

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Л и ф ш и ц. Состояние и перспективы развития гидрологического обеспечения навигации и промысла.— Обзорная информация ЦИИИТЭИРХ, сер. 9, «Промысловая океанология», № 4. М., 1971.
2. World Weather Watch Planning Report № 31.— Бюл. ВМО, 1970, т. 19, № 3.
3. Е. П. К а л м ы к о в а. Автоматические океанские буй погоды.— Обзорная информация ЦИИИТЭИРХ, сер. 9, «Промысловая океанология», № 4. М., 1971.
4. В. А. В о л ж е н к о в. Космическая океанология.— Обзорная информация ЦИИИТЭИРХ, сер. 9, «Промысловая океанология», № 4. М., 1971.
5. Е. П. К а л м ы к о в а. Применение автоматизированных информационных систем на научно-исследовательских судах.— Обзорная информация ЦИИИТЭИРХ, сер. 9, «Промысловая океанология», № 2. М., 1971.
6. Автоматизация научных исследований морей и океанов. Севастополь, МГИ АН УССР, 1968.
7. Современная аппаратура для океанографических исследований. Севастополь, МГИ АН УССР, 1970.

Поступила в редакцию 25 января 1974 г.

УДК 681.3

В. И. В И Н О Г Р А Д О В, В. Г. М У Р А Т О В, Я. М. О Т Ч И К

(Ленинград)

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОЙ МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

Рост потребности в обработке данных привел к необходимости разработки модульной системы, которая могла бы эффективно и унифицированным образом связываться с цифровыми управляющими устройствами. Использование интегральных компонент одновременно с предоставляемыми новыми возможностями выдвигает и новые требования к технологии, структуре и организации систем [1]. Разработанные рекомендации, известные под названием САМАС [2, 3], содержат подробные указания по построению функциональных модулей, структуре секций и организации многосекционной системы, включая требования к магистральному каналу обмена данными, и обеспечивают совместимость модулей системы независимо от места их производства. Отличительной чертой системы является наличие стандартной линии связи для передачи цифровых данных и сигналов управления между блоками.

Вопросы, касающиеся построения управляющего звена системы — привода ветви (ПВ), окончательно не разработаны. Физическая реализация системы связана с преодолением ряда трудностей организационного, электрического и технологического характера. Возможный путь решений этой задачи рассмотрим на примере действующей многообъектной управляющей системы в ЛИЯФ АН СССР (г. Гатчина).

Программно-управляемая модульная структура (ПУМС) включает универсальный процессор «Минск-22» и специализированный процессор (СП), управляющий магистральным каналом связи [4]. Функциональная структура модулей, секционных контроллеров и магистрального канала реализована в соответствии с рекомендациями САМАС. Выносные управляющие станции (ВУСТ), число которых может достигать 7 на одну ветвь, служат для управления ходом отдельных экспериментов. Система предназначена для работы в реальном масштабе времени, причем режим разделения времени обеспечивается

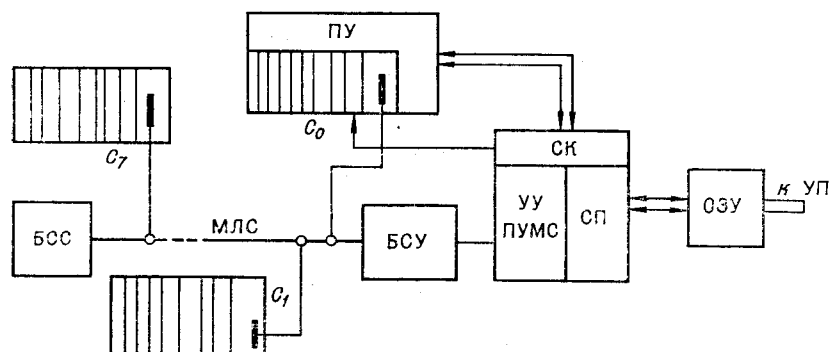


Рис. 1.

