

Министерство образования Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

## Intel MCS-196

Методические указания  
к лабораторному практикуму по курсу  
**“Микроконтроллеры”**  
для студентов IV курса  
направлений: 551500, 553400, 654700

НОВОСИБИРСК

2002

---

Составили: Г.Г. Матушкин, к.т.н., доцент; Е.Д. Баран, ст. преподаватель

Рецензент: В.Н. Веприк, доцент

Работа подготовлена на кафедре систем сбора и обработки данных

Новосибирский государственный технический университет, 2002г.

---

## Лабораторная работа № 1

### **Состав, функциональные возможности, применение в процессе проектирования виртуального лабораторного стенда "Микроконтроллеры uCV-Lab"**

**1. Цель работы:** ознакомление с лабораторным стендом, назначением и функциональными возможностями виртуальных приборов, а также с системой проектирования Project Builder.

#### **2. Порядок выполнения работы**

2.1. Ознакомьтесь с аппаратными и программными средствами лабораторного стенда, их назначением и применением в процессе проектирования.

2.2. Ознакомьтесь с блок-схемой оценочного модуля, его назначением и принципом действия.

2.3. Ознакомьтесь с функциональными возможностями и техническими характеристиками модуля ввода/вывода, составом и характеристиками виртуальных приборов, схемой соединений модуля ввода-вывода и оценочного модуля.

2.4. Выполните упражнения по загрузке в оценочный модуль и запуску демонстрационной программы, оценке ее работоспособности с помощью виртуальных инструментов. Научитесь пользоваться органами управления и визуализации приборов.

#### **3. Контрольные вопросы**

3.1. Какие аппаратные средства входят в состав лабораторного стенда и каково их назначение?

3.2. Какие программные средства используются при проектировании систем на базе микроконтроллеров семейства MCS-196?

3.3. Приведите алгоритм проектирования микроконтроллерных систем в среде Project Builder, как производится тестирование систем с использованием виртуальных инструментов лабораторного стенда?

3.4. Какие измерительные и управляющие приборы входят в комплект виртуальных инструментов стенда, их назначение и основные технические характеристики?

3.5. Как выполняется настройка виртуальных приборов для тестирования тех или иных функций спроектированной системы, какие параметры системы можно проконтролировать?

**4. Ожидаемый результат выполнения работы:** понимание методики проектирования микроконтроллерных систем, знание состава и назначения программных и аппаратных средств системы проектирования, структуры и функциональных возможностей лабораторного стенда, умение пользоваться виртуальными инструментами.

## Лабораторная работа №2

### Архитектура микроконтроллеров семейства MCS-196 Экспертная система ApBuilder Система моделирования ModelBuilder

**1. Цель работы:** научиться работать с экспертной системой ApBuilder и моделирующей программой ModelBuilder, ознакомиться с архитектурой микроконтроллеров семейства MCS-196, особенностями их типовых разновидностей.

#### **2. Порядок выполнения работы**

2.1. Ознакомьтесь с функциональными возможностями экспертной системы ApBuilder. Научитесь пользоваться редакторами системы.

2.2. Изучите архитектуру микроконтроллеров семейства MCS-196, ознакомьтесь с техническими характеристиками и основными особенностями микроконтроллеров различных серий (HSIO, EPA, MC).

2.3. Познакомьтесь с функциями программы ModelBuilder. Загрузив один или несколько программ-шаблонов и варьируя параметры гипотетической проектируемой системы (тактовую частоту, разрядность шины данных, число тактов ожидания) наблюдайте изменение загрузки процессора.

#### **3. Контрольные вопросы**

3.1. Какие программные и аппаратные средства входят в состав среды проектирования Project Builder? Каково их назначение?

3.2. Какую информацию об особенностях микроконтроллеров можно получить с помощью системы ApBuilder?

3.3. Как осуществляется генерация исходного текста программы в системе ApBuilder?

3.4. Как учитываются особенности проектируемой программы при оценке загрузки микроконтроллера с помощью программ-шаблонов в системе ModelBuilder?

3.5. Каковы основные отличительные признаки архитектуры микроконтроллера 8XC196KC/KD?

3.6. Охарактеризуйте систему ввода/вывода микроконтроллера 8XC196KC/KD.

3.7. Каково принципиальное отличие модулей HSIO от модулей EPA?

3.8. Каково назначение блока PTS?

3.9. Как в микроконтроллерах MCS-196 реализуется интерфейс управления двигателями постоянного и переменного тока?

3.10. Как в микроконтроллерах семейства MCS-196 организуется ввод/вывод аналоговых сигналов?

**4. Ожидаемый результат выполнения работы:** понимание назначения экспертной системы ApBuilder и моделирующей программы ModelBuilder, умение использовать их при проектировании микроконтроллерных систем, понимание различия архитектур и функциональных возможностей микроконтроллеров MCS-196.

