

The paper discusses an architectural approach to development of IT systems for multidimensional parameter measurements of spatially distributed objects. A platform independent model of IT systems for multidimensional parameter measurements of spatially distributed objects is suggested.

Signal processing, frameworks, system architecture

УДК 378.225

О. И. Буренева, Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев,

Н. М. Сафьянников

О ПЕРЕПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НОВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСХЕМ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ

Аппаратные средства вычислений, в том числе построенные на основе микросхем программируемой логики (ПЛИС), позволяют эффективно решать многие задачи управления и обработки данных. Возможности внедрения ПЛИС в аппаратуру различного назначения наталкиваются на дефицит кадров в этой области и требуют постоянной переподготовки специалистов научных и промышленных организаций. Статья обобщает опыт организации переподготовки, накопленный в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ».

ПЛИС, языки проектирования, САПР, методики обучения, переподготовка специалистов

Современные системы автоматизированного проектирования, анализа и синтеза динамических объектов, управления движением (особенно управление движением совокупности объектов) требуют выполнения до нескольких миллиардов операций в секунду. Традиционные подходы, основанные на использовании процессорных средств общего назначения, во многих случаях оказываются менее эффективными, чем реализация таких же задач аппаратными средствами. Применение исключительно типовых процессорных средств может привести к избыточным экономическим, энергетическим или массогабаритным показателям [1]. Это прежде всего относится к таким областям применения, как обработка сигналов и изображений в реальном времени, средства управления производственными процессорами, интеллектуальные измерительные системы и т. д.

Аппаратные средства чаще всего используются совместно с процессорным ядром общего назначения, составляя вместе с ним «систему-на-кристалле» (SOC) или «систему-на-плате», и работают как сопроцессоры, «помогающие» центральному процессору системы выполнять части общей задачи, реализация которых в ядре системы по тем или иным соображениям нецелесообразна.

Среди средств аппаратной поддержки особое место занимают микросхемы программируемой логики (ПЛИС). Кроме того ПЛИС являются эффективным средством отладки проектов, которые впоследствии реализуются в виде заказных БИС.

К сожалению, возможности внедрения ПЛИС в аппаратуру различного назначения наталкиваются на дефицит специалистов, способных эффективно использовать широкие возможности, открывающиеся в данной области. Недостаточное количество квалифицированных инженерных кадров, в том числе и в области разработки электронных компо-

нентов, неоднократно отмечено в выступлениях руководителей государства и отдельных ведомств. Более того, состав микросхем и их возможности, как и возможности средств систем их проектирования, непрерывно и весьма динамично изменяются. Эти обстоятельства требуют постоянной и всесторонней переподготовки специалистов научных, проектных и производственных организаций, связанных с разработкой и использованием компонентов программируемой логики. Одним из путей решения представленных проблем является организация постдипломного образования в рамках университетов, имеющих достаточный опыт и необходимые ресурсы для проведения такого дополнительного обучения. Использование самоподготовки, на которую рассчитывают некоторые «экономные» менеджеры, на деле оборачивается неэффективными тратами рабочего времени, приобретением ненужных впоследствии обучающих программных средств и стендов и в конечном счете – излишними затратами.

Кафедра вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» такими возможностями обладает. Настоящая статья обобщает опыт ЛЭТИ в этом направлении и представляет принципы, которыми руководствуются авторы при подготовке и проведении программ переобучения.

Для того чтобы иметь возможность оперативно настраивать программы курсов переподготовки исходя из потребностей групп слушателей (в частности, предприятий-заказчиков), комплекс программ подготовки создается по модульному принципу. Авторами разработана совокупность дидактических единиц – модулей, из которых можно «составлять» различные программы обучения, исходя из заявляемых потребностей. В созданном и предлагаемом авторами комплексе программ обучения по тематике «Проектирование на ИС с программируемой структурой» имеются 4 группы модулей. Программы учебных циклов практически всегда строятся так, чтобы присутствовали модули из разных групп.

Первую группу составляют модули представления архитектуры и схемотехники ПЛИС. Все модули этой группы содержат общую часть (классификация ПЛИС, базовые архитектуры и обзор текущего состояния рынка) и специфическую часть – подробное представление ПЛИС выбранной слушателями фирмы (Altera, Xilinx и др.) или семейства, включая особенности схемотехнического проектирования в этом базисе (вопросы питания, тактирования, связи с окружением).

