

УДК 004.31

В.А. МЕЛЬНИК, З. САРАЙРЕХ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

ПОБУДОВА ГЕНЕРАТОРІВ ПРОГРАМНИХ МОДЕЛЕЙ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА КРИСТАЛІ

Обґрунтовано доцільність використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв при проектуванні комп'ютерних систем на кристалі та генераторів їх програмних моделей. Показано, що використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв при проектуванні комп'ютерних систем на кристалі та генераторів їх програмних моделей дозволяє автоматизувати процес розробки комп'ютерної системи на кристалі. Запропоновано підхід до проектування комп'ютерної системи на кристалі, який передбачає використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв, що є компонентами системи, в якості функціональних блоків генератора програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі.

Ключові слова: програмна модель обчислювального пристрою, генератор програмних моделей обчислювальних пристроїв, система на кристалі, генератор програмних моделей систем на кристалі.

Вступ

В процесі проектуванні комп'ютерних систем на кристалі використовують програмні моделі обчислювальних пристроїв, попередньо створені і відлагоджені або куплені у третьої особи. Комп'ютерна система на кристалі створюється шляхом інтегрування програмних моделей обчислювальних пристроїв [1] згідно з набором виконуваних ними функцій, характеристик продуктивності та затрат обладнання.

Розглянемо кілька типових ситуацій, які можуть виникнути в процесі розробки комп'ютерної системи на кристалі.

1. Програмна модель, розроблена з метою використання у певній системі на кристалі, не відповідає кінцевим вимогам (наприклад, щодо продуктивності роботи, щодо затрат обладнання, щодо споживаної потужності), які можуть дещо змінюватись чи уточнюватись у процесі її проектування.

2. Комп'ютерна система на кристалі розробляється до того, як один чи декілька реалізованих у ній алгоритмів будуть стандартизовані та затверджені у технічному завданні. За жорстких умов конкуренції на сучасному ринку комп'ютерних засобів ця ситуація є досить розповсюдженою (наприклад, роботи по створенню систем захисту інформації за алгоритмом Rijndael виконувались і до того, як він був затверджений урядом США як національний стандарт шифрування інформації AES). Однак після уточнення розроблені моделі нерідко не відповідають вимогам і підлягають модифікації чи заміні.

3. Розробляється серія комп'ютерних систем на кристалі, у яких використовується ряд подібних моделей обчислювальних пристроїв (наприклад, процесорів швидких ортогональних перетворень різної розмірності).

Виникнення таких ситуацій є явищем достатньо розповсюдженим і викликає значні фінансові та часові затрати, оскільки вимагає модифікації або заміни розроблених програмних моделей обчислювальних пристроїв. Щоб цього уникнути, розробники програмних моделей обчислювальних пристроїв, зі свого боку орієнтуючись на багатьох замовників, які можуть висувати різні вимоги, розробляють бібліотеки програмних моделей обчислювальних пристроїв та конфігуровні моделі [2, 3].

1. Генератори програмних моделей обчислювальних пристроїв

Генератором програмних моделей обчислювальних пристроїв називають програмну систему, яка включає конфігуровну модель обчислювального пристрою та засоби її конфігурування [4]. Генератори програмних моделей обчислювальних пристроїв автоматично генерують визначені програмні моделі відповідно до значень вхідних конфігураційних параметрів. Вхідні та вихідні дані генератора програмних моделей обчислювальних пристроїв зображено на рис.1 (P_i – i -й конфігураційний параметр).

Принципи роботи генератора та його реалізація можуть бути різними. Результатом роботи генерато-

ра є програмні моделі обчислювальних пристроїв, написані однією або кількома мовами опису апаратних засобів, системи тестування програмних моделей, командні скрипти для виконання їх компіляції, симуляції та синтезу, документація користувача та ін.

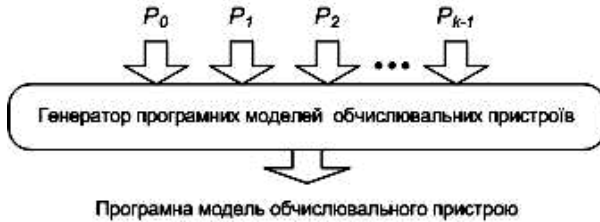


Рис. 1. Вхідні та вихідні дані генератора програмних моделей обчислювальних пристроїв

Кількість програмних моделей обчислювальних пристроїв, які можуть генеруватися, визначається кількістю k конфігураційних параметрів P_i ($i = 0, 1, 2, \dots, k-1$), що надходять на вхід генератора, та взаємними відношеннями між ними.

