

ВІДГУК

офіційного опонента – професора кафедри обчислювальної техніки та програмування факультету комп'ютерних та інформаційних технологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Кучука Георгія Анатолійовича на дисертаційну роботу 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 дисертаційного дослідження. Сучасні прогресивні інформаційні технології засновані на широкому використанні комп'ютерних систем і компонентів. Існує ряд науково-технічних областей і напрямів, де є необхідність у швидких, достовірних і високоточних цілочислових арифметичних обчисленнях. Це, у першу чергу, арифметичні операції над цілими числами і поліномами; цілочислове лінійне програмування; операції над числами і множинами; рішення багатовимірних NP-повних задач; реалізація алгоритмів маршрутизації; множення векторів і матриць; задача швидкого перетворення Фур'є і його додатки; нейромережеві системи обробки даних; задачі військового призначення; цифрова обробка сигналів і зображень; криптографічні перетворення; цілочислова арифметика високої точності; рішення завдань, пов'язаних з дослідженням космічного простору; високоточні цифро-аналогові і аналого-цифрові перетворення та ін.

У зв'язку з постійним ускладненням науково-технічних задач обробки цілочислових даних, що вирішуються, тенденція розвитку комп'ютерних систем і компонентів спрямована на підвищення швидкодії (продуктивності) і достовірності реалізації цілочислових арифметичних операцій. Результати, що проводились впродовж останніх років, дослідження методів підвищення продуктивності і достовірності обчислень комп'ютерних систем та компонентів обробки цілочислових даних показали, що у межах позиційних систем числення цього істотно добитись практично неможливо. В зв'язку з цим при використанні позиційних систем числення підвищення продуктивності комп'ютерних систем та компонентів обробки цілочислових даних здійснюється за рахунок підвищення тактової частоти, розвитку і застосування методів та засобів паралельної обробки даних. Такий підхід не завжди вирішує задачу кардинального підвищення швидкодії і достовірності виконання арифметичних операцій у позиційних системах числення. необхідний пошук шляхів підвищення продуктивності, напри-

клад, на основі використання нових структурних рішень шляхом застосування непозиційної машинної арифметики, зокрема, на основі використання непозиційної системи числення у залишкових класах. Використання системи залишкових класів, як системи числення, дозволяє істотно, в порівнянні з позиційними системами числення, підвищити швидкість (продуктивність) за рахунок можливості розпаралелювання арифметичних операцій на рівні мікрооперацій. Це здійснюється шляхом використання основних властивостей системи залишкових класів. Тому вирішена у дисертаційній роботі науково-прикладна проблема розробки методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах, є актуальною.

Характеристика та структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота містить сукупність моделей та методів, сформованих на підставі визначеного автором предмету дослідження – методів та засобів оперативного контролю та діагностики цілочислових даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у системі залишкових класів.

У *першому розділі* досліджено методи підвищення оперативності контролю та діагностики цілочислових даних, що представлені у системі залишкових класів, без зниження продуктивності обробки інформації. Проведений аналіз непозиційних комп'ютерних систем та компонент обробки цілочислових даних, показав, що їх структура наближається до високої міри однорідності, що дає змогу забезпечити незалежну і паралельну обробку кожного розряду числа. З урахуванням малої розрядності оброблюваних операндів комп'ютерних систем та компонент обробки цілочислових даних у системі залишкових класів може бути виконана у вигляді набору таблиць для реалізації ряду основних модульних операцій.

В *другому розділі* досліджено вплив властивостей системи залишкових класів на структуру і процес функціонування комп'ютерних систем та компонент обробки цілочислових даних. Аналіз властивостей системи залишкових класів (незалежність, рівноправність та малорозрядність залишків) показав, що узагальнена структурна схема комп'ютерної системи обробки цілочислових даних у системі залишкових класів представляє собою набір окремих мікро-ЕОМ, що функціонують незалежно один від одного та паралельно у часі. На підставі зазначених властивостей, узагальнені принципи технічної реалізації основних арифметичних операцій: суматорний, принцип кільцевого зсуву і табличний принцип. З урахуванням даних принципів розглянуто методи і алгоритми технічної реалізації модульних арифметичних операцій, результати яких, в подальшому, необхідно контролювати, діагностувати та коригувати.

У *третьому розділі* досліджено коригувальні властивості непозиційних кодових структур у системі залишкових класів. Показано, що у системі залишкових класів інформаційна і контрольна частини рівноправні щодо реалізації будь-якої арифметичної операції. У цьому аспекті виникає можливість побудови непозиційних кодових структур, що виявляють і виправляють помилки даних, що представлені у системі залишкових класів.

