

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти та науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

кафедра ЕОМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

## **Методи розробки спеціалізованих інтегральних схем для систем управління**

виконав:  
ст. гр. СПм-22-5 Лубан А.С.

керівник:  
доц. Федорченко В.М.

### *Мета та завдання*

**Метою роботи** є аналіз методів розробки спеціалізованих інтегральних схем для систем управління з використанням архітектурних специфікацій систем-на-кристалі архітектурних специфікацій.

**Об'єктом дослідження** є методи забезпечення функціонування обчислювальних комплексів на базі систем-на-кристалі.

**Завдання:**

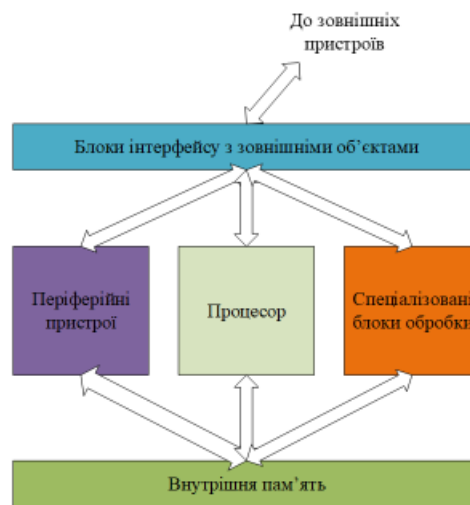
- проведення аналізу існуючих методів створення архітектурних специфікацій обчислювальних комплексів на базі систем-на-кристалі;
- аналіз методу розробки спеціалізованих інтегральних плат для взаємодії з системами-на-кристалі;
- розробка методу створення та використання архітектурних специфікацій для спеціалізованих інтегральних плат обчислювальних комплексів на базі систем-на-кристалі.

## Взаємодія спеціалізованих інтегральних плат з SoC



3

## Структурна схема SoC в загальному вигляді



4

### Способи вирішення вибору нових мов опису системного рівня та методології проектування

- ✓ Використання мов опису апаратури з деякими доповненнями, як, наприклад, розширення мови Verilog до SystemVerilog.
- ✓ Адаптація мов програмування високого рівня (C / C ++, Java) для опису архітектурних специфікацій систем на кристалі.
- ✓ Створення принципово нових мов системного рівня спеціально для проектування систем на кристалі.
- ✓ Розширення можливостей існуючих мов високорівневого моделювання та застосування їх разом з іншими мовами нижчого рівня для опису архітектурних специфікацій систем.

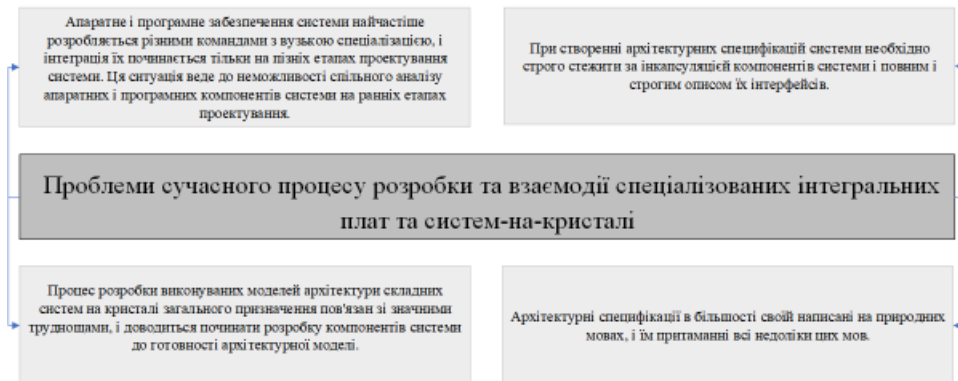
5

### Архітектурна специфікація



6

## Проблеми сучасного процесу розробки



7

## Аналіз форматів

Аналіз форматів			
<p>Більшість розглянутих форматів широко використовуються при створенні специфікацій обчислювальних систем, за винятком формальних мов. Однак, існують підходи до створення специфікацій і з використанням формальних мов.</p>	<p>Складність створення специфікацій прямо пропорційна ступеню формалізації використовуваної мови. З цієї причини необхідно шукати компроміс між якістю специфікації, безпосередньо залежать від її формалізації, і складністю її створення.</p>	<p>Можливості верифікації відсутні тільки у специфікацій, написаних на природних мовах, що і є однією з проблем, що вирішуються в даній роботі. Всі інші формати даних підтримують можливість перевірки коректності даних. У разі таблиць, однак, повноцінна верифікація вимагає створення таблиць по заздалегідь заданим шаблонам.</p>	<p>Можливості трансляції на формальні мови також відсутні тільки у специфікацій на природних мовах. У разі таблиць для такої трансляції також необхідно заздалегідь знати структуру таблиці. Для опису структурних аспектів архітектури СК підходять природні мови, формальні мови та в меншій мірі структурні діаграми.</p>