программными и аппаратурными средствами. Блок-схема ПУМС представлена на рис. 1.

Общее управление системой осуществляется с помощью центрального пульта управления (ПУ). Там же расположены органы индикации состояния основных функциональных узлов и регистров системы, а также схем контроля (СК). Для удобства отладки и проверки системы ПУ обеспечивает возможность: ручного занесения и чтения программ в запоминающем устройстве (ЗУ) СП; входа в любое место любой программы путем имитации запроса от соответствующего абонента и установки нужного состояния счетчика команд СП; исполнения любой части программы на рабочей частоте или поэтапно (отдельные команды, операции, одиночные шаги); зацикливания исполнения любой команды с любой скоростью при блокировке изменений счетчика команд СП.

ПУ оборудован устройством автопуска с регулятором, обеспечивающим нужную скорость исполнения операций в контрольных режимах. В автоматическом режиме работы системы органы управления ПУ заблокированы.

В ПУ расположена стандартная секция ПУМС C_0 , выделенная для служебных целей. Использование C_0 позволяет получить стандартный вход в выделенное поле ОЗУ СП для дополнительных устройств системы. В секции C_0 размещаются: модуль ввода — вывода на центральный телетайп системы; модуль взаимодействия с центральным дисплеем системы; модуль контроля для автоматической идентификации сбоев в системе, представляющий собой стандартный регистр прерываний по запросам, поступающим от отдельных схем обнаружения; блок электрического сопряжения сигналов СП и магистрального канала.

По мере развития системы в секции C_0 предполагается разместить еще ряд модулей, например, модулей сопряжения со специализированными вычислителями или мини-ЭВМ. Использование C_0 позволяет подключить к ПУМС с помощью функциональных модулей центральный пульт управления на уровне отдельного абонента системы.

Операционная часть СП связана с ПУМС через два регистра: регистр команд (РгК), хранящий код *CNAF* при обращении к функциональным модулям; регистр данных (РгД), являющийся источником или приемником данных при исполнении команд записи или чтения соответственно.

Совокупность команд СП разделена на 2 класса: стандартные команды САМАС; внутренние операции СП.

Стандартные команды САМАС заносятся в РгК и вызывают исполнение асинхронного цикла ПУМС.

Взаимодействие СП с модулями ПУМС осуществляется через привод ветви, включающей в себя блок электрического согласования

