

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗУУ.1Р
А-329

24/II-75

P13 - 8368

674/2-75

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, А.С.Водопьянов, Э.Далли,
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

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P13 - 8368

Г.Т.Адылов, Ф.К.Алиев, А.С.Водопьянов, Э.Далли,*
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

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

* 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 π - e 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_{HALO}, 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 π -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 спектрметрической 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 /> 99%/ при сравнительно небольших напряжениях на ФЭУ. Для счетчиков большего размера подбором фотоумножителей и индивидуальных делителей также удалось получить хорошую эффективность /≥ 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^o, SP и SP^o, 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 π-е 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 /≈ 2·10⁴ сек⁻¹ /, и один из двух фотоумножителей работал с дискриминатором без мертвого времени типа LRS-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 π -е 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.

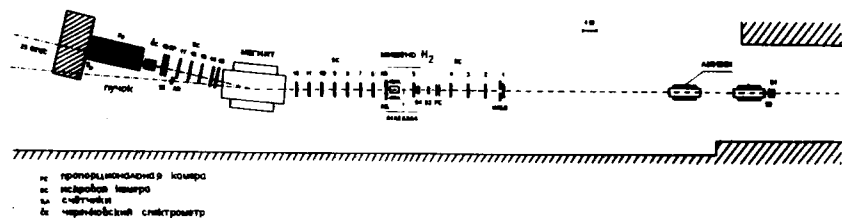


Рис. 1. Схема расположения экспериментальной аппаратуры на канале №12 ускорителя ИФВЭ.

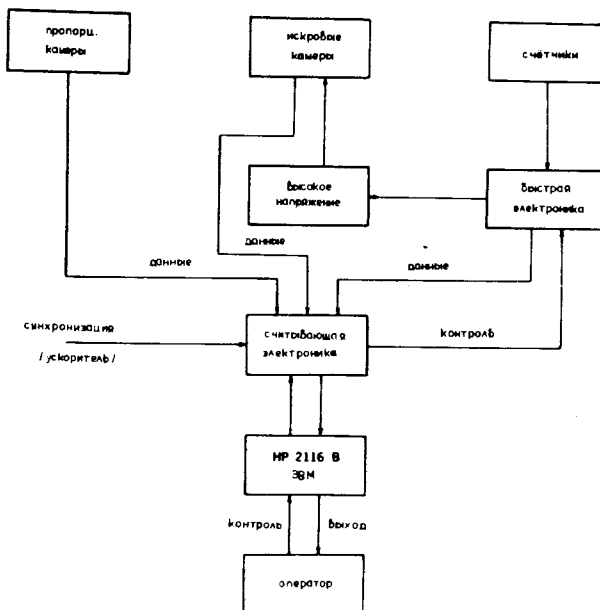


Рис. 2. Функциональная схема работы установки в целом.

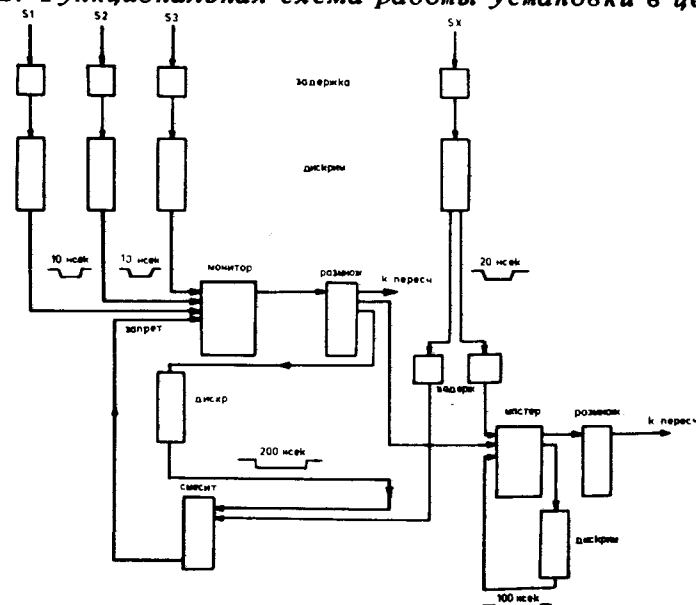


Рис. 3. Блок-схема электронной логики для исследования эффективностей сцинтилляционных счетчиков установки.

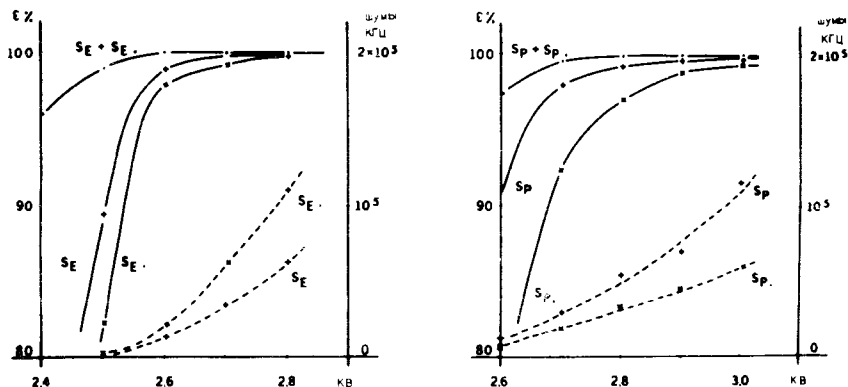


Рис. 4. Эффективность "пионного" /SP, SP°/ и "электронного" /SE, SE°/ сцинтилляционных счетчиков, просматриваемых двумя фотоумножителями в каждой счетчике, в зависимости от напряжения на ФЭУ/сплошные кривые/. Зависимость шумовых сигналов от напряжений нанесена пунктирными линиями.

TOTAL NUMBER OF ENTRIES 19260	
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 212	
3,0000	19
4,0000	42 *
7,0000	74 **
9,0000	161 ****
11,0000	180 ****
13,0000	233 ****0*
15,0000	240 ****0*
17,0000	188 ****0
19,0000	275 ****0**
21,0000	254 ****0*
23,0000	297 ****0**
25,0000	235 ****0*
27,0000	223 ****0
29,0000	281 ****0**
31,0000	367 ****0****
33,0000	501 ****0****0**
35,0000	572 ****0****0****
37,0000	723 ****0****0****0**
39,0000	820 ****0****0****0****0
41,0000	1000 ****0****0****0****0****0*
43,0000	1260 ****0****0****0****0****0****0*
45,0000	1530 ****0****0****0****0****0****0****0*
47,0000	1650 ****0****0****0****0****0****0****0****0*
49,0000	1523 ****0****0****0****0****0****0****0****0**
51,0000	1122 ****0****0****0****0****0****0**
53,0000	667 ****0****0****0**
55,0000	331 ****0****
57,0000	110 ***
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 = 22299	
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 13386	#
52 1,5000	13386
53 2,5000	13386
54 3,5000	13386
5P 4,5000	11661
5P° 5,5000	12293
5E 6,5000	12054
5E° 7,5000	12672
9,5000	587
10,5000	476
11,5000	157
12,5000	277
13,5000	682
14,5000	335
15,5000	520
16,5000	523
17,5000	0
18,5000	182
19,5000	143
20,5000	0
21,5000	0
22,5000	0
23,5000	0
24,5000	0
25,5000	0
26,5000	2294
27,5000	534
28,5000	80
29,5000	0
30,5000	0
NUMBER ABOVE UPPER LIMIT 0	
HISTOGRAM # 1	

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

HISTOGRAM # 19	
VARIABLE 20 WITH 10 CUTS	
CUT 1 VARIABLE 16 FROM 4,800000E-01 TO 5,200000E-01	
CUT 2 VARIABLE 2 FROM 0 TO 5,500000E-02	
CUT 3 VARIABLE 6 FROM 0 TO 6,000000E-07	
CUT 4 VARIABLE 7 FROM 1,500000E-03 TO 1,200000E-02	
CUT 5 VARIABLE 12 FROM 6,170000E-02 TO 8,670000E-02	
CUT 6 VARIABLE 23 FROM -1,850000E-01 TO 2,000000E-01	
CUT 7 VARIABLE 26 FROM 0 TO 5,000000E-02	
CUT 8 VARIABLE 65 FROM 0 TO 5,000000E-03	
CUT 9 VARIABLE 97 FROM 0 TO 5,000000E-04	
CUT 10 VARIABLE 98 FROM 0 TO 5,000000E-03	
TOTAL NUMBER OF ENTRIES 379264	
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 279077	
1,0000E 00 1185151 1	
2,0000E 00 1185152 2	
3,0000E 00 1185153 3	
4,0000E 00 1185154 4	
5,0000E 00 1184151 5	
6,0000E 00 1184952 6	
7,0000E 00 118155E1 7	
8,0000E 00 118295E2 8	
9,0000E 00 437 9	
1,0000E 01 437 10	
1,1000E 01 62 11	
1,2000E 01 97 12	
1,3000E 01 399 13	
1,4000E 01 5 14	
1,5000E 01 187 15	
1,6000E 01 360 16	
1,7000E 01 105 17	
1,8000E 01 0 18	
1,9000E 01 366 19	
2,0000E 01 368 20	
2,1000E 01 0 21	
2,2000E 01 0 22	
2,3000E 01 0 23	
2,4000E 01 0 24	
2,5000E 01 0 25	
2,6000E 01 0 26	
2,7000E 01 900 27	
2,8000E 01 615 28	
2,9000E 01 96 29	
3,0000E 01 0 30	
3,1000E 01 0 31	
3,2000E 01 0 32	
NUMBER ABOVE UPPER LIMIT 0	

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

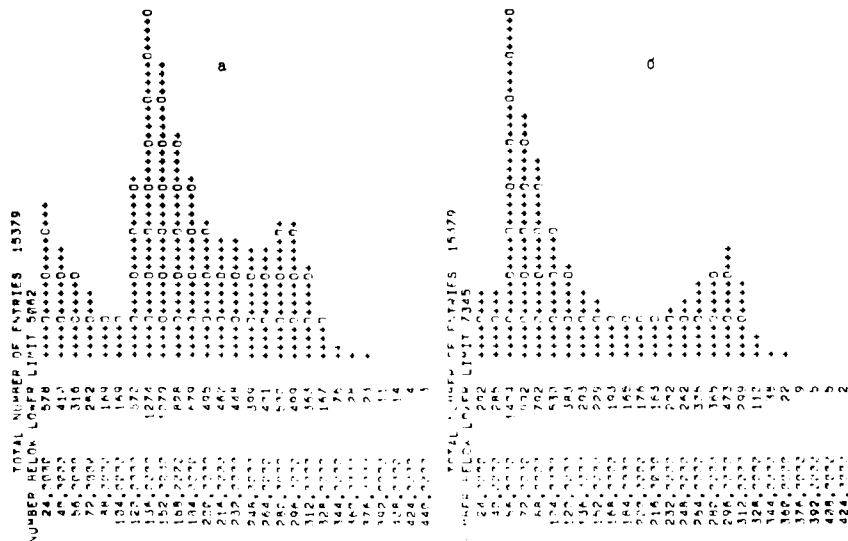


Рис. 8. Амплитудный спектр сигналов с черенковских спектрометров полного поглощения /"он-лайн"/. а/Счетчик ЧС1; б/ счетчик ЧС2.

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.

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

P13 - 8368

Контроль работы детекторов в эксперименте по π -e рассеянию
при энергии 50 ГэВ

В работе описываются методы оперативного контроля за работоспособностью аппаратуры с помощью "он-лайн"-программ. По результатам "он-лайн"-анализа оператор мог контролировать ход эксперимента и менять режим работы установки.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна, 1974

Adylov G.T., Aliev F.K., Vodopianov A.S.,
Dally E., Drickey D., Ioan I., Kulakov B.A.,
Liberman A., Nigmanov T.S., Tompkins J.,
Turala M., Tsyganov E.N., Shepard P.

P13 - 8368

A Control of a Detector Operation in the
 π -e Scattering Experiment at 50 GeV

See the Summary on the reverse side of the title-page.

Communications of the Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1974