

## ВІДГУК

офіційного опонента професора кафедри автоматизації проектування обчислювальної техніки Харківського національного університету радіоелектроніки, доктора технічних наук, професора Кривулі Геннадія Федоровича на дисертаційну роботу Кошмана Сергія Олександровича, що виконана на тему: "Методи та засоби оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи у залишкових класах", подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

**Актуальність теми дисертації.** Сучасні темпи розвитку комп'ютерних систем та компонентів обробки цілочислових даних (КСКОЦД) обумовлюють необхідність стрімкого підвищення швидкодії та забезпечення необхідного рівня достовірності обробки великих об'ємів цифрової інформації. Результати останніх досліджень, що проводяться як в нашій країні так і за її межами, по підвищенню показників ефективності функціонування КСКОЦД, показали, що поряд з методами підвищення швидкодії та достовірності обробки інформації, які застосовуються у даний час, значні перспективи відкриваються за рахунок впровадження нетрадиційних методів представлення та обробки даних. Зокрема одним із можливих напрямків є перехід від звичайної двійкової позиційної системи числення до непозиційної системи числення у залишкових класах (СЗК). Досвід експлуатації реально існуючих штатних КСКОЦД у СЗК, таких як А-340А, К-340А, Т-340А, "Алмаз", система 5053 та "Вычет", дозволили обґрунтувати перспективний напрямок зростання продуктивності реалізації цілочислових обчислень у СЗК, заснований на принципі розпаралелювання процесу обчислень на рівні мікрооперацій.

При доведеному факті ефективного застосування СЗК для створення високопродуктивних та надійних КСКОЦД, оперативність контролю та діагностики помилок чисельних даних з використанням існуючих методів (по відношенню до часу реалізації арифметичних операцій) є досить низькою, що значно знижує загальну ефективність використання непозиційних кодових структур (НКС). Це пояснюється тим, що контроль та діагностика даних у СЗК відносяться до непозиційних операцій, тобто найбільш складно реалізованих з великими часовими та апаратними затратами операцій у даній системі числення. У той же час підвищення оперативності операцій контролю та діагностики даних, що представлені у СЗК, супроводжується зниженням достовірності отримання істинного результату.

Саме невирішеність задач по забезпеченню оперативного контролю та діагностики помилок КСКОЦД, що функціонують у СЗК, з урахуванням вимог щодо швидкодії реалізації арифметичних операцій, визначили мету, науково-технічну проблему дисертації, часткові завдання досліджень та зміст даної дисертаційної роботи.

Метою даної дисертаційної роботи є підвищення оперативності контролю та діагностики помилок даних, що представлені у системі залишкових класів. Мета роботи досягається за рахунок впровадження результатів вирішення науково-технічної проблеми дисертації, яка полягає у розробці методів оперативного контролю та діагностики чисельних даних для компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах.

Для вирішення науково-технічної проблеми, у дисертації були поставлені та вирішені наступні часткові завдання досліджень:

- дослідити метод підвищення оперативності контролю та діагностики цілочислових даних, що представлені у СЗК, без зниження продуктивності обробки інформації;
- дослідити вплив властивостей СЗК на структуру і процес функціонування компонентів КСКОЦД;
- дослідити коригувальні властивості компонентів комп'ютерної системи

у системі залишкових класів;

- розробити метод контролю даних у СЗК, що заснований на принципі паралельної нульовизації;

- розробити метод контролю даних у СЗК, що заснований на використанні позиційної ознаки НКС;

- розробити метод підвищення достовірності оперативного контролю даних, що представлені у СЗК;

- вдосконалити метод визначення альтернативної сукупності НКС;

- вдосконалити метод оперативної діагностики даних у СЗК.

Об'єкт дослідження дисертаційної роботи – процеси контролю та діагностики помилок числових даних, що представлені у СЗК.

Предмет дослідження дисертаційної роботи – методи та засоби оперативного контролю та діагностики цілочислових даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у СЗК.

