

№ п/п	Наименование алгоритма	Время обработки массива из 1024 комплексных точек, мс	№ п/п	Наименование алгоритма	Время обработки массива из 1024 комплексных точек, мс
1	Сложение массивов	0,9	16	Умножение массива на комплексно-сопряженный массив	1,3
2	Сложение массива с константой	0,7	17	Сдвиг массива вправо	0,7
3	Вычитание массивов	0,9	18	Сдвиг массива влево	0,7
4	Вычитание из массива константы	0,7	19	Определение максимума массива	1,1
5	Умножение массивов	0,9	20	Определение минимума массива	1,1
6	Умножение массива на константу	0,7	21	Свертка	14,7
7	Умножение массивов с двойной точностью	1,1	22	Корреляция	14,7
	Умножение массива на константу с двойной точностью	0,9	23	Пересылка массива	0,7
9	Логическое И массивов	0,9	24	Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	15
10	Логическое И массива с константой	0,7	25	Обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ)	15
11	Логическое ИЛИ массивов	1,1	26	Упаковка для БПФ	0,9
12	Логическое ИЛИ массива с константой	1,1	27	Упаковка для ОБПФ	0,9
13	Исключающее ИЛИ массивов	0,7	28	Распаковка для БПФ	1,4
14	Исключающее ИЛИ массива с константой	0,7	29	Распаковка для ОБПФ	1,4
15	Комплексное умножение массивов	1,3	30	Очистка	0,7
			31	Вычисление спектральных амплитуд	0,9
			32	Двоичная инверсия массива	2,0

реса памяти данных (176106); регистра обмена данными с центральным процессором БПП (176110); регистра панельных операций (176112); регистра обмена данными ЭВМ с памятью данных (176114); регистра диагностики для управления работой встроенной диагностики БПП (176116).

Кроме системных регистров, в состав интерфейса входит ПЗУ панельных операций. Коды панельных операций передаются на шину управления из ПЗУ так же, как коды команд из памяти программ. Панельные операции позволяют управляющей ЭВМ обмениваться данными с устройствами БПП, не имеющими системных адресов.

Блок диагностики обеспечивает доступ тестовым программам к внутренним шинам и контрольным точкам БПП.

Система команд БПП представляет собой фактически набор операций отдельных устройств, что определяет гибкость системы, которая может изменяться в зависимости от требований конкретных задач. Это обстоятельство и наличие ОЗУ программ предоставляют пользователю широкие возможности по разработке и отладке оригинальных программ. Ниже приведен перечень стандартных алгоритмов, предоставляемых пользователю в комплекте с БПП «Электроника МС 1603».

Высокие эксплуатационные характеристики БПП «Электроника МС 1603», компактность и простота обслуживания обеспечивают широкое применение процессора во многих областях науки и техники, где требуется быстрота реакции при умеренной точности вычислений.

Поступило в редакцию 25 октября 1984 г.

УДК 681.325.5

В. А. ДЫБОЙ, О. С. СЕМЕНОВА, А. А. ФОКИН

(Воронеж)

ДИАГНОСТИКА ПЕРИФЕРИЙНЫХ ПРОЦЕССОРОВ И КОНТРОЛЛЕРОВ

Одной из проблем, с которыми сталкиваются изготовители и пользователи средств вычислительной техники, являются настройка и обслуживание. Это вызвано возросшей сложностью оборудования и вместе с тем неизменностью используемых приемов тестирования, основа которых — поиск и локализация неисправного узла по косвенным признакам, проявляющимся в результате функционального контроля.

