

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P1-89-87

И.М.Граменицкий, П.А.Девенски\*,  
Г.Г.Тахтамышев

О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ  
ДИФРАКЦИОННОЙ ДИССОЦИАЦИИ  
НА СПЕКТРОМЕТРЕ  
С ВЕРШИНЫМ ДЕТЕКТОРОМ

---

\* Высший химико-технологический институт, София.

1989

## I. ВВЕДЕНИЕ

Для исследования процессов рождения очарованных частиц в рр- и пр-взаимодействиях при энергии 60-70 ГэВ сотрудничеством институтов ОИЯИ, ИФВЭ (Протвино), НИИЯФ МГУ, НИВЦ МГУ, ИФВЭ ТГУ создается установка СВД (спектрометр с вершинным детектором) <sup>1, 2</sup>. Установка состоит из вершинного детектора, в качестве которого используется прецизионная быстроциклирующая водородная пузырьковая камера (БЦПК), широкоапертурного магнитного спектрометра с пропорциональными камерами и детектора гамма-квантов, представляющего годоскоп стеклянных черенковских счетчиков полного поглощения (ДЕГА).

Установка располагается на канале № 22 ускорителя У-70 ИФВЭ (Протвино). При наборе статистики, необходимой для основной задачи — изучения процессов рождения и характеристик очарованных частиц — будет накоплен материал, который может быть использован для ряда самостоятельных задач, не требующих изменения конфигурации установки. Одной из таких задач является исследование процессов дифракционной диссоциации. В настоящей работе приведены оценки эффективности СВД для регистрации таких процессов, и исследована эффективность их выделения с помощью кластерного алгоритма. Для этого использовались дифракционные события, сгенерированные по методу Монте-Карло.

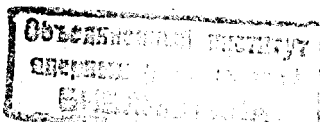
## II. ГЕНЕРИРОВАНИЕ СОБЫТИЙ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

С помощью программы TWIST <sup>2, 3</sup> было сгенерировано по 2000 событий дифракционной диссоциации пучковой частицы в рр-взаимодействии при 70 ГэВ/с для следующих реакций:

$$pp \rightarrow (p\pi^0) p \quad (1)$$

$$pp \rightarrow (p\pi^+\pi^-) p \quad (2)$$

$$pp \rightarrow (p\pi^+\pi^-\pi^0) p \quad (3)$$



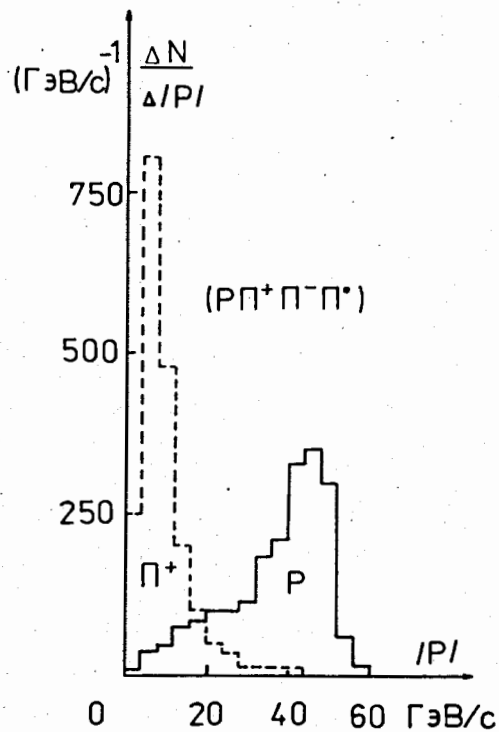


Рис. 1. Распределения по импульсам протонов (сплошная линия) и положительных пионов (пунктирная) в дифракционной системе.

Зависимость сечения процесса от массы возбужденной системы  $M_X$  задавалась распределением Гаусса (с центром  $M_X = 1,4$  ГэВ и  $\sigma = 0,2$  ГэВ) в резонансной области и выражением  $1/M_X^2$  для больших масс. Зависимость сечения от квадрата четырехмерного переданного импульса  $t$  задавалась экспонентой с учетом массовой зависимости параметра наклона. Распад возбужденной системы осуществлялся по фазовому объему изотропно в ее системе покоя.