Дисертаційні дослідження, проводились відповідно до державних планів НДР, програм і договорів, які виконувались у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна та Харківському національному університеті сільського господарства імені Петра Василенка, у яких здобувач виступав виконавцем:

- "Концепція, принципи, методи та засоби створення швидкодіючих і надійних систем обробки даних у реальному часі на основі застосування непозиційної системи числення у класі лишків" (ДР № 0113U003306);

- "Аналіз, дослідження, розробка та стандартизація криптографічних систем для захисту інформації в пост-квантовому середовищі, в умовах інформаційних і гібридних війн" (ДР № 0118U002024);

- "Розробка математичних моделей і методів синтезу, формування та обробки сигнально-кодових конструкцій для захищених телекомунікаційних систем подвійного призначення" (ДР № 0117U004832);

- "Формулювання та розробка принципів, методів і засобів швидкої та достовірної обробки цілочислових даних, що представлені у непозиційній

системи числення залишкових класів в комп'ютерних системах та мережах подвійного призначення" (ДР № 0119U002546).

В процесі виконання дисертаційної роботи використані такі основні методи дослідження. В основу проведених у роботі досліджень були покладені принципи системного аналізу, теорія чисел, теорія обчислювальних процесів та систем, а також теорія кодування у СЗК. При вирішенні першої та другої задач досліджень використовувались теорія обчислювальних процесів та систем, а також розділи теорія подільності і теорія порівнянь теорії чисел. При рішенні подальших задач досліджень використовувалась теорія завадостійкого кодування у СЗК.

### **Наукова новизна отриманих результатів дисертаційної роботи.**

Нові наукові результати дисертації відображені у наступних пунктах.

1. Вперше отримано метод контролю даних у системі залишкових класів, який на відміну від відомих, заснований на принципі паралельної нульовизації, шляхом поєднання у часі операцій нульовизації симетричних залишків непозиційної кодової структури, що контролюється і визначення констант нульовизації, що дозволяє підвищити оперативність контролю даних.
2. Вперше отримано метод контролю даних у системі залишкових класів, який на відміну від відомих, заснований на використанні позиційної ознаки непозиційної кодової структури, шляхом паралельного віднімання встановлених констант, що дозволяє підвищити оперативність контролю даних.
3. Вперше отримано метод підвищення достовірності оперативного контролю даних, що представлені у системі залишкових класів, який на відміну від відомих, заснований на використанні позиційної ознаки непозиційної кодової структури, шляхом застосування відповідної основи, що кратна загальному модулю системи залишкових класів, це підвищує достовірність контролю даних.
4. Вдосконалено метод визначення альтернативної сукупності непозиційної кодової структури у системі залишкових класів, який заснований на використанні функції відповідності значень можливих помилок, шляхом

зменшення кількості основ, що перевіряються, які входять в альтернативну сукупність чисел, що підвищує оперативність діагностики помилок даних.

5. Вдосконалено метод оперативної діагностики даних, що представлені у системі залишкових класів, який заснований на формуванні числових інтервалів та ознак даних квадрантів знаходження альтернативних сукупностей чисел, шляхом згортки таблиці відповідності значень можливих помилок, це зменшує час вибірки основ, що перевіряються та підвищує оперативність діагностики помилок даних.

### **Практичне значення одержаних результатів досліджень**

1. Результати рішення сформульованої у дисертації важливої та актуальної науково-технічної проблеми можуть бути основою науково-методологічного апарату для практичного створення високопродуктивних КСКОЦД, які функціонують у СЗК.

2. Розроблені та удосконалені у дисертаційній роботі методи контролю та діагности помилок даних доцільно використовувати при створенні системи контролю та корекції помилок для перспективних комп'ютерних систем та компонентів обробки цілочислових даних КСКОЦД у СЗК.

3. Застосування запропонованих у дисертації методів оперативного контролю даних у СЗК, які засновані на використанні принципу нульовизації і позиційній ознаці непозиційної кодової структури, дозволяє на 25-60% (у порівнянні з існуючими методами контролю у СЗК) скоротити час контролю, що підвищує оперативність процедури контролю.

4. Запропоновані методи оперативної діагностики даних у СЗК дозволяють до 30% (у порівнянні з існуючими методами діагностики у СЗК) скоротити час діагностики, що підвищує оперативність діагностики даних.

5. Розглянуті методи оперативного виправлення помилок даних у СЗК сприяли розробці засобів, які на відміну від існуючих дозволяють підвищити оперативність корекції помилок у СЗК в залежності від кількості можливих залишків, в яких сталися помилки.

