

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра вычислительной техники

Е.В. БУРЬКОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К
КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

УДК 004.3(076.5)
ББК 32.973.26-04 я 73
Б 91

Рецензент
кандидат технических наук, доцент А.В. Хлуденев

Бурькова Е.В.
Б 91 **Проектирование микропроцессорных систем: методические указания к курсовому проектированию / Е.В. Бурькова – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2008. – 32 с.**

В методических указаниях представлена характеристика современных методов проектирования микропроцессорных систем, дано описание этапов проектирования, рассмотрены инструментальные средства разработки приложений на основе микроконтроллеров, даны варианты заданий для курсового проекта по дисциплине «Микропроцессорные системы».

Методические указания предназначены для студентов специальностей направления 230100 «Информатика и вычислительная техника», а также могут быть полезными для инженеров, занятых проектированием вычислительных систем на базе микроконтроллеров.

ББК 32.973.26-04 я 73

© Бурькова Е.В. 2008
© ГОУ ОГУ, 2008

Содержание

Введение.....	4
1 Характеристика современных методов проектирования микропроцессорных систем.....	5
2 Обзор литературы по проектированию микропроцессорных систем	7
3 Формализация задачи проектирования микропроцессорной системы.....	8
4 Критерии оценки качества микропроцессорной системы.....	9
5 Основной математический аппарат, используемый при проектировании микропроцессорных систем.....	12
6 Основные сведения о микроконтроллерах	13
6.1 Встраиваемые МК.....	13
6.2 Микроконтроллеры с внешней памятью.....	15
6.3 Цифровые сигнальные процессоры.....	16
6.4 Модульная организация микроконтроллеров.....	16
7 Порядок проектирования микропроцессорной системы.....	17
7.1 Функциональная спецификация.....	18
7.2 Системно-алгоритмическое проектирование. Разбиение МПС на аппаратную и программную части.....	18
7.3 Проектирование аппаратных средств МПС.....	19
7.4 Проектирование программного обеспечения МПС.....	20
8 Средства отладки микропроцессорных систем.....	21
9 Работа с литературой.....	23
10 Варианты заданий для разработки курсового проекта.....	24
Список использованных источников.....	32

Введение

Среди видов деятельности инженеров в области вычислительной техники, предусмотренных Государственным стандартом высшего профессионального образования, важное место занимает проектно-конструкторская деятельность, а именно - проектирование микропроцессорных вычислительных систем. В связи с этим обучение методам проектирования вычислительных систем является актуальной задачей подготовки инженеров данного профиля.

В настоящее время широкое распространение получили микропроцессорные системы на основе микроконтроллеров, которые отличаются от других микропроцессорных систем не только архитектурой и характеристиками, но и особенностями функционирования и реализации. Большинство микроконтроллеров представляют собой процессор, интегрированный с памятью и устройствами ввода/вывода данных. Когда разрабатывается система на основе микроконтроллера, то создаются не только аппаратные средства, которые реализуются соответствующим подключением микроконтроллера к внешним устройствам. Разработчик должен также обеспечить выполнение многих системных функций, которые в традиционных микропроцессорных системах обеспечиваются с помощью операционной системы и специальных периферийных микросхем. Это позволяет оптимизировать проект для конкретного применения.

Проектирование любой сложной системы начинается с создания математической модели и исследования ее на ЭВМ. При проектировании микропроцессорных систем широко применяются методы аналитического и имитационного моделирования с использованием различных автоматизированных программных сред. Важным преимуществом среды при проектировании микропроцессорной системы является объединение инструментальных средств разработки программного обеспечения с инструментальными средствами разработки аппаратного обеспечения. Основной задачей такой среды является создание виртуальной модели микропроцессорного электронного устройства.

Эффективность проектирования микропроцессорных систем определяется в первую очередь квалификацией разработчика и арсеналом инструментальных средств. При изучении курса «Микропроцессорные системы» используются различные средства, выполняющие ввод/вывод аналоговых и цифровых сигналов, хранение и обработки данных, хранение и выполнения командных кодов, а также консольная индикация выполняемых операций и управление. По своей функциональной законченности различают следующие устройства: контроллеры-конструкторы; учебные микропроцессорные стенды.

В данных методических указаниях представлена характеристика современных методов проектирования микропроцессорных систем, дано описание этапов проектирования, рассмотрены инструментальные средства разработки приложений на основе микроконтроллеров, даны варианты заданий для курсового проекта по дисциплине «Микропроцессорные системы».

1 Характеристика современных методов проектирования микропроцессорных систем

Наличие в микропроцессорной системе как аппаратных, так и программных средств обуславливает ряд специфических особенностей, присущих процессу ее создания. Он существенно отличается от проектирования традиционных электронных устройств, не предполагающих программное обеспечение. В отличие от традиционного подхода, когда все функции, возлагаемые на устройство, достигаются чисто аппаратными средствами и другой альтернативы просто не существует, при аппаратно-программной реализации выполняемые функции оптимально располагаются между программными и аппаратными средствами микропроцессорной системы.

Идея единства программного и аппаратного обеспечения систем на базе микроконтроллеров является очень важной. Объединение инструментальных средств разработки программного обеспечения с инструментальными средствами разработки аппаратного обеспечения может стать важным преимуществом при разработке устройства. Существуют пять различных инструментов, которые используются для разработки приложений на базе микроконтроллеров, и объединение их функций может существенно облегчить процесс проектирования:

- редактор исходных текстов;
- компилятор/ассемблер;
- программный симулятор;
- аппаратный эмулятор;
- программатор.

Хотя не все из этих инструментов являются необходимыми, и каждый из них может исполняться в отдельности, но их совместное использование упрощает разработку и отладку приложения.

Редактор используется для создания исходного кода программы. Существует множество самых разнообразных редакторов от простых, которые копируют код, вводимый с клавиатуры, в файл, до специализированных редакторов, реакция которых на нажатие определенных клавиш может программироваться пользователем. Такая реакция редактора избавляет разработчика от необходимости заботиться о правильном синтаксисе оператора.

Компилятор/ассемблер используется для преобразования исходного текста в машинные коды микроконтроллера, т.е. в формат, который может быть загружен память программ.

Симуляторы — это программы, которые выполняют откомпилированный программный код в инструментальном компьютере. Это позволяет осуществлять наблюдение за программой и реакцией микроконтроллера на различные события. Симулятор может быть неоценимым инструментом в процессе разработки программного обеспечения, позволяя исследовать различные ситуации, которые трудно воспроизвести на реальной аппаратуре.

Важное преимущество симуляторов — возможность многократного воспроизведения рабочих ситуаций. Если надо понять, почему участок программы работает некорректно, можно повторять этот участок снова и снова до тех пор, пока ошибка не будет обнаружена. Воспроизводимость может быть расширена путем использования специальных файлов входных воздействий. Эти файлы служат для того, чтобы задать симулятору различные комбинации входных потоков данных и формы сигналов. Чтобы имитировать внешние условия и ситуации, обычно используется специальный файл входных воздействий. Этот файл задает последовательность входных сигналов, поступающих на моделируемое устройство. Разработка такого файла может потребовать много времени и больших усилий. Но для понимания того, как работают микроконтроллер и программа в определенных ситуациях, использование симулятора и файла входных воздействий является наилучшим методом. В большинстве случаев следует использовать симуляцию перед сборкой и включением реальной схемы. Если устройство не работает ожидаемым образом, то следует изменить файл входных воздействий и попытаться понять, в чем состоит проблема, используя для этого симулятор, который позволяет наблюдать за процессом выполнения программы в отличие от реальной аппаратуры, где можно увидеть только конечные результаты.

Эмуляторы. Наиболее сложным и дорогим инструментом для отладки приложения и электрических интерфейсов является эмулятор. Эмулятор — это устройство, которое заменяет микроконтроллер в схеме и выполняет программу под Вашим управлением. Эмулятор является превосходным инструментом для разработки большинства приложений, хотя имеются некоторые разногласия по вопросу их использования в процессе разработки.

Обычно эмулятор содержит специальный эмуляторный кристалл, который подсоединяется в ведущему компьютеру или рабочей станции. Эмуляторный кристалл - это обычный микроконтроллер, помещенный нестандартный корпус с дополнительными выводами, которые подключаются к шине памяти программ и управляющим сигналам процессора. Эти дополнительные выводы позволяют соединять микроконтроллер с внешней памятью программ, которая подключена к ведущему компьютеру. Такой интерфейс позволяет легко загружать тестовые программы в эмуляторный кристалл. Выводы эмуляторного кристалла соединяются с разъемом (эмуляторная вилка), который подключается к отлаживаемому устройству, заменяя в нем микроконтроллер.

