ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Лукашенка Андрія Германовича

«Розвиток методів та моделей енергоефективних компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем ресурсозберігаючого технологічного обладнання спеціального призначення», що представлено на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми

Сталий розвиток науково-технічного прогресу в промисловості, оборонній та космічній техніці потребує створення сучасних енергоефективних комп'ютерно-інтегрованих систем спеціального призначення. На основі розробки нових моделей і методів для відтворення значень базових функцій з використанням математичних таблиць та таблиць відповідності . Враховуючи це, можна зазначити, що дисертаційна робота Лукашенка А.Г., яка спрямована на створення нових методів та моделей енергоефективних компонентів, що формують, взаємоперетворюють, продукують і обробляють інформацію з високими показниками, щодо надійності, точності, швидкодії при малих габаритах, вазі, енергоспоживанні та матеріальних витрат є актуальною, а її результати можуть бути ефективно використаним в системах керування аеронавігації, оборонній, космічній, супутниковій промисловості тощо.

Актуальність даної теми підтверджується ще і тим, що вона відповідає потребам та пріоритетним напрямкам розвитку науки в України.

Дослідження виконано відповідно до тематики бюджетних науково-дослідних робіт ЧДТУ: «Методи, моделі при обробці інтелектуальних, інформаційних технологій для високоефективних обчислювальних та локальних підсистем управління в проблемно-орієнтованих системах» (№ 0106U004501); «Моделі локальних підсистем керування лазерним випромінюванням для рішення траєкторних задач на базі таблично-алгоритмічних методів апаратурної реалізації в проблемно-орієнтованих системах» (№ 0109U002739); «Таблично-

ЧДТУ
Вх. № 93-п
27. 01. 2021

алгоритмічні методи, моделі співпроцесорів та компонентів в мікропроцесорних системах керування для спеціалізованих лазерних технологічних комплексів» (№ 0111U002934); «Базові компоненти мікропроцесорних систем керування лазерними технологічними комплексами на основі таблично-алгоритмічних методів, моделей та теорії неповної подібності» (№ 0113 U003345).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість теоретичних положень, висунутих автором, забезпечується коректним використанням математичного апарату та основних положень теорії множин, теорії умовного моделювання, теорії комп'ютерно-експериментального моделювання, аналізу, синтезу, багатокритеріальної оптимізації, теорії дискретної математики, математичної логіки та формалізації, теорії алгоритмів, теорії цифрових автоматів, які є визначальними в досягненні мети дисертаційної роботи, а також впровадженням результатів дисертаційних досліджень на підприємствах.

У вступі обґрунтовано актуальність досліджень, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами та темами. Викладено мету та проблемні задачі досліджень, сформульовано об'єкт та предмет дослідження, обґрунтовано наукову новизну одержаних результатів та їхню практичну цінність, наведено інформацію стосовно апробації та публікацій за темою дисертації.

У розділі 1 проведено системний аналіз сучасного стану теорії, методів та наявних моделей компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем ресурсозберігаючого технологічного обладнання спеціального призначення.

Проаналізовано:

– традиційні методи апаратурної реалізації та моделі обчислювальних перетворювачів з двійково-кодовими операндами для різних систем числення;

– наявні методи зниження складності обчислювальної техніки та апаратурних витрат при побудові цифрових, комбінованих і гібридних моделей компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем;

– наявні математичні моделі узагальнених показників ефективностей для кількісного порівняння проектованих різнорідних багатопараметричних компонентів, що серійно випускаються;

– цифрові та гібридні формувачі елементарних і складних функцій як компоненти субсистем комп'ютерно-інтегрованих систем спеціального призначення та основне коло їх застосування;

– субсистему керування об'єктами переміщення в технологічному обладнанні та визначено проблемну задачу через низьку технологічність при синтезі електроприводів, обумовлену впливом динамічних характеристик контурів двигунів.

На підставі аналізу наявних методів, моделей сформульовано мету розв'язання науково-технічної проблеми і проблемні задачі, які вирішуються.

