

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц 8452

23/10-79

З-265

10 - 12041

В.Н.Замрий

1610/2-79

ОРГАНИЗАЦИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

1978

В.Н.Замрий

ОРГАНИЗАЦИЯ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

**Организация модульной системы для измерения
и контроля параметров физических установок**

Рассматриваются особенности программно-логической организации модульной помехоустойчивой системы централизованного контроля статических и динамических параметров, данных о состоянии экспериментально-физической установки. Модули КАМАК выполняют сканирование или адресную выборку аналоговых сигналов как низкого, так и высокого уровней, аналого-цифровое преобразование и ввод полученных чисел, а также дискретных сигналов. Процессор системы осуществляет обработку получаемых групп данных, контроль и сигнализацию отклонений параметров, а также вывод результатов.

Описывается специализированный процессор, который совмещает функции контроллера КАМАК, программного контроллера и арифметическо-логического модуля. Применение такого процессора, ориентированного на выполнение рассматриваемых алгоритмов, обусловило сокращение аппаратуры и программы. Программно-управляемые модули размещены в одном каркасе КАМАК. Длина программы - до 96 слов.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

**Organization of Module System for Measurement
and Checking of Parameters of Physical
Installations**

Some characteristics of program logical organization of the module system with noise rejection for centralized checking of static and dynamic parameters, data on condition of an experimental physical device are considered. CAMAC modules fulfil scanning or addressed sampling of analog signals both of low and high levels, analog-to-digital conversion and input of received data, as well as of discrete signals. The system processor realizes the acquisition and handling of data groups, checking and alarm signalization of parameter declination, and output of results. A specialized processor is described which combines functions of the CAMAC controller, program controller and of arithmetical logical module. The utilization of such a processor intended to execution of algorithms considered called for the reduction of hardware and software. The program controlled modules are placed in a single CAMAC crate. The program length is up to 96 words.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

Все возрастающая сложность экспериментально-физических установок и требования эффективности их работы обуславливают актуальность создания и развития автоматизированных измерительно-информационных систем для централизованного измерения и контроля как статических, так и динамических параметров, данных о состоянии установок /СЦКД/^{1,2}. Обеспечение достаточно высоких метрологических характеристик и достоверности контроля при воздействии больших помех постоянного или переменного тока промышленной частоты связано с известной спецификой создания помехоустойчивого измерительного тракта и организацией программно-управляемых измерений и обработки. В работе рассматриваются особенности построения и программно-логической организации модульной помехоустойчивой СЦКД на основе специализированного процессора КАМАК

Описываемая СЦКД включает функциональные модули КАМАК измерительной аналоговой подсистемы², которые выполняют последовательное, синхронное сканирование или произвольно адресуемую выборку аналоговых сигналов низкого уровня /СНУ/ и сигналов высокого уровня /СВУ/, аналого-цифровое преобразование СНУ и СВУ и ввод получаемых чисел, а также дискретных сигналов позиционных датчиков /ДС/. Процессор осуществляет управление сканированием и вводом, контроль и сигнализацию, регистрацию факта отклонения параметров за пределы верхнего и нижнего граничных значений, уставок. Предусмотрена предварительная обработка получаемых групп данных /усреднение, фильтрация и т.п./ с целью повышения помехоустойчивости и точности измерений, достоверности контроля, а также вывод измерительной информации для дальнейшего использования или обработки.

Состав модулей СЦКД, представленный на *рис. 1*, включает:

- 1 - модуль входного мультиплексора 32 сигналов СНУ /МСНУ/;
- 2 - групповой нормирующий преобразователь-усилитель /ГНП/;
- 3 - аналого-цифровой преобразователь СНУ и СВУ /АЦП/;
- 4 - модуль входного мультиплексора 32 сигналов СВУ /МСВУ/;
- 5 - модуль входного регистра 24 сигналов ДС /МРДС/;
- 6 - генератор импульсов сканирования и управления /ГУИ/;
- 7 - специализированный программный контроллер, процессор /СП/;
- 8 - модуль запоминания микрокоманд программы /МЗП/;
- 9 - модуль запоминания верхней и нижней уставок /МЗУ/;
- 10 - модуль оперативного запоминания данных /МОЗ/;
- 11 - модуль регистров-счетчиков, таймера /МСЧ/;
- 12 - модуль интерфейса внешнего устройства вывода данных /МИН/;
- 13 - модуль расширения ввода-вывода /МРВ/.

