

Я.М. НИКОЛАЙЧУКЗахідноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
e-mail: ya.nykolaichuk@wunu.edu.ua.**І.Р. ПІТУХ**Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна,
e-mail: pirom75@ukr.net.

ВИСОКОПРОДУКТИВНІ ОБЧИСЛЕННЯ В СИСТЕМІ КЛАСІВ ЛИШКІВ

Анотація. Викладено математичні основи кодування даних та виконання модульних операцій у системі класів лишків (СКЛ). Досліджено математичні перетворення системи ортогональних гармонічних функцій теоретико-числового базису Фур'є. Побудовано моделі формування кодів СКЛ на основі фазових портретів гармонічних функцій, частоти яких відповідають умовам взаємної простоти. Розглянуто моделі формування дискретно-квантованих пілкоподібних функцій фазових портретів гармонічних частот у системі модулів класів лишків $P_1 = 2$, $P_2 = 3$, $P_3 = 5$. Наведено алгоритми формування та опрацювання цифрових даних, поданих кодами найменших невід'ємних лишків. Проаналізовано алгоритми виконання обчислювальних операцій у кодах цілочислової, нормалізованої та досконалої форм СКЛ. Запропоновано методи та алгоритми виконання високопродуктивних арифметико-логічних операцій у кодах СКЛ. Досліджено характеристики швидкодії виконання арифметико-логічних операцій у СКЛ цифрових даних, представлених у теоретико-числових базисах Радемахера, Радемахера–Крестенсона та Хаара–Крестенсона. Проаналізовано алгоритми порівняння чисел у кодах СКЛ. Досліджено методи формування кодів лишків на основі аналогових та цифрових даних. Розроблено метод перетворення двійкових кодів теоретико-числового базису Радемахера у коди лишків за модулем у СКЛ. Побудовано алгоритм визначення вибіркового математичного сподівання в СКЛ на основі визначення суми рангів потокового опрацювання даних. Досліджено метод перетворення представлених у СКЛ багаторозрядних чисел у двійкові коди теоретико-числового базису Радемахера. Наведено структури спецпроцесорів, які реалізують обчислювальні задачі у СКЛ.

Ключові слова: гармонічні функції Фур'є, система класів лишків, алгоритми, високопродуктивні обчислення, функціональні схеми спецпроцесорів.

ВСТУП

Математичною основою систем класів лишків (СКЛ) є відома Китайська теорема про лишки. Ця теорема є важливим інструментом кодування, перетворення та високопродуктивного опрацювання даних. Математичні властивості СКЛ відкрив китайський математик Сунь-Цзи. Він довів еквівалентність розв'язку системи модулярних рівнянь і розв'язку одного модулярного рівняння. У XVIII ст. інший китайський математик Цань Цзю-Шао вперше розв'язав задачу модулярної арифметики методом кодування чисел лишками у системі взаємно простих модулів (2, 3, 5). Пізніше відомий німецький математик Л. Ейлер виконав загальне формулювання та доведення Китайської теореми про лишки, а К.-Ф. Гаусс у своїй знаменитій книзі «Арифметичні дослідження» істотно розвинув це доведення. У середині XX ст. чеські вчені М. Валах та А. Свобода запропонували використати модулярну математику Китайської теореми про лишки у перших модулярно-електронно-часових машинах «Епос» та «Епос-2». Їхні ідеї в Інституті кібернетики НАН України підтримали відомі вчені О. Палагін, І. Акушський, Д. Юдіцький, В. Амербаєв, Я. Николайчук та інші. В Інституті кібернетики НАН України за участі О. Палагіна, В. Амербаєва та Є. Брюховича були розроблені процесори, які працювали в СКЛ. Дослідження теорії класів лишків та розроблення спецпроцесорів для кодування та опрацювання даних в системах контролю процесів буріння виконано професором Я.М. Николайчуком. Створений процесор з