У розділі 2 запропоновано композиційну логіко-математичну модель, у якої двійково-кодові операнди представлені як композиція незалежних «1» і «0»; створено клас кодів представлених у вигляді однополярних бінарних операндів з позиційно-впорядкованої формою запису; розроблено розрядний кортежно-табличний логіко-оборотний метод перетворення багаторозрядних однополярних позиційно-впорядкованих двійково-кодових операндів, якій включає:

– принцип формування вихідних двійковій-кодових операндів з використанням вхідних кодів та їх перетворення за допомогою коригувальних констант;

– принцип декомпозиції структурованих по кортежах багаторозрядних вхідних і вихідних однополярних позиційно-впорядкованих двійково-кодових операндів;

– запропоновано алгоритм машинного формування значень коригуючих констант;

– методику виявлення та усунення інформаційної надмірності в таблицях коригуючих констант;

– принцип визначення впливу розрядності в кортежах на показники енергоспоживання та об'єму числового блока пам'яті.

У розділі 3 розроблено та досліджено наступне:

Створено та досліджено ефективність цифрових моделей прецизійних перетворювачів систем спеціального призначення: підвищення надійності та зменшення енергоспоживання через зменшення активних і пасивних елементів; розширення функціональних можливостей; створення універсальної мікроархітектури числового блоку пам'яті малого об'єму з можливістю нарощування. Запропоновано узагальнені математичні моделі оцінювання обчислювальних перетворювачів за такими показниками: потужність споживання; час відтворення інформації; надійність; апаратурні витрати.

Розроблено моделі обчислювальних перетворювачів, які апаратурно реалізовані розрядним кортежно-табличним логіко-оборотним методом, що містять: модель перетворювача зважених двійкових кодів у модель незважених різнополярних шумоподібних кодів; біфункціональні моделі їх прямого та зворотного перетворення; багатофункціональну швидкодіючу метамодель перетворювача зважених двійкових кодів у двійково-десяткові.

Розроблено моделі цифрових перетворювачів «прямих» та «зворотних» функцій на базі напівадитивного таблично-логічного методу.

Розроблено високонадійну модель прецизійного кортежного мультиплікативно-адитивного помножувача двійкових операндів.

Запропоновано методики визначення кількості розрядів у кортежах при проектуванні спеціалізованих прецизійних кортежного мультиплікативно-адитивного помножувача за заданою похибкою множення; числового блоку пам'яті кодоперетворювачів за основними параметрами.

У розділі 4 розроблено та досліджено багатофункціональні високонадійні швидкодіючі моделі обчислювальних перетворювачів: комбінованого, що виконує три функції та забезпечує зменшення відносної похибки від пульсацій, і гібридного з виконанням шістьох функцій. Запропоновано експериментально-графічний метод визначення найкращого основного параметра через протиріччя його залежностей.

У розділі 5 удосконалено методологію встановлення взаємозв'язку одночасно за багатьма параметрами ВІС при повній відсутності математичного

опису закономірностей між ними через розроблення наступних методів:

– формування багатопараметричних критеріїв якості;

– визначення ефективних компонентів ВІС через візуалізацію багатопараметричних критеріїв якості.

Удосконалено метод створення ефективної моделі ВІС на базі так званого самомоделювання.

Запропоновано структурне представлення методики визначення напрямів вдосконалення ВІС за багатьма відповідними параметрами при наявності великого енергетичного резерву кристала ВІС, а також узагальнений показник ефективності кількісного оцінювання ефективності складних систем.

У розділі 6 наведено результати застосування розробок нових та удосконалених методів, енергоефективних моделей компонентів і субсистеми комп'ютерно-інтегрованих систем ресурсозберігаючого технологічного обладнання спеціального призначення, що ґрунтуються на базі розроблених теоретичних досліджень, отриманих у роботі.

Проведено аналіз зміни енергетичних витрат за основними стадіями технологічного процесу лазерного зварювання, які формують якісну мікроструктуру тонкостінних конструкцій. Виявлено, що лазерне випромінювання необхідно модулювати періодичним сигналом, імпульс якого є лінійно-ламаною функцією, що формується розробленою багатофункціональною комбінаційною моделлю. На основі синтезу розроблених методів, моделей та визначених із множини наявних енергоефективних компонентів і субсистем комп'ютерно-інтегрованих систем розроблено концептуальну модель ресурсозберігаючого спеціалізованого лазерного технологічного обладнання.