6. На підставі запропонованих методів обробки даних у дисертації

розроблені алгоритми для їх реалізації у відповідності, з якими синтезовані засоби обробки даних у СЗК у вигляді пристроїв, на які отримано 22 патентів України. Це підтверджує актуальність, новизну та практичну значущість отриманих у дисертації результатів.

Результати наукових досліджень впроваджено у приватне акційне товариство "Інститут інформаційних технологій", м. Харків, акт впровадження від 16.06.2017 р., на кафедрі безпеки інформаційних систем і технологій Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при виконанні НДР "Розробка математичних моделей та методів синтезу, формування та обробка сигнально-кодових конструкцій для захищених телекомунікаційних систем подвійного призначення" (ДР № 0117U004832, 2018 р.), акт впровадження від 05.09.2018 р., на кафедрі безпеки інформаційних систем і технологій Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при виконанні НДР "Аналіз, дослідження, розробка та стандартизація криптографічних систем для захисту інформації в пост-квантовому середовищі, в умовах інформаційних і гібридних війн" (ДР № 0118U002024, 2018 р.), акт впровадження від 05.09.2018 р.; а також в навчальний процес кафедри безпеки інформаційних систем і технологій Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при викладанні дисципліни "Математичні основи проектування та оптимізації інформаційно-комутаційних систем", акт впровадження від 22.06.2018 р., в навчальний процес кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка при викладанні дисципліни "Мікропроцесорні пристрої керування", акт впровадження від 21.02.2017 р.

Завершеність, стиль викладання, публікації. Проведений аналіз сукупності наукових та практичних результатів, представлених у дисертаційній роботі Кошмана С. О. дозволяє зробити висновок про їх внутрішню єдність, завершеність і засвідчує особистий внесок автора в науку. Він полягає в тому,

що здобувач розвинув методи та засоби підвищення оперативності контролю та діагностики помилок даних, що представлені непозиційною системою числення у СЗК. Дисертація написана достатньо зрозуміло і грамотно, науково-технічна термінологія використовується логічно та коректно. Стиль викладу матеріалів дисертації логічний. 29 опублікованих статей відповідають темі дисертації.

Кандидатська дисертація Кошмана С. О. (2010 рік) була присвячена підвищенню продуктивності спеціалізованих комп'ютерних засобів обробки інформації на основі застосування непозиційної системи числення у залишкових класах. Положення наукової новизни кандидатської дисертації не виносяться на захист даної докторської дисертації.

Зміст автореферату відповідає основним положенням та висновкам зробленим у дисертації, а дисертаційна робота Кошмана С. О. відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти за наступними пунктами напрямків досліджень: "Теоретичні основи створення і вдосконалення високоефективних технічних і програмних компонентів комп'ютерних систем та мереж загального та спеціального призначення, розподілених систем та їх компонентів відповідно до різних ієрархічних рівнів їх організації та умов експлуатації" (напрямок 1), "Методи й засоби забезпечення ефективності, надійності, контролю, діагностики, визначення параметрів, відлагодження, випробування, а також проектування високоефективних, надійних, придатних для контролю та діагностики комп'ютерних систем та мереж, їх пристроїв та компонентів" (напрямок 2).

Результати досліджень опубліковані повно та на потрібному науково-технічному рівні у 71 науковій праці (3 колективні монографії, 37 наукових статей (із них 26 статей у наукових фахових виданнях України, 3 статті включені у міжнародну наукометричну базу "Scopus"), 22 патенти України, 9 тез доповідей на фахових вітчизняних і міжнародних науково-технічних конференціях (2 з яких включені у міжнародну наукометричну базу "Scopus"). Науково-практичні результати дисертації пройшли достатню апробацію на міжнародних і галузевих науково-технічних конференціях і семінарах.

## Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Розроблені у дисертаційній роботі методи контролю та діагностики чисельних даних у СЗК містять сукупність модульних арифметичних операцій, які автор пропонує реалізувати табличним методом. На жаль в даній дисертаційній роботі не проведено дослідження можливості суміщення за допомогою однієї таблиці процесу виконання одноразово таких арифметичних операцій, як складання, віднімання та множення.