Характеристики сгенерированных событий сравнивались с характеристиками дифракционных событий в  $\bar{p}p$ -взаимодействиях при 22,4 ГэВ/с, выделенных с помощью кластерного метода<sup>13</sup>, описанного в разделе IV.

Разница в начальных энергиях и в частицах пучка сравниваемых событий не должна существенно менять их характеристики из-за слабой зависимости дифракционных процессов от энергий и природы взаимодействующих адронов. Очень близки оказались распределения по фейнмановской переменной невозбужденного протона  $X_F$ , распределения по скорости дифракционных систем и т.д., которые не вводились в явном виде при генерировании. Средний поперечный импульс частиц, полученный для реальных событий<sup>14</sup>, в дифракционной системе, относительно направления ее движения в системе центра масс (с.ц.м.), близок к  $(0,45 \pm 0,10)$  ГэВ/с.

На рис.1 показаны распределения по импульсам дифракционно рожденных протонов и  $\pi^+$ -мезонов в лабораторной системе. Отчетливо выражено ожидаемое лидирование протонов в дифракционной системе. Этот факт можно использовать при отборе событий для измерений и дальнейшей обработки.

Проведенное сравнение распределений генерированных и реальных событий дает основание считать генерированные события довольно реалистическими и адекватными для изучения с их помощью эффективности регистрации экспериментальной установки и алгоритма выделения дифракционных взаимодействий.

### III. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВД ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ДИФРАКЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

С помощью программы TWIST заряженные частицы генерированных событий "пропускались" через спектрометр с учетом магнитного поля и отмечалась последняя пропорциональная камера, через которую они проходили. Событие считалось зарегистрированным, если заряженные частицы дифракционной системы проходили по крайней мере через четвертую пропорциональную камеру, а нейтральная частица проходила через апертуру магнита (см. рис.2). Эффективность регистрации пропорциональных камер и счетчика ДЕГА принималась за 100%. Импульс медленного невозбужденного протона считался известным из данных БЦПК.

Эффективность СВД для регистрации событий от реакции одиночной дифракционной диссоциации частицы пучка (1) — (3) близка к 100%. Доля незарегистрированных событий для каждой реакции меньше 1%. При этом масса дифракционной системы таких событий оказалась более 4 ГэВ.

События двойной дифракционной диссоциации не генерировались. С хорошим приближением эффективность регистрации таких событий можно получить следующим образом. Эффективность их регистрации будет определяться эффективностью регистрации медленной дифракционной системы, так как эффективность регистрации быстрой дифракционной системы близка к 100%. Поэтому знак продольных компонент импульсов вторичных частиц реакции (2) меняется на противоположный, имитируя таким образом медленную дифракционную систему. Эти события считались зарегистрированными, если все частицы

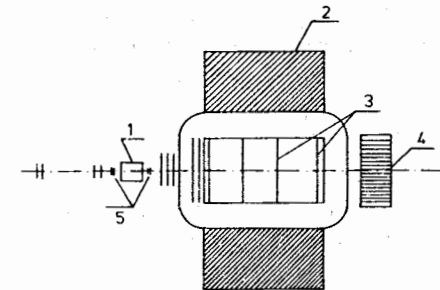


Рис. 2. Схема расположения детекторов СВД: 1 — БЦПК, 2 — магнит МС-7А, 3 — пропорциональные камеры, 4 — ДЕГА, 5 — микростриповые детекторы.

дифракционной системы достигли переднего края магнита (приблизительно четвертую камеру) без учета магнитного поля. Величина эффективности регистрации событий двойной дифракционной диссоциации получена  $0,03 \pm 0,01$ . С учетом малого сечения этого процесса (несколько десятков микробарн) его изучение на СВД нецелесообразно в рассматриваемой конфигурации установки.

#### IV. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ДИФРАКЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Для всех вторичных частиц реакций (1) — (3) после кинематического анализа (4с- или 3с-фит) будут известны импульсы и заряды, необходимые для выделения и эксклюзивного изучения одиночной дифракционной диссоциации.

