

# Цифровая схемотехника и архитектура компьютера

второе издание

Дэвид М. Хэррис и Сара Л. Хэррис



Издательство  
Morgan Kaufman  
© English Edition 2013

**MIPS**  
by Imagination

Спонсор перевода - Imagination Technologies  
[www.imgtec.com](http://www.imgtec.com)  
Переведено командой из компаний  
и университетов России, Украины, США  
и Великобритании

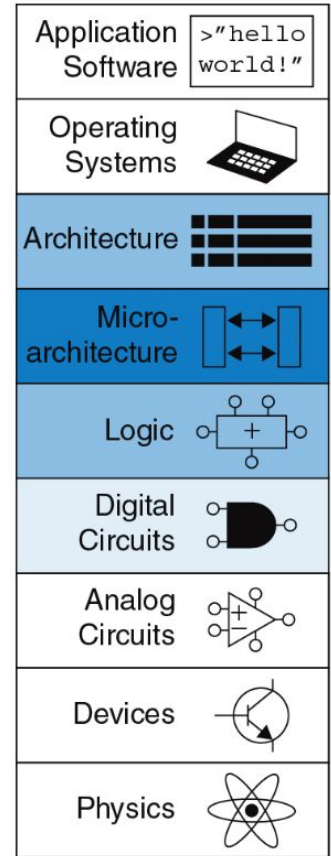
Application Software	
Operating Systems	
Architecture	
Micro-architecture	
Logic	
Digital Circuits	
Analog Circuits	
Devices	
Physics	

# Все части одного целого

- Цифровая логика
- Языки описания аппаратуры
- Компьютерная архитектура
- Микроархитектура процессора
- Связь с промышленными чипами

# Уровни абстракции в книге

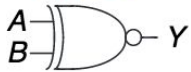
- Цифровые схемы
  - Привязка к физике и временной анализ
- Логика
- Микроархитектура
  - Блоки CPU, структура конвейера
- Архитектура
  - Система команд, взгляд программиста
- Привязка к OS и приложениям



# Глава 1. От нуля до единицы

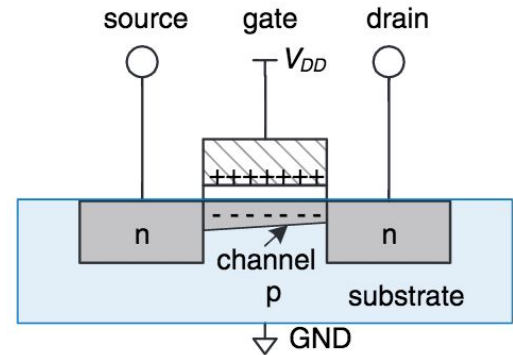
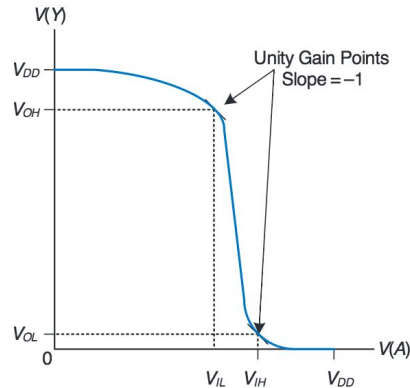
- Двоичные числа
- Логические элементы
- Привязка к физике

## XNOR



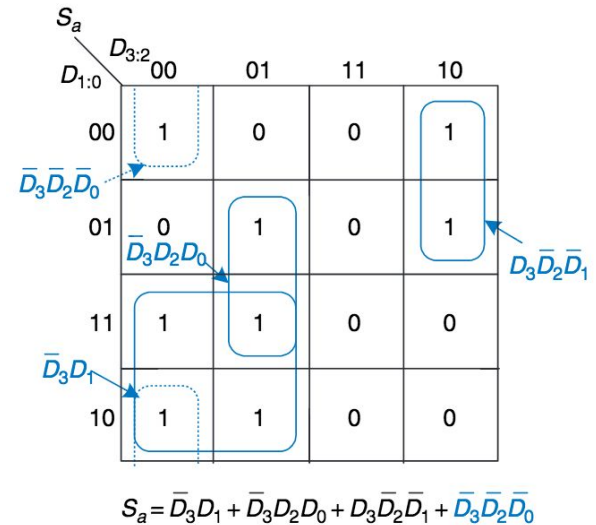
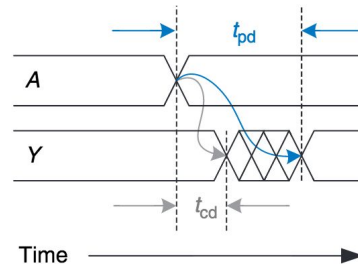
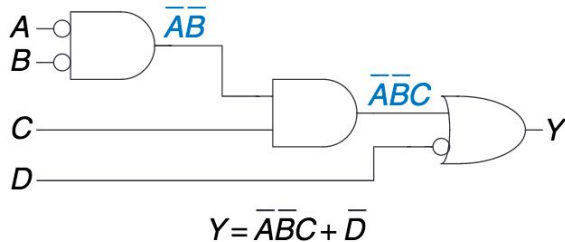
$$Y = \overline{A \oplus B}$$

