

МЕТОД ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ПРЕДСТАВЛЕНА У СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

д.т.н., проф. В.А. Краснобаєв, Я.В. Ілюшко

Запропоновано метод та резервована обчислювальна система обробки цифрової інформації, що представлена у непозиційній системі залишкових класів.

Постановка проблеми. Існують ефективні методи обробки цифрової інформації, що представлена у системі залишкових класів (СЗК). Однак ці методи не повністю враховують основні властивості СЗК: незалежність, рівноправність та малорозрядність залишків $\{a_i\}$ числа $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, представленого у СЗК системою основ $\{m_i\}$, $i = \overline{1, n}$. Ці обставини не дають змогу в повній мірі використовувати при обробці інформації всі переваги від впровадження непозиційних кодових структур, у першу чергу проводити якісну та кількісну оцінки надійності та живучості.

Аналіз літератури. У публікаціях, що описують методи переробки інформації та обчислювальні пристрої для їх реалізації, не повністю визначається вплив властивостей СЗК на структуру та принципи функціонування обчислювальних систем (ОС), а також на їх надійність і живучість [1]. Так, у [2] при опису табличних методів обробки інформації не враховуються всі властивості симетрії таблиць реалізації модульних операцій додавання та віднімання. У [2, 3] не враховується можливість проведення операції парної нулевізації чисел з попередньою вибіркою констант нулевізації при корекції помилок у СЗК.

Мета статті. Представлення та опис резервованої обчислювальної системи (РОС), що реалізує методи обробки інформації у СЗК, і забезпечує одночасно присутність та позитивний вплив на надійність і живучість функціонування ОС трьох видів резервування: структурного, функціонального та інформаційного.

Основний розділ. Всі методи переробки інформації у СЗК базуються на застосуванні принципів незалежності та паралельності процесу обробки залишків $a_i = A \pmod{m_i}$ операндів A , представлених за основами m_i . У цьому випадку структура ОС у СЗК представиться у вигляді сукупності обчис-

ловальних трактів (ОТ) (у вигляді міні-ЕОМ), кожен з яких працює за своєю основою m_i незалежно один від одного та паралельно у часі (рис. 1).

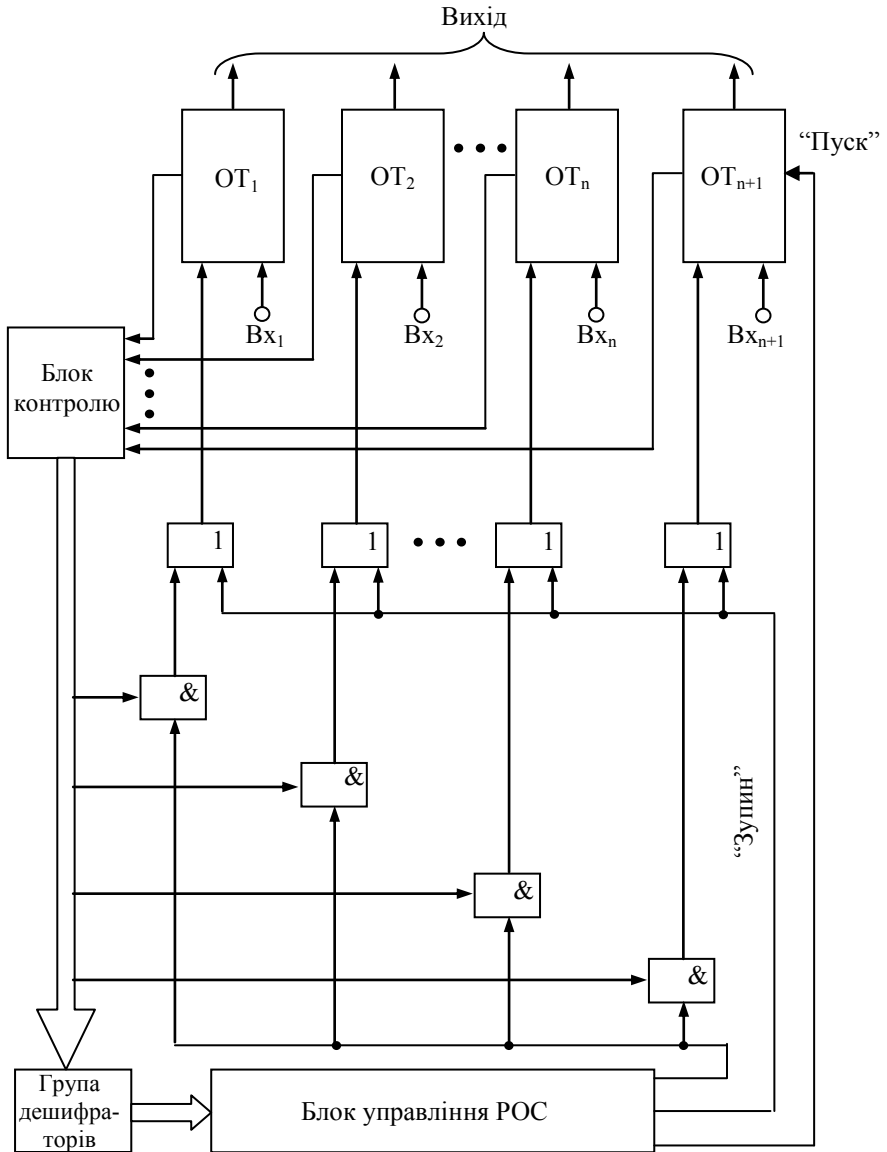


Рис. 1. Резервована обчислювальна система у СЗК

Таким чином вихідна структура ОС у СЗК представляє собою природно резервовану структуру (наявність структурної надмірності), а при введенні

контрольної основи m_{n+1} у системі з'являється інформаційна надмірність, що зумовлює наявність інформаційного резервування.

