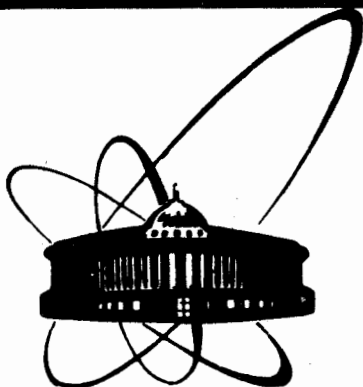


87-240



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

С 344 / с
3792/87

13-87-240

**Ю.В.Гусаков, В.М.Дьяченко*, Л.Г.Макаров,
П.К.Маньяков, Н.М.Никитюк, А.Д.Светов,
К.Д.Толстов**

УСТАНОВКА

**ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ И ЯДЕР
С ПРОТЯЖЕННЫМИ МИШЕНЯМИ**

* Московский государственный университет

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно возрос интерес к исследованию процессов, происходящих под действием пучков высокоэнергетических частиц и ядер в различных средах ^{1-2/}. Это связано прежде всего с обсуждением перспектив использования ускорителей для создания генераторов интенсивных нейтронных потоков 10^{14} - 10^{18} нейтронов/с, которые можно использовать для решения многих важных ядерно-физических, материаловедческих вопросов, проблем физики конденсированных сред и ряда других задач ^{3,6/}. Интерес к исследованию вопросов прохождения высокоэнергетических частиц и ядер через мишени различного элементного состава, форм и размеров связан с дальнейшим развитием ускорительной техники, повышением интенсивности, энергии и расширением массового диапазона ускоряемых ядер, а также созданием интенсивных источников вторичных частиц типа "мезонных фабрик" ^{5-8/}. Отличительной чертой процессов взаимодействия частиц и ядер с ядрами при высоких энергиях является их множественный характер, причем в состав продуктов реакций входит практически весь спектр известных элементарных частиц ^{9/}. Эти частицы, обладая достаточной энергией, в свою очередь взаимодействуют с ядрами среды, генерируя новые поколения адронов, лептонов, фрагментов. В результате в среде образуется лавина постоянно замедляющихся и захватывающихся ядрами частиц: протонов, нейтронов, γ -квантов и различных типов мезонов. Возникает так называемый межъядерный каскад. В каскадную лавину дают вклад также частицы, которые образуются в процессах испарения и деления возбужденных ядер, остающихся после реакций расщепления. Для полного описания каскада необходимы спектральные, угловые характеристики вторичных частиц и их корреляция в широком диапазоне энергий.

В настоящее время экспериментальные данные по потокам вторичных частиц, возникающих в протяженных мишенях под действием релятивистских частиц и ядер, очень ограничены и преимущественно сводятся к характеристикам полей вторичного излучения за их пределами /см. табл./.

Следовательно, решение задач оптимизации мишени, разработка и исследование радиационной защиты ускорителей, а также моде-

Таблица

Мишень	Размеры DxL	Первичный пучок	Энергия пучка ГэВ/ну-клон	Исследуемые характеристики	Литература
Cu	10x13	P, He, C	3,65	Угловые распределения потоков заряженных частиц	10
Pb	10,2x61 20,4x61	P	0,96	Нейтронный выход в расчете на первичный протон	11
²³⁸ U	10,2x61				
U _{естеств.}	20,4x61		1,47		

D и L - диаметр и длина мишени соответственно в см.

лирование физических процессов распространения потоков вторичных частиц и решение ряда других задач возможны лишь при наличии информации о взаимодействиях частиц и ядер с веществом в широком диапазоне энергии от сотен МэВ до сотен ГэВ.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ

Для проведения экспериментов с целью исследования прохождения высокоэнергетических частиц и ядер через протяженные мишени создана установка с многоканальной системой регистрации вторичных частиц, образующихся в мишени под действием первичного пучка. На рис.1 приведена блок-схема установки. Мониторинг первичного пучка на входе в мишень осуществляется телескопом сцинтилляционных счетчиков (S1-S4) и гелиевой ионизационной камерой /ИК/. С целью трассировки пучка предусмотрена возможность размещения мониторинг системы на пролетной базе ~10 м при смещении мишени от оси пучка. Для регистрации пространственного распределения потоков вторичных частиц по объему мишени используется годоскоп, состоящий из 50 ионизационных камер КНТ-8^{12/}, регистрирующих нейтронную компоненту с энергией $E \geq 1,2$ МэВ, и активационных детекторов^{13/}, наве-

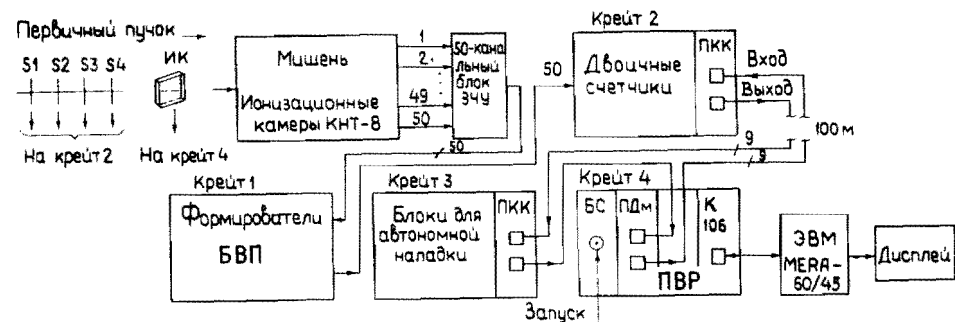


Рис.1. Блок-схема установки. S1-S4 - мониторные счетчики, ИК - ионизационная камера, ЗЧУ - зарядово-чувствительные усилители, ПКК - контроллер типа L, последовательный драйвер магистрали, К 106 - интерфейс СМ-3 типа 106А, БВП - блоки высоковольтного питания, ПВР - параллельный входной регистр, БС - блок синхронизации.

денная активность которых измеряется в дальнейшем полупроводниковыми детекторами. Положение ионизационных камер и активационных детекторов может меняться в зависимости от задач эксперимента. Сигналы с КНТ-8 поступают в 50-канальный блок зарядово-чувствительных усилителей /ЗЧУ/, на выходе которых формируются импульсы длительностью 5 мкс и амплитудой 0,1 - 1,0 В, коэффициент передачи $K = 5 \times 10^{12}$ вольт/кулон. Далее эти сигналы поступают в крейт 1 на формирователи^{14/}. В этом же крейте находятся блоки высоковольтного питания, необходимые для работы ионизационных камер. С целью исключения регистрации шумов усилителей и собственного α -фона камер КНТ-8 порог срабатывания формирователей выставлен на уровне 50 мВ. На рис.2 приведен амплитудный спектр сигналов на выходе зарядово-чувствительного усилителя. В крейте 2 расположены счетверенные двоичные счетчики^{15/}, регистрирующие сигналы, поступающие от формирователей.

Крейты 1 и 2 находятся в экспериментальном домике, причем крейт 2 через последовательную систему КАМАК связан с ЭВМ МЕРА-60/45, расположенной на расстоянии 300 м. В качестве интерфейса в крейтах 2 и 3 используется последовательный контроллер крейта /ПКК/ типа L^{16/}. Крейты 3 и 4 находятся рядом с ЭВМ. В крейте 3 располагаются электронные блоки, используемые для автономной отладки аппаратуры и программного обеспечения^{17/}.

Крейт 4 КАМАК через контроллер крейта типа 106 А /К 106/ подключен к ЭВМ. В нем расположен программно-управляемый по-

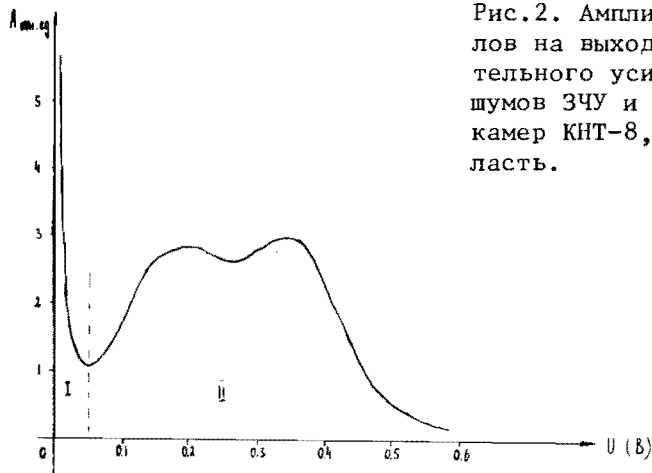


Рис.2. Амплитудный спектр сигналов на выходе зарядово-чувствительного усилителя. I - область шумов ЗЧУ и собственного фона камер КНТ-8, II - рабочая область.

следовательный драйвер магистрали /ПД/ /18/, двоично-десятичные счетчики с индикацией /19,20/, схемы совпадений /21/, блоки наносекундных задержек /21/, аналого-цифровой преобразователь /АЦП/ /22/, параллельный входной регистр /23/ и блок синхронизации с циклом ускорителя. АЦП используется для измерения сигналов, поступающих от ионизационной камеры.

Накопление данных с мониторинг системы и ионизационных камер КНТ-8 осуществляется во время вывода пучка из ускорителя, в остальное время входы счетчиков закрыты. Закрытие входов происходит путем подачи сигнала "Запрет". В этот момент данные со счетчиков по последовательной линии передаются в ЭВМ.

Управление работой всей системы осуществляется с терминала ЭВМ.

МИШЕНЬ

Для исследования прохождения высокоэнергетических частиц и ядер через протяженные мишени используется массивная свинцовая мишень размерами 50 x 50 x 80 см. Под протяженной мишенью подразумевается мишень, в формировании поля вторичного излучения в которой существенную роль играет межъядерный каскад. В качестве мишени может служить любое вещество, имеющее определенный ядерный состав. Выбор материала мишени объясняется условиями эффективного гашения пучка /средний пробег протонов до неупругого столкновения в свинце с энергией $E = 1,5 - 20$ ГэВ, равен 200 г/см^2 /24//, а также тем, что свинец представляет наибольший интерес с точки зрения радиационной защиты. Первичный пучок вводится в центральную часть

ГЕОМЕТРИЯ БЛОКА

Z	14	98,4	182,8	267,2	351,6	436,0	520,4	604,8	689,2	773,6	R_{\max}
R_0											322,7
204	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	284,6
136	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	269,3
100				1 o							259,1
68	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	257,1
60				2 o							250,8
20				3 o							250,8
0				4 o							250,8
20				5 o							252,3
34				6 o							257,1
60											269,3
100											270,0
102	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	302,3
170	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	345,2
238	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
											309,4

Рис.3. Расположение каналов по объему мишени. R_0 - радиальные значения положения каналов относительно центра мишени; R_{\max} - максимальные радиальные значения, которые достигаются при перемещении детекторов вдоль каждого из каналов; Z - продольные значения положения каналов.

мишени через входной канал размерами 10 x 10 x 20 см. Толщина мишени по пучку равна 907 г/см /без учета входного канала/. По объему мишени имеется вертикальная система 80 сквозных каналов диаметром 10 мм для размещения ионизационных камер КНТ-8 и активационных детекторов /рис.3/. Изменение длины входного канала позволяет исследовать особенности развития "прямого" и "обратного" каскадов в продольных и радиальных направлениях, в зависимости от положения точки взаимодействия первичного пучка. Каналы 1-6 служат как для измерений, так и для одновременного контроля симметричности ввода пучка относительно центра мишени.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для считывания и предварительной обработки информации, а также отладки последовательной системы КАМАК создано программное обеспечение, реализованное в операционной системе RT-II.

Программа считывания и предварительной обработки информации, занимающая 2 К слов оперативной памяти, обслуживает 2 файла, которые хранятся на гибких дисках: текстовый файл с конфигурацией экспериментальных каналов, данными о типе первичного пучка, его энергии и интенсивности, и файл данных, где представлены показания ионизационных камер КНТ-8, мониторных счетчиков и ионизационной камеры.

После запуска программы оператор заносит информацию в текстовый файл, руководствуясь вопросами, которые выдаются на экране терминала, после чего система готова для приема данных и переходит в режим ожидания управляющего сигнала, синхронизованного с циклом ускорителя и вырабатываемого в блоке синхронизации /БС/. Управляющий сигнал смещен во времени относительно окончания вывода пучка на 400 мс. По получении этого сигнала данные через последовательную магистраль считываются системой в промежуточный буфер, после заполнения которого они заносятся на диск. Параллельно все данные передаются на экран терминала, что позволяет вести контроль за ходом эксперимента. Окончив цикл чтения, система вновь переходит в состояние ожидания управляющего сигнала или команды прерывания работы. Для отладки аппаратуры установки используются программы тестового опроса счетчиков КС014, 2ДС423 и 4СЧ416, устанавливаемых в системном крейте 4 или крейтах 2,3 с возможностью имитации через последовательную магистраль отдельного цикла обращения к используемым блокам КАМАК. Настройка последовательной магистрали производится с использованием блока набора констант БНК 512²² в качестве источника исходной цифровой информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установка для исследования прохождения высокоэнергетических частиц и ядер через протяженные мишени позволяет проводить исследования как на уже имеющихся ускорителях, так и на проектируемых в широком диапазоне энергий и интенсивностей первичных пучков, а также на вторичных пучках с расширением типа исследуемых взаимодействий.

Применение последовательной системы КАМАК позволило организовать двустороннюю передачу данных от экспериментальной установки, удаленной от ЭВМ, причем организация последовательной системы допускает включение в магистраль до 60 крейтов КАМАК²⁵. Для расширения программы экспериментальных исследований планируется подключение дополнительной аппаратуры для более детальных исследований данного типа взаимодействий. Пробный сеанс показал надежную работу установки. В дальнейшем плани-

руется проведение рабочих сеансов на синхрофазотроне ОИЯИ с целью выяснения механизма взаимодействий, сравнения с модельными расчетами и получения экспериментальных данных по угловым распределениям каскадных частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашенков В.С., Соболевский Н.М., Тонеев В.Д. АЭ, 1972, т.32, с.123;217.
2. Carpenter J.M. Nucl. Instr. and Meth., 1977, 145, p.91. Стависский Ю.А. Программа экспериментальных исследований
3. на мезонной фабрике ИЯИ АН СССР. Труды Всесоюзного семинара. Изд. ИЯИ АН СССР, м., 1986, с.7.
4. Желепов В.П., Халкин В.А. ОИЯИ 12-9283, Дубна, 1975.
5. Proceedings of the Seventh Meetings of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources. (ICANS-VII). AECL-8488, Ontario, Chalk river, 1984.
6. Шабалин Е.П. АЭ, 1982, т.52, с.92.
7. Василишин Б.В. и др. В кн.: Труды Девятого всесоюз. сов. по ускорителям заряж. част., ОИЯИ, Дубна, 1985, т. II, с.20.
8. IEEE Trans. Nucl. Sci., v. NS-32, No.5, 1985.
9. Барашенков В.С. и др. УФН, 1973, т.109, с.91.
10. Алейников В.Е., Тимошенко Г.Н. АЭ, 1983, т.55, с.412.
11. The AECL Study for an Intense Neutron Generator. AECL-2600, Ontario, Chalk river, 1966.
12. Дмитриев А.Б., Малышев Е.К. Нейтронные ионизационные камеры для реакторной техники. М., Атомиздат, 1975.
13. Экспериментальное исследование полей гамма-излучения и нейтронов. Под ред. Егорова Ю.А. М. Атомиздат, 1974.
14. Басиладзе С.Г., Юдин В.К. ОИЯИ 13-10016, Дубна, 1976.
15. Нгуен Фук, Хмелевски Е. ПТЭ, 1975, 4, с.241.
16. Даматов Я.М. и др. Управляющие системы и машины, 1981, 3, с.115.
17. Водопьянова Н.А., Даматов Я.М., Никитюк Н.М. ОИЯИ Р11-80-529, Дубна, 1980.
18. Даматов Я.М. и др. ПТЭ, 1980, 5, с.247.
19. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ 10-8754, Дубна, 1975.
20. Басиладзе С.Г., Ким Ю Зем, Крячко А.П. ПТЭ, 1977, 1, с.90.
21. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ 13-6383, Дубна, 1973.
22. Арефьев В.А. и др. ОИЯИ Р10-7326, Дубна, 1973.
23. Черных Е.В. ОИЯИ 10-7913, Дубна, 1974.
24. Review of Particle Properties. Phys.Lett., v.170B, 1986.
25. CAMAC Serial System Organization. ESONE/SN/01. December, 1973. Рукопись поступила в издательский отдел 10 апреля 1987 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
Д11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
Д7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
Д2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д1,7-84-630	Труды 8 Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
Д10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
Д13-85-793	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.
Д3,4,17-86-747	Труды У Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986.	4 р. 50 к.

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

Гусаков Ю.В. и др.

13-87-240

Установка для исследования взаимодействий релятивистских частиц и ядер с протяженными мишенями

Описывается многоканальная установка, предназначенная для проведения экспериментов на синхрофазотроне ОИЯИ с целью исследования прохождения релятивистских частиц и ядер через протяженные мишени. Отличительной особенностью установки является использование в качестве детекторов вторичных частиц годоскопа, состоящего из 50 ионизационных камер КНТ-8 и активационных детекторов, расположенных в объеме мишени, положение которых может меняться в зависимости от задач эксперимента. Установка работает в режиме "on-line" с ЭВМ MERA-60. Для передачи управляющих команд и накопления данных от удаленно расположенной аппаратуры используется последовательная система КАМАК.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С. Виноградовой

Gusakov Yu.V. et al.

13-87-240

A Device for the Study of Relativistic Particle and Nuclear Interaction with Extended Targets

A multichannel device used to carry out experiments at the Dubna synchrotron for the purpose of studying the passage of relativistic particles and nuclei through extended targets is described. The distinguishing characteristics of this device is the use of a hodoscope as secondary particles detectors. The hodoscope consists of 50 KNT-8 ionization chambers and activated detectors placed in the target volume. Their position can be varied depending on experimental tasks. The device operates on-line with a MERA-60 computer. A CAMAC system is used for transmitting commands and data storage from the remote apparatus.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987