

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И.Ульянова (Ленина);

²Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук,
г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. На современном этапе развития образования и науки технологии проектирования с использованием ПЛИС широко используются при синтезе цифровой электроники и создании прототипов. Возможности осуществления реконфигурации и наличие программного обеспечения различных систем автоматизированного проектирования студенческих версии и бесплатных программ-симуляторов обеспечивают большое преимущество в освоении дисциплин электроники и схемотехники.

Ключевые слова: ПЛИС; цифровая обработка изображений; САПР; образовательный проект; методика обучения схемотехнике

В разрабатываемых сегодня приложениях для встроенных электронных систем требуется получать, обрабатывать и передавать сложные наборы данных. Они могут поступать из различных источников, таких как датчики окружающей среды, камеры неподвижного изображения и видеокamеры. После получения и сохранения в электронной памяти к данным осуществляется доступ и их обработка с использованием подходящих математических алгоритмов. То, как данные хранятся, к которым осуществляется доступ, обрабатываются и передаются, повлияет на стоимость обработки данных. Такие алгоритмы традиционно реализуются с использованием обычных программных приложений, которые выполняются на универсальном процессоре. Однако можно рассмотреть различные подходы к созданию архитектуры цифровой системы, которая состояла бы из памяти, подсистем обработки и коммуникационной логики. При рассмотрении математики, лежащей в основе процессов проектирования, это приводит к созданию системных архитектур, которые могут быть оптимизированы для реализации требуемого алгоритма или групп алгоритмов. Математика массивов – это класс операций, который поддерживает вычисления в n -мерных массивах с использованием форм массива и индексации значений, хранящихся в массиве.

На кафедре САПР ГЭТУ «ЛЭТИ» эффективно применяются современные средства синтеза цифровых схем при обучении схемотехнике и реализации различных конфигурации, на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) [1].

На современном этапе развития технологии проектирования с использованием ПЛИС широко используются при синтезе цифровой электроники и создании прототипов. Возможности осуществле-

ния реконфигурации и наличие программного обеспечения различных систем автоматизированного проектирования (САПР) студенческих версии и бесплатных программ-симуляторов обеспечивают большое преимущество в освоении дисциплин электроники и схемотехники. Те же преимущества делают их привлекательными и для получения инженерного образования.

Признано, что большинство современных инженерных учебных программ не поспевают за развитием технологий, и что ограниченное время приводит к ограничению количества необходимых материалов, которые могут быть включены для учебного процесса. Следовательно, темы проектирования цифровых систем высокой плотности для дисциплин по электронике, схемотехнике и компьютерной инженерии не являются исключением, и решение о том, какой материал включить, всегда является предметом обсуждения и, насколько глубоко должна быть представлена техническая информация по сравнению с практическими материалами.

Важно также отметить особенности методики проведения учебных занятий по схемотехнике с применением методов и алгоритмов обработки визуальной информации, которая играет важную роль практически во всех сферах нашей жизни. Сегодня большая часть этой информации представлена и обработана в цифровом виде [2].

Цифровая обработка изображений – это любая форма обработки сигнала, для которой входным сигналом является изображение, в частности транспортных изображений, полученных от различных камер наблюдения на транспорте.

В этом контексте внедрения и оценка алгоритмов обработки изображений являются сложными задачами, требующими высокотехнических и междисциплинарных навыков. Студенты - бакалавры и магистры должны разработать как практические, так и теоретические упражнения, чтобы понять, как работает алгоритм обработки сигналов изображений; однако с учетом огромного числа источников и материалов им приходится самостоятельно учиться индивидуально [3].

В этой работе авторами представлен инновационный подход к обучению на основе технологии «система на кристалле» и соответствующих САПР, на её основе: Quartus и Vivado и инструментов, на базе ПЛИС. Такой подход позволяет студентам более эффективно осваивать такие важные курсы, как «электроника и схемотехника», «проектирование систем на кристалле» и «проектирование сложно-функциональных блоков систем на кристалле».

Таким образом, в основу предложенной авторами методики обучения схемотехнике входит разработанный в рамках проекта под названием «Образовательный проект цифровой электроники на основе ПЛИС». Проект направлен на разработку методики проектирования цифровых вычислительных узлов и устройств обработки сигналов, в частности изображений, для быстрого обучения цифровой электронике и схемотехнике [4]. В примере, разработанном в этом исследовании, рассматривается часть организации ввода данных в структуру 8-битного устройства обработки изображений. Проект подготовлен с учетом уровня знаний студентов и разделен на четыре части для лучшего понимания:

- 1) Функции, реализованные в модулях с использованием языков аппаратуры Verilog и VHDL;
- 2) алгоритмы кодирования и декодирования изображений;
- 3) реализации арифметических и логических операций;
- 4) построение временных диаграмм синтезируемых схем обработки изображений.

В заключение следует отметить, что методика обучения цифровой электронике на базе ПЛИС для студентов, изучающих электронику/ компьютерную инженерию, как начинающих проектировщиков является эффективной и востребованной. Благодаря разработке и внедрению методики "Образовательный проект цифровой электроники на основе ПЛИС" учащиеся совершенствуют свои навыки совместного использования таких модулей, как кодеры/декодеры, счетчики, мультиплексоры, компараторы и т.д.

Список литературы:

1. Фахми Ш.С., Малыгин И.Г., Королев О.А. Аппаратная реализация приложения обработки изображений транспортных объектов на основе технологии "система на кристалле"// Проблемы разработки перспективных микро- и нано-электронных систем (МЭС). 2022. № 4. С. 50–55.
2. Фахми Ш.С., Костикова Е.В. Шаталова Н.В. Спектральная обработка изображений в транспортных системах наблюдения: Монография. – СПб.: Издательско- полиграфическая ассоциация ВУЗ, 2022. С. 322.
3. Li Y, Chu W, Using FPGA for Computer Architecture/Organization Education. IEEE Computer Society Technical Committee on Computer Architecture Newsletter, IEEE Computer Society Press. 1996. pp.31–35.
4. Koch A, Golze U, FPGA Applications in Education and Research. proceedings of 4th eurochip workshop, toledo, 1993. pp.260–26.

Sh. S. Fahmi^{1,2}, Y. M. Sokolov¹, V. S. Valereev¹

FPGA is a professional development tool in the educational process

¹*Saint Petersburg Electrotechnical University;*

²*Institute of transport problems N.S. Solomenko of the Russian Academy of Sciences, Russia*

Abstract. *At the present stage of development, FPGA design technologies are widely used in the synthesis of digital electronics and the creation of prototypes. The possibilities of reconfiguration and the availability of software for various computer-aided design systems of student versions and free simulation programs provide a great advantage in mastering the disciplines of electronics and circuit engineering.*

Keywords: FPGA; digital image processing; CAD, educational project; methods of teaching circuit technology