

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

3464/2-80

28/7-80

13-80-161

Г.Айхнер, А.Н.Алеев, В.А.Арефьев, В.П.Баландин,  
В.К.Бирулев, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов,  
Д.А.Кириллов, И.Г.Косарев, Б.А.Кулаков,  
М.Ф.Лихачев, А.Н.Максимов, А.Н.Морозов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР  
В СИСТЕМЕ ЗАПУСКА СПЕКТРОМЕТРА  
БИС-2 ОИЯИ

1980

## 1. Введение

За последнее время в экспериментах по физике высоких энергий нашли широкое применение спектрометры из пропорциональных камер, которые с применением современных ЭВМ позволяют существенно повысить скорость набора статистики и значительно улучшить отбор полезных событий по сравнению со спектрометрами из искровых камер <sup>/1,2/</sup>.

В ОИЯИ создан и успешно работает многоцелевой бесфильмовый спектрометр с пропорциональными камерами БИС-2, расположенный на пучке нейтральных частиц ускорителя ИФВЭ. Спектрометр предназначен для проведения поисковых и исследовательских экспериментов с пучками нейтронов и  $\gamma$ -квантов; он регистрирует в качестве вторичных частиц адроны и лептоны.

Спектрометр БИС-2 состоит из 10 двухкоординатных пропорциональных камер /ПК/ с общим числом информационных проволок более 5000, 140-канального черенковского спектрометра полного поглощения /ЧСПП/, детектора мюонов на основе сцинтилляционных счетчиков и фильтров из железа / $\mu$ -детектор/, годоскопических счетчиков /Г/, нейтронного монитора (MN) и спектрометрического магнита типа СП-40. Углеродная мишень  $\phi$  50 мм расположена непосредственно на майларовом окне ПК1. Схема расположения аппаратуры спектрометра на канале нейтральных частиц ускорителя ИФВЭ приведена на рис.1. Размеры пропорциональных камер и число информационных каналов каждой ПК приведены в табл.1.

Бесфильмовые спектрометры на основе координатных детекторов из искровых камер имели в своем составе самостоятельную систему запуска, состоявшую, как правило, из системы сцинтилляционных и черенковских счетчиков, расположение и способы включения которых определялись конкретной физической задачей, решаемой с помощью спектрометра <sup>/3,4/</sup>. Однако возможности таких систем были невелики, и при изменении схемы эксперимента требовалось изменение геометрической конфигурации системы запуска. Кроме того, сцинтилляционные счетчики существенно увеличивают количество вещества на пути частиц, что приводит к увеличению углов рассеяния и ухудшает разрешение спектрометра по массе и углу. С появлением методики пропорциональных камер включение даже небольшого числа информационных проволок и соответствующей электроники в систему запуска позволило существенно увеличить коэффициент отбора полезных событий <sup>/5,6/</sup>.

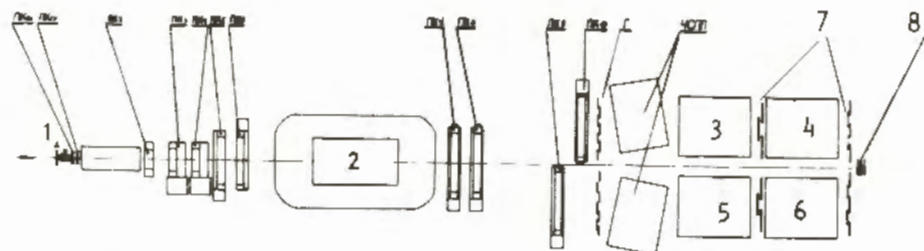


Рис.1. Блок-схема расположения аппаратуры спектрометра БИС-2 на канале нейтральных частиц. 1 - ан-тисчетчик, 2 - магнит СП-40, 3 - 6 - железные фильтры, 7 -  $\mu$ -счетчики, 8 - монитор.

Таблица 1

№ проп. кам.	Размеры /мм/		Число активных проводов	
	"X"	"Y"	"X"	"Y"
1	200	200	30	30
2	400	300	160	-
3	400	300	200	150
4	400	300	200	150
5	800	300	400	150
6	800	300	400	150
7	1000	600	500	300
8	1000	600	500	300
9	1000	600	500	300
10	1000	600	500	300

В данной статье описывается способ использования пропорциональных камер в качестве основного элемента системы запуска спектрометра БИС-2.

## 2. Организация сигналов "Быстрое ИЛИ"

Пропорциональные камеры в спектрометре выполняют следующие функции:

- 1/ обеспечение информации о координатах треков зарегистрированных событий,
- 2/ участие в выработке импульса запуска спектрометра.

Так как описываемая система может быть использована в различных экспериментах, то применение ПК в системе запуска должно носить универсальный характер. Универсальность системы запуска на основе ПК в спектрометре БИС-2 обеспечивается использованием суммарных логических сигналов "Быстрое ИЛИ", которые выводятся с каждой шестиканальной платы усилителя типа 6 УФ2<sup>79</sup>. "Индивидуальное ИЛИ" соответствует элементарной ячейке камеры, содержащей шесть сигнальных проводов. Комбинации сигналов "Индивидуальное ИЛИ" открывают большие возможности при построении системы запуска. В спектрометре БИС-2 почти все ПК /см. табл.1/ имеют большое количество информационных проводов, поэтому для уменьшения числа блоков электроники и кабельных коммуникаций естественным выглядит решение использовать для запуска сигналы с групп элементарных ячеек каждой камеры.

Для этой цели плоскости всех ПК разбиты на секции, набор которых представляет собой аналог вертикальных и горизонтальных годоскопов. С помощью этих секций осуществляется логика запуска установки путем использования сигналов, соответствующих любым площадям электродов ПК, кратным площади одной секции.

В табл.2 представлены число и размеры годоскопических секций в различных ПК спектрометра.

Таблица 2

№ ПК	Число годоскоп. секций		Размер одной секции /мм/	
	"X"	"Y"	"X"	"Y"
1	8	8	8	8
2	40	-	8	-
3	24	19	16	16
4	24	19	16	16
5	12	4	72	72
6	12	4	72	72
7	12	8	84	72
8	12	8	84	72
9	12	8	84	72
10	12	8	84	72

Сигналы "Быстрое ИЛИ" с ПК1-ПК4, соответствующие годоскопическим секциям указанных размеров /см. табл.2/, подаются по кабелям в домик экспериментатора на электронные схемы, установленные в крейтах, где они могут быть при необходимости объединены в суммарные сигналы, соответствующие плоскостям каждой камеры.

Для уменьшения числа ложных запусков первые, расположенные за мишенью, ПК разбиты на секции меньших размеров, чем последующие камеры.

Конструктивно электроника, вырабатывающая сигналы "Быстрое ИЛИ" с ПК5-ПК10, размещена непосредственно на камерах и имеет несколько ступеней объединения индивидуальных сигналов "ИЛИ". На рис.2 схематично представлена организация сигналов "Быстрое ИЛИ" с ПК5-ПК10. Индивидуальные сигналы "ИЛИ" в уровнях TTL выводятся на 50-контактные разъемы, на кабельных частях которых размещены электронные схемы. Одна схема объединяет три группы индивидуальных сигналов, по 7 в каждой. Одна группа соответствует 1/12 части "X"-плоскости в ПК5-ПК10. В ПК меньшего размера для получения сигнала "1/12 часть плоскости" объединяется, соответственно, меньшее число индивидуальных "ИЛИ". На следующей ступени объединения в этой же схеме производится логическое суммирование в сигналы "1/4 часть плоскости". Сигналы "1/12 часть плоскости" и "1/4 часть плоскости" через отдельный разъем подаются в домик экспериментатора. Сигналы "1/4 часть плоскости", кроме того, внутри камеры поступают на схему "Суммарное ИЛИ" / "Σ ИЛИ"/, с которой выходят 2 сигнала "Полуплоскость" и 1 сигнал "Плоскость". В зависимости от задачи, решаемой системой запуска, все эти сигналы могут быть использованы в любой комбинации. Все сигналы "Быстрое ИЛИ",



Рис.3. Конструктивное исполнение и размещение на пропорциональных камерах электронных схем "ИЛИ" /"схемы ИЛИ" наверху, между кабелями/.

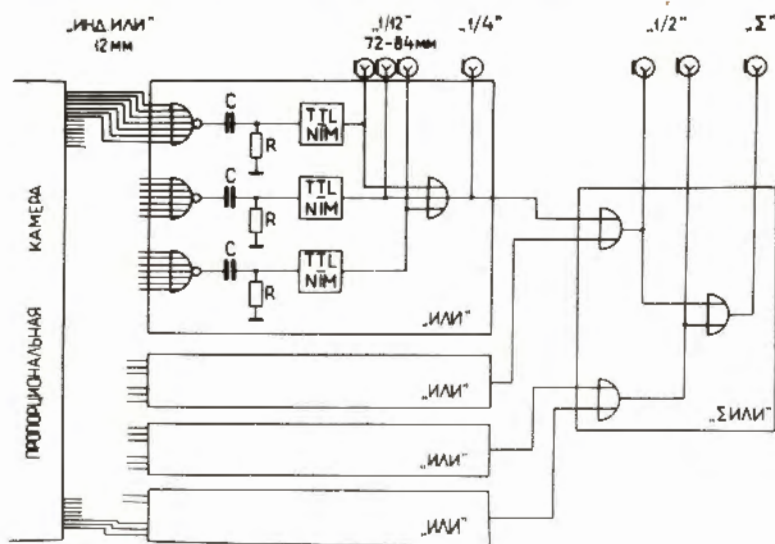


Рис.2. Схема организации сигналов "Быстрое ИЛИ" с пропорциональных камер.

поступающие с камер, имеют формовку по длительности и амплитуде. Такой уровень сигналов "ИЛИ" позволяет для организации запуска использовать стандартные блоки электроники, применяемые в любом эксперименте: формирователи, смесители, размножители, схемы совпадений и т.д. На рис.3 показано конструктивное исполнение схем "ИЛИ", объединяющих индивидуальные сигналы "ИЛИ".

### 3. Примеры блок-схем запуска с использованием пропорциональных камер

Простейшим условием запуска установки является требование срабатывания каждой ПК спектрометра. Такое требование легко осуществляется путем использования сигнала "Плоскость".

Более сложным является требование определенного числа частиц, прошедших через плоскость ПК. Для его осуществления необходим отбор событий либо с помощью линейных сумматоров и амплитудного дискриминатора, либо путем использования мажоритарных схем совпадения /МСС/. В спектрометре БИС-2 применена мажоритарная логика запуска.

Еще более сложными задачами являются требования определенного угла рассеяния или заданной разности частиц, прошедших через две или более плоскости ПК. Для выполнения этих задач применяются быстрые цифровые процессоры, имеющие время решения порядка  $100\div 200$  нс<sup>8,9</sup>.

На рис. 4 показана упрощенная блок-схема запуска спектрометра БИС-2 для случая регистрации двухчастичного распада. Основным требованием, наложенным на такой запуск, является одновременное срабатывание левой и правой относительно оси пучка частей установки. При сравнении данной блок-схемы со схемой из работы<sup>3</sup>, где наложено аналогичное требование и запуск осуществляется с помощью сцинтилляционных счетчиков, очевидно преимущество в простоте и гораздо меньшем количестве примененных блоков электроники. В данном запуске для улучшения "временной привязки" использован сцинтилляционный годоскоп Г, расположенный после всех координатных детекторов, а также счетчики мю-детектора /при необходимости отбирать события со вторичными лептонами/. Схемы включения "Г" и "μ"-счетчиков описаны в работе<sup>8</sup>.

На рис. 5 представлен упрощенный вариант блок-схемы запуска БИС-2 с применением мажоритарной логики и быстрого процессора<sup>9</sup>. Приведенная схема дает возможность отбирать многочастич-

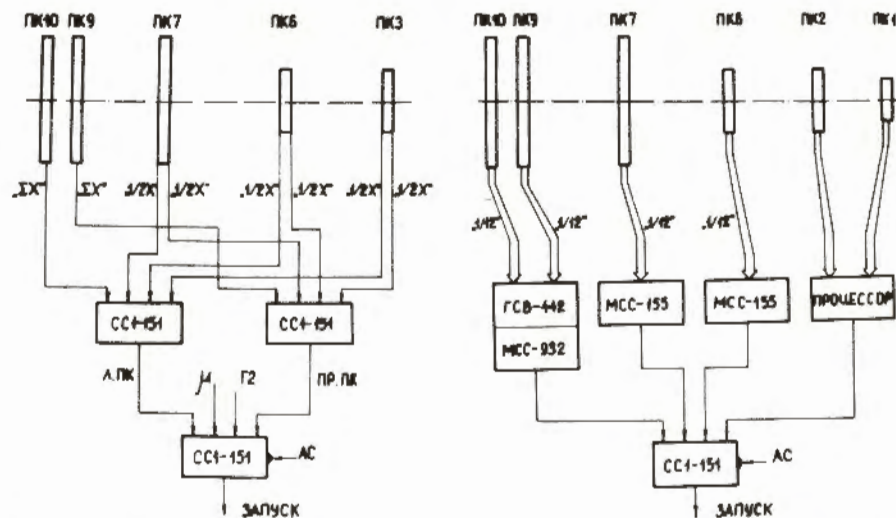


Рис. 4. Блок-схема запуска спектрометра для отбора событий с двухчастичным распадом вторичных частиц.

Рис. 5. Блок-схема запуска спектрометра для отбора многочастичных событий.

ные события. Мажоритарные схемы выделяют события с заданным числом частиц в различных плоскостях спектрометра. В данном случае выбираются события с числом частиц  $\geq 4$  /при поиске 4-частичных распадов очарованных частиц/. Процессор обеспечивает запуск установки при заданной разности частиц, прошедших через "X"-плоскости ПК2 и ПК1, т.е. отбирает события, содержащие одну и более "распадных вилок" с вершиной в объеме между ПК1 и ПК2.

Используя годоскопическое деление ПК, в принципе, можно осуществить предварительный анализ регистрируемых вторичных частиц по импульсу /например, регистрируя частицы с определенным поперечным импульсом/ и еще более улучшить условия отбора полезных событий.

#### 4. Временные характеристики системы запуска

Для используемых мажоритарных схем совпадения<sup>10</sup> необходимо обеспечить длительность входных сигналов не менее 50 нс.

В связи с этим длительность всех сигналов "Быстрое ИЛИ" установлена 60 нс. Величина всех сигналов соответствует стандарту NIM.

Временной разброс сигналов "Быстрое ИЛИ", дающий вклад во временное разрешение системы запуска, иллюстрируется рис. 6. Для наглядности приведены два временных спектра сигналов "ИЛИ", поступающих со всей плоскости пропорциональной камеры: рис. 6а - спектр, соответствующий началу "Плато" кривой эффективности - напряжение на камере, рис. 6б - спектр, соответствующий рабочей точке камеры. Как видно из рис. 6, при рабочем напряжении на камере временной разброс составляет около 20 нс /ширина спектра на полувысоте/, что позволяет обеспечить временное разрешение системы запуска не хуже 150 нс.

На рис. 7 представлена гистограмма, иллюстрирующая эффективность работы мажоритарной логики запуска. На гистограмме представлено распределение числа кластеров в пропорциональной камере, не включенной в систему запуска. Видно, что при использовании мажоритарной логики для отбора событий с числом зарегистрированных частиц  $\geq 4$ , ложные решения, обусловленные временным разбросом сигналов, составляют около 3%.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность за оказание необходимой помощи в выполнении монтажных работ сотрудникам монтажной группы ОННР ЛВЭ, сотрудникам монтажной группы НЭЭО ЛВЭ, а также инженерному коллективу ОННР ЛВЭ за наладку электронных блоков, используемых в системе запуска.

CHAN CONT.

```

5 0
6 1*
7 1*
8 2*
9 3**
10 2*
11 2*
12 2*
13 8*****
14 9*****
15 11*****
16 20*****
17 26*****
18 29*****
19 53*****
20 62*****
21 67*****
22 75*****
23 65*****
24 55*****
25 24*****
26 20*****
27 21*****
28 18*****
29 15*****
30 14*****
31 12*****
32 12*****
33 7*****
34 3**
35 3**
36 2*
37 2*
38 1*
39 1
40 0

```

Рис.6. Временной спектр сигналов "Быстрое ИЛИ" с пропорциональной камеры. Шаг гистограммы 4 нс. а/ ПК по высоковольтному напряжению находится в начале плато, б/ ПК по высоковольтному напряжению находится в рабочей точке.

CHAN CONT

```

1 0
2 1
3 0
4 1
5 1
6 2*
7 1
8 2*
9 2*
10 5**
11 8***
12 17*****
13 32*****
14 47*****
15 87*****
16 99*****
17 109*****
18 107*****
19 72*****
20 67*****
21 36*****
22 24*****
23 18*****
24 6***
25 7***
26 5**
27 2*
28 2*
29 4*
30 1
31 0

```

CONT CHAN

```

0 1
3 2
78 3 **
1059 4 *****
770 5 *****
365 6 *****
162 7 *****
79 8 **
34 9 *
15 10
20 11
19 12
9 13
7 14
11 15

```

Число входов  
в гистограмму  
2654

Рис.7. Гистограмма распределения числа зарегистрированных кластеров в ПК, не включенной в систему запуска /случай регистрации событий с  $p \geq 4$  вторичных частиц/.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, P1-5361, Дубна, 1971.
2. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, 13-8967, Дубна, 1975.
3. Бирулев В.К. и др. ОИЯИ, 1-6665, Дубна, 1972.
4. Адылов Г.Т. и др. ОИЯИ, P13-8367, Дубна, 1974.
5. Воробьев Г.Г. и др. ОИЯИ, Б1-5489, Дубна, 1970.
6. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-7613, Дубна, 1973.
7. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.
8. Гузик З. и др. ОИЯИ, P13-6917, Дубна, 1973.
9. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-10407, Дубна, 1977.
10. Басиладзе С.Г. и др. ПТЗ, 1974, №3, с.86.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 февраля 1980 года.