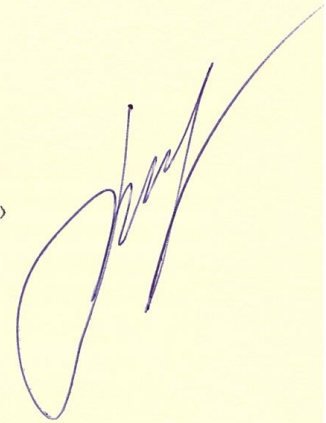


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



ЗАГУМЕННА Катерина Вікторівна

УДК 681.32

**МЕТОДИ І СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ
ШВИДКОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ,
ПРЕДСТАВЛЕНИХ У ЦІЛОЧИСЕЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ,
НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ КОДІВ КЛАСУ ЛИШКІВ**

05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка Міністерства аграрної політики та продовольства України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Краснобасв Віктор Анатолійович,
Полтавський національний технічний університет
ім. Юрія Кондратюка,
завідувач кафедри комп'ютерної інженерії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кривуля Геннадій Федорович,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
професор кафедри автоматизації
проектування обчислювальної техніки;

доктор технічних наук, доцент
Мірошник Марина Анатоліївна,
Українська державна академія залізничного транспорту,
доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем.

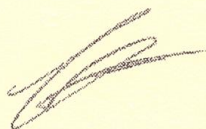
Захист відбудеться 27 червня 2014 р. о 14. 30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.14 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Автореферат розісланий

24 травня 2014 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Ліберг І. Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Головним напрямом вдосконалення обчислювальних пристроїв у позиційних системах числення (ПСЧ) є задоволення вимоги неухильного зростання продуктивності реалізації обчислень, у тому числі цілочисельних. Дослідження і розробки в цьому напрямі дозволили обґрунтувати перспективний напрям зростання продуктивності реалізації цілочисельних обчислень у ПСЧ, заснований на принципах розпаралелювання обчислень. Проте не завжди вдається розпаралелювати довільні алгоритми взагалі, а до того ж усі існуючі методи підвищення продуктивності в ПСЧ мають загальний недолік: неможливість максимально розпаралелювати розв'язуємі алгоритми на рівні елементарних операцій.

Тому одним з можливих напрямів у розв'язанні задачі підвищення продуктивності цілочисельних обчислень є перехід до машинної арифметики з нетрадиційним представленням операндів. Однією з таких нетрадиційних машинних арифметик, яка отримала найбільше практичне вживання, є непозиційна система числення в класі лишків (КЛ).

Результати досліджень у галузі створення обчислювальних засобів обробки цілочисельних даних (ОЗОЦД) відомих авторів (Волох М., Свобода А., Сабо Н., Акушський І. Я., Юдицький Д. І., Глушков В. М., Торгашев В. А., Синьков М. В., Амербаєв В. М., Коляда А. А., Пак І. Т., Вишинський В. А., Blum T., Paar C., Kawamura S., Ko Ae M., Sano F., Shimbo A., Paulier P., Thornton M.A., Dreschler R., Miller D. M. і ін.) показали, що використання КЛ як системи числення комп'ютерних обчислювальних засобів, призначених для реалізації в додатному числовому діапазоні цілочисельних арифметичних операцій додавання, віднімання і множення, може істотно підвищити продуктивність розв'язання задач певного класу. Проте необхідно відзначити, що існує багаточисельний клас алгоритмів і задач (задачі маршрутизації, задачі оптимізації і ін.), де окрім виконання цілочисельних арифметичних операцій додавання, віднімання і множення в додатному числовому діапазоні, існує необхідність реалізації перерахованих вище арифметичних операцій у від'ємному числовому діапазоні. Окрім цього, безліч задач даного класу містить велику кількість операцій порівняння цілих чисел. У КЛ операція порівняння даних відноситься до складних (позиційних) часових операцій. Значний час виконання операцій арифметичного і алгебраїчного порівняння істотно знижує загальну ефективність використання КЛ як системи числення ОЗОЦД.

У зв'язку з вказаним усунення відмічених недоліків шляхом вдосконалення методів і засобів швидкої обробки цілочисельної інформації на основі використання класу лишків, є актуальною задачею. Розв'язання вказаних задач визначило напрямок досліджень дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі автоматизації і комп'ютерно – інтегрованих технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка у рамках завдань

фундаментальних держбюджетних НДР МОН України: «Дослідження і розробка високоефективних мікроелектронних обчислювальних та керуючих пристроїв з нетрадиційною архітектурою» (ДР № 0104U005149, 2004-2006 р.р.); «Розробка та дослідження надшвидкодійних і надійних систем і засобів обробки цифрової інформації на основі використання непозиційних кодових структур модулярної арифметики» (ДР № 0107U001631, 2007-2010 р.р.); «Концепція, принципи, методи та засоби створення швидкодійних і надійних систем обробки даних в реальному часі на основі застосування непозиційної системи числення в класі лишків» (ДР № 0113U003306, 2013-2015 р.р.); «Розвиток, стандартизація, уніфікація, удосконалення та впровадження інфраструктури відкритих ключів, включаючи національну систему електронного цифрового підпису (ЕЦП)» (Харківський національний університет радіоелектроніки НДР № 262-1, № ДР 0109U002573, 2009-2012 р.р.), де здобувач був виконавцем розділів з розробки методів і засобів підвищення швидкодії реалізації цілочисельних операцій на основі застосування непозиційних кодових структур класу лишків.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення швидкодії реалізації цілочисельних операцій шляхом використання методів і спеціалізованих комп'ютерних засобів обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді на основі застосування кодів класу лишків.

Мета роботи досягається розв'язанням наступних задач:

- дослідити методи і засоби швидкої обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді;
- удосконалити математичну модель реалізації модульних операцій, котра дозволяє здійснювати операцію алгебраїчного множення, шляхом представлення чисел у штучній формі;
- розробити метод арифметичного порівняння даних у класі лишків;
- удосконалити метод алгебраїчного порівняння даних у класі лишків;
- розробити технічні рішення щодо створення засобів швидкої реалізації цілочисельних операцій на основі застосування непозиційних кодових структур класу лишків.

Об'єкт дослідження - процеси обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді в непозиційній системі числення класу лишків.

Предмет дослідження - методи і спеціалізовані комп'ютерні засоби швидкої обробки даних, представлених в цілочисельному вигляді, на основі вживання коду класу лишків.

Методи дослідження. В основу проведених у роботі досліджень покладені принципи системного аналізу, теорія чисел і теорія обчислень. При дослідженні методів і засобів швидкої обробки даних використовувалися принципи системного підходу. При удосконаленні математичної моделі реалізації модульних операцій, при розробці методу арифметичного порівняння, при удосконаленні методу алгебраїчного порівняння даних у класі лишків використовувалася теорія чисел (розділи: теорія подільності і теорія порівнянь) і теорія обчислень. При розробці технічних рішень щодо створення засобів реалізації цілочисельних операцій на основі застосування непозиційних

кодових структур класу лишків використовувалися методи аналізу і синтезу технічних засобів обробки даних.

Наукова новизна отриманих результатів:

- вдосконалена математична модель процесу обробки даних у класі лишків за рахунок можливості реалізації табличної модульної операції алгебраїчного множення шляхом представлення чисел у штучній формі, що підвищує швидкодію реалізації цілочисельних операцій у класі лишків;

- вперше розроблений метод арифметичного порівняння чисел у класі лишків, який на відміну від відомих заснований на використанні позиційної ознаки непозиційної кодової структури числа, що дозволяє підвищити швидкість виконання цілочисельної операції порівняння даних;

- вдосконалений метод порівняння чисел у класі лишків за рахунок можливості алгебраїчного порівняння чисел шляхом формування і використання позиційного однорядкового коду чисел, що забезпечує зменшення часу використання цілочисельних операцій алгебраїчного порівняння даних.

Практичне значення отриманих результатів для галузі комп'ютерної техніки:

1. Розроблені і вдосконалені методи обробки інформації, представленої в цілочисельному вигляді, є науково-методологічною основою для практичного створення високопродуктивних обчислювальних комп'ютерних систем і засобів швидкої обробки цілочисельних даних, які функціонують у непозиційній системі числення класу лишків.

