

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 4835



А.Н. Синаев, А.А. Стахин, Н.А. Чистов

МНОГОМЕРНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ АНАЛИЗ  
ИМПУЛЬСОВ ОТ БОЛЬШОГО ЧИСЛА ДЕТЕКТОРОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗАТОРА АИ-4096

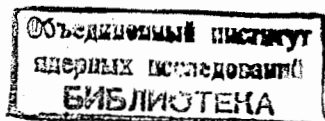
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1969

13 - 4835

А.Н. Синаев, А.А. Стахин, Н.А. Чистов

**МНОГОМЕРНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ АНАЛИЗ  
ИМПУЛЬСОВ ОТ БОЛЬШОГО ЧИСЛА ДЕТЕКТОРОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗАТОРА АИ-4096**



Для получения полной картины сложных процессов, изучаемых в ядерной физике, необходимы значения нескольких параметров каждой из взаимодействующих частиц, например, ее начальной энергии, потери энергии при взаимодействии, времени появления события и т.д. Все эти параметры часто определяются при помощи измерения амплитуд соответствующих сигналов. Поэтому становится необходимым проведение многомерного амплитудного анализа, т.е. измерение амплитуд импульсов, практически одновременно поступающих от ряда входных устройств и являющихся характеристикой всего события. Как кратность анализа, так и количество каналов, отводимых для каждого параметра, увеличиваются по мере усложнения физических экспериментов. Общее число каналов при многомерном анализе определяется выражением

$$N = n_1 n_2 \dots n_k ,$$

где  $n_i$  - число каналов, отводимое для  $i$ -го параметра,  $k$  - кратность анализа.

В промышленных амплитудных анализаторах число каналов обычно не превышает 4096, следовательно, уже для двухмерного анализа при распределении каналов поровну между обоими параметрами на каждый из них придется только по 64 канала, что далеко не всегда является достаточным.

Одним из решений этой проблемы является предварительный отбор поступающих событий, т.е. запись в накопительном устройстве информации лишь о некоторой части событий, представляющей наибольший интерес для экспериментатора. Но при кратности анализа, большей двух, этот ме-

тод вряд ли применим, поскольку ограниченное число каналов позволяет регистрировать информацию лишь о ничтожно малой части событий.

В ряде экспериментов, особенно когда скорость поступления регистрируемых событий не очень велика, желательно сохранить весь диапазон исследуемых величин для того, чтобы иметь возможность проведения в дальнейшем подробного анализа изучаемого процесса. Кроме того не всегда имеется уверенность, что в отбрасываемой при предварительном отборе информации не содержится интересных данных. В таких случаях следует проводить запись информации о каждом событии путем занесения соответствующих амплитудных кодов в очередные ячейки (каналы) накопительного устройства без суммирования числа идентичных событий, т.е. без сортировки информации. При этом накопительное устройство анализатора выполняет роль промежуточного запоминающего устройства и, естественно, будет заполняться во много раз быстрее, чем при обычном амплитудном анализе. Обработка зарегистрированной информации должна полностью производиться цифровой вычислительной машиной.

## II .

Разработанная нами система такого типа основана на использовании аппаратуры, входящей в состав промышленного анализатора АИ-4096/1/. Накопление результатов измерения производится в накопительном устройстве анализатора, имеющем емкость 4096 18-ти разрядных чисел (каналов). Преобразование амплитуды импульсов в код осуществляется стандартными для анализатора преобразователями типа БАПБ, рассчитанными на 256 (или 512) каналов. Поскольку эти преобразователи не имеют собственных арифметических регистров, то для счёта поступающих с них импульсов в процессе преобразования амплитуды в код используются регистры Р1, РII и РIII арифметического устройства анализатора. В используемом анализаторе АИ-4096-2 регистры Р1 и РII имеют по 18 разрядов, а регистр РIII - 12 разрядов. (В анализаторе АИ-4096-3 все три регистра имеют по 18 разрядов). Максимально возможная кратность анализа, т.е. максимальное число регистрируемых параметров, определяется общим количеством разрядов арифметических регистров - 48 в данном

случае. Если принять, что минимально допустимое количество каналов для каждого параметра равно 64 (6 разрядов), то максимальное число регистрируемых параметров будет равно 8. Система допускает регистрацию любого меньшего числа параметров с соответствующим увеличением количества каналов для каждого из них.

