



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**76-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,  
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,  
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**ТОМ 1**

**14 травня – 23 травня 2024 р.**

*А.С.Янко к.т.н., доцент  
І.В.Філь, аспірант  
П.С.Сабельнікова студентка групи 302-ТК  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ, ЩО ФУНКЦІОНУЄ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ**

Проведено дослідження процесу функціонування комп'ютерної системи (КС) в непозиційній системі числення (НСЧ), а саме у системі залишкових класів (СЗК) на основі використання принципу відмовостійкості. У СЗК відмовостійкість КС забезпечується врахуванням основних властивостей НСЧ, а саме: незалежності, рівноправності та малорозрядності залишків, сукупність яких утворює непозиційну кодову структуру [1]. Для зручності та наочності дослідження процесу функціонування КС у СЗК у статті введено  $(k+1)$ -розрядний двійковий код, який відображає набір ознак працездатного стану обчислювального тракту КС. За допомогою цього коду проведено аналіз різних режимів відмовостійкої роботи КС в СЗК: режиму багаторівневої заміни та режиму поступової деградації обчислювальних трактів. Також проведено аналіз комплексного режиму відмовостійкої роботи режиму заміни з подальшою поступовою деградацією КС. Наведено спрощену структуру відмовостійкої КС в СЗК (пристрій для одночасного здійснення структурного, інформаційного та функціонального резервування в СЗК). Особливістю функціонування даного пристрою є розширення функціональних можливостей за рахунок заміни одним працездатним контрольним обчислювальним трактом (КОТ) не одного, а одночасно кількох непрацюючих обчислювальних трактів. Це дозволяє істотно підвищити відмовостійкість обчислювальних структур за рахунок можливості одночасного використання трьох типів резервування: структурного (за рахунок введення КОТ, що функціонує паралельно з основними обчислювальними трактами), інформаційного (за рахунок використання додаткової вихідної інформації КОТ, що забезпечує можливість корекції спотвореної інформації) і функціонального. Отже, у СЗК, на відміну від позиційної системи числення (ПСЧ), максимально використовується введена додаткова надлишковість для покращення характеристик КС [2]. Дійсно, використання будь-якого типу резервування в кінцевому підсумку призводить до структурної (апаратної) надмірності, яка в СЗК (на відміну від ПСЧ) використовується для організації кількох різних типів

резервування одночасно, що збільшує коефіцієнт використання введеного резервування і зменшує кількість загального обладнання КС [3].

Порівняльний аналіз результатів проведених у доповіді досліджень показав наступне. При відмовостійкій роботі в режимах заміни або заміни з подальшою поступовою деградацією КС у СЗК більш ефективна, ніж аналогічна КС в ПСЧ [4]. Для процесу поступової деградації (графічна модель) отримано, що КС у СЗК ( $d=1$ ,  $n=1$ ) більш ніж удвічі ефективніша за аналогічну обчислювальну систему в ПСЧ.

Використання СЗК як системи числення дозволяє створити структуру КС, схожу на структуру зарезервованої обчислювальної системи в ПСЧ. Ця обставина, поряд з іншими позитивними моментами використання непозиційного кодування, зумовленими впливом основних властивостей НСЧ на структуру та принципи функціонування КС, дозволяє розглядати НСЧ у СЗК як потужний інструмент підвищення відмовостійкості КС. Така організація одночасно різних видів резервування за рахунок введення структурної надмірності характерна для структурно-функціональної організації діяльності мозку людини і може забезпечити високу відмовостійкість, надійність і живучість обчислювальних структур, а також висока швидкість обробки величезних обсягів інформації. У цьому аспекті діяльність людського мозку наближається до голографічних принципів обробки інформації, що, в свою чергу, узгоджується з методами та алгоритмами обробки інформації у СЗК.

#### *Література*

1. Krasnobayev V., Kuznetsov A., Yanko A., Koshman S., Zamula A., Kuznetsova T. Data processing in the system of residual classes. Monograph. *ASC Academic Publishing: monograph*. Minden, Nevada: ASC Academic Publishing, 2019. 208 p.
2. Wang T., Liu H., Sun M., Liu Z., Zhou M. Fault tolerance on improved distributed spanning tree structure. *2010 2nd International Conference on Advanced Computer Control*. Shenyang, 27-29 July 2010. P. 296–300. doi:10.1109/ICACC.2010.5487249.
3. Shanthi A. P. Exploring FPGA structures for evolving fault tolerant hardware. *NASA/DoD Conference on Evolvable Hardware*. Chicago, 9-11 July 2003. P. 174–181. doi:10.1109/EH.2003.1217664.
4. Yanko A., Krasnobayev V., Martynenko A. Influence of the number system in residual classes on the fault tolerance of the computer system. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2023, (3(107)), pp. 159–172. doi: 10.32620/reks.2023.3.13. ISSN 1814-4225 (print). ISSN 2663-2012 (online). Режим доступу: <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/reks/article/view/reks.2023.3.13>