Результати дослідження такої можливості, шляхом застосування лише однієї таблиці Келі для груп малих порядків, можливо дали б змогу зменшити кількість обладнання операційного пристрою КСКОЦД. Це, в свою чергу, дало б змогу підвищити надійність за рахунок зменшення кількості обладнання таблиць реалізації арифметичних операцій. Цей виграш особливо значущий для КСКОЦД з великою розрядною сіткою. (для великих модулів).

2. При розробці методів і засобів оперативного контролю та діагностики КСКОЦД у дисертації не розглядає таке важливе питання як використовувати при цьому існуючу елементна база двійкової машинної арифметики для сучасних позиційних системах числення. Автор не обґрунтовує необхідність створення нової елементної бази, заснованої на властивостях системи залишкових класів. Обґрунтована відповідь на це питання дала б змогу визначити можливу перспективу подальшого розвитку СЗК при створенні швидкодіючих комп'ютерних систем і компонентів різного призначення.

3. У дисертації (розділ 2) проведено дослідження методів підвищення оперативності контролю та діагностики даних, що представлені у СЗК. Однак, бажано було б провести комплексну оцінку системи контролю та діагностики даних з точки зору таких властивостей як здатність виявлення помилок різної кратності, точність, безвідмовність та ін. Результати таких досліджень та розрахунків показників систем контролю могли б більш повно оцінити



ефективність використання пропонуванних методів.

4. У дисертаційній роботі (розділ 3) розглядається апаратний контроль чисельних даних, які представлені у СЗК. При цьому автором дисертаційної роботи запропоновано клас технічних засобів для контролю, діагностики та виправлення помилок даних, на які отримано патенти України. Автору було б доцільно, спираючись на результати раніш опублікованих наукових праць, провести оцінку ефективності застосування тестового контролю та діагностики технічного стану, щодо розроблених у дисертації засобів.

5. У дисертаційній роботі немає чіткого обґрунтування економічної доцільності створення та можливого використання запропонованих патентоздатних технічних рішень. Така необхідність пов'язана з тим, що в умовах ринкової економіки це є важливим аспектом можливого комерційного використання отриманих практичних результатів роботи.

6. Отримані у роботі результати розрахунку оцінки оперативності контролю та діагностики даних, можливо доцільно представити також у вигляді графічних залежностей. Це дозволило б більш наглядно відобразити результати розрахунків.

7. Автору дисертаційної роботи було б доцільно сформулювати перспективи використання запропонованих методів й пристроїв для сучасних засобів комп'ютерної техніки для обробки великих масивів числових даних «Big Data».

8. В роботі розроблені методи підвищення оперативності контролю та діагностики помилок числових даних у СЗК, які є перспективними для використання для систем управління мобільними пристроями в реальному часі. Автору було б доцільно привести приклад такого використання.

9. В авторефераті, а також у дисертації зустрічаються окремі стилістичні похибки, пов'язані у першу чергу з перекладом науково-технічного тексту на українську мову.

Але зазначені недоліки та зауваження не впливають на загальний позитивний висновок щодо даної дисертаційної роботи.

## ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота Кошмана Сергія Олександровича є завершеною науково-дослідницькою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу та актуальну науково-технічну проблему по розробці методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах.

Дисертація відповідає вимогам "Порядку присудження наукових ступенів" (Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, зі змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів № 656 від 19 серпня 2015 року та № 1159 від 30 грудня 2015 року), та вимогам до оформлення дисертації (Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 №40), а її автор, Кошман С. О., заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

### Офіційний опонент

професор кафедри автоматизації  
проекування обчислювальної техніки  
Харківського національного університету  
радіоелектроніки,

доктор технічних наук, професор

«10» 05 2019р.

Підпис проф. Кривулі Г.Ф.  
підтверджую:

Учений секретар ХНУРЕ

 Г.Ф.Кривуля



 І.В. Магдаліна

*Відсутній офіційний опонент  
надійшов до спеціалізованої Вченої Ради Д64.051.29  
10 травня 2019р.*

*Учений секретар спеціалізованої Вченої Ради  
Д64.051.29 (Колованова Є.П.)  
10.05.2019*