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



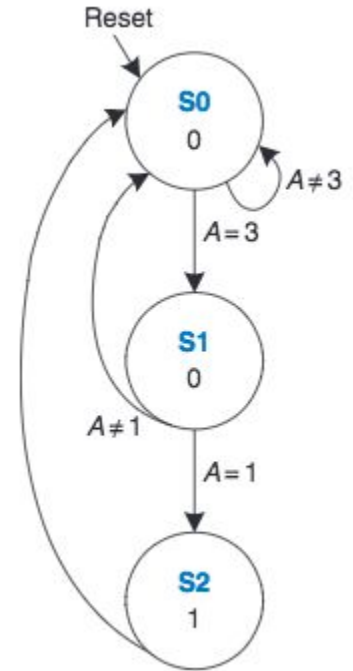
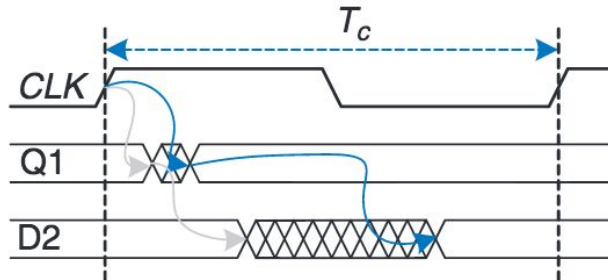
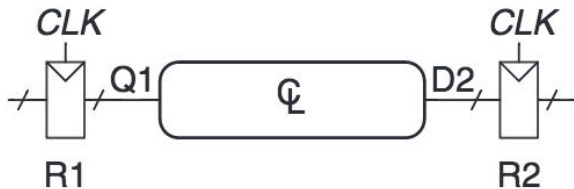
# Глава 2. Комбинационная логика

- Построение схем
- Методы оптимизации
- Временной анализ



# Глава 3. Последовательная логика

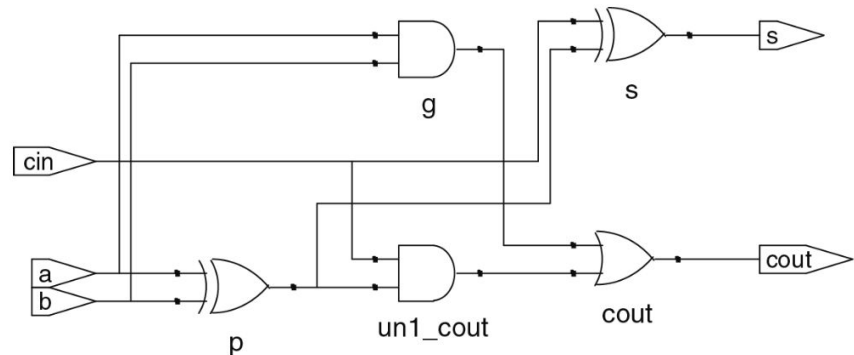
- Защелки и триггеры
- Конечные автоматы
- Временной анализ