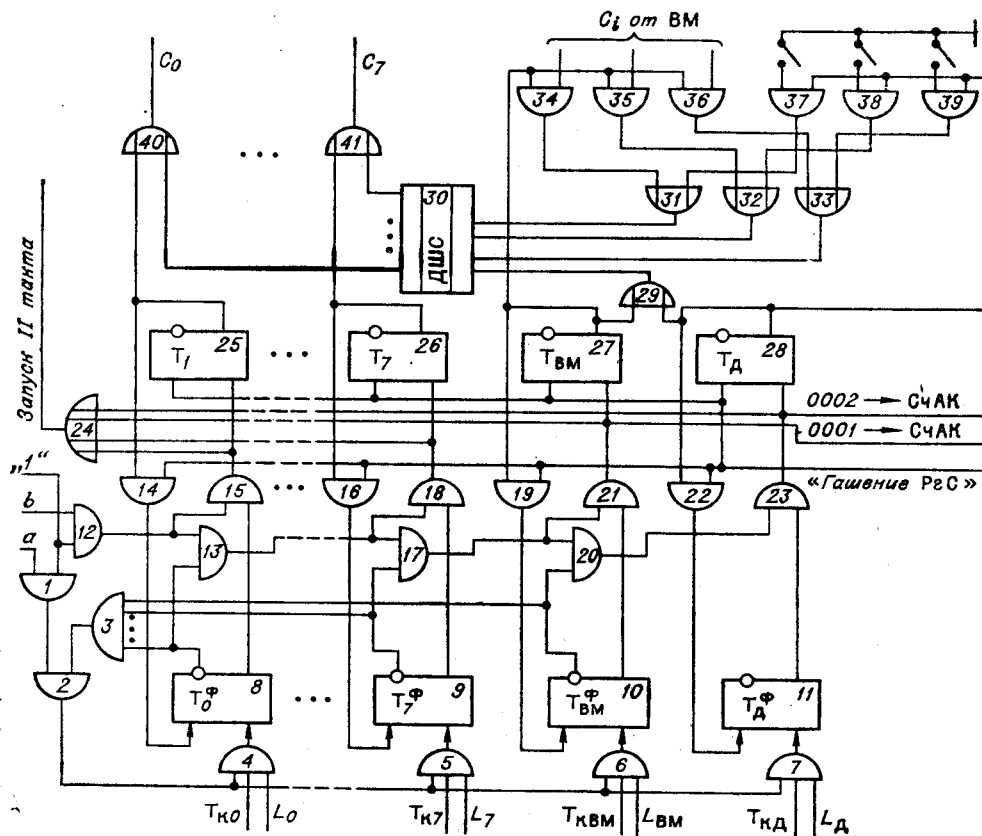


Рис. 2.

(БСУ) с магистральным каналом и устройством управления (УУ) ПУМС, которое содержит: 1) входной блок, принимающий L -запросы с одновременным **решением первого этапа** поиска источника запроса — определением номера запросившей секции; 2) блок фазирования асинхронных операций передачи данных и управляющих команд, предусмотренных рекомендацией САМАС.

Входной блок служит для фазирования и приоритетного распределения очередности обслуживания запросов от абонентов системы. Особенностью СП является модульный принцип распределения памяти между пользователями (секциями), причем каждой секции может быть выделено 2^{i-1} к ячеек ($k=1024$ ячейки, $i=0, 1, 2, 3$). С целью упрощения реализации схем распределения и защиты памяти, сокращения времени поиска запросов и исключения этапа поиска запросившей секции, выделенной отдельному эксперименту, запросы на обслуживание поступают на входной блок УУ ПУМС по отдельным шинам от каждого абонента. Принятое техническое решение не нарушает требований стандарта САМАС и не вносит никаких изменений в построение функциональных модулей, а также секционного контроллера системы. Функциональная схема входного блока представлена на рис. 2. Кроме запросов от восьми секций ПУМС ($L_0—L_7$), на вход блока поступают запросы от универсального процессора (L_{BM}) и центрального дисплея (L_D). Внешним устройством системы выделено два абсолютных приоритетных уровня обслуживания. Высший приоритетный уровень выделен секциям ПУМС и универсальному процессору (УП). Внутри этого уровня организован относительный приоритет абонентов. Низший приори-

тетный уровень выделен для обслуживания запросов центрального дисплея.

Блок работает в I такте УУ СП (опрос абонентов), при этом уровень «1» разрешает прохождение тактовых импульсов a и b через схемы 2—1 и 2—2. По импульсу a производится фазирование запросов L_i , поступающих на входные шины 2—(4—7), и установка соответствующих фазирующих триггеров в состояние «1». Обслуживание устройства, при взаимодействии которого с СП обнаружен сбой, блокируется триггерами контроля $T_{к0} - T_{к7}, T_{кд}$. По импульсу b производится сквозной опрос состояния фазирующих триггеров, начиная с триггера 2—8. При этом в «1» установится один из запоминающих триггеров регистра состояния $R_{гС} 2 - (25-28)$, соответствующий находящемуся в состоянии «1» фазирующему триггеру с младшим номером (высшим приоритетом), и на выходе сборки 2—24 появится импульс «Запуск II такта». Выходы запоминающих триггеров подключены к схеме распределения и защиты памяти.