2. Програмні моделі обчислювальних пристроїв у комп'ютерних системах на кристалі

Розглянемо типову ситуацію, коли потрібно розробити комп'ютерну систему на кристалі, яка складається з програмовного процесора та набору обчислювальних пристроїв – процесора швидких ортогональних перетворень, процесора симетричного блокового шифрування, процесора завадостійкого кодування, спільного пристрою оперативної пам'яті та пристроїв вводу/виводу (рис. 2). Проект по створен-

ню такої системи виконується НВП «Інtron» [5]. Система призначена для виконання швидких ортогональних перетворень згідно з алгоритмами Фур'є, косинусного, синусного перетворень одно- та двовимірних різної ширини. Після виконання швидкого ортогонального перетворення інформація шифрується згідно з алгоритмами симетричного блокового шифрування AES, DES або Triple DES з використанням різних режимів шифрування, кодується згідно з алгоритмом завадостійкого кодування (наприклад, CRC) та передається у канал зв'язку. Зазначимо, що для застосування такої комп'ютерної системи існує широкий спектр галузей, серед яких супутниковий зв'язок, телекомунікація, мобільна телефонія, прилади військової техніки. Кожна з цих галузей висуває свої вимоги щодо швидкості обробки інформації, точності її представлення, ступеня захищеності системи, її габаритів, споживаної потужності та ін. Деякі застосування потребують подібні системи, але із звуженим набором виконуваних функцій, скажімо, без шифрування або без кодування. Це викликає потребу у виготовленні ряду систем, кожна з яких відповідає вимогам певного застосування.

Технологія проектування комп'ютерних систем на кристалі передбачає використання в якості функціональних вузлів комп'ютерної системи попередньо розроблених та відтестованих компонент – програмних моделей обчислювальних пристроїв. Розробка програмних моделей обчислювальних пристроїв – процес достатньо тривалий і складний [1, 6], тому для побудови таких систем доцільно створювати генератори програмних моделей обчислювальних пристроїв або їх конфігуровні моделі [7, 8].

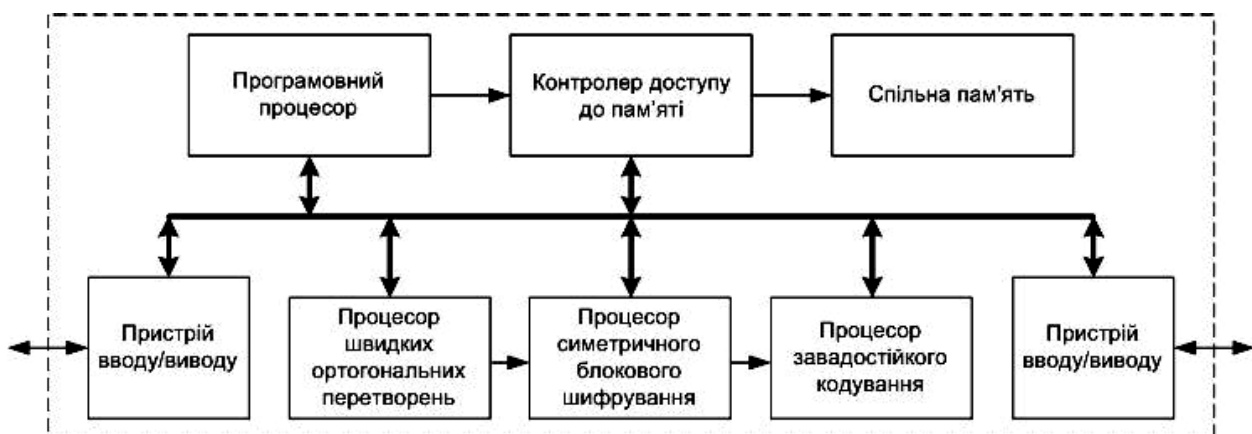


Рис. 2. Структура комп'ютерної системи на кристалі НВП «Інtron»

У прикладі, що розглядається, доцільно розробити та використати генератор процесорів швидких ортогональних перетворень [9], генератор процесорів

симетричного блокового шифрування [10], генератор процесорів завадостійкого кодування, та генератор пристроїв пам'яті різної ємності, що забезпечить ско-

рочення часових витрат на розробку систем на кристалі та знизить їх собівартість.