Программно-управляемые модули связаны с СП общей магистралью каркаса КАМАК /22/, а модули МЗП и МЗУ - внешней магистралью адресов и данных /18/. Кроме того, входные модули связаны внешними линиями измерительного помехоустойчивого тракта СНУ /14/ и СВУ /15/, линиями сигналов ДС /16/, сканирования и управления /3/. Импульсы сигнализации отклонений параметров передаются из СП во внешнее устройство /17/ и регистрируются в МСЧ /20/. МРВ может быть применен для дополнительного ввода /констант, уставок/ и связи с другим крейтом КАМАК или ЭВМ. Модульная структура позволяет расширять состав модулей и оптимизировать СЦКД, например, меняя число и типы измерительных трактов в зависимости от интенсивности помех, требуемой точности и быстродействия.

Программно-логическая организация СЦКД предусматривает возможность датирования выборки измеряемого сигнала в реальном времени. Период сканирования сигналов, начинающийся после пуска программы, повторяется

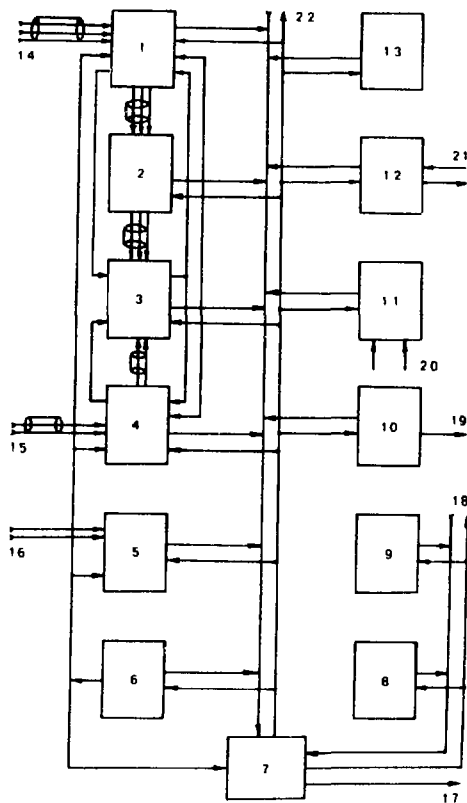


Рис.1. Состав модулей СЦКД.

с частотой 1-10 Гц. Необходимые синхроимпульсы подаются из ГУИ в СП и МСЧ для пуска и отсчета номера очередного периода, в МРДС для опроса ДС, в МСНУ и МСВУ для последовательного сканирования СНУ и СВУ с частотой - до 100-400 Гц и 1-10 кГц. Кроме того, входные сигналы МСНУ и МСВУ могут быть выбраны и поданы на соответствующий вход АЦП в любой последовательности, в зависимости от адреса входа и статуса каждого модуля, занесенных по командам СП. Очередность работы модулей МСНУ и МСВУ с АЦП может быть изменена как путем занесения соответствующих кодов статуса, так и переключением внешних линий управления. Для

определенности далее принято, что в исходном состоянии АЦП разрешено измерение СНУ, а в МСНУ выбран первый входной сигнал. Сканирование СНУ разрешено после занесения соответствующего кода статуса в МСНУ. Тогда из МСНУ может поступить импульс запуска АЦП, задержанный относительно синхроимпульса сканирования /или команды занесения адреса/ на время установления подключаемого СНУ. После окончания измерения в АЦП устанавливается состояние запроса, что для СП является условием начала цикла ввода, обработки и контроля полученного числа. Если в МСНУ выбран последний входной сигнал, то очередной импульс /или команда/ сканирования вызовет переполнение адреса и блокировку модуля. В МСНУ устанавливается состояние запроса, что для СП является признаком окончания сканирования входов МСНУ. Причем внешний сигнал управления, поступающий из этого модуля, может разрешить работу другого модуля мультиплексора. После занесения статуса сканирования МСВУ и подключения соответствующего входа АЦП аналогично осуществляется сканирование и измерение СВУ. Причем во время переключения входов и работы АЦП^{/4/} сигнал блокировки, поступающий из АЦП, запрещает переключение входов МСНУ и МСВУ и формирование импульсов запуска. Признаки окончания сканирования СНУ и СВУ могут быть условием начала ввода и контроля ДС.

Программное управление в автономной модульной СЦКД, ведущей измерение и контроль параметров без участия ЭВМ, может быть реализовано на базе программного контроллера или более развитого процессора, в зависимости от сложности предусматриваемых алгоритмов обработки и контроля, сигнализации и вывода для различных групп параметров. Для рассматриваемой СЦКД разработана программа /рис. 2/, в значительной мере упрощенная благодаря использованию логических возможностей управления применяемых модулей КАМАК^{/3,4/}.

Пуск программы сопровождается подготовкой цикла контроля, установкой начального статуса модулей. При этом разрешается сканирование МСНУ /1/, затем проверяется состояние АЦП /2/. При наличии запроса АЦП начинается цикл контроля. Прежде всего, проверяется состояние МСНУ /3/. Отсутствие запроса МСНУ является условием перехода к подпрограмме обработки СНУ /4/

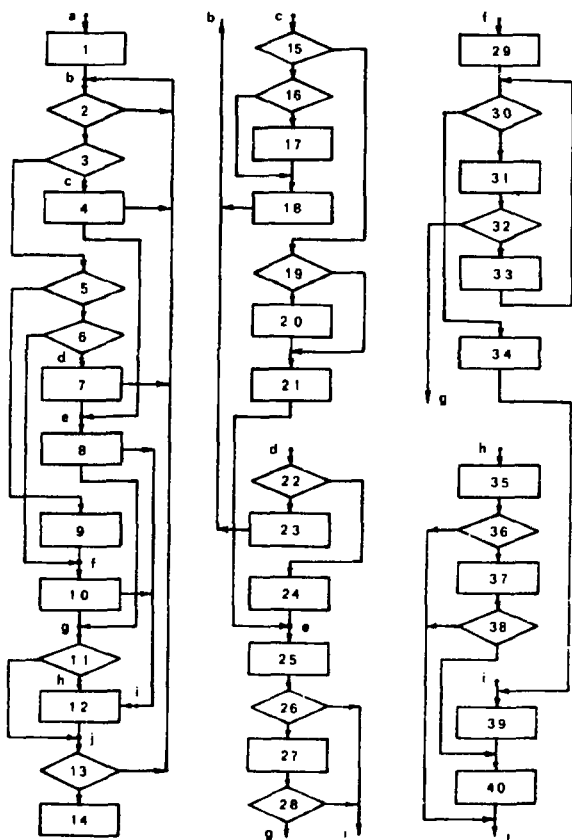


Рис.2. Программно-логическая организация СЦКД.

и контроля /8/. Если отклонение параметра имеет место, выполняется переход к подпрограмме сигнализации и вывода /12/. Если отклонений нет, вывод возможен при наличии заданного признака вывода /11/. Наконец, проверяется отсутствие условия окончания программы /13/ и выполняется возврат к началу цикла. В последующих циклах контроля наличие запроса МСНУ может быть условием перехода к подпрограмме СВУ. Однако сначала проверяется подключение входа СВУ в АЦП /5/ и, если это не выполнено, по командам СП переключаются входы АЦП и разрешается сканирование МСВУ /9/. В этом цикле

