

ВІДГУК

офіційного опонента професора кафедри інформаційних технологій факультету №4 Харківського національного університету внутрішніх справ, доктора технічних наук, професора Можасєва Олександра Олександровича на дисертацію Кошмана Сергія Олександровича “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. Науково-технічний прогрес постійно стимулює удосконалення існуючих і розвиток нових комп'ютерних систем та їх компонентів. Подальший перспективний шлях вдосконалення інформаційних технологій та перспектива їх розвитку, можливий за рахунок розробки та впровадження високопродуктивних комп'ютерних систем компонентів обробки цілочислових даних (КСКОЦД), адже світові тенденції підтверджують необхідність швидких, достовірних та високоточних цілочислових арифметичних обчислень.

Аналіз сучасної технічної літератури, показав, що одним із сучасних напрямків підвищення ефективності функціонування КСКОЦД, що функціонують у двійкових позиційних системах числення, є застосування мікроелектронної елементної бази – швидкодіючих ВІС, НВІС та ПЛІС. Вважалося, що цілком достатньо реалізувати КСКОЦД у мікроелектронному вигляді і задача забезпечення продуктивності буде повністю вирішена. Однак досвід останніх років дослідження, проектування та впровадження швидкодіючих комп'ютерних систем показав, що перехід тільки на нову елементну базу не є достатнім для кардинального вирішення задачі підвищення продуктивності КСКОЦД. Тому, в останні роки, дослідження в галузі створення надшвидкодіючих КСКОЦД показують прогресуюче зростання інтересу до відомої непозиційної системи числення у залишкових класах (СЗК). На сьогоднішній день вирішені основні теоретичні питання СЗК та розроблений її математичний апарат, також отримано ряд цікавих результатів у практичному використанні СЗК, що дає змогу значно підвищити швидкодію реалізації арифметичних операцій.

Проте цілком слушним є висновок про те, що високі технічні характеристики цифрових систем, насамперед функціональність і надійність, безпосередньо впливають на ступінь досконалості об'єктів, до яких вони входять. Забезпечення високої надійності цифрових систем, неможливо без розвинутих засобів контролю та діагностики. Таким чином, досконалість методів і засобів

контролю та діагностики є важливою характеристикою комп'ютерних систем, значення якої зростає внаслідок ускладнення їх елементарної бази, структури та функцій, що виконуються.

До теперішнього часу існує невирішена проблема побудови ефективної системи оперативного контролю та діагностики даних, що представлені у СЗК, а це у свою чергу стримує широкі потенційні можливості швидкої обробки даних, що закладені у властивостях СЗК. Ця обставина породжує протиріччя, яке обумовлено відсутністю теоретичних і практичних розробок ефективних методів контролю та діагностики даних КСКОЦД у СЗК, що обумовлює наявність наступної конфліктної ситуації. З одного боку, між існуючою можливістю значного підвищення швидкодії виконання цілочислових арифметичних операцій, а з іншого боку, низькою оперативністю існуючих методів та засобів контролю та діагностики результатів обчислень.

Отже, дослідження, що присвячені розробці методів та засобів оперативного контролю та діагностики КСКОЦД у СЗК, є дуже актуальними, та обумовлюють тему, мету, об'єкт та предмет наукових досліджень, а також науково-технічну проблему даної дисертаційної роботи.

Метою роботи є підвищення оперативності контролю та діагностики помилок даних, що представлені у системі залишкових класів.

У дисертації сформульована та вирішена важлива та актуальна *науково-технічна проблема дисертації* – розробка методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, пріоритетними напрямками розвитку науки й техніки. Дослідження, результати яких викладені в дисертації, проводились відповідно до державних планів НДР, які виконувались у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна та у Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка:

– "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 цілочисельних даних, що представлені у непозиційній

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

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, задачі досліджень, об'єкт та предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У *першому розділі* дисертації було проведено дослідження методів підвищення оперативності контролю та діагностики цілочислових даних, що представлені у СЗК. Проведений аналіз непозиційних КСКОЦД, показав, що існуючі методи оперативного контролю та діагностики цілочислових даних не завжди задовольняють вимогам щодо забезпечення високої оперативності. Значний час контролю та діагностики даних позбавляє КСКОЦД, що функціонують у СЗК, переваги у швидкій реалізації процесу обробки даних. Це дозволило автору досить чітко і логічно обрати напрямок подальших досліджень, провести уточнення мети та часткових завдань дисертаційної роботи.

У *другому розділі* дисертації досліджено вплив властивостей системи залишкових класів на структуру і процес функціонування компонентів комп'ютерної системи обробки цілочислових даних. На підставі зазначених властивостей, у роботі узагальнені принципи технічної реалізації основних арифметичних операцій у СЗК: суматорний, принцип кільцевого зсуву і табличний принцип. З урахуванням даних принципів, у подальших розділах дисертаційної роботи, було розроблено методи та засоби контролю та діагностики даних.