УП и центральный дисплей могут обращаться к СП от имени любой секции ПУМС, причем номер C_i формируется в соответствующем внешнем устройстве в двоичном коде. Поэтому при обслуживании запросов от УП и дисплея запоминающие триггеры 2—(27—28) открывают схемы совпадения 2—(34—36) для УП или 2—(37, 38) для дисплея, пропускающие код C_i на дешифратор 2—30, и развернутый код с выхода дешифратора поступает через 2—(40, 41) на схему распределения и защиты памяти. При этом признаками обращения УП или дисплея к СП является занесение кода 0001 или 0002 в счетчик адреса команд СП. Импульсы занесения вырабатываются при установке соответствующих запоминающих триггеров в «1».

В конце цикла обслуживания i -го абонента СП вырабатывает импульс «Гашение $R_{гС}$ », производящий сброс соответствующих запоминающего и фазирующего триггеров. Одновременно запускается I такт УУ СП. Если при этом оказывается, что в предыдущем цикле фазирования было зарегистрировано несколько обращений к СП (т. е. имеются фазирующие триггеры в состоянии «1»), то прохождение импульса a на опрос входных схем блока запрещается схемой 2—3, и первый такт начинается с опроса фазирующих триггеров импульсом b .

Блок фазирования цикла обмена выполняет асинхронную операцию обмена данными между СП и секциями ПУМС (рис. 3). Блок осуществляет формирование и прием синхросигналов взаимодействия между СП и секционными контроллерами при исполнении команд ПУМС.

Стандартный цикл обмена данными между СП и ПУМС состоит из четырех фаз.

В течение I фазы импульсом «Начало ПУМС» производится установка «1» триггера $T_{пумс}$ (6), открывающего потенциалом «Упр. NAF, D » схемы совпадения, которые посылают NAF и данные (если выполняется команда записи) в магистральный канал связи. Этот же импульс поступает на схемы 3, 4, управляемые потенциалом $C_i \wedge VTB_i$, и устанавливает в «1» один из триггеров, посылающих в канал связи сигнал $B\overline{C}R_i = 1$. Наконец, импульс «Начало ПУМС», задержанный схемой 9 на время, необходимое для окончания переходных процессов в магистральном канале, устанавливает в «1» триггер 11, посылающий синхросигнал $VTA-1$. На этом I фаза взаимодействия заканчивается.

В течение II фазы обмена выбранный секционный контроллер исполняет требуемую операцию (например, принимает или выдает данные), после чего посылает в канал связи $VTB_i = 0$ по своей индивидуальной шине.

III фаза взаимодействия включает в себя обнаружение $VTB_i = 0$ от выбранного секционного контроллера. На схемах 20, 22, 24 реализована функция $\wedge (B\overline{C}R_i \vee \overline{VTB}_i)$. У неработающих секций $B\overline{C}R_i = 1$,