Крім цього, при виконанні умови

$$m_{n+1} \geq \prod_{i=1}^r m_{k_i}, \quad (1)$$

тобто, при умові, що один контрольний ОТ може взяти на себе функції одно-разово до g інформаційних ОТ, ОС використовує функціональні резерви.

Покажемо, що у СЗК РОС має властивість живучості, що можна ефективно використовувати для систем, які функціонують у реальному часі. Дійсно, при відмові певної сукупності ОТ обчислювальна система може залишатися працездатною, але з припустимою втратою якості виконання своїх функцій, наприклад, зі зменшенням точності обчислень.

Нехай система проводить обчислення у діапазоні l -байтового машинного слова. Тоді у відповідності до виразу (1) для деяких сукупностей ОТ, що відмовили, обчислення можна проводити без зниження якості функціонування (тобто без зниження точності, тобто, у повному діапазоні $[0 - 2^l)$). Очевидно, що у даному випадку проявляється властивість відмовостійкості ОС у СЗК.

Якщо сукупність ОТ, що відмовили, така, що не виконується умова (1), тоді ОС також може виконувати свої функції, але при зменшенні точності обчислень, тобто, у числовому діапазоні $[0 - D_j)$ для $j = \overline{1, k}$; де $2^l > D_j$; k – кількість рівнів деградації ОС у СЗК.

У загальному випадку умова функціонування ОС на k -у рівні деградації визначається наступним чином

$$\prod_{z=1}^{a_k} m_{i_z} \geq D_k, \quad (2)$$

при $a_k < n$, де a_k – кількість основ СЗК, що відповідає працездатним станам ОТ; m_{i_z} – основа працездатного ОТ.

Розглянемо приклад конкретної реалізації методу обробки інформації, представленої у СЗК такими основами (модулями): $m_1 = 3$, $m_2 = 4$, $m_3 = 5$, $m_4 = 7$ та $m_5 = m_k = 23$. При цьому вважаємо, що у РОС реалізується два рівня деградації при $D_1 = 140$ та $D_2 = 60$ (табл. 1). Умова деградації ОС для кожного з рівнів математично визначається слідуючим чином. Для першого рівня деградації

$$\prod_{z=1}^{a_1} m_{i_z} \geq D_1. \quad (3)$$

Для другого рівня деградації маємо

$$\prod_{z=1}^{a_2} m_{i_z} \geq \mathcal{D}_2. \quad (4)$$

У табл. 1 наведений загальний алгоритм обробки інформації. Зокрема у таблиці представлено: стани працездатності ОТ РОС (стовпець 1, де “1” – непрацездатний стан ОТ, а “0” – працездатний стан); у стовпці 3 представлені умови деградації ОС без зниження якості її функціонування (“м’яка” деградація або М-деградація); у стовпцях 6 та 8 представлено умови “жорсткої” деградації (G-деградації зі зниженням якості функціонування ОС відносно початкового рівня) відповідно для першого та другого її рівнів.

Висновки. Таким чином у статті розглянуто РОС обробки інформації, що представлена у СЗК. Показана можливість забезпечення надійності та живучості ОС, що функціонують у реальному часі, за рахунок ефективного застосування поступової деградації шляхом використання непозиційних кодових структур у СЗК.

Представлена резервована обчислювальна система базується на реально існуючих структурах патентоздатних резервованих обчислювальних пристроїв [4 – 6], що були впроваджені у автоматизовану систему прироблення електронних блоків 9Б615 № М 24.000.000 на Арзамаському приладобудівному виробничому об’єднанні. Економічний ефект від впровадження тільки одного пристрою, наприклад [4], складає близько 5.000 дол. США на один рік.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. *Машинная арифметика в остаточных классах.* – М.: Сов. радио, – 1968. – 440 с.
2. Ирхин В.П. *Проектирование непозиционных специализированных процессоров.* – Воронеж: Воронежский государственный университет. – 1999. – 136 с.
3. Краснобаев В.А. *Основы создания вычислителей на основе остаточных классов // Системы обробки інформації.* – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 1(11). – С. 3 – 7.
4. А.с. 1168947 СССР. *Устройство для резервирования* / В.А. Краснобаев / – БИ, – 1985. № 27.
5. А.с. 1263096 СССР. *Устройство для резервирования* / В.А. Краснобаев / – БИ, – 1986. № 40.
6. А.с. 1360419 СССР. *Резервированное устройство* / В.А. Краснобаев и др. / – БИ, – 1987. № 46.

Надійшла 22.04.2004

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович, доктор техн. наук., проф., професор кафедри автоматизації та комп’ютерних технологій ХДТУСГ. Закінчив ХВУ у 1973 р. Область

наукових інтересів – АСУ та системи числення.

ІЛЮШКО Ярослав Вікторович, молодший науковий співробітник кафедри інформаційно-керуючих систем Національного аерокосмічного університету (ХАІ). Закінчив ХАІ у 1996 р. Область наукових інтересів – АСУ та системи числення.