Взаимодействие с эмуляторами очень похоже на работу с симулятором. Разница состоит в том, что эмулятор не воспринимает файл входных воздействий, так как его выводы подключены к реальному устройству. Эмулятор предназначен для отладки приложений на реальном оборудовании.

Программатор. Последний инструмент разработчика - это программатор памяти программ микроконтроллера. Хотя некоторые производители микроконтроллеров предпочитают выпускать их с масочнопрограммируемой памятью программ, они обычно выпускают также аналогичные версии микроконтроллеров с E(E)PROM памятью для разработки приложений. Это значит, что

существует возможность непосредственного программирования микроконтроллера при разработке приложения.

Для некоторых микроконтроллеров требуется специальный программатор, но чаще всего используются возможности внутрисистемного программирования ISP. В таком случае программатор является частью проектируемого устройства. Некоторые программаторы реализуют функции схемного эмулятора. При этом установленный в программаторе микроконтроллер подключается к отлаживаемой системе и управляет ее работой аналогично тому, как это выполняется в эмуляторе.

2 Обзор литературы по проектированию микропроцессорных систем

1. Бродин В.Б. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / В.Б. Бродин, А.В. Калинин – М.: ЭКОМ, 2002.
2. Бурькова Е.В. Освоение микропроцессорной техники в формировании информационной компетентности студентов: учебное пособие / Е.В. Бурькова – Челябинск: Изд-во Южно-Уральского отделения РАО, 2005. – 209 с.
3. Васильев В.Н. Электронные промышленные устройства / В.Н. Васильев, Ю.М. Гусев, В.Н. Миронов – М.: Высшая школа, 1988. – 303с.
4. Каган Б.Н. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматизации / Б.Н. Каган, В.В. Сташин – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 304с.
5. Корнеев В.В. Современные микропроцессоры / В.В.Корнеев, А.В. Киселёв– М.: Нолидж, 2000. – 320 с.
6. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники / Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов - М.: ИНТУИТ.РУ. «Интернет-Университет Информационных технологий», 2003.-440с.
7. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования /Ю.В. Новиков – М.: Мир 2001.–379 с.
8. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том I / М. Предко - М.: Постмаркет, 2001. - 416 с.
9. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том II / М. Предко - М.: Постмаркет, 2001. - 488 с.
10. Пухальский Г.И. Проектирование микропроцессорных устройств: учебное пособие для вузов / Г.И. Пухальский - СПб.: Политехника, 2001-544 с.
11. Пятибратов А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / А.П. Пятибратов, К.П. Гудыко, А.А. Кириченко– М.: Высшая школа, 2000.

12. Ремизевич Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений. От общих подходов – к семействам HC 05 и HC 08 фирмы MOTOROLA. справочник / Т.В. Ремизевич – М.: ДОДЕКА , 2000.
13. Тавернье К. PIC- микроконтроллеры. Практика применения. / К.Тавернье – М.: ДМК Пресс, 2000.
14. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П.Хоровиц, У. Хилл – М.: Мир, 1998. – 704 с.
15. Шевкопляс Б.В. Микропроцессорные структуры. Инженерные решения: справочник / Б.В. Шевкопляс – М.: Радио и связь, 1990 – 512 с.
16. www.microchip.ru
17. www.mcu.motsp.com/mc.html
18. www.labyrinth.net.au/steve/8051.html
19. www.philipsmsu.com
20. www.intel.com
21. www.atmel.com

3 Формализация задачи проектирования микропроцессорной системы

Формализация задачи проектирования микропроцессорной системы включает определение входов и выходов аппаратных и программных блоков, конкретных процессов обработки, формулирование и учет системных ограничений (эксплуатационных, временных, объемных, точностных и др.) на основе функций, которые будет выполнять разрабатываемая система.

Первый шаг цикла проектирования микропроцессорной системы включает в себя определение набора требований пользователя и создания вытекающей из них функциональной спецификации, а также формулирование системных требований к микропроцессорной системе. Требования пользователя определяют то, что он хочет получить от системы, и что она должна делать. В рамках дипломного проекта в качестве требований пользователя выступает задание на проектирование микропроцессорной системы. Функциональная спецификация микропроцессорной системы определяет, какие функции должны выполняться для удовлетворения требований пользователя и обеспечения интерфейса (связи) между системой и ее внешним окружением (обслуживающим персоналом, исполнительными устройствами, датчиками и т.д.). Последнее определяет наличие и количество индикационных элементов, клавиатуры, входов и выходов микропроцессорной системы. На этапе формулирования системных требований детализируется функциональная спецификация с точки зрения выполнения системных функций (системная функция ввода-вывода дискретной информации, системная функция ввода-вывода аналоговой информации, обслуживание клавиатуры и индикации и др.).

Таким образом, на всех этих этапах определения спецификаций и разработки функционально-системных требований к микропроцессорной системе из общей проблемы, часто поставленной абстрактно и независимо от техники ее реализации, формулируются конкретные, четкие требования и выделяются выполняемые функции на основе принятых для технического описания микропроцессорной системы терминов и определений параметров, характеристик, режимов работы.

Для микропроцессорной системы требуется проектирование, как аппаратных, так и программных средств. Необходимо, во-первых, определить аппаратную и программную конфигурации; во-вторых – какие функции спецификации будут выполняться аппаратной частью, а какие - программной. При этом необходимо тщательно учитывать особенности, достоинства и недостатка реализации функций каждой частью микропроцессорной системы. Так, к преимуществам программной реализации можно отнести: широкие “интеллектуальные” функциональные возможности; осуществимость перенастройки микропроцессорной системы на новые условия, задачи, объекты и т.д. путем изменения только программного обеспечения.

Наряду с положительными качествами программная реализация функций МПС обладает по сравнению с аппаратной некоторыми ограничительными особенностями, которые могут влиять на компромиссный выбор того или иного метода реализации функций микропроцессорной системы:

- большим временем выполнения функций (или меньшим быстродействием), обусловленным последовательным методом выполнения программы.
- сложностью программной реализации функций непосредственного сопряжения с реальными объектами;
- ограниченным объемом памяти программ и данных.

4 Критерии оценки качества микропроцессорной системы

Основными критериями оценки качества микропроцессорных систем являются: производительность, точность, надежность.

Производительность. Пиковая или техническая производительность представляет собой теоретический максимум быстродействия микропроцессорной системы при идеальных условиях. Данный максимум определяется как число вычислительных операций, выполняемое в единицу времени имеющимися в системе обрабатывающими логико-арифметическими устройствами. Предельное быстродействие достигается при обработке бесконечной последовательности несвязанных между собой и неконфликтующих при доступе в память команд (т.е. когда результат любой операции не зависит от действий, выполненных другими командами). Разумеется подобная ситуация чисто гипотетическая, и на практике ни одна система не в состоянии работать длительное время с пиковой производительностью, хотя и может приближаться к этой величине.

Хорошим показателем является производительность в диапазоне от 0,8 до 0,9 от пикового значения.

При выполнении реальных прикладных программ эффективная производительность может быть существенно меньше пиковой. Характеристики функционирования микропроцессорной системы на уровне внутренних устройств существенно зависят от программы и обрабатываемых данных. Поэтому невозможно оценить производительность только на основании их тактовой частоты. Для оценки производительности вычислительных средств используется набор характерных задач. Время выполнения каждой из задач набора составляет основу для расчета индекса производительности исследуемой вычислительной системы. Индекс производительности является относительной оценкой, несущей информацию о том, насколько быстрее или медленнее исследуемая система выполняет задачи по сравнению с некоторой эталонной системой. Если определить производительность эталонной системы, вычисляемую числом выполняемых в секунду вычислительных операций, то можно определить абсолютное значение производительности исследуемой микропроцессорной системы. В таблице приведены основные классы количественных индексов производительности вычислительных систем.

