

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Одеський національний технологічний університет**  
**Університет Інформатики і прикладних знань, м.Лодзь, Польща**  
**Інститут комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та**  
**програмування ім.П.Н.Платонова**

**XXIV Всеукраїнська науково-технічна конференція**  
**молодих вчених, аспірантів та студентів**

**«СТАН, ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**  
**ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ»**

*Матеріали конференції*



**Одеса**

**18-19 квітня 2024 р.**

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТА КОРЕКЦІЇ ПОМИЛОК ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ОБРОБКИ ДАНИХ, ЩО ФУНКЦІОНУЮТЬ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

ЯНКО А.С., САБЕЛЬНИКОВА П.С. (al9\_yanko@ukr.net)

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

*В рамках даного дослідження підкреслюється необхідність розробки ефективних методів контролю та корекції помилок інформації комп'ютерних систем обробки даних, що представлені у непозиційній системі числення в залишкових класах, дана обставина може стати поштовхом для розширення області ефективного використання даної системи числення в комп'ютерних системах та компонентах високонадійної обробки даних.*

На даний час все більше використовуються новітні технології, що потребують високої надійності та продуктивності від комп'ютерних систем обробки даних (КСОД), що значно ускладнює їх структуру. З таким ускладненням КСОД, зростає ймовірність збоїв, відмов та можливість зовнішніх втручань в системи. В зв'язку з цим зросли ризики втрати інформації та забезпечення її цілісності. В даний час багато дослідників у галузі надійності та відмовостійкості комп'ютерних систем пропонують методи контролю (моніторингу, діагностики) та виправлення помилок, засновані на математичних моделях традиційних позиційних систем числення (ПСЧ). При цьому самі дослідники стверджують, що при поданні числової інформації в ПСЧ кількість розрядів можна скоротити, застосовуючи відомий метод змінного масштабування. За рахунок цього вдається запровадити додаткові розряди для організації апаратного оперативного контролю за наявності обмежень на збільшення ваги, габаритів та вартості КСОД. Враховуючи це, можна гнучко керувати точністю, швидкістю та надійністю обробки інформації. Але специфіка ПСЧ накладає деякі обмеження на метод змінного масштабування:

- перед кожним тактом виконання програми необхідно проводити додаткові операції зсуву, що знижують реальну швидкодію КСОД;
- використання змінного масштабування передбачає (перед складанням програми) виконання великого обсягу теоретичних робіт з визначення раціональних масштабних коефіцієнтів;
- змінне масштабування має сенс застосовувати лише певного класу завдань; даний метод навряд чи доцільний для КСОД у ПСЧ, що функціонує у реальному часі.

Цілком інші результати можна отримати в непозиційній системі числення в системі залишкових класів (СЗК). Між коригуючими можливостями непозиційних кодових структур СЗК і точністю обробки інформації існує обернено пропорційна залежність. На одній і тій же КСОД можна виконувати одні й ті самі обчислення з високою точністю, але з меншим значенням надійності, а інші – з меншою точністю, але з вищим значенням надійності та швидкості обробки інформації [1]. Таким чином, КСОД у СЗК має властивість адаптації до розв'язуваних завдань залежно від вимог, що висуваються до точності, швидкодії та надійності обробки інформації.

В даний час для контролю та корекції помилок інформації в МА використовуються такі основні методи [2].

1. Переведення числа з СЗК у ПСЧ та контроль виходу значення числа з діапазону  $[0, M)$ , де  $M = \prod_{i=1}^n m_i$ ;  $\{m_i\}$  – сукупність основ (модулів) СЗК. Для цього методу необхідно виконати велику кількість обчислень, а також потрібен великий обсяг обладнання для його технічної реалізації.

2. Існує метод виявлення помилок у СЗК, застосування якого дозволяє зменшити час корекції помилок. Суть методу полягає у розрахунку значення контрольних  $m_{n+k}$  основ по робочим основам  $m_n$  СЗК і порівнянні отриманих основ з розрахованими основами. У разі збігу отриманих та розрахованих значень контрольних основ робиться висновок про правильність отриманого числа, а в іншому випадку – про його неправильність (виникнення помилки в одному з робочих основ СЗК за рахунок спотворення одного залишку  $a_n$  числа).

Нехай, наприклад, для трьох робочих основ  $n=3$  та однієї контрольної основи  $k=1$ , формула для знаходження значення величини контрольної основи матиме наступний вигляд:

$$A(\text{mod } m_4) = (-M) \times \left( \frac{-\frac{a_1}{m_1}(\text{mod } m_4) - \frac{a_2 - a_1}{m_2}(\text{mod } m_2)}{m_2}(\text{mod } m_4) - \frac{\frac{a_3 - a_1}{m_1}(\text{mod } m_3) - \frac{a_2 - a_1}{m_2}(\text{mod } m_2)}{m_2}(\text{mod } m_3) \right) \div m_3(\text{mod } m_4). \quad (1)$$

Таким чином, даний метод виявлення помилок, дозволяє, на відміну від відомих, проводити процес пошуку помилок без безпосереднього переведення чисел з СЗК в ПСЧ, що значно скорочує непродуктивні обчислювальні витрати КСОД, залишаючи час корекції помилок досить великим.

3. Метод визначення альтернативної сукупності чисел  $W(\mathbb{A})$  у СЗК. Суть методу полягає у знаходженні проєкцій  $\mathbb{A}_i^0$ ,  $i=\overline{1, n}$  чисел в СЗК по усім основам  $m_i$ . Перевага цього методу полягає в тому, що, крім виявлення факту наявності або відсутності помилки, визначаються і можливі помилкові основи. Істотний недолік методу полягає в тому, що необхідна операція переведення числа, а також його проєкцій з СЗК в ПСЧ, що призводить до значної кількості обчислень та великих часових витрат на корекцію помилок.

4. Методи нулевізації. Суть методів полягає у послідовному відніманні з вихідного числа  $A$  деяких мінімальних чисел – констант нулевізації. На даний час методи а основі процедури нулевізації є найбільш перспективним, але потребують подальшого розвитку та удосконалення.

Таким чином, істотним недоліком всіх відомих методів контролю та корекції у СЗК є необхідність значних часових та апаратних витрат на створення системи контролю та корекції, що й обумовлює значні непродуктивні обчислювальні та апаратні витрати. Крім цього, значний час контролю та корекції помилок позбавляє однієї з переваг СЗК – можливість організації схеми контролю та корекції помилок інформації в динаміці обчислювального процесу (тобто без зупинки обробки інформації) КСОД.

Невирішеність задачі суттєвого зменшення часу контролю та корекції помилок у КСОД з урахуванням вимог щодо продуктивності обробки інформації, з одного боку, та позитивні попередні результати досліджень ефективності використання методів нулевізації в СЗК, з іншого боку, визначають актуальність досліджень в напрямку розробки ефективних методів та способів контролю та корекції помилок інформації в КСОД у СЗК.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. V. Krasnobaev, V. Popenko, T. Kuznetsova and K. Kuznetsova, "Examples of Usage of Method of Data Errors Correction which are Presented by the Residual Classes," *2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 45-50, doi: 10.1109/ATIT49449.2019.9030512.

2. V. Krasnobaev, S. Koshman, A. Yanko and A. Martynenko, "Method of Error Control of the Information Presented in the Modular Number System," *2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, Kharkiv, Ukraine, 2018, pp. 39-42, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632049.