# Глава 4. Языки описания аппаратуры

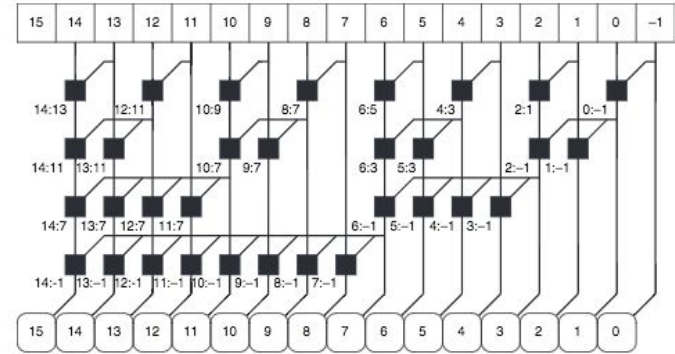
- Verilog
- VHDL
- Синтез
- Моделирование
- Тестирование

```
module fulladder(input logic a, b, cin,  
                 output logic s, cout);  
  
    logic p, g;  
    assign p = a ^ b;  
    assign g = a & b;  
    assign s = p ^ cin;  
    assign cout = g |(p & cin);  
endmodule
```

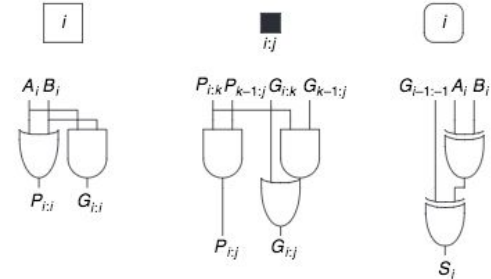


# Глава 5. Строительные блоки

- Арифметические
  - Сложение, умножение
- Последовательностные
  - Счетчики
  - Сдвиговые регистры
- Память
  - Статическая
  - Динамическая



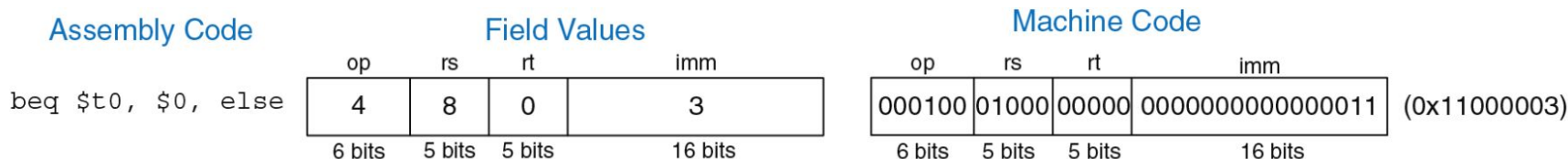
Legend





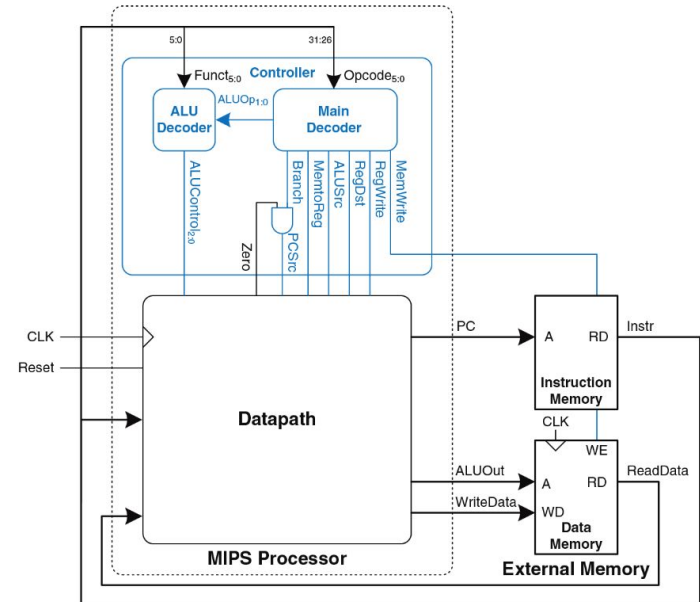
# Глава 6. Архитектура

- Как видит процессор программист
  - Система команд
  - Видимые программисту регистры
  - Прерывания
- Иллюстрация работы компилятора
  - Циклы, работа с массивами, рекурсия