В разі наявності відгестованих генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв для реалізації комп'ютерної системи на кристалі розробник повинен виконати такі дії:

1. Маючи технічні вимоги до системи, розрахувати технічні вимоги до її компонент.
2. Розрахувати конфігураційні параметри компонент комп'ютерної системи, які забезпечать їх відповідність технічним вимогам.
3. Використовуючи генератори програмних моделей обчислювальних пристроїв, згенерувати моделі потрібних пристроїв.
4. Інтегрувати пристрої у комп'ютерну систему та відлагодити її роботу, використовуючи відповідну систему тестування.

3. Генератор програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі

Розглянемо інший підхід до реалізації комп'ютерної системи на кристалі, який передбачає використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв, що є компонентами системи, в якості функціональних блоків генератора програмних моделей комп'ютерної системи на кристалі (рис. 3).

Генератор програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі буде складатися з:

- 1) програми розрахунку конфігураційних параметрів компонент комп'ютерної системи на кристалі;
- 2) генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв – компонент комп'ютерної системи на кристалі;

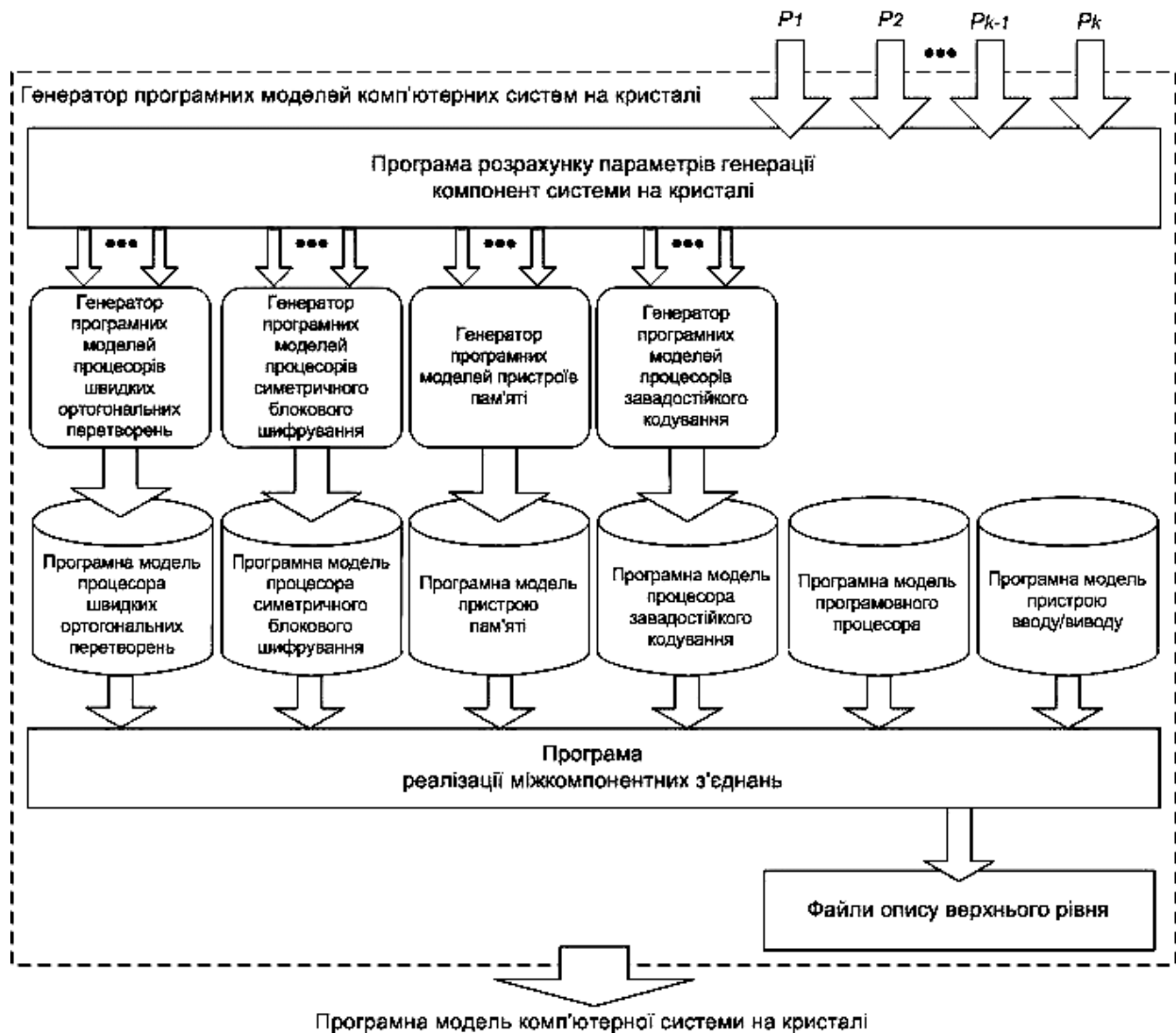


Рис. 3. Узагальнений принцип дії генератора програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі

3) програмних моделей обчислювальних пристроїв – тих компонент комп'ютерної системи на кристалі, котрі не є конфігуровними;

4) програми реалізації міжкомпонентних з'єднань.

На вхід генератора програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі надходять конфігураційні параметри комп'ютерної системи P_1, P_2, \dots, P_k , причому значення цих конфігураційних параметрів є або значеннями компонент, або дають можливість їх однозначно визначити. Виходячи з значень P_1, P_2, \dots, P_k , визначаються значення конфігураційних параметрів компонент – процесорів швидких ортогональних перетворень, симетричного блокового шифрування, завадостійкого кодування та пристроїв пам'яті, після чого генеруються відповідні програмні моделі обчислювальних пристроїв. Програма реалізації міжкомпонентних з'єднань, використовуючи згенеровані програмні моделі обчислювальних пристроїв, генерує програмні файли опису верхнього рівня, таким чином інтегруючи їх у комп'ютерну систему.

