



TECHNISCHE HOCHSCHULE  
OTTO VON GUERICKE  
MAGDEBURG

Sektion Technische Kybernetik  
und Elektrotechnik

## **4. Fachtagung**

**Elektroantriebstechnik  
und Elektroautomatisierungstechnik**

14. und 15. April 1981 Magdeburg

---

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

к.т.н.Калашников В.И., инж.Губарь Ю.В., инж.Старостин С.С.  
 Политехнический Институт Донецк

Развитие и совершенствование систем управления электроприводами в значительной степени определяются широким внедрением цифровой техники и особенно на база микропроцессоров. Применение микропроцессоров в автоматизированном электроприводе существенно расширяет функциональные возможности этих систем, облегчает реализацию различных законов адаптивного и оптимального управления при высокой точности ретулирования по основным координатам. В микропроцессорных системах электропривода появляется возможности для выполнения функций контроля и диагностики всей системы, а также расширяются возможности для организации защиты электропривода в различных аварийных ситуациях. Однако применение микропроцессоров в системах электропривода обуславливает и новые аспекты при проектировании, наладке и эксплуатации подобных систем.

При использовании специализатора (микроконтроллера) для решения задач управления электроприводом, включая и выработку импульсов отпирания тиристоров преобразователя, он должен обладать повышенным быстродействием. Наиболее целесообразно применять для этих целей микропроцессорный набор серии К 589, представляющий собой комплект больших интегральных микросхем, выполненных на основе транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки [1]. На базе данной серии могут быть построены микроконтроллеры различного назначения и конфигурации с быстродействием обработки команд типа регистр - регистр до одного миллиона операций в секунду. В данной работе рассматривается система автоматизации проектирования (САПР) микропроцессорных систем электропривода, построенных на основе микропроцессорного набора серии К 589, позволяющая повысить эффективность проектирования этих систем. В САПР входят две подсистемы: подсистема программного обеспечения и подсистема аппаратных средств проектирования.

### 1. Подсистема программных средств проектирования

Структура подсистемы программных средств приведена на рис.1.



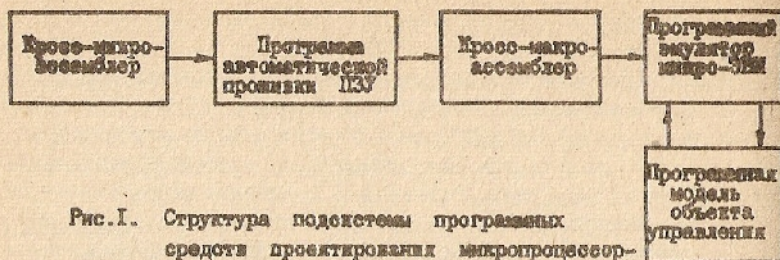


Рис. I. Структура подсистемы программных средств проектирования микропроцессорных систем электропривода.

Кросс-микроассемблер помогает пользователю при разработке и отладке микропрограмм. Он производит ассемблирование микропрограмм на языке микроассемблера в форму, пригодную для программирования управляющего ПЗУ.

Особенность языка микроассемблера состоит в следующем:

1. Язык содержит полный набор мнемонических обозначений операций БИС центрального процессорного элемента (К 589 и К 02) и БИС блока микропрограммного управления (К 589 ИКОГ);
2. Имеется возможность задания мнемоники операций в микрокоманде, управляемых полях пользователя.
3. Использована символическая адресация.

Кросс - микроассемблер выполняет трансляцию за два просмотра. В первом просмотре определяется адрес каждой символической метки в программе, заполняются соответствующие рабочие таблицы, порождается линеаризованная форма программы и происходит распечатка исходного модуля. На втором просмотре осуществляется генерация микрокоманд, а также распечатка результатов ассемблирования.

Программа автоматизации прошивки ПЗУ производит оптимальное размещение разработанных микропрограмм в управляющей памяти блока ПЗУ емкостью 512 ячеек.

Перед началом распределения памяти ПЗУ подсчитываются все условные переходы с тем, чтобы убедиться в том, что для их размещения потребуется количество ячеек меньше 128. Это ограничение связано с особенностью БИС блока микропрограммного управления: из 512 слов ПЗУ имеется лишь 128 возможных адресов микроопераций переходов, находящихся в колонках 2, 3 и 10, 11 блока ПЗУ. Результаты работы программы







Эмулятор микроконтроллера выполнен по модульному принципу, что позволяет значительно облегчить и ускорить отладку отдельных его блоков. Основными компонентами эмулятора являются модуль блока микропрограммного управления, центрального процессора, ПЗУ и оперативной памяти. Связь отдельных модулей и иницирование их работы осуществляется с помощью управляющей программы. В программном эмуляторе реализован доступ ко всем регистрам общего назначения и аккумулятору. Имеется возможность вывода на печать их содержимого, значения управляющих сигналов, адреса переходов при выполнении команд, значения сигнала переноса и т.д., что существенно облегчает процесс отладки программ на эмуляторе. Особенностью эмулятора является возможность задания пользователем разрядности обрабатываемой информации. С помощью программного эмулятора можно проводить отладку команд контроллера. Кроме того, программный эмулятор совместно с моделью объекта, может быть использован для исследования алгоритмов управления микропроцессорной системы электропривода в целом.

Программное моделирование позволяет еще на стадии проектирования проверять правильность принятых решений, исследовать влияние разрядности и быстродействия микроконтроллера на динамические и статические свойства системы электропривода.

## 2. Подсистема аппаратных средств проектирования

С помощью аппаратных средств проектирования имеется возможность проводить окончательную отладку аппаратных и программных средств разрабатываемой системы электропривода в реальном масштабе времени.

Подсистема аппаратных средств проектирования включает (рис.3):

1. Программируемый контроллер на базе БИС К 589 серии;
2. Фотосчетыватель для ввода программ и данных в управляющую и оперативную память;
3. Интерфейс для подключения ЦАП, АЦП и импульсного датчика углового перемещения вала двигателя (ИД);
4. Устройство ввода-вывода цифро-алфавитной информации (консоль, дисплей).
5. Панель контроля и управления, с помощью которой можно задавать режим работы контроллера и следить за ходом выполнения программы;
6. Типовой вентильный электропривод постоянного тока (ТП-Д);

При необходимости к программируемому контроллеру могут быть подключены специализированный быстрый умножитель и аппаратная модель вентильного электропривода.



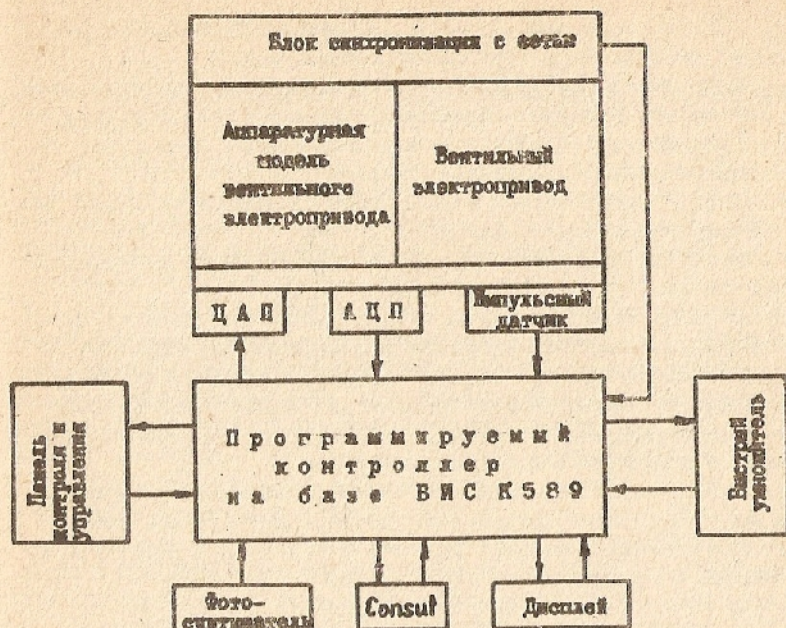


Рис.3. Структура подсистемы аппаратных средств программируемых микропроцессорных систем электропривода.

### 3. Этапы проектирования микропроцессорных систем электропривода на базе ВИС К 589 серии

1. Формулирование задачи, определения функций, которые предполагается возложить на микроконтроллер. При этом необходимо определить набор внешних устройств, объем управляющей и оперативной памяти, разрядность обрабатываемой информации, необходимое быстродействие контроллера.

2. На основе анализа управляющих алгоритмов ставятся требования к системе команд специализированного контроллера.



3. С помощью кросс-микроассемблера производится разработка микропрограмм, соответствующих выбранному перечню команд.

4. Программа автоматической прошивки управляющей памяти производит оптимальное размещение микрокоманд.

5. С использованием микроассемблера либо в кодах команд контроллера разрабатываются рабочие программы.

6. На программном эмуляторе контроллера производится отладка разработанных алгоритмов управлений.

7. На лабораторном макете производится исследование микропроцессорной системы электропривода в реальном времени.

До проведения исследования на лабораторном макете целесообразно провести исследования характеристик разработанной микропроцессорной системы с помощью программной модели объекта и программного эмулятора контроллера. При необходимости учета особенностей работы собственно тиристорного преобразователя используют аппаратную или программную модель вентильного электропривода.

8. Если алгоритмы управления разработаны правильно и характеристики микропроцессорной системы удовлетворяют поставленным требованиям, производится "прошивка" блока ЦПУ с помощью программирующего устройства.

#### ВЫВОДЫ

1. Система автоматизации проектирования микропроцессорных систем электропривода, построенных на основе микропроцессорного комплекта серии К 589 облегчает разработку и отладку алгоритмов управления, а также позволяет провести исследование системы на стадии проектирования с учетом специфики применения микропроцессоров.

2. Повышается качество проектирования и сокращаются сроки разработки микропроцессорной системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аналоговые и цифровые интегральные схемы. Под редакцией С.Б. Якубовского. М. "Советское радио", 1979.

2. Д.Маклин. Микропроцессоры. Технология, архитектура и применение. М., "Энергия", 1979.