Следует отметить, что использование в системе арифметических регистров анализатора произведено с целью упрощения разработки системы. Очевидно, что наличие отдельных регистров для каждого преобразователя сделало бы систему более гибкой и позволило использовать любое число амплитудных преобразователей без уменьшения количества каналов для каждого из них.

Для записи информации с арифметических регистров в каналы накопительного устройства создана специальная программа. По этой программе в начале работы информация с регистра РI заносится в первый канал, с регистра РII - во второй и с регистра РIII - в третий. После этого в четвертый канал заносится информация с внешнего регистра (через потенциальные входы регистра РI). На этот регистр предусмотрена запись номера события (в двоично-десятичном коде) или же любой другой информации в соответствии с желанием экспериментатора. Этим заканчивается запись информации, относящейся к данному событию. Полная программа записи информации в накопительное устройство приведена в таблице 1. Таким образом, для записи информации от одного события занимают четыре канала накопительного устройства независимо от числа регистрируемых параметров. При регистрации следующего события занимают четыре очередных канала. Все накопительное устройство будет занято после прихода 1024 событий. Затем информация из накопительного устройства может быть автоматически передана в буферное накопительное устройство<sup>/2/</sup>, входящее в состав центра накопления и обработки информации, а с него - в ЦВМ или в накопитель на магнитной ленте<sup>/3/</sup>. Перерыв в проведении эксперимента, связанный с передачей информации из заполненного накопительного устройства, составляет 0,3 сек. На это время производится блокировка входов системы.

Таблица I

## Программа для многомерного анализа

№ такта	Название команд
I	-
2	Запись
3	УОР I
4	ПРШР I ; +IPIY
5	Запись
6	УОР I
7	ПРШР I ; +IPIY
8	Запись
9	УОР I
10	ПкР I ; +IPIY
II	Запись
12	УОР I ; УОР II ; УОР III
13	УОРУ ; ОкРег ; +IPIY ; СтопУУ

## Значение команд

Запись - Запись информации из регистра Р I в ячейку накопительного устройства.

УОР I, УОР II, УОР III - сброс в нуль арифметических регистров Р I, Р II, Р III.

УОРУ - сброс в нуль программного регистра РУ.

+IPIY - добавление единицы к содержимому адресного регистра Р IY.

ПРШР I, ПРШР II - передача информации из регистра Р II или Р III в регистр Р I.

ПкР I - прием информации в регистр Р I с внешнего регистра.

ОкРег - окончание регистрации.

СтопУУ - прекращение подачи импульсов в программный регистр.

Работа системы начинается при поступлении с экспериментальной установки управляющего импульса. В случае, если при измерении одной из амплитуд происходит переполнение отведенной для данного преобразователя части адресного регистра, то все событие не регистрируется. Однако возможен и другой вариант, когда отмечается факт переполнения конкретного преобразователя и производится регистрация остальных амплитуд в событии. В системе предусмотрен режим проверки каждого тракта, который осуществляется путем включения соответствующего амплитудного преобразователя в режим обычного одномерного амплитудного анализа (с суммированием одинаковых амплитуд).

Все дополнительные устройства системы выполнены на стандартных элементах анализаторов АИ-4096; общее количество используемых ячеек - 26. Амплитудные преобразователи и дополнительные электронные устройства расположены в отдельной стойке.

## III .

Функциональная схема подсоединения амплитудных преобразователей типа БАП5 к регистрам арифметического устройства анализатора АИ-4096-2 показана на рис. 1. С амплитудных преобразователей БАП5-1 + БАП5-8 коды в виде серий импульсов с частотой 2 Мгц поступают на соответствующие усилители УС-1 + УС-8. Выходы усилителей соединены с нормально закрытыми схемами пропускания, являющимися входами определенных триггеров адресных регистров анализатора. Один или два правых дополнительных входа, подключенных к каждому усилителю, работают в режиме "работа", а левый вход - в режиме "проверка". Эти режимы выбираются переключателем П I -1. Кратность анализа в режиме "работа" устанавливается при помощи переключателя П II -1, имеющего 8 положений. В каждом положении переключателя подается открывающий потенциал на соответствующие дополнительные входы триггеров. Номер положения переключателя соответствует числу подключенных амплитудных преобразователей. Число и расположение разрядов арифметических регистров, отводимых для соответствующих амплитудных преобразователей при различной кратности анализа, приведены в таблице 2. Код с преобразователей поступает на млад-

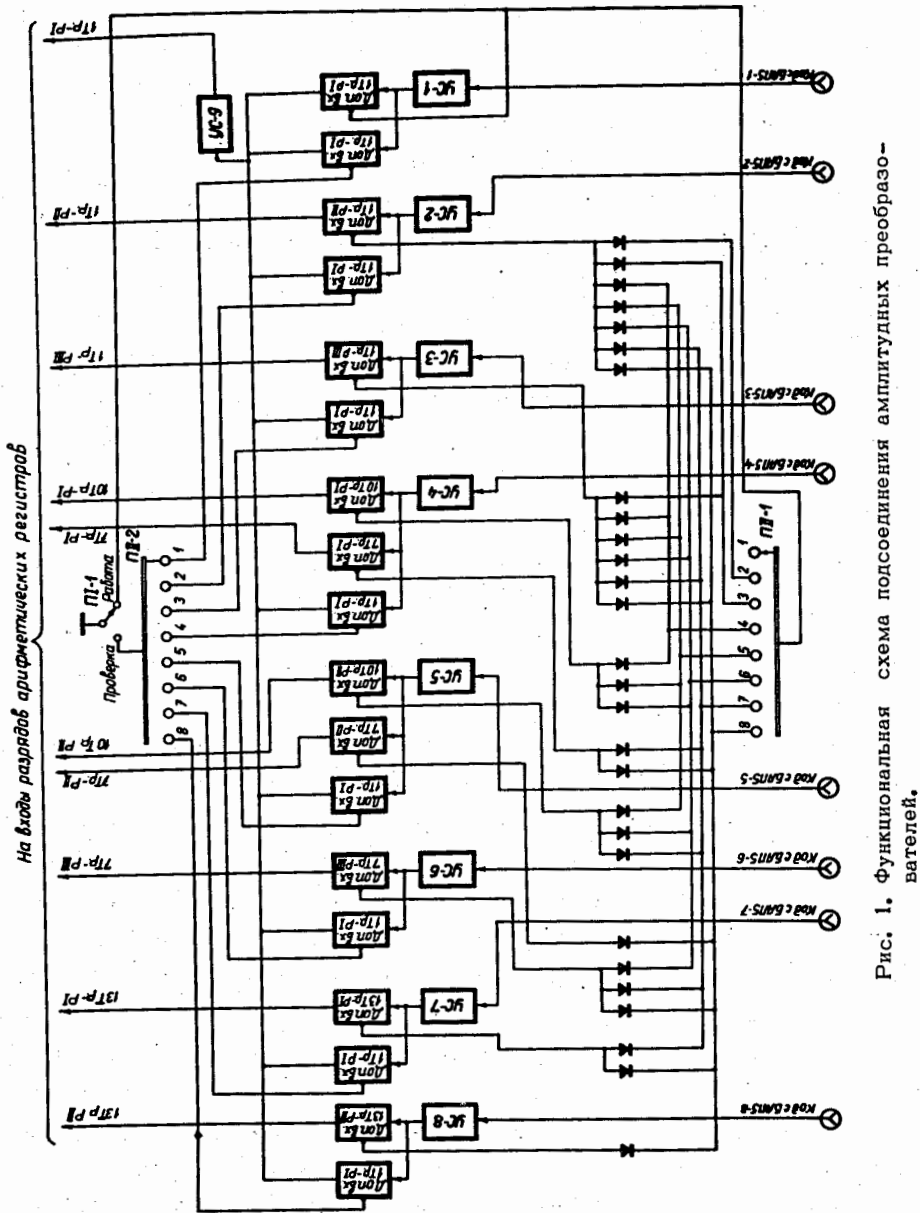


Рис. 1. Функциональная схема подсоединения амплитудных преобразователей.

Таблица 2.

Распределение разрядов арифметических регистров в зависимости от кратности анализа.

Кратность анализа	Номера преобразователей	Номера регистров	Номера разряд. в регистре	Кратность анализа	Номера преобразователей	Номера регистров	Номера разряд. в регистре	
1	БАП5-1	I	I- 9	7	БАП5-1	I	I- 6	
	БАП5-2	II	I- 9		БАП5-2	II	I- 9	
2	БАП5-1	I	I- 9	БАП5-3	III	I- 6		
	БАП5-2	II	I- 9		БАП5-4	I	7-12	
	БАП5-3	III	I- 9		БАП5-5	II	10-18	
3	БАП5-1	I	I- 9	БАП5-6	III	7-12		
	БАП5-2	II	I- 9		БАП5-7	I	13-18	
	БАП5-3	III	I- 9		8	БАП5-1	I	I- 6
	БАП5-4	I	10-18			БАП5-2	II	I- 6
4	БАП5-1	I	I- 9	БАП5-3	III	I- 6		
	БАП5-2	II	I- 9		БАП5-4	I	7-12	
	БАП5-3	III	I- 9		БАП5-5	II	7-12	
	БАП5-4	I	10-18		БАП5-6	III	7-12	
	БАП5-5	II	10-18		БАП5-7	I	13-18	
5	БАП5-1	I	I- 9	БАП5-8	II	13-18		
	БАП5-2	II	I- 9		6	БАП5-1	I	I- 9
	БАП5-3	III	I- 9			БАП5-2	II	I- 9
	БАП5-4	I	10-18		БАП5-3	III	I- 6	
	БАП5-5	II	10-18		БАП5-4	I	10-18	
	БАП5-6	III	7-12		БАП5-5	II	10-18	

ший из отводимых разрядов. Для преобразователей БАП5-4 и БАП5-5 в режиме "работа" используется по два дополнительных входа, поскольку код от них в зависимости от кратности анализа может поступать на входы разных триггеров (7-го или 10-го) регистров РI и РII, соответственно. Для остальных преобразователей используется по одному дополнительному входу.

В режиме "проверка" при помощи переключателя ПII -2 открывается один из дополнительных входов, связанных с первым триггером регистра РI, на который подается код с амплитудного преобразователя, соответствующего номеру положения переключателя. (В режиме "проверка" производится обычный одномерный амплитудный анализ).

Подача серий импульсов на триггеры арифметических регистров анализатора осуществляется через диоды, дополнительно подключенные к их счётным входам (по схеме "ИЛИ"). Поскольку регистр РII не предназначен для работы в счётном режиме, то во всех разрядах этого регистра подсоединены дополнительные счётные входы для передачи сигналов с предыдущего триггера на последующий, которые открываются в режиме многомерного анализа; при этом имевшиеся соединения триггеров через линии задержки блокируются.

Если в режиме "работа" происходит переполнение части регистра, отведенной для какого-либо амплитудного преобразователя, то по принятой логике работы всё событие регистрироваться не должно. В этом случае при переходе в нуль старшего разряда соответствующей части регистра поступает импульс. На рис. 2 приведена функциональная схема прохождения этих импульсов для образования импульса переполнения системы в зависимости от кратности анализа. Импульсы с определенных разрядов арифметических регистров формируются усилителями УББ и поступают на соответствующие схемы "ИЛИ", а с них - на переключатель ПII -3. Импульс с переключателя, номер положения которого соответствует кратности анализа, подается на схему управления и препятствует регистрации события.

Функциональная схема управления приведена на рис. 3. В основу этой схемы положена соответствующая часть блока управления анализатора АИ-4096.

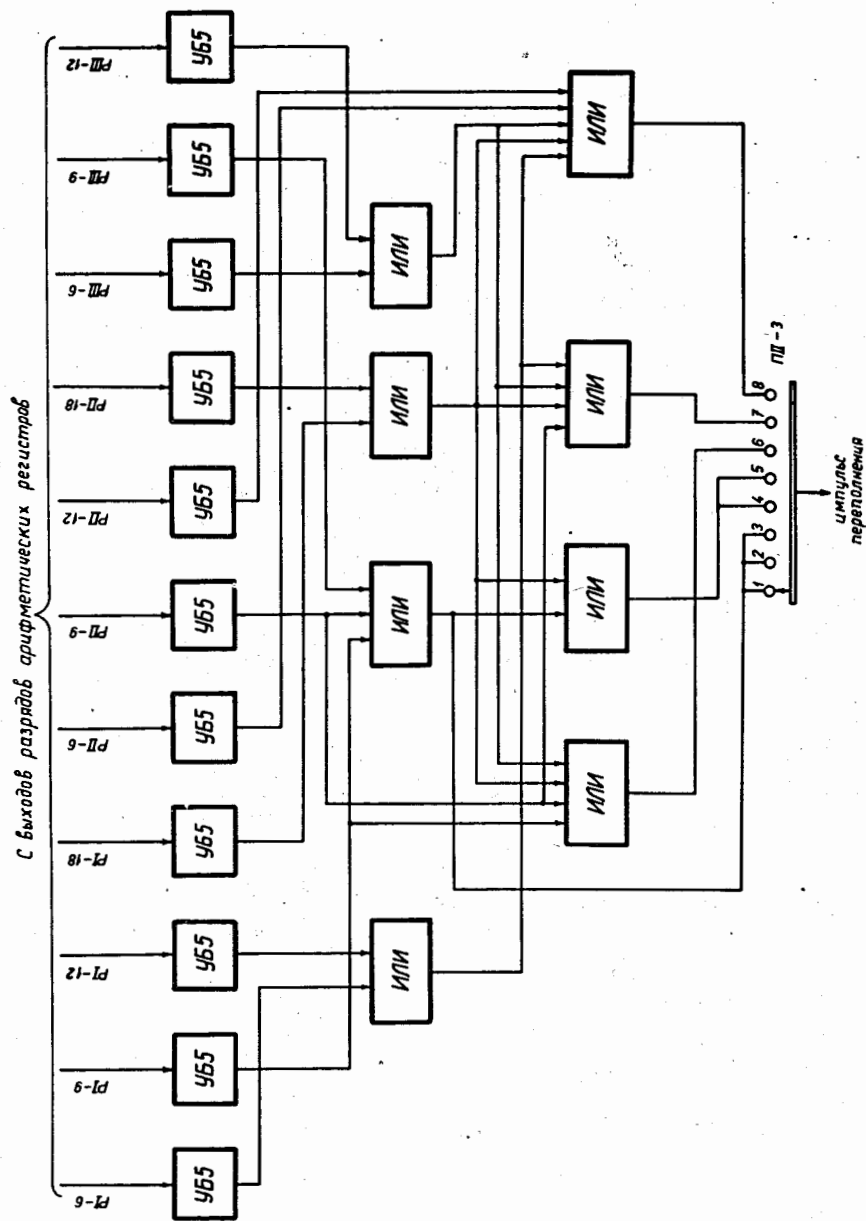


Рис. 2. Функциональная схема образования импульса переполнения.