В *четвертому розділі* на основі аналізу існуючих методів контролю даних заснованих на принципі нульовизації (послідовної нульовизації) з визначенням подальшого залишку, паралельного віднімання, показано, що істотним недоліком, розглянутих методів контролю даних у системі залишкових класів є необхідність значних витрат часу, що зумовлює низьку оперативність контролю і непродуктивні обчислювальні витрати. До того ж ці методи не вичерпують можливості підвищення швидкодії реалізації процедури нульовизації чисел.

У *п'ятому розділі* вдосконалено метод визначення альтернативної сукупності непозиційних кодових структур, який заснований на реалізації функцій відповідності значень можливих помилок. Метод реалізований шляхом зменшення основ системи залишкових класів, що перевіряються, які входять в альтернативну сукупність чисел. Також розроблено метод оперативної діагностики непозиційних кодових структур на основі процедури інтервальних числових перерізів. Цей метод заснований на використанні процедури нульовизації і дає можливість виключити з альтернативної сукупності деякий обсяг надмірностей, по яких можлива помилка. На основі розроблених методів визначення альтернативної сукупності непозиційних кодових структур, синтезований алгоритм діагностування помилок на основі, якого отримано пристрій для його реалізації.

У *шостому розділі* описані методи корекції помилок у системі залишкових класів. Проведений аналіз виникнення помилок даних, що представлені у системі залишкових класів при виконанні обчислювального процесу показав, що помилка, яка виникає, може або зберігатись до кінця обчислення та проявляти себе як неправильний кінцевий результат, або може самоусунутись і кінцевий результат буде правильний. Самоусунення помилки може виникнути у разі накладення кількох збоїв по даній основі, а також при одиничному збої, коли проміжний результат множиться на число, що має нульову цифру по основі в якій виникла помилка. Тому корекцію помилок даних проводять у разі необхідності.

Структура роботи, яка складається із анотацій, вступу, 6 розділів основного змісту, висновків, списку використаних джерел і 2 додатків є обґрунтованою за логікою подання результатів досліджень. Загальний обсяг роботи становить 360 сторінок друкарського тексту, в тому числі список літератури із 181 найменування та двох додатків на 23 сторінках, робота містить численні ілюстрації та таблиці. Матеріали роботи викладено послідовно, стиль викладення забезпечує можливість сприйняття та однозначного трактування наукових результатів.

Зміст представленого автореферату стисло та у необхідному обсязі характеризує дисертацію.

Наукова новизна одержаних у роботі результатів полягає у наступному:

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 дисертаційної роботи полягає у наступному:

1. Результати рішення сформульованої у дисертації важливої та актуальної науково-технічної проблеми можуть бути покладені в основу науково-методологічного апарату для практичного створення високопродуктивних комп'ютерних систем та компонентів обробки цілочислових даних, які функціонують у системі залишкових класів.

2. Розроблені та удосконалені у дисертаційній роботі методи контролю та діагностики помилок даних доцільно використовувати при створенні системи контролю та корекції помилок для перспективних комп'ютерних систем та компонент обробки цілочислових даних у системі залишкових класів.

3. Застосування запропонованих у дисертації методів оперативного контролю даних у системі залишкових класів, які засновані на використанні принципу нульовизації і позиційній ознаці непозиційної кодової структури, дозволяє скоротити час контролю, що підвищує оперативність процедури контролю.

4. Запропоновані методи оперативної діагностики даних у системі залишкових класів дозволяють скоротити час, що підвищує оперативність процедури діагностики даних.

5. Розглянуті методи оперативного виправлення помилок даних у системі залишкових класів сприяли розробці засобів, які на відміну від існуючих дозволяють суттєво підвищити оперативність корекції помилок у системі залишкових класів.

6. На підставі запропонованих методів обробки даних у дисертації розроблені алгоритми для їх реалізації у відповідності, з якими синтезовані засоби обробки даних у системі залишкових класів у вигляді пристроїв, на які отримано

22 патенту України. Це підтверджує актуальність, новизну та практичну значущість отриманих у дисертації результатів.

Враховуючи наведені у дисертації результати та їх характер, можна говорити, що практичне значення роботи не викликає сумніву.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність. Дисертація є науково-обґрунтованим дослідженням, яке містить порівняння одержаних результатів із результатами, відомими у науці. Коректно сформульовано науково-прикладну проблему, яка полягає у розробці методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах. Акти про використання результатів дисертаційної роботи підтверджують висновки і рекомендації, які представлені у ній представлено. Теоретичні і практичні прийоми та методи досліджень, які використані під час виконання дисертаційного дослідження застосовано коректно.

Повнота викладу результатів досліджень у опублікованих працях. Основні положення дисертації, які в достатній мірі висвітлюють результати роботи, що виносяться на захист, опубліковані у 71 друкованій роботі, з яких 3 колективні монографії, 37 наукових статей (у тому числі з 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.