2. Вдосконалена математична модель процесу обробки даних у класі лишків є подальшим розвитком практичного використання табличного методу реалізації модульних операцій в КЛ. При цьому застосування табличних методів дозволило підвищити швидкодію реалізації арифметичних цілочисельних операцій.

3. Обґрунтовано, що зі збільшенням довжини розрядної сітки ОЗОЦД, яке характерно для сучасної тенденції розвитку комп'ютерних обчислювальних систем і засобів обробки великих масивів інформації в реальному часі, ефективність вживання коду в КЛ для підвищення швидкодії реалізації цілочисельних операцій, в порівнянні з ПСЧ, підвищується.

4. На основі розроблених методів швидкої обробки даних, представлених в цілочисельному вигляді, в дисертації синтезовані алгоритми для їх реалізації. Відповідно до алгоритмів обробки даних запропонований клас технічних засобів, на які отримано 13 патентів України.

Результати дисертаційної роботи впроваджено: у ЗАТ «Інститут інформаційних технологій», м. Харків (акт впровадження від 22.11.2011 р.) та у навчальному процесі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка (акт впровадження від 21.12.2012 р.).

Особистий внесок здобувача. Основні результати, що виносяться на захист дисертаційної роботи, отримані здобувачем самостійно. Серед них

розробка методу арифметичного порівняння чисел у класі лишків, що підвищує швидкодію виконання цілочисельної операції порівняння даних; удосконалення математичної моделі процесу обробки даних у класі лишків за рахунок представлення чисел у штучній формі; удосконалення методу порівняння чисел у класі лишків за рахунок можливості алгебраїчного порівняння чисел шляхом формування і використання позиційного однорядового коду чисел, участь у провадженні. Постановка задач дослідження, аналіз і обговорення отриманих результатів виконувались здобувачем спільно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались на: Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми енергозабезпечення і енергозбереження в АПК України» (м. Харків, ХНТУСГ, 2007, 2011, 2012 р. р.); III-му Міжнародному форумі молоді «Молодь і сільськогосподарська техніка в 21 столітті» (м. Харків, ХНТУСГ, 2007 р.); VII-й Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатики і моделювання» (м. Харків, НТУ (ХП), 2007 р.); I –й науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» (м. Харків-Київ, ХНДІТМ, 2010 р.); I-й Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні технології в навігації і управлінні: стан і перспективи розвитку» (м. Київ, ЦНІН, 2010 р.); 64-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету (м. Полтава, ПНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2012 р.); 25-й Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективні комп'ютерні керуючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України» (Алушта, Україна, 2012 р.).

Публікації. Основний зміст дисертації відображено у 30 наукових публікаціях, з них 11 статей у наукових фахових виданнях України (5 у наукометричних базах даних), 13 патентів України, 6 тез доповідей – у матеріалах наукових конференцій.

Структура і вміст роботи. Дисертація складається з вступу, 4-х розділів, висновків по дисертації, списку використаних джерел і додатку. Загальний обсяг дисертації складає 188 сторінок у тому числі: 14 рисунків і 48 таблиць за текстом, 6 рисунків на 5 окремих сторінках, 29 таблиць на 15 окремих сторінках; списку використаних джерел з 95 найменувань на 12 сторінках, додатку на 3 сторінках;

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дослідження; представлена інформація про зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами; сформульована мета роботи і задачі дослідження; сформульований об'єкт, предмет і методи дослідження; представлена характеристика наукової новизни і практичного значення отриманих результатів дослідження, а також особистий вклад здобувача; представлені дані про реалізацію, апробацію і публікацію наукових і практичних результатів дисертації.

У першому розділі досліджено методи і засоби швидкої обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді. Результати дослідження методів і

засобів підвищення продуктивності обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді, показали, що розробка і експлуатація перспективних ОЗОЦД можуть бути ефективно реалізовані на комп'ютерних кластерах, які функціонують у непозиційній системі числення класу лишків. Показано, що використання кодів у класі лишків дозволяє створити пристрої з паралельною обробкою цілочисельних даних.

Результати експлуатації комп'ютерного кластера (В'ятський держаний університет, у рамках програми «Університетський кластер») показали високу ефективність реалізації цілочисельних арифметичних операцій у КЛ, зокрема, при реалізації операцій множення матриць. Проте необхідність реалізації модульних операцій (додавання, віднімання, множення) у від'ємному числовому діапазоні, а також виконання не модульних операцій, зокрема виконання операції порівняння, стримує використання комп'ютерного кластера для широкого класу задач, де необхідно реалізувати вище перелічені операції. Даний клас задач має підвищену обчислювальну складність, що вимагає розробки методів і засобів швидкої обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді. Виходячи з цього визначена мета роботи, науково – технічна задача, сформульовані частинні задачі дослідження.

У другому розділі розв'язана задача удосконалення математичної моделі реалізації модульних операцій у класі лишків. З аналізу методів реалізації арифметичних операцій у КЛ вибраний табличний метод, який забезпечує максимальну швидкодію, оскільки результат операції може бути отриманий за один машинний такт. Саме тому і запропоновано використовувати цей метод для підвищення продуктивності обчислювальних засобів обробки цілочисельних даних.

Для розробки методів і алгоритмів арифметичного множення чисел необхідно заздалегідь мати і надалі використовувати математичну модель (ММ) процесу табличної реалізації операції модульного множення у КЛ. У науково-технічній літературі описано декілька математичних моделей (ММ), на підставі яких реалізовані табличні методи і алгоритми модульного множення чисел у класі лишків. Але певна обмеженість цих ММ полягає в тому, що їх використання не дає можливості створити табличний метод реалізації операції множення у КЛ, як у додатному, так і у від'ємному числовому діапазоні. Тому для побудови ММ процесу табличної реалізації множення у КЛ як для додатного, так і для від'ємного числових діапазонів представимо вхідні числа A і B у наступному вигляді (штучна форма представлення чисел у КЛ): $a'_i = a_i + m_i / 2$ і $b'_i = b_i + m_i / 2$, для m_i – парних чисел; $a'_i = a'_i + (m_i - 1) / 2$; $b'_i = b'_i + (m_i - 1) / 2$, для m_i – непарних чисел.

Здійснивши математичні перетворення, використовуючи властивість симетрії таблиць, а так само враховуючи код інформаційного стискання даних, отримано ММ процесу табличної реалізації операцій алгебраїчного множення у КЛ. В результаті отримані наступні моделі чисел:

- для m_i – непарного числа:

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned}
 & \{ (a_i \cdot b_i) \bmod [(m_i - 1) / 2] \}' = \{ [(\gamma_{a_i}, a_i) \cdot (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [(m_i - 1) / 2] \}' = \\
 & = (a_i' \cdot b_i') \bmod m_i + (m_i - 1) / 2 = \{ [\gamma_{a_i}', (a_i')^*] \cdot [\gamma_{b_i}', (b_i')^*] \} \bmod m_i + \\
 & + (m_i - 1) / 2 = \{ \gamma_{a_i}', [(a_i')^* \cdot (b_i')^*] \bmod m_i + (m_i - 1) / 2; \\
 & \{ (a_i \cdot b_i) \bmod [(m_i - 1) / 2] \}' = \{ [(\gamma_{a_i}, a_i) \cdot (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [(m_i - 1) / 2] \}' = \\
 & = (a_i' \cdot b_i') \bmod m_i = \{ [\gamma_{a_i}', (a_i')^*] \cdot [\gamma_{b_i}', (b_i')^*] \} \bmod m_i = \\
 & = \{ \gamma_{a_i}', [(a_i')^* \cdot (b_i')^*] \bmod m_i \}.
 \end{aligned} \right. \quad (1)
 \end{aligned}$$

- для m_i – парного числа:

