

Секція: **Автоматизація та приладобудування**  
УДК 681.5  
Вархоляк Р.П. – аспірант гр. КАа-21  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Трембач Р. Б.

Varkholiak R.  
*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **INCREASING THE ACCURACY OF AUTOMATION SYSTEMS FOR PRESSURE AND TEMPERATURE CONTROL IN INDUSTRIAL CONDITIONS**

Supervisor: associate professor Rostyslav Trembach

Ключові слова: АЦП, тиск  
Keywords: ADC, pressure

Оптимізація енергоспоживання, підвищення точності, зменшення шуму квантування – основні питання та проблеми моєї дисертації, які будуть розглянуті як на рівні пристрою, так і на рівні системи. Однією з основних проблем які впливають на точність вимірювання – є шум квантування. Нижче коротко проаналізуємо цей аспект.

Як відомо перетворювачі тиску використовують аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) [1] для перетворення аналогового сигналу, отриманого від сенсора тиску, у цифровий формат. У цьому процесі значення округлюються до найближчих рівнів квантування, що спричиняє похибку, відому як шум квантування. Цей шум є різницею між фактичним аналоговим значенням тиску і його цифровим представленням, що може суттєво впливати на точність вимірювань [2].

На рисунку 1 наведено схему, яка ілюструє ефект квантування сигналу:

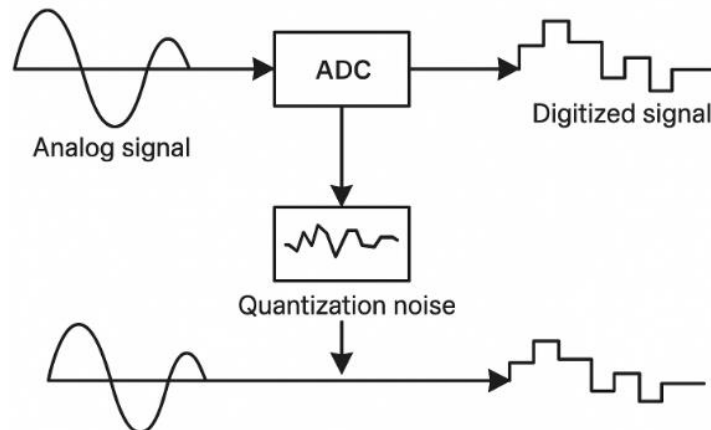


Рис.1 Ефект квантування сигналу

На схемі видно, як безперервний аналоговий сигнал від сенсора тиску зазнає квантування [3], що спричиняє невеликі помилки у кожній дискретній точці.

Форма шуму квантування має випадковий характер і зазвичай розглядається як білий шум, якщо сигнал змінюється швидко та хаотично. Якщо ж сигнал змінюється повільно, квантування може створювати спотворення, що виглядає як систематична помилка і це дуже погано для процесу вимірювання.

Основні проблеми, спричинені шумом квантування у перетворювачах тиску, можна виділити такі:

1. Втрата точності вимірювань – похибка квантування може спотворювати результати вимірювання тиску, що критично в багатьох інженерних і наукових застосуваннях [4].
2. Зниження роздільної здатності – шум квантування обмежує найменші зміни тиску, які може зафіксувати перетворювач.
3. Спотворення сигналу – неправильне відображення аналогового сигналу може призводити до неправильних висновків у системах контролю тиску.
4. Проблеми у високоточних вимірюваннях – у медичних приладах, авіаційних датчиках та інших високоточних системах навіть незначний шум може суттєво впливати на надійність роботи обладнання.

Щоб зменшити вплив шуму квантування в перетворювачах тиску доцільно використати:

1. Збільшення розрядності АЦП

Використання 24-бітних або вищих розрядностей АЦП зменшує рівень шуму та дозволяє вимірювати менші коливання тиску.

2. Додавання випадкового шуму (дізеринг)

Перед оцифруванням до сигналу додається невеликий випадковий шум, що усереднює похибки та підвищує точність вимірювань.

3. Оверсемплінг і цифрова фільтрація

Виконання оцифрування з підвищеною частотою дискретизації та подальше фільтрування дозволяє знизити шум і підвищити точність показників тиску.

4. Використання  $\Sigma$ - $\Delta$  (сигма-дельта) АЦП

Такі АЦП широко застосовуються в датчиках тиску завдяки високій роздільній здатності та здатності зменшувати шум квантування [5].

Шум квантування є важливою проблемою у перетворювачах тиску, оскільки може суттєво впливати на точність вимірювань і надійність роботи систем контролю. Однак застосування сучасних методів, таких як збільшення розрядності АЦП, дізеринг, оверсемплінг та використання сигма-дельта АЦП, допоможе значно зменшити вплив шуму та покращити якість вимірювань.

#### Література:

1. Proakis, J. G., & Manolakis, D. G. (2007). Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications. Pearson Education.
2. Lyons, R. G. (2011). Understanding Digital Signal Processing. Pearson Education.
3. Smith, S. W. (1997). The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. California Technical Publishing.
4. Oppenheim, A. V., & Schaffer, R. W. (2010). Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall.
5. Beckwith, T. G., Lienhard, J. H., & Marangoni, R. D. (2007). Mechanical Measurements. Pearson Education.
6. Doebelin, E. O. (2004). Measurement Systems: Application and Design. McGraw-Hill.