення форми корисного виміряного сигналу. Оскільки в наш час спостерігається тенденція до поступового витіснення аналогових систем цифровими на базі мікропроцесорних пристроїв стає актуальним питання цифрової обробки вихідних сигналів давачів.

**Мета роботи.** Аналіз ефективності простих з точки зору практичної реалізації на базі мікропроцесорних пристроїв алгоритмів цифрової фільтрації.

**Матеріали і результати досліджень.** Серед основних складових спотвореного сигналу виділяють: корисний сигнал, високочастотні гармонічні перешкоди, імпульсні завади (локальні викиди).

Виділення корисного сигналу з виміряного реалізується шляхом використання різноманітних методик фільтрації. В межах цієї статі приведено аналіз ефективності використання наступних фільтрів: аперіодичного фільтра першого порядку [1] та фільтрів на основі ковзного усереднення [2] та ковзної медіани [3].

Дослідження ефективності алгоритмів цифрової фільтрації виконано методом математичного моделювання в програмному середовищі MATLAB. Процес фільтрації імітовано за допомогою вбудованих функцій програмного пакету, при цьому аперіодичний фільтр реалізовано на основі команди `lsim()`, фільтр ковзного усереднення – `smooth()`, фільтр ковзної медіани – `medfilt1()`. В якості корисного сигналу був використаний періодичний сигнал з амплітудою  $A = 3.3$  В та частотою  $f = 50$  Гц до якого було додано комбінацію високочастотних складових у вигляді послідовності локальних викидів амплітудою  $A_{imp} = 6A$ , високочастотної перешкоди амплітудою  $A_{noise} = 1/3A$ , частотою  $f_{noise} = 1000$  Гц та білого шуму. Стала часу аперіодичного фільтра встановлена рівною 1 мс, величина вікна фільтрації для ковзних алгоритмів рівна 5. Результати математичного моделювання представлені на рис. 1.

Аналізуючи результати спектрального аналізу спотвореного та відфільтрованих сигналів встановлюємо суттєве зменшення рівня завад у вихідних сигналах фільтрів. Використання аперіодичного фільтра супроводжується найбільш якісними фільтруючими показниками, однак при цьому спостерігається фазовий зсув між сигналами, який слід враховувати при подальшому використанні відфільтрованого сигналу. Даного недоліку позбавлені фільтри на основі ковзних величин, проте якість їх процесу

фільтрації визначається величиною вікна, яке безпосередньо визначає розрахункову складність алгоритму. Також слід відмітити, що фільтр на основі ковзної медіани нечутливий до імпульсних завад в порівнянні з фільтром ковзного усереднення.

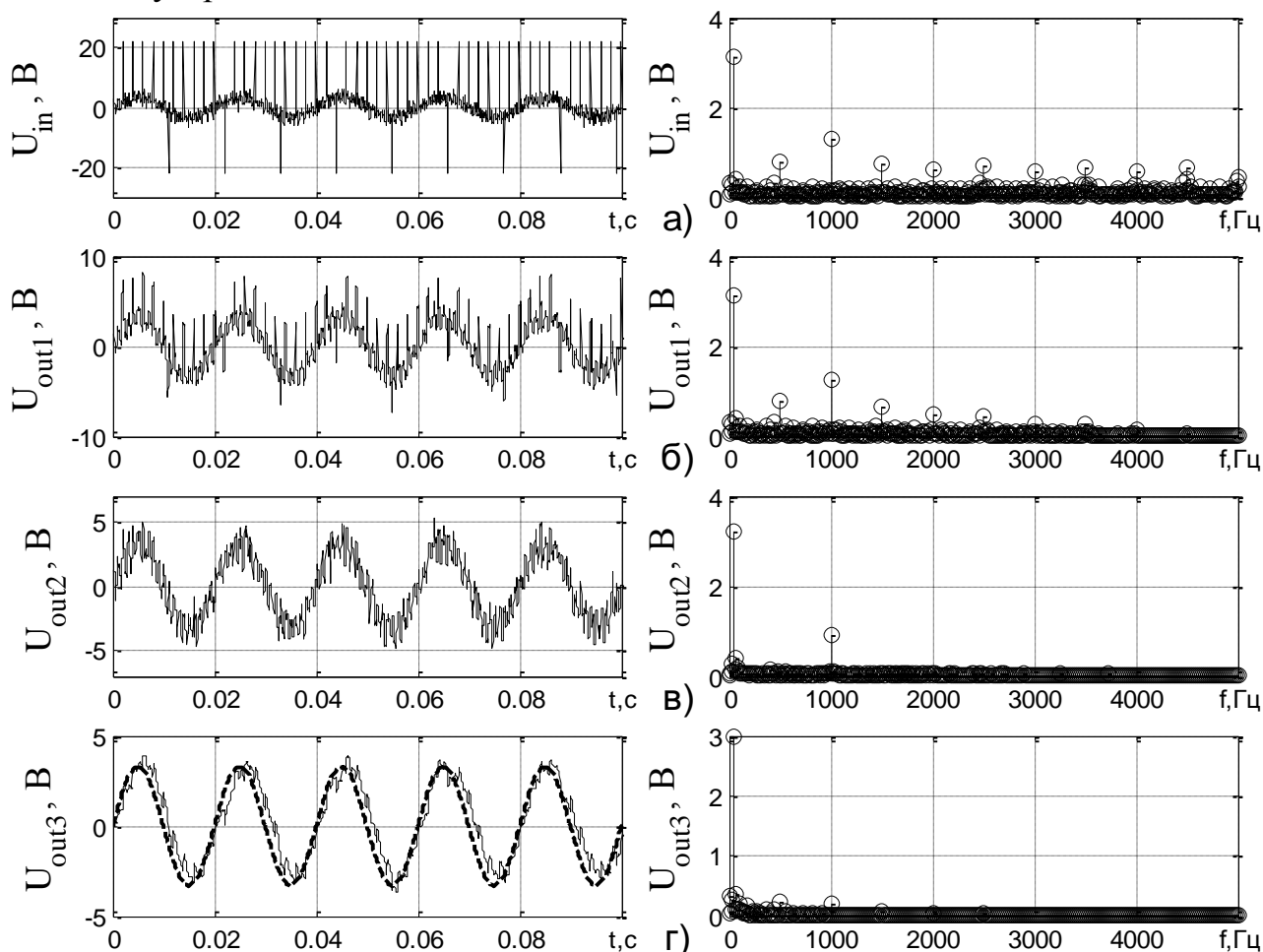


Рисунок 1 – Форма та спектр аналогового сигналу: а) зашумлений сигнал; б) фільтрований сигнал – алгоритм ковзного усереднення; в) алгоритм ковзної медіани; г) аперіодичний фільтр першого порядку

**Висновки.** В даній роботі проаналізована ефективність цифрової фільтрації аналогового сигналу за допомогою аперіодичного фільтра першого порядку та фільтрів на основі ковзних величин. Встановлено, що фільтри на основі ковзного усереднення та ковзної медіани без врахування імпульсних завад демонструють однакові показники якості. Наявність локальних викидів в аналоговому сигналі суттєво впливає на якість процесу фільтрації при ковзному усередненні. Поєднання позитивних властивостей аперіодичного фільтра та фільтра ковзної медіани дозволить отримати простий та ефективний спосіб фільтрації аналогових сигналів.

#### Перелік посилань

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге видання, перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
2. Smith S. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing / S. W. Smith. – San Diego: California Technical Publishing, 1999. – 643 с.
3. J. W. Tukey, Exploratory Data Analysis, Addison – Wesley, Reading, MA, 1971.