

**Мультипроцессорная информационно-измерительная  
система производства СБИС**

Шматин А.С., Шматин С.Г.

Белорусский национальный технический университет

Качество производства СБИС в значительной мере определяется эффективностью контроля параметров технологических сред при их изготовлении. Определение температуры, давления, влажности и других параметров среды требует автоматизированных методов измерения и обработки информации на местах ее получения. Микропроцессорные вычислительные системы позволяют, во-первых, автоматизировать процесс измерения и обработки полученной информации и, во-вторых, создавать локальные сети, что особенно важно при серийном производстве СБИС.[1,2]

В данной статье предлагается метод контроля и измерения параметров технологических сред производства СБИС и представляется экспериментальная система, реализующая этот метод. Базисом такой системы является микропроцессорная система (МПС).

Наряду с МПС основным блоком системы является мультиметр, работающий в составе ряда МПС.

Мультиметр представляет собой шестнадцатиканальный программно-управляемый нормирующий преобразователь частота-код (ПЧК), работающий совместно с частотными первичными преобразователями различных физических величин (температуры, давления, влажности, частоты электрических сигналов и др.).

Измеряемые физические параметры, воздействуя на соответствующие первичные преобразователи, изменяют частоту их выходного сигнала.

Выходные сигналы первичных преобразователей поступают на блок вторичных преобразователей (БВП), в котором осуществляется преобразование частоты сигнала в цифровой код, расчет частоты и периода сигнала по полученному значению кода, пересчет частоты или периода сигнала в соответствующие значения измеряемых физических параметров, отображение результатов измерения на цифровом табло мультиметра, хранение ре-

зультатов измерения в резидентном оперативном запоминающем устройстве.

Функциональные блоки БВП имеют следующие назначения: преобразователь частота-код (ПЧК) обеспечивает поочередное преобразование частоты электрических сигналов, поступающих на входы БВП, в цифровой код; репрограммируемое запоминающее устройство (РеПЗУ) хранит коэффициенты аппроксимации рабочих характеристик первичных преобразователей; устройство ввода-вывода информации (УВВ) предназначено для задания нужного режима работы БВП, ввода информации в регистры и ячейки памяти резидентного ОЗУ и РеПЗУ, вывода информации; постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) хранит, рабочую программу БВП, определяющую алгоритм его функционирования; МПС обеспечивает вычисление частоты, периода и величины измеряемых физических параметров и управляет работой всех устройств системы в соответствии с программой, хранимой в ПЗУ.

Программное обеспечение мультиметра в составе системы выполняет следующие функции: задает алгоритм управления работой аппаратной части прибора, расчета частоты, периода и измеряемых параметров, тестирования результатов измерения и вывода данных, устанавливает определенную последовательность обмена информацией с устройствами пользователя и с запоминающими устройствами (ЗУ) прибора.

Программа "Пуск" осуществляет запуск рабочей программы системы, занесение начальных данных, необходимых для выполнения последующих программ, в резидентную память центрального процессора, запрет прерывания и передачу управления устройству пользователя (УП) для выполнения программы "Пуск УП".

Программа "Измерение частоты" обеспечивает измерение частоты следования электрических сигналов, поступающих на входы мультиметра и содержит следующие подпрограммы: поочередное подключение ко входу частотометра соответствующих входов приборов (каналов измерения); грубое преобразование периодов входного сигнала в цифровой код; определение количества периодов входного сигнала, необходимого для точного измерения периода; точное преобразование периода сигнала в цифровой код; расчет значений частоты сигнала по полу-

ченному значению цифрового кода; упаковка рассчитанных значений частоты в форму с плавающей запятой; формирование массива данных в определенной области резидентной памяти.

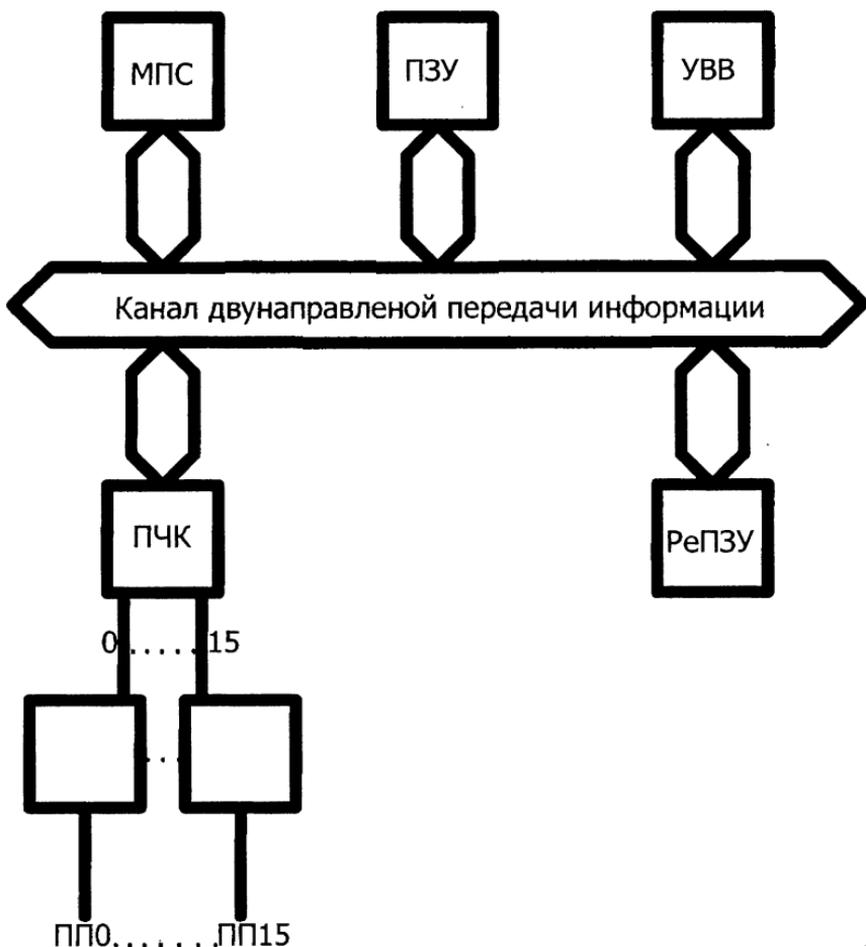


Рис. Структурная схема измерительной системы

Программа "Вычисление периода" осуществляет расчет периода частоты следования электрических сигналов, поступаю-

щих на входы БВП, по заданному значению частоты, а также формирует массив данных в области резидентной памяти для хранения вычисленных значений периода в форме с плавающей запятой. Программа "Вычисление параметра" предназначена для определения параметров по результатам измерения частоты или периода сигнала. Результаты вычислений в форме с плавающей запятой заносятся в ячейки резидентной памяти, образующие массив данных, причем каждому каналу измерения соответствует определенная пара ячеек.

Также в системе функционирует программа "Тест" предназначена для обнаружения и диагностики неисправности мультиметра, программа "Десятичная коррекция" - для преобразования данных, выводимых на цифровой индикатор по требованию устройств пользователя с указанием единиц измерения. Данные, поступающие от УП, имеют наивысший приоритет по отношению ко всем другим данным, выводимым на индикатор. Программа "Вывод на индикацию" является управляющей; она осуществляет вывод результатов измерений или тестирования на цифровой индикатор. В нее входят две основные подпрограммы. Первая осуществляет формирование массива данных для вывода информации в соответствии с кодом семисегментного индикатора, вторая - непосредственную засылку данных из массива информации в регистр индикатора с заданным адресом.

Основной цикл работы БВП включает следующие подциклы: шестнадцать рабочих подциклов, в течение которых происходит определение частоты сигналов, вычисление периода и параметров, обработка результатов измерений в подпрограмме "Тест 1" (подпрограмма текущего теста результатов измерения); подцикл, в течение которого выполняется подпрограмма "Тест 2" (подпрограмма анализа результатов текущего теста по всем измерительным каналам); подцикл передачи управления (УП); подцикл, в течение которого осуществляются подпрограммы "Двоичнодесятичная коррекция" и "Вывод на индикацию".

В течение одного рабочего подцикла мультиметра последовательно реализуются следующие подпрограммы: "Сканирование клавиатуры чисел", "Сканирование клавиатуры служебных символов", "Измерение частоты", "Вычисление периода", "Вычисление параметра", "Тест 1", "Передача управления устройству пользователя".

Производительность мультипроцессорной информационно-измерительной системы подобного типа определяется полиномиальным уравнением N-порядка:

$$T - \frac{M}{R} + \frac{M}{R} \left(1 - \frac{1}{M} \left(1 - \frac{T}{N} + \frac{TR}{N}\right)\right)^N = 0,$$

где M - число устройств памяти; N - число процессоров; R - коэффициент логических показателей использования:  $R = R_1 R_2 R_3 \dots$ . Здесь  $R_1$ ,  $R_2$  - время обращения процессора соответственно к первичной и вторичной памяти;  $R_3$  - время блокировки обращения к вторичной памяти.

В связи с тем что T входит в формулу неявно, расчет проводится методом последовательных приближений с заданной точностью с помощью ЭВМ. Результаты расчета подтвердили концепцию создания мультипроцессорных информационно-измерительных систем.

Таким образом, результаты теоретического и экспериментального анализа показали, что в первом приближении производительность T является функцией отношения M/R и лишь незначительно зависит от M и R, не приводящих к изменению их отношения.

Логические структуры типа МПС в информационно-измерительных системах обеспечивают эффективность применения первичной памяти. Это в свою очередь уменьшает время  $R_2$ , позволяющее увеличить отношение M/R и, значит, повысить производительность T. Следовательно, мультипроцессорные методы измерения и обработки информации являются наиболее эффективными средствами повышения производительности информационно-измерительных систем.

### Литература

1. Бойченко, Е.В., Кальфа, В., Овчинников, В.В. Локальные вычислительные сети. - М.: 1985. - 300 с.
2. Васильев, Г.П., Егоров, Г.А., Щербина, Н.Н. Программное обеспечение сетей СМ ЭВМ. - М.: 1983. - 86 с.