Третій розділ роботи присвячено дослідженню коригувальних властивостей непозиційних кодових структур у СЗК. У роботі показано, що у залишкових класах інформаційна та контрольна частини рівноправні щодо реалізації будь-якої арифметичної операції. У цьому аспекті виникає можливість побудови НКС, що виявляють і виправляють помилки даних, які представлені у СЗК.

У *четвертому розділі* дисертації розроблено метод контролю даних у СЗК, що заснований на принципі паралельної нульовизації. Розроблений метод контролю ґрунтується на процедурі використання парної нульовизації чисел з додатковою операцією попередньої вибірки залишків. Використання розробленого методу у порівнянні з існуючими методами, які засновані на принципі нульовизації, дозволяє, залежно від довжини машинного слова КСКОЦД, на 25-60 % підвищити оперативність контролю даних.

Також у даному розділі розроблено метод контролю даних у системі залишкових класів, що заснований на використанні позиційної ознаки непозиційної кодової структури. Цей метод, у порівнянні з існуючими методами дозволяє до 66 % підвищити оперативність контролю даних представлених у СЗК.

У відповідності з поставленими завданнями досліджень, у четвертому розділі

розроблено метод підвищення достовірності оперативного контролю даних, що представлені у СЗК. Використання цього методу забезпечує отримання достовірного результату контролю з точністю до одиниці довжини числового інтервалу.

У *п'ятому розділі* роботи вдосконалено метод визначення альтернативної сукупності непозиційних кодових структур у СЗК. Розроблений метод зменшує кількість основ СЗК, що перевіряються, які входять в альтернативну сукупність чисел. Використання цього методу дозволяє підвищити оперативність діагностики помилок даних до 30 %.

Також у даному розділі вдосконалено метод оперативної діагностики даних, що представлені у СЗК. Цей метод дозволяє підвищити оперативність стягування альтернативної сукупності залежно від величини розрядної сітки КСКОЦД від 6 до 19%.

Використання запропонованих методів оперативної діагностики даних підвищує загальну ефективність і доцільність використання в обчислювальних системах непозиційних кодових структур у СЗК.

Шостий розділ дисертаційної роботи присвячений корекції даних непозиційних кодових структур. У ньому представлені методи виправлення помилок у СЗК, які засновані на використанні як взаємно простих, так і взаємно непростих основ.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Достовірність отриманих у дисертації науково-практичних результатів підтверджується коректним використанням принципів системного аналізу, положень теорії чисел, теорії обчислювальних процесів і систем, теорії кодування у СЗК та результатів теоретичних досліджень при розробці методів і засобів оперативного контролю та діагностики даних, що представлені у СЗК.

Новими науковими результатами, отриманими у дисертації Кошмана С. О., є:

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. Розроблені у дисертаційній роботі методи та засоби оперативного контролю та діагностики даних, є науково-методологічною основою для практичного створення системи контролю КСКОЦД у СЗК. На основі розроблених і вдосконалених у дисертаційній роботі методів, синтезовані алгоритми контролю, діагностики та корекції помилок на основі, яких отримано 22 патенти України.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у приватне акційне товариство "Інститут інформаційних технологій", м. Харків, 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" та "Аналіз, дослідження, розробка та стандартизація криптографічних систем для захисту інформації в пост-квантовому середовищі, в умовах інформаційних і гібридних війн", 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", в навчальний процес кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка при викладанні дисципліни "Мікропроцесорні керуючі пристрої".

Завершеність, стиль викладання, публікації. Аналіз сукупності наукових та практичних результатів, представлених у дисертаційній роботі Копмана С. О., дозволяє зробити висновок про їх внутрішню єдність і засвідчує особистий внесок автора в науку. Він полягає в тому, що здобувач розвинув методи та засоби оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах.

Дисертаційна робота написана зрозуміло і грамотно, науково-технічна термінологія використовується логічно та коректно. Стиль викладу матеріалів дисертації логічний.

Основні результати досліджень опубліковані досить повно на потрібному рівні у 71 науковій друкованій праці (37 наукових статей, 22 патенту України, 9 тези доповідей) та пройшли апробацію на міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

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 п. 1 – 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; за п. 2 – 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.

Наукові положення кандидатської дисертації, яку здобувач захистив у 2010 р., не використовувались у даній докторській дисертаційній роботі та повторно не захищаються.

Недоліки та зауваження. Основними недоліками та зауваженнями дисертації є:

1. Відомо, що СЗК може застосовуватись, як для представлення чисел, так і для представлення кодів, що визначають адреси у запам'ятовуючому пристрої КСКОЦД, а також для представлення кодів операцій та мікрокоманд. Нажаль питання контролю та корекції у цьому аспекті дисертації не були розглянуті. Дана обставина звужує область досліджень ефективного застосування СЗК.

