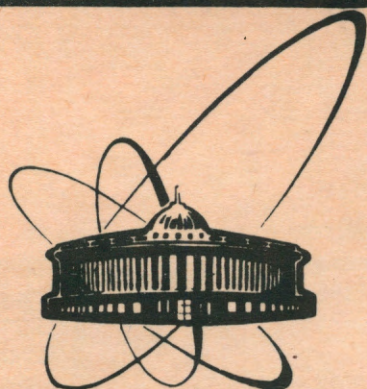


89-219



сообщения
Объединенного
Института
Ядерных
Исследований
Дубна

Б 748

P1-89-219

И.В.Богуславский, Г.Г.Тахтамышев

ТРИГГЕР НА РАСПАДЫ
ОЧАРОВАННЫХ ЧАСТИЦ

1989

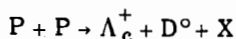
ВВЕДЕНИЕ

Начиная с момента открытия С-кварка в 1974 году, экспериментальное изучение рождения и распада очарованных частиц идет с неослабевающим интересом. Сравнительно малое сечение рождения чарма /особенно при энергии серпуховского ускорителя/ делает актуальной задачу создания триггера на распады очарованных частиц. Известны работы /1/, в которых такой триггер предлагается сделать путем обнаружения излома в траектории частиц, что позволяет в несколько раз /3 ÷ 5/ обогатить статистику очарованными частицами. Этот способ достаточно сложен, так как требует прецизионного измерения координат треков и быстрых расчетов с помощью спецпроцессора.

Метод, предложенный в настоящей работе, проще, так как может быть реализован на базе обычного сцинтилляционного годоскопа. В то же время с помощью этого триггера можно получить довольно высокий коэффициент обогащения /20 ÷ 30/.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЧАРОВАННЫХ ЧАСТИЦ

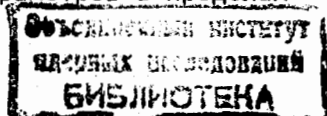
События, в которых рождались и распадались очарованные частицы, моделировались методом Монте-Карло с помощью программы ТВИСТ /2/. Моделировалась инклюзивная реакция



при энергии 70 ГэВ. Предполагалось, что сечение имеет вид

$$\frac{d^2\sigma}{dx dP_T^2} \sim \frac{1}{E^*} (1-X)^{\alpha} \cdot e^{-\beta P_T^2},$$

причем Λ_c^+ и D^0 рассматривались как одна компаунд-частица, имеющая энергию E^* /в с.ц.м./, Фейнмановскую переменную x и поперечный импульс P_T . Масса этой компаунд-частицы моделировалась равномерно в кинематически доступных пределах. Основные расчеты были проделаны при параметрах $\alpha=0,3$ и $\beta=4,0$. Изменение значений параметров в пределах $\Delta\alpha=\pm 0,1$, $\Delta\beta=\pm 1$



не влияет существенно на выводы, сделанные в данной работе.

Рассматривались следующие каналы распада очарованных частиц:

$$\Lambda_c^+ \rightarrow pK^- \pi^+, \quad /1/$$

$$\Lambda_c^+ \rightarrow pK^* \pi^+, K^* \rightarrow K^0 \pi^0, K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-, \quad /2/$$

$$D^0 \rightarrow K^+ \pi^-, \quad /3/$$

$$D^0 \rightarrow K^* \pi^+ \pi^-, K^* \rightarrow K^+ \pi^-, \quad /4/$$

Соответственно, в конечном состоянии образовалось либо 5 заряженных частиц /моды /1/ и /3//, либо 7 /моды /1/ и /4//, либо 9 /моды /2/ и /4//.

Трехчастичные распады моделировались равномерно по фазовому объему.

Основные результаты, сформулированные ниже, относятся к модам распада /1/ и /3/.

ФОНОВЫЕ СОБЫТИЯ

И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

В качестве фоновых использовались реальные события, полученные в результате облучения пузырьковой камеры "Мирабель" протонами с энергией 70 ГэВ^{3/4}. На ленту суммарных результатов была записана информация о 12300 таких взаимодействиях. Для каждого события записывались множественность заряженных частиц и компоненты их импульсов. Эти события "пропускались" через установку, предназначенную для регистрации очарованных частиц.

Расчеты проводились для установки СВД /спектрометр с вершинным детектором/ /4/, набор статистики на которой планируется начать в ближайшем будущем. Основная часть установки /см. рис. 1/ состоит из быстродействующей пузырьковой камеры в качестве вершинного детектора, широкоазорного спектрометрического магнита /апертура: 1,5x1 м², длина магнитной дорожки 3 м/, пропорциональных проволочных камер, кремниевых детекторов и γ -спектрометра.