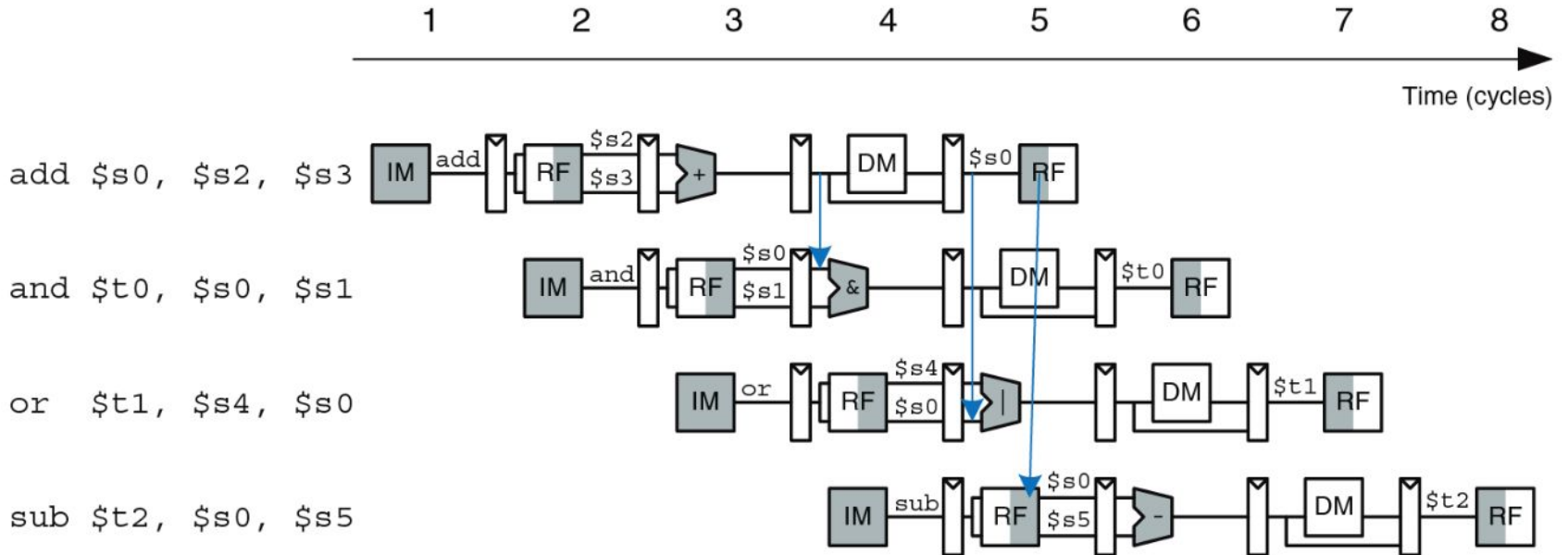
# Глава 7. Микроархитектура

- Как видит процессор схемотехник
  - Вычислительные блоки
  - Стадии конвейера
- CPU своими руками
  - Реализация на Verilog
- Обзор улучшенных микроархитектур





