

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Молчанової Анастасії Анатоліївни
на тему «Методи і засоби проєктування спеціалізованих конвеєрних
обчислювачів на базі ПЛІС для обробки сигналів»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань **12 «Інформаційні технології»**
за спеціальністю **123 «Комп'ютерна інженерія»**

Актуальність теми дисертації.

Останнім часом методи та алгоритми цифрової обробки сигналів (ЦОС) знаходять все більш широке застосування в різних галузях техніки. Використання в якості платформи для їх реалізації мобільних пристроїв, кіберфізичних і вбудованих систем, пристроїв Інтернету речей та інших обчислювально низькопродуктивних засобів підвищує вимоги до економічності, енергоефективності, вартості та надійності технічних рішень.

Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) демонструють перевагу як перед спеціалізованими напівзамовними інтегральними схемами ASIC – за властивостями гнучкості та програмованості, так і перед універсальними процесорами – за високим ступенем паралелізму та надійності. Саме тому вони найчастіше застосовуються для виконання задач ЦОС.

На жаль, процес створення обчислювальних апаратних схем на базі ПЛІС є витратним та часомістким, вимагає від розробника нетипового способу мислення (в паралельних категоріях) та високої кваліфікації. Особливо гостро проблема зростання трудомісткості проєктування таких систем постає для великих та складних проєктів. Одним з перспективних напрямів вирішення даної проблеми є підходи, що базуються на відображенні паралельних алгоритмів на обчислювальну структуру ПЛІС, які потенційно дозволяють прискорити проєктування на один-два порядки.

Цьому актуальному напрямку присвячено й дослідження Молчанової А.А. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності проєктування конвеєрних обчислювачів ЦОС на базі ПЛІС за рахунок формалізації проєктування та використання для пошуку апаратних рішень новітніх технологій, а саме – генетичних алгоритмів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

В дисертаційній роботі сформульовано та вирішено наукове завдання, що полягає в підвищенні ефективності проектування конвеєрних обчислювальних систем ЦОС на основі ПЛІС.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному.

1. Вперше запропоновано метод проектування конвеєрних структур на основі генетичного програмування, який відрізняється від існуючих методів тим, що алгоритм ЦОС, який відображається в структуру, задається просторовим графом синхронних потоків даних (ГСПД), мінімізація апаратних витрат при обмеженнях на час виконання здійснюється за допомогою генетичного алгоритму, який ґрунтується на поданні просторового ГСПД як хромосоми і відповідних функціях селекції та розмноження, а також на двохетапному алгоритмі оптимізації. Метод дає змогу формалізовано вирішувати задачу синтезу обчислювальних систем для ЦОС і одержувати структури з високим співвідношення продуктивність / вартість.

2. Вперше запропоновано спосіб проектування рекурсивних фільтрів на ПЛІС, який відрізняється тим, що завдяки застосуванню просторового ГСПД, використанню схем без блоків множення, а також пошуку коефіцієнтів фільтра методом модельованого відпалювання, забезпечується одержання фільтрів з мінімізованими апаратними витратами та високою тактовою частотою.

Достовірність та наукова обґрунтованість висновків підтверджуються строгими теоретичними викладками та результатами експериментів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Молчанової А.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія», є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям, пов'язаний з розробкою систем цифрової обробки сигналів.

Наявний звіт за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння свідчить, що дисертаційна робота Молчанової Анастасії Анатоліївни є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Стиль викладення матеріалу свідчить про володіння науковою методологією на достатньому рівні. У тексті дисертації відсутні невизначені терміни або залежності, які вимагають додаткового пояснення. Під час викладення матеріалу авторка використовувала загально відомі терміни та визначення.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 161 сторінка.

У вступі розкрита актуальність теми дисертації, вказані мета і завдання дослідження та основні положення, що виносяться на захист.

В першому розділі дисертаційної роботи докладно розглядаються алгоритми і пристрої ЦОС, вимоги до засобів проектування систем цифрової обробки сигналів, обґрунтовано використання ГСПД для подання алгоритмів ЦОС, проаналізовані методи й засоби високорівневого синтезу обчислювальних систем, сформульовані вимоги до елементної бази, методів і засобів проектування систем ЦОС та зроблено висновок про перспективність методів еволюційної оптимізації для синтезу таких систем.

У другому розділі описано створення методу синтезу конвеєрних обчислювальних систем для ЦОС на основі просторового ГСПД, зокрема проаналізовані еволюційні методи оптимізації, включаючи методи генетичного програмування, які були адаптовані для оптимізації просторових ГСПД через запропоновані подання хромосоми, функцій ініціалізації особин, їхньої придатності, селекції та репродукції, а також розроблено двоетапний алгоритм оптимізації конвеєризованих схем.

У третьому розділі описано розроблення програмного застосунку

SDFCAD, у якому втілено новий метод, для чого обґрунтовано вибір проміжної форми представлення проєкту та його частин, мови програмування, розроблена бібліотека типів та функцій, які необхідні для подання, обробки, оптимізації і відображення просторового ГСПД.

У четвертому розділі здійснено перевірку ефективності застосування SDFCAD під час проєктування конвеєрних схем для ЦОС, розглянуто проєктування процесора для дискретного косинусного перетворення, процесорів швидкого перетворення Фур'є, рекурсивних та нерекурсивних фільтрів, генератора синусоїдальних функцій, параметри яких не поступаються або переважають параметри відомих аналогічних процесорів і засобів, розроблених іншими методами.

У висновках поданий перелік основних теоретичних та практичних результатів роботи, вказано перспективні напрямки їх впровадження та додаткових досліджень.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Отримані в дисертаційній роботі наукові результати повністю висвітлені у 15 наукових публікаціях, серед яких: 1 стаття у науковому виданні, включеному на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України і 2 статті у періодичних виданнях, які входять до наукометричних баз Scopus та WoS.

Результати дисертації були апробовані на 12 наукових фахових конференціях.

Вказаний внесок Молчанової А.А. в публікації, що видані в співавторстві, свідчить про те, що вона є авторкою відповідних наукових результатів, не використовувала плагіат і дотримувалася принципів академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В тексті дисертації недостатньо чітко відокремлено відомі результати попередників від положень, які автор запропонував особисто, що ускладнює

об'єктивну оцінку результатів, здобутих дисертантом.

2. Під час вибору основного інструменту підвищення ефективності проєктування конвеєрних систем недостатньо переконливо здійснено вибір на користь саме генетичних алгоритмів.

3. Не завжди вдала та логічна послідовність викладення матеріалу й недостатня структурованість тексту дисертації. Зокрема:

- в другому розділі огляд відомих методів еволюційної оптимізації і генетичного програмування викладається разом з описом розробки методу, що виноситься на захист;

- в третьому розділі, де описується практична розробка системи на основі запропонованого методу, одночасно наводяться приклади відомих розробок попередників;

- в четвертому розділі опис створення алгоритмів проєктування фільтрів поєднується з експериментальним дослідженням цих фільтрів.

Але наведені зауваження не є критичними з точки зору наукової та практичної цінності дисертаційної роботи, отже не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Молчанової Анастасії Анатоліївни на тему «Методи і засоби проєктування спеціалізованих конвеєрних обчислювачів на базі ПЛІС для обробки сигналів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «Інформаційні технології». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Вважаю, що здобувач Молчанова Анастасія Анатоліївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний опонент:

Старший науковий співробітник
Інституту проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України,
д-р техн. наук, ст. наук. співр.

С.Г. Сергій ГІЛЬГУРТ

М.П. «12» 01 2024 року