Розглянутий підхід може бути застосований для побудови генераторів комп'ютерних систем на кристалі довільної конфігурації. Використання даного підходу дозволяє:

1) автоматизувати процес розробки комп'ютерної системи на кристалі;

2) отримувати комп'ютерні системи на кристалі з характеристиками, що найкраще відповідають вимогам конкретного застосування, не вносячи змін у проект;

3) скоротити часові затрати на виготовлення кожної наступної комп'ютерної системи на кристалі;

4) знизити собівартість кожної наступної комп'ютерної системи на кристалі.

Висновки

В роботі обґрунтовано доцільність використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв при проектуванні комп'ютерних систем на кристалі та генераторів їх програмних моделей. Введено поняття генератора програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі.

Показано, які дії повинен виконати розробник під час проектування комп'ютерної системи на кристалі в разі наявності відтестованих генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв.

Запропоновано новий підхід до проектування комп'ютерної системи на кристалі, який передбачає використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв, що є компонента-

ми системи, в якості функціональних блоків генератора програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі. Генератор програмних моделей комп'ютерних систем на кристалі містить: програму розрахунку конфігураційних параметрів компонент комп'ютерної системи на кристалі, генератори програмних моделей обчислювальних пристроїв та програмні моделі неконфігуровних обчислювальних пристроїв – компонент комп'ютерної системи на кристалі, та програму реалізації міжкомпонентних з'єднань.

Показано, що використання генераторів програмних моделей обчислювальних пристроїв при проектуванні комп'ютерних систем на кристалі та генераторів їх програмних моделей дозволяє автоматизувати процес розробки комп'ютерної системи на кристалі, отримувати комп'ютерні системи на кристалі з характеристиками, що найкраще відповідають вимогам конкретного застосування, не вносячи змін у проект, а також скоротити часові затрати на виготовлення кожної наступної комп'ютерної системи на кристалі та знизити її собівартість.