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned}
 & (a_i \cdot b_i) \bmod [m_i / 2] \}' = \{ [(\gamma_{a_i}, a_i) \cdot (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [m_i / 2] \}' = \\
 & = (a_i' \cdot b_i') \bmod m_i + m_i / 2 = \{ [\gamma_{a_i}', (a_i')^*] \cdot [\gamma_{b_i}', (b_i')^*] \} \bmod m_i + \\
 & + m_i / 2 = \{ \gamma_{a_i}', (a_i')^* \cdot (b_i')^* \} \bmod m_i + m_i / 2; \\
 & \{ (a_i \cdot b_i) \bmod [m_i / 2] \}' = \{ [(\gamma_{a_i}, a_i) \cdot (\gamma_{b_i}, b_i)] \bmod [m_i / 2] \}' = \\
 & = (a_i' \cdot b_i') \bmod m_i = \{ [\gamma_{a_i}', (a_i')^*] \cdot [\gamma_{b_i}', (b_i')^*] \} \bmod m_i = \\
 & = \{ \gamma_{a_i}', [(a_i')^* \cdot (b_i')^*] \bmod m_i \}.
 \end{aligned} \right. \quad (2)
 \end{aligned}$$

На підставі запропонованих методів проведений розрахунок і порівняльний аналіз часу реалізації цілочисельних арифметичних операцій у ПСЧ і у КЛ, результати яких представлені в табл. 1

З табл. 1 видно, що використання КЛ забезпечує підвищення швидкодії виконання арифметичних операцій у порівнянні з існуючими методами у ПСЧ. Так, для операцій додавання (віднімання) чисел використання КЛ, залежно від величини ℓ – байтового ($\ell = 1-4, 8$) машинного слова, за часом виконання арифметичних операцій в 7,5–63,5 разу ефективніше, ніж використання ПСЧ. Для операції множення чисел використання коду класу лишків в 64–4096 разу ефективніше, ніж використання звичайної двійкової ПСЧ.

Результати розрахунку і порівняльного аналізу часу реалізації цілочисельних арифметичних операцій у КЛ на основі використанні табличного методу (ТМ) і часу реалізації тих же операцій на основі використання суматорного методу (СМ) та методу кільцевого зсуву (МКЗ) показали наступне. Для операцій додавання (віднімання) використання табличного методу, залежно від величини ℓ – байтового ($\ell = 1-4, 8$) машинного слова, в 2,5–5,5 разу ефективніше, а для операції множення - в 9-36 разів ефективніше за часом виконання арифметичних операцій, чим використання суматорного методу в КЛ. Для операції складання (віднімання) використання табличного методу, залежно від величини ℓ – байтового машинного слова, у 10,5–159 разів ефективніше, а для операції множення у 31,5-4134 рази ефективніше за часом виконання арифметичних операцій, чим використання методу кільцевого зсуву у КЛ.

Таблиця 1- Результатів розрахунків і порівняльного аналізу часу реалізації цілочисельних арифметичних операцій у ПСЧ і у КЛ

l, ρ, m_n, k	T/τ								Виграш у КЛ					
	ПСЧ		КЛ						ПСЧ		КЛ			
	Додавання	Множення	Додавання			Множення			Додавання	Множення	Додавання		Множення	
			ТМ	СМ	МКЗ	ТМ	СМ	МКЗ			СМ	МКЗ	СМ	МКЗ
$l=1$ ($\rho=8$) $m_n=7$ $k=3$	15	12 8	2	5	21	2	18	63	7,5	64	2,5	10,5	9	31,5
$l=2$ ($\rho=16$) $m_n=13$ $k=4$	31	51 2	2	7	52	2	32	234	15, 5	25 6	3,5	26	16	117
$l=3$ ($\rho=24$) $m_n=19$ $k=4$	47	11 52	2	9	95	2	50	513	23, 5	57 6	4,5	47,5	25	256, 5
$l=4$ ($\rho=32$) $m_n=29$ $k=4$	63	20 48	2	9	145	2	50	2030	31, 5	10 24	4,5	72,5	25	1015
$l=8$ ($\rho=64$) $m_n=53$ $k=6$	12 7	81 92	2	11	318	2	72	6500	63, 5	40 96	5,5	159	36	3250

Відзначимо, що зі збільшенням довжини розрядної сітки, яке характерно для сучасної тенденції розвитку ОЗОЦД, ефективність використання непозиційної системи числення в КЛ для підвищення швидкодії виконання цілочисельних арифметичних операцій, в порівнянні з ПСЧ, істотно зростає.

У третьому розділі розроблений метод арифметичного порівняння даних у КЛ, а також вдосконалено метод алгебраїчного порівняння даних у КЛ.

Необхідність реалізації непозиційних операцій (наприклад, порівняння двох чисел $A_{КЛ} = (a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n)$ і $B_{КЛ} = (b_1, b_2, \dots, b_{i-1}, b_i, b_{i+1}, \dots, b_n)$), котра часто зустрічається в алгоритмах керування при розв'язанні задач різного призначення ОЗОЦД, суттєво знижує загальну ефективність використання КЛ. Це обумовлено значним часом реалізації (у порівнянні з часом виконання арифметичних операцій, таких як додавання, віднімання і множення) операції порівняння двох чисел у КЛ. Тому дослідження і розробка методів і засобів порівняння чисел у КЛ є вагомим складовим обчислювальним процесом.

В результаті аналізу існуючих методів порівняння чисел у КЛ відзначено, що існує три групи методів:

а). До першої групи відносяться методи безпосереднього порівняння, засновані на перетворенні чисел A_{KL} і B_{KL} з коду КЛ у позиційну двійкову систему числення (ПСЧ) $A_{ПСЧ} = \overline{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_\rho}$ і $B_{ПСЧ} = \overline{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_\rho}$ (ρ - разрядність чисел $A_{ПСЧ}$ і $B_{ПСЧ}$) і подальшого їх порівняння на основі використання двійкових позиційних суматорів.

б). До другої групи методів відносяться методи, засновані на принципі нулевізації. Процедура процесу нулевізації полягає в переході з вихідного числа $A_{KL} = (a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n)$, представленого у КЛ, до вигляду $A_{KL} = (0, 0, \dots, 0, \gamma_n^{(A)})$. Після чого за значенням $\gamma_n^{(A)}$ визначається інтервал $[jm_i, (j+1)m_i)$ попадання числа A_{KL} . Аналогічно проводиться нулевізація числа $B_{KL} = (b_1, b_2, \dots, b_{i-1}, b_i, b_{i+1}, \dots, b_n)$, звідки набуваємо значення $\gamma_n^{(B)}$. Позиційне порівняння набутих значень $\gamma_n^{(A)}$ і $\gamma_n^{(B)}$ визначає результат порівняння чисел A_{KL} і B_{KL} .

в). До третьої групи методів належать методи, засновані на визначенні (виділенні) або формуванні спеціальних ознак, так званих, позиційних ознак непозиційного коду (ПОНК). Дані ознаки (наприклад, ранг r числа A_{KL}) несуть додаткову інформацію про величину чисел, які порівнюються. Запропоновані наступні методи і алгоритми порівняння двох чисел на основі використання ПОНК.

Реалізація методу арифметичного порівняння чисел $A_{KL} = (a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n)$ і $B_{KL} = (b_1, b_2, \dots, b_{i-1}, b_i, b_{i+1}, \dots, b_n)$, заснованого на формуванні ПОНК (спеціального однорядкового коду (ОК) цих чисел) проводиться наступним чином. Хай КЛ заданий сукупністю $\{m_i\}$, $i = \overline{1, n}$, попарно простих чисел. Найбільший спільний дільник (НСД) будь-якої пари основ m_i і m_j ($i, j = \overline{1, n}; i \neq j$) дорівнює одиниці, тобто, НСД (m_i, m_j) = 1. Для спільності міркувань хай КЛ буде впорядкованим ($m_i < m_{i+1}$).