Таблица - Основные классы количественных индексов производительности вычислительных систем

Класс индекса	Примеры индексов	Общее определение
Продуктивность	Пропускная способность Скорость выработки Максимальная выработка (максимум пропускной способности) Скорость выполнения команд Скорость обработки данных	Объем информации, обрабатываемой системой в единицу времени
Реактивность	Время ответа Время прохождения Время реакции	Время между предъявлением системе входных данных и появлением соответствующей выходной информации
Использование	Коэффициенты использования оборудования (центральный процессор, устройство ввода-вывода) Коэффициент использования операционной системы Коэффициент использования общего модуля программного обеспечения (например, компилятора) Коэффициент использования базы данных	Отношение времени использования указанной части системы (или ее использования для заданной цели) в течение заданного интервала времени к длительности этого интервала

Расчет показателей эффективности сложных систем, т.е. задача анализа производительности, представляет собой весьма сложную задачу, которая требует привлечения специальных математических методов и, как правило, решается с помощью ЭВМ. Показатели эффективности зависят от структуры системы, значений ее параметров, характера воздействия внешней среды, внешних и внутренних случайных факторов, поэтому их можно считать функционалами, заданными на множестве процессов функционирования системы.

В настоящее время качество микропроцессорных систем оценивается соотношением «производительность/энергопотребление». Снижение энергопотребления без снижения производительности – актуальная задача проектирования микропроцессорных систем.

Точность работы микропроцессорной системы определяется погрешностью вычислений выходных параметров системы. Это показатель является составным и определяется не только точностью вычислений процессора, но и точностью приборов, входящих в состав микропроцессорной системы (разнообразных датчиков, преобразующих, корректирующих устройств и т.д.).

Надежность. Основным понятием теории надежности является, как известно, отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособности. Для сложных же объектов, особенно человеко-машинных систем, отсутствие отказов, как показывает практика, еще не гарантирует отсутствия опасных ситуаций, приводящих к нарушению безопасности функционирования (НБФ). Это связано с тем, что на функционирование технического средства кроме его надежности оказывают влияние различные внешние причины. Виды отказов: отказы технических средств; воздействия человека (ошибки операторов, обслуживающего персонала); природные явления (грозы, пожары и т. п.). Опасный отказ приводит или может привести к опасной ситуации. Поэтому в теории надежности важное место занимает безопасность функционирования техники (БФТ). Существуют два основных пути обеспечения БФТ: предотвращение нарушений, нормальных режимов работы и парирование последствий возникших нарушений нормального функционирования. На этапе разработки и проектирования технических решений выбирают алгоритмы функционирования систем по критерию БФТ; повышают отказоустойчивость и живучесть технических средств, создают безопасное программное обеспечение микропроцессорных информационно-управляющих систем.

С точки зрения безопасности функционирования сложные технические системы, должны иметь не только повышенную надежность, т.е. малую вероятность появления отказов, но и обладать свойством отказоустойчивости - способностью сохранять работоспособность с заданным качеством в случае отказа их элементов. Мерой отказоустойчивости является **живучесть**. Техническая система, имеющая свойство живучести, выполняет свои функции с заданными характеристиками при наличии в ней некоторого числа неисправных элементов, и качественные показатели системы постепенно ухудшаются (деградируют) при увеличении числа отказов. Такая система является отказоустойчивой до отказа некоторой кратности и постепенно деградирует с увеличением числа отказов. Количественно живучесть определяется коэффициентом живучести,

который для данного обобщенного отказа представляет собой отношение числа состояний, соответствующих работоспособной системе, ко всей совокупности состояний.

Методы повышения живучести сложных систем могут быть активными и пассивными по отношению к внешним вредным; воздействиям, приложенным к системе. При активном методе отказы обнаруживаются при помощи средств контроля, локализируются диагностированием и устраняются автоматической реконфигурацией системы, которая заключается в перестройке структуры системы с целью отключения отказавших узлов. Пассивные методы основаны на функциональном резервировании, при котором одни и те же элементы при необходимости могут выполнять различные функции в системе, а также резервирование одних элементов другими, в основу принципа действия которых положены различные физические процессы. При этом возможно ухудшение показателей качества функционирования системы. Отказоустойчивость (живучесть), являющаяся одним из показателей эффективности, введена для оценки качества функционирования микропроцессорных систем. Данный показатель может быть применен и для оценки других сложных функциональных систем, в которых требования безопасности функционирования являются определяющими.

Принципиальным вопросом теории БФТ является нормирование уровня безопасности, который определяется выбранным, обобщенным критерием. С одной стороны, численное значение обобщенного критерия определяется, детерминированными проектными показателями, а с другой стороны, - стохастическими характеристиками надежности техники, оператора, обслуживающего персонала и внешних воздействий, среды. Следовательно, показатель, обобщающий как детерминированные, так и стохастические параметры, должен рассматриваться в вероятностном смысле. В общем случае обобщенный критерий - это вероятность действия технического средства без НБФ. Полезными также являются частные критерии, выражаемые в натуральных измеримых единицах.

5 Основной математический аппарат, используемый при проектировании микропроцессорных систем

В большинстве случаев проектируемые микропроцессорные системы строятся на основе однокристалльных микроконтроллеров. Микроконтроллеры, используемые в различных устройствах, выполняют функции интерпретации данных, поступающих с клавиатуры пользователя или от датчиков, определяющих параметры окружающей среды, обеспечивают связь между различными устройствами системы и передают данные другим приборам.

Проектирование микропроцессорной системы предполагает аппаратно-программную реализацию устройства. В соответствии с этим необходимо про-

известить математические расчеты, как при выборе аппаратных элементов системы, так и при разработке программного обеспечения.

При разработке аппаратных средств микропроцессорной системы необходимо провести расчет электрических параметров аппаратных модулей принципиальной схемы устройства. Эти расчеты проводят, используя законы электротехники. Следует решить следующие задачи:

- подключение питания;
- обеспечение режима генерации тактовых импульсов;
- расчет схемы запуска;
- подключение внешних устройств (аналоговых и цифровых);
- организация прерываний.

При разработке программного обеспечения чаще всего возникает необходимость расчета реальной частоты выполнения команд, количества тактов, нужных для организации задержки, расчет режимов работы таймеров и другие расчеты, связанные с реализацией программы.

6 Основные сведения о микроконтроллерах

Большое место в микропроцессорной технике занимают микроконтроллеры. В настоящее время происходит настоящая революция, оказавшая значительное влияние на каждого из нас – это автоматизация практически всей окружающей нас среды с помощью дешёвых и мощных микроконтроллеров. Микроконтроллер – это самостоятельная компьютерная система, которая содержит процессор, память, вспомогательные схемы и устройства ввода-вывода данных, размещенные в общем корпусе. Микроконтроллеры, используемые в различных устройствах, выполняют функции интерпретации данных, поступающих с клавиатуры пользователя или от датчиков, определяющих параметры окружающей среды, обеспечивают связь между различными устройствами системы и передают данные другим приборам. Применение микроконтроллеров позволяет значительно снизить количество и стоимость используемых материалов и комплектующих изделий, что обеспечит снижение себестоимости конечной продукции.

Основные типы:

- встраиваемые 8-разрядные МК;
- 16 и 32-разрядные МК;
- цифровые сигнальные процессоры (DSP).

6.1 Встраиваемые МК

Промышленностью выпускается очень широкая номенклатура встраиваемых (embedded) МК. В этих МК все необходимые ресурсы (память, устройства ввода/вывода и т.д.) располагаются на одном кристалле с процессорным

ядром. Всё, что необходимо сделать – это подать питание и тактовые сигналы. Встраиваемые микроконтроллеры могут базироваться на существующем микропроцессорном ядре или на процессоре, разработанном специально для данного микроконтроллера.

Основное назначение встраиваемых МК – обеспечить с помощью недорогих средств гибкое программируемое управление объектами и связь с внешними устройствами. Эти МК не предназначены для реализации комплекса сложных функций, но они способны обеспечить эффективное управление во многих областях применения.

Встраиваемые МК содержат значительное число вспомогательных устройств, благодаря чему обеспечивается их включение в реализуемую систему с использованием минимального количества дополнительных компонентов. В состав этих МК обычно входят:

- схема начального запуска процессора (RESET);
- генератор тактовых импульсов;
- центральный процессор;
- память программ (E (E) P)ROM и программный интерфейс;
- память данных RAM;
- средства ввода-вывода данных;
- таймеры, фиксирующие число командных циклов.

Общая структура микроконтроллера показана на рисунке 6.1.

