

# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

## Аннотация

Дисциплина "Микроконтроллеры в системах управления электроприводами" предназначена для студентов 5-го курса, обучающихся по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов".

### Цель освоения дисциплины

Изучение принципов организации и особенностей функционирования различных классов микропроцессорных и микроконтроллерных систем, применяемых в системах автоматического и автоматизированного управления электроприводами, а также приобретение навыков разработки программного обеспечения таких систем.

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 182 часа.

### Содержание дисциплины

**Общие сведения о микропроцессорах и микроконтроллерах.** Эволюция микропроцессоров и микропроцессорных средств и основные технические характеристики поколений микропроцессоров. Влияние микропроцессоров на области применения средств вычислительной техники и методологию проектирования цифровых систем: системы сбора и обработки данных, контроллеры, управляющие системы и т. п. Структура базовой микропроцессорной системы. Состав модулей системы: микропроцессорный модуль, подсистема памяти, средства ввода-вывода. Основные классы микропроцессорных средств: микропроцессоры, микроконтроллеры, интегрированные процессоры, процессоры обработки сигналов. Системная шина, характеристика интерфейсов в системе. Обмен данными с внешней средой. Буферизация и демультиплексирование шин адреса и данных. Основные этапы разработки микропроцессорной системы. Архитектура микропроцессоров. Принципы Фон-Неймана. Регистровая программная модель микропроцессора. Структура однокристалльного микропроцессора. CISC- и RISC-микропроцессоры. Гарвардская архитектура. Обработка данных в микропроцессоре. Машинный цикл. Сброс и синхронизация модулей системы. Понятие состояния микропроцессора и особенности контекстного переключения при обработке прерываний и мультипрограммном режиме работы. Основные тенденции развития архитектур микропроцессоров.

**8-разрядные микропроцессоры Intel 8085.** Общие сведения о микропроцессоре Intel 8085. Микросхемы-аналоги M1821BM85A и KM1821BM85. Основные технические характеристики и электрические параметры. Условные обозначения и назначения выводов. Архитектура микропроцессора. Структура и основные функциональные узлы, их назначение. Состав регистров. Работа микропроцессора при выполнении команд. Машинные циклы: чтение кода операции, чтение и запись данных в памяти, чтение и запись данных в порт. Обработка прерываний. Включение процессора и установка в исходное состояние. Возбуждение внутреннего тактового генератора. Система команд микропроцессора. Формат данных и команд. Способы адресации. Флаги условий.

**16-разрядные микропроцессоры Intel 8086.** Архитектура микропроцессора 8086. Технические характеристики. Основные функциональные узлы. Разводка контактов на корпусе

и назначение выводов. Регистровая структура процессора. Сегментная структура памяти. Вычисление физического адреса. Способы адресации. Регистр флагов. Работа микропроцессора при выполнении команд. Машинные циклы. Система прерываний. Использование тактового генератора. Сброс состояния процессора. Таймеры. Формат команд микропроцессора. Время выполнения команд. Арифметические операции. Представление знаковых чисел. Операции пересылки данных.

**Программирование микропроцессоров на языке ассемблера.** Общие сведения о языке ассемблера. Виды ассемблера. Формат ассемблерных команд. Раздельная компиляция и компоновка. Отладка программ. Структура программы на языке ассемблера. Команды пересылки данных. Арифметические команды. Переходы и сравнения. Способы адресации. Переменные. Ввод/вывод символьной информации с использованием 21h-прерывания DOS. Базовые алгоритмические структуры. Следование. Циклы и условия. Способы вложения. Организация подпрограмм. Ближние и дальние переходы. Модели памяти. Стек. Организация рекурсивных вызовов. Программные прерывания. Вызов прерываний. Вектора прерываний. Маскирование прерываний. Пользовательские прерывания. Работа со стандартным таймером на платформе x86. Работа с коммуникационными портами на основе микросхем универсальных асинхронных приемопередатчиков (UART), совместимых с семейством i8250/16450/16550.

**16-разрядные микропроцессоры Intel 80186/80188.** Архитектура микропроцессоров 80186/80188. Основные функциональные узлы. Отличия от микропроцессора 8086. Основные технические характеристики. Назначение выводов. Схемы подключения. Использование шины. Тактовый генератор. Сброс и включение. Управление памятью. Прямой доступ к памяти. Система прерываний. Таймеры. Работа микропроцессора. Машинные циклы выборки из памяти. Работа с портами. Временные диаграммы. Быстродействие. Система команд микропроцессора. Отличия от микропроцессора 8086.

**Встраиваемые микроконтроллеры AMD Am186/188 ES.** Встраиваемые решения AMD. Основные технические характеристики и электрические параметры микроконтроллеров Am168/188 ES. Состав и назначение выводов. Архитектура микроконтроллеров Am168/188 ES. Назначение основных функциональных узлов. Работа микроконтроллеров. Основные машинные циклы. Особенности работы с памятью. Тактовый генератор. Управление периферийными устройствами. Подсистема прерываний. Блок управления таймерами. Контроллер прямого доступа к памяти. Управление последовательными асинхронными портами микроконтроллера. Регистры портов. Специальные программируемые выводы. Назначение и использование. Регистры управления. Система команд микроконтроллеров Am168/188 ES. Отличия от системы команд 8086 процессора. Особенности применения различных инструментальных средств для разработки программного обеспечения контроллеров.