Представлений перелік опублікованих праць, їх зміст та обсяг відповідають темі роботи, у повному обсязі відображають сформульовані положення, отримані наукові результати та висновки.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Під час проведення дослідження впливу властивостей систем залишкових класів на структуру та процес функціонування компонентів комп'ютерної системи обробки цілочислових даних (підрозділ 1.2) практично не наведено жодних значень числових показників, які б підтверджували зроблені здобувачем висновки щодо шляхів ефективного використання властивостей систем залишкових класів при обробці даних, підвищенні відмовостійкості, надійності та живучості функціонування комп'ютерних систем та компонент обробки цілочислових даних. Доцільно було б більш детально висвітлити обґрунтування передумов до можливості створення ефективних методів контролю та діагностики помилок даних при введенні мінімальної інформаційної і часової надмірності.

2. Перший розділ дисертації присвячено дослідженню методів підвищення оперативності контролю та діагностики помилок компонентів комп'ютерних систем обробки цілочислових даних реального часу, що представлені у системі залишкових класів, формулюванню проблеми та задач досліджень. Слід зауважити, що постановочна частина дисертації виглядала б краще, якби більш наглядно (у вигляді діаграм та графіків) були б наведені порівняльні характеристики існуючих методів оперативності контролю та діагностики помилок компонентів комп'ютерних систем обробки цілочислових даних реального часу. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків щодо необ-

хідності розробки методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах.

3. У третьому розділі дисертації розроблений метод формування позиційної ознаки непозиційної кодової структури. Теоретично показано, що наявність і використання цієї ознаки дозволяє істотно підвищити оперативність процесів контролю та діагностики, але, нажаль, відсутні як приклади, котрі підтверджують даний висновок, так і оцінки показників оперативності, що, в свою чергу, ускладнює розуміння зробленого висновку.

4. У четвертому розділі дисертаційної роботи на основі результатів аналізу існуючих методів контролю даних у системі залишкових класів розроблений метод контролю даних, заснований на принципі паралельної нульовизації з попереднім аналізом подальших симетричних залишків числа, що контролюється. Здобувачем показано, що даний метод, у порівнянні з існуючими, котрі засновані на принципі нульовизації, дозволяє, залежно від довжини машинного слова комп'ютерної системи обробки цілочислових даних, підвищити оперативність контролю даних. Даний алгоритм є досить ефективним, але чітко не наведені умови та обмеження при його використанні, крім того, слід було б провести аналіз його впливу на деякі суттєві параметри комп'ютерної системи.

5. Четвертий, п'ятий та шостий розділи роботи насичені великою кількістю методів, котрі у сукупності дозволяють вирішити наукову-прикладну проблему розробки методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах. Всі представлені методи теоретично обґрунтовані, достатньою є кількість прикладів використання даних методів. Але дещо знижує позитивне враження відсутність кількісного порівняння запропонованих здобувачем методів з існуючими, які вирішують аналогічні завдання. Бажано було б навести таке порівняння або для деяких базових методів, або для їх сукупності при контролі та діагностиці компонентів комп'ютерної системи.

Викладені зауваження у цілому не впливають на ключові положення дисертаційної роботи та не погіршують її позитивну оцінку.

Загальні висновки:

1. Дисертаційна робота Кошмана С.О. на тему «Методи та засоби оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи у залишкових класах» є самостійною, завершеною науковою працею, яка містить розв'язання актуальної науково-прикладної проблеми, пов'язаної з розробкою методів оперативного контролю та діагностики даних компонентів комп'ютерної системи, що функціонують у залишкових класах.

2. Стиль викладу матеріалів послідовний та відповідає вимогам до наукових праць. Висновки до розділів стисло, але повною мірою характеризують отримані результати. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення роботи та одержані ним результати. Обсяг апробацій та публікацій відповідає чинним вимогам.

3. Дисертаційна робота за змістом відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

4. Текст автореферату з необхідною повнотою відображає зміст дисертації.

5. У представленій дисертаційній роботі відсутні результати, які були розглянуті у дисертаційній роботі Кошмана С. О. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

6. За актуальністю, оригінальністю, обсягом та рівнем, повнотою розв'язання наукових та практичних завдань, новизною, цінністю і ступенем обґрунтування отриманих результатів, висновків і практичних рекомендацій дисертаційна робота відповідає вимогам до докторських дисертацій п. 9, 10, 12 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року (зі змінами), а її автор, Кошман Сергій Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент

професор кафедри обчислювальної техніки та програмування

Національного технічного університету

"Харківський політехнічний інститут",

доктор технічних наук, професор



Г. А. Кучук

« 8 » травня 2019 року



Відсек департаменту
до спеціалізованої
10 травня 2019р.
опонента кафедри
Вченої Ради Д 64.051.29

Учений секретар
Ради Д 64.051.29
Колованова Е.П.
10.05.2019р.