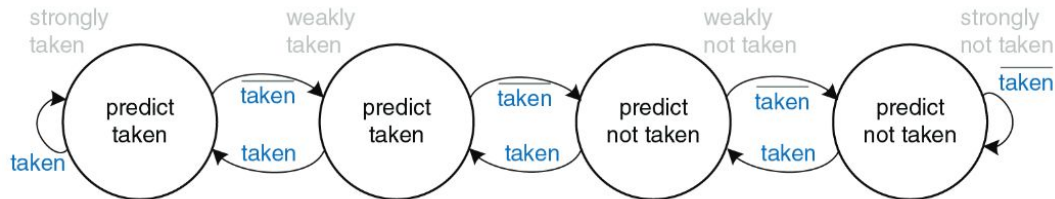
# Пример: иллюстрация конвейера



**Рис. 7.49** Пересылка данных через байпас

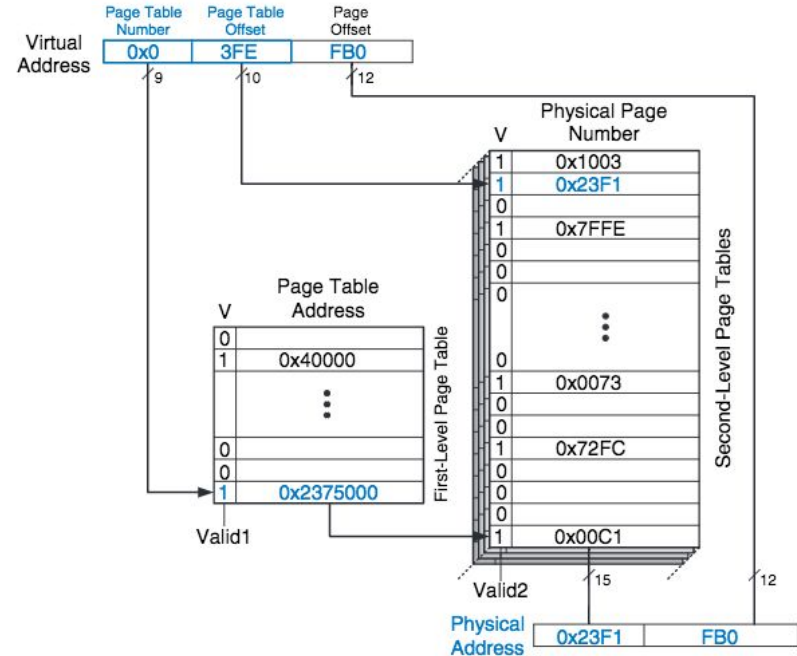
# Улучшения микроархитектуры

- Длинные конвейеры
- Предсказание условных переходов
- Суперскалярность
- Внеочередное выполнение команд
- Переименование регистров
- SIMD, векторные расширения
- Многопоточность
- Симметричные мультипроцессоры
- Гетерогенные мультипроцессоры



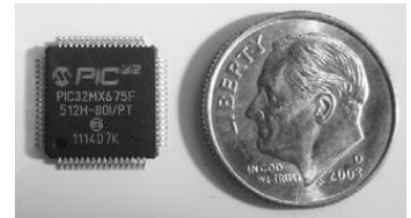
# Глава 8. Память и ввод/вывод

- Иерархия памяти
  - Организация кэшей
- Виртуальная память
  - TLB, таблица страниц
- Ввод-вывод
  - Работа с периферийными устройствами



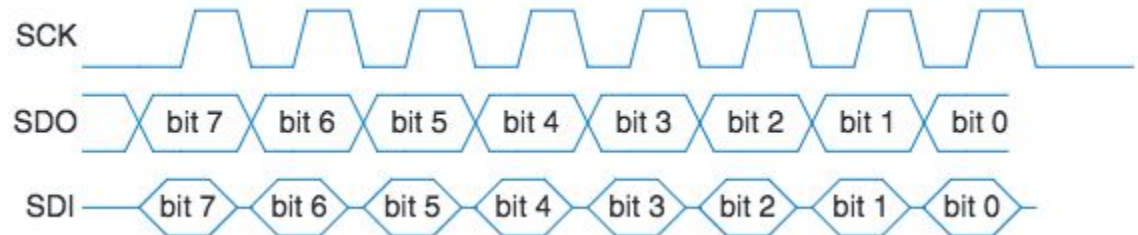
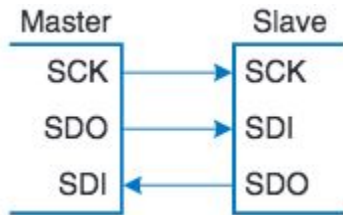
# Глава 8. Пример: Microchip PIC32

Индустриальный микроконтроллер с процессорным ядром MIPS, похожим по микроархитектуре на реализацию подмножества MIPS, которую студенты строят на основании Глав 6 и 7 учебного пособия



# Глава 8. Пример: Microchip PIC32

- Протоколы интерфейсов
  - SPI, UART, Parallel, аналоговый ввод / вывод
- Прерывания и таймеры
  - Связь с работой операционной системы
- Сенсоры и активаторы (моторы)