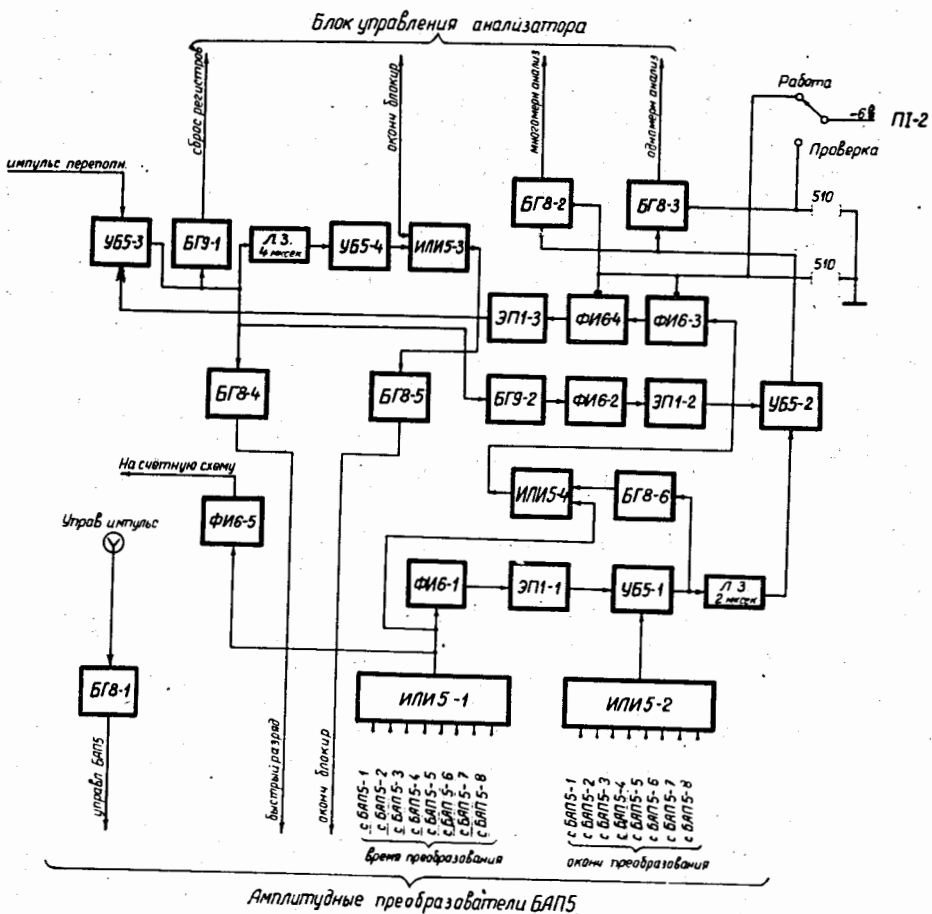


Рис. 3. Функциональная схема управления.

Работа амплитудных преобразователей начинается при поступлении внешнего управляющего импульса, которое обычно обозначает, что измеряемые импульсы поступили на входы всех преобразователей. Управляющий импульс должен иметь отрицательную полярность и амплитуду не менее 1 в. Он формируется блокинг-генератором БГ8-1 и подается на все амплитудные преобразователи. С каждого амплитудного преобразователя на схему управления поступают потенциалы, соответствующие его времени преобразования, и импульсы, возникающие через 1 мксек после окончания преобразования. Эти сигналы логически суммируются на схемах ИЛИ5-1 и ИЛИ5-2 соответственно. При наличии потенциала "время преобразования" от любого преобразователя со схемы ИЛИ5-1 через фазоинвертор ФИ6-1 и эмиттерный повторитель ЭП1-1 на усилитель УБ5-1 подается блокирующий потенциал. Таким образом, через него пройдет только импульс, соответствующий окончанию преобразования в последнем из амплитудных преобразователей. Этот импульс задерживается на 2 мксек и при отсутствии импульса переполнения проходит через усилитель УБ5-2. С выхода усилителя импульс поступает на блокинг-генераторы БГ8-2 и БГ8-3. На первый из них разрешающий потенциал с переключателя П1-2 поступает в режиме "работа", а на второй в режиме "проверка".

Импульс с блокинг-генератора БГ8-2 подается на запуск программы многомерного анализа ("измерение 7"), а импульс с блокинг-генератора БГ8-3 - на запуск программы обычного одномерного анализа ("измерение 1").

Импульс переполнения поступает на усилитель УБ5-3, который пропускает его при наличии разрешающего потенциала. С выхода усилителя импульс через блокинг-генератор БГ8-4 подается на схему быстрого разряда запоминающей емкости в преобразователях, через блокинг-генератор БГ9-1 - на сброс в нуль всех арифметических регистров, а через блокинг-генератор БГ9-2, фазоинвертор ФИ6-2 и эмиттерный повторитель ЭП1-2 - на блокировку усилителя УБ5-2. Кроме того, импульс с усилителя УБ5-3 после задержки на 4 мксек через усилитель УБ5-4, схему ИЛИ5-3 и блокинг-генератор БГ8-5 подается на разблокировку входов амплитудных преобразователей. При отсутствии импульса переполнения



разблокировка осуществляется импульсом, подаваемым из блока управления анализатора на схему ИЛИ5-3.

Разрешающий потенциал на усилитель УБ5-3 подается со схемы ИЛИ5-1 через схему ИЛИ5-4, на которую для продления времени действия потенциала поступает также импульс с блокинг-генератора БГ8-6. Затем полученный потенциал проходит через фазоинверторы ФИ6-3 и ФИ6-4 и эмиттерный повторитель ЭП1-3. Подача разрешающего потенциала только при формировании импульса запуска программы необходима в связи с тем, что во время работы любой программы на выходе триггеров арифметических регистров будут возникать импульсы, способные образовать сигнал, эквивалентный импульсу переполнения, который приведет к сбою работы блока управления. В режиме "проверка" разрешающий потенциал на усилитель УБ5-3 не поступает благодаря подаче запрещающего потенциала по фазоинверторы ФИ6-3 и ФИ6-4.

Из фронта потенциала, возникающего на выходе схемы ИЛИ5-1, формируется импульс, который проходит через фазоинвертор ФИ6-5 и подается на счетную схему, входящую в состав системы. Счетная схема предназначена для счета поступающих на систему событий или же для регистрации какой-либо другой информации. Она работает по двоично-десятичной системе и состоит из 5 декад. Потенциалы с триггеров счетной схемы, выполняющих роль внешнего регистра, обратным кодом подаются на потенциальные входы анализатора.

Описанная система многомерного анализа эксплуатируется в лабораторном центре накопления и обработки информации с середины 1969 года.

В заключение авторы благодарят С.В.Медведя и В.Г.Зинова за полезные советы и дискуссии, А.П.Кустова за помощь в подсоединении системы к анализатору и В.Д.Хохлова за монтаж системы.

#### *Л и т е р а т у р а*

1. С.С.Курочкин. Многомерные статистические анализаторы. Атомиздат, Москва, 1968 г.
2. А.П.Кустов, А.Н.Синаев, Н.А.Чистов. Препринт ОИЯИ 10-4170, Дубна 1968 г.

*З. С.В.Медведь, В.В.Моисеева, А.Н.Синаев, Г.Ю.Дахер, Н.А.Чистов.  
Препринт ОИЯИ 10-3836, Дубна 1968 г.*

Рукопись поступила в издательский отдел

1 декабря 1969 года.