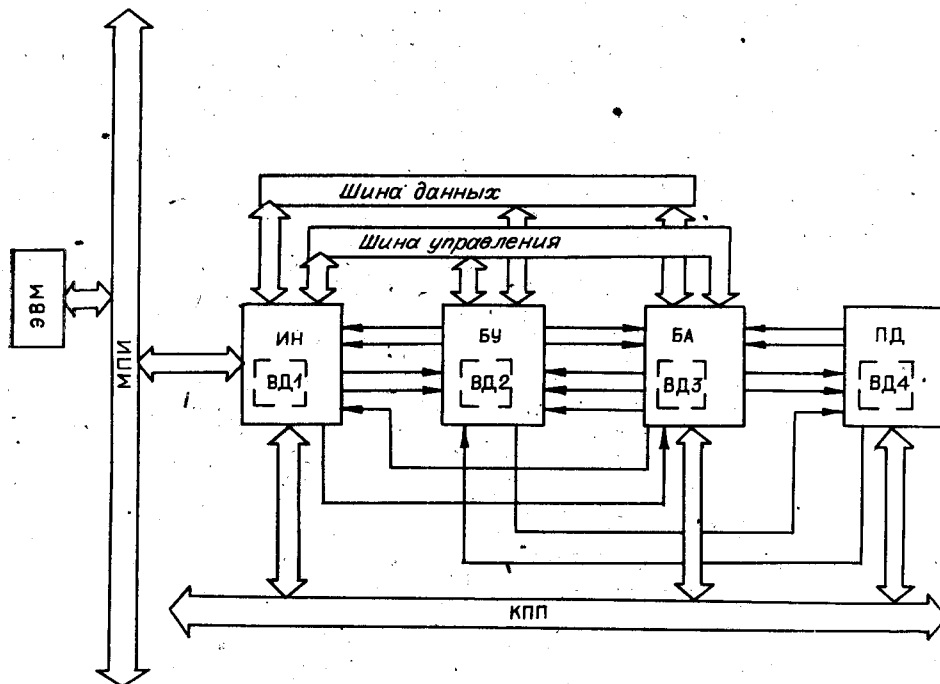


Рис. 1. Блок-схема БПП «Электроника МС 1603»:

МПИ — магистрально-параллельный интерфейс, ИН — интерфейс, БУ — блок управления, БА — блок арифметики, ПД — память данных, КПП — канал памяти и устройств пользователя, ВД — встроенная диагностика.

В таких условиях внедрение более прогрессивного, более качественного, хотя и более сложного оборудования становится недостаточно эффективным из-за необходимости параллельно набирать или обучать высококвалифицированных специалистов для настройки (в производстве) или ремонта (в эксплуатации) этого оборудования.

В данной статье на примере быстродействующего периферийного процессора (БПП) «Электроника МС 1603»^{*} описывается способ диагностирования с применением встроенной диагностической аппаратуры, позволяющий значительно увеличить глубину локализации неисправностей.

Для правильного понимания описываемого способа диагностирования необходимо в общих чертах представить себе структуру БПП «Электроника МС 1603» (рис. 1).

Как видно из блок-схемы, при разработке БПП применен блочно-магистральный принцип, т. е. БПП состоит из четырех функционально завершенных блоков, связанных между собой шинами данных и управления. Каждый функциональный блок реализован на отдельном блоке элементов (БЭ).

Кроме шин, блоки БПП связаны между собой несколькими разрозненными линиями, по которым передается различная информация об управлении и состоянии (условно показаны на блок-схеме тонкими линиями). БПП является полностью синхронным устройством, за исключением той части интерфейса, которая обеспечивает связь с управляющей ЭВМ. Основной тактирующий сигнал БПП имеет период 200 нс. БПП работает под управлением ЭВМ, которая осуществляет и его диагностирование.

Требования, предъявляемые к системе диагностики БПП при ее разработке, можно свести к следующим трем основным пунктам:

минимальная глубина локализации неисправности — блок элементов;

максимальная глубина локализации неисправности — элемент на БЭ;

поиск неисправности и ее локализация должны осуществляться без ручного вмешательства средствами тестовых программ.

Для обеспечения даже минимального уровня локализации неисправности поиск источника неисправности должен проводиться не по косвенным (как обычно), а по прямым признакам. В связи с этим возникают две взаимосвязанные задачи:

предоставление диагностическим программам доступа ко всем или основным

внешним связям возможных источников неисправности на уровне локализации; обеспечение системе диагностики возможности исследования или запоминания

^{*} Дыбой В. А., Каштанов В. В., Лазарев В. О., Фокин А. А. Быстродействующий периферийный процессор «Электроника МС 1603». — Автометрия, 1985, № 2.

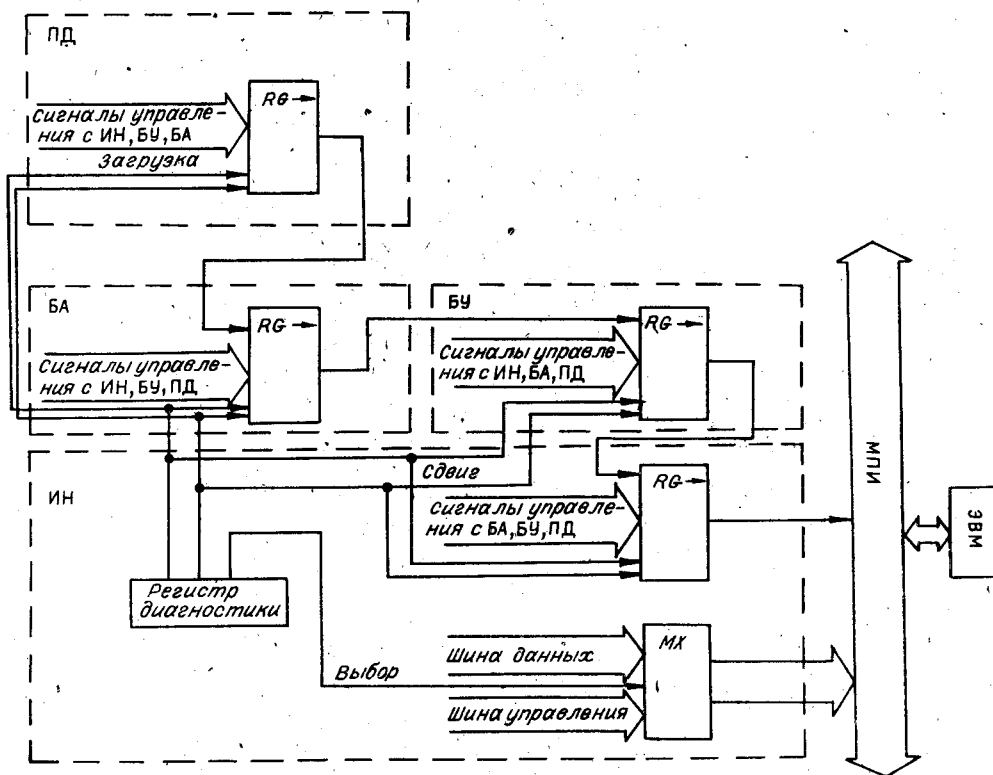


Рис. 2. Блок-схема встроенной диагностики БПП.

ния состояния контрольных точек в момент возникновения неисправности, т. е. практически в любой момент тестовой последовательности.

Этого можно достичь только при наличии в БПП средств встроенной диагностики. С помощью таких средств для ЭВМ стали доступны: шина управления, по которой передается код команды из памяти программ во все блоки БПП; внутренняя шина данных, по которой могут быть посланы данные из любого устройства БПП; около 50 разрозненных линий управления и состояния, связывающих между собой различные БЭ.

Передача данных в ЭВМ с шин БПП не потребовала значительных аппаратных затрат. Шина данных и шина управления мультиплексируются в блоке интерфейса, и информация передается в ЭВМ через один из системных регистров БПП, который в режиме диагностики приобретает новую функцию по сравнению с основным режимом работы.

Для передачи в ЭВМ информации о состоянии линий управления на каждом БЭ установлен сдвиговый регистр. Все сдвиговые регистры включены последовательно (рис. 2). Таким образом, состояние всех линий передается в ЭВМ последовательно через один из разрядов регистра диагностики, который будет рассмотрен ниже. Запоминание и передача данных через сдвиговый регистр осуществляются следующим образом: в определенный момент времени данные со всех линий одновременно «защелкиваются» в регистр, каждое последующее чтение регистра диагностики вызывает сдвиг данных в сдвиговом регистре на один разряд.

Синхронизация работы быстродействующего процессора с сравнительно медленной ЭВМ осуществляется с помощью программируемого генератора тактовых импульсов (ГТИ) БПП. В обычном режиме ГТИ, запущенный в результате подачи напряжения питания в БПП, не останавливается. В режиме диагностики есть возможность остановить генератор, если состояние БПП определено и не может измениться в результате останова ГТИ (например, состояние «Стоп»). После останова в режиме диагностики ГТИ может быть запрограммирован на выполнение определенного количества тактов со своей обычной частотой. Последним перепадом тактового импульса перед остановом ГТИ заносится информация в сдвиговый регистр и данные с шины данных — в регистр для передачи в ЭВМ. Таким образом, «скачками», сохраняя элементы динамики, можно выполнить любую функцию БПП или всю тестовую последовательность, анализируя в промежутках между «скачками» состояние внутренних шин и управляющих линий процессора.

В БПП «Электроника МС 1603» ГТИ может быть запрограммирован на работу от полутакта (переход тактового сигнала с одного логического уровня на другой) до семи тактов. Любая операция в БПП выполняется за время от одного до трех тактов.

Все управление в режиме диагностики осуществляется от ЭВМ через специальный регистр диагностики БПП, который позволяет выполнять следующие операции:

- остановить ГТИ БПП (вход в режим диагностики);
- запрограммировать ГТИ на выполнение необходимого количества тактов;
- следить за состоянием ГТИ БПП (работа, останов);
- считывать в память ЭВМ состояние контрольных линий и шин БПП для последующего анализа;
- запустить ГТИ БПП (выход из режима диагностики).

Встроенная диагностика оказывает существенную помощь в настройке БПП даже при ручном использовании, однако наибольший эффект достигается тогда, когда встроенная диагностика поддерживается тестовым программным обеспечением. При этом объем аппаратуры встроенной диагностики не превышает 3% от общего объема аппаратуры БПП «Электроника МС 1603».

Диагностические программы БПП осуществляют функциональный контроль и контроль с помощью средств встроенной диагностики.

На первой стадии проверки производится только функциональный контроль БПП без использования средств встроенной диагностики. В случае возникновения ошибки при выполнении какой-либо функции БПП контроль приостанавливается. БПП переводится в режим диагностики, и проверка операции, на которой произошла ошибка, повторяется с использованием средств встроенной диагностики. Данные, полученные из БПП, сравниваются с эталоном. Результат сравнения анализируется, и сообщение о неисправном элементе или блоке элементов выводится на печать.

Поскольку использование средств встроенной диагностики, обеспечивающее большую глубину обнаружения и локализации неисправности, существенно увеличивает время проверки, то оно производится, как было изложено выше, только в случае обнаружения ошибки на уровне функционального контроля. Таким образом, при безошибочной работе БПП средства встроенной диагностики участие в проверке не принимают.

Если необходимо получить общее представление о работоспособности БПП при выполнении тестовой программы, можно не использовать средства встроенной диагностики даже в случае обнаружения неисправности.

Тестирование любой функции или устройства БПП с помощью средств встроенной диагностики требует указания следующих параметров:

- момента времени, в который необходимо произвести проверку (определяется числом тактов и полутактов, выполняемых ГТИ);
- сигналов, которые подлежат контролю (обуславливаются порядковыми номерами в соответствии с последовательностью, в которой сигналы «заведены» на входы сдвигового регистра);
- эталонных значений контролируемых сигналов и информации на шине управления и шине данных.

Наибольшую трудность при использовании средств встроенной диагностики представляет анализ полученных данных и составление заключения об источнике неисправности. Наиболее проста жесткая схема связи «сигнал — источник неисправности», когда предполагается, что в случае неверной установки некоторого сигнала источник ошибки всегда один и тот же. Схема проста и с высокой степенью точности способствует локализации неисправности до блока элементов и во многих случаях до отдельного элемента или группы элементов.

Локализацию неисправности до вывода элемента обеспечивает логический анализ результата проверки, при котором заключение об источнике неисправности делается не на основании состояний конкретных сигналов, а на основании комбинации состояний сигналов. Такой анализ требует значительного усложнения тестовых программ и увеличения таблиц эталонов. В то же время локализация неисправности до уровня вывода элемента необходима только при настройке блоков элементов на специальном диагностическом оборудовании, при проверке устройства в целом она является избыточной.

Описанный способ диагностирования может быть с успехом использован при разработке новых периферийных процессоров и контроллеров, что позволит значительно снизить затраты изготовителей и пользователей СВТ на настройку и ремонт оборудования.

Поступило в редакцию 25 октября 1984 г.