Удосконалено модель багатоконтурної субсистеми, за допомогою якої забезпечується переміщення за обчисленими траєкторіями об'єкта обробки та відповідного інструмента одночасно.

Спроектовано, розроблено, виготовлено та відлагоджено фізичну модель ресурсозберігаючого спеціалізованого лазерного технологічного обладнання, яка забезпечила проведення комп'ютерно-експериментального моделювання за

допомогою розроблених алгоритму та програми в умовах автоматизованого виробництва, що використовується у галузі атомної енергетики на підприємстві ТОВ «АРМАТОМ».

Запропоновано інформаційно-логічну модель, що забезпечує зменшення часу на розробку та узгодження технічного завдання на етапі системотехнічного проектування комп'ютерно-інтегрованих систем ресурсозберігаючого технологічного обладнання спеціального призначення.

Висновки до розділів і загальний висновок до дисертаційної роботи є обґрунтованими та відбивають її зміст і одержані в ній результати.

Наукова новизна дисертаційної роботи

Отримані наукові результати створюють методологічну основу нових методів, моделей енергоефективних компонентів, що впроваджуються при розробці або модернізації комп'ютерно-інтегрованих систем, які мають одночасно високу надійність, швидкодію, точність при малих габаритах і вазі, малому енергоспоживанні та низьку вартість, а саме:

– розрядний кортежно-табличний логіко-оборотний метод, що розроблено вперше на основі використання властивостей математичної логіки та формалізації при створенні композиційної логіко-математичної моделі з представленням однополярних позиційно-впорядкованих двійково-кодових операндів як композиції незалежних «1» і «0», який забезпечує паралельну обробку інформації та прискорює час проектування;

– моделі компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем, які вперше розроблено та досліджено для перетворення широкого класу однополярних позиційно-впорядкованих двійково-кодових комбінацій; моделі основані на поєднанні принципів універсальності і спеціалізації та спрямовані на підвищення надійності, зменшення енергоспоживання цифрових прецизійних обчислювальних перетворювачів спеціального призначення за введенням коригуючого й інформаційного зворотних зв'язків усередині кристала;

– методологію, що вперше запропонована на базі основних положень теорії умовного моделювання для встановлення взаємозв'язку одночасно за

багатьма різними параметрами серійних інтегральних компонентів з формуванням багатопараметричних критеріїв якості та знакових моделей для підвищення швидкості аналізу та встановлення взаємозв'язків між параметрами;

– узагальнений (інтегрований) критерій оцінювання ефективності моделей дослідження, що удосконалено для спрощення та прискорення процесу порівняльного аналізу та зменшення часу проектування;

– метод створення ефективної моделі ВІС, який удосконалено на основі зміни параметрів режиму роботи для зменшення енергочасових та матеріальних витрат.

– графоаналітичний метод визначення найліпшої кількості розрядів в кортежі універсального числового блоку пам'яті, що отримав подальшій розвиток на основі розрядного кортежно-табличного логіко-оборотного методу та дозволяє варіювати об'ємом констант, потужністю споживання та параметрами швидкодії при забезпеченні необхідної точності та надійності.

– експериментально-графічний метод визначення параметрів для функціонування двопозиційного транзисторного перемикача, який отримав подальшій розвиток на основі синтезу суперечливих залежностей двох незалежних параметрів.

Достовірність та обґрунтованість наукових результатів

Достовірність наукових результатів підтверджена: коректністю використаних моделей та математичних методів їх теоретичною та практичною верифікацією; успішною програмною реалізацією та впровадженням розробленого розрядного кортежно-табличного логіко-оборотного методу; патентами на винахід України; рецензіями фахівців, отриманими перед опублікуванням статей автора у фахових виданнях, що входить до міжнародних наукометричних баз даних, у тому числі Scopus, Web of Science,

Результати, висновки та рекомендації, викладенні в роботі достатньо обґрунтовані, їх достовірність підкріплено широким обговоренням на міжнародних науково-технічних конференціях а також в провадженням на підприємствах України, Молдови та у навчальному процесі ЧДТУ на кафедрі

РСКС (м. Черкаси); ЧДУ ім. Петра Могили (м. Миколаїв) на кафедрі інформаційних технологій та програмних систем і ДВНЗ «ДонНТУ» на кафедрі електронної техніки (м. Покровськ).

