

Г-527

5109 / 2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



19/12-77

10 - 10923

К.-П.Гласнек, Г.М.Кадыков

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ СТРИМЕРОВ
И ПРОСВЕТОВ У СТРИМЕРНЫХ ТРЕКОВ
В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧАСТИЦ
ПО ПЛОТНОСТИ ИОНИЗАЦИИ

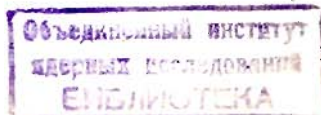
1977

10 - 10923

К.-П.Гласнек, Г.М.Кадыков

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ СТРИМЕРОВ
И ПРОСВЕТОВ У СТРИМЕРНЫХ ТРЕКОВ
В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧАСТИЦ
ПО ПЛОТНОСТИ ИОНИЗАЦИИ

*Направлено на совещание по программированию
и математическим методам решения физических
задач /Дубна, сентябрь 1977 г./*



Гласнек К.-П., Кадыков Г.М.

10 - 10923

Об одном алгоритме выделения стримеров и просветов у стримерных треков в задаче идентификации частиц по плотности ионизации

Описывается способ восстановления структуры стримерного трека (размеров стримеров и просветов) по спектру сигналов напряжения, получаемому от трека на автоматическом измерительном приборе. Излагается методика разделения стримеров и просветов при измерениях на полуавтоматическом приборе. Обсуждаются способы анализа и результаты определения плотности ионизации релятивистских π^- -мезонов и антипротонов с импульсом 16 ГэВ/с по данным автоматических и полуавтоматических измерений треков со стримерной камеры.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

ВВЕДЕНИЕ

Возможность идентификации частиц в диапазоне импульсов от 5 до 100 ГэВ/с с использованием данных об ионизации треков является важным преимуществом стримерных камер по сравнению с пузырьковыми^{1/}. Так как разница в плотности ионизации релятивистских π^- , K^- -мезонов и протонов, имеющих одинаковый импульс, невелика, то необходимы тщательные измерения и анализ структуры следов частиц, для того чтобы их идентифицировать. С другой стороны, измерения ионизации в сложных экспериментах должны быть автоматизированы вследствие большого количества пленочного материала и необходимости быстрее получить физический результат.

С целью отработки методики разделения частиц по плотности ионизации в данной работе были использованы снимки со следами разных частиц π^- и \bar{p} , с разницей в плотности ионизации около 20%, полученные со стримерной камеры ISR^{2/}.

Измерения проводились на приборе, специально разработанном для автоматического определения плотности ионизации треков^{3/}. Так как процесс измерений не является целью настоящей статьи, то мы дадим только краткое его описание, необходимое для дальнейшего изложения.

После того как в результате просмотра кадра с событием становятся известными расположение и координаты трека, он автоматически передвигается перед щелью фотоумножителя, сигналы с которого фильтруются электроникой в зависимости от фона пленки. В определенные

промежутки времени они пропускаются через аналого-цифровой преобразователь и затем передаются в память ТРА-1001. В результате мы получаем спектр электрических сигналов, представленных в цифровой форме /рис. 1/, который содержит информацию о числе и длине просветов и стримеров. Проблема заключается в том, чтобы на определенном уровне /уровнях/ дискриминации сигналов спектра /в дальнейшем - "сигналов трека"/ отделить стримеры и просветы друг от друга и вычислить параметры трека, которые позволяют определить плотность ионизации и тем самым разделить частицы, имеющие различные скорости.

Мы дадим описание способа восстановления структуры стримерного трека по его спектру сигналов, а также способов анализа величины плотности ионизации, приведем результаты измерения ионизации при автоматической обработке. В подтверждение целесообразности методики приведем результаты измерения того же материала на полуавтоматических приборах ПУОС '4'. В заключение будут показаны эффективности разделения различных частиц.