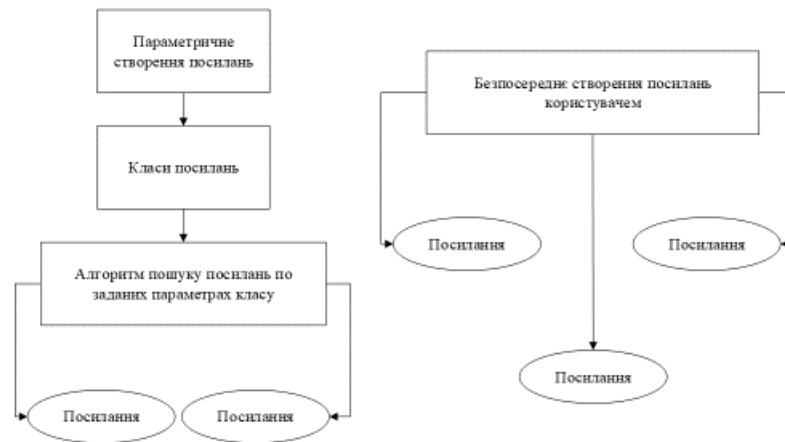
8

## Трансляція даних



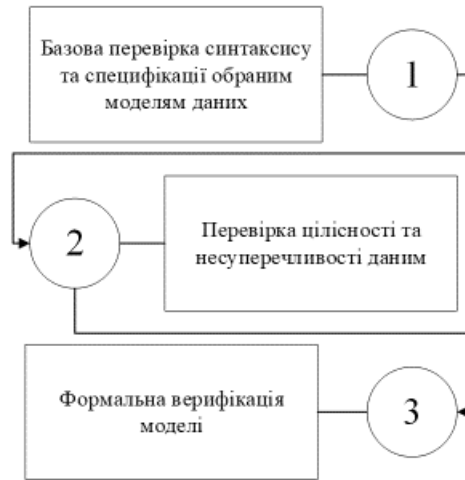
9

## Процес створення посилань між фрагментами специфікацій



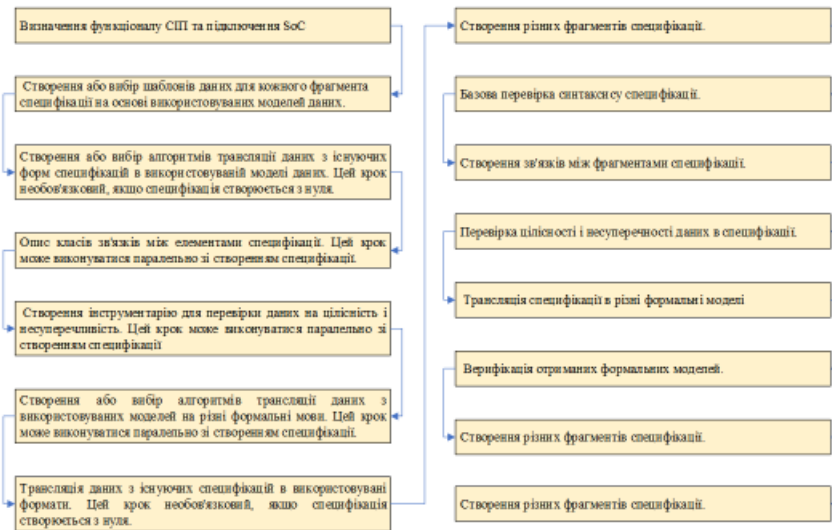
10

## Процес перевірки коректності специфікацій для методу розробки СПП



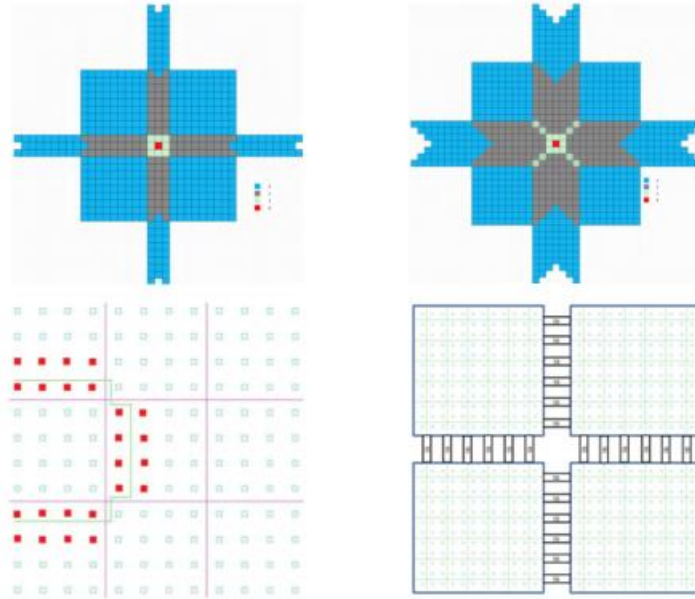
11

## Метод розробки СПП (створення специфікацій та роботи з ними)



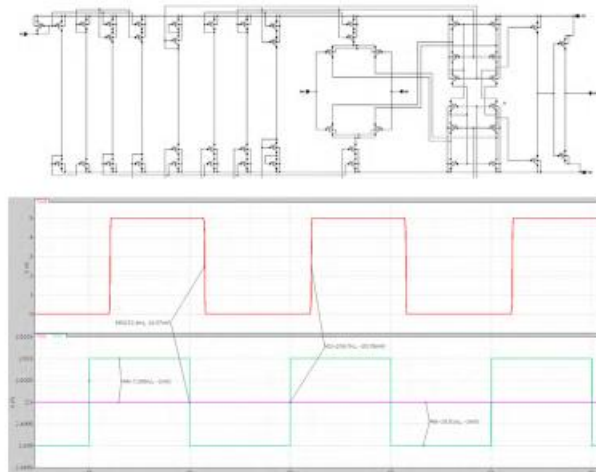
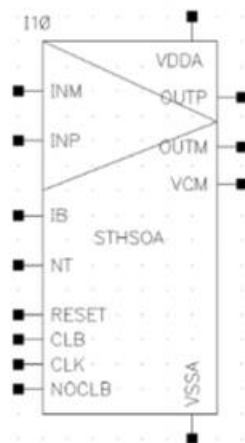
12

### Архітектура програмуємої інтегральної схеми



13

### Результати роботи



13

## *Висновки*

У ході підготовки кваліфікаційної роботи проведено аналіз методів розробки спеціалізованих інтегральних схем для систем управління з використанням архітектурних специфікацій систем-на-кристалі архітектурних специфікацій. Для спрощення створення виконуваних моделей SoC у набір методів включений метод автоматизації переведення специфікацій у виконуваних моделі на формальних мовах; а для раннього спільного аналізу різних компонентів системи та протоколів її функціонування розроблений підхід передбачає застосування різних методів верифікації даних на стадії створення специфікації. Крім того, розроблений метод також дозволяє підвищити якість взаємодії спеціалізованої інтегральної плати та системи на кристалі.

## ДОДАТОК Б

### Апробація

УДК 004.9

doi: 10.26906/SUNZ.2023.1.075

В.О. Дяченко, С.П. Зубенко, А.С. Лубан, В.М. Федорченко

Харківський національний технічний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

#### МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ РОЗРОБКИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