Суть запропонованого методу полягає в тому, що спочатку вихідні числа A_{KL} і B_{KL} за допомогою констант нулевізації (КН) вигляду $KH_{m_i}^{(A)} = (a'_1, a'_2, \dots, a'_{i-1}, a_i, a'_{i+1}, \dots, a'_n)$ і $KH_{m_i}^{(B)} = (b'_1, b'_2, \dots, b'_{i-1}, b_i, b'_{i+1}, \dots, b'_n)$ доводяться до чисел $A_{m_i} = A_{KL} - KH_{m_i}^{(A)} = (a_1, a_2, \dots, a_{i-1}, a_i, a_{i+1}, \dots, a_n) - (a'_1, a'_2, \dots, a'_{i-1}, a_i, a'_{i+1}, \dots, a'_n) = (a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, \dots, a_{i-1}^{(1)}, 0, a_{i+1}^{(1)}, \dots, a_n^{(1)})$ і $B_{m_i} = B_{KL} - KH_{m_i}^{(B)} = (b_1, b_2, \dots, b_{i-1}, b_i, b_{i+1}, \dots, b_n) - (b'_1, b'_2, \dots, b'_{i-1}, b_i, b'_{i+1}, \dots, b'_n) = (b_1^{(1)}, b_2^{(1)}, \dots, b_{i-1}^{(1)}, 0, b_{i+1}^{(1)}, \dots, b_n^{(1)})$, кратних одному певному m_i модулю КЛ. Далі, за допомогою сукупності $0, m_i, 2 \cdot m_i, \dots, (N-2) \cdot m_i, (N-1) \cdot m_i$ із N констант, кратних основі m_i ,

паралельно у часі проводяться операції віднімання $A_{m_i} - K_A \cdot m_i = Z_{K_A}^{(A)}$ і $B_{m_i} - K_B \cdot m_i = Z_{K_B}^{(B)}$ ($K_A(K_B) = \overline{0, N-1}$), тобто

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{m_i} - 0 \cdot m_i = Z_0^{(A)}, \\ A_{m_i} - 1 \cdot m_i = Z_1^{(A)}, \\ A_{m_i} - 2 \cdot m_i = Z_2^{(A)}, \\ \dots \\ A_{m_i} - (N-2) \cdot m_i = Z_{N-2}^{(A)}, \\ A_{m_i} - (N-1) \cdot m_i = Z_{N-1}^{(A)}; \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_{m_i} - 0 \cdot m_i = Z_0^{(B)}, \\ B_{m_i} - 1 \cdot m_i = Z_1^{(B)}, \\ B_{m_i} - 2 \cdot m_i = Z_2^{(B)}, \\ \dots \\ B_{m_i} - (N-2) \cdot m_i = Z_{N-2}^{(B)}, \\ B_{m_i} - (N-1) \cdot m_i = Z_{N-1}^{(B)}, \end{array} \right. \quad (4)$$

де $N_{m_i} = \prod_{\substack{k=1; \\ k \neq i}}^n m_k$ (N_{m_i} - кількість двійкових розрядів у запису ОК $K_{N_{m_i}}^{(n_A)}$ і

$K_{N_{m_i}}^{(n_B)}$ або кількість суматорів, що здійснюють операції вигляду

$$A_{m_i} - K_A \cdot m_i = Z_{K_A}^{(A)} \text{ або } B_{m_i} - K_B \cdot m_i = Z_{K_B}^{(B)}).$$

Таким чином, формується ОК вигляду двійкової послідовності $K_{N_{m_i}}^{(n_A)} = \{Z_{N_{m_i}-1}^{(A)} Z_{N_{m_i}-2}^{(A)} \dots Z_2^{(A)} Z_1^{(A)} Z_0^{(A)}\}$ для числа A_{KL} , при цьому лише одне

значення $Z_{K_A}^{(A)} = 0$ у разі, якщо $A_{m_i} - n_A \cdot m_i = 0$. Останні значення $Z_{K_A}^{(A)} = 1$,

якщо $A_{m_i} - \ell \cdot m_i \neq 0$, $\ell = \overline{0, N-1}$, $\ell \neq n_A$. У цьому випадки ОК вигляду $K_{N_{m_i}}^{(n_A)}$ і

$K_{N_{m_i}}^{(n_B)}$ є послідовністю, що складається з N_{m_i} двійкових розрядів. У цій

послідовності лише один двійковий розряд нульовий, а останні – одиничні.

Місця розташування нульових розрядів ОК $K_{N_{m_i}}^{(n_A)}$ і $K_{N_{m_i}}^{(n_B)}$ визначають ПОНК

n_A і n_B відповідно чисел А і В.

Аналогічним чином формується ОК вигляду

$$K_{N_{m_i}}^{(n_B)} = \left\{ Z_{N_{m_i}-1}^{(B)} Z_{N_{m_i}-2}^{(B)} \dots Z_2^{(B)} Z_1^{(B)} Z_0^{(B)} \right\}$$

для числа B_{KB} . При цьому значення $Z_{K_B}^{(B)} = 0$ (якщо $B_{m_i} - n_B \cdot m_i = 0$), а останні значення $Z_{K_B}^{(B)} = 1$, якщо $B_{m_i} - \ell \cdot m_i \neq 0$ ($\ell = 0, N-1, \ell \neq n_B$).

Щоб забезпечити максимальну точність порівняння при мінімальній кількості устаткування введена процедура порівняння безпосередніх лишків a_n і b_n . Схема розробленого методу арифметичного порівняння двох чисел A_{KB} і B_{KB} представлена на рис. 1.

Алгебраїчний метод порівняння даних, оснований на арифметичному порівнянні даних представлений на рис. 2

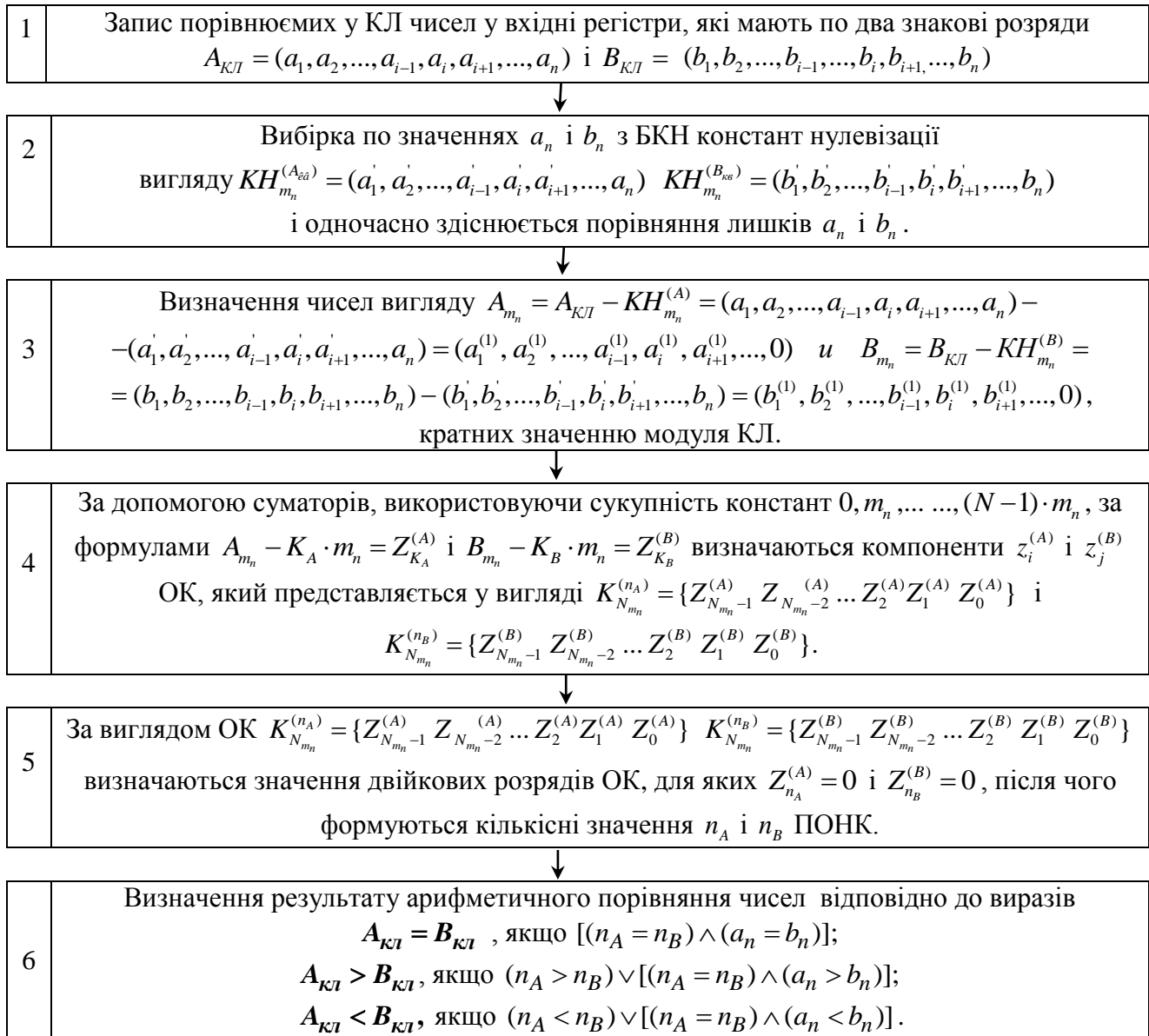
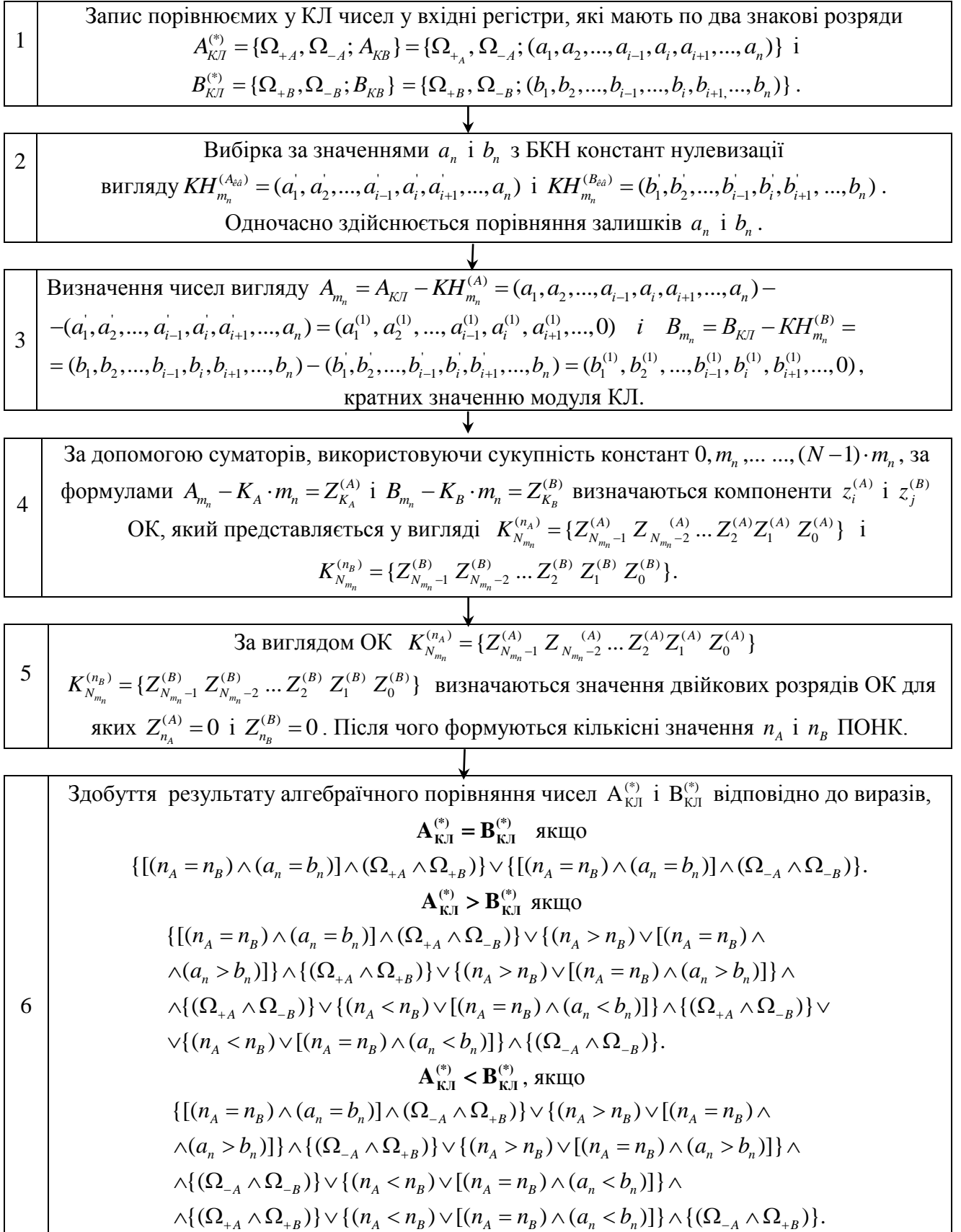


Рисунок 1- Метод арифметичного порівняння двох чисел A_{KL} і B_{KL}

Рисунок 2 - Метод алгебраїчного порівняння двох чисел $A_{КЛ}$ і $B_{КЛ}$

Проведено розрахунок і порівняльний аналіз часу порівняння чисел у КЛ для різних ℓ – байтових розрядних сіток ОЗОЦД ($\ell = \overline{1,4,8}$). Результати розрахунків і порівняльного аналізу представлені в табл. 2.

Таблиця 2- Результати розрахунків і порівняльного аналізу часу реалізації операції порівняння даних у КЛ

$\ell (n)$	[T / τ]			Виграш у [%]
	Метод безпосереднього порівняння чисел	Метод швидкого порівняння чисел	Метод порівняння чисел, заснований на ПОНК	
1(4)	428	8	7	12
2(6)	>428	9	7	23
3(8)	>428	10	7	30
4(10)	>428	12	7	42
8(16)	>428	18	7	62

З табл. 2 видно високу ефективність (з точки зору зменшення часу порівняння даних у КЛ) використання розроблених методів порівняння даних, представлених непозиційною кодовою структурою у КЛ.

Таким чином розроблені методи арифметичного і алгебраїчного порівняння чисел у КЛ, які засновані на здобутті і використанні ПОНК. Вживання розроблених методів порівняння даних у КЛ, заснованих на використанні ПОНК, для однобайтового, двобайтового, трьохбайтового, чотирьохбайтового і восьмибайтового машинних слів ОЗОЦД, відповідно, на 12%; 23%; 30%; 42% і 62% ефективніше за часом порівняння чисел, чим використання найбільш швидкодіючого з існуючих методів швидкого порівняння чисел у КЛ, заснованих на принципі нулевізації. Дані методи забезпечують максимальну точність порівняння при мінімальній кількості устаткування порівнюємих пристроїв. При цьому підвищується швидкодія виконання операції арифметичного і алгебраїчного порівняння чисел у КЛ, що дозволяє ефективніше використовувати непозиційну систему числення як систему числення ОЗОЦД.

Відзначимо, що зі збільшенням довжини розрядної сітки ОЗОЦД, ефективність вживання розроблених методів порівняння даних у КЛ, заснованих на використанні ПОНК, у порівнянні з методом безпосереднього порівняння у КЛ і методах швидкого порівняння у КЛ, заснованими на використанні принципу нулевізації, зростає.

У дисертації виконаний розрахунок і порівняльний аналіз продуктивності обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді, для конкретних задач реалізації цілочисельних алгоритмів, в які входять як арифметичні операції, так і операції порівняння двох чисел. Досліджено дві задачі: задача множення двох A і B квадратних матриць розмірністю $N \times N$ і задачі маршрутизації, суть якої

полягає у визначенні найкоротшої довжини шляху між будь-якою парою вузлів телекомунікаційної мережі, представленої у вигляді неорієнтованого графа.

Результати розрахунку і порівняльного аналізу продуктивності розв'язання задач з цілочисельними даними у ПСЧ і КЛ наведені у табл. 3.

Таблиця 3 - Розрахункові дані середнього значення

l	$K_{\text{эфф.пор.}}^{(l)}$	
	Задача 1	Задача 2
	Звичайна процедура	Прискорена процедура
1	156	1,7
2	600	3
3	1331	4,4
4	2349	6
8	9287	11

Дані табл. 3 свідчать, що для однобайтового, двобайтового, трьохбайтового, чотирьохбайтового і восьмибайтового машинних слів ОЗОЦД, залежно від розмірності $N \times N$ матриці ($N=2, 4, 8, 10$ і 100), вживання КЛ, в середньому, відповідно в 156; 600; 1331; 2349 і 9287 разів ефективніше по продуктивності, чим двійкова ПСЧ.

Для варіанту розв'язання задачі маршрутизації для однобайтового, двобайтового, трьохбайтового, чотирьохбайтового і восьмибайтового машинних слів ОЗОЦД, вживання КЛ в середньому відповідно в 1,7; 3; 4,4; 6 і 11 разів ефективніше по продуктивності, чим двійкова ПСЧ.

Таким чином зі збільшенням довжини розрядної сітки ОЗОЦД, що характерно для сучасної тенденції розвитку комп'ютерних систем і засобів обробки великих масивів інформації в реальному часі, ефективність використання непозиційної системи числення у КЛ для підвищення продуктивності обробки даних істотно зростає.

У четвертому розділі розроблені технічні рішення зі створення засобів цілочисельних операцій на основі вживання непозиційних кодових структур класу лишків. На основі розроблених у дисертації методів швидкої реалізації цілочисельних операцій синтезовані алгоритми для їх реалізації; на основі даних алгоритмів розроблено клас обчислювальних засобів реалізації цілочисельних модульних операцій у КЛ, на які отримано 13 патентів України.

ВИСНОВКИ

У дисертації розв'язана науково-прикладна задача - розробка методів і засобів підвищення швидкодії реалізації цілочисельних операцій на основі вживання непозиційних кодових структур класу лишків.

Отримані в дисертації нові наукові положення, результати розв'язання загальної науково-технічної задачі і частинних задач дослідження, а також результати розрахунків і порівняльного аналізу набутих значень швидкодії реалізації цілочисельних операцій і продуктивності розв'язання задач у КЛ дали можливість отримати наступні основні наукові і практичні результати.

1. Результати дослідження методів і засобів підвищення продуктивності обробки даних, представлених в цілочисельному вигляді, показали, що у ПСЧ загальна задача підвищення продуктивності обробки даних не може бути ефективно розв'язана без погіршення основних техніко-економічних значень показників ОЗОЦД. Окрім цього, відомі результати досліджень, які показують можливу ефективність вживання непозиційної системи числення у КЛ для підвищення швидкодії реалізації цілочисельних арифметичних операцій ОЗОЦД реального часу без зниження надійності обробки даних.

2. На підставі використання властивостей КЛ у дисертації вдосконалена математична модель процесу табличної реалізації операції модульного множення за рахунок додаткової можливості її виконання як у додатному, так і у від'ємному числових діапазонах обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді. Дана модель рекомендована до практичного вживання і може бути покладена в основу табличного методу і алгоритмів швидкої реалізації арифметичних операцій у класі лишків.

3. Проведений розрахунок і порівняльний аналіз часу табличної реалізації цілочисельних арифметичних операцій показав, що використання КЛ забезпечує підвищення швидкодії їх виконання в порівнянні з існуючими методами у ПСЧ. Так, для операцій додавання і віднімання використання КЛ, залежно від величини ℓ – байтової ($\ell = \overline{1,4;8}$) розрядної сітки ОЗОЦД, за часом виконання арифметичних операцій в 7,5–63,5 разу ефективніше, ніж використання звичайної двійкової ПСЧ. Для операції множення використання коду класу лишків в 64–4096 разу ефективніше, ніж використання ПСЧ.

4. У дисертації розроблені методи арифметичного і алгебраїчного порівняння чисел у КЛ, які засновані на здобутті і використанні позиційної ознаки непозиційного коду (ПОНК). Проведений розрахунок і порівняльний аналіз швидкодії реалізації операції порівняння у КЛ показав наступне. Вживання розроблених методів порівняння даних у КЛ, заснованих на використанні ПОНК, для однобайтового, двобайтового, трьохбайтового, чотирьохбайтового і восьмибайтового машинних слів ОЗОЦД відповідно на 12%; 23%; 30%; 42% і 62% ефективніше за часом порівняння чисел, чим використання найбільш швидкодіючого з існуючих методів швидкого порівняння чисел у КЛ, заснованих на принципі нулевізації. Дані методи забезпечують максимальну точність порівняння при мінімальній кількості устаткування порівнюємих пристроїв.

5. У дисертації проведений аналіз продуктивності обробки даних, представлених в цілочисельному вигляді, для конкретних практичних задач реалізації цілочисельних алгоритмів, в які входять як арифметичні операції, так і операції порівняння двох чисел. Проаналізовано дві задачі: задача множення

двох A і B квадратних матриць розмірністю $N \times N$ і задача маршрутизації, суть якої полягає у визначенні найкоротшої довжини шляху між будь-якою парою вузлів комп'ютерної мережі, представленої у вигляді неорієнтованого графа.

6. Результати розрахунку і порівняльного аналізу продуктивності розв'язання задач з цілочисельними даними у ПСЧ і у КЛ показали, що при звичайній процедурі множення двох матриць для однобайтового, двобайтового, трьохбайтового, чотирьохбайтового і восьмибайтового машинних слів ОЗОЦД, залежно від розмірності $N \times N$ матриці ($N=2, 4, 8, 10$ і 100) вживання КЛ в середньому відповідно в 156; 600; 2349; 1331 і 9287 разів ефективніше по продуктивності, чим двійкова ПСЧ. А для задачі маршрутизації для однобайтового, двобайтового, трьохбайтового, чотирьохбайтового і восьмибайтового машинних слів ОЗОЦД вживання КЛ в середньому відповідно в 1,7; 3; 4,4; 6 і 11 разів ефективніше по продуктивності, чим вживання двійкової ПСЧ.

7. Загальний аналіз результатів проведених розрахунків часу розв'язання задач у КЛ (порівняно з часом розв'язання задач у двійковій ПСЧ), в яких здійснюється обробка числової інформації, представленої в цілочисельному вигляді, показали високу ефективність вживання коду в КЛ для підвищення продуктивності обробки даних, причому зі збільшенням довжини розрядної сітки, що характерно для сучасної тенденції розвитку ОЗОЦД, ефективність використання непозиційної системи числення у КЛ істотно зростає.

8. Подальший можливий шлях підвищення швидкодії виконання цілочисельних операцій може бути пов'язаний з науковим напрямом в галузі дослідження, розробки і практичного вживання у ОЗОЦД позиційно-залишкових кодових структур, максимальним чином тих, що враховують позитивні властивості КЛ і існуючих позиційних систем числення.

9. Результати дисертаційної роботи впроваджено: у ЗАТ «Інститут інформаційних технологій» (м. Харків), та у навчальному процесі кафедри автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РАБОТ ЗА ТЕМОЮ ДИССЕРТАЦИИ

1. Яськова Е. В. (Загуменная Е. В.) Отказоустойчивые вычислительные системы на основе модулярной арифметики: концепции, методы, средства / В. А. Краснобаев, В. И. Барсов, Е. В. Яськова // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. - 2007. - № 8(27). - С. 82-89.

Здобувачем розроблена концепція підвищення продуктивності і відмовостійкості обчислювальних систем на основі використання модулярної арифметики.

2. Яськова К. В. (Загуменная К. В.) Принципи реалізації модулярних операцій в модулярній арифметиці / Khare Ali Abdullah, К. В. Яськова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства

імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. - Харків : ХНТУСГ, 2007. - Вип. 57, т. 2. - С. 100-104.

Здобувачем обґрунтований табличний метод реалізації модульних операцій в модулярній арифметиці.

3. Яськова К. В. (Загуменна К. В.) Технічна реалізація операцій модульного складання і віднімання в модулярній арифметиці / К. В. Яськова, Хері Алі Абдуллах, М. С. Деренко, В. А. Краснобаєв // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. - Харків : ХНТУСГ, 2007. - Вип. 73, т. 2. - С. 49-51.

Здобувачем розроблений метод технічної реалізації операції модульного додавання у класі лишків.

4. Yaskova K. V. (Zagumenna K. V.) Method of bit-by-bit tabular realization of arithmetic operations in the system of residual classes / S. A. Koshman, V. I. Barsov, V. A. Krasnobayev, K. V. Yaskova, N. S. Derenko // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 5 (39). – С. 44–48.

Здобувачем розроблений метод підвищення продуктивності системи обробки інформації, заснований на використанні непозиційної системи числення.

5. Yaskova K. V. (Zagumenna K. V.) Method of realization of arithmetic operations on the basis of the use of modulyarnoy number system / K. I. Yaskova, V. I. Barsov, V. A. Krasnobayev, S. A. Kowman, Khery Ali Abdylah // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 7 (41). – С. 70 - 73.

