ITEP-23-96

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
Институт теоретической и экспериментальной физики

ITEP-23-96

Алешин Ю.Д., Егоров О.К., Колганова Э.Д., Колесников В.В., Першина О.В., Пожарова Е.А., Силаев В.И., Скородько Т.Ю., Смирнитский В.А., Шаманов В.В.

ПОИСК НЕЙТРИННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА УСТАНОВКЕ МАС-1

Fermilab Library
0 1160 0040650 8

FERMILAB
AUG 20 1996
LIBRARY

Москва 1996

УДК 539.I.073 М-I6

ПОИСК НЕЙТРИННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА УСТАНОВКЕ МАС-I: Препринт ИТЭФ 23-96/

Ю.Д.Алешин, О.К.Егоров, Э.Д.Колганова и др. - М., I996 - I6с.

В работе рассматриваются методические особенности и первые результаты поиска в ИТЭФ нейтринных взаимодействий в эмульсионных камерах, облученных в эксперименте wA-95 (ЦЕРН).

Рис. - 7, список лит. - 2 наим.

© Институт теоретической и экспериментальной физики, I996

1. ВВЕДЕНИЕ

В эксперименте WA-95 (ЦЕРН) в качестве мишени на нейтринном пучке SPS(CERN) установлена ядерная фотоэмульсия, которая одновременно является и вершинным детектором установки сотрудничества CHORUS [1]. Эмульсионная мишень состоит из 4-х модулей, каждый из которых содержит по 8 эмульсионных камер размером 35x70x3 см с общим весом -0.8 тонны.

После каждого модуля расположена координатная система из сцинтиллирующих волокон, предназначенная для регистрации треков вторичных частиц из nu-взаимодействий, и измерения их углов и координат. Используя полученные данные о треках , путем "обратного прослеживания" проводился поиск вершин nu-взаимодействий в эмульсионных камерах (рис.1).

Во время экспозиции на всех модулях с эмульсией устанавливают периодически меняющиеся эмульсионные слои (называемые в дальнейшем сменными слоями CS-U и CS-D). Использование сменных слоев , имеющих незначительную фоновую загрузку, позволяет уточнять координаты и углы треков частиц, которые были зарегистрированы "трекером" и спектрометром, и более эффективно находить эти треки в эмульсии.

Эмульсионные слои для мишени поливались с двух сторон по 350 мкм на пластик толщиной 90 мкм и размером 70x70 см. После сушки слои разрезались на две части (35x70 см), из которых и собирались эмульсионные камеры, содержащие по 35 двухсторонних слоев (рис.2). Технология изготовления двухсторонних сменных слоев была аналогичной, но при этом толщина эмульсии была 70 мкм, а пластика 800 мкм.

Экспозиция эмульсии в нейтринном пучке продолжалась 0,5 года. Затем эмульсионные камеры демонтировались, проявлялись и готовились к просмотру. Каждый слой эмульсионной камеры разрезался на 72 квадрата размером58x58 мм. Таким образом, каждая эмульсионная камера разделяется на 72 малые камеры, называемые мини-модулями. Каждый мини-модуль содержит 35 слоев, которые наклеиваются в определенном порядке, удобном для быстрого прослеживания треков из слоя в слой, на пластик размером 390x390 мм и толщиной 1 мм.

В ИТЭФ находятся мини-модули с номерами 41, 42, 47, 48, 53 и 54 из 44-го модуля. По соседству с этими мини-модулями находятся мини-модули, с которыми работают корейская и итальянская группы.

2. МИКРОСКОП МАС-1.

В ИТЭФ была сконструирована и изготовлена полуавтоматическая установка МАС-1 (2) для проведения поиска и обмера событий, зарегистрированных в ядерной фотоэмульсии. Основные параметры установки-МАС-1:

размер предметного столика для проведения измерений-450x450x50мм,
цена отсчета по всем трем координатам 1мкм,
максимальная скорость перемещения кареток . . . . . 12 мм/сек,
сменные объективы 20x,40x,60x,
телевизионный способ наблюдения изображения с разрешением 0,5мкм
управление каретками — через ЭВМ по командам оператора и посредством "трекболлов".

3. ИЗМЕРЕНИЯ.