возможен первый ввод и контроль ДС /10/. В следующем цикле проверяется состояние МСВУ и при отсутствии его запроса выполняется переход к подпрограммам обработки СВУ /7/, контроля и вывода. Цикл контроля СВУ завершается, как описано выше. При наличии запроса МСВУ возможен повторный ввод и контроль ДС /например, из другого регистра модуля МРДС/. Запрос МСВУ может быть принят условием окончания программы. После проверки этого условия /13/ цикл контроля завершается остановкой программы /14/. Модули СЦКД остаются в исходном состоянии до очередного пуска программы. Очевидно, что при увеличении количества входных модулей описываемая последовательность анализа их состояния продолжается аналогично. Последовательное выполнение анализа состояния модулей в каждом цикле контроля, циклическая организация программы сканирования с восстановлением исходного состояния модулей в начале каждого периода сканирования обуславливают большую надежность работы СЦКД /сбой в выполнении текущего цикла контроля, периода сканирования не приводит к нарушению выполнения последующего/. С этой же целью введены и схемные блокировки, обуславливающие последовательную работу МСНУ, МСВУ и АЦП^{3,4}.

Подпрограмма обработки предусматривает возможность цифровой фильтрации основной помехи переменного тока промышленной частоты /50 Гц/. Для этого две группы измерений СНУ выполняются в разные полупериоды помехи /через 10 мс/. Прежде всего, проверяется наличие признака первой группы измерений /15/ и отсутствие признака последнего измерения этой группы /16/. Затем выполняется чтение числа из АЦП, запись в ячейку МОЗ /18/ и возврат к началу цикла. При наличии последнего признака /16/ выполняется стирание признака, чтение адреса МСНУ, уменьшение его на число измерений в группе и запись в МСНУ /17/. В последующем цикле, после проверки отсутствия признака последнего измерения второй группы /19/, выполняется чтение числа из АЦП и ранее запомненного числа из МОЗ, сложение, усреднение и запоминание результата, затем формирование адреса уставки СНУ /21/ и переход к подпрограмме контроля. После проверки наличия признака /19/ восстанавливается

признак первой группы измерений /20/. За период помехи можно измерить до четырех сигналов СЧУ /столько же ячеек МОЗ необходимо для запоминания промежуточных данных/.

Подпрограмма обработки СВУ предусматривает возможность осуществления двух выборок каждого СВУ и усреднение результатов измерения. Прежде всего, проверяется наличие признака первого измерения /22/ и выполняется стирание этого признака, чтение числа из АЦП и запоминание его в МОЗ, затем чтение и запись адреса МСВУ /23/ и возврат к началу цикла. При отсутствии признака /22/ выполняется его запись, чтение числа из АЦП, чтение запомненного числа из МОЗ, сложение, усреднение и запоминание результата, затем формирование адреса уставки СВУ /24/ и переход к подпрограмме контроля. Подпрограмма контроля включает чтение результата измерения из МОЗ, чтение по заданному адресу МЗУ, вычитание верхней уставки /25/ и такое же сравнение нижней уставки /27/. При превышении верхней уставки /26/ или нижней уставки /28/ происходит переход к подпрограмме сигнализации и вывода. При этом выполняется формирование импульса сигнализации /39/, передача числа и его адреса в устройство индикации, регистрации /40/.

Подпрограмма контроля ДС предусматривает чтение числа /29/ из входного регистра^{/5/}, проверку значения младшего разряда /30/, сдвиг на один разряд вправо и запоминание результата /31/, проверку отсутствия признака окончания сдвигов /32/, чтение результата из МОЗ /33/ и возврат к проверке /30/. Если какой-либо разряд оказывается значащим, запоминается значение кода и адрес /34/, затем выполняется переход к подпрограмме сигнализации и вывода.

В подпрограмме вывода предусмотрена выборочная передача результатов измерения из МОЗ через интерфейс^{/5,6/} на соответствующий регистратор или дисплей. При этом считываемый адрес числа сравнивается с заданными граничными значениями /35/ и проверяется отсутствие превышения /36/. Адрес может далее сравниваться /37/ с номером периода сканирования, считываемым из МСЧ. Проверка их равенства /38/ используется при применении медленного регистратора, например, телетайпа.