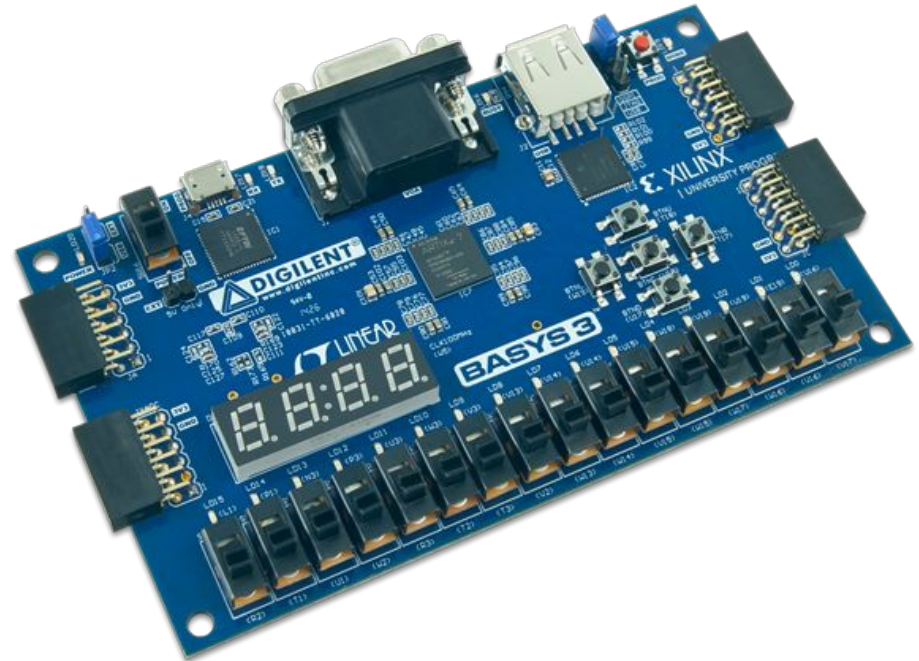




# Пример платы для упражнений - 1

Digilent Basys3 с  
ПЛИС / FPGA  
Xilinx Artix-7

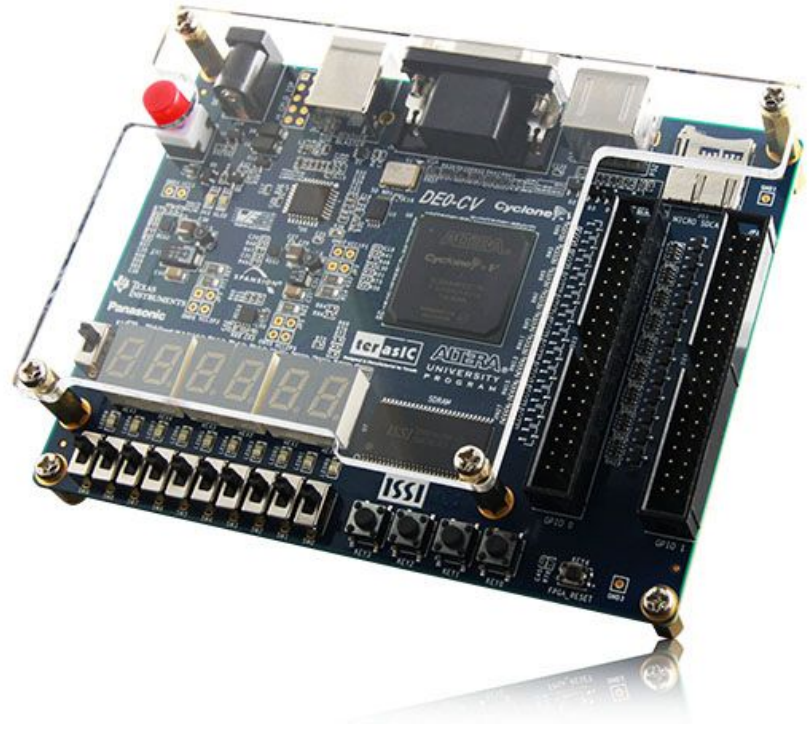
Недорогая учебная  
плата для  
реализации  
лабораторных на  
Verilog и VHDL



# Пример платы для упражнений - 2

Terasic DE0-CV с  
ПЛИС / FPGA  
Altera Cyclone V

Недорогая учебная  
плата для  
реализации  
лабораторных на  
Verilog и VHDL



# Пример платы для упражнений - 3

Digilent chipKIT Wi-FIRE с  
микроконтроллером  
Microchip PIC32MZ

Процессорное ядро  
MIPS microAptiv UP с  
кэшами и TLB MMU



# Участники перевода на русский

- Инженеры ведущих мировых компаний
  - Imagination, AMD, Synopsys, Apple, Intel и других
- Инженеры ведущих российских компаний
  - НИИСИ, МЦСТ, Модуль
- Профессора ведущих российских вузов
  - МИФИ, ИТМО, СГАУ, МФТИ, ННТУ, КНУ и других
- Студенты
- Роснано