**Анотація.** **Актуальність.** Спеціалізовані інтегральні схеми (ASIC) є ключовими компонентами для систем управління роботами, оскільки вони забезпечують високу продуктивність і ефективність обробки. Використовуються для обробки даних з сенсорів, таких як камери, лідари та інші датчики. Вони забезпечують швидку і точну обробку сигналів, необхідних для навігації та виявлення об'єктів. ASIC можуть бути налаштовані для управління різними двигунами. Вони забезпечують точне і швидке керування рухами роботів, що є критично важливим для промислових роботів і роботів-маніпуляторів. Також забезпечують високошвидкісну передачу даних між різними модулями системи робототехніки. Це можуть бути інтерфейси для зв'язку між процесорами, сенсорами та актуаторами. ASIC використовуються для оптимізації споживання енергії, що є важливим аспектом для мобільних роботів та безпілотних апаратів, які працюють на акумуляторах. В деяких випадках ASIC спеціалізуються на виконанні алгоритмів машинного навчання і нейронних мереж, що дозволяє роботам здійснювати складні завдання, такі як розпізнавання об'єктів та прийняття рішень в реальному часі. ASIC розробляються для виконання конкретних завдань, що дозволяє значно підвищити їх продуктивність у порівнянні з універсальними процесорами. Це особливо важливо для систем управління роботами, де необхідна швидка обробка даних у реальному часі. Спеціалізовані схеми споживають менше енергії порівняно з універсальними рішеннями, оскільки вони оптимізовані для виконання конкретних функцій. Це критично важливо для автономних роботів і пристроїв, що працюють на батареях. ASIC дозволяють зменшити розміри системи за рахунок високого рівня інтеграції компонентів. Це сприяє створенню компактних робототехнічних рішень, які можуть бути використані в функціонуванні мобільних роботів. Спеціалізовані інтегральні схеми забезпечують високий рівень надійності та безпеки, оскільки вони спроектовані для роботи у визначених умовах та з конкретними завданнями. Це зменшує ризик виникнення помилок або збоїв у роботі системи. Для великих обсягів виробництва розробка і використання ASIC може бути економічно вигіднішою, оскільки вона дозволяє знизити вартість одного чіпа завдяки масштабованому виробництву. Використання ASIC дозволяє швидше впроваджувати нові технології та алгоритми, оскільки спеціалізовані рішення можуть бути швидко адаптовані для підтримки нових функцій і можливостей. Всі ці фактори роблять розробку ASIC актуальною та надає можливість створювати унікальні архітектури, які максимально відповідають вимогам конкретних систем управління, що забезпечує їх оптимальну роботу. **Метою даної роботи** є дослідження існуючих методів та інструментів розробки спеціалізованих інтегральних схем для мобільних систем управління. **Об'єктом дослідження** є функціонування спеціалізованих інтегральних схем. **Предметом дослідження** є методи забезпечення енергоефективності спеціалізованих інтегральних схем. **Результати.** Проведено аналіз існуючих методів та інструментів розробки спеціалізованих інтегральних схем для мобільних систем управління. Використання ASIC для обробки сигналів і зображень у робототехніці дозволяє досягати високої продуктивності, ефективності та точності, що є критично важливим для багатьох застосувань. Це забезпечує роботам можливість швидко і точно реагувати на зміни в навколишньому середовищі та виконувати складні завдання з високою ефективністю. При управлінні рухом досягається висока точність, ефективність та надійність систем управління, а також відкриває нові можливості для створення більш складних і функціональних роботизованих систем, здатних виконувати широкий спектр завдань у різних галузях, включаючи промисловість, медицину, транспорт і побутові застосування. Хоча ASIC не є універсальними у звичайному розумінні, вони забезпечують високу продуктивність, енергоефективність і надійність для специфічних завдань. У додатках з визначеними вимогами і великими обсягами виробництва, де висока продуктивність і енергоефективність є критичними, використання ASIC є виправданим і ефективним рішенням. Для інших випадків можуть бути доцільними гібридні підходи, що поєднують переваги ASIC і універсальних рішень, таких як FPGA або універсальні процесори.

**Ключові слова:** ASIC, EDA, FPGA, Synopsys, енергоефективність, машинне навчання, робототехніка, мобільні системи управління, Mentor Graphics.

#### Вступ

Розробка спеціалізованих інтегральних схем [1] (ASIC) для мобільних систем управління вимагає особливих методів і підходів через обмеження, такі як розмір, енергоспоживання [2] та вимоги до продуктивності. Вона містить включення декілька основних методів та етапів, які забезпечують ефективність, компактність і низьке енергоспоживання: аналіз вимог, архітектурне проектування, моделювання та симуляцію, синтез і оптимізацію, фізичне проектування, верифікацію та тестування, енергоменеджмент, інтеграцію та

тестування системи, термінальні та фізичні випробування, зворотній зв'язок та вдосконалення. Ці методи дозволяють створювати ефективні, компактні і енергоефективні спеціалізовані інтегральні схеми для мобільних систем управління [3], забезпечуючи їх надійність і високу продуктивність. Для реалізації цих методів використовуються інструменти автоматизованого проектування (EDA), такі як Synopsys, Cadence, Mentor Graphics, які забезпечують всі необхідні етапи від концептуального проектування до фізичної реалізації і тестування чіпів. Ці інструменти є критично важливими для розробки ASIC. Вони