При этом в течение периода сканирования $/0,1 \div 1 \text{ с}/$ может быть выведено очередное число и его адрес $/40/$.

Предварительное рассмотрение возможностей реализации требуемых алгоритмов управления и обработки в модульной СЦКД показало, что при использовании программного контроллера с контроллером каркаса КАМАК и модулем регистра-сумматора^{/6/} затруднено выполнение ряда операций анализа результатов обработки и контроля, максимальная емкость $/256 \text{ слов} \times 24 \text{ бит}/$ используемых восьми модулей постоянного запоминающего устройства $/\text{ПЗУ}/$ ^{/6/} оказывается недостаточной для размещения программы и уставок, а управляющая часть СЦКД занимает до 15 мест из имеющихся 25, поэтому СЦКД не могла быть размещена в одном каркасе КАМАК. Без достаточно развитых процессоров реализация алгоритмов ограничивается возможностями разработки минимизированных версий программного управления/с длиной программы до 100-200 слов/ при отсутствии достаточно гибких логических возможностей анализа и осуществления условных переходов, обработки контролируемых данных. Более рациональный вариант организации автономной СЦКД построен на основе разработанного процессора, который, совмещая функции обоих контроллеров и арифметическо-логического устройства, способен осуществлять ряд специфических операций анализа и сигнализации отклонения данных. Построение процессора с микропрограммным управлением, ориентированного на выполнение необходимых алгоритмов обработки, контроля и сигнализации отклонений СЧУ, СВУ и ДС и предусмотренная возможность размещения в 24-разрядной ячейке ПЗУ достаточно многоразрядного слова микрокоманд или двух уставок заметно упростили программирование и адресацию параметров и уставок, обусловили лучшее использование емкости памяти, сокращение программы и аппаратуры /и число используемых микросхем/ в 2-3 раза.

Основная часть программы и уставок размещена в ПЗУ /с целью повышения надежности/. Для выбора слов программы или уставок формируются адреса, содержащие номер модуля ПЗУ $/3 \text{ бит}/$ и адрес слова в модуле $/5 \text{ бит}/$. При этом адрес уставок определяется адресом параметра, считываемым из МСЧУ и МСВУ. Для независимого форми-

шины слова ПЗУ; 12 - программный регистр-счетчик /ПС/, 8 бит; 13 - регистр кода операции /РО/, 9 бит; 14 - генератор микрокоманд /МК/; 15 - дешифратор номера модуля /ДШ/; 16 - выход импульса сигнализации /ИС/; 17 - вход импульса пуска /ИП/; 18 - пульт управления /ПУ/; 19 - генератор /ГТ/ и 20 - счетчик /СТ/ тактовых импульсов /ТИ/.

С поступлением ИП включается ПУ и разрешается работа ГТ. Последовательность импульсов ГТ преобразуется в последовательности ТИ и управляющих импульсов /УИ/ в течение каждого цикла команды. По импульсам УИ, поступающим из МК, РО принимает код очередной команды из ПЗУ и передает в МК. Последний вырабатывает последовательности УИ, соответствующие коду команды. ПС отсчитывает "+1" или принимает из ПЗУ /при безусловном переходе/ адрес команды, выполняемой в следующем цикле. РАС содержит адрес выполняемой команды, занесенный из ПС. РАУ принимает и хранит адрес уставки, сформированной в СМ. КА выбирает адрес из РАС или РАУ и передает в ПЗУ. КЧ выбирает и передает в СМ коды из ПЗУ, из магистрали КАМАК /шины R /или из ИР. СМ выполняет суммирование, сдвиг вправо на один разряд, формирует адрес уставки, сравнивает число и уставку и т.д. ИР выполняет отсчет "+1" по командам программы. КС выбирает и передает в магистраль суб-адрес А из ПЗУ либо ИР /например, при последовательном обращении к регистрам МОЗ, МРДС/. В КП выполняется проверка наличия или отсутствия одного из признаков условного перехода и формируется импульс отсчета "+1" для ПС/ что вызывает пропуск следующей команды безусловного перехода/. ПУ содержит схему включения и блокировки ГТ, СТ и ПС, индикационное табло адреса и слова ПЗУ, а также переключатели выбора режима работы.

