

ВІДГУК

офіційного опонента по дисертаційній роботі Ткачука Тараса Ігоровича на тему «Характеристики складності SH-моделей спеціальних функцій і їх застосування для оптимізації спецпроцесорів», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Актуальність проведених досліджень. Сьогодні компоненти систем цифрової обробки сигналів реального часу, особливо спеціалізовані, реалізують на базі програмовних логічних інтегральних схем (ПЛІС). Перевагою таких систем є висока гнучкість за рахунок можливості реконфігурації як програмного так і апаратного забезпечення. Базовими операціями для цифрової обробки сигналів є перетворення Фур'є, згортка та інші.

Таким чином, задача створення ефективних структур спеціалізованих комп'ютерних систем, що реалізують базові функції обробки сигналів, на основі побудови відповідних SH-моделей, направлена до поліпшення значень їх характеристик складності є **актуальною**.

Робота виконувалась у відповідності з тематичними планами проведення НДР на кафедрі спеціалізованих комп'ютерних систем Національного університету «Львівська політехніка», які повністю узгодженні Міністерством освіти і науки України, а також у рамках гранту Президента України. Ці роботи відповідають базовим вимогам щодо напрямку розвитку науки і техніки в Україні.

Наукова новизна та теоретична цінність результатів дисертаційної роботи відображена у наступних отриманих результатах, які мають теоретичну цінність:

– оптимізована SH-модель конвеєрного пристрою швидкого перетворення Фур'є, шляхом розділення пристрою на чотири паралельні гілки, що дало змогу мінімізувати значення структурної та часової характеристик складності;

– метод обчислення структурної складності спеціалізованих комп'ютерних систем шляхом об'єднання однорідних частин схеми у блоки таким чином, щоб не виникало однорідності матриці інцидентів, що дало змогу скоротити час проектування таких систем;

– метод мінімізації характеристик складності матричного пристрою множення з діагональним розповсюдженням переносу, що дало змогу отримати двоступеневий конвеєрний пристрій множення із затримкою сходінки конвеєра не більшою, ніж затримка на одному багатомірному суматорі;

– *удосконалена* SH-модель функції згортки, в якій мінімізоване значення характеристик складності, що дало змогу отримати структуру реконфігурованого спецпроцесора, у якому апаратні засоби суміщають реалізацію функції згортки та швидкого перетворення Фур'є, при мінімальних значеннях часової й структурної характеристик складності та при оптимальних значеннях апаратної й програмної характеристик складності.

Визначені основні наукові результати є **новими**.

Теоретичне значення роботи полягає в подальшому розвитку теорії цифрової обробки сигналів і теорії проектування комп'ютерних систем, а саме – в розробці нових ефективних методів проектування комп'ютерних компонентів із оптимальними характеристиками

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні більш досконалих, у порівнянні з відомими, пристроїв реалізації спеціальних функцій спецпроцесорів цифрової обробки сигналів, які мають покращені значеннями характеристик складності порівняно з існуючими аналогами. Розроблені пристрої доведені до інженерного рівня.

Результати теоретичних досліджень дисертаційної роботи використано Західним центром українського відділення "Міжнародного центру наукової культури – Всесвітня лабораторія" (ЗЦ УВВЛ) в спеціалізованих програмних системах системи моніторингу за станом вод в басейні ріки Західний Буг.

Результати дисертаційних досліджень також впроваджено в навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка» на кафедрі «Спеціалізовані Комп'ютерні Системи» у лекційних курсах «Архітектура спеціалізованих комп'ютерних систем», «Технології проектування комп'ютерних систем» та «Дослідження і проектування контролерів периферійних пристроїв», при проведенні лабораторних, практичних і науково-дослідних робіт студентів.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів.

Отримані результати є обґрунтованими та достовірними, це підтверджується значним обсягом здійснених досліджень, поданим фактичним матеріалом та його науковою інтерпретацією, практичним використанням запропонованих розробок та апробацією на наукових конференціях й семінарах.

Основою теоретичного розв'язання поставленої задачі є коректне застосування методів цифрової обробки сигналів; теорії проектування спеціалізованих комп'ютерних систем для створення апаратних засобів на базі ПЛІС; програмування на мовах високого рівня та мови опису апаратури для забезпечення програмно-апаратної частини дослідження.

Достовірність висновків та рекомендацій підкріплена результатами моделювання, а також відповідними публікаціями.

Рекомендації щодо використання результатів. Отримані автором результати, зокрема розроблений метод обчислення структурної складності повинен використовуватися при проектуванні пристроїв згортки та метелика ШПФ на базі ПЛІС в системах цифрової обробки сигналів.