## Лабораторная работа №3

### **Система команд микроконтроллеров семейства MCS-196 Макроассемблер ASM-196 Отладчик Debug Monitor**

**1. Цель работы:** изучение системы команд микроконтроллеров семейства MCS-196, методов отладки программ в среде Debug Monitor. Ознакомление с директивами макроассемблера ASM-196, получение навыков сквозного проектирования и отладки программ.

#### **2. Порядок выполнения работы**

2.1. Разработайте программу по заданию преподавателя, оттранслируйте ее и получите загрузочный модуль.

2.2. Выполните отладку программы в среде Debug Monitor. Воспользуйтесь при этом различными функциями отладчика - научитесь просматривать содержимое памяти и регистров, дизассемблировать и модифицировать загруженную программу, запускать ее в непрерывном или пошаговом режиме, непрерывном режиме с остановом в контрольных точках и т.п.

2.3. В процессе отладки наблюдайте результаты выполнения команд, контролируя изменение состояния регистров, ячеек оперативной памяти микроконтроллера, портов ввода-вывода.

#### **3. Контрольные вопросы**

3.1. Какие способы адресации операндов предусмотрены в системе команд микроконтроллеров семейства MCS-196?

3.2. Чем отличаются арифметические команды сдвига от логических команд сдвига?

3.3. Какие типы команд передачи управления предусмотрены в системе команд микропроцессоров семейства MCS-196 и в чем их особенности?

3.4. Какие флаги используются в микроконтроллере при исполнении команд условных переходов?

3.5. Какие команды используют стек и для чего, в чем особенности применения этих команд?

3.6. Поясните механизм оконной адресации. Как адресуются интерфейсные устройства микроконтроллера?

3.7. Перечислите основные директивы макроассемблера ASM-196. Какие директивы и опции должны быть включены в текст программы для отладки в среде Debug Monitor?

3.8. Какие возможности при отладке программ предоставляет система отладки Debug Monitor?

3.9. Какого типа контрольные точки могут быть использованы при отладке программ с помощью Debug Monitor?

3.10. Какие ограничения необходимо учитывать при отладке прикладных программ с использованием оценочного модуля 80C196KC Evaluation Board (80C196KD Target Board)?

3.11. Как влияет приостановка выполнения программы в данной контрольной точке на работу периферийных устройств микроконтроллера?

**4. Ожидаемый результат выполнения работы:** знание системы команд и основных директив макроассемблера ASM-196, умение получать объектные и загрузочные модули ассемблерных программ, навыки отладки программ в среде Debug Monitor.

**Лабораторная работа №4**  
**Аналоговый вывод в микроконтроллерах 8XC196KC/KD**  
**Блоки HSO и PWM**

**1. Цель работы:** ознакомление со средствами аналогового вывода микроконтроллеров 8XC196KC/KD. Приобретение навыков проектирования и отладки программ формирования широтно-модулированных (ШИМ) сигналов с заданными частотно-временными параметрами.

**2. Порядок выполнения работы**

2.1. Разработайте программу по заданию преподавателя, оттранслируйте ее и загрузите в оценочный модуль. Примерные темы заданий: формирование ШИМ сигналов с заданной скважностью, частотой, в том числе – изменяющихся по определенному закону; формирование на двух (трех) выходах PWM (HSO) сигналов, сдвинутых на определенную часть периода и т.п.

2.2. Выполните отладку программы и проконтролируйте результаты работы с помощью виртуальных приборов.

2.3. Оцените загрузку микроконтроллера Вашей задачей.

**3. Контрольные вопросы**

3.1. Какие средства аналогового вывода предусмотрены в микроконтроллерах 8XC196KC/KD?

3.2. Каков принцип действия и технические характеристики блока ШИМ - преобразователей?

3.3. Для решения каких прикладных задач может использоваться блок PWM?

3.4. Как можно изменить период следования ШИМ - сигналов?

3.5. Какие функциональные узлы входят в состав блока HSO? Как осуществляется настройка и управление блока HSO?

3.6. Чем отличается блок высокоскоростного вывода (HSO) от блока ШИМ-формирователей (PWM)? Где следует применять тот или иной способ формирования ШИМ сигналов?

3.7. Как выполнялось тестирование разработанной программы?

3.8. Какие методы адресации использованы в вашей программе?

**4. Ожидаемый результат выполнения работы:** знание средств аналогового вывода микроконтроллера, их характеристик; действующая программа формирования ШИМ-сигналов или импульсных последовательностей, соответствующих заданию.

## Лабораторная работа №5

### Измерение частотно-временных параметров импульсных последовательностей

#### Блок HSI

**1. Цель работы:** ознакомление с устройством, принципом действия и техническими характеристиками блока высокоскоростного ввода микроконтроллера (HSI) 80XC196KC/KD, а также блока таймеров. Приобретение навыков проектирования систем измерения частотно-временных характеристик импульсных последовательностей.

#### **2. Порядок выполнения работы**

2.1. Разработайте программу по заданию преподавателя, оттранслируйте ее и загрузите в оценочный модуль. Примерные темы заданий: измерение периода или частоты следования импульсов, (в том числе – формируемых блоком ШИМ), измерение длительности или скважности импульсов, счет событий и т.п.

