

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ПРЕДИСЛОВИЕ

#### 1. ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР И СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВСТРАИВАЕМЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛИС ФИРМЫ XILINX

- 1.1. Типы микропроцессорных ядер, предназначенных для разработки встраиваемых систем на основе ПЛИС фирмы Xilinx
- 1.2. Краткая характеристика микропроцессорных ядер семейства PicoBlaze
- 1.3. Краткая характеристика микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 1.4. Краткая характеристика микропроцессорных ядер семейства PowerPC
- 1.5. Краткий обзор основных средств проектирования, предоставляемых фирмой Xilinx

#### 2. МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ ЯДРО PICOBLAZE, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛИС ФИРМЫ XILINX СЕМЕЙСТВ SPARTAN-II, SPARTAN-IIЕ, VIRTEX, VIRTEX-E

- 2.1. Основные характеристики микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-II, Spartan-IIЕ, Virtex, Virtex-E)
- 2.2. Архитектура микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-II, Spartan-IIЕ, Virtex, Virtex-E)
- 2.3. Структура проекта микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-II, Spartan-IIЕ, Virtex, Virtex-E)
- 2.4. Общая характеристика системы команд, поддерживаемых микропроцессорным ядром PicoBlaze (семейства Spartan-II, Spartan-IIЕ, Virtex, Virtex-E)

#### 3. СИСТЕМА КОМАНД МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, РЕАЛИЗУЕМОГО НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВ SPARTAN-II, SPARTAN-IIЕ, VIRTEX, VIRTEX-E

- 3.1. Команды управления последовательностью выполнения операций в программе
- 3.2. Группа логических команд
- 3.3. Группа арифметических команд
- 3.4. Команды сдвига данных
- 3.5. Команды ввода/вывода
- 3.6. Команды обслуживания прерываний
- 3.7. Различия в системе команд микропроцессорных ядер семейства PicoBlaze

#### 4. ОСОБЕННОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТАХ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВА VIRTEX-II

- 4.1. Основные характеристики микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.2. Архитектура микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.3. Структура проекта микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.4. Система команд микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.5. Команды управления последовательностью выполнения операций в программе для ядра PicoBlaze, реализуемого на базе кристаллов семейства Virtex-II
- 4.6. Группа логических команд микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.7. Группа арифметических команд микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.8. Команды сдвига данных для микропроцессорного ядра PicoBlaze, реализуемого на основе кристаллов семейства Virtex-II
- 4.9. Команды ввода/вывода микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)
- 4.10. Команды обслуживания прерываний микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство Virtex-II)

#### 5. ОСОБЕННОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТАХ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВА COOLRUNNER-II

- 5.1. Основные характеристики микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство CoolRunner-II)
- 5.2. Архитектура микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство CoolRunner-II)
- 5.3. Структура проекта микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство CoolRunner-II)
- 5.4. Система команд микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейство CoolRunner-II)
- 5.5. Команды управления последовательностью выполнения операций в программе для ядра

PicoBlaze, реализуемого на базе кристаллов семейства CoolRunner-II

5.6. Группа логических команд микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейства CoolRunner-II

5.7. Группа арифметических команд микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для применения в кристаллах семейства CoolRunner-II

5.8. Команды сдвига данных для микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейства CoolRunner-II

5.9. Команды ввода/вывода микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для применения в кристаллах семейства CoolRunner-II

5.10. Команды обслуживания прерываний микропроцессорного ядра PicoBlaze, реализуемого на основе кристаллов семейства CoolRunner-II

## 6. ОСОБЕННОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТАХ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВ SPARTAN-3, VIRTEX-II, VIRTEX-IIPRO И VIRTEX-4

6.1. Основные характеристики микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4)

6.2. Архитектура микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4)

6.3. Структура проекта микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4)

6.4. Общая характеристика системы команд микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4)

6.5. Команды управления последовательностью выполнения операций в программе для ядра PicoBlaze, реализуемого на базе кристаллов семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.6. Группа логических команд микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.7. Группа арифметических команд микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.8. Команды сдвига данных для микропроцессорного ядра PicoBlaze, реализуемого в кристаллах семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.9. Команды ввода/вывода микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.10. Команды обслуживания прерываний микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.11. Команды чтения и записи данных в сверхоперативное запоминающее устройство микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для использования в кристаллах семейств Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4

