

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

А 905

P10-88-870

А.Г.Асмолов, А.А.Семенов, С.В.Сергеев,
И.Щпалек

АРМ РАЗРАБОТЧИКА
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

1988

При разработке аппаратуры для нужд эксперимента в области физики высоких энергий очень важным вопросом является оперативность, с которой такая аппаратура создается. Эта оперативность во многом определяется наличием у разработчика стенда для наладки аппаратуры с набором вспомогательных устройств, программ и т.д., то есть всего того, что понимается под термином автоматизированное рабочее место (АРМ). Данная работа посвящена описанию АРМ, созданного на установке "Гиперон"^{11/} для разработки цифровых и аналоговых блоков.

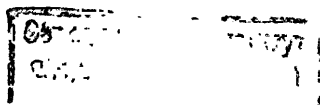
В основу АРМ положена микроЭВМ MSWP производства ПНР (байтовый микропроцессор 580ИК80, 64К байт ОЗУ, терминал, перфостанция, АЦПУ DZM-180, накопитель на гибких магнитных дисках).

Поставляемое математическое обеспечение и конфигурация ЭВМ были значительно расширены.

1. Были адаптированы на MSWP ДОС CP/M V2.2, экранные редакторы текстов, расширенная версия бейсика, различные версии компиляторов с ассемблера, бейсика и фортрана, редакторы связей и т.д., что позволило создать на ЭВМ удобную математическую среду.
2. Периферия расширена за счет подключения к ЭВМ через специально разработанные интерфейсы:
 - а) контроллера крейта КАМАК типа КК004^{12/} производства ОИЯИ,
 - б) АЦПУ D-100 (производства ПНР), которое может работать в графическом режиме,
 - в) параллельной линии связи для подключения полуавтомата для изготовления печатных плат и фотошаблонов ADMAP-4, ADMAP-5,
 - г) последовательной линии связи для включения АРМ в сеть ЭВМ ОИЯИ JINET^{13/},
 - д) линии чтения-записи информации на бытовой магнитофон.

Кроме того, имевшийся в составе MSWP дисплей MERA CM7209 был заменен более надежным и удобным в эксплуатации дисплеем серии VDT производства ВНР, внутренняя программа ("микропрограмма") которого была заменена на новую, специально разработанную под расширенное математическое обеспечение MSWP.

В подключенном к MSWP крейте КАМАК размещены созданные для данного АРМ: а) программируемый генератор серии импульсов, б) программаторы ПЛМ (программируемых логических матриц) типа 556PT1, 556PT2 и программируемых ПЗУК500PE149, 556PT4, 155PE3; в) также могут быть установлены выполненные в стандарте КАМАК интерфейсы и другого периферийного оборудования (в ОИЯИ разработан широкий набор таких интерфейсов — см., например,^{14,5/}).



ИНТЕРФЕЙС КОНТРОЛЛЕРА КРЕЙТА КАМАК

Этот интерфейс выполнен на отдельной плате, он позволяет вести обмен с контроллером КК004 одиночными словами на программном уровне (режим $M = 0$ контроллера КК004). В связи с тем, что процессор имеет 8-разрядную магистраль данных, а КК004 рассчитан на 16-разрядное слово, обмен выполняется за два приема. В качестве регистров для хранения байта информации использованы микросхемы 5801P12 — входной-выходной порт. Устройство управления опознает адреса "своих" портов (OF0H, OF1H, OF2H, OF3H); при записи информации в порты OF1H и OF3H им генерируются сигналы управления контроллером DC1 и DC2 соответственно. Сигналами DF1 и DF2 контроллер стро-бирует запись информации в порты OF0H, OF1H и OF2H, OF3H соответственно. Запись новой информации в эти пары портов возможна только после считывания содержимого OF1H и OF3H.

Благодаря мощным выходным каскадам микросхемы 5801P12 включение дополнительных драйверов для согласования с КК004 не требуется.

Потребляемый ток по линии +5 В не превышает 1 А.

Специальной программы-драйвера для этого контроллера не разрабатывалось. Все программы, обращающиеся к контроллеру крейта КАМАК, имеют собственные мини-драйверы.

КОММУНИКАЦИОННЫЙ ИНТЕРФЕЙС

Устройства сопряжения с АЦПУ D100, полуавтоматом ADMAP, бытовым магнитофоном и с сетью JINET выполнены на одной плате, условно названной коммуникационным интерфейсом. Линии связи с АЦПУ и ADMAP являются 8-разрядными параллельными и имеют одностороннюю направленность от MSWP к внешним устройствам; линия связи с JINET — последовательная двухсторонняя. Из-за значительной загрузки JINET было также испытано подключение MSWP с помощью данной линии непосредственно к концентратору терминалов вычислительной машины БЭСМ-6^{1/}.