2.2. Выполните отладку программы и проконтролируйте результаты работы с помощью виртуальных приборов.

2.3. Оцените загрузку микроконтроллера вашей задачей.

#### **3. Контрольные вопросы**

3.1. Какие “события” может отслеживать блок HSI?

3.2. Из каких основных элементов состоит блок HSI?

3.3. Какие регистры обслуживают блок HSI, как выполняется настройка каналов HSI?

3.4. Каковы разрешающая способность и динамический диапазон блока HSI? Можно ли и как расширить диапазон измеряемых сигналов?

3.5. Какие источники синхронизации могут использоваться при измерении временных параметров сигналов?

3.6. Как организуется считывание результатов измерений из блока HSI?

3.7. Какие альтернативные функции могут выполняться линиями ввода/вывода, используемыми для высокоскоростного ввода? Как изменить назначение линий ввода/вывода?

3.8. Оцените погрешность измерения спроектированной системой, укажите источники погрешностей. Как можно повысить точность измерения?

3.9. Сколько таймеров входит в состав микроконтроллера, их назначение и особенности применения?

3.10. Какие средства измерений частотно-временных параметров импульсных последовательностей включены в микроконтроллеры MCS-196 других семейств? В чем их отличие?

**4. Ожидаемый результат выполнения работы:** понимание назначения, устройства, принципа действия и основных технических характеристик блока высокоскоростного ввода и таймеров, умение использовать их для решения прикладных задач; действующая программа измерения характеристик импульсных последовательностей.

**Лабораторная работа №6**  
**Аналого-цифровой преобразователь.**  
**Проектирование систем сбора и обработки данных,**  
**систем управления и регулирования**

**1. Цель работы:** ознакомление с устройством, принципом действия и техническими характеристиками блока АЦП микроконтроллеров. Приобретение навыков проектирования систем сбора данных и управления.

**2. Порядок выполнения работы**

2.1. Разработайте программу по заданию преподавателя, оттранслируйте ее и загрузите в оценочный модуль. Примерные темы заданий: измерение напряжений по заданным каналам, формирование ШИМ-сигналов в соответствии со значениями результатов измерений аналоговых напряжений, вывод результатов измерений на порты (последовательный или параллельный) и т.п.

2.2. Выполните отладку и тестирование программы с помощью виртуальных приборов, изменяя тестовые значения измеряемых напряжений и контролируя параметры формируемых сигналов управления.

2.3. Оцените загрузку микроконтроллера Вашей задачей, отдельными ее программными модулями.

**3. Контрольные вопросы**

3.1. Каков принцип действия АЦП микроконтроллера? Какие функциональные возможности и технические характеристики блока АЦП?

3.2. Как осуществляется настройка и управление блоком АЦП?

3.3. Как производится считывание результатов аналого-цифрового преобразования, какие режимы запуска и считывания предпочтительнее при обработке сигналов в реальном времени?

3.4. Какие блоки микроконтроллера предназначены для непосредственного взаимодействия с АЦП?

3.5. Какие схемотехнические особенности блока АЦП необходимо учитывать при стыковке с источниками измеряемых напряжений для обеспечения требуемой погрешности?

3.6. Какие возможности повышения точности измерения предусмотрены в микроконтроллерах MCS-196 различных семейств?

3.7. Перечислите основные источники погрешностей преобразования АЦП.

3.8. Как организовать равномерную дискретизацию сигнала с заданным периодом?

3.9. Насколько загружен процессор микроконтроллера различными программными модулями Вашей задачи: инициализации АЦП, собственно аналого-цифрового преобразования, считывания данных, обработки данных, вывода результатов измерения и обработки

**4. Ожидаемый результат выполнения работы:** знание устройства и принципов программирования блока АЦП, навыки компоновки программных модулей, действующая система сбора данных и управления.



## **Рекомендуемая литература**

1. Виртуальная лаборатория uCV-Lab «Микроконтроллеры и сигнальные процессоры». Краткое описание и руководство по выполнению лабораторных работ. Составил Баран Е.Д. Новосибирск, НГТУ, 2001.

2. Микроконтроллеры MCS-196. Общая характеристика. Руководство по работе в среде проектирования ProjectBuilder. Составили Баран Е.Д., Квеглис С.В., Кожекин В.В., Новосибирск, НГТУ 1996.

2. Козаченко В.Ф. Микроконтроллеры: руководство по применению 16-ти разрядных микроконтроллеров Intel MCS-196/296 во встроенных системах управления. - М.: Изд-во ЭКОМ, 1997

3. Бродин В.Б., Шагурин И.И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс. - М.: Изд-во ЭКОМ, 1999.

4. 196 Microcontroller Family Fact Sheet. - Intel Corporation. 1994.

5. 8XC196KC/8XC196KD User's Manual. - Intel Corporation. 1993.

6. EV80C196KC Microcontroller Evaluation Board User's Manual. - Intel Corporation. 1992.

7. 196KD-20 Microcontroller Target Board User's Manual. - Intel Corporation. 1993.