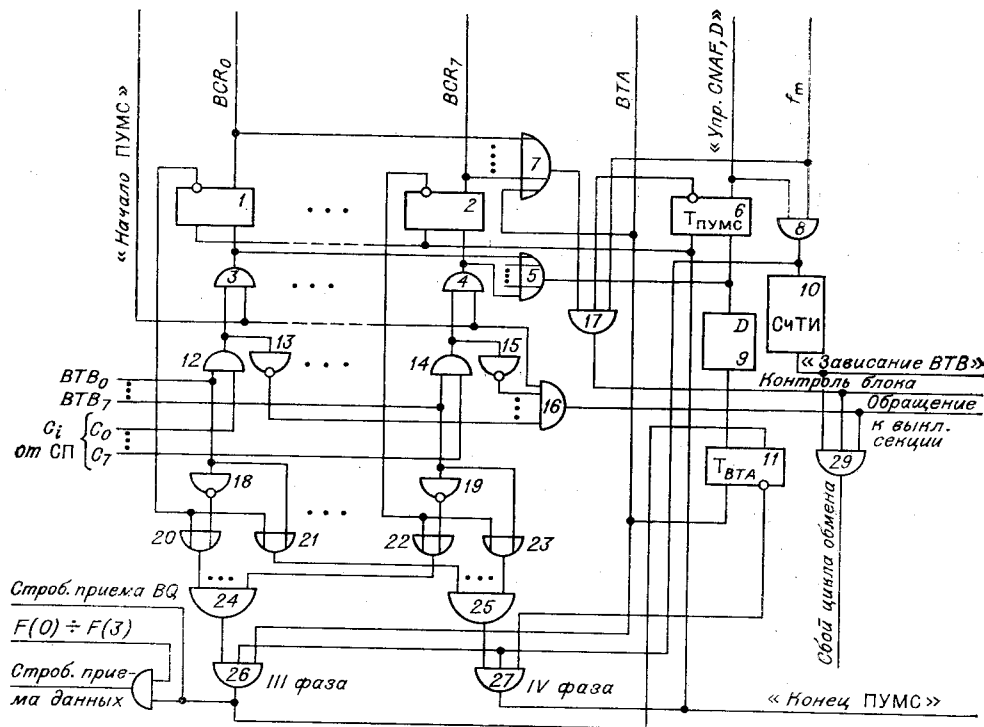


Рис. 3.

для выбранной секции $BCR_i=0$ и условие обнаружения выполняется только при $VTB_i=0$. Потенциал с выхода схемы 24 стробируется импульсом тактовой частоты f_T на схеме 26, и триггер 11 устанавливается в состояние «0» ($BTA=0$). Сигнал с выхода схемы 26 является одновременно стробом приема сигналов BQ и BX .

Последняя IV фаза взаимодействия проверяет окончание операции в канале связи, сопровождающееся появлением $VTB_i=1$. На схемах 21, 23, 25 реализована функция $\bigwedge (\overline{BCR_i} \vee VTB_i)$. Логическое условие выполняется только при появлении $VTB_i=1$ от выбранной в данный момент секции. Результат стробируется импульсом f_T на схеме 24. Импульс «Конец ПУМС» устанавливает в «0» триггеры BCR_i и $T_{пумс}$ и поступает в УУ СП, разрешая продолжение работы процессора.

В блоке фазирования цикла обмена с ПУМС проверяются: исходное состояние элементов блока в начале и конце цикла работы (схемы 7, 17); обращение к секции, находящейся в режиме «off line» (схемы 13, 15, 16); длительность цикла обмена, измеряемая счетчиком тактовых импульсов (СчТИ) 10. При превышении допустимой длительности цикла фиксируется «зависание» выбранного контроллера.

Магистральная линия связи (МЛС) ПУМС объединяет отдельные секции в единую систему (ветвь) и подключается к СП с помощью схемы электрического сопряжения, которая включает: блок сопряжения уровней (БСУ); блок привода линии (БПЛ); блок согласующих сопротивлений (БСС). Первые два блока электрически объединяются в единые функциональные схемы, которые работают на МЛС и обеспечивают сопряжение отрицательной логики с положительной (ОП) и положительной логики с отрицательной (ПО) (рис. 4 и 5).

В качестве выходного каскада привода ветви используется транзистор типа КТ315А. Применение такого транзистора позволяет обеспечить необходимые уровни сигналов для магистральной линии связи с волновым сопротивлением порядка 100 Ом.

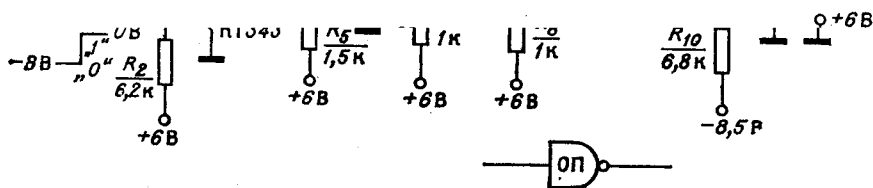


Рис. 4.

При источнике $+5,2$ В необходимо иметь $R_1=150$ Ом, $R_2=560$ Ом. Это обеспечивает требуемые логические уровни на выходе генератора и согласование МЛС. Однако необходимо учитывать тот факт, что МЛС имеет омическое сопротивление приблизительно $0,1$ Ом/м. Это вызывает смещение уровня в состоянии логической единицы. Поэтому целесообразно использовать схемы с более высоким минимальным уровнем срабатывания или применять компенсацию этого смещения. В данном случае применена компенсация в блоке согласования, что обеспечивает работоспособность привода при длине МЛС 600 м.