На каждом слое мини-модуля имеется маркировка с обозначением номера модуля, номера слоя и четыре реперные метки, раположенные по углам каждого слоя на расстоянии 10 мм от каждого края.

Для работы со всеми 35 слоями каждого мини-модуля требуется проведение измерений всех реперных меток в системе координат микроскопа. В процессе этих измерений было установлено, что расстояние между метками зависит от влажности слоя, при которой проводятся измерения. Слои хранятся при влажности 80% , влажность воздуха в помещении, где проводились измерения, держалась на уровне 40-45% . При работе с пластиной в течение 8 часов различие расстояний между метками достигало 25 мкм. На рис.3 показана зависимость изменеия длины по осям X и Y от времени при температуре 22 °C и влажностив помещении 40% . Кроме знания положения меток на каждом слое мини-модуля, необходима информация о смещении слоев друг относительно друга. Эти поправки на смещения слоев были определены по трекам частиц, проходящим через соседние слои мини-модулей, и их значения приведены в табл.2. Выполнив все эти методические измерения, мы провели обмер треков частиц, относящихся к фоновому пучку мюонов X7. Результаты этих измерений, полученные для первого слоя 41-го мини-модуля, показаны на рис.4 . Средние значения углов пучка X7 в системе координат установки WA-95 оказались следующими:

$$a(y) = -72 \text{ мрад.}$$

$$a(z) = -4 \text{ мрад.,}$$

при этом средняя плотность фоновых треков составила величину: 193 трека/мм в диапазоне углов -0,2 страд. Данные, полученные при обмере треков пучка X7 в других лабораториях, но выполненные на специальных слоях (SS), используемых для уточнения углов треков, приведены в таблице 3. Если учесть, что номинальные значения параметров пучка X7 имеют значения :

$$a(y) = -70 \text{ мрад.}$$

$$a(z) = 0 \text{ мрад.},$$

то можно сказать, что систематическая ошибка в наших измерениях углов не больше, чем 5 мрад.

4. ПОИСК ВЕРШИН ν - ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ .

Поиск треков, вылетевших при взаимодействии нейтрино с ядрами фотоэмульсии, положение и углы которых были вычислены по результатам нахождения их в сменных (CS) и специальном (SS)слоях, начинался с первого слоя мини-модуля. Поиск треков с заданными параметрами был реализован нами в предположении, что их координаты должны быть поправлены на "растяжку" относительно координат SS слоя. Эти же коэффициенты "растяжки" вдоль координат Y и Z (Iy,Iz) можно получить и по измеренным координатам реперных меток :

$$Iy = 1{,}0085 .$$

$$Iz = 1{,}0041 ,$$

где Iy и Iz - коэффициенты растяжек вдоль осей Y и Z,соответственно. Трек считался найденным, если его координаты отличались от предсказанных не больше, чем на 50 мкм, а отличие по углам не превышало 100 мрад. (рис. 5). В таблице 4 приведено распределение предсказанных и найденных треков по мини-модулям и результаты прослеживания треков.

В таблице 5 приведен перечень событий, в которых был предсказан мюон.

Распределение найденных событий по числу в них треков однозарядных релятивистских частиц - Ns и суммы серых и черных трековNh приведено на рис. 6. Средние значения для этих распределений оказались следующие:

$$Ns = 2{,}7 \text{ и } Nh = 0{,}9 .$$

Для сравнения можно привести средние значения Ns и Nh в нейтриноядерных взаимодействиях, полученные в корейской группе:

$$Ns = 3{,}6 \text{ и } Nh = 0{,}8 .$$

Если внимательно посмотреть таблицу 4 , то можно заметить большое число треков, проходящих насквозь весь мини-модуль. Чтобы понять, с какой топологией события могут быть связаны эти треки, мы построили распределение по разности Ns треков в найденном взаимодействии и числом релятивистских частиц, предсказанных, для этого события в трекере. Полученное распределение показано на рис. 7 . Там же штриховкой отмечены треки, которые прошли насквозь. Как видно из рисунка, доля прошедших насквозь составляет половину событий при предсказанной топологии равной 2 . Отсюда следует, что предсказания событий по двум трекам мало эффективны.

В заключение авторы работы выражают благодарность Хованскому В.Д. за поддержку работы на установке МАС-1 , Данилову М.В. за внимание и интерес к работе.