Здобувачем розроблений метод унітарного позиційного-остаточного кодування, який дозволяє підвищити швидкодію реалізації операції складання і віднімання.

6. Загуменная Е. В. Использование непоозиционной системы счисления класса вычетов для обработки информации, представленной в цифровом целочисленном виде, по модулю простого числа / М. В. Дугин, Е. В. Загуменная, В. А. Краснобаев. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011.- № 2. - С. 64-67.

Здобувачем обґрунтовані можливості ефективного використання непозиційної системи числення класу лишків для обробки інформації, представленої у цифровому цілочисельному вигляді, по модулю простого числа.

7. Загуменная Е. В. Анализ особенностей функционирования автоматизированной системы управления турбоустановками / С. А. Кошман, Е. В. Загуменная. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. - Харків : ХНТУСГ, 2011. - Вип. 116, - С. 117-120.

Здобувачем отримані результати аналізу особливостей функціонування автоматизованої системи управління у КЛ.

8. Загуменная Е. В. Математическая модель процесса табличной реализации операций алгебраического умножения в классе вычетов / Е. В. Загуменная, С. О Мороз, В. О. Жадан, В. А. Краснобаев. // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. - № 1(53). - С. 68-74.

Здобувачем розроблена математична модель процесу табличної реалізації операції алгебраїчного множення у класі лишків.

9. Загуменная Е. В. Метод арифметического сравнения чисел в классе вычетов / Е. В. Загуменная, С. А. Кошман, М. А. Маврина, В. А. Краснобаев. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Технічні науки, - Харків: ХНТУСГ, 2012. – Вип. 130, - С. 72-75.

Здобувачем розроблений метод арифметичного порівняння чисел у класі лишків.

10. Загуменная Е. В. Методы и алгоритмы сравнения чисел в классе вычетов на основе использования позиционного признака непозиционного кода / Е. В. Загуменная, В. А. Краснобаев, М. А. Маврина. // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. - № 3(55). – С. 111-121.

Здобувачем розроблений метод порівняння чисел у класі лишків на підставі використання позиційної ознаки непозиційного коду.

11. Загуменная Е. В. Методы сравнения чисел, представленных в классе вычетов / В. А. Краснобаев, Е. В. Загуменная, М. А. Маврина, В. Н. Курчанов. // Система обработки информации. – 2013. – № 1(108). – С. 171-175.

Здобувачем розроблений метод порівняння чисел, представлених у класі лишків.

12. Пат. 35147 Україна, МПК (2006) G06F 7/00. Пристрій складання і віднімання чисел за модулем m системи залишкових класів / Барсов В. І., Деренько М. С., Краснобаєв В. А.; Хері Алі Абдуллах, Яськова К. В., заявник та патентовласник Барсов В. І., Деренько М. С., Краснобаєв В. А.; Хері Алі Абдуллах, Яськова К. В. – № u 2007 07913; заявл. 13.07.07; опубл. 10.09.08, Бюл. № 17.

Здобувачем розроблений алгоритм для додавання і віднімання чисел по модулю у КЛ.

13. Пат. 39493 Україна, МПК (2009) G06F 7/60. Пристрій для піднесення чисел до квадрата за модулем m / Краснобаєв В. А., Сіора С. О., Кошман С. О., Яськова К. В., Барсов В. І.; заявник та патентовласник Краснобаєв В. А., Сіора С. О., Кошман С. О., Яськова К. В., Барсов В. І. – № u 2008 12512; заявл. 24.10.08; опубл. 25.02.09, Бюл. № 4.

Здобувачем розроблений алгоритм для піднесення чисел у квадрат по модулю у КЛ.

14. Пат. 39417 Україна, МПК (2009) G06F 7/00. Пристрій для складання і віднімання чисел за модулем m системи залишкових класів / Яськова К. В., Кошман С. О., Сіора О. А., Краснобаєв В. А.; заявник та патентовласник Яськова К. В., Кошман С. О., Сіора О. А., Краснобаєв В. А. – № u 2008 11616; заявл. 29.09.08; опубл. 25.02.09, Бюл. № 4.

Здобувачем розроблений алгоритм додавання чисел у КЛ.

15. Пат. 62313 Україна, МКП (2011) G06F 7/52. Табличний пристрій для множення двох чисел за модулем m класу лишків / Горбенко І. Д., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І., заявник та патентовласник

Горбенко І. Д., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І. - № у 2011 00773; заявл. 24.01.11; опубл. 25.08.11, Бюл. № 16.

Здобувачем розроблений алгоритм табличного множення двох чисел по модулю у класі лишків.

16. Пат. 62490 Україна, МКП (2011) G06F 7/04. Пристрій для порівняння чисел у класі лишків / Горбенко І. Н., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І.; заявник та патентовласник Горбенко І. Н., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І. - № у 2011 03334; заявл. 21.03.11; опубл. 25.08.11, Бюл. № 16.

Здобувачем розроблений алгоритм для порівняння чисел у КЛ.

17. Пат. 58949 Україна, МКП (2011) G06F 7/70. Пристрій для додавання і віднімання чисел за модулем m модулярної системи числення / Дугін М. В., Кошман С. О., Краснобаєв В. А., Яськова К. В.; заявник та патентовласник Дугін М. В., Кошман С. О., Краснобаєв В. А., Яськова К. В. - № у 2010 12782; заявл. 28.10.10; опубл. 26.04.11, Бюл. № 8.

Здобувачем розроблений алгоритм для додавання чисел у КЛ.

18. Пат. 61798 Україна, МКП (2011) G06F 7/60. Пристрій для піднесення чисел до квадрата за модулем m класу лишків / Горбенко І. Д., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І.; заявник та патентовласник Горбенко І. Д., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І. - № у 2011 01245; заявл. 04.02.11; опубл. 25.07.11, Бюл. № 14.

Здобувачем розроблений алгоритм для піднесення чисел у квадрат по модулю у КЛ.

19. Пат. 61734 Україна, МКП (2011) G06F 7/08. Пристрій для додавання в модулярній системі числення за модулем три / Барсов В. І., Сотник Є. О., Дугін М. В., Краснобаєв В. А., Загуменна К. В.; заявник та патентовласник Барсов В. І., Сотник Є. О., Дугін М. В., Краснобаєв В. А., Загуменна К. В. - № у 2011 00561; заявл. 18.01.11; опубл. 25.07.11, Бюл. № 14.

Здобувачем розроблений алгоритм для додавання чисел по модулю три у КЛ.

20. Пат. 60078 Україна, МКП (2011) G06F 7/00. Табличний пристрій для множення чисел за модулем m у класі лишків / Горбенко І. Д., Дугін М. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І., Загуменна К. В., Земленко Ю. В., заявник та патентовласник Горбенко І. Д., Дугін М. В., Краснобаєв В. А., Замула О. А., Горбенко Ю. І., Загуменна К. В., Земленко Ю. В. - № у 2010 13754; заявл. 19.11.10; опубл. 10.06.11, Бюл. № 11.

Здобувачем розроблений алгоритм табличної реалізації множення чисел у КЛ.

21. Пат. 73407 Україна, МКП (2012) G06F 7/04. Пристрій для алгебраїчного порівняння двох чисел у класі лишків / Краснобаєв В. А., Мороз С. О., Тиртишніков О. І., Загуменна К. В., Жадан В. О., Одарущенко О. М., Горбенко Р. М., заявник та патентовласник Краснобаєв В. А., Мороз С. О., Тиртишніков О. І., Загуменна К. В., Жадан В. О., Одарущенко О. М., Горбенко Р. М. - № у 2012 02150; заявл. 24.02.12; опубл. 25.09.12, Бюл. № 18.

Здобувачем розроблений алгоритм для алгебраїчного порівняння двох чисел у КЛ.

22. Пат. 66645 Україна, МКП (2012) G06F 7/74. Пристрій для піднесення чисел до квадрата за модулями m_i класу залишків / Барсов В. І., Дугін М. В., Сорока Л. С., Краснобаєв В. А., Загуменна К. В., заявник та патентовласник Барсов В. І., Дугін М. В., Сорока Л. С., Краснобаєв В. А., Загуменна К. В. - № и 2011 07927; заявл. 23.06.11; опубл. 10.01.12, Бюл. № 1.