Более сложные встраиваемые микроконтроллеры могут дополнительно реализовать следующие возможности:

- встроенный монитор/отладчик программ;
- внутренние средства программирования памяти программ (ROM);
- обработка прерываний от различных источников;
- аналоговый ввод – вывод;
- последовательный ввод – вывод (синхронный и асинхронный);
- параллельный ввод – вывод (включая интерфейс с компьютером);
- подключение внешней памяти (микропроцессорный режим).

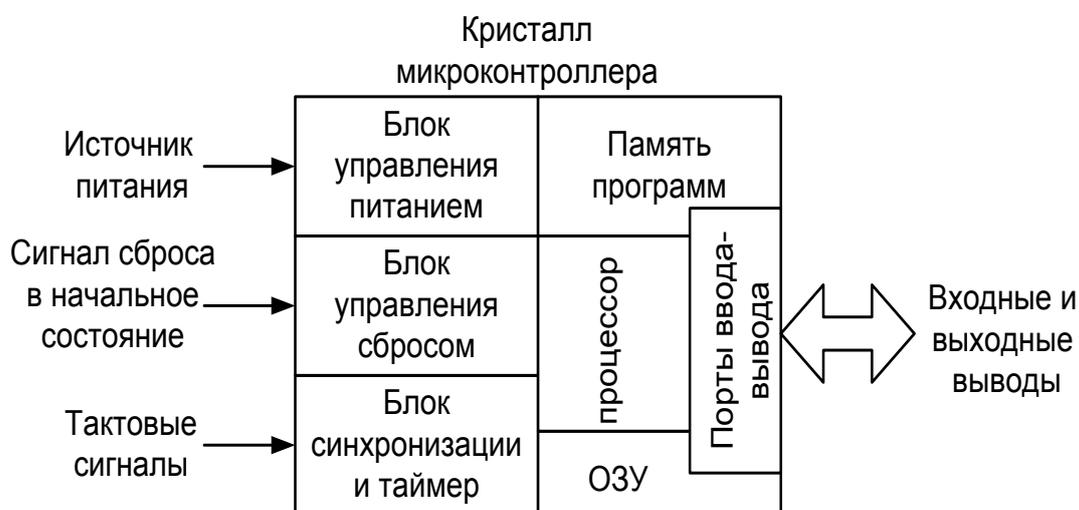


Рисунок 6.1 – Общая структура микроконтроллера

Все эти возможности значительно увеличивают гибкость применения МК и делают более простым процесс разработки систем на их основе. Но для реализации этих возможностей требуется расширение функций внешних выводов. Типичные значения $\tau_{\text{акт}}$ частоты тактовых сигналов составляют для различных микроконтроллеров 10-20 МГц. Главным фактором, ограничивающим их скорость, является время доступа к памяти, применяемой в МК.

6.2 Микроконтроллеры с внешней памятью

Структура микроконтроллера с внешней памятью показана на рисунке 6.1.

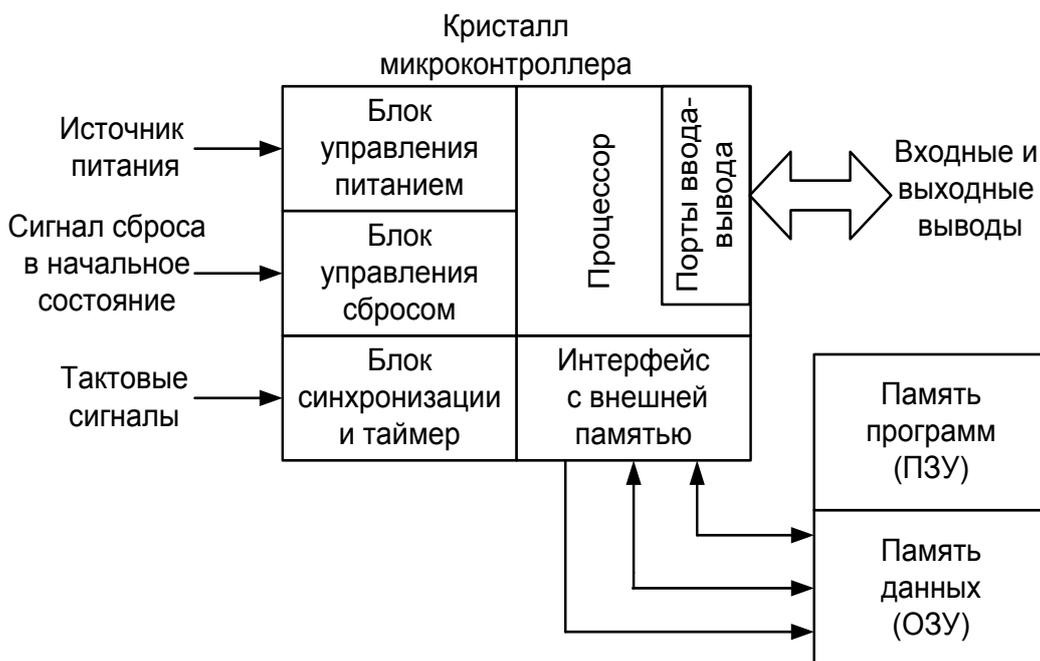


Рисунок 6.2 - Структура микроконтроллера с внешней памятью

Некоторые МК (особенно 16- и 32-разрядные) используют только внешнюю память, которая включает в себя как память программ (ROM), так и некоторый объём памяти данных (RAM), требуемый для данного применения.

Классическим примером такого МК является Intel 80188. По существу он представляет собой микропроцессор 8088, который использовался в компьютерах IBM PC, интегрированный на общем кристалле с дополнительными схемами, реализующими ряд стандартных функций, таких как прерывания и прямой доступ к памяти (DMA). Цель создания 80188 состояла в том, чтобы объединить в одном корпусе все устройства, необходимые для реализации микропроцессорных систем.

Микроконтроллеры с внешней памятью предназначены для других применений, нежели встраиваемые микроконтроллеры. Эти применения обычно требуют большого объёма памяти (RAM) и небольшого количества устройств (портов) ввода-вывода. Для МК с внешней памятью наиболее подходящими являются приложения, в которых критическим ресурсом является память,

а не число входов-выходов общего назначения, тогда как для встраиваемых микроконтроллеров имеет место противоположная ситуация.

6.3 Цифровые сигнальные процессоры

Цифровые сигнальные процессоры (DSP) – относительно новая категория процессоров. Назначение DSP состоит в том, чтобы получать текущие данные от аналоговой системы и формировать соответствующий отклик. DSP и их арифметико-логическое устройство (ALU) работают с очень высокой скоростью, что позволяет осуществить обработку данных в реальном масштабе времени. DSP часто используют в активных шумоподавляющих микрофонах, которые устанавливаются в самолётах или для подавления раздвоения изображения в телевизионных сигналах.

В разнообразных DSP можно найти особенности, присущие как встраиваемым микроконтроллерам, так МК с внешней памятью. DSP не предназначены для автономного применения, обычно они входят в состав систем, используясь в качестве устройств управления внешним оборудованием, а также для обработки входных сигналов.

6.4 Модульная организация микроконтроллеров

Современные 8-разрядные МК обладают, как правило, рядом отличительных признаков. Перечислим основные из них:

- модульная организация, при которой на базе одного процессорного ядра (центрального процессора) проектируется ряд (линейка) МК, различающихся объемом и типом памяти программ, объемом памяти данных, набором периферийных модулей, частотой синхронизации;

- использование закрытой архитектуры МК, которая характеризуется отсутствием линий магистралей адреса и данных на выводах корпуса МК. Таким образом, МК представляет собой законченную систему обработки данных, наращивание возможностей которой с использованием параллельных магистралей адреса и данных не предполагается;

- использование типовых функциональных периферийных модулей (таймеры, процессоры событий, контроллеры последовательных интерфейсов, аналого-цифровые преобразователи и др.), имеющих незначительные отличия в алгоритмах работы в МК различных производителей;

- расширение числа режимов работы периферийных модулей, которые задаются в процессе инициализации регистров специальных функций МК.

При модульном принципе построения все МК одного семейства содержат процессорное ядро, одинаковое для всех МК данного семейства, и изменяемый функциональный блок, который отличает МК разных моделей. Структура модульного МК приведена на рисунке 6.3.

Процессорное ядро включает в себя:

- центральный процессор;
- внутреннюю контроллерную магистраль (ВКМ) в составе шин ад-

реса, данных и управления;

- схему синхронизации МК;

- схему управления режимами работы МК, включая поддержку режимов пониженного энергопотребления, начального запуска (сброса) и т.д.

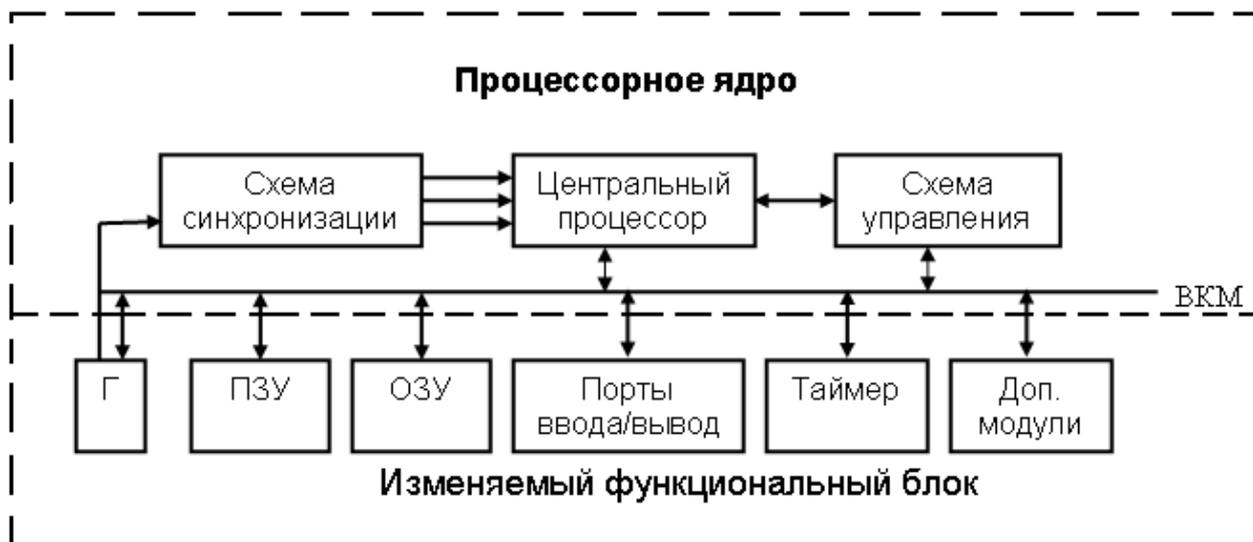


Рисунок 6.3 - Модульная организация МК

Изменяемый функциональный блок включает в себя модули памяти различного типа и объема, порты ввода/вывода, модули тактовых генераторов (Г), таймеры. В относительно простых МК модуль обработки прерываний входит в состав процессорного ядра. В более сложных МК он представляет собой отдельный модуль с развитыми возможностями.

В состав изменяемого функционального блока могут входить и такие дополнительные модули как компараторы напряжения, аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и другие. Каждый модуль проектируется для работы в составе МК с учетом протокола ВКМ. Данный подход позволяет создавать разнообразные по структуре МК в пределах одного семейства.

7 Порядок проектирования микропроцессорной системы

На первом этапе необходимо привести обоснование актуальности выбранной темы курсового проекта с указанием области применения разрабатываемого устройства и тех преимуществ, которые предоставляет внедрение данного проекта в ту или иную сферу экономики. Во введение необходимо включить краткое описание содержания глав курсового проекта.

На втором этапе необходимо привести обзор существующих устройств, выполняющих функции аналогичные функциям разрабатываемого устройства.

Этапы проектирования микропроцессорных систем рассмотрены ниже.

7.1 Функциональная спецификация

Первый шаг цикла проектирования микропроцессорной системы (МПС) включает в себя определение набора требований пользователя и создания вытекающей из них функциональной спецификации, а также формулирование системных требований к МПС. В качестве требований пользователя выступает задание на проектирование МПС. Функциональная спецификация МПС определяет, какие функции должны выполняться для удовлетворения требований пользователя и обеспечения интерфейса (связи) между системой и ее внешним окружением (обслуживающим персоналом, исполнительными устройствами, датчиками и т.д.). Последнее определяет наличие и количество индикационных элементов, клавиатуры, входов и выходов МПС. На этапе формулирования системных требований детализируется функциональная спецификация с точки зрения выполнения системных функций (системная функция ввода-вывода дискретной информации, системная функция ввода-вывода аналоговой информации, обслуживание клавиатуры и индикации и др.).

7.2 Системно-алгоритмическое проектирование. Разбиение МПС на аппаратную и программную части

Следующим этапом проектирования является собственно разработка системы на основе функциональной спецификации. Для устройства, содержащего только аппаратные компоненты и проектируемого на основе традиционного подхода, это означает выбор конфигурации системы, определение значений параметров составляющих частей и способов их взаимодействия. Для МПС требуется проектирование, как аппаратных, так и программных средств. Необходимо, во-первых, определить аппаратную и программную конфигурации; во-вторых – какие из функций функциональной спецификации будут выполняться аппаратной частью МПС, а какие программной. На данном этапе, называемым системно-алгоритмическим проектированием МПС, помимо разбиения МПС на программную и аппаратную части, разрабатывается также ее общая структура и алгоритмы функционирования. Последнее выполняется с учетом разделения аппаратно-реализуемых и программно-реализуемых функций.

После принятия компромиссного решения о разделении на аппаратную и программную части дальнейшая разработка МПС проводится раздельно и параллельно для аппаратных и программных средств. При этом необходимо тщательно учитывать особенности, достоинства и недостатка реализации функций каждой частью МПС. Так, к преимуществам программной реализации можно отнести:

- широкие “интеллектуальные” функциональные возможности;
- осуществимость перенастройки МПС на новые условия, задачи, объекты и т.д. путем изменения только ПО.

Наряду с положительными качествами программная реализация функций МПС обладает по сравнению с аппаратной некоторыми ограничительными

особенностями, которые могут влиять на компромиссный выбор того или иного метода реализации функций МПС:

- большим временем выполнения функций (или меньшим быстродействием), обусловленным последовательным методом выполнения программы.
- сложностью программной реализации функций непосредственного сопряжения с реальными объектами;
- ограниченным разделом ПО, обусловленным возможностью МПС по размещению информации в ЗУ (разрядностью шины адреса МПС, шины данных, типом используемых БИС ПЗУ и т.д.).
- повышенными требованиями к инструментальным средствам и специалистам-разработчикам.

7.3 Проектирование аппаратных средств МПС

После принятия компромиссного решения по аппаратной и программной реализации, выполняемых системой функций производится детальное проектирование ее аппаратной части, которое включает в себя разработку структурной и функциональной схем, а также принципиальной схемы всей системы.

Структурная схема устройства, состав микропроцессорной системы во многом зависит от выбора микроконтроллера. Следует отметить, что при выборе микроконтроллера необходимо рассматривать не только различные семейства микроконтроллеров, но и выбирать определенный тип внутри семейства. Прежде чем остановить свой выбор на том или ином типе микроконтроллера рекомендуется заполнить анкету, приведенную ниже.

НАЗВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ:

Количество входных выводов:

Количество выходных выводов:

Количество линий ввода-вывода:

Тип запуска (сброса):

Тип синхронизации (требуемая точность):

Необходимость сторожевого таймера:

Защита памяти программ:

Доступный вид питания:

Необходимость асинхронного последовательного ввода-вывода:

Необходимость синхронного последовательного ввода-вывода:

Требуемый размер таблиц:

Необходимость ввод-вывода ШИМ-сигналов:

Требуемый тип аналогового ввода-вывода:

Необходимость однократного программирования (OTP) при организации серийного выпуска:

Предпочтительный тип корпуса:

Используемый язык программирования:

Желаемая цена:

Имея такую анкету, можно рассматривать характеристики различных микроконтроллеров, чтобы найти наиболее подходящий прибор. Возможно, потребуется изменить спецификации приложения, чтобы оно лучше соответствовало возможностям определенного микроконтроллера.

При сравнении списка требуемых характеристик микроконтроллера с возможностями реальных приборов следует помнить, что необходимый результат может быть достигнут различными путями. Например, асинхронный последовательный ввод-вывод можно обеспечить путем реализации прямого чтения-записи сигналов на определенном выводе микроконтроллера с использованием прерываний. При этом не требуется использовать микроконтроллер со встроенным последовательным интерфейсом типа UART, что может снизить стоимость разработки и выпускаемой продукции.

Могут возникнуть трудности с определением требуемого объема памяти команд, особенно, если предполагается использовать язык высокого уровня при написании прикладных программ. Всегда рассчитывайте на больший объем, а если окажется возможным использовать микроконтроллер с меньшим объемом памяти, то внесите соответствующее изменение в спецификацию разрабатываемого приложения.

Необходимо помнить, что определенные методы программирования трудно или даже невозможно реализовать в некоторых архитектурах. Однако при обсуждении выбора возможных архитектур и характеристик микроконтроллеров рекомендуем ориентироваться на использование уже известных вам приборов, а не пытаться найти что-то исключительное. Если вы нашли подходящий микроконтроллер со всей необходимой информацией, то делайте свой выбор и приступайте к разработке.

7.4 Проектирование программного обеспечения МПС

Существенное различие в разработке программных и аппаратных средств обусловлено значительно большей гибкостью программных средств.

При конструировании аппаратуры всегда может быть найден окончательный вариант, который наиболее экономично и эффективно реализует необходимые функциональные требования. Программа же, написанная для решения определенной задачи, обычно может иметь несколько вариантов, которые мало отличаются по функционированию.

Одним из следствий большей гибкости, обеспечиваемой аппаратно-программными микропроцессорными системами, является то, что задачи, которые в дальнейшем могут модифицироваться, обычно реализуются программными средствами. Изменяя в программе те или иные части (программные модули), можно легко добиться требуемой модификации, в то время когда подсоединение дополнительных компонентов к монтажной плате для модификации аппаратного обеспечения может оказаться чрезвычайно сложным делом.

Проектирование программного обеспечения МПС включает в себя следующие этапы:

- анализ требований к программному обеспечению;

- формализация задач и выполняемых функций, куда входит определение входов и выходов алгоритмических и программных блоков, конкретных процессов обработки, формулирование и учет системных ограничений (эксплуатационных, временных, объемных, точностных и др.);
- проектирование программы или составление алгоритма ее выполнения, удовлетворяющего требованиям постановки задачи и спецификаций;
- кодирование или собственно программирование, заключается в формировании программы на выбранном языке
- программирование (исходный текст). Затем осуществляется компиляция и трансляция для программы, написанной на языке высокого уровня, или только трансляция для программы, написанной на языке ассемблера. После компоновки с помощью редактора связей получается загрузочный модуль в машинных кодах целевого (используемого) микропроцессора или микроконтроллера;
- тестирование и автономная отладка, когда на программной модели проверяется корректность программы. Тестирование позволяет убедиться в том, что программа правильно выполняет возложенные на нее функции. При этом очень важным является правильный выбор тестовых данных, разработка методов тестирования и тестовых примеров.

Для выполнения двух последних этапов проектирование ПО необходимо использовать специальные инструментальные аппаратно-программные средства на базе микро-ЭВМ: а) резидентные, если микропроцессоры инструментальной микро-ЭВМ и объектной МПС совпадают, и б) кросс-средства, если они различны.

8 Средства отладки микропроцессорных систем

Эффективность проектирования микропроцессорных систем определяется в первую очередь квалификацией разработчика и арсеналом инструментальных средств. При изучении курса «Микропроцессорные системы» используются различные средства, выполняющие следующие функции: ввод/вывод аналоговых и цифровых сигналов, хранение и обработки данных, хранение и выполнения командных кодов, а также консольная индикация выполняемых операций и управление. По своей функциональной законченности различают следующие устройства:

- контроллеры-конструкторы;
- учебные микропроцессорные стенды.

Контроллеры-конструкторы – это средства, наиболее популярные у массового разработчика. Представляют собой полуфабрикат микропроцессорного контроллера, на основании которого легко собрать несложную целевую систему в ограниченном количестве экземпляров.

Контроллеры-конструкторы разнообразны по своей организации и составу периферийных блоков, могут снабжаться схемами защиты, элементами

поддержки работы в реальном времени. Они выполняются часто с макетным полем или большим числом разъемов расширения. Важным их отличием от промышленных контроллеров является необходимость программирования пользовательской задачи на уровне реальной аппаратуры (а не на уровне виртуальной машины или операционной системы) независимо от используемого языка программирования (ассемблер, Си, Бейсик).

Контроллеры-конструкторы являются «открытыми системами», что определяет состав сопроводительной документации (принципиальные электрические схемы и описание архитектуры) и инструментального программного обеспечения (загрузчики, программаторы, мониторы-отладчики, библиотеки драйверов устройств и специальных вычислительных функций).

Учебные микропроцессорные стенды на базе микроконтроллеров предназначены для изучения принципов организации и работы микропроцессорной элементной базы, вспомогательных элементов (память, контроллеры ввода-вывода и др.), получения навыков проектирования и программирования микропроцессорных систем различного назначения.

Внимания заслуживает опыт ООО «ЛМТ» (Санкт-Петербург), которое разработало и последовательно развивает семейство микропроцессорных стендов инструментального и учебного назначения - SDK. Стенд SDK-1.1 может использоваться в следующих целях:

- макетирование микропроцессорных систем, отладка программного обеспечения для систем на базе широко распространенного ядра Intel MCS-51;
- автоматизация простых технологических процессов и лабораторных исследований;
- обучение;
- радиолюбительство, управление бытовой техникой.

В основу архитектуры стенда легли разработки систем промышленной автоматики. Предусмотрены стабилизатор и супервизор питания, схема сброса, сторожевой таймер, энергонезависимая память на базе EEPROM и CMOS (RTC). Интерфейс RS-232 имеет гальваническую изоляцию, что позволяет подключать и отключать стенд «на ходу», не опасаясь повреждения приемопередатчиков. Спектр периферии в составе стенда достаточно широк: несколько каналов ЦАП и АЦП, ЖКИ, клавиатура, часы реального времени, светодиоды, звуковой излучатель, битовые порты ввода-вывода. Количество битовых входов-выходов увеличено за счет использования расширителя портов на базе ПЛИС фирмы Altera. В комплект поставки стенда входит CD с документацией, комплектом инструментальных программ (компилятор языков Си и ассемблер, симулятор, программатор Flash), тестов и примеров.

Для программирования стенда может использоваться любой транслятор ассемблера или Си для ядра 8051, например, пакет μ Vision (Keil Software). До начала программирования на языке Си рекомендуется внимательно ознакомиться с документацией по используемому компилятору, так как компиляторы для микроконтроллеров имеют нестандартные расширения [Интернет ресурс http://www.intel.com/design/mcs51/docs_mcs51.htm].

Основные этапы программирования стенда следующие:

- подготовка программы в текстовом редакторе или среде программирования;
- транслирование исходного текста и получение загрузочного HEX-модуля программы;
- подготовка и загрузка HEX-модуля в стенд через интерфейс RS232C с помощью поставляемых инструментальных систем;
- прием и обработка HEX-модуля резидентным загрузчиком HEX202, передача управления загруженной программе.

Стенд успешно используется рядом университетов в лабораторном практикуме по направлениям «Организация ЭВМ и вычислительных систем», «Прикладная теория цифровых автоматов», «Системы ввода-вывода», «Микропроцессорные системы», «Информационно-управляющие системы».

Стенды комплектуются сетевыми блоками питания, инструментальными кабелями, пользовательской, учебно-методической и технической документацией, демонстрационными и инструментальными программами. Стенды производятся небольшими сериями в течение ряда лет и успешно применяются в обучении, автоматизации и разработке контроллеров. Рассмотрим подробнее некоторые модели семейства.

SDK-1.1 может эффективно использоваться в системах сбора информации и управления. Например, стенд обеспечивает гальваническую изоляцию ПК от объекта управления, исключая воздействие помех или наводок. SDK-1.1 может работать автономно, без использования ПК, что обеспечивается наличием Flash-памяти программ (программируется посредством интерфейса RS-232 и входящей в поставку программы), ЖКИ и клавиатуры.

SDK 1.1 успешно используется в качестве контроллера в сложных условиях эксплуатации, например, при резком изменении температур, скачках и пропадании питающего напряжения, при воздействии мощных электромагнитных помех.

К недостаткам стенда SDK-1.1 можно отнести отсутствие защиты от замыкания линий параллельного порта и ЦАП на корпус при установлении на них ненулевого напряжения.