**Программирование микропроцессоров и микроконтроллеров на языке высокого уровня C++.** Язык программирования C++. Виды компиляторов. Стандарт на язык. Структура программы. Типы и декларации. Соглашение об именовании идентификаторов в программе. Отличия C++ от классического C. Константы. Экономия памяти. Модели памяти. Макросы. Выражения и операторы. Операции. Приоритет операций. Основные алгоритмические структуры языка. Циклы и ветвления. Операторы перехода. Ввод/вывод в стиле классического C. Функции. Передача параметров в функции. Перегрузка функций. Рекурсия. Файлы и функции. Линкование. Модульная структура программы. Заголовочные файлы. Создание библиотек функций. Одномерные и двумерные массивы. Строки символов. Работа с динамически распределяемой областью памяти. Связь между массивами и указателями.

Отслеживание и предотвращение утечек памяти.

**Универсальный программируемый контроллер I7188EX.** Общие сведения о контроллере I7188EX. Назначение и области применения. Основные технические характеристики и электрические параметры. Устройство контроллера. Состав и назначение основных функциональных блоков. Порты ввода-вывода. Сторожевой таймер. Микросхемы памяти. Назначение внешних выводов. Машинные циклы работы контроллера. Платы расширения. Особенности работы дополнительных портов ввода-вывода. Программное обеспечение контроллера. Виды прошивок. Виртуализация последовательных портов. Поддерживаемые протоколы связи. Стандарты RS и 10BaseT. Программирование контроллера. Взаимодействие с операционной системой. Способы прошивок. Тестирование и настройка контроллера. Разработка программного обеспечения контроллера. Инструментальные средства. Состав библиотек разработчика. Особенности программирования контроллера по сравнению с процессором 80186. Работа с последовательными коммуникационными портами. Использование таймеров. Работа с памятью EEPROM, Flash и RTC. Разработка программ с поддержкой промышленного протокола связи Modbus. Стандарты на Modbus. Технология X-Server. Программирование Ethernet-порта. Работа в сетях Ethernet/Internet по протоколу TCP/IP. Разработка программ с поддержкой протокола Modbus-TCP. Реализация собственных протоколов обмена. Интеграция контроллера в системы управления верхнего уровня. Требования надежности. Управление частотно-регулируемыми электроприводами по специальным протоколам связи. Локальное управление и автоматизированные системы диспетчерского управления. Контроль параметров.

**Микропроцессорные модули серии I7000.** Состав и назначение серии микропроцессорных модулей. Модули удаленного ввода-вывода. Преобразовательные модули. Взаимодействие модулей. Построение модульных сетей. Ограничения. Протокол T-4000. Особенности управления модулями дискретного и аналогового ввода-вывода. Взаимодействие по протоколу Modbus. Управление модулями через сеть с помощью контроллера I7188EX. Построение распределенных микропроцессорных систем. Распределенные системы визуализации данных с контроллеров I7188EX. Интеграция распределенных микропроцессорных систем в системы управления верхнего уровня и системы АСДУ. Разработка систем визуализации данных на основе web-сервера контроллера I7188EX. Интеграция в сеть Интернет.

### **Основная литература**

1. Антошина И.В., Котов Ю.Т. Микропроцессоры и микропроцессорные системы (аналитический обзор): Учебное пособие. - М.: МГУЛ, 2005. - 432 с.
2. Петров И.В., "Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования" / Под ред. проф. В.П. Дьяконова.-М.:СОЛОН-Пресс, 2004. - 256с.
3. А. В. Белов. Самоучитель по микропроцессорной технике. - Издательство: Наука и техника, 2007 г. - 256 с.
4. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. - Издательство: Питер, 2007 г. - 960 с.
5. Фрунзе А.В. Микроконтроллеры? Это же просто. - М.: ООО "ИД СКИМЕН", 2002. В 3-х томах.

### **Дополнительная литература**

1. Булатов В.Н. Архитектура микропроцессорной системы. Состав машинных команд и

основы программирования микропроцессорной системы на ассемблере: Учебное пособие. - Оренбург: ОГУ, 1999. - 120 с.

2. М. Предко. Руководство по микроконтроллерам. Том II (+ CD). - Издательство: Постмаркет, 2001 г. - 488 с.
3. Стюарт Болл Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров (Analog Interfacing to Embedded Microprocessors). - Издательство: Додэка XXI, 2007 г. - 362 с.
4. Микропроцессорные системы автоматического управления/ В. А. Бесекерский, Н. Б. Ефимов, С. И. Зиатдинов и др.; Под общ. ред. В. А. Бесекерского. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-е, 1988. — 365 с.
5. Николайчук О. И. Системы малой автоматизации. - Издательство: Солон-Пресс, 2003. – 248с.
6. Юров В.И. Assembler. Специальный справочник. 2-е изд. – Изд-во: Питер, 2004 г. - 416 с.
7. Ю.И.Иванов, В.Я.Югай. Интерфейсы средств автоматизации. Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 252 с.
8. Э. Таненбаум. Архитектура компьютера (+ CD-ROM). –Изд-во: Питер, 2007 г. - 848 с.
9. Лю Ю-Чжен, Гибсон Г. Микропроцессоры семейства 8068/8088. Архитектура, программирование и проектирование микрокомпьютерных систем: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 512 с., ил.
10. Б. Страуструп. Язык программирования С++. Специальное издание. – Изд-во: Бином, 2008 г. - 1104 с.