Здобувачем розроблений алгоритм для піднесення чисел до квадрата по довільному модулю КЛ.

23. Пат. 68803 Україна, МКП (2012) G06F 7/52. Табличний пристрій для множення у класі лишків / Загуменна К. В., Кошман С. А., Мороз С. А., Сорока Л. С., Краснобаєв В. А., заявник та патентовласник Загуменна К. В., Кошман С. А., Мороз С. А., Сорока Л. С., Краснобаєв В. А. - № и 2011 11631; заявл. 03.10.2011; опубл. 10.04.2012, Бюл. №7.

Здобувачем розроблений алгоритм табличного множення у КЛ,

24. Пат. 70442 Україна, МКП (2012) G06F 7/52. Табличний пристрій для множення двох чисел у класі лишків / Кошман С. О., Мороз С. О., Сорока Л. С., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Жадан В. О., заявник та патентовласник Кошман С. О., Мороз С. О., Сорока Л. С., Загуменна К. В., Краснобаєв В. А., Жадан В. О. - № и 2011 14342; заявл. 05.12.11; опубл. 11.06.12, Бюл. № 11.

Здобувачем розроблений алгоритм табличного множення двох чисел у КЛ.

25. Яськова Е. В. (Загуменная Е. В.) Повышение отказоустойчивости информационно-управляющей системы АСУТП сельскохозяйственного производства на основе использование модулярной арифметики / Е. В. Яськова // Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке: тез. докл. III – го международного форума молодежи. - Харьков, 4 - 6 апреля 2007 г. – С. 143.

26. Яськова Е. В. (Загуменная Е. В.) Разработка и исследование метода реализации арифметических операций в модулярной арифметике / Е. В. Яськова // Проблемы информатики и моделирования: тез. докл. VII международной научно-технической конференции, Харьков, 29 ноября – 1 декабря 2007 г. – С. 38.

27. Яськова Е. В. (Загуменная Е. В.) Методы обработки информации в модулярной арифметике / Е. В. Яськова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: тез. докл. XIII международного молодежного форума, Харьков, 30 марта – 1 апреля 2009 г. – С. 187.

28. Загуменная Е. В. Системы обработки цифровой информации на основе использования модулярной системы счисления / Е. В. Загуменная // Інформаційні технології в навігації і управлінні: стан та перспективи розвитку: тез. допов. Першої міжнародної науково – технічної конференції. - Київ, 5-6 липня 2010 р. – С. 47.

29. Загуменная Е. В. Табличный метод реализации криптографических преобразований / Е. В. Загуменная // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тез. допов. Першої науково-технічної конференції. – Київ, 13-14 грудня 2010 р. – С. 55.

30. Загуменная Е. В. Метод реализации операции алгебраического умножения в классе вычетов / Е. В. Загуменная // тез. док. 25-й международной конференции "Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железных дорог Украины." – Алушта, Крым, Украина, 24 - 29 сентября 2012 г. – С. 55.

АНОТАЦІЇ

Загуменна К. В. Методи і спеціалізовані комп'ютерні засоби швидкої обробки даних, представлених у цілочисельному вигляді, на основі застосування кодів класу лишків. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти. – Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», Харків, 2014.

Дисертація присвячена розробці і удосконаленню методів і засобів підвищення швидкодії реалізації цілочисельних операцій на основі застосування непозиційних кодових структур у класі лишків.

В дисертації удосконалено математичну модель обробки даних у класі лишків за рахунок можливості табличної реалізації модульної операції алгебраїчного множення шляхом представлення чисел в штучній формі, вперше розроблений метод арифметичного порівняння чисел у класі лишків, який на відмінну від відомих, заснований на використанні позиційної ознаки непозиційної кодової структури числа, що підвищує швидкість виконання цілочисельної операції порівняння даних, вдосконалений метод порівняння чисел у класі лишків за рахунок можливості алгебраїчного порівняння чисел шляхом формування і використання позиційного однорядкового кода чисел, що підвищує швидкість виконання цілочисельної операції алгебраїчного порівняння даних.

Ключові слова: комп'ютерний кластер, клас лишків, однорядковий позиційний код, процес нулевізації, арифметичне порівняння, алгебраїчне порівняння, цілочисленні арифметичні порівняння.

Загуменная Е. В. Методы и специализированные компьютерные средства быстрой обработки данных, представленных в целочисленном виде на основе применения кодов класса вычетов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – компьютерные системы и компоненты.- Национальный политехнический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, 2014.

Диссертационная работа посвящена разработке и усовершенствованию методов и средств повышения быстродействия реализации целочисленных операций на основе применения непозиционных кодовых структур класса вычетов (КВ).

Результаты исследования показали, что использование КВ в качестве системы счисления компьютерных вычислительных средств, предназначенных

для реализации в положительном числовом диапазоне целочисленных арифметических операций сложения, вычитания и умножения может существенно повысить производительность решения задач определенного класса. Однако, существует многочисленный класс алгоритмов и задач (задачи маршрутизации, задачи оптимизации и пр.), где кроме выполнения целочисленных арифметических операций сложения, вычитания и умножения в положительном числовом диапазоне существуют необходимость реализации перечисленных выше арифметических операций в отрицательном числовом диапазоне. Кроме этого, множество задач данного класса содержит большое количество операций сравнения целых чисел. В КВ операция сравнения данных относится к сложным (позиционным) временным операциям. Значительное время выполнения операций арифметического и алгебраического сравнения существенно снижает общую эффективность использования КВ в качестве системы счисления вычислительных средств обработки целочисленных данных (ВСОЦД).

В работе усовершенствована математическая модель обработки данных в классе вычетов за счет возможности табличной реализации модульной операции алгебраического умножения путем представления чисел в искусственной форме. Впервые разработан метод арифметического сравнения чисел в классе вычетов, который в отличие от известных, основан на использовании позиционного признака непозиционной кодовой структуры числа, что повышает быстродействие выполнения целочисленной операции сравнения данных. Усовершенствован метод сравнения чисел в классе вычетов за счет возможности алгебраического сравнения чисел путем формирования и использования позиционного однорядового кода чисел, что повышает быстродействие выполнения целочисленной операции алгебраического сравнения данных.

Практическое значение полученных результатов состоит в следующем: разработанные и усовершенствуемые в диссертационной работе методы обработки информации являются частью научно-методологических основ практического создания высокопроизводительных вычислительных компьютерных систем и средств быстрой обработки данных, представленных в целочисленном виде, которые функционируют в классе вычетов. На основе разработанных методов быстрой реализации целочисленных операций получены алгоритмы для их реализации. На основе данных алгоритмов синтезирован класс вычислительных средств реализации целочисленных модульных операций в КВ, на которые получено 13 патентов Украины, что подтверждает новизну и практическую значимость полученных в диссертации научно-практических результатов.

Ключевые слова: компьютерный кластер, класс вычетов, однорядовый позиционный код, процесс нулевизации, арифметическое сравнение, алгебраическое сравнение, целочисленные арифметические операции.

Zagymennaya E.V. Methods and specialized computer facilities of the rapid processing of data, presented in integer kind on the basis of application of kotas of class of take-outs. - Manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Scientific in 05.13.05 Speciality - Computer systems and components. - National Technical University to «Kharkiv polytechnic institute», Kharkiv, 2014.

Dissertation is devoted to development and improvement of methods and facilities of increase of fast-acting of realization of integer operations on the basis of the use of unposition code structures in residual classes.

In dissertation it was improved mathematical model of processing of data in the residue class to possibility of tabular realization of module operation of increase of algebra, by presentation of numbers in an artificial form, first developed method of arithmetic comparison of numbers in residual classes, which in a difference from known, based on the use of position sign of unposition code structure of number which promotes the fast-acting of implementation of integer operation of comparison of information, improved method of comparison of numbers in residual classes due to possibility of comparison of algebra of numbers, by forming and use position there is a koda of numbers, which promotes the fast-acting of implementation of integer operation of comparison of algebra of information.

Keywords: Computer cluster, residue class, single-row position code, nulliation, arithmetic comparison, comparison of algebra, integer arithmetic comparisons.