ПОИСК ТРИГГЕРА

Допустим, мы наблюдаем продукты распада некоторой частицы, движущейся в направлении вперед в лабораторной системе. Из ки-

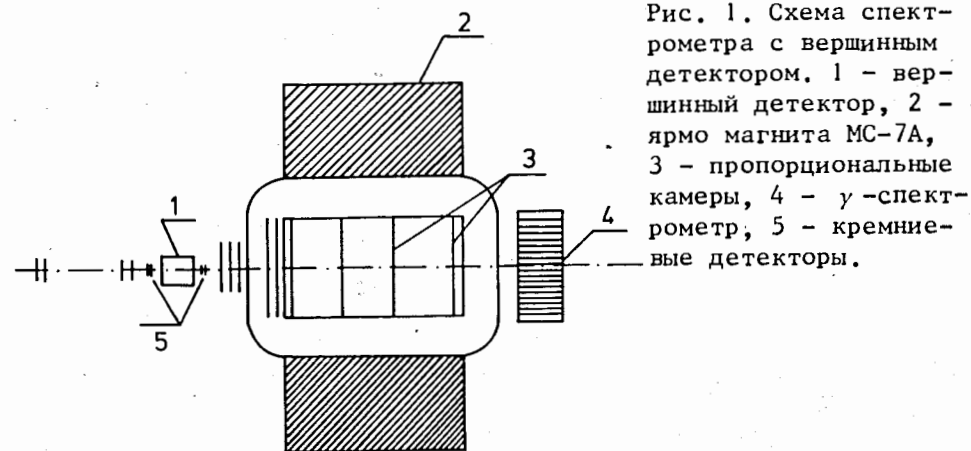


Рис. 1. Схема спектрометра с вершинным детектором. 1 - вершинный детектор, 2 - ярмо магнита МС-7А, 3 - пропорциональные камеры, 4 - γ -спектрометр, 5 - кремниевые детекторы.

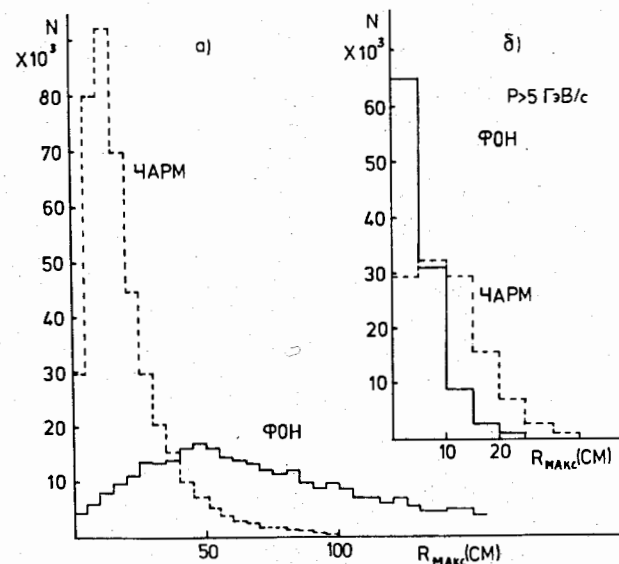


Рис. 2. Распределение фоновых и генерированных событий по параметру $R_{\text{макс}}$: а/ для всех частиц, б/ для частиц с импульсом больше 5 ГэВ/с.

нематерики следует, что конус разлета вторичных частиц при фиксированном импульсе распадающейся частицы будет тем больше, чем больше масса распадающейся частицы. На этом известном факте основано первое

сравнение фоновых и чармованных событий, показанное на рис. 2а.

Выберем в качестве параметра, характеризующего конус разлета, расстояние, на которое удалится от оси пучка частица с наибольшим углом вылета на базе 1 м. Распределение по этому параметру / $R_{\text{макс}}$ / для генерированных событий изображено на рис. 2а. Но распределение по параметру $R_{\text{макс}}$ для фоновых событий, приведенное на том же рисунке, показывает, что для них конус разлета значительно шире, чем для распада очарованных частиц.

Однако в результате анализа выяснилось, что более широкий конус разлета фоновых событий обусловлен, в основном, сравнительно мягкими частицами*. Например, если построить то же распределение для частиц с импульсом больше 5 ГэВ/с /см. рис. 26/, картина резко меняется. Видно, что, применяя оба названные критерия - по параметру $R_{\text{макс}}$ и по импульсу частицы, можно отбросить значительную долю фоновых событий и достигнуть обогащения статистики событиями с образованием очарованных частиц.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ТРИГГЕРА

Учитывая сказанное, можно предложить следующую конкретную реализацию триггера. Непосредственно за магнитом следует поместить сцинтилляционный годоскоп с горизонтальным расположением полос /поле магнита направлено вертикально/, перекрываю-

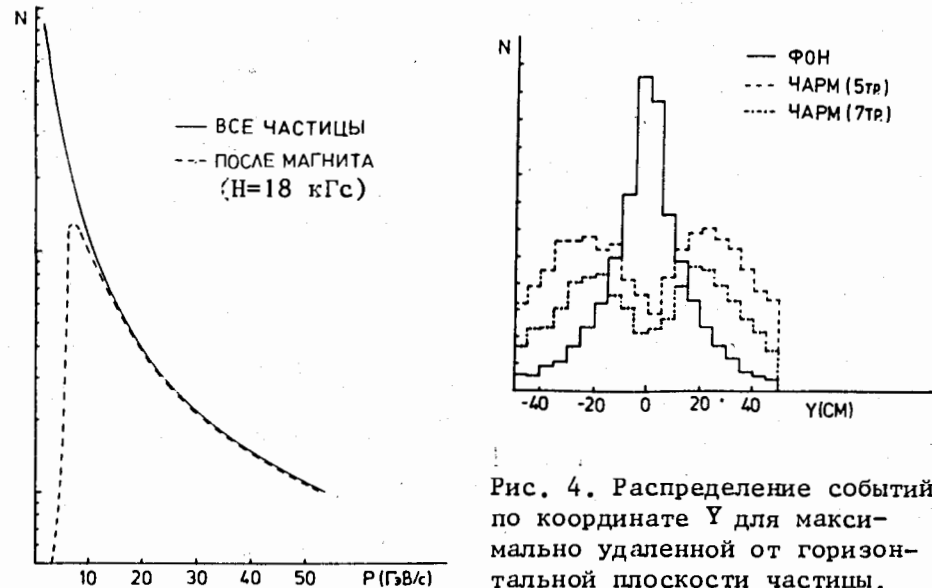


Рис. 3. Импульсное распределение частиц фоновых событий, — на входе в магнит установки СВД, - - - на выходе из магнита.

* Средний импульс вторичных частиц в фоновых событиях - 7 ГэВ/с; средний импульс продуктов распада очарованных частиц - 15 ГэВ/с.

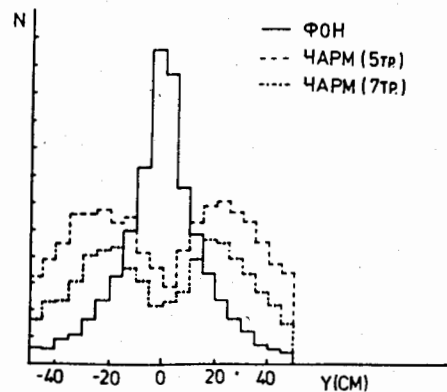


Рис. 4. Распределение событий по координате Y для максимально удаленной от горизонтальной плоскости частицы. Сплошная линия - фоновые события, пунктирная и штрихпунктирная линии - генерированные события с образованием чарма.

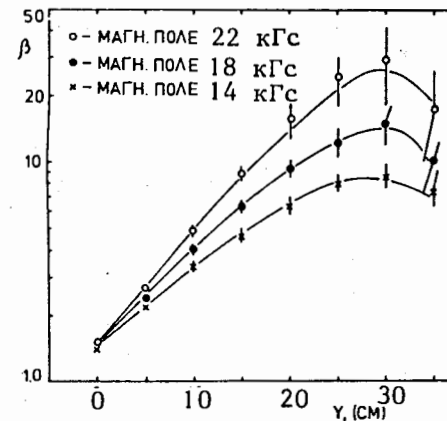


Рис. 5. Зависимости коэффициента обогащения β от переменной Y_1 .

щий всю площадь заднего окна магнита. Расположение годоскопа за магнитом оправдано тем, что мягкие треки сильно отклоняются магнитным полем, не проходят через магнит и, таким образом, не дают сигнала в годоскопе. На рис. 3 показаны два импульсных распределения - одно для всех заряженных частиц в фоновых событиях, второе - толь-

ко для частиц, которые прошли магнитное поле и зарегистрированы в годоскопе. Видно, что магнит установки СВД эффективно отфильтровывает мягкие частицы, чем достигается выполнение первого условия триггера.

Добиться выполнения второго условия можно, требуя для частиц наличия сигнала в одной или нескольких полосах годоскопа, достаточно удаленных от центральной полосы годоскопа. На рис. 4 показано распределение координаты Y для максимально удаленной от горизонтальной плоскости частицы, попавшей в годоскоп. Выбрана система координат, в которой ось Z направлена по пучку, ось Y - вертикально вдоль магнитного поля внутри магнита, ось X - поперек магнитного поля. Видно, что для фоновых событий и событий с чармом вид распределения существенно разный.

Результаты расчета, изображенные на рис. 4, можно считать основной целью нашей работы, так как показана принципиальная возможность отделения событий с чармом от фоновых на основе сравнительно простых критериев. Мы не ставим своей задачей нахождение оптимального триггера, который обеспечивал бы максимальное обогащение. Для наглядности на рис. 5 дан коэффициент обогащения, которого можно достичь, потребовав выполнения следующих условий:

а/ до плоскости годоскопа доходит по крайней мере 2 частицы;

б/ одна из них направлена вверх от горизонтальной плоскости, другая - вниз;

в/ для каждой частицы точка пересечения с плоскостью годоскопа удалена от средней горизонтальной плоскости, по крайней мере, на Y_1 см.

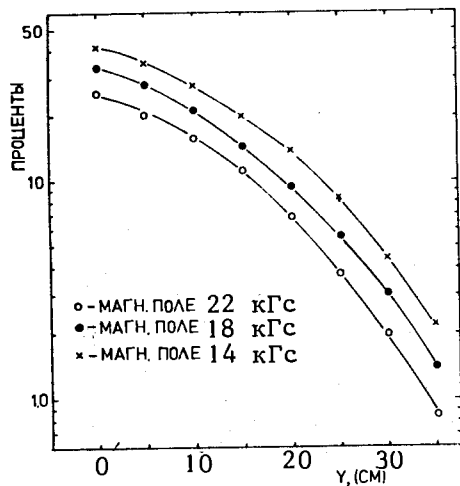


Рис. 6. Зависимость геометрической эффективности триггера от переменной Y_1 .

На рис. 5 показана зависимость коэффициента обогащения β^* от Y_1 . Как и следовало ожидать, коэффициент обогащения растет с ростом Y_1 и с увеличением магнитного поля, достигая примерно 30 при $Y_1 = 30$ см /поле 22 кГс/. Трудно делать выводы о дальнейшем росте коэффициента обогащения, так как статистическая ошибка становится слишком большой. Это обусловлено тем, что практически

не остается фоновых событий, удовлетворяющих таким критериям отбора.

Одновременно с ростом обогащения уменьшается аксептанс, т.е. число событий с образованием чарма, регистрируемых детектором при данном потоке /рис. 6/. Поэтому такой триггер будет нужен, только если есть реальная возможность компенсировать эту потерю увеличением интенсивности.

ВЫВОДЫ

Показано, что, используя особенности кинематики распада тяжелых частиц, можно сформулировать достаточно простые критерии отбора, позволяющие получить обогащение статистики очарованными событиями в $20 \div 30$ раз. Это касается конкретной установки, которая будет введена в строй в ближайшее время. Применительно к специально проектируемой установке можно рассчитывать на большой коэффициент отбора /например, показано, что при увеличении магнитного поля от 18 до 22 кГс эффект возрастет примерно в 4 раза/.

Демонстрируемый эффект прямо связан с энергией, выделяемой в распаде, поэтому он будет наблюдаться и для распадов других тяжелых частиц. В этой связи особого внимания заслуживают

* Коэффициент обогащения β показывает, во сколько раз увеличилась доля событий с образованием очарованных частиц при применении триггера.

В-мезоны, интерес к которым в последнее время значительно вырос. Поскольку энергия, выделяемая в распадах В-мезонов больше, чем в распадах очарованных частиц, можно надеяться, что триггер, основанный на принципах, сформулированных в этой работе, позволит получить высокий коэффициент отбора.

Авторы благодарны сотрудникам отдела пузырьковых камер ИФВЭ /Серпухов/ за предоставленную информацию с камеры "Мирabelle", а также И.М.Граменицкому за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбский М.Ю. и др. - Труды Тбилисского государственного университета, Физика, 1988, т.25, с.118.
2. Тахтамышев Г.Г. - ОИЯИ, 1-80-640, Дубна, 1980.
3. Аммосов В.В. и др. - ЯФ, 1976, т.24, вып.1, с.59.
4. Андришчин А.М. - ИФВЭ, 84-3, Серпухов, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 марта 1989 года.