Устройство управления (УУ) выполнено на одной микросхеме ПЛМ (556PT1), запрограммированной под данный интерфейс на этой же системе (см. ниже). В функции УУ входит обработка сигналов готовности АЦПУ и ADMAP, генерация стробов записи в эти устройства, управление работой драйвера, выходящего на внутреннюю шину MSWP и т.д.

На плате интерфейса также расположен генератор тактовой частоты для последовательной линии связи, получаемой делением внутренней тактовой частоты процессора MSWP. Перемычками может быть установлено значение скорости передачи от 1200 до 9600 бод.

Для чтения и записи информации на бытовой магнитофон были использованы биты DSR и RTS адаптера последовательной связи К580ИК51. Аналоговый сигнал, получаемый с магнитофона, перед подачей на вход микросхемы формировался триггером Шмидта для получения уровня ТТЛ. Основным критерием для настройки формирователя являлось получение из входного синусоидального сигнала меандра со скважностью, близкой к единице, и отсечение собственных шумов магнитофона и магнитной ленты.

Распределение адресов периферии следующее:

1. OF4H, вывод — запись данных на АЦПУ.
2. OF4H, ввод — чтение бита готовности АЦПУ.
3. OF5H, вывод — запись данных на ADMAP.
4. OF5H, ввод — чтение бита готовности ADMAP.
5. OF6H, OF7H, ввод/вывод — обращение к адаптеру К580ИК51.

Весь интерфейс содержит 13 микросхем и потребляет ток 0,6 А по линии +5 В.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

Генератор предназначен для контроля работоспособности и снятия под управлением ЭВМ основных динамических характеристик преобразователей время-код и заряд-код типа "MULTI-НIT"^{7/}, а также стар-топных преобразователей время-код (например, типа КА371 производства ОИЯИ^{8/}) и стробируемых преобразователей заряд-код (например, типа КА008 или КА010 также производства ОИЯИ^{9,10/}). Возможность программирования формы и амплитуды выходного сигнала позволяет эффективно использовать данный генератор при наладке и исследовании переходных характеристик усилителей, амплитудных дискриминаторов, селекторов импульсов и т.д.

Генератор выполнен в стандарте КАМАК в блоке 3М и функционально состоит из двух независимых сигнальных каналов и одного канала задержанного сигнала.

Каждый сигнальный канал содержит быстродействующую ЭСЛ память с организацией 256 x 1 бит и формирователь выходного сигнала, амплитуда которого устанавливается 10-разрядным цифроаналоговым преобразователем (ЦАП).

На выход канала задержанного сигнала выдается сигнал первого канала с некоторой задержкой t . Величина этой задержки устанавливается с помощью также 10-разрядного ЦАП в пределах $0 \div 80$ нс.

Генератор может работать в двух режимах — с управлением от ЭВМ и автономно. В автономном режиме регулировка амплитуды выходных сигналов и задержки выполняются с помощью гелипотов, установленных на передней панели блока. В качестве памяти в этом случае может применяться постоянная память типа К500РЕ149 с запрограммированной формой выходного сигнала.

Основные технические характеристики генератора:	
Диапазон изменения амплитуды выходного сигнала на нагрузке 50 Ом	20 мВ ÷ 2 В
Точность установки амплитуды выходного сигнала	≤ 0,1%
Диапазон изменения задержки в канале задержанного сигнала	0 ÷ 80 нс
Точность установки задержки	≤ 100 пс
Минимальная длительность сигнала	32 нс.

ПРОГРАММАТОР ПЛМ

В настоящее время отечественная промышленность выпускает программируемые логические матрицы 556PT1 и 556PT2 (зарубежный аналог 82S100, 82S101 фирмы SIGNETIKS), которые имеют 16 входов, 8 выходов и позволяют некоторым комбинациям (не более 48) входных переменных поставить в соответствие требуемые состояния выходных переменных. Отличие между 556PT1 и 556PT2 заключается в том, что 556PT1 имеют выход с открытым коллектором, а 556PT2 — с тремя состояниями. Время задержки ПЛМ — не более 70 нс (реально 36 нс).

Как показал опыт, использование ПЛМ в качестве дешифратора, логических сборок и т.д. является очень удобным, особенно при разработке новых блоков, т.к. позволяет без переделки печатной платы блока легко менять функции, адреса и т.д. отдельных узлов.

Для программирования микросхем указанных типов на MSWP был разработан специальный блок — программатор ПЛМ (точнее, было разработано 2 варианта программатора: один на традиционных микросхемах, выполненный в стандарте КАМАК и занимающий 2 платы, и второй — с использованием ПЛМ, размещенный на одной плате и пригодный для стыковки не только с магистралью КАМАК, но и с магистралями других ЭВМ, т.к. в этом случае изменяется только содержимое ПЛМ — дешифраторов команд программатора).

В первой версии программатора смонтирован также блок программирования ППЗУ типа 500PE149, 556PT4 и 155PE3, выполненный на отдельной плате.

Программаторы выполнены в виде блоков КАМАК шириной 3М (первая версия) и 2М (версия 2). Ширина блока определялась только из соображений удобства размещения на лицевой панели программатора.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Разработанное для АРМ программное обеспечение можно условно разделить на следующие группы.

- 1) Обеспечение, предназначенное для создания удобной математической среды на ЭВМ MSWP, например:
 - Внутренние программы (микропрограммы) для дисплеев VDT52126 и VDT52130, позволяющие использовать имеющееся программное обеспечение MSWP (экранные редакторы текстов и им подобные программы) с указанными типами дисплеев. В частности, дисплей VDT52130 был переведен в режим управления одиночными управляющими символами (а не последовательностью, начинающейся с символа ESCAPE, как в исходной микропрограмме). Дисплей VDT52126 был переведен из режима индикации 17 строк (16 информационных и 1 служебная) в режим индикации 25 строк (24 + 1).
 - Программы форматирования гибких магнитных дисков, обеспечивающих различные форматы на различных дорожках, что позволяет увеличить быстродействие системы (например, формат F2 на дорожках 0 и 1 и F0 на остальных).
- 2) Программы или комплексы программ, ориентированные на конкретные применения:
 - Программа обслуживания программатора ПЛМ, в функции которой входит выдача последовательности команд КАМАК на этот блок, обеспечивающих считывание и запись информации на ПЛМ, ведение диалога с оператором, выполнение синтаксического контроля входной текстовой информации, на основе которой программируется ПЛМ, создание и поддержка дисковых копий содержимого запрограммированных ПЛМ и тому подобное.
 - Интерактивная программа, позволяющая использовать MSWP как интеллектуальный терминал. Эта программа может принимать на диск и передавать с диска по последовательной линии связи на большую ЭВМ текстовые файлы, использовать MSWP в "прозрачном" режиме, получать на АЦПУ MSWP распечатки передаваемой информации и т.д.
 - Комплекс программ обслуживания полуавтоматов ADMAR и некоторые другие программы.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММЫ ДЛЯ ADMAR

В связи с тем, что при разработке электронных блоков значительная часть рутинной работы приходится на процесс изготовления экспериментальных печатных плат (точнее, получение фотошаблонов и сверление заготовок), было решено в первую очередь автоматизировать эту часть работы.

В ОИЯИ имеются пакеты проектирования печатных плат ГРАФ¹¹² и АВТОМАТ¹¹², поставленные на ЭВМ БЭСМ-6 ВЦ ОИЯИ.

Для исключения необходимости подготовки данных на перфокартах и для уменьшения времени подключения к концентратору терми-

налов БЭСМ-6, текстовые файлы описания платы кодируются редактором текстов на MSWP и затем передаются на БЭСМ-6 по линии связи с помощью упомянутых ранее программ.

Результаты счета просматриваются на дисплее MSWP, при необходимости исправляются ошибки, выдаются распечатки на АЦПУ, подключенном к MSWP, и т.д.

Окончательный вариант описания платы может быть записан в архив на гибкий магнитный диск MSWP и тем самым спасен от различных неожиданностей, иногда имеющих место в системах коллективного пользования (например, ошибочное уничтожение нужного файла при недостатке места в дисковой памяти и т.д.). Продуктом работы систем ГРАФ и АВТОМАТ является управляющая перфоленка для ADMAP, содержащая команды перемещения рисующей, фото- или сверлильной головки полуавтомата. Эта перфоленка выдается на перфораторе БЭСМ-6. Для проверки правильности перфорации на MSWP используются программы, проверяющие возврат головки ADMAP после выполнения всех требуемых операций в исходную точку, что является достаточно эффективным средством проверки перфоленки (системы ГРАФ и АВТОМАТ всегда возвращают головку в ту точку, с которой началось выполнение операций).

В ряде случаев, когда по тем или иным причинам нежелательно использовать БЭСМ-6 (например, отсутствие счетного времени, нежелание иметь дело с организационными вопросами работы на большой ЭВМ или в случае относительно простых плат, где не требуется автоматической трассировки или перемещения модулей), имеется возможность сделать управляющую перфоленку непосредственно на описываемой АРМ. Для этого имеются программы получения перфоленки сверления платы, рисования проводников и засветки контактных площадок. Для проверки правильности кодирования платы имеется также возможность получить рисунок платы на плоттере (двухкоординатный аналоговый самописец, подключенный через интерфейс КИ027¹⁵, выполненный в стандарте КАМАК, который размещен в подключенном к MSWP крейте).

В этом случае исходным языком кодирования является язык системы ГРАФ с некоторыми как расширениями, так и ограничениями (язык ГРАФ-MSWP), например:

- имеется возможность задания постоянных смещений всем координатам точек в некотором фрагменте текста описания платы;
- исключена возможность создания библиотек модулей, фрагментов и т.д., так как эти функции переложены на редактор текстов, который может работать с библиотеками дисковых текстовых файлов.

Как показал опыт использования данного пакета программ в течение ряда лет, затраты времени на получение перфоленки непосредственно на АРМ в несколько раз меньше, чем на БЭСМ-6 (имеется в виду работа в режиме непривилегированного пользователя).

В случае, если АРМ не загружена, имеется возможность передавать управляющие коды на ADMAP непосредственно с MSWP, минуя выдачу данных на перфоленку, что резко уменьшает частоту сбоев.

Также имеется возможность хранить управляющие коды для ADMAP не на рулонах перфоленки, а на гибких магнитных дисках (на одном диске емкостью 0,5 Мбайт может храниться несколько больших "колес" перфоленки), что упрощает процесс поиска нужного файла.

Для упрощения процесса кодирования печатных плат также был использован получивший в последнее время широкое распространение персональный компьютер SPECTRUM-ZX (48К байт ОЗУ, 16К байт ПЗУ — бейсик, микропроцессор Z80, видеотерминал — бытовой цветной или черно-белый телевизор, в качестве внешнего запоминающего устройства применяется бытовой магнитофон).

Программа, разработанная для данного компьютера, позволяет в интерактивном режиме рисовать проводники и контактные площадки платы на экране телевизора на поле размером 50x80 шагов по 1,25 мм. Всего рисунок может иметь размер 3x3 полей, что достаточно для модуля КАМАК. После выполнения кодирования (рисования) информация записывается на бытовой магнитофон. Эта информация может быть как текстовым описанием платы на входном языке ГРАФ-MSWP, так и управляющими кодами для ADMAP. Далее этот файл может быть считан на MSWP и либо передан на ADMAP или выведен на перфоленку, либо записан в текстовый файл, в который можно вносить изменения с помощью редактора текстов и который в дальнейшем может обрабатываться на БЭСМ-6, MSWP и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показала эксплуатация данного АРМ в течение четырех лет, данная система значительно сокращает затраты труда на разработку и отладку электронных блоков, упрощает процесс создания новой аппаратуры для нужд эксперимента и переводит работу инженера на качественно новый уровень.

Авторы благодарны Ю.А.Будагову и В.Б.Флягину за постановку задачи, полезные обсуждения и поддержку работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, P13-84-562, Дубна, 1984.
2. Сидоров В.Т. и др. — ПТЭ, 1976, № 3, с. 77.
3. Говорун Н.Н. и др. — ОИЯИ, Д11-86-702, Дубна, 1986.
4. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, 10-10567, Дубна, 1977.
5. Антюхов В.А. и др. — ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.

6. Аниховский В.Е. и др. – ОИЯИ, 11-13034, Дубна, 1980.
7. Будагов Ю.А. и др. – ОИЯИ, 13-85-585, Дубна, 1985.
8. Будяшов В.Д. и др. – В кн.: X Международный симпозиум по ядерной электронике. Дрезден, 1981, т. 1, с. 245.
9. Антюхов В.А. и др. – ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
10. Антюхов В.А. и др. – ОИЯИ, 10-83-900, Дубна, 1983.
11. Пахомов В.А. – ОИЯИ, P11-12665, Дубна, 1979.
12. Амосов А.В. и др. – В кн.: ЭВМ в проектировании и производстве. Л.: Машиностроение, 1983, с. 254.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 декабря 1988 года.

Асмолов А.Г. и др.
АРМ разработчика радиоэлектронной аппаратуры

P10-88-870

Описывается автоматизированное рабочее место на основе персональной ЭВМ, предназначенное для разработки и отладки цифровых и аналоговых блоков в стандарте КАМАК. Представлен комплекс программно-аппаратных средств, который существенно сокращает сроки проектирования и наладки радиоэлектронной аппаратуры.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Asmolov A.G. et al.
CAD Work Station for Electronics Designer

P10-88-870

Computer-aided design work station intended for designing and debugging of digital and analog CAMAC units is described. A set of hardware and software which essentially diminishes time of designing and checkout of electronics is presented.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988