Все источники сигнала, связанные с МЛС, соединяются по схеме ИЛИ. Для правильного выполнения операций, получения максимально-го быстродействия и повышения помехоустойчивости согласование сигнальных шин со стороны СП производится в схемах ОП непосредственно, а с противоположного конца линии с помощью отдельного блока согласования БСС.

На рис. 6 и 7 изображены соответственно осциллограммы сигнала и максимально возможной помехи для случая, когда $W_1=0$, $W_2-W_{24}=1$; масштаб $Y-2$ В/см, $X-1$ мкс/см.

Стандартные значения тока и напряжения электрических сигналов в МЛС приводятся в таблице. Из таблицы ясно, что необходимо иметь или дискретные транзисторы, или несколько интегральных схем, чтобы обеспечить поглощающую способность схемы в 133 мА.

$$I_{\text{полг. макс}} = 2 \frac{U_{\text{п}} - U_{\text{вых}(1)}}{R_{\text{мин}}} + I_{\text{вх}(1)} N,$$

где $U_{\text{п}}$ — напряжение питания; $U_{\text{вых}(1)}$ — выходное напряжение в со-

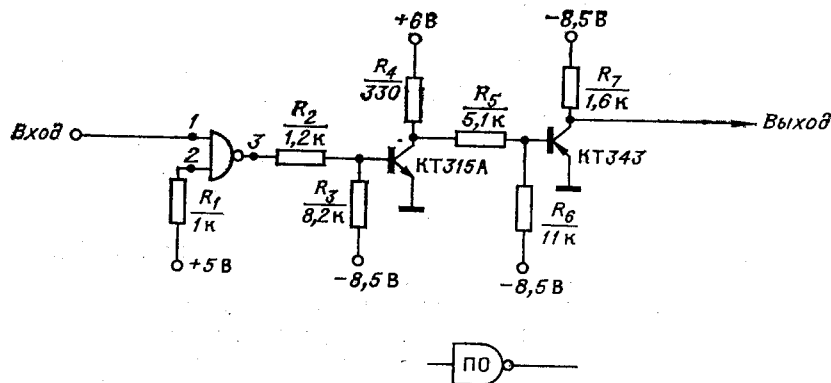
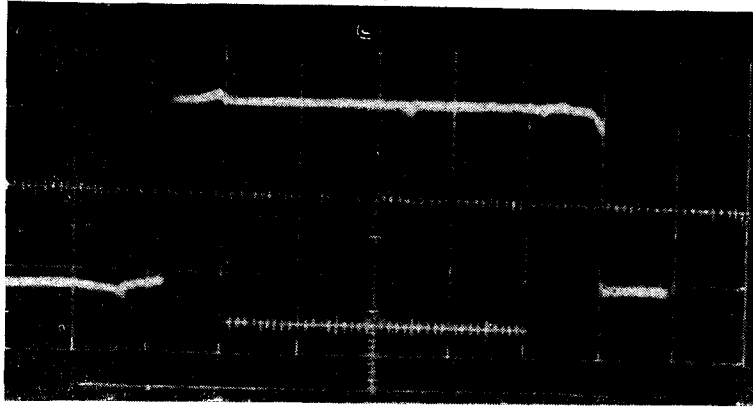
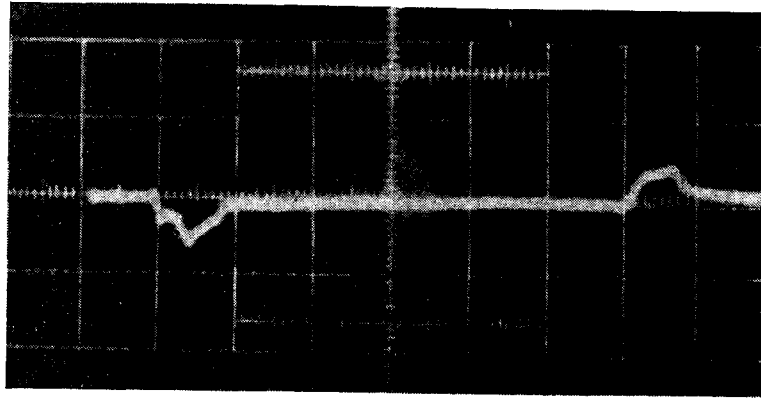


