

УДК 658:004

Шадрін М.С.¹, Зеленьова І. Я.², Грушко С.С.²

¹ студ. гр. КНТ-528, НУ "Запорізька політехніка"

² к.т.н., доц. НУ "Запорізька політехніка"

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУР СУМІЩЕНОГО ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ ВБУДОВАНОЮ СИСТЕМОЮ БАЗИСІ FPGA

Вбудована система (ВС) визначається сьогодні, як спеціалізована обчислювальна система, яка в силу вирішуваного завдання безпосередньо взаємодіє з фізичними об'єктами та процесами. Як правило, більша частина функціоналу ВС реалізується шляхом програмування. ВС стають конфігурованими все в більшому ступені, а складність цієї конфігурації дуже швидко зростає. Призначення ВС — вирішення прикладного завдання засобами обчислювальної техніки. Це означає, що основу проектування становить питання організації цільового обчислювального процесу апаратними та програмними засобами. Різноманітність варіантів реалізації впливає з багаторівневої організації ВС.

Елементну базу ВС складають електронні, оптичні, механічні та інші фізичні компоненти, з яких складається її фізична реалізація. Сьогодні в переліку таких компонентів складні мікросхеми процесорів, контролерів, акселераторів, системних плат обчислювачів. У свою чергу, до складу таких елементів входять програмні засоби (завантажувачі, стеки протоколів та інші), які розміщуються у вбудованих блоках постійної пам'яті. Сучасні високотехнологічні інтегральні схеми програмованої логіки, зокрема FPGA, ProASIC, завдяки характеристикам та внутрішній структурі дозволяють виконувати проекти ВС на одному кристалі. При цьому актуальним стає питання компактного розташування логічних схем функціональних блоків складної системи в межах площі кристала.

Пристрій керування (ПК) є важливою частиною практично будь-якої цифрової системи, зокрема вбудованої. При реалізації схеми ПК необхідно оптимізувати його характеристики. До найважливіших характеристик належить площа кристала, яку займає схема ПК. Зменшення площі веде до зменшення таких показників, як час поширення сигналу та споживана енергія. Методи зменшення площі значною мірою залежать від моделі пристрою керування та елементного базису.

У даній роботі розглядається метод вирішення цього завдання при реалізації схеми суміщеного мікропрограмного автомата (СМПА) у базисі FPGA (field-programmable-gate-array). Зазвичай, у літературі розглядаються або автомати Мілі, або автомати Мура. Проте СМПА часто використовують у практиці проектування цифрових систем.

Проведено порівняльне дослідження трьох різних структур СМПА, а саме: базова структура з регістром станів, без використання на етапі імплементації блоків внутрішньої пам'яті (ЕМВ) кристалу FPGA; структура з використанням ЕМВ, структура з використанням ЕМВ та лічильником адреси стану. Моделювання та тестування синтезованих схем СМПА виконано у IDE Quartus II. На основі проведених тестів виконано порівняння трьох структур СМПА за критерієм кількості використаних логічних елементів, тобто розподілених ресурсів кристалу, а також за критерієм компактною топології схеми. Ці критерії обрані з метою звільнити місце на кристалі для розташування інших функціональних блоків складної вбудованої системи. Результати експериментів наведені на рис. 1.



Рисунок 1 - Результати експериментів

Як видно з графіків, СМПА з лічильником потребує менше логічних елементів на ПЛІС у порівнянні з структурами без вбудованої пам'яті та лічильника, але потребує трохи більше пам'яті через керуючий сигнал, який зберігається в пам'яті. Зазначимо, що блоки ЕМВ є цінними внутрішніми ресурсами, кількість яких обмежена. Однак при проведенні експериментів визначена така тенденція, щодо із зростанням розміру вихідної задачі для імплементації, економія розподілених ресурсів кристалу є значною, а потреба в блоках ЕМВ зростає незначним чином. Все це дає можливість використовувати структуру СМПА з внутрішньою пам'яттю та лічильником для ефективної реалізації певного класу алгоритмів керування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Logic Synthesis for FPGA-based Finite State Machines. / Barkalov A., Titarenko L., Kolopienzyk M., Mielcarek K. Bazydło G. // Studies in Systems, Decision and Control, 38. - New York: Springer, 2016. - 280 pp.

2. Control System Design Based on Modern Embedded Systems / Khamis, A., Zydek, D., Borowik, G., and Subbaram Naidu, D. // vol. 8112. Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 491–498.