Вторая группа модулей содержит курсы по изучению языков проектирования аппаратуры. Языковое описание в настоящее время становится неотъемлемой и весьма эффективной частью проектной процедуры. В этой группе заказчикам предлагается на выбор один из следующих языков для обучения: VHDL, VerilogHDL, System-C, System Verilog, Vhdl-AMS. Заметим, однако, что System-C, System Verilog, VHDL-AMS не предполагается изучать в начальных базовых курсах, о чем написано далее, а лишь в расширенных курсах и для лиц, имеющих предварительные знания о других языках проектирования аппаратуры.

Модули третьей группы обеспечивают ознакомление и практическую работу в средах САПР ПЛИС. Все эти модули имеют сходную «постановочную» часть, где представляется типовой маршрут проектирования и наборы функций, характерных для любых САПР ПЛИС. Потом следует изучение специфики и правил работы в конкретной САПР –

обычно той, которая используется в организациях, где работают слушатели. Это может быть как система проектирования разработчика ПЛИС (QUARTUS фирмы Altera, ISE и PlanAhead фирмы Xilinx или иные), так и САПР «общего» применения – Cadence, Mentor Graphics, Synopsys.

Модули четвертой группы ориентированы на рассмотрение особенностей проектирования проблемно-ориентированных приложений с использованием тех или иных САПР. Здесь излагаются общие подходы к выбору структуры блоков исходя из требований к проекту (параллельные, микропрограммные, потоковые и конвейерные структуры) и их представление в языках проектирования [2], [3], а также реализация проектов в типичных для заказчика областях приложений. В настоящее время подготовлены модули для таких областей, как дискретные управляющие системы, интерфейсные подсистемы, системы цифровой обработки сигналов. При появлении новых запросов этот перечень может и будет расширяться.

Каждый модуль содержит теоретический раздел, представляемый в форме лекции или беседы со слушателями, и цикл лабораторных занятий, во время которых слушатели создают описание некоторого устройства, исследуют его путем моделирования и выполняют синтез в выбранном базисе с использованием соответствующей САПР. Во всех случаях предусматривается имплементация проекта в реальную микросхему и сравнение ее поведения в моделирующей среде и в реальных условиях.

Кафедра имеет 2 учебных класса, ориентированных на обучение методике проектирования на ПЛИС и SOPC. Один из классов нацелен на изучение продукции фирмы Altera, а другой создан при активной поддержке фирмы «Макро-Групп» и предназначен для обучения продукции фирмы Xilinx. Классы, поддерживающие циклы лабораторных работ, кроме лицензионных версий САПР (QUARTUS фирмы Altera, ISE и PlanAhead фирмы Xilinx, Mentor Graphics) имеют отладочные платы различных фирм с ПЛИС разных изготовителей. Для организации полноценного процесса обучения набор плат должен содержать ПЛИС, соответствующих современному уровню развития техники, и представлять продукцию основных фирм-производителей ПЛИС.

Класс, ориентированный на продукцию фирмы Altera, оснащен преимущественно платами DE0 (ПЛИС типа Cyclone III марки EP3C16F484C6) фирмы TerASIC. Требуемое для курсов с углубленным изучением дополнительное оборудование, как правило, обеспечивается подключением модулей, выполненных по мезонинной технологии.

Второй класс, ориентированный преимущественно на продукцию фирмы Xilinx, содержит 2 типа плат – один на базе ПЛИС Spartan III, другой на базе более перспективных ИС Spartan VI. Использование для начального обучения плат с новейшими сложными микросхемами чаще всего не является обязательным и безусловно требуется только для проведения отдельных видов занятий в курсах углубленной подготовки специалистов, а также при организации демонстрационных проектов.

Вполне естественно, что большинство предприятий направляет на переподготовку специалистов, имеющих весьма незначительный опыт в обсуждаемой предметной области (и более чем десятилетний опыт проведения авторами занятий подтверждает это). Поэтому в подавляющем большинстве случаев требуется прохождение начального «базового»

курса. Содержание такого курса составляется из модулей разных групп, чтобы обеспечить представление о полном цикле разработки проектов, но с особым вниманием к используемым конкретным заказчиком элементной базе и САПР.

«Базовый» курс предполагает обзор основных архитектур и рынка ПЛИС (модуль из первой группы), изучение основных подходов к языковому описанию аппаратуры и синтаксиса основных конструкций выбранного языка проектирования (модуль второй группы) и работу в САПР (модуль третьей группы). Из модулей четвертой группы обычно выбираются только те темы, которые позволяют получить общее представление о прикладных вопросах применения ПЛИС. Такой курс согласно общепринятым требованиям к программам переподготовки должен соответствовать 72 акад. ч. Сейчас наибольшим спросом пользуются курсы, ориентированные на приоритетное изучение микросхем и САПР фирмы Altera и проектирование с использованием языка VHDL. Однако возникают и альтернативные запросы, и следует быть готовыми к изменениям конъюнктуры.