1. РАЗДЕЛЕНИЕ СТРИМЕРОВ И ПРОСВЕТОВ

При перемещении трека перед щелью фотоумножителя в процессе измерений просветы дают максимальные сигналы, а стримеры - минимальные /рис. 1/. Каждый минимальный сигнал b_i обозначает центр стримера, если b_i меньше определенного уровня c . Между двумя соседними стримерами фиксируется просвет, если максимум сигналов трека превысит уровень c . В противном случае мы будем иметь слившиеся стримеры, или блок. Для определения величины уровня дискриминации сигналов использовалось выражение

$$c = (1-k)g, \quad /1/$$

где g - максимальный сигнал трека в области ± 5 см в пространстве камеры относительно минимального сиг-

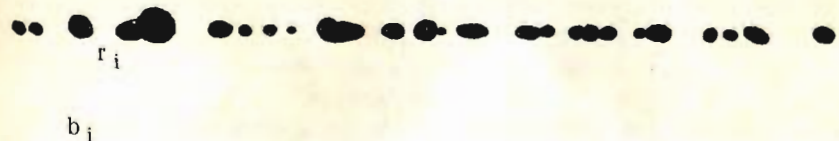


Рис. 1. Спектр электрических сигналов стримерного трека.

нала; k - фактор уровня. Выражение /1/ означает, что уровень дискриминации изменяется вдоль трека в зависимости от фона.

Очевидно, что выбор величины фактора k определяет качество разделения стримеров и просветов на треке, а следовательно, и получаемую в результате измерений плотность ионизации. Существует несколько способов объективного определения фактора k . Мы здесь не будем рассматривать все, укажем лишь, что нами использовалась форма распределения ширины трека. Один из способов состоит в подборе фактора k на треках известных частиц фиксированного импульса /калибровка/.

Наш способ основан на корреляционной зависимости между величиной фактора k и шириной трека, выражаемой в точках b_i следующим образом:

$$w_i = F(1 - b_i / r), \quad /2/$$

где F - длина щели.

По форме распределения величины w можно судить о правильности выбора фактора k /рис. 2/. Для расчетов плотности ионизации были взяты результаты разделения стримеров и просветов при величине k равной 0,125.

В результате процедуры разделения мы смогли вычислить такие параметры трека, как число просветов, прозрачность, или лакуарность L , среднюю длину просвета \bar{l} , и получить кривую распределения длин просветов. Чтобы уменьшить ошибку в определении величины \bar{l} и лакуарности, вызываемую потерей небольших просветов, мы рассматривали просветы с длиной, большей l_{min} .

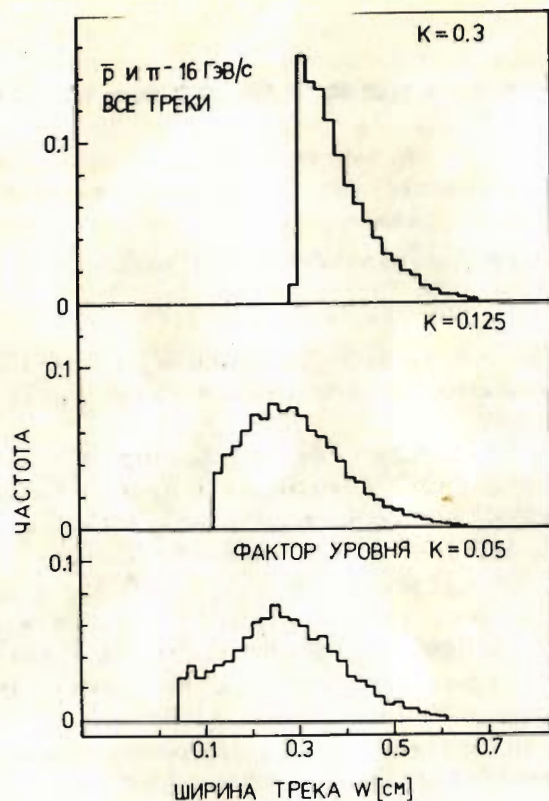


Рис. 2. Распределение ширины трека, построенное по результатам автоматических измерений.

2. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ СТРИМЕРНЫХ ТРЕКОВ

С целью уточнения и подтверждения эффективности методики автоматического разделения стримеров и просветов на треке, была проведена обработка того же फिल्मового материала на измерительных полуавтоматах, работающих на линии с ЭВМ^{4/7}. Здесь разделение стримеров и просветов проводилось оператором вручную на экране прибора при 30-кратном увеличении картины следа. По

визирной линии подвижного креста проектора снимались координаты левой и правой границ стримеров на середине трека и передавались в память ЭВМ. Затем по программе обработки вычислялись длины просветов и стримеров, общая длина трека, а также определялась зависимость

$$L = f(f_{\min}) = e^{-g(d + f_{\min})} \quad /3/$$

и после фигирования прямой:

$$-\ln L = g \cdot d + g \cdot f_{\min} \quad /4/$$

вычислялся эффективный диаметр d_1 каждого трека при $f_{\min} = 0$.

Этих данных достаточно, чтобы определить те же параметры трека, что и при автоматических измерениях.

3. СПОСОБЫ АНАЛИЗА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНИЗАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Плотность ионизации определялась из следующих параметров:

- средней длины просвета:

$$\bar{f} = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N} = 1/g + f_{\min} \quad /5/$$

- лакуарности трека

$$L = \frac{\sum_{i=1}^N (f_i - f_{\min})}{TL} = e^{-ga} \quad /6/$$

где N - число просветов с длиной, большей f_{\min} , TL - длина трека, g - плотность ионизации, a - разрешение, определяемое как $(d + f_{\min})$, d - эффективный диаметр стримера.

При вычислении g_1 в качестве эффективного диаметра использовалось среднее значение ширины каждого трека \bar{w} для автоматических измерений и среднее значение распределения диаметров /рис. 3/, вычисленных по формуле /4/ для процедуры полуавтоматических измерений. В таблице приведены технические данные по обрабатываемому эксперименту, а также средние значения плотности ионизации и ошибки, полученные в результате статистической обработки

Таблица

Частица	\bar{p}	π
Импульс частиц	16 ГэВ/с	16 ГэВ/с
Газовая смесь	30% Ne и 70% Ne	- "
Число треков, измеренных:		
авт./	60	146
полуавтом./	25	25
Средняя длина трека, см, измеренная:		
авт./	92	92
полуавтом./	116	111
$g_{\text{теор. стрим/см}}$	4,8	5,9
$g_{\text{эксп стрим/см}}$		
а/ по средней длине просвета*		
авт./	$2,99 \pm 0,46$	$3,52 \pm 0,71$
полуавтом./	$3,41 \pm 0,30$	$4,30 \pm 0,69$
б/ по лакуарности		
авт./	$3,13 \pm 0,24$	$3,63 \pm 0,34$
полуавтом./	$3,54 \pm 0,33$	$4,27 \pm 0,37$
$\frac{g_{\text{теор}}}{g_{\text{эксп}}}$ авт./	$1,53 \pm 0,12$	$1,63 \pm 0,15$
полуавтом./	$1,36 \pm 0,13$	$1,38 \pm 0,12$

* Все ошибки в таблице даны применительно к одному треку.

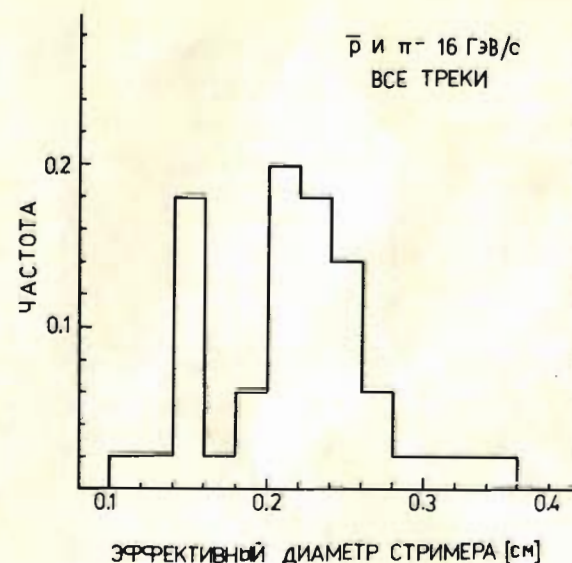


Рис. 3. Распределение эффективного диаметра стримера, построенное по результатам полуавтоматических измерений.

Экспериментальные результаты скорректированы в зависимости от высокого напряжения в камере по линейному закону.

Из-за потерь стримеров в электронно-оптическом преобразователе и потерь малых стримеров при измерениях /последний эффект больше у автоматического прибора/ наблюдается различие между теоретическим и экспериментальными значениями плотности ионизации. Из таблицы видно, что при полуавтоматических измерениях ошибка в определении плотности по средней длине просвета меньше, что можно объяснить конечной величиной разрешения автоматического измерительного прибора.

Гистограммы распределения плотности ионизации, иллюстрирующие эффект разделения антипротонов и π^+ -мезонов, приведены на рис. 4,5. На рис. 6 сопоставляются результаты автоматических и полуавтоматических измерений плотности ионизации отдельных треков.

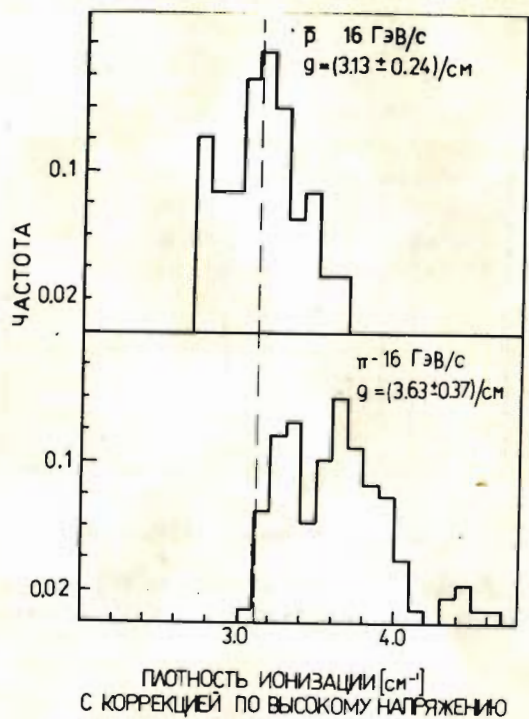


Рис. 4. Гистограммы распределения плотности ионизации в стримерной камере /по данным автоматических измерений/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы изложили методику и результаты разделения антипротонов и пионов в релятивистской области при автоматических и полуавтоматических измерениях треков со стримерной камеры. Наилучшие результаты получены при определении плотности ионизации из лакуарности треков. Это обусловлено причинами как методического, так и статистического происхождения. Для га-

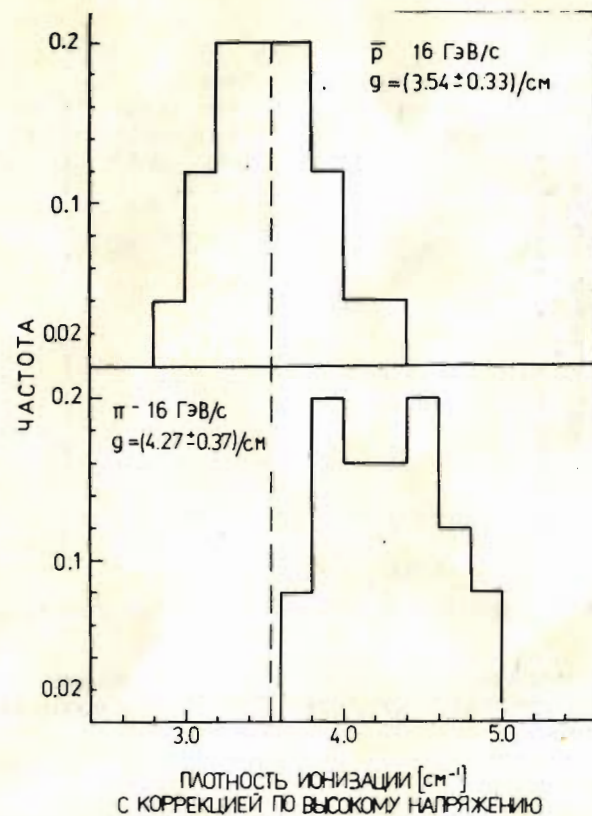


Рис. 5. Гистограммы распределения плотности ионизации в стримерной камере /по данным полуавтоматических измерений/.

зовой смеси 30% He и 70% Ne при длине треков 100 см плотность ионизации:

$$g(\bar{p}) = /3,13 \pm 0,24/ \text{ см}^{-1} \text{ и } g(\pi^-) = /3,63 \pm 0,34/ \text{ см}^{-1}$$

при автоматических измерениях,

$$g(\bar{p}) = /3,54 \pm 0,33/ \text{ см}^{-1} \text{ и } g(\pi^-) = /4,27 \pm 0,37/ \text{ см}^{-1}$$

при полуавтоматических. При такой методике измерений и анализа плотности ионизации, в экспериментах с большой стримерной камерой РИСК^{6/} для частиц с импульсом меньше 40 ГэВ/с можно ожидать, что эффективность разделения протонов и π -мезонов будет около

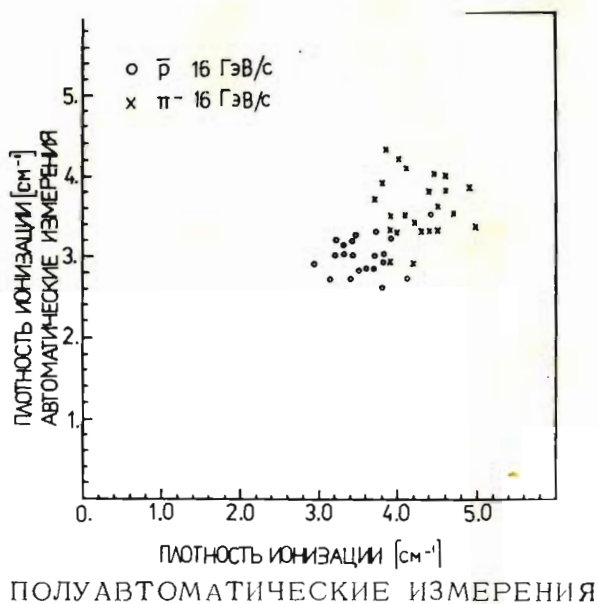


Рис. 6. Сопоставление результатов автоматических и полуавтоматических измерений плотности ионизации отдельных треков.

100% при отношении числа частиц $\pi/p = 1$ и не менее 70% - при соотношении $\pi/p = 10$, на уровне достоверности 80%.

Пользуемся случаем, чтобы выразить благодарность проф. К.Ланиусу за поддержку работы, В.И.Петрухину, Г.Бому, Д.Позе - за полезные обсуждения, Г.Н.Чернышовой - за помощь в организации измерений на полуавтоматах и Ф.Экардту, любезно предоставившему фильм материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давиденко В.А. и др. ЖЭТФ, 1968, 55, с.427.
2. Eggert K. e.a. Nucl.Instr. and Meth., 1975, 126, 477.

3. Glasneck C.-P., Peter G. PHE, 75 - 9, 1975.
4. Ермолаев В.В. и др. ОИЯИ, 10-5973, Дубна, 1971.
5. Микулин Н.А., Ребзина Г.Н. Руководство к решению технических задач по теории вероятностей и математической статистике. Высшая школа, Минск, 1977.
6. Bohm G. e.a. ANL - 8055, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 августа 1977 года.