6.12. Загрузчик программ для микропроцессорного ядра PicoBlaze (семейства Spartan-3, Virtex-II, Virtex-IIPRO и Virtex-4)

## 7. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕРА ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР СЕМЕЙСТВА PICOBLAZE

7.1. Подготовка исходного текста программы (семейство PicoBlaze)

7.2. Директивы ассемблера (семейство PicoBlaze)

7.3. Трансляция программ, написанных на языке ассемблера (семейство PicoBlaze)

7.4. Файлы, формируемые ассемблером (семейство PicoBlaze)

7.5. Типовые ошибки при написании программ на языке ассемблера

## 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР СЕМЕЙСТВА PICOBLAZE

8.1. Этапы проектирования встраиваемых систем на основе микропроцессорных ядер семейства PicoBlaze

8.2. Структура проекта встраиваемой микропроцессорной системы на основе ядра семейства PicoBlaze в САПР серии Xilinx ISE

8.3. Создание нового проекта встраиваемой микропроцессорной системы на основе ядра семейства PicoBlaze в САПР серии Xilinx ISE

8.4. Выполнение основных этапов проектирования встраиваемых систем на основе

- микропроцессорных ядер семейства PicoBlaze в САПР серии Xilinx ISE
- 8.5. Загрузка конфигурационной последовательности разработанной микропроцессорной системы в ПЛИС
  - 8.6. Генерация файлов программирования ПЗУ/ППЗУ с помощью модуля iMPACT
  - 8.7. Программирование ПЗУ серий XC18V00 и Platform Flash помощью модуля iMPACT
  - 8.8. Проектирование контроллера на основе микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для реализации в ПЛИС семейства Spartan-3

#### 9. MICROBLAZE-СЕМЕЙСТВО 32-РАЗРЯДНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕРИЙ FPGA ФИРМЫ XILINX

- 9.1. Основные характеристики микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.2. Архитектура микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.3. Структура регистров статуса MSR и FSR микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.4. Шинные интерфейсы микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.5. Периферийные компоненты для проектирования встраиваемых систем на основе микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.6. Ограничения адресного пространства, производительности и объема памяти для микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.7. Распределение адресного пространства памяти микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.8. Размещение исполняемого кода программ в памяти микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze
- 9.9. Организация хранения данных в памяти и регистрах общего назначения микропроцессорных ядер семейства MicroBlaze

#### 10. СИСТЕМА КОМАНД МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЯДЕР СЕМЕЙСТВА MICROBLAZE

- 10.1. Общая характеристика команд, поддерживаемых микропроцессорными ядрами семейства MicroBlaze
- 10.2. Форматы команд, поддерживаемых микропроцессорными ядрами семейства MicroBlaze
- 10. 3. Группа арифметических команд
- 10. 4. Группа логических команд
- 10. 5. Команды сдвига данных
- 10. 6. Команды преобразования типов данных
- 10. 7. Команды передачи данных
- 10. 8. Команды управления последовательностью выполнения операций в программе
- 10. 9. Группа инструкций ввода/вывода
- 10.10. Группа специальных команд
- 10.11. Инструкции записи в кеш-память
- 10.12. Инструкции поразрядного сравнения двух операндов
- 10.13. Группа команд, предназначенных для выполнения операций с плавающей запятой

#### 11. EMBEDDED DEVELOPMENT KIT – СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВСТРАИВАЕМЫХ 32-РАЗРЯДНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕРИЙ FPGA ФИРМЫ XILINX

- 11.1. Основные характеристики пакета Xilinx Embedded Development Kit
- 11.2. Структура средств разработки встраиваемых микропроцессорных систем Embedded System Tools
- 11.3. Краткая характеристика и пользовательский интерфейс управляющей оболочки Xilinx Platform Studio
- 11.4. Этапы проектирования микропроцессорных систем на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx с применением ядер семейства MicroBlaze
- 11.5. Структура проекта в САПР встраиваемых микропроцессорных систем Xilinx Embedded System Tools

#### 12. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСТРАИВАЕМЫХ 32-РАЗРЯДНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЯДЕР СЕМЕЙСТВА MICROBLAZE

- 12.1. Создание нового проекта встраиваемой микропроцессорной системы в среде управляющей оболочки Xilinx Platform Studio
- 12.2. Синтаксис файла спецификации аппаратной платформы разрабатываемой