Таблица 1 Координаты меток на слоях 41 мини-модуля.

N слоя	X	У	N слоя	X	У	N слоя	X	У
1	363.148	321.501	13	364.472	84.741	25	68.645	145.956
	402.042	322.243		403.307	84.975		107.464	86.351
2	304.424	319.635	14	364.261	25.177	26	127.845	145.266
	343.355	320.878		403.100	25.147		166.656	145.610
3	244.913	319.342	15	305.480	25.434	27	178.708	145.266
	283.730	320.260		344.296	25.694		217.480	145.680
4	245.339	259.290	16	304.913	85.338	28	187.114	204.930
	284.158	260.281		343.686	85.228		225.881	205.077
5	304.690	260.217	17	246.405	85.185	29	127.983	204.672
	343.570	261.096		285.189	85.371		166.879	205.049
6	363.875	261.093	18	245.920	25.884	30	68.894	204.805
	402.813	261.805		284.690	25.746		107.807	205.040
7	364.657	200.722	19	187.461	26.402	31	68.556	265.155
	403.517	201.651		226.278	26.463		107.448	265.412
8	305.748	199.976	20	187.368	85.367	32	128.175	264.927
	344.670	204.965		226.142	85.541		167.069	265.411
9	246.574	204.686	21	128.300	86.021	33	187.347	264.529
	285.454	204.755		167.099	86.242		226.147	264.879
10	246.695	144.755	22	128.422	26.922	34	187.148	325.309
	285.561	145.041		167.247	27.112		225.933	325.243
11	305.744	144.787	23	69.126	26.630	35	128.501	325.235
	344.647	145.252		107.903	27.092		167.331	325.669
12	364.878	145.031	24	68.957	85.941			
	403.715	144.893		107.771	86.351			

Таблица 2 Поправки на смещения слоев друг относительно друга в мини-модулях.

номера слоев	поправки по коорд. X	поправки по коорд. Y
2	561	-86
3	-131	3
4	152	-130
5	20	-1715
6	62	1642
7	-232	-56
8	249	-1335
9	-127	1307
10	- 73	126
11	115	-148
12	25	168
13	137	-99
14	-171	-132
15	-14	-23
16	5	102
17	-290	118
18	276	-93
19	133	-121
20	-92	212
21	191	-100
22	-60	-16
23	-123	66
24	699	13
25	-732	95
26	78	-189
27	-70	-10
28	72	54
29	36	115
30	-14	-167
31	205	-300
32	-284	27
33	177	-49
34	-52	282
35	345	-15

Таблица 3 . Данные угловых величин для измеренного тестового пучка X7.

	мини-модуль ИТЭФ	SS ROMA	SS NAGOYA	направление пучка X7
<a(y)>	-72	-67	-82	-70
сигма	37	32	-	-
<a(z)>	-4	-3	-8	0
сигма	30	23	-	-
плотность треков на мм*2	193	143	250	

Таблица 4 Распределение предсказанных и найденных треков в эмульсионных камерах.

N кам	число предсказ. треков	число найденн. предсказ. треков	число найденн. событий	число найденн. треков прошедш. насквозь	число найденн. треков ушедших в край	число ненайденн. предсказ. треков
41	22	18	13	3	2	4
42	12	9	4	3	2	3
47	18	15	9	3	3	3
48	16	16	10	4	2	-
53	23	23	15	6	2	-
54	19	19	13	5	1	-
сумма	110	100	64 (5ее)	24	12	10

Таблица 5

Распределение предсказанных мюонов в эмульсионных камерах.

номер камеры	число предск. мюонов	число найден. мюонов	число найден. событий с мюоном	число мюонов прошедш. насквозь	число мюонов ушедших в край	число ненайден. мюонов
41	9	9	7	2	–	–
42	10	8	4	3	1	2
47	5	5	4	1	–	–
48	6	6	3	2	1	–
53	8	8	5	2	1	–
54	7	7	4	3	–	-
сумма	45	43	27	13	3	2

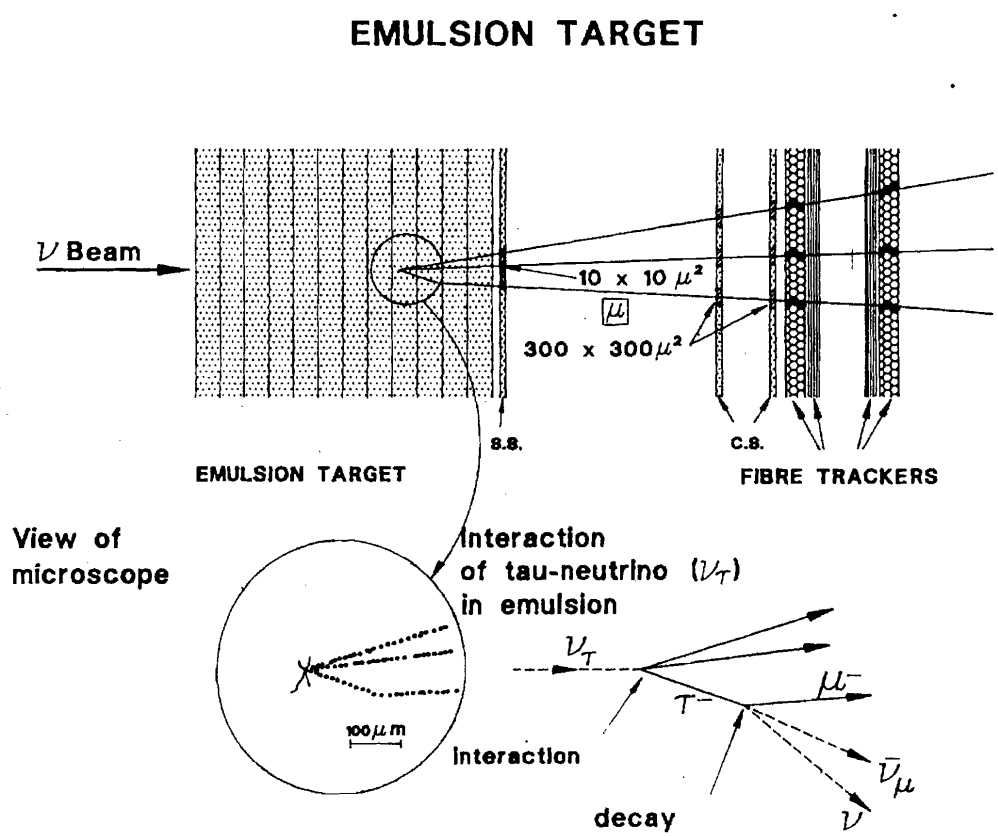

Рис.1. Схема расположения эмульсионного модуля относительно направления пучка нейтрино.

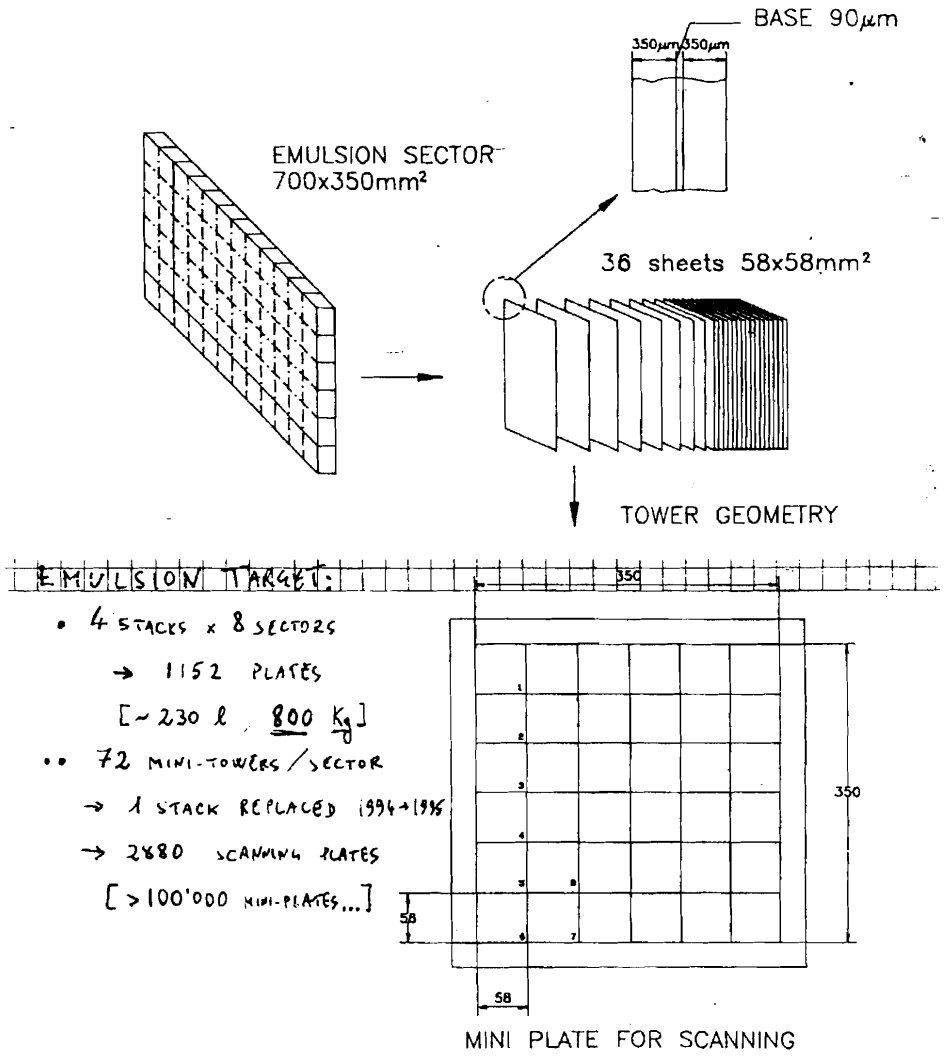

Рис. 2. Схема образования мини-модулей и расположение слоев мини-модуля при наклейке на пластик.

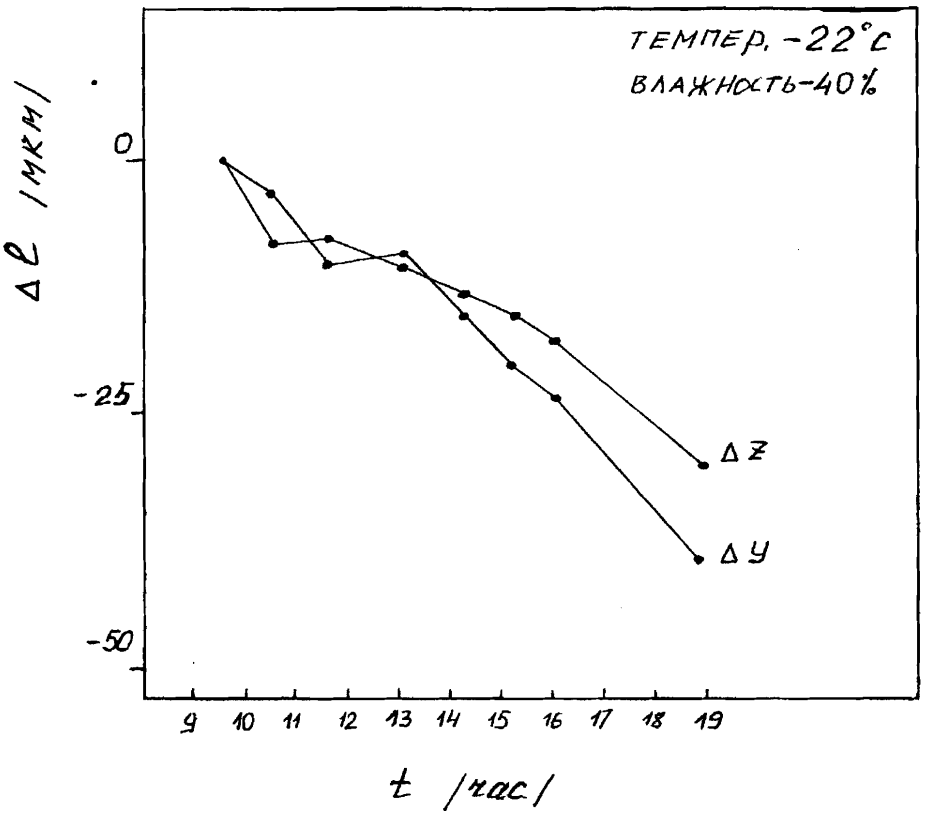

Рис. 3. Зависимость изменения расстояний между метками вдоль направления осей Y и Z от времени .

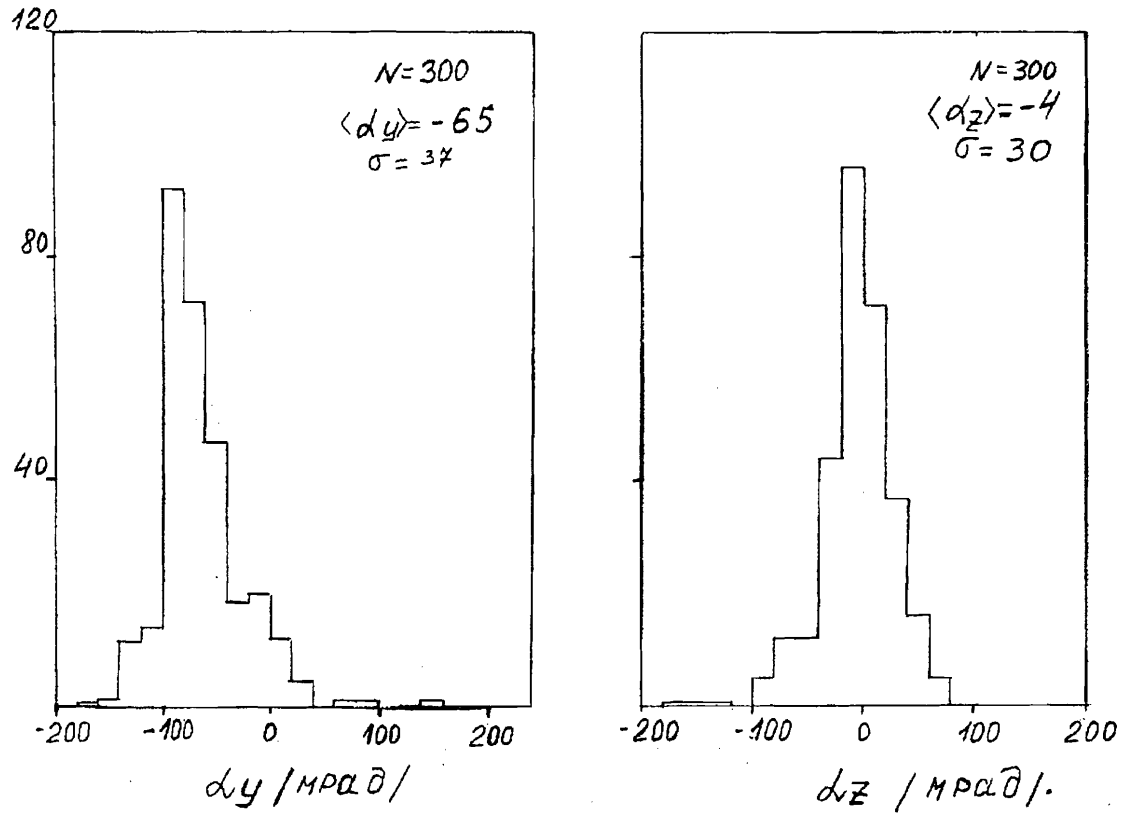

Рис.4. Угловое распределение фоновых мюонов относительно осей Y и Z.

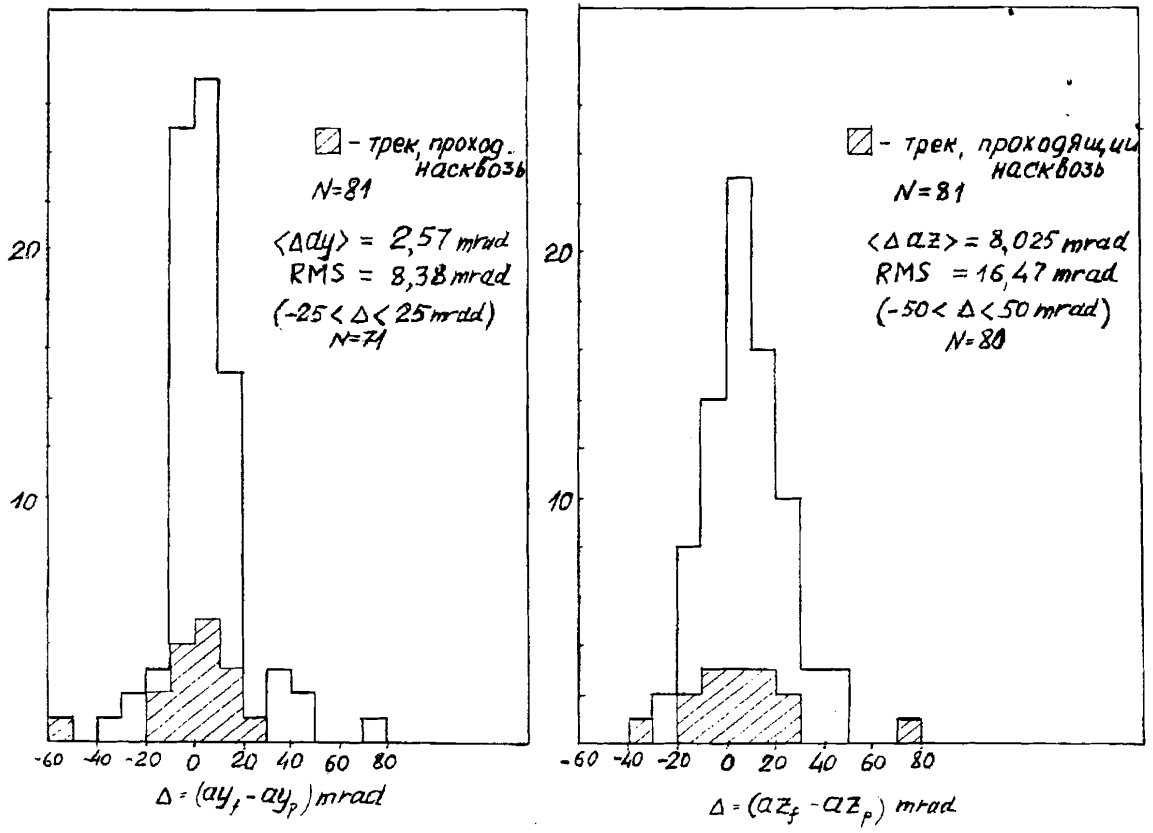

Рис 5. Распределение найденных треков по величине разности между углом, измеренным в первом слое мини-модуля, и углом предсказанным в SS слое.

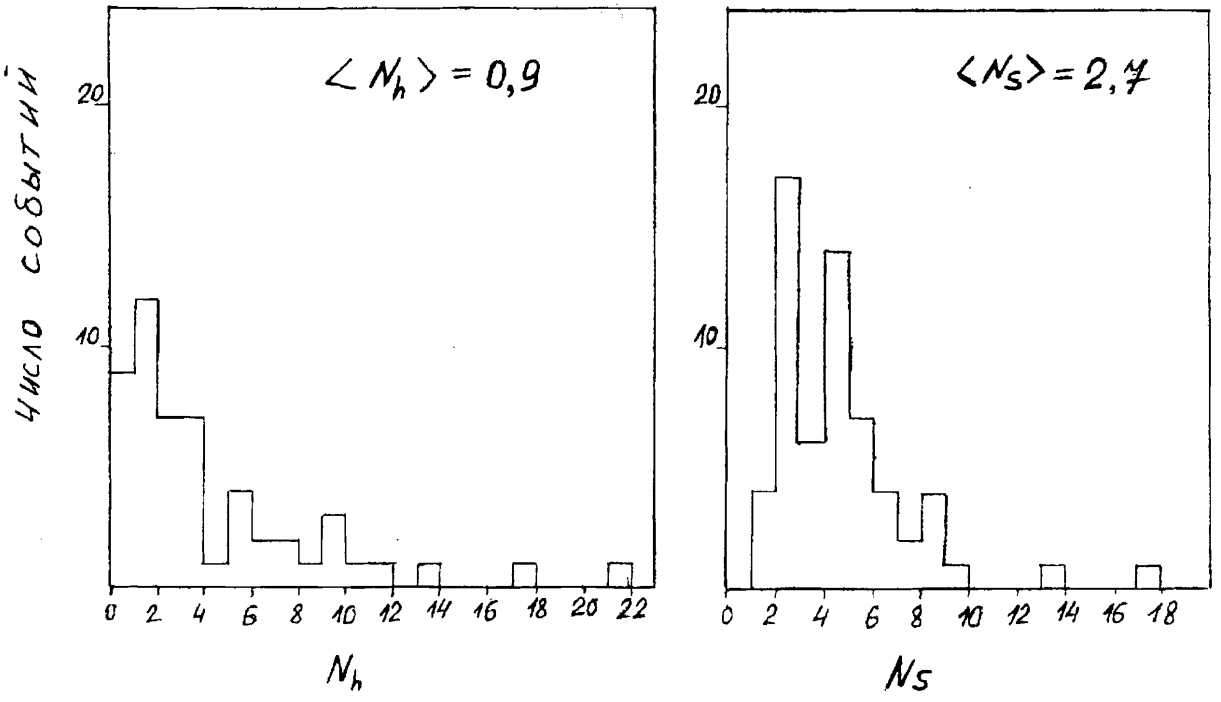

Рис. 6. Распределение найденных взаимодействий по числу Ns и Nh треков.

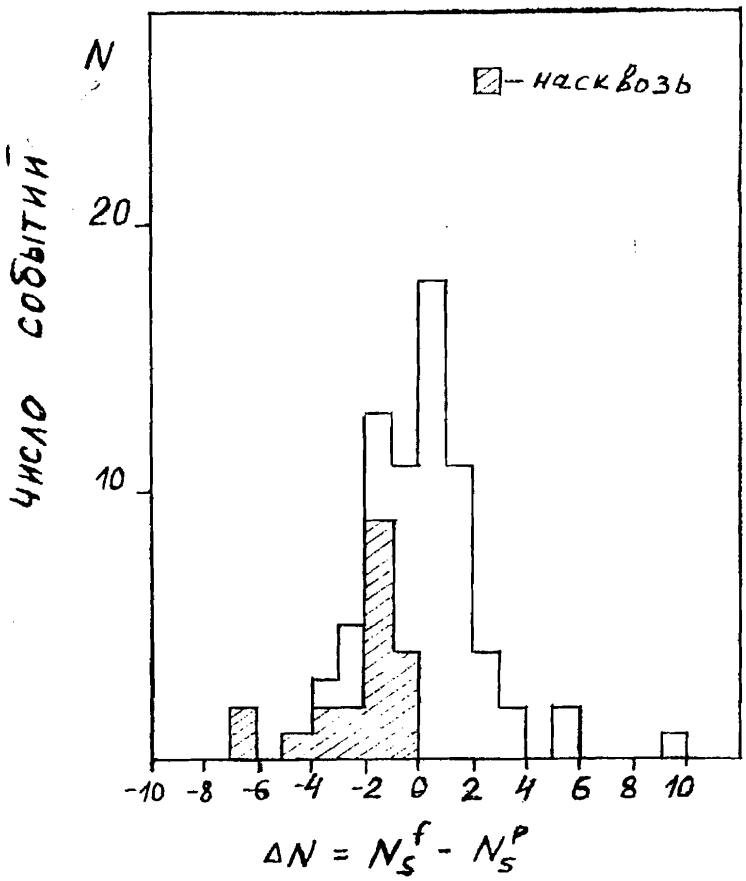

Рис. 7. Распределение взаимодействий по разности количества найденных Ns-треков и количества Ns-треков, предсказанных в трекере. Пунктиром показаны треки , которые не имели взаимодействий в эмульсии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Proposal "A new search for nu(mu)-->nu(tay) oscillation CERN-SPSC/90 42, SPSC P-254.
   Giovanni Rosa, report of "Third Workshop on tau Lepton Phisics", Montex, Sept. 1994 .
2. Алешин Ю.Д. и др. М.,Препринт ИТЭФ, 1995 г. ,N5.
   Алешин Ю.Д. и др. М.,Препринт ИТЭФ, 1992 г. ,N42.
   Алешин Ю.Д. и др. М.,Препринт ИТЭФ, 1992 г. ,N7.

Подписано к печати 29.04.96 Формат 60x90 I/I6 Офсетн.печ.
Усл.-печ.л.I,0. Уч.-изд.л.0,7. Тираж I2I экз. Заказ 23.
Индекс 3649

Отпечатано в ИТЭФ, II7259, Москва, Б.Черемушкинская, 25