9 Работа с литературой

В учебнике Ю.В. Новикова и П.К. Скоробогатова «Основы микропроцессорной техники» приведены элементарные основы архитектуры микроконтроллеров, объяснены принципы их построения и функционирования. Книга М. Предко «Руководство по микроконтроллерам» дает достаточно полную информацию об архитектуре, программировании и средствах поддержки разработчиков устройств на базе микроконтроллеров семейств 8051, Motorola, Picmicro, Avr. В ней приведены конкретные примеры реализации приложений на базе различных микроконтроллеров. Книги «Электронные промышленные устрой-

ства» В.Н. Васильева, «Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики» Б.Н. Кагана, а также «Искусство схемотехники» П. Хоровица и У. Хилла необходимо использовать при выборе схемотехнических решений для реализации разнообразных приложений на базе микропроцессорной техники. Для выбора конкретных типов микроконтроллеров при известных функциональных требованиях к микропроцессорной системе необходимо пользоваться такими справочниками, как Ремизевич Т.В. «Микроконтроллеры для встраиваемых приложений. От общих подходов – к семействам HC 05 и HC 08 фирмы MOTOROLA»; Тавернье К. PIC- микроконтроллеры. Практика применения». Книга Г.И. Пухальского понадобится для разработки устройств на базе микропроцессора K580, здесь приведены полные сведения об организации подсистем памяти, параллельного и последовательного интерфейса, прерываний и прямого доступа к памяти. В книге В.В. Корнеева и А.В. Киселева «Современные микропроцессоры» представлены основные идеи построения суперскалярных и мультискалярных микропроцессоров, приведены описания универсальных микропроцессоров ведущих зарубежных компаний Motorola, Texas Instruments, Analog Devices, рассмотрены основы транспьютерной технологии, представлены нейросетевые алгоритмы и нейропроцессоры, приводятся конкретные примеры существующих микропроцессоров.

10 Варианты заданий для разработки курсового проекта

Общая постановка задачи:

- привести описание алгоритма работы разрабатываемой микропроцессорной системы;
- разработать функциональную спецификацию;
- осуществить системно-алгоритмическое разбиение микропроцессорной системы на аппаратную и программную части;
- определить входы и выходы аппаратных и программных блоков;
- провести анализ и выбор аппаратных модулей;
- разработать схемы: структурную, функциональную, электрическую принципиальную;
- разработать программное обеспечение МПС;
- провести отладку программы с использованием учебного стенда SDK-1.1.

Вариант №1 Разработка микропроцессорной системы управления стиральной машиной

Требования к микропроцессорной системе:

1. задание (с помощью устройства ввода) времени процесса стирки;

2. задание (с помощью устройства ввода) температуры воды;
3. задание (с помощью устройства ввода) скорости отжима;
4. слежение за уровнем воды, температурой воды, скоростью вращения барабана;
5. автоматическая (программная реализация) подача сигналов управления: заливом/сливом воды, нагреванием воды, вращением барабана при стирке, отжимом;
6. отображение текущего времени;
7. сигнал оповещения о завершении процесса.

Отсчет времени осуществлять аппаратно, посредством встроенного модуля 8-битного таймера.

Вариант №2 Разработка микропроцессорной системы управления бытовой хлебопечкой

Требования к микропроцессорной системе:

1. сигнал на включение и отключение двигателя, используемого для замешивания теста (время замешивания - 10 минут);
2. задание (с помощью устройства ввода) и индикация времени начала и окончания брожения теста;
3. слежение за температурой брожения, при отклонениях, превышающих норму на 2 % подача сигнала на включение/отключение нагревателя;
4. задание времени окончания выпечки (с помощью устройства ввода);
5. слежение за температурой выпечки;
6. оповещение об окончании выпечки;

Вариант №3 Разработка микропроцессорной системы управления кондиционированием помещений офиса

Требования к микропроцессорной системе:

1. Количество помещений офиса – 3;
2. переключение режимов: режим «Зима» - нагрев воздуха, режим «Лето» - охлаждение воздуха;
3. задание значений температуры с помощью устройства ввода;
4. измерение температуры в трех помещениях;
5. отображение текущих значений температуры;
6. обеспечение частоты опроса датчика температуры каждые 30 минут;
7. формирование команд на включение и отключение кондиционеров;
8. оповещение о превышении и снижении температуры более чем на 20%.

Вариант №4 Разработка микропроцессорной системы управления холодильником

Требования к микропроцессорной системе:

1. задание температурных режимов производить переключателем;
2. предусмотреть 3 режима **основной камеры**: -3°C , 0°C , $+1^{\circ}\text{C}$;
3. предусмотреть 2 режима **морозильной камеры**: -5°C , -7°C ;
4. измерение температуры;
5. оповещение о превышении и снижении температуры более чем на 5%.
6. фиксирование и оповещение наличия льда в основной и морозильной камерах.

Вариант №5 Разработка микропроцессорной системы управления лифтом

Алгоритм работы контроллера управления лифта.

Лифт обслуживает 16-ти этажный дом. Код первого этажа 00h, код последнего 0Fh. Начальное состояние лифта – стоит на любом этаже без пассажиров, двери закрыты. При поступлении вызова с какого-либо этажа включается свет в лифте и запускается вращение двигателя в нужном направлении. Если этаж, с которого поступил вызов и этаж на котором находится лифт совпадают, то сразу происходит открывание дверей. После остановки лифта включается привод открывания дверей. После срабатывания датчика «Двери открыты» осуществляется выдержка 20 секунд, в течение которых пассажиры могут войти в лифт. Если этого не произошло (отсутствует давление на пол), то включается привод закрывания дверей. При срабатывании датчика «Двери закрыты» привод закрывания дверей выключается, свет гасится, лифт готов принять следующий вызов. Если при закрывании дверей на их пути встречается препятствие, то снова включается привод открывания дверей и после срабатывания датчика «Двери открыты» снова осуществляется выдержка 20 секунд.

При наличии давления на пол, лифт с открытыми дверями ожидает нажатия кнопки какого-либо этажа внутри кабины. При нажатии кнопки и отсутствии перегрузки лифта включается привод закрывания дверей. При срабатывании датчика «Двери закрыты» включается двигатель, перемещающий лифт в нужном направлении. Если при закрывании дверей встречается препятствие, то выключается привод закрывания дверей, включается привод открывания дверей и после срабатывания датчика «Двери открыты» выключается привод открывания дверей и снова осуществляется выдержка 20 секунд.

Если внутри кабины лифта нажимается кнопка того этажа, на котором находится лифт, то начинается процедура открывания дверей. Движение лифта с пассажирами аналогично движению пустого лифта. По достижению места назначения двери лифта открываются и остаются открытыми 20 секунд. Затем включается привод закрывания дверей. При срабатывании датчика «Двери закрыты» привод закрывания дверей выключается, свет гасится, лифт готов при-

нять следующий вызов. Если при закрывании дверей встречается препятствие, то привод закрывания дверей отключается, начинается процедура открывания дверей, после выдержки 20 секунд двери закрываются.

Вариант №6 Разработка микропроцессорной системы управления проявкой фотопленки

Таблица - Алгоритм работы

Тип	Название	Управление	Комментарий
Вых	Вентиль воды	При подаче лог. „0” вентиль открывается и остается открытым пока на выходе лог. „0”	При открытом вентиле в бачок поступает вода
Вых	Вентиль проявителя	При подаче лог. „0” вентиль открывается и остается открытым пока на выходе лог. „0”	При открытом вентиле в бачок поступает проявитель
Вых	Вентиль закрепителя	При подаче лог. „0” вентиль открывается и остается открытым пока на выходе лог. „0”	При открытом вентиле в бачок поступает закрепитель
Вых	Вентиль слива	При подаче лог. „0” вентиль открывается и остается открытым пока на выходе лог. „0”	При открытом вентиле осуществляется слив жидкости из бачка
Вход	кнопка Пуск	При нажатии на вход микропроцессорного контроллера поступает лог. „1”	
Вход	датчик Поплавок 1	При активизации на вход микропроцессорного контроллера поступает лог. „1”	Активизация происходит при наполнении бачка
Вход	датчик Поплавок 2	При активизации на вход микропроцессорного контроллера поступает лог. „1”	Активизация происходит при полном сливе жидкости из бачка
Вход	датчик Поплавок 3	При активизации на вход микропроцессорного контроллера поступает лог. „1”	Активизация происходит при наполнении бачка выше нормы
Вых	Звук	При подаче лог. „0” возникает звуковой сигнал	Используется для сигнализации неисправности
Вых	лампочка Прояв-	При подаче лог. „0” загорает-	

	ление закончено	ся лампочка	
Вых	электродвигатель	При подаче лог. „0” включается электродвигатель	Электродвигатель вращает катушку с пленкой

Вариант №7 Разработка микропроцессорной системы управления инкубатора

Требования к микропроцессорной системе:

1. включить систему обогрева камеры и систему поддержания влажности в течение 5 часов поддерживать температуру 38⁰с, затем 30 минут поддерживать температуру 28⁰с, так повторять;
2. влажность 50% поддерживается постоянной;
3. обеспечить измерение значений температуры и влажности с периодичностью 5 минут;
4. вывод на дисплей значений температуры и влажности;
5. вывод текущего времени;
6. в случае отклонения температуры /влажности от заданной на 5% зажечь светодиоды, отвечающие за температуру и влажность;
7. в случае отклонения температуры до 20⁰с подать короткий звуковой сигнал;
8. в случае появления сигнала с датчика движения (вылупление цыплёнка) подать звуковой сигнал в течение 1 минуты частотой 1 кГц.