Достаточная длина слова ПЗУ позволяет реализовать гибкое микропрограммное управление и упростить его структуру. Используются следующие типы операций: а/ выполнение команд КАМАК, б/ сумматора и в/ контроллера. Признаки этих операций размещены соответственно в разрядах 24, 23, 22. Каждая модификация такой операции является микрокомандой, состоящей из одной - трех

микроопераций. Признаки модификаций размещены в разрядах 15÷20 /разряд 21 предусмотрен для признака дополнительной операции ввода - вывода/. Используемые в рассматриваемой программе СЦКД коды операций /разряды 15÷24/, константы и адреса приводятся ниже в восьмеричной записи, а команды КАМАК - в принятой форме (F, N, A):

а/ 1000	FNA	- выполнение команды F, N, A;
1040	FNA	- то же, с модифицированным суб-адресом;
1020	FNA	- то же, с модификацией субадреса;
1010	FNA	- то же, с проверкой ответа модуля;
1004	FNA	- то же, с записью в СМ;
1002	FNA	- то же, со сбросом СМ;
1001		- начальная установка модулей;
б/ 0400		- суммирование;
0440		- то же, верхней уставки;
0420		- то же, нижней уставки;
0410		- то же, содержимого ИР;
0404 0000		- то же, константы /0000/;
0402		- то же, с передачей результата в РАУ;
0401		- то же, со сбросом СМ;
в/ 0200		- выполнение остановки;
0240 000		- безусловный переход по адресу /000/;
0220		- сдвиг содержимого СМ;
0210		- проверка младшего разряда СМ;
0204		- проверка условия вывода;
0202		- сброс ИР;
0201		- сигнализация отклонений.

В течение цикла команды все микрооперации распределяются по 14 тактам /T1 ÷ T14/. Цикл начинается с занесения /такт T1/ содержимого ПС в РАС. Адрес команды передается из РАС в ПЗУ, и через время выборки /~150 нс/ устанавливается слово команды. Код операции записывается /T3/ в РО, и управляющие сигналы МК переключают коммутаторы КЧ, КА, КП, КС. В ПС добавляется "+1" /T4/.

При выполнении команд 1000 код F, N, A поступает из ПЗУ и вместе с сигналом В, /T4 ÷ T14/ сопровождает

мый импульсами S1 и S2 /T8 и T11/, передается в магистраль. Кроме того, при выполнении команд 1040 код субадреса A выбирается из ИР; 1020 - в ИР прибавляется "+1" /T14/, например, после обращения к очередной ячейке МОЗ, МРДС; 1010 - проверяется наличие сигнала Q и, если Q = 1, в ПС добавляется "+1" /T12/; 1006 - происходит сброс СМ /T5/ и запись числа /T10/ из магистрали; 1004 - запись переносов и разрядов числа /T8, T10/, суммируемого с содержанием СМ /микрооперация сброса отсутствует/; 1001 - подается в магистраль сигнал Z /T4 ÷ T14/, происходит сброс и добавление "+1" в ПС /T5, T12/, выключение ПУ, блокировка ГТ /T14/.

При выполнении команд суммирования происходит запись переносов и разрядов суммируемого числа. Кроме того, при выполнении команд 0440 - по адресу, подаваемому из РАУ /T4 ÷ T14/, происходит выборка и суммирование верхней уставки, представленной дополнительным кодом, затем проверка переполнения СМ и, если P13=1, добавление "+1" в ПС; 0420 - аналогично происходит сравнение содержимого СМ и нижней уставки, и, если P13=0, добавление "+1" в ПС; 0410 - суммируется содержание ИР, например, с целью анализа его кода; 0406 - формируется адрес уставки: к содержимому СМ /адресу параметра/ добавляется константа /номер модуля/, и результат передается /T12/ в РАУ; 0404 - суммируется константа, но без передачи в РАУ; 0401 - сброс СМ, запись в СМ без суммирования.