Практична цінність результатів полягає в тому, що отримані наукові результати доведені до конкретних інженерних рішень, методик, алгоритмів, варіантів функціональних схем, придатних для побудови компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем. Практична цінність дисертаційної роботи підтверджена документами впровадження одержаних результатів на підприємствах та в навчальному процесі університету, а також 8 патентами України на винахід.

Повнота викладання здобувачем основних результатів дисертаційної роботи в публікаціях

Результати дослідження, що подані в дисертації, опубліковані в 107 наукових працях, у тому числі 2 монографіях, 57 статтях у наукових фахових виданнях (з них 6 – у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз Scopus або Web of science, 12 – у виданнях іноземних держав), 24 патентах України (з них 8 патентів на винахід), 28 тезах доповідей у збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

Відповідність роботи встановленим вимогам

За важливістю й актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем виконаних теоретичних розробок і експериментальних досліджень, новизною і практичною цінністю отриманих результатів дисертація Лукашенка А.Г. відповідає вимогам до робіт, які висуваються на здобуття науково ступеня доктора технічних наук.

Робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти. Основні положення дисертації повністю відображені в наукових публікаціях автора та пройшли апробацію на наукових конференціях. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

Недоліки та зауваження

1. Велика кількість умовних скорочень, які не завжди до місця розкриваються, що ускладнює сприйняття матеріалів дисертації та автореферату.

2. Не зовсім вдалі назви запропонованих моделей та методів, що також включають такі епітети, як «нетрадиційний високоефективний». Критерій названо і узагальненим, і інтегрованим, однак не пояснено, як ці визначення доповнюють одне одного. Не завжди назви моделей та методів зберігаються в одному варіанті як у дисертації, так і в авторефераті, що також заважає їх дослідженню.

3. За моделями за часту стоять конкретні апаратні розробки, що призводить до таких оцінок, як потужність споживання моделі. За такий спосіб моделі починають функціонувати, хоча це прерогатива методів та засобів.

4. Запропоновані моделі та методи мають широкий спектр спрямованості, включаючи надійність енергоспоживання, швидкодію тощо, однак не завжди розставлені пріоритети за цими показниками та вказані обмеження, що на них накладаються.

5. Виявлені однакові коригуючі константи дійсно можуть зменшувати обсяг пам'яті для їх зберігання та покращувати інші показники, що витікають із зменшення пам'яті, однак при цьому ускладняється управління щодо вибору цих констант для різного застосування.

6. Об'єднання вхідних і вихідних контактів усередині кристала може бути використано тільки за умови рознесення операцій введення та виведення даних у часі, що обмежує застосування цього підходу та може заважати конвеєризації обчислюваних процесів.

7. Не достатньо чітко визначено введене в роботі «самомоделювання». Не зовсім зрозуміле походження такої назви і його введення.

8. Особистий внесок здобувача було б доцільно краще прив'язати до пунктів наукової новизни.

Зазначені недоліки не знижують достатньо високий науковий рівень дисертаційної роботи.

Висновок

Дисертація виконана на сучасному науковому рівні. Основні положення, що винесені на захист, і висновки є достовірними та переконливо аргументованими. Основний зміст дисертації повністю відображений у авторефераті та друкованих працях і відповідає вимогам МОН України щодо мінімальної кількості публікацій у наукових фахових виданнях та обов'язкової апробації матеріалів роботи. Робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти. Та профілю спеціалізованої вченої ради. Дисертація написана грамотно, а стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує легкість і доступність їх сприйняття.

Розглянута дисертаційна робота Лукашенка Андрія Германовича «Розвиток методів та моделей енергоефективних компонентів комп'ютерно-інтегрованих систем ресурсозберігаючого технологічного обладнання спеціального призначення» є актуальною завершеною науковою працею і відповідає «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ № 656 від 19.08.2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р., № 567 від 27.07.2016 р.), а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – Комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,
професор кафедри
комп'ютерних систем та мереж
Одеського національного
політехнічного університету,
доктор технічних наук, професор О.В. Дрозд

Особистий підпис О.В.
засвідчує
Ст. інспектор