Оцінюючи зміст дисертаційної роботи в цілому, слід відмітити її обґрунтованість та практичну спрямованість, внутрішню єдність матеріалу. У цілому поставлені в розглянутій дисертації завдання вирішено повністю. Здобувачем у дисертації отримані науково обґрунтовані результати, які в сукупності дають нове рішення актуальної науково-прикладної задачі створення ефективних структур спеціалізованих комп'ютерних систем, що реалізують спеціальні функції обробки сигналів, на основі побудови відповідних SH-моделей із оптимальними значеннями характеристик складності. Дисертаційна робота та автореферат оформлено згідно вимогам до кандидатських дисертацій.

Повнота відкладу результатів роботи в опублікованих працях. Основні результати дисертації з достатньою повнотою відображено в 12 друкованих працях, з яких 7 статей у фахових виданнях України (одна з них – одноосібна), 2 статті входять у міжнародну наукометричну базу даних (Scopus). Результати досліджень апробовано на 5 міжнародних науково-технічних конференціях, що зафіксовано в опублікованих доповідях. Аналіз внеску автора в публікації по питаннях, висвітлених в дисертації, показав, що внесок Т.І. Ткачука є *вирішальним*.

Автореферат повною мірою відображає зміст і основні положення дисертаційної роботи.

Недоліки дисертаційної роботи. Разом з тим дисертаційна робота має і ряд недоліків, серед яких необхідно відзначити наступні:

1. У Вступі автор стверджує (стор. 13) «Якщо розвиток спеціалізованих комп'ютерних систем до недавнього часу проводився у напрямку апаратної реалізації спеціальних функцій, то з підвищенням тактової частоти роботи мікроелектронних елементів стало можливим будувати спеціалізовані комп'ютерні системи у поєднанні універсальних процесорів із спецпроцесорами. У цьому випадку поставлені задачі розв'язуються у комбінації програмного та апаратного забезпечення.». Однак G. Estrin з Каліфорнійського університету у Берклі зробив доповіді (1. Estrin G., Turn R. Parallel processing in a restructurable computer // IEEE Transaction on Electronic Computers. – 1963. – EC–12, N.6. – P. – 747–755.; 2. Estrin G., Turn R. Automatic assignment of computation in a variable structure computer system // IEEE Transaction on Electronic Computers. 1963. – EC–12, N.6. – P. 755–768.) про спільне використання універсальної структури зі змінними апаратними компонентами, які реалізують спеціальні функції. Також у докторській дисертації В.А. Мельника розглянуто питання, які частини задачі доцільно реалізувати апаратно (спецпроцесори), й які програмно.

2. Об'єкт дослідження сформульовано некоректно. Об'єкт дослідження це — це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію й обране для вивчення.

3. В цілому розділ 1 перевантажено поданням широко відомою інформацією, яка представлена в багатьох виданнях. Її треба було б перенести до Додатків.

4. У 2 Розділу описано задачу оптимізації як процес вибору найкращого варіанту із всіх можливих. Однак задача зводиться до оптимізації структурної складності (вираз 1.16). Коректно класичною задачею оптимізації є мінімізація/максимізація цільової функції при наявності системи обмежень, яку автор наявно не наводить.

5. Оцінки структурної складності пристроїв, що реалізовано на ПЛІС, не враховують специфіку архітектури кристалу ПЛІС, тобто не враховують витрати на внутрішні зв'язки. Це не дає реальні оцінки.

6. В матеріалах автореферату деякі аббревіатури не розкрити, наприклад, РН та інші.

7. Матеріали роботи й автореферату мають стилістичні та орфографічні помилки, наприклад, не можна писати «програмовані логічні інтегральні схеми», треба – *програмовні*.

Слід відмітити, що вказані недоліки суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок по дисертації. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, у якій отримане нове рішення актуальної науково-прикладної задачі створення ефективних структур спеціалізованих комп'ютерних систем для реалізації спеціальних функцій обробки сигналів на основі побудови відповідних SH-моделей та оптимізації значень їх характеристик складності

Таким чином, за актуальністю, обсягом проведених та використаних досліджень, науковою новизною, практичною цінністю отриманих результатів та обґрунтованістю дисертаційна робота й автореферат відповідають вимогам до кандидатських дисертацій та п.п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р." (зі змінами), а її автор – **Ткачук Тарас Ігорович** заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти.

ОФІЦІЙНИЙ ОПОНЕНТ

Провідний науковий співробітник
відділу мікропроцесорної техніки
Інституту кібернетики
ім. В.М. Глушкова НАН України,
д.т.н., професор



Опанасенко В.М.