В работе <sup>13/</sup> предложен кластерный метод для выделения дифракционных взаимодействий. Там показано, что при повышенной множественности вторичных частиц этот метод более надежно выделяет дифракционные события, чем обычно используемые методы продольного фазового пространства (LPS)<sup>15/</sup> и максимального быстройного интервала<sup>16/</sup>. Периферический характер дифракционной диссоциации и доминирование малых переданных импульсов приводят к группированию вторичных частиц в кинематических струях в направлениях взаимодействующих адронов. Поэтому кластерный язык является более адекватным при изучении этих процессов. Здесь кластер определяется как группа частиц, для которых углы между импульсами меньше, чем углы между импульсами частиц кластера и остальных частиц в событии. В угловой метрике кластеризация вторичных частиц дифракционных событий в с.ц.м. лучше выражена, чем в метрике быстрой; медленные частицы обоих кластеров близки на шкале быстрой, но сильно отличаются по углам. Задача выделения дифракционных взаимодействий сводится к группированию вторичных частиц в кластерах и проверке их дифракционного происхождения.

Для группирования частиц в кластерах в методе используется матрица углов между импульсами частиц в с.ц.м. и строится так называемое "минимально разветвленное дерево" (МРД). Если N частиц в пространстве любой метрики нужно связать N-1 связывающими элементами, так, чтобы их суммарная длина была минимальной, то эта задача имеет однозначное решение, и конфигурация связывающих элементов есть МРД. Два кластера вторичных частиц разделены самым длинным связывающим элементом в МРД. Таким образом, "разрубив" этот элемент МРД, вторичные частицы группируются в два кластера

в метрике угловых расстояний между импульсами в с.ц.м. или их геодезических расстояний на единичной сфере. Далее алгоритм работает с кластерами, а не с отдельными частицами.

Событие считается результатом дифракционной диссоциации, если кластеры удовлетворяют определенным критериям, вытекающим из специфики процесса. Для одиночной дифракционной диссоциации применяются следующие два критерия:

1) Один из кластеров является одночастичным и имеет массу, заряд и знак быстроты такие же, как у частицы пучка (или мишени). Этот критерий отражает отсутствие обмена квантовых чисел между дифракционно взаимодействующими адронами.

2) Для одночастичного кластера  $|X_F| > 0,8$ . Это условие вытекает из когерентности дифракционной диссоциации.

Таблица. Интегральная эффективность  $\epsilon_M$  выделения дифракционной диссоциации

№	Реакция	$\epsilon_M$
1.	$pp \rightarrow (p\pi^0)p$	$0,90 \pm 0,03$
2.	$pp \rightarrow (p\pi^+\pi^-)p$	$0,91 \pm 0,03$
3.	$pp \rightarrow (p\pi^+\pi^-\pi^0)p$	$0,87 \pm 0,03$

В таблице приведены интегральные эффективности кластерного метода выделения одночастичной дифракционной диссоциации для генерированных событий в реакциях (1)-(3). На рис.3 и 4 показаны зависимости эффективности от массы дифракционной системы  $M_X$  и квадрата четырехмерного переданного импульса  $t$ . Эффективность близка к 100% для малых масс и переданных импульсов и уменьшается с их возрастанием. Она падает до 25% при  $M_X > 4$  ГэВ и до 5% при  $|t| > 1$  ГэВ/c<sup>2</sup>. Основная причина снижения эффективности с ростом  $M_X$  — это ухудшение кластеризации вторичных частиц, что приводит к плохому группированию в кластерах. С ростом  $|t|$  преимущественно образуются большие массы; кроме того, уменьшается  $X_F$ , и события чаще отбрасываются по второму критерию.

Следует иметь в виду, что оценки эффективности на "хвостах" соответствующих распределений содержат в себе все неопределенности генерированных событий в этих предельных случаях.

Рис. 3. Зависимость эффективности выделения дифракционной диссоциации первичных протонов от массы дифракционной системы.