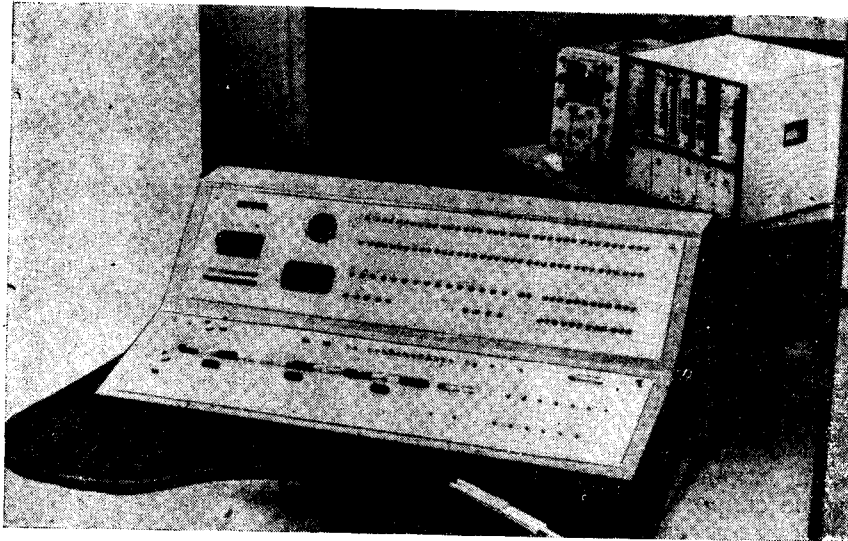
Рис. 5.



Puc. 6.



Puc. 7.



Puc. 8.

Напряжение, ток					
Характеристика	Логическое состояние	Абсолютные пределы		Рекомендуемые значения	
		САМАС	ПУМС	САМАС	ПУМС
Входы:					
а) диапазон напряжений, принимаемых блоком	0	(+2,4—5,5)В	(2,4—5,5) В		
	1	(0—1,2)В	(0—1,2) В		
б) максимальный ток, вырабатываемый блоком	0	$\pm 0,3$ мА	$\pm 0,3$ мА	$\pm 0,3$ мА	
	1	+1,6 мА (+0,3 мА для контроллера типа А)	+1,6 мА		
Выходы:					
в) диапазон напряжений, вырабатываемых блоком	0	(4,1—4,5)В	(4,1—4,5)В	4,1В	4,1В
	1	(0—0,5)В	0,15В	(0—0,3)В	(0—0,4)В
г) минимальная токопоглощающая способность	1	127 мА	100 мА	133 мА	100 мА
Согласование:					
д) напряжение при холостом ходе	0	+4,5В (max)	+4,1В	+4,1В (реком)	+4,1В
е) ток в короткозамкнутой цепи	1	50 мА (max)	35 мА (max)	100 (реком)	100 Ом
ж) согласующее сопротивление					
Тракт ветви:					
з) характеристическое сопротивление		70 Ом (min)	100±150 Ом	100 Ом (max)	100 Ом

стоянии логической «1»; $I_{вх(1)}$ — входной ток в состоянии логической «1»; N — количество подключаемых секционных контроллеров; R_{min} — минимальное значение волнового сопротивления линии. Такой большой ток возникает из-за необходимости приводить восемь входов по 1,6 мА плюс два согласователя, которые могут быть ниже 70 Ом каждый.

Конструкция СП занимает 2 шкафа типа «Минск-22». Один из шкафов — стандартное МОЗУ емкостью 8 К — использован ПУ консольного типа с развитой индикацией (рис. 8). К служебным секциям ПУМС (в ПУ можно разместить 2 секции) обеспечен свободный доступ со стороны задней стенки ПУ. В секциях ПУМС использованы 87-контактные разъемы, изготовленные на базе разъемов ячеек «Минск-22». Секционные контроллеры подключаются к магистрали через 122-контактные разъемы.

Магистральная линия связи выполнена из двух кабелей типа ТПП 50×2. Каждый кабель содержит 50 пар скрученных проводов. Физическая длина линии 100 м. В трех местах к кабелям подводятся через десятипарные колодки фидеры, идущие к секционным контроллерам. Фидеры выполнены из провода МГТФ-0,14, скрученного в пары. Максимальная длина фидеров 15 м. Линия МЛС сквозная, без разрывов. **Волновое сопротивление** 90 ± 6 Ом/км. На длине 200 м получена минимальная разрешающая способность МЛС 0,5 мкс, скорость распространения сигналов по линии $2 \cdot 10^8$ м/с.

В заключение авторы благодарят А. А. Князева, Ю. А. Антонова за творческое преодоление технологических трудностей, возникших при реализации структур, удовлетворяющих рекомендациям САМАС.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Виноградов. Современное развитие программно-управляемых модульных структур для автоматизации измерений и управления экспериментами.— *Автометрия*, 1972, № 4.
2. EUR 4100e. САМАС. A Modular Instrumentation System for Data Handling. ESONE Committee, 1972.
3. EUR 4600e. САМАС. Organisation of Multi-Grate Systems. ESONE Committee, 1972.
4. В. И. Виноградов, В. И. Петрова, В. Г. Муратов, В. И. Кадашевич. Специализированный процессор системных взаимодействий и обмена данными в структурах, удовлетворяющих рекомендациям САМАС. Препринт ЛИЯФ, № 18. Л., 1973.

Поступила в редакцию 19 апреля 1973 г.

УДК 681.3.06

С. В. БРЕДИХИН, П. М. ПЕСЛЯК

(Новосибирск)

СРЕДСТВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ САМАС

0. Введение. Цель настоящей статьи — описать наиболее важные направления, характерные для современного состояния развития средств программирования для САМАС. Вообще говоря, различные направления рассматриваются здесь с сугубо утилитарной точки зрения, независимо от того, насколько они интересны сами по себе. Конструкция САМАС предполагается известной. Краткое введение к различным разделам имеет целью лишь напомнить определения и условиться относительно терминологии.

В настоящее время существует несколько различных подходов к созданию средств общения высокого уровня с САМАС. Уже сейчас имеется ряд серьезных работ, которые следует обсудить. Именно это обстоятельство послужило стимулом для написания статьи.

Разумеется, осуществление подобной цели не свободно от недостатков, связанных с новизной проблемы, не говоря уже о тех несовершенствах, в которых прямо виноваты авторы. Так, нам пришлось излагать лишь самые существенные вопросы, повсюду добиваться сжатости, ограничиваясь краткими примерами в одних случаях и вовсе опуская примеры в других. Нам остается лишь надеяться, что изложение не достигло той степени краткости, которая сделала бы статью непонятной. В этой статье всюду словом САМАС мы пользуемся как именем собственным. Слова «САМАС система» обозначают некоторую совокупность аппаратных и программных средств, организованную в соответствии с рекомендациями [1, 2]. Слова «САМАС аппаратура» обозначают аппаратуру САМАС системы, слова «САМАС язык» — программные средства доступа к САМАС аппаратуре.

0.0. Язык САМАС. САМАС предлагает пользователю аппаратные средства, в некотором смысле аналогичные программным средствам языка высокого уровня. Иначе, САМАС аппаратурой (например, модулем) можно пользоваться подобно программам и процедурам: она имеет однозначно определенные связи с другими частями системы и до-