При выполнении команды 0200 происходит выключение ПУ и ГТ; 0240 - сброс ПС и запись из ПЗУ в ПС адреса перехода /T12/; 0220 - сдвиг вправо на один разряд содержимого СМ /T12/; 0210 или 0204 - проверка условия перехода и, если значение разряда P1=1 или задан признак вывода, добавление "+1" в ПС; 0202 - сброс ИР /T14/; 0201 - формирование импульса сигнализации, длительность которого определяется временем нахождения кода в РО. Очевидно, что при необходимости могут быть использованы и другие сочетания микроопераций, кодов микрокоманд.

Рассмотренные временные диаграммы и формат команды определили и некоторые особенности схемной

реализации СП на основе микросхем ТТЛ серии 155. Схема СП, содержащая 148 микросхем, размещена на 3 платах контроллера каркаса КАМАК, программного контроллера и сумматора/через специальный разъем подключены модули МЗП, МЗУ, клавишные регистры констант/. С целью экономии оборудования применено синхронное управление/где это возможно/. Цикл выполнения команды имеет фиксированное значение/1,6 мкс/. СТ построен по схеме синхронного типа /время переключения 60 нс/, ПС - синхронно-асинхронного типа /120 нс/, СМ - накапливающего типа с цепью сквозного переноса /время суммирования - до 400 нс/. После включения питания, при включении клавиши "Блокировка" СП устанавливается в исходное состояние, и работа ГТ, СТ и ПС блокируется. Включив клавишу "Такт", "Команда" либо "Программа", нажимая кнопку "Пуск" или подавая внешние пусковые импульсы, можно проверять исполнение команды по тактам, программы по командам, либо запускать программу с остановкой по команде, по Z /если Z хранится в "нулевой" ячейке ПЗУ, программа начинается после выполнения начальной установки модулей/.

Разработанная версия программы, являющаяся реализацией рассмотренных выше алгоритмов для автономной СЦКД, /рис. 1/, размещена в 3 модулях ПЗУ /96 слов/, а уставки - в 2 таких же модулях. Все разветвления программы достаточно экономичны, обеспечивают достаточно малое время цикла обработки и контроля СНУ, СВУ, ДС. Пример записи программы организации СЦКД /представленной на рис. 2, 1-14/ приведен ниже:

000	1001	(a)	010	0240	040 (c)	020	1000	1790
001	0405	0030 (1)	011	1010	2780 (5)	021	0240	100 (f)
002	1000	1780	012	0242	016	022	0204	(11)
003	1000	1730	013	1010	890 (6)	023	0240	025 (j)
004	0202		014	0240	030 (d)	024	0240	120 (h)
005	1010	880 (2)	015	0242	100 (f)	025	1010	890 (13)
006	0240	005 (b)	016	1020	2480 (9)	026	0240	005 (b)
007	1010	830 (3)	017	0405	030	027	1001	(14).

Все программно-управляемые модули СЦКД размещены

в одном каркасе КАМАК. Номера модулей МСНУ, ГНП, АЦП, МСВУ, МРДС, ГУИ, МСЧ, МИН, МОЗ - соответственно 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. 2 номера предусмотрены для модулей МРВ, связи с центральным процессором измерительно-информационной системы. Ее частной подсистемой может рассматриваться созданная СЦКД, решающая определенную часть обширной задачи измерения и контроля всего многообразия параметров, диагностики состояния сложной экспериментально-физической установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Замрий В.Н. ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, с. 409.
2. Гуляев В.А. и др. ОИЯИ, 10-11926, Дубна, 1978.
3. Гуляев В.А., Замрий В.Н., Иванов В.С. ОИЯИ, 10-11927, Дубна, 1978.
4. Гуляев В.А., Замрий В.Н., Иванов В.С. ОИЯИ, 10-11940, Дубна, 1978.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.
6. Барабаш И.П. и др. ОИЯИ, 11-8522, Дубна, 1975.

*Рукопись поступила в издательский отдел
28 ноября 1978 года.*