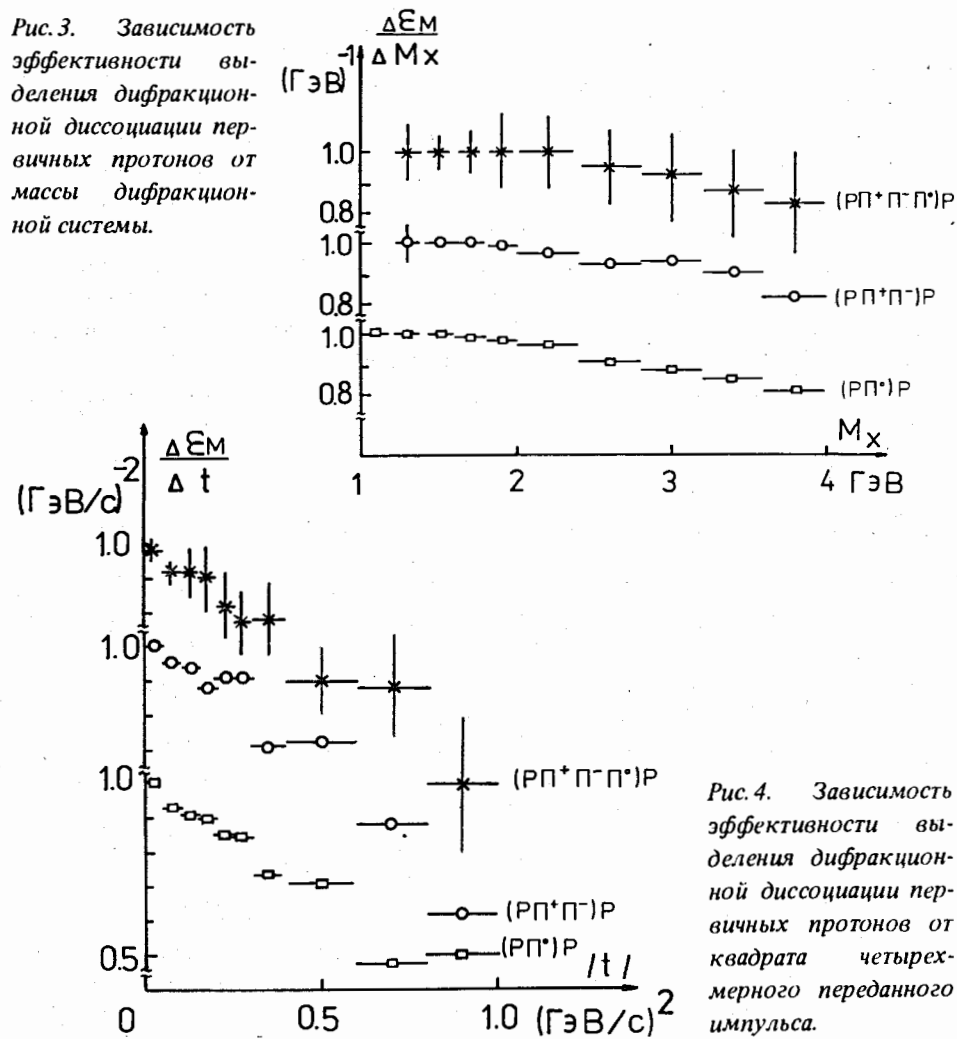


Рис. 4. Зависимость эффективности выделения дифракционной диссоциации первичных протонов от квадрата четырехмерного переданного импульса.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью генерированных событий по методу Монте-Карло показано, что установка СВД может регистрировать события от дифракционной диссоциации частицы пучка в  $pp$ -взаимодействии при 70 ГэВ/с с эффективностью, близкой к 100%. Эффективность регистрации двойной дифракционной диссоциации мала, поэтому ее изучение на СВД нецелесообразно. Кластерный метод выделяет дифракционную диссоциацию с удовлетворительной эффективностью, за исключением кинематической области больших масс и больших переданных импульсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андришин А.М. и др. – Препринт ИФВЭ 84-3, Протвино, 1984.
2. Тахтамышев Г.Г. – Препринт ОИЯИ 1-80-640, Дубна, 1980.
3. Девенски П. – Болг. физ. ж., 1988, 15, 505.
4. Ansorge R. et al. – Z. fur Phys., 1986, 33, p.175.
5. Kittel W. et al. – Nucl. Phys., 1971, B30, p.333.
6. Benecke J. et al. – Nucl. Phys., 1974, B76, p.29.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 февраля 1989 года.