2. У СЗК адресна та числова частини запам'ятовуючого пристрою КСКОЦД складаються з незалежних трактів обробки даних, що відповідають різним основам, у яких представлені числа та адреси. У дисертації не достатньо проаналізовано важливе практичне питання виправлення групи помилок при умові, що їх число не перевищує коригувальні можливості СЗК.

3. У дисертації автор детально не розглядав коригувальні можливості СЗК з двома та більш контрольними основами. Відомо, що для СЗК з декількома контрольними основами, існує обставина, що пов'язана з вибором інформаційних та контрольних модулів, при якому наявність навіть третьої та четвертої відмов дозволяє зберегти її повну або часткову роботоздатність. У цьому аспекті автору необхідно було провести додаткове дослідження процесу забезпечення роботоздатного стану КСКОЦД, шляхом використання методу поступової

деградації характеристик (швидкодія, точність та достовірність обчислень) КСКОЦД, з урахуванням значень оперативності системи контролю.

4. Для виявлення помилок у арифметико-логічному пристрою використовуються ті ж самі технічні схеми пристрою керування, які виробляють сигнали умовного переходу та сигнали переповнення. При цьому контроль та діагностика помилок, що виникають у цих схемах, здійснюється пристроями обробки адреси запам'ятовуючого пристрою або пристрою керування. Для виправлення помилок у незалежних трактах обробки даних у СЗК повинні застосовуватись спеціальні підпрограми. У дисертації автору необхідно було б у якості прикладу розробити підпрограми виправлення помилок для конкретної непозиційної кодової структури, що задана інформаційними та контрольними основами СЗК. Наявність таких підпрограм дало б змогу оцінити ефективність використання непозиційних кодових структур для виправлення помилок даних.

5. Для реалізації методів контролю та діагностики даних у СЗК у дисертації (табл. 4.12, стор. 193) представлена сукупність інформаційних та контрольної основ СЗК для 1-байтових розрядних сіток обчисловача. Але у роботі не представлений метод вибору цих основ для табличної реалізації модульних операцій у СЗК. Це не дає можливості провести оцінку впливу вибраної системи основ на оперативність контролю та діагностики даних.

6. У розділі 5.4 запропоновано новий метод оперативної діагностики даних, що розроблений на основі застосування процедури формування числових інтервалів та ознак даних квадрантів знаходження АС чисел у СЗК. Автором зазначено, що застосування цього методу дозволяє зменшити час визначення АС чисел у СЗК (час діагностики) у порівнянні з двоступеневою діагностикою. Однак у роботі не проведено порівняльного аналізу оперативності діагностики даних розробленого методу з відомими методами діагностики у СЗК. Наявність результатів такого порівняльного аналізу дало б змогу оцінити перспективу подальшого розвитку запропонованого методу оперативної діагностики даних у СЗК.

7. У розділі 6.5 автором описуються методи та алгоритми корекції помилок даних у СЗК яка представлена взаємно попарно не простими основами (*L*-коди). Автор дисертації уточнює основні теоретичні положення корекції помилок зі взаємно не простими основами з точки зору підвищення оперативності контролю. На основі розглянутих методів корекції помилок даних розроблені алгоритми на основі яких синтезовані патентоздатні пристрої для їх реалізації. Автор підтверджує висновок, що *L*-коди забезпечують максимально можливу оперативність контролю даних у СЗК. Нажаль у дисертації не визначено подальший практичний напрямок застосування *L*-кодів. На наш погляд на теперішній час *L*-коди мають лише теоретичний інтерес. Це пов'язано з великою надмірністю представлення та обробки кодових слів.

8. Автором дисертації не розглянуті питання отримання та застосування АС чисел при вирішенні конкретної задачі. Відомо, що АС чисел залежить від типу операцій (додавання, віднімання та множення), що виконуються у даній задачі або алгоритмі. У зв'язку з цим, у дисертації не розглянуте важливе питання впливу типу та кількості арифметичних операцій, що виконуються, на отримання АС. Наявність цього недоліку не дає змогу точно оцінити час формування АС чисел.

Але вище означені недоліки та зауваження не впливають на загальний позитивний висновок щодо даної дисертації.

Загальні висновки. Дисертаційна робота Кошмана С. О. є завершеною науково-дослідницькою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують 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 Сергій Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент:

професор кафедри
інформаційних технологій факультету №4
Харківського національного університету
внутрішніх справ,
доктор технічних наук, професор



О. О. Можасв



*Відсуєк секретарського апарату надійшов до
спеціалізованої Вченої ради Д 64.051.29
13.05.2019р.*

*Учений секретар спеціалізованої
Вченої Ради Д 64.051.29 /Малюванова С.М./
13 травня 2019р.*