Література

1. Мельник А. Технологія проектування ядер комп'ютерних пристроїв / А. Мельник, В. Мельник. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" "Комп'ютерні системи та мережі". – 2002. – №463. – С.3-9.
2. Melnyk V. Development of Symmetric Block Ciphering Processors using techniques of configuring the Soft-Cores / V. Melnyk // Pomiar, Automatyka, Kontrola. Miesiecznik Naukowo-Techniczny. – 2003. – 7/8, – P. 59-62.
3. Melnyk V. Set of Symmetric Block Ciphering Soft-Cores / V. Melnyk // Proceedings of the VII-th International Conference CADSM 2003, February 18-22, 2003, Lviv-Slavsko. – P.190-193.
4. Melnyk A. Newest Computer Devices Design Technology on a Base of Configurable Models / A. Melnyk. // Proceedings of the 1st International Conference "Advanced Computer Systems and Networks: Design and Application". September 24-26, 2003, Lviv, Ukraine. – P. 10-12.
5. System-Level Design Solution for ASIC Design Automatic Generation [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.intron-innovations.com
6. Lavafno L. System-level design models and implementation techniques / L. Lavafno, A. Sangiovanni-Vincentelli // Proceedings International Conference on Application of Concurrency to System Design. – 1998. – P. 24 32.
7. Melnyk A. IP Cores Generators in SoC Design / A. Melnyk, W. Melnyk // Proceeding of the 5th international Conference for Students and Young Scientists

„Telecommunication in XXI Century“, Poland, Wólka Milanowska, 24-26 November 2005. – P. 23-28.

8. Qi H. *IP-Based SoC Design Methodology* / H. Qi, L. Yu, W.T. Li, Z. Jiang, J. Wei. // *Proceedings Of World Computer Conference*. – August 2000.

9. Melnyk A. *FFT Processor IP Cores synthesis on the base of configurable pipeline architecture* /

A. Melnyk, B. Dunets. // *CADSM 2003 Proceedings*. Lviv, 18–21 February 2003.

10. Melnyk V. *Modelling DES Soft-Cores for information protection* / V. Melnyk, J. Baesig. // *Schriftenreihe der Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nuernberg* Nr. 8, Nuernberg, December 2002, – P. 5-19.

Поступила в редакцію 19.02.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедри Ф.В. Новиков, Харківський національний економічний університет, Україна.

ПОСТРОЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПРОГРАММНЫХ МОДЕЛЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ

В.А. Мельник, З. Сарайрех

Обоснована целесообразность использования генераторов программных моделей вычислительных устройств при проектировании компьютерных систем на кристалле и генераторов их программных моделей. Получено, что использование генераторов программных моделей вычислительных устройств при проектировании компьютерных систем на кристалле и генераторов их программных моделей позволяет автоматизировать процесс разработки компьютерной системы на кристалле. Предложен подход к проектированию компьютерной системы на кристалле, который предусматривает использование генераторов программных моделей вычислительных устройств, являющихся компонентами системы, в качестве функциональных блоков генератора программных моделей компьютерных систем на кристалле.

Ключевые слова: программная модель вычислительного устройства, генератор программных моделей вычислительных устройств, система на кристалле, генератор программных моделей систем на кристалле.

DEVELOPMENT OF GENERATORS OF THE SOFTWARE MODELS OF COMPUTER SYSTEMS ON A CHIP

V.A. Melnyk, Z. Saraireh

Expediency of the use of generators of software models of computing devices in the design of computer systems on a chip and generators of their program models is substantiated. It was found that the use of generators of software models of computing devices at the projection of computer systems on a chip and the use of generators of their program models automate the process of developing a computer system on a chip. An approach to designing a computer system on a chip, which provides the use of generators of the software models of computing devices, which are components of the system, as functional blocks of the generator of the software models of computer systems on a chip is proposed.

Keywords: software model of computing device, the generator of software models of computing devices, system on chip, the generator of software models of systems on chip.

Мельник Віктор Анатолійович – канд. техн. наук, доц. кафедри захисту інформації, Національний університету «Львівська політехніка», Львів, Україна, e-mail: vamelnyk@polynet.lviv.ua.

Сарайрех Зіад – аспірант кафедри електронних обчислювальних машин, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна.