

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



P13 - 9368

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, А.С.Водопьянов, Э.Далли,
Д.Дрики, И.Иван, Б.А.Кулаков, А.Либерман,
Т.С.Нигманов, Дж.Томпкинс, М.Турала, Э.Н.Цыганов,
П.Шелард

КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ДЕТЕКТОРОВ
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО π -е РАССЕЯНИЮ
ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ

5-11-74

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Ранг публикаций Объединенного института ядерных исследований

Препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований /ОИЯИ/ являются самостоятельными публикациями. Они издаются в соответствии со ст. 4 Устава ОИЯИ. Отличие препринтов от сообщений заключается в том, что текст препринта будет впоследствии воспроизведен в каком-либо научном журнале или аperiodическом сборнике.

Индексация

Препринты, сообщения и депонированные публикации ОИЯИ имеют единую нарастающую порядковую нумерацию, составляющую последние 4 цифры индекса.

Первый знак индекса - буквенный - может быть представлен в 3 вариантах:

“Р” - издание на русском языке;

“Е” - издание на английском языке;

“Д” - работа публикуется на русском и английском языках.

Препринты и сообщения, которые рассылаются только в страны-участницы ОИЯИ, буквенных индексов не имеют.

Цифра, следующая за буквенным обозначением, определяет тематическую категорию данной публикации. Перечень тематических категорий изданий ОИЯИ периодически рассылается их получателям.

Индексы, описанные выше, представляются в правом верхнем углу на обложке и титульном листе каждого издания.

Ссылки

В библиографических ссылках на препринты и сообщения ОИЯИ мы рекомендуем указывать: инициалы и фамилию автора, далее - сокращенное наименование института-издателя, индекс, место и год издания.

Пример библиографической ссылки:

И.И.Иванов. ОИЯИ, Р2-4985, Дубна, 1971.

P13 - 8368

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, А.С.Водопьянов, Э.Дали,*
Д.Дрики*, И.Иоан, Б.А.Кулаков, А.Либерман,*
Т.С.Нигманов, Дж.Томпкинс,* М.Турала, Э.Н.Цыганов,
П.Шепард*

КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ДЕТЕКТОРОВ
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО π -е РАССЕЯНИЮ
ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ

* Калифорнийский университет, Лос-Анжелес.

S U M M A R Y

The operation of the setup in the π -e scattering experiment is controlled by means of "on-line" programs on an HP2116B computer. The results have been presented as 200 histograms or numeral tables; an operator could transmit each of them to a display or a printer. The performance of the counters and the trigger system was presented in the "on-line" analysis by the pulse histograms of each photomultiplier in the setup, pulse amplitude spectra of the Čerenkov spectrometers, overlap distribution of the counter pulses which trigger the setup. Besides, the two-dimensional count distribution was transmitted which characterized the linearity of the Čerenkov spectrometers, and the count rate of 13 elements of fast electronics was registered as well.

Для проведения эксперимента по n -е рассеянию^{1/} при энергии 50 ГэВ использовался магнитный искровой спектрометр^{2/}, работавший на линии с ЭВМ типа HP2116B /рис. 1/. Система запуска спектрометра^{3/} состояла из сцинтилляционных счетчиков /мониторные счетчики S1, S2, S3, S4, запускающие счетчики SE и SP, счетчики, включенные на антисовпадения, А_{ЧАЛО}, А5 и АВ/, двух ливневых черенковских спектрометров^{4/} и быстрой электронной логики.

Для контроля за работой установки и для предварительной оценки результатов эксперимента была создана система "он-лайн"-программ^{5,6} на ЭВМ HP2116B. Результаты представлялись в виде 200 гистограмм или числовых таблиц, причем оператор мог вызвать любую из них на дисплей или быструю печать. Работа счетчиков и системы запуска была представлена в "он-лайн"-анализе гистограммами срабатывания каждого фотоумножителя в установке, амплитудными спектрами сигналов черенковских спектрометров, распределением времени перекрытия сигналов счетчиков, определяющих запуск установки, распределением событий по числу первичных n -мезонов, зарегистрированных между запусками установки. Кроме этого, выдавалось двумерное распределение отсчетов, характеризующее линейность черенковских спектрометров, а также регистрировалась скорость счета с 13-ти элементов быстрой электроники.

Функциональная блок-схема работы экспериментальной установки изображена на рис. 2. Счетчики и быстрая электроника вырабатывали сигнал, который использовался для запуска генераторов высоковольтных импульсов, питающих искровые камеры, а также инициировал цикл работы системы считывания информации. В этом цикле

система считывания прекращала прием информации со схем быстрой электроники, начинала прием данных с пропорциональных и искровых камер, регистрацию спектрометрической информации с черенковских счетчиков и передавала данные в ЭВМ. После окончания приема данных ЭВМ выдавала разрешение на продолжение набора статистики. По результатам "он-лайн"-анализа оператор мог контролировать ход эксперимента и менять режим работы установки с помощью клавишей на контрольной панели и телетайпа ЭВМ.

Подбор рабочих режимов сцинтилляционных счетчиков и предварительная проверка их эффективности проводилась с использованием фонового пучка по схеме /рис. 3/, исключая влияние временных факторов /загрузок, мертвых времен и т.д./. Для мониторинговых счетчиков небольшого размера удалось получить достаточно высокую эффективность / $\geq 99\%$ / при сравнительно небольших напряжениях на ФЭУ. Для счетчиков большего размера подбором фотоумножителей и индивидуальных делителей также удалось получить хорошую эффективность / $\geq 99\%$ / даже при работе с одним ФЭУ. Эффективность при работе с двумя ФЭУ была обычно не ниже 99,9% /рис. 4/.

Подбор временных задержек сигналов для основных счетчиков производился обычно с помощью быстрого двухлучевого осциллографа. Задержки были подобраны с точностью 1-2 нсек. Удобным методом контроля постоянства задержек во время проведения эксперимента являлась регистрация с помощью линейных интегральных ворот и блока амплитудного преобразования времени перекрытия сигналов всех сцинтилляционных счетчиков, включенных на совпадения в схему "MASTER". На рис. 5 приведен такой спектр, полученный в режиме "он-лайн". Пик распределения соответствует времени 8 нсек, "хвост" в сторону меньших значений объясняется наличием случайных совпадений. Этот спектр выдавался на печать во время проведения эксперимента в числе других "он-лайн"-гистограмм приблизительно каждые два часа, а также в любое время мог быть вызван оператором на экран дисплея. Наличие пика в нужной позиции давало уверенность в постоянстве задержек счетчиков совпадений.

Контроль за работой счетчиков SE и SP /единственные сцинтилляционные счетчики, эффективность которых нужно было знать для получения абсолютного сечения процесса/ проводился с помощью анализа информации со схемы, регистрирующей срабатывания каждого фотоумножителя установки. На рис. 6 приведена гистограмма относительной частоты срабатывания каждого ФЭУ за определенное число запусков. Счетчики S1-S4, просматриваемые одним фотоумножителем, дают, естественно, одинаковое количество срабатываний, равное числу запусков. Фотоумножители SE и SE', SP и SP', включенные в каждом счетчике по схеме "или", обычно давали относительную частоту срабатывания около 90%. Такая низкая частота срабатываний вызывалась отнюдь не плохой эффективностью счетчиков, а наличием случайных запусков и запусков от частиц, проходящих через световоды счетчиков. Доказательством этого служит аналогичная гистограмма, представленная на рис. 7 и полученная при "офф-лайн"-анализе для запусков, в которых были зарегистрированы события $n-\sigma$ рассеяния. При отборе событий требовалось, чтобы треки частиц прошли через рабочую площадь сцинтилляторов. Из данных на рис. 7, предполагая, что ФЭУ работают независимо, можно найти эффективности каждого ФЭУ, которые оказываются более 0,997. Очевидно, что при этом эффективность счетчика, в котором сигналы с двух ФЭУ складываются по схеме "или", будет отличаться от единицы лишь в шестом знаке. Нужно отметить, что эти счетчики работали в условиях небольшой загрузки / $2 \cdot 10^4 \text{ сек}^{-1}$ /, и один из двух фотоумножителей работал с дискриминатором без мертвого времени типа IRS-161 /дискриминатор с продлевающимся сигналом/.

Стабильность относительной частоты срабатывания ФЭУ /рис. 6/ во время проведения эксперимента была довольно хорошим критерием правильности работы счетчиков.

Работа черенковских спектрометров также контролировалась с помощью результатов "он-лайн"-анализа. На рис. 8 приведены амплитудные спектры сигналов со счетчиков ЧС1 и ЧС2, полученные в процессе работы установки в течение около двух часов. В правой части спек-

ров для обоих счетчиков видны характерные пики, соответствующие регистрации электронов из событий $p-e$ рассеяния. Стабильность положения этих пиков в процессе набора статистики свидетельствовала о надежной работе черенковских спектрометров. На этом же рисунке хорошо виден эффект порогов, характеризующих минимальную амплитуду сигналов, необходимых для запуска установки. Гистограммы, приведенные на рис. 8, позволяли достаточно хорошо контролировать стабильность этих порогов.

Таким образом, в течение всего эксперимента /около 1000 часов работы на пучке/ проводился надежный контроль работы аппаратуры. О качестве оперативного контроля свидетельствует тот факт, что из записанных на магнитные ленты $2,5 \times 10^6$ запусков установки около 98% использовалось для дальнейшего анализа.

В заключение авторы выражают благодарность коллективу ускорителя ИФВЭ за обеспечение хороших условий при проведении эксперимента.

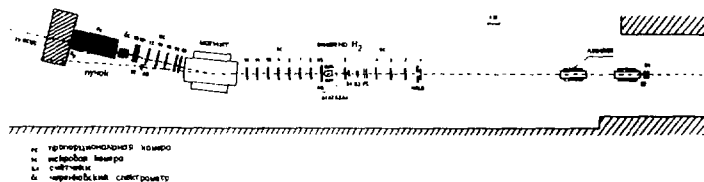


Рис. 1. Схема расположения экспериментальной аппаратуры на канале №12 ускорителя ИФВЭ.

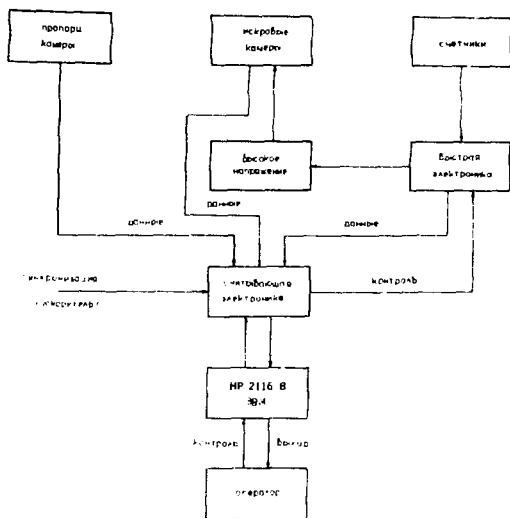


Рис. 2. Функциональная схема работы установки в целом.

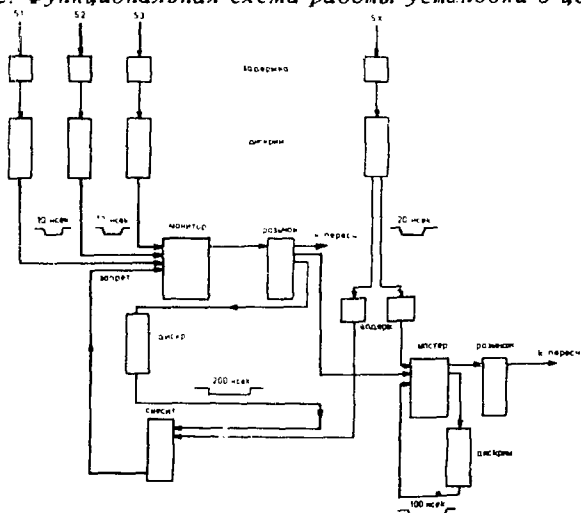


Рис. 3. Блок-схема электронной логики для исследования эффективностей сцинтилляционных счетчиков установки.

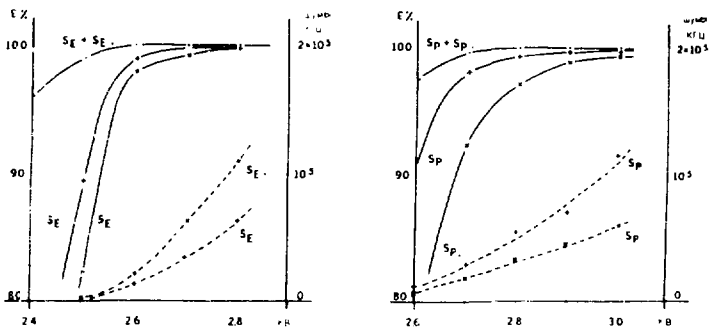


Рис. 4. Эффективность "пионного" / Sp , Sp / и "электронного" / SE , SE / сцинтилляционных счетчиков, просматриваемых двумя фотоумножителями в каждом счетчике, в зависимости от напряжения на ФЭУ /сплошные кривые/. Зависимость шумовых сигналов от напряжений нанесена пунктирными линиями.

TOTAL NUMBER OF ENTRIES 15268	
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 212	
3,0000	19
4,0000	42 *
7,0000	74 **
9,0000	141 ****
11,0000	169 ****
13,0000	233 ****0
15,0000	240 ****0
17,0000	188 ****0
19,0000	275 ****0*
21,0000	294 ****0
23,0000	297 ****0*
25,0000	235 ****0*
27,0000	273 ****0
29,0000	281 ****0**
31,0000	367 ****0****
33,0000	591 ****0*****
35,0000	572 ****0 ****0****
37,0000	723 ****0*****0****
39,0000	826 ****0*****0****0
41,0000	1000 ****0*****0****0****0
43,0000	1260 ****0*****0****0****0****0
45,0000	1538 ****0*****0****0****0****0****0
47,0000	1690 ****0*****0****0****0****0****0****0
49,0000	1523 ****0*****0****0****0****0****0****0
51,0000	1122 ****0*****0****0****0****0****0
53,0000	667 ****0*****0****0****0****0****0
55,0000	331 ****0****
57,0000	118 **
59,0000	40 *
61,0000	15
NUMBER ABOVE UPPER LIMIT 19	
HISTOGRAM # 5	

Рис. 5. Распределение выходных сигналов со схемы совпадений "MASTER" по длительности /относительная шкала/. Хвост распределения в сторону малых значений объясняется случайными запусками.

```

TOTAL NUMBER OF ENTRIES =22240
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 114713386 51
$3 1,5000 13380 ****J*****
$3 2,5000 13380 ****J*****
$4 3,5000 13380 ****J*****
$7 4,5000 11661 ****J*****
$7 5,5000 12293 ****J*****
$8 6,5000 12294 ****J*****
$8 7,5000 12692 ****J*****
$8 8,5000 597 **
10,5000 187 *
11,5000 277 *
12,5000 642 **
13,5000 335 *
14,5000 524 **
15,5000 523 **
16,5000 J
17,5000 0
18,5000 192 *
19,5000 143 *
20,5000 0
21,5000 0
22,5000 0
23,5000 2
24,5000 0
25,5000 0
26,5000 2294 ****J**
27,5000 534 **
28,5000 88
29,5000 3
30,5000 2
NUMBER ABOVE UPPER LIMIT 5
<ISTNGRAM * 1

```

Рис. 6. Гистограмма относительной частоты срабатывания каждого сцинтилляционного счетчика установки /"он-лайн"/.

```

***** HISTOGRAM *****
VARIABLE 20 HIGH IN CUS
CUT 1 VARIABLE 1 FROM 4,800000E+01 TO 5,200000E+01
CUT 2 VARIABLE 2 FROM 5,500000E+01 TO 5,900000E+01
CUT 3 VARIABLE 6 FROM 6,000000E+01 TO 6,400000E+01
CUT 4 VARIABLE 7 FROM 6,500000E+01 TO 6,900000E+01
CUT 5 VARIABLE 12 FROM 6,900000E+01 TO 7,300000E+01
CUT 6 VARIABLE 23 FROM 7,300000E+01 TO 7,700000E+01
CUT 7 VARIABLE 26 FROM 7,700000E+01 TO 8,100000E+01
CUT 8 VARIABLE 65 FROM 8,100000E+01 TO 8,500000E+01
CUT 9 VARIABLE 97 FROM 8,500000E+01 TO 8,900000E+01
CUT 10 VARIABLE 98 FROM 8,900000E+01 TO 9,300000E+01
TOTAL NUMBER OF ENTRIES 379264
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 1727075
1,0000E 00 1185151 1 *****
2,0000E 00 1185152 2 *****
3,0000E 00 1185153 3 *****
4,0000E 00 1185154 4 *****
5,0000E 00 1185155 5 *****
6,0000E 00 1185156 6 *****
7,0000E 00 1185157 7 *****
8,0000E 00 1185158 8 *****
9,0000E 00 532 9 ***
1,0000E 01 437 10 ***
1,1000E 01 62 11
1,2000E 01 67 12 *
1,3000E 01 309 13 ***
1,4000E 01 5 14
1,5000E 01 187 15 *
1,6000E 01 360 16 **
1,7000E 01 103 17 *
1,8000E 01 0 18
1,9000E 01 386 19 ***
2,0000E 01 300 20 **
2,1000E 01 0 21
2,2000E 01 0 22
2,3000E 01 0 23
2,4000E 01 24
2,5000E 01 3 24
2,6000E 01 0 26
2,7000E 01 900 27 *****
2,8000E 01 613 28 ***
2,9000E 01 96 29 *
3,0000E 01 0 30
3,1000E 01 3 31
3,2000E 01 0 32
NUMBER ABOVE UPPER LIMIT 0

```

Рис. 7. Гистограмма относительной частоты срабатывания каждого сцинтилляционного счетчика установки /"офф-лайн"/.

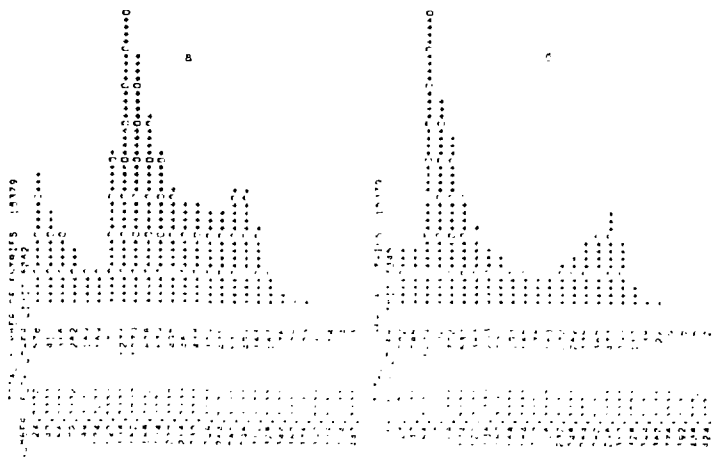


Рис. 8. Амплитудный спектр сигналов с черенковских спектрометров полного поглощения /"он-лайн"/. а/Счетчик ЧС1; б/ счетчик ЧС2.

Литература

1. G. T. Adylov et al. *The Pion Radius*, JINR, E1-8047, Dubna, 1974
2. G. T. Adylov et al. *Experimental Setup in a π - e Scattering Experiment at 50 GeV/c*, JINR, E13-6749, Dubna, 1972.
3. Г. Т. Адылов и др. Система запуска спектрометра в эксперименте по π - e рассеянию при энергии 50 ГэВ. ОИЯИ, P13-8367, Дубна, 1974.
4. G. Adylov et al. *A Cerenkov Total Absorption Shower Counter*, JINR, E1-6976, Dubna, 1973.
5. G. T. Adylov et al. *Real Time on-Line Programs for the π - e Scattering Experiment Using an HP2116B Computer. I*, JINR, E1-6907, Dubna, 1973.
6. G. T. Adylov et al. *Real Time On-Line Programs for the π - e Scattering Experiment Using an HP2116B Computer. II*, JINR, E1-6908, Dubna, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 ноября 1974 года.

Нет ли пробелов в Вашей библиотеке?

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

- 16-4888 Дозиметрия излучений и физика защиты ускорителей заряженных частиц. Дубна, 1969. 250 стр. 2 р. 64 к.
- Д-6004 Бинарные реакции адронов при высоких энергиях. Дубна, 1971. 768 стр. 7 р. 60 к.
- Д13-6210 Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Варшава, 1971. 372 стр. 3 р. 67 к.
- Д10-6142 Труды Международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. Дубна, 1971. 564 стр. 6 р. 14 к.
- Д-6465 Международная школа по структуре ядра. Алушта, 1972. 525 стр. 5 р. 85 к.
- Д-6840 Материалы XII Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Штрбске Плесо, ЧССР, 1972. 398 стр. 3 р. 96 к.
- Д2-7161 Нелокальные, нелинейные и неренормируемые теории поля. Алушта, 1973. 280 стр. 2 р. 75 к.
- Глубокоупругие и множественные процессы. Дубна, 1973. 507 стр. 5 р. 66 к.
- Р1.2-7642 Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий. Гомель, 1973. 623 стр. 7 р. 15 к.
- Д13-7616 Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Будапешт, 1973. 372 стр. 3 р. 65 к.

- .110 7707 Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1973. 564 стр. 5 р. 57 к.
- 13 7154 Пропорциональные камеры. Дубна, 1973. 173 стр. 2 р. 20 к.
- .11.2-7781 Материалы III Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Свияга, 1973. 478 стр. 4 р. 78 к.
- ДЗ-7991 II Международная школа по нейтронной физике. Алушта, 1974. 552 стр. 2 р. 50 к.

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



Условия обмена

Препринты и сообщения ОИЯИ рассылаются бесплатно, на основе взаимного обмена, университетам, институтам, лабораториям, библиотекам, научным группам и отдельным ученым более 50 стран.

Мы ожидаем, что получатели изданий ОИЯИ будут сами проявлять инициативу в бесплатной посылке публикаций в Дубну. В порядке обмена принимаются научные книги, журналы, препринты и иного вида публикации по тематике ОИЯИ.

Единственный вид публикаций, который нам присылать не следует, - это репринты /оттиски статей, уже опубликованных в научных журналах/.

В ряде случаев мы сами обращаемся к получателям наших изданий с просьбой бесплатно прислать нам какие-либо книги или выписать для нашей библиотеки научные журналы, издающиеся в их странах.

Отдельные запросы

Издательский отдел ежегодно выполняет около 3 000 отдельных запросов на высылку препринтов и сообщений ОИЯИ. В таких запросах следует обязательно указывать индекс запрашиваемого издания.

Адреса

Письма по всем вопросам обмена публикациями, а также запросы на отдельные издания следует направлять по адресу:

*101000 Москва,
Главный почтамт, п/я 79.
Издательский отдел
Объединенного института
ядерных исследований.*

Адрес для посылки всех публикаций в порядке обмена, а также для бесплатной подписки на научные журналы:

*101000 Москва,
Главный почтамт, п/я 79.
Научно-техническая библиотека
Объединенного института
ядерных исследований.*

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Заказ 18862. Тираж 508. Уч.-изд. листов 0,53.
Редактор Н.Н. Зрелова. Подписано к печати 12.12.74 г.