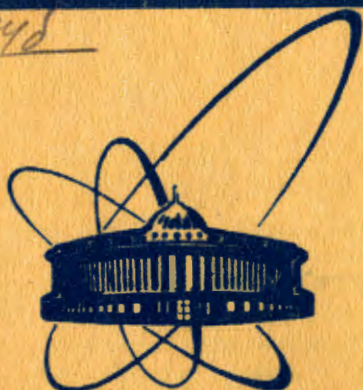


84-204

16848



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

2991/84

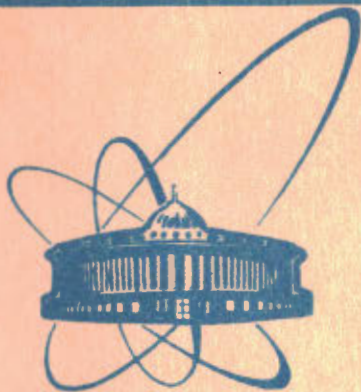
10-84-204

В.В.Каманин, А.Куглер, А.Н.Кузнецов,  
Ю.Рюдигер, В.Г.Субботин

**СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
УСТАНОВКИ "ДЭМАС-МУЛЬТИ"**

**1984**

187/v/84



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

10-84-204

В.В.Каманин, А.Куглер, А.Н.Кузнецов,  
Ю.Рюдигер, В.Г.Субботин

**СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
УСТАНОВКИ "ДЭМАС-МУЛЬТИ"**

**1984**

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Для получения детальной информации о механизме ядерных реакций с тяжелыми ионами необходимы измерения корреляций между различными продуктами ядерных реакций. В последние годы степень сложности подобных экспериментов постоянно растет. Уже при энергиях тяжелых ионов меньше 10 МэВ на нуклон в выходном канале реакции образуется множество продуктов реакций /см., например<sup>1,2/</sup> /, поэтому число регистрируемых параметров часто достигает десяти и больше. Быстрая и эффективная обработка информации возможна только с использованием ЭВМ.

Задача измерений на установке "ДЭМАС-МУЛЬТИ" состоит в определении гамма-множественности в совпадении с легкими заряженными частицами<sup>3/</sup>. Чаще всего, для уточнения выходного канала реакции, эту информацию нужно дополнить с помощью регистрации других продуктов той же реакции, например, характеристического рентгеновского или гамма-излучения, осколков деления и т.д. В настоящей работе приводится система электроники, применяемой в этих экспериментах, а также организация многопараметровых измерений в крейте КАМАК и, кратко, - программное обеспечение.

## II. ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ

В экспериментах на установке "ДЭМАС-МУЛЬТИ" в основном используется электронная система, приведенная на рис.1. Сигналы NaJ(Tl) гамма-детекторов от ФЭУ-82 после прохождения формирователей со следящим порогом /ФСП/ и согласующихся по времени задержек подаются на входы мажоритарной схемы совпадений /МСС/ с типичным временем совпадений 50 нс<sup>4/</sup>. Обведенная штриховой линией часть схемы повторяется для N аналогичных ФЭУ. Сигналы с детекторов  $\Delta E_\alpha$  и  $E_\alpha$ , регистрирующих легкие заряженные частицы, после прохождения быстрых усилителей /БУ/, ФСП и схемы совпадений /СС/ с характерным временем совпадений 40-50 нс поступают на схему "ИЛИ", генерирующую строб для МСС, которая вырабатывает код кратности, а также сигнал "Пуск" для старта время-амплитудных преобразователей ВАП, измеряющих временные корреляции между сигналом "Пуск" и сигналами детекторов, необходимых для уточнения канала реакции. Это кольцевой поверхностно-барьерный детектор К и германиевый детектор рентгеновского излучения Ge(X). Сигнал "Пуск" используется также для регистрации спектрометрической информации в крейте КАМАК.