- микропроцессорной системы, реализуемой на базе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx
- 12.3. Создание спецификации аппаратной платформы разрабатываемой микропроцессорной системы в среде управляющей оболочки Xilinx Platform Studio
  12. 4. Подготовка файла временных и топологических ограничений проекта аппаратной платформы разрабатываемой микропроцессорной системы
  - 12.5. Формирование списка соединений аппаратной платформы разрабатываемой микропроцессорной системы
  - 12.6. Реализация проекта аппаратной части разрабатываемой микропроцессорной системы в кристалле FPGA
  12. 7. Генерация конфигурационной последовательности для проекта аппаратной части разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы
  - 12.8. Синтаксис и структура файла спецификации программной платформы разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы, реализуемой на базе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx
  - 12.9. Создание спецификации программных средств разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы в среде управляющей оболочки Xilinx Platform Studio
  - 12.10. Генерация программной платформы разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы, реализуемой на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx
  - 12.11. Создание проекта прикладной программы для разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы в среде управляющей оболочки Xilinx Platform Studio
  - 12.12. Формирование исходных модулей прикладной программы для разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы
  - 12.13. Создание файла директив для компоновщика (linker script)
  - 12.14. Компиляция и компоновка прикладной программы для разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы
  - 12.15. Запись исполняемого кода прикладной программы в конфигурационную последовательность проекта аппаратной части микропроцессорной системы, и загрузка конфигурационных данных в кристалл FPGA

### 13. РАЗРАБОТКА ВСТРАИВАЕМЫХ 32-РАЗЯДНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЯДЕР СЕМЕЙСТВА MICROBLAZE С ПОМОЩЬЮ МАСТЕРА BASE SYSTEM BUILDER WIZARD

- 13.1. Выбор способа создания проекта разрабатываемой микропроцессорной системы в САПР Xilinx EST
- 13.2. Формирование исходных файлов описания разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы с помощью мастера Base System Builder Wizard
- 13.3. Формирование конфигурационной последовательности для проекта аппаратной части разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы
- 13.4. Создание программного обеспечения для разрабатываемой 32-разрядной микропроцессорной системы
- 13.5. Включение исполняемого кода прикладной программы в конфигурационную последовательность проекта аппаратной части микропроцессорной системы и загрузка конфигурационных данных в кристалл FPGA

### 14. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ВСТРАИВАЕМЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛИС ФИРМЫ XILINX

- 14.1. Инструментальный комплект CoolRunner-II Design Kit
  - 14.1.1. Назначение и основные характеристики инструментального комплекта CoolRunner-II Design Kit
  - 14.1.2. Структура инструментального модуля Digilab XC2 (Digilab XC2-XL)
  - 14.1.3. Организация питания инструментального модуля Digilab XC2 (Digilab XC2-XL)
  - 14.1.4. Формирование цепочки периферийного сканирования ПЛИС в составе инструментального модуля Digilab XC2 (Digilab XC2-XL)
  - 14.1.5. Работа с инструментальным модулем Digilab XC2 (Digilab XC2-XL)
  - 14.1.6. Краткая характеристика ПЛИС семейства CoolRunner-II, используемых в инструментальном модуле Digilab XC2 (Digilab XC2-XL)
- 14.2. Инструментальный комплект Spartan-3 Starter Kit
  - 14.2.1. Назначение и основные характеристики инструментального комплекта Spartan-3 Starter Kit
  - 14.2.2. Структура инструментального модуля Spartan-3 Starter Board

14.2.3. Краткая характеристика ПЛИС XC3S200, используемой в инструментальном модуле Spartan-3 Starter Board

14.2.4. Описание структуры тестового проекта

14.2.5. Использование инструментального модуля Spartan-3 Starter Board

Приложение 1. VHDL-ОПИСАНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, РЕАЛИЗУЕМОГО НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВ SPARTAN-II, SPARTAN-IIIE, VIRTEX, VIRTEX-E

Приложение 2. VHDL-ОПИСАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЕКТАХ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВА COOLRUNNER-II

Приложение 3. VHDL-ОПИСАНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА PICOBLAZE, РЕАЛИЗУЕМОГО НА ОСНОВЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВ SPARTAN-3, VIRTEX-II, VIRTEX-IIIPRO, VIRTEX-4

ЛИТЕРАТУРА