Анализ существующих тенденций показывает, что у предприятий-заказчиков постепенно увеличивается интерес к более профессиональным курсам, в том числе к реализации прикладных задач в соответствующей предметной области. Объем и содержание расширенных, а также дополнительных курсов весьма индивидуальны. При составлении программы обучения для группы слушателей требуется проведение соответствующих опросов и переговоров с заказчиками. В результате из представленных модулей отбираются те, которые удовлетворяют запросам большинства кандидатов (для корпоративных групп приоритетными становятся запросы предприятия-заказчика).

В наших курсах предлагаются:

- модули, демонстрирующие детали схемного проектирования в выбранном базисе;
- модули, расширяющие представление возможностей конкретных САПР (в том числе для отладки проектов после имплементации);
- модули по изучению состава и принципов использования библиотек настраиваемых компонентов используемой САПР, например LPM (Library of Parametrized Moduls) фирмы Altera, Core фирмы Xilinx, а также используемых в ПЛИС процессорных ядер.

Весьма актуальны вопросы импорта и экспорта проектов. Разрабатываются дидактические модули и обучающие программы, обеспечивающие более детальное освоение методологии языкового проектирования (например, подключение проблемно- и платформенно-ориентированных библиотек, корпоративное проектирование, сопряженное проектирование аппаратных и программных средств, методология верификации).

Могут предлагаться к изучению языки системного уровня (System-C, System Verilog, VHDL-AMS, HandelC и др.). Особый раздел дополнительных курсов – это представление и создание проектов для конкретной области приложений: обработка сигналов и изображений, ПЛИС в системах автоматического управления и др.

ЛЭТИ по собственной инициативе начал переподготовку специалистов в области ПЛИС уже 12 лет назад, и за это время прошли переобучение в соответствии с предло-

женными принципами почти 150 представителей более 10 предприятий Санкт-Петербурга и России. Отзывы слушателей и их работодателей о методике и содержании курсов весьма положительны.

Об актуальности проблемы переподготовки кадров в рассматриваемой области и правильности выбора ЛЭТИ направлений переподготовки кадров свидетельствует также тот факт, что программа «Автоматизированное проектирование устройств на базе ПЛИС» включена в Президентскую программу повышения квалификации инженерных кадров на 2012 г.

Участие в президентской программе расширяет возможности переподготовки. Предусматривается возможность привлечения на переподготовку за счет средств, выделяемых на эту программу, иногородних слушателей с последующей отправкой лиц, наиболее успешно прошедших переподготовку, на стажировку в фирмы-разработчики БИС и САПР. Возможно привлечение сторонних (в том числе зарубежных) специалистов для проведения занятий.

Благодаря этой программе больше организаций ознакомились с нашими возможностями, а кафедра, со своей стороны, смогла более четко выделить существующие потребности. Наличие президентской программы переподготовки является дополнительным стимулом поддержки обучения в этом направлении как в форме постдипломного образования, так и в традиционном учебном процессе вуза.

Нет сомнения в том, что переподготовленные в рамках представленных программ специалисты обеспечат улучшение качества и повышение скорости разработки проектов в области вычислительной техники, цифровой электроники и систем управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kaeslin H. Digital Integrated Circuit Design. From VLSI Architectures to CMOS Fabrication. New York: Cambridge University Press, 2008.
2. Грушвицкий Р. И., Мурсаев А. Х., Угрюмов Е. П. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой. СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
3. Мурсаев А. Х. Представление в языках проектирования аппаратуры потоковых, конвейерных и микропрограммных реализаций операционных устройств //Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. Вып. 5. С. 73–78.

O. I. Bureneva , R. I. Grushvitski , A. Kh. Mursaev , N. M. Safiannikov

SPECIALISTS REEDUCATION FOR NEW FIELDS OF PLD DESIGN AND USAGE

Computing hardware, including devices based on programmable logic microchips (PLD) enables effective solutions for many control and data processing problems. The possibility of this technology widespread for various purposes meets problems, caused by the lack of experienced electronic designers and require constant retraining of scientific and industrial specialists. The article summarizes the experience of the St. Petersburg state electrotechnical university "LETI" in organizing such reeducation.

CPLD, Hardware Design Language, CAD, Teaching Methods, Retraining of specialist