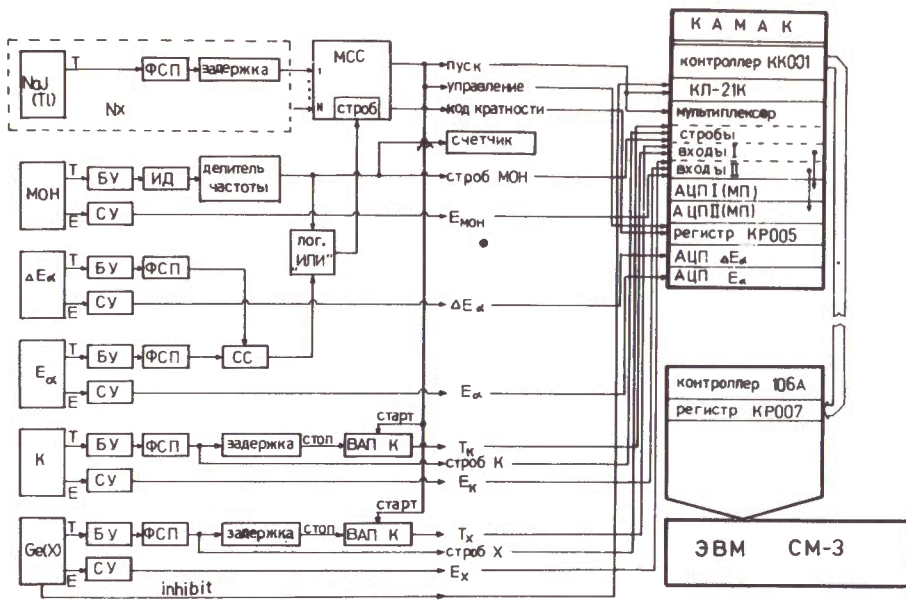


Рис.1. Общая схема электроники, типичная для экспериментов на установке "ДЭМАС-МУЛЬТИ".

Канал монитора /детектора рассеянных ионов пучка/ вместо ФСП содержит интегральный дискриминатор /ИД/, т.к. энергия ионов практически постоянна. Сигналы ИД через делитель частоты /для уменьшения интенсивности/ подаются на счетчик и на запуск МСС через схему "ИЛИ" независимо от основного ( $\Delta E_\alpha$ ,  $E_\alpha$ ) строба. Импульсы монитора, очевидно, соответствуют только случайные сигналы ФЭУ. Поэтому распределение спектра монитора по кратности совпадений с ФЭУ соответствует распределению случайных совпадений ФЭУ с основным стробом в присутствии пучка, что и учитывается при обработке спектров по гамма-множественности. Показания счетчика по сравнению с полным числом событий в спектрах монитора дают мертвое время системы регистрации. Подобная система определения случайных совпадений и мертвого времени ранее была использована в /5/.

Спектрометрические сигналы всех детекторов, кроме ФЭУ, усиливаются и формируются спектрометрическими усилителями СУ. Для Ge(X) детектора используется предусилитель с импульсной световой обратной связью, на время действия которой генерируется сигнал "Inhibit", запрещающий всякую регистрацию во избежание количественных искажений информации.

В системе электроники используется следующая аппаратура:

- БУ - POLON тип 1501;
- ИД - POLON тип 1502;
- ВАП - POLON тип 1701;
- СУ - POLON тип 1101;
- ФСП - тип БУФ-2, разработка ЛНФ ОИЯИ.

В тракте Ge(X)-детектора используется усилитель фирмы CANBERRA модель 2010. Схема совпадений  $E_\alpha$ ,  $\Delta E_\alpha$  /СС/ и схема "ИЛИ" выполнены в одном простом блоке, разработанном в ЛЯР ОИЯИ.

Таким образом, для дальнейшей обработки в крейт КАМАК поступают:

- 1/ спектрометрические сигналы всех детекторов, кроме ФЭУ.
- 2/ сигналы ВАП о временных корреляциях;
- 3/ сигналы строба от отдельных детекторов /на входы управления мультимплексора/;
- 4/ код кратности сработавших ФЭУ;
- 5/ сигнал "Пуск" для разрешения регистрации многопараметрового события;
- 6/ сигнал "Inhibit" для запрещения регистрации любой информации на время восстановления предусилителя с импульсной световой обратной связью.

### III. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В КРЕЙТЕ КАМАК

Представленная на рис.1 система КАМАК регистрации многопараметровой экспериментальной информации состоит из контроллера крейта КК001<sup>6/</sup>, блока организации многопараметровых измерений КЛ-21К, восьмиканального сдвоенного мультимплексора<sup>5/</sup>, входного регистра КР005<sup>8/</sup> и 4 АЦП<sup>9/</sup>. Передача информации из КК001 на расстояние около 60 м осуществляется через простой усилитель мощности /на рисунке не показан/. Ввод данных в ЭВМ СМ-3 осуществляется через входной регистр КР007<sup>10/</sup>.

Основная часть функциональной схемы блока организации многопараметровых измерений КЛ-21К показана на рис.2. В исходном состоянии все АЦП блокированы по резервной шине P2 магистрали крейта. Сигнал "Пуск" открывает входы АЦП на регулируемое от 1 до 10 мкс время. Установка триггера LAM/запроса их обслуживания/ задерживается в блоке до окончания всего времени преобразования АЦП, которое собирается по схеме "Монтажное ИЛИ" на задней панели блока КЛ-21К /два входа/, на отдельном блоке, или на одной из резервных шин магистрали. По сигналу L от КЛ-21К, расположенного на 23-й станции в крейте, контроллер КК001 организует цикл передачи данных в ЭВМ. Во время стробирования АЦП можно установить до 4 признаков по входам на лицевой панели блока, которые считываются и сбрасываются командой F(2).

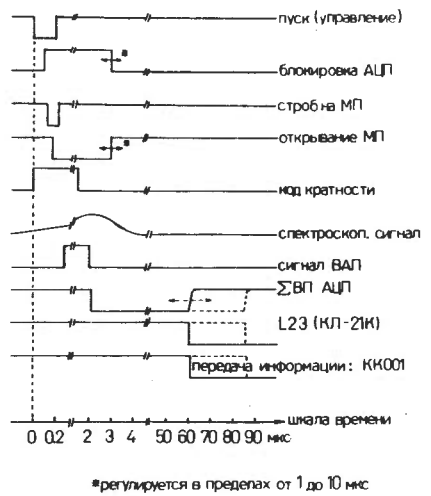
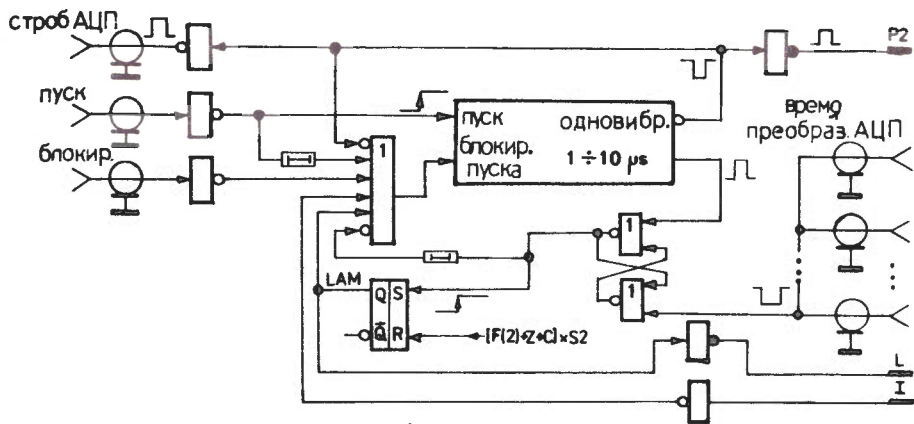


Рис.2. Часть функциональной схемы блока организации многопараметровых спектрометрических измерений КЛ-21К.

Рис.3. Временная диаграмма работы крейта КАМАК.

При помощи мультиплексора регистрируются пары спектрометрических сигналов от детекторов К и Ge(X) и от соответствующих ВАП, а также спектрометрический сигнал монитора пучка. Блок выдает информацию о номере сработавшего канала и организует измерение амплитуды сигналов сработавшего канала "своими" АЦП. Для уменьшения мертвого времени и вероятности случайных совпадений мультиплексор можно стробировать сигналом "Пуск", по которому внутренний одновибратор блока разрешает на регулируемое время приход строб-сигналов на входы управления. При наложении двух или большего числа стробов в мультиплексоре /время надежного разделения стробов блоком - около 40 нс/ спектрометрическая информация искажается, однако полностью сохраняется информация о номерах сработавших треков. Временная диаграмма сигналов, демонстрирующую работу крейта, показана на рис.3.

#### IV. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для регистрации экспериментальной информации в ЭВМ СМ-3 была разработана программа "TOMAS". Программа обеспечивает набор информации в инкрементном режиме в памяти в виде одно-двух- или трехмерных матриц, а также запись событий, удовлетворяющих заданным условиям, на диск для последующей обработки.

В первом случае свободная для набора часть памяти разделяется максимально на семь участков, называемых спектрами. ЭВМ работает здесь как многомерный анализатор с произвольным разбиением памяти. Во втором случае с помощью программы задаются условия, выполнение которых определяет запись данного события на диск. Таким образом существенно уменьшается поток сохраняемой информации.

На рис.4 показано распределение памяти ЭВМ СМ-3 при работе с программой "TOMAS". Программа состоит из нескольких сегментов, наибольший из которых занимает поле для спектров и таблиц описания условий сортировки. Его длина составляет 16,5 Кслов. Остальная часть памяти, не занятая спектрами, заполняется системными программами, управляющей программой, и той частью программы "TOMAS", которая активирована с диска для работы. Полная

длина программы на диске составляет 32 Кслов, а доступный для пользователей объем памяти, имеющейся в ЭВМ СМ-3, равняется 28 Кслов. Таким образом, способ сегментирования позволяет включить в программу все функции, необходимые для регистрации и первичной обработки данных.

157777	RT-11BL МОНИТОР	1843.
150632	(буфер монитора)	942.
145076	сегмент 2: подпрограммы функции	1069.
140744	сегмент 1: функция	905.
135322	подпрограммы	221.
134430	спектры и описание сортировки	16986.
32144	буферы данных	788.
27074	главная программа	5662.
1000	RT-11BL .ABS.	256.
0		

Рис.4. Распределение памяти ЭВМ СМ-3 при работе с программой "TOMAS". Слева указаны адреса начального байта соответствующей части памяти /в восьмеричном представлении/, справа - длина соответствующих сегментов в словах.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная в работе система электроники и регистрации экспериментальной информации успешно применяется в исследованиях по механизму рождения легких заряженных частиц /2/, проводящихся в настоящее время на установке "ДЭМАС-МУЛЬТИ". Она сравнительно проста и позволяет легко осуществлять модификацию для конкретно поставленной задачи. Скорость регистрации в экспериментах по блок-схеме рис.1 достигает 700 событий/с. Система имеет ряд особенностей:

1. Вся электроника, включая крейт КАМАК, находится в непосредственной близости от детектирующей части, что уменьшает вероятность наводок в спектрометрических трактах.

2. Передача информации на большое расстояние производится только в цифровом виде единым кабелем из скрученных пар проводов, что обеспечивает хорошую помехозащищенность.

3. Удобная и гибкая программа набора данных может использоваться в широком диапазоне различных корреляционных измерений.

4. В системе используются в основном стандартные и изготовленные в ОИЯИ блоки, легко заменяемые в случае выхода из строя.

Авторы благодарны Б.В.Фефилову за полезные обсуждения и помощь в реализации приведенной системы регистрации, а также Ю.Ц.Оганесяну и Ю.Э.Пенионжквичу за поддержку и постоянное внимание к работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джолос Р.В., Шмидт Р. ЭЧАЯ, 1981, т. 12, вып. 2, с. 324.
2. Kamanin V.V. et al. In: Proc. XV Masurian Summer School on Nuclear Physics, Mikolajki, Poland, September, 1983.
3. Каманин В.В. и др. ОИЯИ, 7-81-726, Дубна, 1981.
4. Петров Б.Ф. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1980, т. 44, с. 1970.
5. Артюх А.Г. и др. ОИЯИ, Д7-82-891, Дубна, 1982, с. 20.
6. Журавлев Н.И., Синаев А.М. ОИЯИ, 10-7334, Дубна, 1973.
7. Кузнецов А.Н. ОИЯИ, 13-81-731, Дубна, 1981.
8. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
9. Кузнецов А.Н., Субботин В.Г. ОИЯИ, 13-83-67, Дубна, 1983.
10. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-9479, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
30 марта 1984 года.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Каманин В.В. и др.

10-84-204

Система регистрации экспериментальной информации установки "ДЭМАС-МУЛЬТИ"

В системе обработки сигналов для многоцелевой установки "ДЭМАС-МУЛЬТИ" важное значение имеют: гибкость организации многопараметровых измерений, выбор аппаратуры, взаимное расположение частей системы, типы связей между ними и т.д. Работа представляет собой попытку согласованного решения указанных вопросов. Приводятся блок-схема и описание системы регистрации, организация измерений и временная диаграмма сигналов в крейте КАМАК, а также краткое описание программного обеспечения.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой.

Kamanin V.V. et al.

10-84-204

Experimental Data Registration System of DEMAS-MULTI Setup

In the signal processing system for the DEMAS-MULTI multi-purpose plant a special importance was attached to the flexibility of organization of multiparameter measurements, the choice of the apparatus, the mutual arrangement of the parts of the system, together with the types of communication between them etc. The present work is an attempt of coordinated solution of the problems. The block diagram and description of the system, organization of measurements, signal time diagram in a CAMAC crate, a short list of the software are presented.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984