Вариант №8 Разработка микропроцессорного устройства измерения и анализа веса человека

Требования к микропроцессорной системе:

1. максимальный вес пользователя: 150 кг;
2. точность измерения: 100 г;
3. сохранение измеренного веса в энергонезависимой памяти (память на 4 человека);
4. ввод имени пользователя;
5. ввод и сохранение величины роста (в метрах) пользователя;
6. вывод по запросу пользователя предыдущего взвешивания;
7. вывод на дисплей динамики веса за период, вводимый с клавиатуры;
8. вывод текущего значения индекса массы тела ИМТ, рассчитанный по формуле $ИМТ = \text{вес в кг} / (\text{рост в м})^2$;
9. при ИМТ>22 расчет количества лишних кг;
10. при ИМТ>25, зажечь красный светодиод – опасно!

Примечание:

ИМТ =19-21 соответствует норме;

ИМТ>22 соответствует наличию лишнего веса;

ИМТ>25 сигнал опасности ожирения.

Вариант №9 Разработка микропроцессорной системы контроля и управления работой хладоцентра ледового поля

Требования к микропроцессорной системе:

1. количество точек температурного контроля главной арены – 12, в том числе: грунта 4; бетонной плиты 4; границы раздела плита-лёд 4;
2. измерение температуры всех точек;
3. отображение текущей температуры;
4. включение/отключение систем охлаждения, обогрева грунта;
5. индикация о работе систем охлаждения, обогрева грунта;
6. оповещение аварийной ситуации (выхода из строя систем).

Вариант №10 Разработка микропроцессорной системы противодымной защиты офиса

Требования к микропроцессорной системе:

1. датчики дыма расположены в служебном помещении, на лестничной площадке, в лифтовой шахте. Всего датчиков – 3;
2. включение вытяжных систем;
3. включение клапанов дымоудаления;
4. переключающие устройства воздухопроводов;
5. индикация состояния датчиков дыма;
6. индикация состояния клапанов и вытяжных систем.

Предусмотреть временные задержки.

Вариант №11 Разработка микропроцессорного устройства поддержания необходимого уровня жидкости в резервуаре

Требования к микропроцессорной системе:

1. измерение уровня жидкости;
2. задание частоты опроса датчика уровня;
3. отображение текущего уровня;
4. отображение интервала времени между двумя опросами;
5. ввод с клавиатуры заданных значений уровня (max, min);
6. индикация выхода уровня за рамки заданных пределов «Превышение выше максимального уровня», «Снижение ниже минимального уровня»;
7. управление открытием/закрытием клапана подачи жидкости в резервуар.

Вариант №12 Разработка микропроцессорной системы контроля температуры и влажности в теплице

Требования к микропроцессорной системе:

1. ввод с клавиатуры заданных значений температуры и влажности воздуха;
2. измерение температуры воздуха;
3. измерение влажности воздуха;
4. отображение измеренных величин;
5. индикация критических значений «Превышение выше максимального уровня», «Снижение ниже минимального уровня»;
6. управление включением/отключением нагревателя;
7. управление включением/отключением увлажнителя.

Вариант №13 Разработка микропроцессорной системы противопожарной защиты помещения

Требования к микропроцессорной системе:

1. измерение задымленности воздуха помещения;
 2. измерение температуры воздуха помещения;
 3. отображение измеренных значений;
 4. индикация опасных значений задымленности и температуры воздуха;
 5. управление включением/отключением вытяжных систем;
 6. индикация состояния клапанов и вытяжных систем.
- Предусмотреть временные задержки.

Вариант №14 Разработка микропроцессорной системы охраны нескольких помещений

Требования к микропроцессорной системе:

Количество помещений – 8.

1. обнаружение разрыва цепи периметра;
2. обнаружение движущегося объекта;
3. индикация обнаруженных нарушений;
4. управление включением/отключением сигнализации;
5. обеспечение сигнала тревоги на пульте оператора.

Вариант №15 Разработка микропроцессорной системы управления процессом смешивания жидкостей

Требования к микропроцессорной системе:

1. задание величин: уровня первой жидкости, результирующего уровня;
2. задание времени перемешивания;
3. измерение уровня первой жидкости;
4. измерение результирующего уровня жидкости;
5. индикация текущих значений уровня;
6. индикация времени от начала процесса перемешивания;
7. управление включением/отключением двигателя перемешивания жидкостей;
8. сигнализация аварийного превышения уровня жидкости.

Вариант №16 Разработка микропроцессорной системы контроля электрических параметров сети 220в, 50Гц

Требования к микропроцессорной системе:

1. измерение напряжения сети;
2. измерение частоты напряжения;
3. преобразование измеренных сигналов в цифровой сигнал;
4. сравнение результатов с эталоном;
5. индикация текущих значений параметров сети;
6. индикация отклонений от эталона на 1%;
7. аварийная сигнализация при отклонениях на 2%.

Вариант №17 Разработка микропроцессорной системы слежения атмосферного давления

Требования к микропроцессорной системе:

1. задание требуемой величины атмосферного давления;
2. измерение текущего времени;
3. ввод значений атмосферного давления с барометра;
4. сравнение результатов с заданным значением;
5. индикация текущего времени и давления;
6. индикация величины отклонения от заданного значения.

Список использованных источников

1. **Бродин В.Б.** Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики / В.Б. Бродин, А.В. Калинин – М.: ЭКОМ, 2002. – 431 с.
2. **Бурькова Е.В.** Освоение микропроцессорной техники в формировании информационной компетентности студентов университета: Учебное пособие / Е.В. Бурькова – Челябинск: Изд-во Южно-Уральского отделения РАО, 2005. – 209 с.
3. **Васильев В.Н.** Электронные промышленные устройства / В.Н. Васильев, Ю.М. Гусев – М.: Высшая школа, 1988. – 303с.
4. **Каган Б.Н.** Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматизации / Б.Н. Каган, В.В. Сташин – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 304с.
5. **Корнеев В.В.** Современные микропроцессоры / В.В.Корнеев, А.В. Киселёв– М.: Нолидж, 2000. – 320 с.
6. **Новиков Ю.В.** Основы микропроцессорной техники / Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов - М.: ИНТУИТ.РУ. «Интернет-Университет Информационных технологий», 2003.-440с.
7. **Новиков Ю.В.** Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования / Ю.В. Новиков –М.: Мир 2001.–379 с.
8. **Предко М.** Руководство по микроконтроллерам. Том I / М. Предко - М.: Постмаркет, 2001. - 416 с.
9. **Предко М.** Руководство по микроконтроллерам. Том II / М. Предко - М.: Постмаркет, 2001. - 488 с.
10. **Пухальский Г.И.** Проектирование микропроцессорных устройств: Учебное пособие для вузов / Г.И. Пухальский - СПб.: Политехника, 2001-544с.
11. **Пятибратов А.П.** Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / А.П. Пятибратов, К.П. Гудыко – М.: Высшая школа, 2000.
12. Сайт фирмы Intel [электронный ресурс]: информационный сервер. – Режим доступа: <http://www.intel.com>.
13. Сайт фирмы Dallas Semiconductor [электронный ресурс]: информационный сервер. – Режим доступа: [http:// www.dalsemi.com](http://www.dalsemi.com).
14. Сайт фирмы Siemens [электронный ресурс]: информационный сервер. – Режим доступа: <http://www.siemens.com>.