

## ВИЗНАЧЕННЯ «ШУМОВИХ» РОЗРЯДІВ ЦИФРОВОГО ПРИСТРОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ АРИФМЕТИКИ З ФІКСОВАНОЮ ТОЧКОЮ

**Анотація.** У роботі розглянуті питання з оцінки та вибору розрядності представлення змінних при розробці автономних мобільних платформ різного призначення. Отримані співвідношення для коефіцієнта шуму та визначення кількості «шумових» розрядів. Це дозволяє при проектуванні систем обрати необхідні мікропроцесори.

**Ключові слова:** розрядність змінних, шум, автономні мобільні платформи, середньоквадратичне відхилення.

При розробці спеціалізованих комп'ютерних систем велику увагу приділяють вибору розрядності представлення змінних у системі. Сучасний розвиток мікроелектроніки та мікропроцесорної техніки дозволяє використовувати апаратні засоби великої розрядності. Так, у роботах деяких авторів, наводяться приклади та рекомендації з використанням у системах управління восьми розрядів у мантисі. Однак, використання великої розрядності є трендом сучасного часу.

Побудова автономних мобільних платформ різного призначення стикається з цією проблемою постійно. Оскільки, при роботі у реальному часі при великій розрядності вимагає мати велику тактову частоту, що викликає підвищення потужності акумуляторних батарей. А це додаткова вага, яку можливо використовувати для корисного навантаження. Таким чином, задача оптимізації розрядності пристрою для мобільних платформ є актуальною і важливою в залежності від задач, які вирішують ці платформи.

Відомо також, що будь-який пристрій має власний шум. Так у тракті обробки сигналів, наприклад, фільтр знімає вхідний шум і додає свій власний. Тому, при використанні у системі з фіксованою точкою обраної розрядності змінних молодші розряди у тракті обробки не є дійсними і їх, у метрології та математиці, відносять до незначущих цифр. Такі розряди ще називають «шумові».

З формули визначення середньоквадратичного відхилення вихідного шуму квантування арифметичних операцій  $(s_{ВІХ}^{АРОП})^2$  можна записати, що

$$(s_{ВІХ}^{АРОП})^2 = K^2(\bar{w})s_e^2, \quad (1)$$

де  $K(\bar{w})$  – коефіцієнт підсилення шуму,  $s_e^2$  – середньоквадратичне відхилення джерела шуму на вході пристрою. Слід відмітити, що коефіцієнт підсилення шуму залежить від коефіцієнтів передавальної функції пристрою та його структурної реалізації.

Якщо середньоквадратичне відхилення джерела шуму описується співвідношенням  $s_e^2 = \frac{2^{-2b}}{12}$ , то є можливість представити коефіцієнт шуму  $K^2(\bar{w})$  у вигляді

$$K^2(\bar{w}) = 2^{2B(\bar{w})}. \quad (2)$$

Підставляючи співвідношення (2) у формулу (1), з урахуванням, що середньоквадратичне відхилення вихідного шуму квантування арифметичних операцій дорівнює  $(s_{ВІХ}^{АРОП})^2 = \frac{2^{-2v}}{12}$ , одержимо

$$B = b - v,$$

де  $B$  – кількість «шумових» молодших двійкових розрядів дрібної частини (мантиси) числа.

Таким чином, різниця розрядів, які описують джерела шуму і вихідного шуму, визначає величину «шумових» розрядів, тобто кількість розрядів у вихідному результаті, які шумують за рахунок обраної структурної або алгоритмічної організації пристрою. Отже, цей шум властивий даній структурній схемі і його можна назвати структурним шумом, а його кількісна оцінка визначається через величину  $B$ , як кількість «шумових» розрядів.

З формули (2) знайдемо кількість «шумових» розрядів  $B$  через квадрат коефіцієнта підсилення шуму структурної схеми пристрою  $K^2(\nu)$  у вигляді

$$B \geq 0,5 \log_2(K^2(\bar{w})),$$

де  $B > 0, B \in \mathbf{Z}$  – множина дійсних чисел.

Знак « $\geq$ » вказує, що число  $B$  – ціле число розрядів і тому, одержаний результат округляється до більшого цілого числа.

Для зручності використання даної оцінки скористаємось усередненим за діапазоном частот коефіцієнтом шуму  $K_0^2$

$$K_0^2 = \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} K^2(\bar{w}) d\bar{w}, \quad \bar{w} \in [0, p],$$

а величину  $B$  тоді можна оцінити через  $K_0^2$  як

$$B_0 \geq 0,5 \cdot \log_2(K_0^2) = 1,661 \cdot \lg(K_0^2), \quad B_0 > 0, B_0 \in \mathbf{Z}.$$

Таким чином, у роботі показана можливість оцінки кількості «шумових» розрядів пристрою та вибору необхідної розрядності з урахуванням реалізації пристрою, що розробляється. Це дає змогу на етапі проектування запропонувати необхідну розрядність та обирати відповідні мікропроцесори у автономних мобільних платформах.