



сообщения  
Объединенного  
Института  
Ядерных  
Исследований  
Дубна

932/84

13/II-84

13-83-757

ЭЛЕКТРОНИКА СБОРА ДАННЫХ  
В ЭКСПЕРИМЕНТАХ  
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ИЗЛУЧЕНИЯ,  
ВОЗНИКАЮЩЕГО ПРИ КАНАЛИРОВАНИИ  
ЭЛЕКТРОНОВ И ПОЗИТРОНОВ  
В МОНОКРИСТАЛЛАХ

1983

Н.К.Булгаков, И.Войтковска, В.М.Головатюк, Н.В.Горбунов,  
 Э.Гузик, Н.И.Зимин, Р.Б.Кадыров, Т.С.Нигманов, В.Д.Рябцов,  
 В.А.Сутулин, И.А.Тяпкин, Н.А.Филатова, А.Форыцки, Э.Н.Цыганов,  
 М.Д.Шафранов  
 Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

М.Д.Бавижев  
 Филиал Ставропольского политехнического института,  
 Черкесск

## ВВЕДЕНИЕ

Для исследования характеристик излучения, возникающего при каналировании электронов и позитронов высоких энергий в монокристаллах на пучке ускорителя ИФВЭ/1/, была создана установка "Кристалл"/2/ /рис.1/.

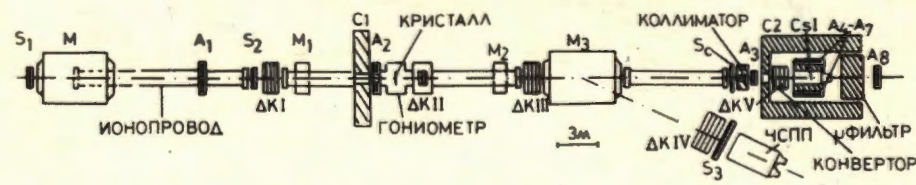


Рис.1. Схема экспериментальной установки "Кристалл".

Функциональные узлы установки /дрейфовые камеры,  $\gamma$ -спектрометр, сцинтилляционные и черенковские счетчики, мишени в виде дисков из кремниевых монокристаллов разной толщины/ объединялись в единое целое с помощью системы сбора данных, которая использовалась как для выполнения основных функций регистрации данных и передачи их в ЭВМ, так и для управления установкой, калибровки детекторов и др. Электроника установки была составлена из стандартных блоков фирм ORTEC, LeCroy, TENNELEC и специально разработанных для эксперимента модулей, учитывающих специфику проводимых опытов. Было разработано свыше 20 видов модулей разного назначения, с помощью которых обеспечивалась высокая эффективность и надежность работы установки в экспериментальных условиях.

## ЗАПУСК УСТАНОВКИ

Для выделения полезного события в экспериментах была применена двухуровневая система запуска/3/: триггер первого уровня /быстрый/, генерируемый в случае появления единичной частицы в заданной апертуре установки, и триггер второго уровня, с помощью которого среди поступающих быстрых триггеров отбирались те, которые удовлетворяли заданным критериям отбора. Помимо основного типа запуска генерировался ряд вспомогательных запусков, предназначенных для тестовых и калибровочных целей.



6/ срабатывание реперного кольца, выполненного в виде полупроводникового детектора, окружающего изучаемый кристалл и применяемого для центровки кристалла относительно оси пучка.

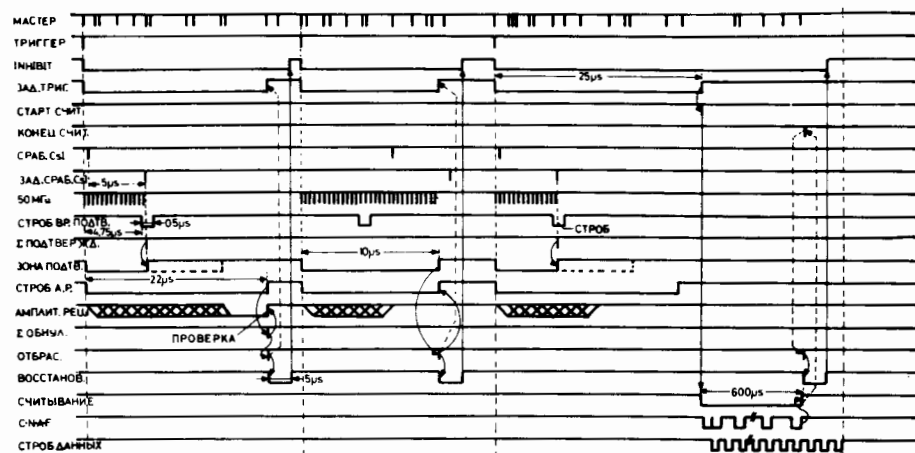


Рис. 4. Временные диаграммы работы системы запуска в случаях отсутствия амплитудного и временного подтверждения и в случае передачи данных в ЭВМ.

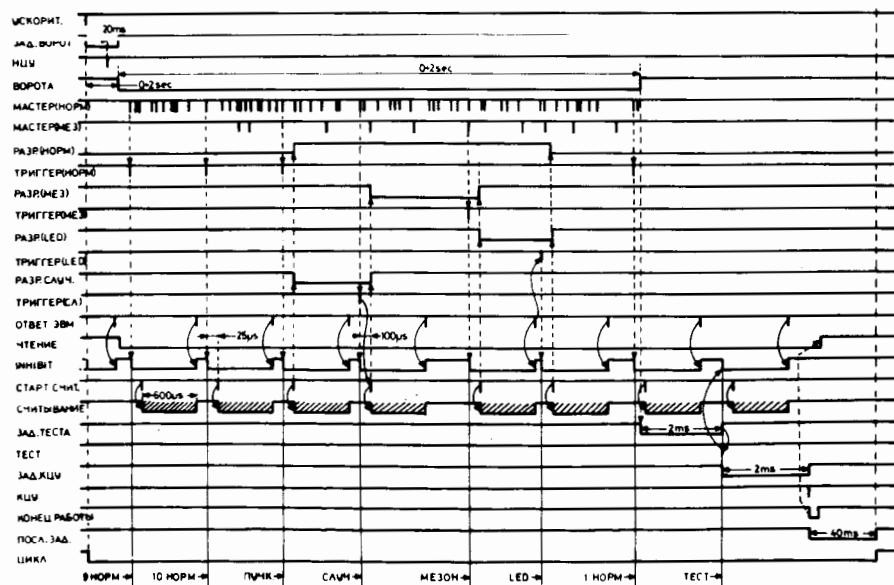


Рис. 5. Временная диаграмма последовательности выработки запусков.

Сигналы подтверждений, вырабатываемые отдельной логикой, объединялись в специально разработанном модуле (XL-33), управляемом кодом идентификации запуска и генерирующем общий сигнал очистки. На рис. 4 показаны временные диаграммы работы системы запуска для случая передачи данных в ЭВМ и для подавления событий в случае невыполнения критериев 2 и 3. Разрешение на выработку быстрого триггера контролировалось сигналом "INHIBIT", который устанавливался в состояние "1" в момент прохождения разрешенного триггера и возвращался в состояние "0" через 5 мкс после: а/ сигнала очистки, б/ ответа от ЭВМ, завершающего процесс считывания данных. Задержка в 5 мкс была необходима для восстановления блоков преобразователей в рабочее состояние.

Во время набора статистики использовалось шесть типов запуска, различающихся идентификаторами, регистрируемыми в четырех старших разрядах ячейки "LATCH". Очередность запусков определялась блоком XL-33, который обеспечивал возможность исключения любого типа запуска из установленной последовательности /рис. 5/. Основной тип запуска, составляющий 70% от общего числа запусков, предназначался для регистрации событий, в которых первичная частица излучила  $\gamma$ -квант с энергией, превышающей некоторое пороговое значение /подтверждения 1, 2, 3, 4/. Пучковый запуск, содержащий подтверждение 1, использовался для нормировки экспериментальных данных и проверки работы системы отбора. При остальных типах запуска /мезонный, случайный, от светодиода и тестовый/ критерии отбора не применялись.

Синхронизированная с ускорителем система блокировки /5/ открывала "быструю электронику" на время вывода частиц на установку /около 2 с/. Дополнительно в период активной работы установки выделялось время для регистрации данных и их передачи в ЭВМ.

## ЭЛЕКТРОНИКА $\gamma$ -СПЕКТРОМЕТРА

Одной из важнейших задач проводимых экспериментов являлось исследование энергетических спектров  $\gamma$ -квантов, образующихся в кристалле при прохождении электронов и позитронов высоких энергий. В качестве  $\gamma$ -спектрометра использовался ливневый детектор на основе сцинтиллирующего кристалла CsJ(Tl) диаметром 150 мм и длиной по пучку 230 мм, просматриваемый ФЭУ-49.

Рабочие спектрометрические сигналы снимались с анода и последнего диода ФЭУ и подавались на зарядовые предусилители TENNELEC 133 и TENNELEC 145 соответственно /рис. 6а/. Предусилители были установлены в непосредственной близости от ФЭУ и позволяли регистрировать  $\gamma$ -квант с энергией до 1 ГэВ /анод/ и до 10 ГэВ /диод/, что было обусловлено допустимым пределом их работы /насыщаемость/. В качестве спектрометрических усилителей были применены известные устройства ORTEC 471, в которых для

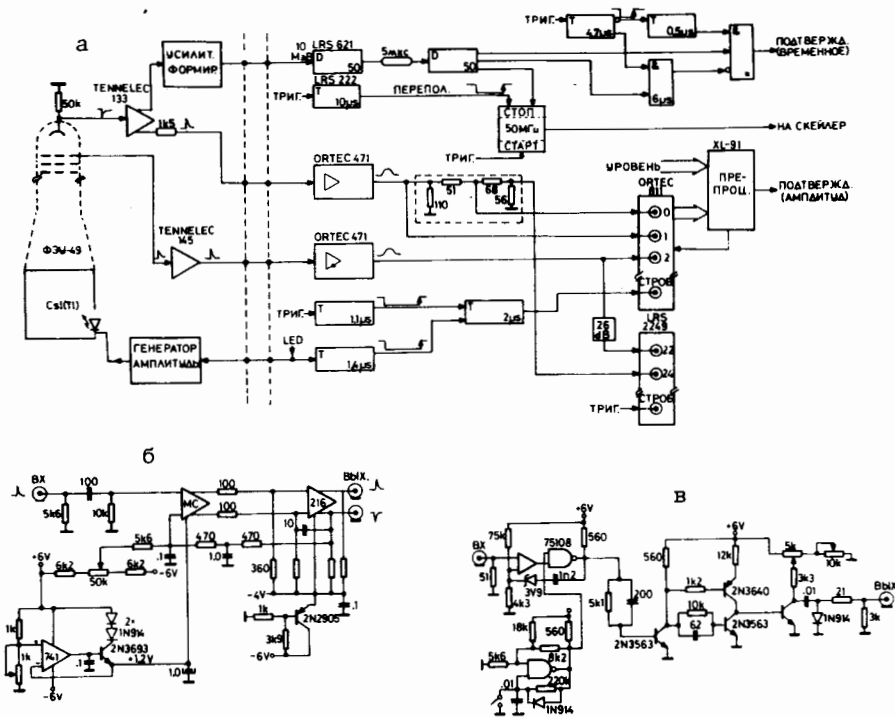


Рис.6. Регистрирующая электроника  $\gamma$ -спектрометра: а/ блок-схема; б/ принципиальная схема быстрого усилителя-формирователя, в/ принципиальная схема генератора точной амплитуды.

сохранения динамического диапазона усиление было сведено до нуля. Амплитуды спектрометрических импульсов регистрировались с помощью сопряженных с магистралью КАМАК АЦП ORTEC 811, имеющих цену отсчета 1 мВ при общем диапазоне регистрируемых амплитуд  $0 \div 2$  В / ширина строка - 2 мкс/. Так как максимальная амплитуда анодного тракта составляла 10 В, непосредственная подача этого сигнала на вход АЦП позволяла регистрировать энергии с наивысшим разрешением (0,1 МэВ/кан.) в диапазоне до 200 МэВ. Регистрация энергий до 1 ГэВ осуществлялась в результате пятикратного деления амплитуды анодного тракта. Регистрация энергий до 10 ГэВ производилась по динодному тракту с ценой отсчета 5 МэВ.

$\gamma$ -спектрометр был окружен с четырех сторон счетчиками А<sub>4</sub>-А<sub>7</sub>, предназначенными для отбраковки событий, в которых через радиатор спектрометра прошла фоновая заряженная частица.  $\gamma$ -спектрометр работал при больших нагрузках в широком динамическом диапазоне, в связи с чем на сигналы, поступающие из спектрометри-

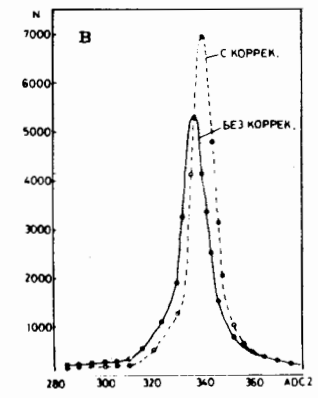
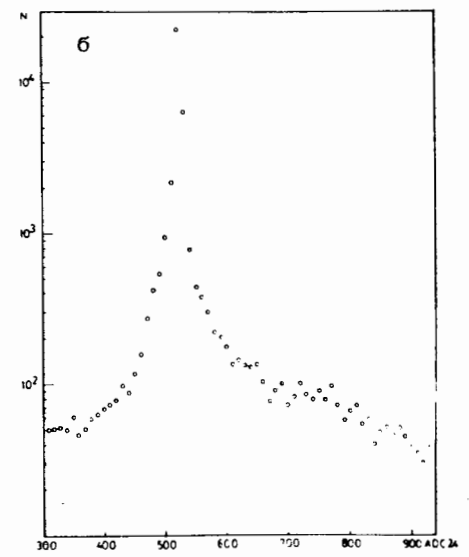
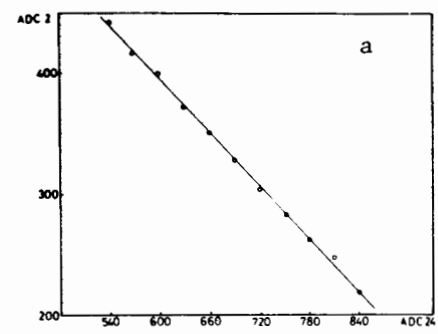


Рис.7. а/ калибровочная кривая коррекции спектров энергий; б/ скорректированный и нескорректированный спектр энергий в случае запуска от светодиода; в/ пьедестал АЦП-24 при случайном типе запуска.

ческих трактов, могли накладываться сигналы от ложных частиц, прошедших в другое время. Для коррекции и отбора неискаженных событий, а также подавления случаев, не содержащих интересной физической информации, был принят ряд мер:

- просматривался "нулевой уровень" спектрометрического сигнала /анодного - АЦП-24 и динодного - АЦП-22/ за 2 мкс до появления рабочего сигнала. В случае, когда этот уровень находился в допустимых пределах, результирующая амплитуда корректировалась согласно калибровочной кривой /рис.7а/, а в случае превышения допустимого уровня данное событие отбрасывалось. Измерение спектрометрического уровня производилось с помощью АЦП LRS 2249А с искусственно выведенным на половину шкалы пьедесталом /"нулем" энергии/, а сам спектрометрический сигнал был задержан относительно триггера на 2 мкс /импульс триггера стробирывал состояние уровня "0"/. На рис.7б показан скорректированный описанным образом спектр для запуска от светодиода, а на рис.7в представлен пьедестал АЦП-24 для случайного запуска;

- в общем потоке поступающих сигналов запуска установки число событий, в которых в рабочую область  $\gamma$ -спектрометра попадал испущенный  $\gamma$ -квант, составляло несколько процентов. Для подавления фоновых событий, в которых регистрировался "нуль" энергии /пьедастал АЦП/, было реализовано амплитудное подтверждение. Специально разработанный препроцессор (XL-91) сравнивал зарегистрированную амплитуду с заданной, установленной на уровне, превышающем пьедастал на несколько МэВ. Если зарегистрированная энергия оказывалась ниже заданной, генерировался сигнал "Очистка" - время решения составляло в этом случае 22 мкс;

- для анализа временных корреляций спектрометрических сигналов был сформирован так называемый временной тракт, с помощью которого было организовано временное подтверждение, применяемое для выделения частиц, соответствующих данному запуску установки. На рис.6б показана схема специального усилителя, который от переднего фронта сигнала анодного предусилителя формировал короткий /100 нс/ импульс, пропорциональный энергии регистрируемой частицы. Дискриминатором LRS 621 выделялись импульсы, превышающие 10 МэВ, которые затем задерживались на 5 мкс, что позволяло анализировать диапазон времени, предшествующий рабочему запуску. Задержанный импульс подавался на вход "Стоп" управляемого генератора на 50 МГц, запуск которого производился триггером установки. Регистрация отсчетов генератора с помощью скейлера позволяла определять момент прохождения частицы с точностью 20 нс. Временное подтверждение требовало попадания сигналов от  $\gamma$ -квантов во временной коридор  $T \pm 0,25$  мкс/, а также их отсутствия в диапазоне  $-5 \pm -0,25$  мкс. Схема аппаратной реализации временного подтверждения показана на рис.6а.

Важнейшей задачей являлась проблема калибровки, для решения которой необходимо было определить ряд параметров, характеризующих  $\gamma$ -спектрометр:

а/ калибровка "нуля" энергии производилась с использованием специального типа запуска установки /случайного/, не синхронизированного с прохождением частицы, в котором пьедасталы АЦП определялись максимумами регистрируемого спектра;

б/ абсолютная энергетическая калибровка проводилась с помощью радиоактивных источников ( $^{60}\text{Co}$ ,  $\text{Po-Be}$ ), а также по корреляции импульсы отклоненных вторичных частиц и отсчетов  $\gamma$ -спектрометра /метод "меченых фотонов"/1//;

в/ коррекция нестабильностей тракта во время цикла ускорителя осуществлялась с помощью запуска от светодиода ("LED"), который производился во всем диапазоне растяжки ускорителя. На торцевой части радиатора спектрометра был установлен светодиод, на который поступали импульсы от генератора точной амплитуды /рис.6в/;

г/ долговременная нестабильность спектрометрического тракта во время набора статистики проверялась при использовании отдельного мезонного типа запуска, с помощью которого регистри-

ровались ионизационные потери фоновых  $\mu$ -мезонов в радиаторе спектрометра /~130 МэВ/. Каждый 31-й запуск установки инициировался при совпадении сигналов от счетчиков  $A_3$  и  $A_8$  /рис.1/, при этом низкоэнергетическая компонента  $\mu$ -мезонов отсекалась с помощью поглощающего фильтра.

### ЭЛЕКТРОНИКА ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР

В эксперименте применялось пять блоков дрейфовых камер/6/, составленных из 29 плоскостей, формирующих 96 регистрирующих каналов. Основные параметры камер представлены в таблице, а конфигурация расположения проволок в каждой плоскости показана в формате события на рис.8.

№ СЛОБА	№ СЛОБА КАНАЛА КАМЕРА КООРД. ПЛОС. ПРОВ.				№ СЛОБА КАНАЛА КАМЕРА КООРД. ПЛОС. ПРОВ.			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	A4				11	1	1	1
2	A5				12	2	2	2
3	A6				13	3	3	3
4	A7				14	4	4	4
5	СРАБАТЫВАНИЕ ДКУ				15	5	5	5
6	S3-ТРИГГЕР				16	6	6	6
7	СРАБАТЫВАНИЕ ДКII				17	7	7	7
8	ПОВТ. СРАБ. S2 (0-500нс)				18	8	8	8
9	ТРИГГЕР (ДЛЯ НОРМИР.)				19	9	9	9
10	ИДЕНТИФИК. 0 1 0 0 0				20	10	10	10
11	ТИПА 0 0 1 1 0				21	11	11	11
12	ЗАПУСКА 0 0 0 0 1				22	12	12	12
13	НОРМАЛЬНЫЙ				23	13	13	13
14	ПЫЧКОВЫЙ				24	14	14	14
15	СЛУЧАЙНЫЙ				25	15	15	15
16	МЕЗОННЫЙ				26	16	16	16
17	LED				27	17	17	17
18	ТЕСТ				28	18	18	18
19	ПОСАДОК ЗАПУСКОВ				29	19	19	19
20	1 НОРМ.				30	20	20	20
21	2 "				31	21	21	21
22	3 "				32	22	22	22
23	4 ПЧК.				33	23	23	23
24	5 НОРМ.				34	24	24	24
25	6 "				35	25	25	25
26	7 "				36	26	26	26
27	8 ПЧК.				37	27	27	27
28	9 НОРМ.				38	28	28	28
29	10 "				39	29	29	29
30	11 ПЧК.				40	30	30	30
31	12 СЛУЧ.				41	31	31	31
32	13 ПЧК.				42	32	32	32
33	14 МЕЖДУКАЖДЫЙ (ВТОРОЙ)				43	33	33	33
34	15 LED				44	34	34	34
35					45	35	35	35
36					46	36	36	36
37					47	37	37	37
38					48	38	38	38
39					49	39	39	39
40					50	40	40	40
41					51	41	41	41
42					52	42	42	42
43					53	43	43	43
44					54	44	44	44
45					55	45	45	45
46					56	46	46	46
47					57	47	47	47
48					58	48	48	48
49					59	49	49	49
50					60	50	50	50

Рис.8. Формат считываемого события.

На рис.9а показана блок-схема системы электроники ДК. Импульс, образованный на сигнальной проволоке ДК, через разделительную емкость величиной 3000 пФ/3 кВ поступал на установленный непосредственно на камере усилитель-дискриминатор/7/ с порогом срабатывания 2 мкА. Для камеры низкого давления /ДК-II/ потребовалось повышение чувствительности регистрации, что было достигнуто в результате введения в усилитель дополнительного высокочастотного каскада с усилением 12 дБ/8/. В зависимости от количества используемых каналов в данной плоскости ДК на

Таблица

№ камеры	Газовая смесь	Давление	Скорость дрейфа /мм/нс/	Длина дрейфового промежутка /мм/	Рабочая область /мм <sup>2</sup> /	Координатная точность /мкм/	Порог регист-рации /мкА/	Круглость регист-рации
I	A	норм.	0,052	21	126x126	50	2	1
II	B	250 Тор	0,043	10	10x10	90	0,5	1
III	A	норм.	0,052	21	126x126	50	2	1
IV	A	норм.	0,052	21	126x250	50	2	1
V	A	норм.	0,052	21	84-164 мм	113	2	2

Газовая смесь: А - 67,2% - аргон, 30,3% - изобутан, 2,5% - метилаль. В - 62,0% - аргон, 28,0% - изобутан, 10,0% - метилаль.

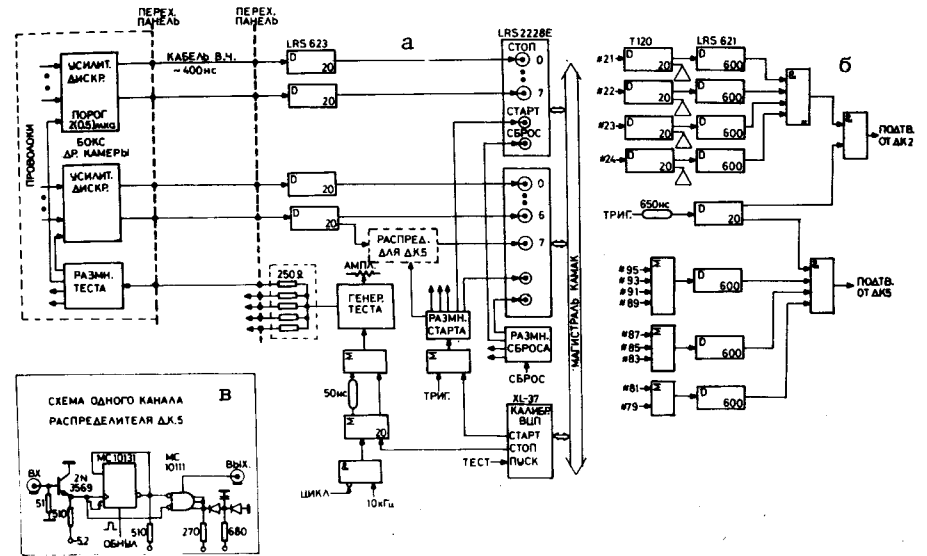


Рис.9. Электроника дрейфовых камер: а/ блок-схема, б/ принципиальная схема одного канала распределителя импульсов, в/ схема выработки подтверждений от дрейфовых камер.

одной карте усилителей могут размещаться от 2 до 4 каналов. Усилитель-дискриминатор имеет время собственного "гуляния", равное 3,2 нс, уровень перекрестных наводок не превышает 66 дБ, а разрешающая способность регистрации двух частиц не хуже, чем 25 нс. Усилитель питается от одного источника питания /-6 В/ и потребляет 110 мА/кан. Камеры вместе с соответствующей электроникой были установлены в термостабилизированных, экранированных боксах. Длина соединительных высококачественных кабелей РК-50-71 /около 80 м/ подобрана таким образом, чтобы компенсировать время, необходимое для выработки сигнала старта времяцифрового преобразователя /ВЦП/, который должен опережать самый ранний рабочий импульс. Импульсы от ДК регенерировались с помощью дискриминаторов LRS 623 /порог дискр.= 100 мВ, ширина импульса = 20 нс/, а затем подавались на стоповые входы времяцифровых восьмиканальных преобразователей LRS 2228E. Цена отсчета ВЦП составляет в среднем 330 пс, что при разрядности устройства, равной 11 бит, позволяет перекрыть временной диапазон свыше 600 нс. Мертвое время ВЦП /время преобразования/ равно 80 мкс, а его интегральная нелинейность не хуже +2 отсчетов. Для повышения временной точности регистрации стартовый импульс ВЦП формировался таким образом, что импульс "Мастер" шириной 50 нс стробировался коротким импульсом от счетчика S<sub>2</sub>, так что

передний фронт стартового импульса соответствовал переднему фронту сигнала со счетчика  $S_2$  /см. рис.2/. Для уменьшения временного разброса сигнал со счетчика  $S_2$  формировался в непосредственной близости от ФЭУ на уровне дискриминации 50 мВ.

В блоке ДК-V для регистрации электрон-позитронной пары требовался съем двух сигналов с каждой проволоки/9/, и для выполнения этого требования на каждую проволоку ДК-V было задействовано два канала ВЦП, а в регистрирующий канал ДК-V была введена специальная схема распределителя /рис.9б/, выделяющая каждый второй импульс.

С помощью дрейфовых камер формировались два типа подтверждений запуска установки: по срабатыванию всех проволок ДК-II и по срабатыванию всех плоскостей ДК-V. На рис.9в показана схема практической реализации этих подтверждений. Сигналы с соответствующих проволок или в случае ДК-V - с их логических сумм запускают одновибраторы /дискриминаторы/ с длительностью импульса, перекрывающей все время дрейфа /600 нс/, и затем после логического "И" стробируются задержанным на 650 нс импульсом триггера.

Важным являлось решение проблемы калибровки и наблюдения за правильностью работы всех каналов ДК/10/ /рис.9а/. Для осуществления проверки целого тракта ДК на каждой карте усилителей-дискриминаторов был задействован специальный тестовый вход, сигналы с которого смешивались с рабочими импульсами сигнальной проволоки. Применялись два вида тестирования электроники ДК:

А. Калибровка ВЦП. Координаты прохождения частицы через каждый дрейфовый промежуток определяются временем дрейфа  $t$ , регистрируемым с помощью ВЦП. Время  $t$  вычислялось как  $t = N/k_i$ , где  $N$  - отсчет ВЦП,  $k_i$  - коэффициент преобразования  $i$ -того канала. Индивидуальный для каждого канала коэффициент  $k_i$  определялся с помощью специально организованного запуска "Тест" установки, в котором регистрировались отсчеты ВЦП для пяти выбранных интервалов, заданных с шагом 100 нс, перекрывающих всю рабочую зону ВЦП. Для каждого выбранного интервала определялся средний отсчет, затем средние отсчеты для всех интервалов линейно аппроксимировались; полученная величина нелинейности параметра наклона не превышала 0,1%. Процедура определения параметров  $k_i$  для всех каналов ВЦП производилась в эксперименте раз в сутки с помощью специально разработанного блока/10/, в котором шаг калибровочного интервала задавался кварцевым генератором.

Б. Контроль за работоспособностью электроники ДК. В режиме нормального набора данных в массиве запуска "Тест" содержалась информация, соответствующая одному зафиксированному временному интервалу. Дополнительно амплитуда тестового импульса, устанавливаемая генератором теста /см. рис.9а/, соответствовала 3 мкА, что позволяло следить за правильностью подбора порогов усили-

телей-дискриминаторов. Тестовый сигнал состоял, в сущности, из двух смещенных между собой на 50 нс импульсов, что позволяло калибровать и проверять двойные срабатывания. Для визуального контроля работы конкретных каналов ДК вне цикла ускорителя в качестве тестового сигнала подавалась серия импульсов с частотой 10 кГц.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ

Система управления и регистрации данных создана в стандарте КАМАК и помещается в трех крейтах, организованных в ветвь КАМАК с помощью универсального драйвера ветви/11/. Регистрирующая электроника установки была составлена из стандартных блоков КАМАК и содержала 150 16-разрядных слов, образующих формат одного считываемого события /см. рис.8/. Ввиду сравнительно небольшого объема массива данных событий был применен принцип жесткого формата, что значительно облегчило распаковку информации при дальнейшей обработке данных. Последовательность считывания была подобрана таким образом, чтобы передачу данных можно было начинать, не дожидаясь завершения конверсии в преобразователях.

Были использованы четыре разновидности регистрирующих модулей: регистр "LATCH" /регистрация вспомогательной информации о событии/, 2 пересчетных устройства на 100 МГц /регистрация информации о частоте срабатывания различных узлов установки/. 3 АЦП /регистрация данных с  $\gamma$ -спектрометра, данных с черенковских ливневых счетчиков, ширин перекрытия сигналов на схемах совпадения/ и 12 ВЦП /регистрация данных с дрейфовых камер/. Массив данных заканчивался двумя "шахматными" словами, что позволяло эффективно фиксировать возможные ошибки передачи данных по магистралям и сбои формата.

Для управления установкой, сбора и анализа данных специально был создан ряд блоков, состыкованных посредством блока сопряжения/12/ с ЭВМ ЕС-1040. Блок сопряжения взаимодействовал с секторным каналом ЭВМ/13/ через параллельную линию связи с естественной для канала ЕС разрядностью 1 байт /употреблялись только две команды канала: "Запись" и "Чтение"/. В этом блоке использовался новый подход к организации чтения массивов событий с регистрирующей аппаратуры в ЭВМ, сущность которого заключается в том, что на уровне программы приема данных считываются не отдельные события, а однородный массив данных, разбиваемый на конкретные события уже на этапе обработки. Главным преимуществом применяемой организации считывания является существенное сокращение мертвого времени установки за счет устранения времени реакции ЭВМ на сигнал готовности установки к передаче и времени, затрачиваемого на программную подготовку электроники к регистрации отдельных событий. Это особенно важно



для ЭВМ ЕС-1040, архитектура и операционная система которой не вполне удовлетворяют требованиям работы в реальном масштабе времени. Принятый способ организации считывания позволял достигнуть пропускной способности передачи данных, равной скорости канала ЭВМ, составляющей в данном случае около 0,5 Мбайт/с.

Осуществляемая в блоке сопряжения возможность многократного повторения групповой команды КАМАК применяется также для передачи информации из ЭВМ на устройства вывода, входящие в состав аппаратуры установки. Применяются два устройства визуального представления результатов обработки в виде одно- и двумерных гистограмм или таблиц: DZM-180 и ТЕКТРОНИХ-613, на которые имела возможность передачи массивов данных в блочных режимах останова или поворота вплоть до 64Кбайтов по одной команде канала ЭВМ. Алфавитно-цифровой терминал DZM-180 мозаичного типа и графический дисплей с запоминающей трубкой ТЕКТРОНИХ-613 были сопряжены с магистралью КАМАК посредством специально разработанных интерфейсов/14,15/, обеспечивающих эффективные режимы визуализации результатов обработки. Воздействовать на ход работы совокупности он-лайн-программ/16/ из экспериментального зала можно было двумя способами: с помощью набора специальных команд, посылаемых в ЭВМ с терминала, или с помощью специально разработанной панели управления/5/, на которой был установлен ряд кнопок, лампочек и блоков набора констант, позволяющих наблюдать за ходом работы установки, управлять выполнением программы приема данных, а также управлять выводом гистограмм и таблиц /вызов, приостановление накопления или обнуление требуемой гистограммы/.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описана электронная аппаратура, примененная на установке "Кристалл", созданной для изучения процессов, связанных с каналированием заряженных частиц высоких энергий в монокристаллах. Во время трехлетней работы на ускорителе ИФВЭ описанная аппаратура подвергалась постоянным усовершенствованиям и модификациям; представленный здесь материал соответствует окончательному варианту установки. Аппаратура показала высокую надежность работы; с ее помощью было записано на магнитные ленты свыше 10 миллионов физических событий.

Авторы благодарят В.В.Авдейчикова, А.С.Водопьянова, И.И.Евсикова, И.М.Иванченко, А.Н.Искакова, Н.Н.Карпенко, Г.Д.Коваленко, Ю.В.Нильсена, В.В.Пальчика и А.Е.Сеннера, принимавших участие на разных этапах процесса создания аппаратуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бавижев М.Д. и др. ИФВЭ, 82-74, Серпухов, 1982.
2. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, P13-82-547, Дубна, 1982.
3. Dobinson R.W. Physica Scripta, 1981, vol.23, p.487.
4. Гузик З. и др. ОИЯИ, 1-82-865, Дубна, 1982.
5. Гузик З. и др. ОИЯИ, 13-12952, Дубна, 1980.
6. Filatova N.A. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1977, 143, p.17.
7. Guzik Z. FNAL Rep., FN-301, Batavia, 1976.
8. Войтковска И. и др. ОИЯИ, P13-82-374, Дубна, 1982.
9. Bavizhev M.D. et al. Nucl.Instr.and Meth., 1983, 206, p.379.
10. Гузик З. и др. ОИЯИ, 13-12951, Дубна, 1980.
11. Нгуен Фук, Смирнов В.А. ОИЯИ, 10-8712, Дубна, 1979.
12. Гузик З., Форяцки А. ОИЯИ, 13-81-451, Дубна, 1981.
13. Горбунов Н.В., Морозов Б.А. ОИЯИ, 11-11394, Дубна, 1978.
14. Гузик З., Форяцки А. ОИЯИ, 13-13010, Дубна, 1980.
15. Гузик З., Форяцки А. ОИЯИ, 1-81-29, Дубна, 1981.
16. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P10-12968, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 ноября 1983 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 VIII 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

Булгаков Н.К. и др. 13-83-757  
Электроника сбора данных в экспериментах по исследованию излучения, возникающего при каналировании электронов и позитронов в монокристаллах

Описывается электронная система сбора данных и управления установкой, предназначенной для исследования процессов излучения релятивистских частиц в монокристаллах, которая размещена на пучке электронов и позитронов ускорителя ИФВЗ. Главными узлами аппаратуры, объединяемой с помощью ветви КАМАК, являются: система запуска, электроника  $\gamma$ -спектрометра, электроника дрейфовых камер и система связи с ЭВМ ЕС-1040. Кроме функций сбора данных система обеспечивает двухуровневую фильтрацию полезных событий с различными алгоритмами отбора, множество режимов калибровки детекторов установки, эффективные способы визуализации результатов обработки в режиме он-лайн и др. Система, составленная из стандартных модулей и блоков, разработанных с учетом специфики проводимого эксперимента, показала высокую надежность работы: в течение трех лет с ее помощью было зарегистрировано свыше 10 миллионов физических событий.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Bulgakov N.K. et al. 13-83-757  
Data Acquisition System Electronics In Experiments on the Study of Irradiation Appearing at Channeling Electrons and Positrons In Monocrystals

A data acquisition and control system implemented in an experimental set-up designed to study radiation effects of relativistic particles in monocrystals is described. The set-up was installed on the electron and positron beams of the IHEP accelerator. The basic elements of the system, coupled by means of the CAMAC branch are: trigger logic, gamma-spectrometer electronics, drift chambers electronics and link to the EC-1040 computer. Besides its main goal of data acquisition, the system also provides: two level event filtering with different algorithms, comprehensive calibration of various detectors, effective visualization methods of on-line data processing etc. The system compiled from commercial modules and custom-designed units, which comply with specific experimental needs, operated extremely reliably and has registered above  $10^7$  physical events.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой