

С 344.19 + Ц, 845
М-268

23/XI-6

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 3545

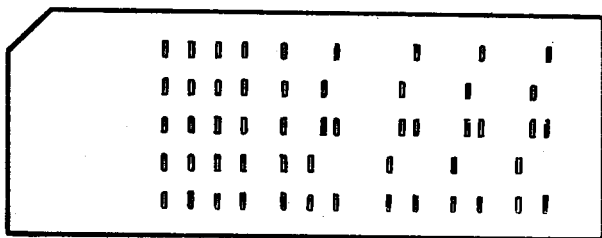


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

Н.Ф. Маркова, В.И. Мороз, А.В. Никитин,
И.В. Попова, Г.Н. Тентюкова, Ю.А. Троян

НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ
НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ ЭВМ ПРИ ОБРАБОТКЕ
ДАНЫХ С ПУЗЫРЬКОВЫХ КАМЕР ПО ПРОГРАММАМ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ
И ИДЕНТИФИКАЦИИ

1967.

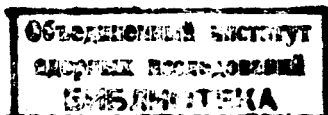


Объединенный институт
ядерных исследований
ЛВЭ, ЛВТА

10 - 3545

Н.Ф. Маркова, В.И. Мороз, А.В. Никитин,
И.В. Попова, Г.Н. Тентюкова, Ю.А. Троян

НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ
НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ ЭВМ ПРИ ОБРАБОТКЕ
ДАННЫХ С ПУЗЫРЬКОВЫХ КАМЕР ПО ПРОГРАММАМ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ
И ИДЕНТИФИКАЦИИ



5408/1
48.

В первом варианте системы обработки данных с пузырьковых камер, принятом в ОИЯИ [1], обмен информацией между последовательными программами производится с помощью перфокарт. Такая система требует много машинного времени на перфорацию, проверку перфорации и ввод перфокарт, а также больших затрат труда лаборантов на исправление ошибок перфорации и подготовку материала.

В описываемой системе обработки все программы связаны с помощью магнитных лент, и отбор нужного материала производится автоматически по введенным в программу критериям или по указанию физика.

Систему накопления информации образуют:

- 1) Блоки формирования библиотеки "хороших измерений" для результатов счета по геометрическим программам [2] и программам идентификации V^0 -событий и γ -квантов и
- 2) Блоки формирования библиотеки "идентифицированных событий" по программе идентификации каналов реакций [3].

I. БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ БИБЛИОТЕКИ "ХОРОШИХ ИЗМЕРЕНИЙ"

Комплекс программ, создающих библиотеку "хороших измерений", включает в себя:

- 1) Счет по геометрической программе с записью результатов на магнитную ленту № 1.
- 2) Создание таблицы информации об измеренных треках.
- 3) Проверку параметров треков по заданным физиками критериям.
- 4) Составление таблицы для перемеров.
- 5) Указание критериев, по которым произошел отказ.
- 6) Перепись отобранных хороших измерений на магнитную ленту № 2.
- 7) Счет по программе идентификации V^0 -частиц [3] [4] с идентификацией по критериям ж) и по программе идентификации γ -квантов [5] с записью результатов на ленту № 2.

I. Подготовка магнитных лент

Подготовка магнитных лент состоит в

- 1) формировании исходной таблицы информации об измерениях (см. образец I) и составлении паспортов лент. Таблицы составляются экспериментатором или ответственным за измерения. Они содержат сведения о номере эксперимента, о номерах событий и о числе треков в них;
- 2) разметке лент

=====

ж) Имеется возможность получить таблицу отказов при выполнении идентификации.

а) Подготовка ленты № I.

На каждое событие отводится одна зона. В целях уплотнения записи разметка нестандартная. Длина зоны определяется числом треков и максимально допустимым числом измерений события (число треков ≤ 15 , число измерений ≤ 2).

Разметка ленты осуществляется по стандартной программе разметки, составленной И.Н.Силиным, с небольшими изменениями. Информация к разметке ленты составляется программным путем на основании заданной физиком исходной таблицы. При измерениях на бланке-заказе нужно указывать номер геометрической программы, а также указать, что счет должен производиться с записью на магнитную ленту.

Требования к исходной таблице:

1) Таблица составляется и записывается на бланках в десятичной системе.

2) Для сокращения времени поиска нужной зоны магнитной ленты при счете желательно (но не обязательно!) располагать в таблице номера событий в порядке их измерения.

3) Каждая лента снабжается паспортом, который размещается в первых трех строках таблицы (см. таблицу I). Номера бобин указывает ответственный за задачу, личный признак физика указывает физик.

4) Четвертая и последующие строки содержат информацию о событиях (см. таблицу I). Для каждого события отводится одна строка независимо от числа его измерений.

5) Таблица заканчивается двумя фиктивными событиями с нулевым номером, числом треков, равным трем, и строкой семерок в восьмеричной системе (см. 5,6,7 строки таблицы I).

6) Перфокарты таблицы должны быть просуммированы.

7) Длина исходной таблицы рассчитана на число событий, не более 135, причем общее число треков ≤ 500 (включая первичные).

После разметки ленты программным путем на основании исходной таблицы составляется таблица информации, которая записывается в I зону магнитной ленты.

Таблица информации.

Для каждого события отводится группа строк. В первую строку записывается номер зоны магнитной ленты, номер события и число треков, далее оставляется несколько свободных строк из расчета I адрес на каждый трек для занесения информации о нем в процессе счета. 45-й разряд обязательно равен нулю.

Таблица выдается на печать в десятичном и восьмеричном видах.

б) подготовка ленты №2

Программа составлена таким образом, что одновременно с подготовкой к работе ленты № I ведется подготовка и ленты № 2, предназначенной для записи хороших измерений и результатов идентификации V^0 -частиц и γ -квантов.

На ленте № 2 на каждое событие отводится 2 зоны: нечетная для переписи хороших событий с ленты № I и следующая за ней четная для записи результатов счета по программам идентификации V^0 -событий и γ -квантов. Программа разметки ленты № 2 аналогична программе разметки ленты № I. Таблица для разметки составляется специальной программой на основании информации, записанной в первую зону ленты № I.

Длина четной зоны 210_8 кодов, длина нечетной зависит от числа треков в событии при учете только одного измерения каждого трека. После разметки ленты составляется таблица характеристик событий и записывается в первую зону.

Длина таблицы 500_8 кодов.

На каждое событие в таблице отводится 2 строки:

I строка	0	00	$N_{3,2}$	$N_{3,1}$	$n-1$
2 строка	0	00	$N_{n,1}$	$N_{кадра}$	m

где

$N_{3,2}$ - номер зоны ленты № 2, куда переписывается данное событие из зоны с номером $N_{3,1}$ ленты № I,

n - длина зоны,

m - число треков.

Таблица заканчивается нулевой строкой.

Во 2-ю зону переписывается паспорт ленты. Лента № 2 готовится в двух экземплярах для повышения надежности хранения накопленной информации.

2. Запись материала на ленты

Запись на ленту № I числового материала происходит (в процессе счета по геометрической программе) в объеме управляющей перфокарты с резервом (всего II строк, см. таблицу 2) и стандартной перфокарты трека с резервом (всего 29 строк на трек, см. таблицу 3).

Одновременно в таблицу информации заносится пометка о записи на ленту результатов счета каждого трека. Таблица информации во время счета хранится на магнитном барабане.

После окончания счета таблица информации с пометками о сосчитанных треках записывается в первую зону магнитной ленты.

3. Проверка материала по критериям .

В процессе счета по геометрической программе производится контроль качества измерений по заложенным в программе критериям, с печатью сведений о невыполненном критерии.

Для примера приводим печать признаков в случаях невыполнения критериев в программе I-3.

- а) IOI - неверно измерены реперные кресты;
- IO3 - несоответствие числа следов на снимках;
- IO4 - неверно пробит признак остановки частицы;
- IO6 - произошел аварийный останов машины при работе I-й части программы, которая подготавливает величины, относящиеся ко всему событию.

Во всех случаях группы а) не считаются все треки события.

- б) 20I - I-я точка забракована программой выброса;
- 203 - после выброса и поиска соответствующих точек оставшееся число точек трека ≤ 5 ;
- 204 - после выброса не осталось соответствующих точек или была неверная пробивка признаков соответствующих точек для случая следа, направленного вдоль стереобазы;
- 206 - произошел аварийный останов машины в случае счета трека, идущего под большим углом к базе;
- 208 - $|y_{л.} - y_{п.}| >$ заданной константы, где $y_{л.}$ ($y_{п.}$) - координата первой точки трека на левом(правом) снимках;
- 306 - произошел аварийный останов машины при счете трека, направленного вдоль стереобазы.

В случаях группы б) не считается только данный трек, номер которого печатается перед признаком.

Трек, который был забракован программой по одному из критериев геометрической программы, считается неизмеренным и на ленту не записывается.

Каждый трек, записанный на ленту № I, подвергается проверке по заданному физиком набору критериев.

При работе с программой I-3 проводится проверка по двум критериям -

$$W^2 \text{ и } d_5$$

Величина W^2 характеризует разброс измеренных точек по Z относительно выбранного трека и определяется по формуле

$$W^2 = \frac{1}{N-2} \sum (z_i - \bar{z}_i)^2,$$

где

z_i - координата i -той измеренной точки;

\bar{z}_i - выбранное МНК значение Z координаты трека в i -той точке;

N - число измеренных точек на следе.

Величина d_5 характеризует разброс измеренных точек в плоскости XOY относительно трека.

Если считать, что измеренные точки разбросаны около параболы

$X = ay^2$, где $\frac{1}{2a} \gg L$, $|y| \leq L$, то

$$\frac{5a}{a} = 12 \sqrt{5} \frac{(\frac{1}{2a}) \cdot (\Delta X)}{L^2 \sqrt{N}}.$$

Вывод этой формулы неоднократно приводился в литературе (смотри, например, [5]).

Из этой формулы следует, что

$$\Delta X = \frac{1}{12\sqrt{5}} \cdot \frac{L^2 \sqrt{N}}{\left(\frac{L}{2a}\right)} \left(\frac{\sigma_a}{a}\right).$$

Величина d_5 линейно связана с ΔX

$$d_5 = \frac{12\sqrt{5}}{5} \Delta X.$$

Из изложенного ясно, что W^2 и d_5 являются величинами, зависящими от

а) качества измерений;

б) факторов, искажающих форму трека - многократного рассеяния, торможения, неоднородности магнитного поля.

Поскольку в условиях используемых облучений 24- литровой пропановой камеры ОИЯИ [6] искажающие факторы малы, оказывается достаточным сделать разбиение треков на две группы по импульсу

$$|P| \geq P_c$$

$$|P| < P_c \quad \text{и}$$

приняв для W^2 и d_5 следующие критерии хороших измерений

$$0 < W^2 < 2,5 \cdot 10^{-2} \quad \text{для } |P| < P_c$$

$$0 < W^2 < 1,5 \cdot 10^{-2} \quad \text{для } |P| \geq P_c$$

$$0 < d_5 < 0,11 \quad \text{для } |P| < P_c$$

$$0 < d_5 < 0,095 \quad \text{для } |P| > P_c,$$

где

$$P_c = 1000 \text{ мэв/с}^*.$$

Для двух измерений одного трека по желанию физика может делаться проверка критериев согласованности измерений. Измерения считаем согласующимися, если

$$\begin{aligned} a_1 &< 1 && ; \\ a_2 &< 0,03 && ; \\ a_3 &< 0,2 && ; \\ a_4 &< 2 && , \end{aligned}$$

где

$$a_1 = \begin{cases} \frac{(P_1 - P_2)^2}{P_1^2 \left(\frac{\sigma a}{a}\right)_1^2 + P_2^2 \left(\frac{\sigma a}{a}\right)_2^2}, & \text{если } \rho \text{ вычислен по кривизне} \\ \frac{(P_1 - P_2)^2}{(|\Delta P_1 - 0,02 P_1|^2 + |\Delta P_2 - 0,02 P_2|^2)}, & \text{если } \rho \text{ вычислен по пробегу.} \end{cases}$$

$$a_2 = \frac{L_1 + L_2}{L_1 + L_2 + c} \cdot \arccos(l_1 l_2 + m_1 m_2 + n_1 n_2)$$

$$c = 3 \text{ см}$$

$$a_3 = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

$$a_4 = \begin{cases} a, & \text{если } |a| - 1 > 1 \\ \frac{1}{a}, & \text{если } |a| - 1 \leq 1, \text{ где} \end{cases}$$

$$a = \begin{cases} \frac{P_1^2}{P_2^2} \cdot \frac{\left(\frac{\sigma a}{a}\right)_1}{\left(\frac{\sigma a}{a}\right)_2}, & \text{если } \rho \text{ вычислен по кривизне} \\ \frac{P_1^2}{P_2^2} \cdot \frac{|\Delta P_1 - 0,02 P_1|}{|\Delta P_2 - 0,02 P_2|}, & \text{если } \rho \text{ вычислен по пробегу} \end{cases}$$

Если оба критерия W^2 и d_5 удовлетворяются, то такие измерения считаются хорошими. Если хотя бы одно из этих условий проверки критериев не выполняется, то такое измерение считается плохим и делается пометка в таблице информации на месте, соответствующем данному измерению данного трека *). В таблице делается также пометка о проверке по критериям всех треков события.

Сформированная таблица информации записывается в первую зону ленты, выдается на печать и перфорацию.

4. Выборка событий

Программа выборки событий выдает на печать информацию о плохих измерениях в виде таблиц (см. образец 2), где указаны номера плохих измерений и номера событий, к которым они относятся.

1 таблица. Указаны треки, не имеющие ни одного измерения (0 измерений). Это происходит в случае отказа при вводе исходного материала в счетную машину или при невыполнении критериев геометрической программы.

2 таблица. Указаны треки, имеющие лишь одно измерение, и оно плохое.

3 таблица. Указаны треки, имеющие 2 измерения, и оба плохие.

4 таблица сводная.

Дан перечень всех плохих треков, т.е. подлежащих перемеру.

=====

*) Информация о плохом измерении в объеме стандартных перфокарт трека сохраняется на магнитной ленте.

Таблицы отделяются друг от друга двумя строками семерок.

Перед каждой таблицей печатается паспорт из двух строк.

Первая строка служит для указания режима работы программы: если эта строка нулевая, то нет выдачи плохо измеренного материала, если в строке стоит число

00 000 000 001 ,

то числовой материал, соответствующий плохому измерению, выдается на печать.

Во второй строке указывается количество измерений треков в таблице.

Сводная таблица снабжается нулевой второй строкой.

5. Запись "хороших измерений" на ленту № 2 .

Каждое хорошо измеренное событие с ленты № I переписывается в одну нечетную зону ленты № 2 с пометкой о записи в таблице характеристик. Порядок записи числового материала в нечетную зону: управляющая перфокарта 8 чисел, по 23 числа на каждый трек в объеме выдачи на стандартные перфокарты геометрической программы и число, состоящее из семерок (признак конца числового материала в зоне) ж).

6. При наличии признаков γ -квантов или V^0 -частиц производится обсчет события, записанного в нечетную зону ленты № 2 по программе идентификации γ -квантов [5] или идентификации V^0 -событий [4] с записью результатов счета в соответствующие этому событию четные зоны и с пометкой о счете по данной программе в соответствующей строке таблицы характеристик.

=====

ж) Если 2 измерения одного трека являются хорошими, то переписывается первое по порядку счета.

Перед записью на ленту результатов счета по программе № 2 производится идентификация Λ^0 и K^0 -частиц по величинам χ^2 и $\left(\frac{\eta}{\Delta\eta}\right)^2$ с пометкой в 45 разряде третьей строки выдачи Λ^0 или K^0 . Если $\left(\frac{\eta}{\Delta\eta}\right)^2 > b_3$, то обе гипотезы бракуются, и метка не ставится.

Если

$$\begin{aligned} \chi_\Lambda^2 - \chi_K^2 &\gg b_1 \\ \chi_K^2 &< b_2 \\ \left(\frac{\eta}{\Delta\eta}\right)^2 &\leq b_3, \end{aligned}$$

то ставится метка K^0 -частицы.

Если

$$\begin{aligned} \chi_K^2 - \chi_\Lambda^2 &\gg b_1 \\ \chi_\Lambda^2 &< b_2 \\ \left(\frac{\eta}{\Delta\eta}\right)^2 &\leq b_3, \end{aligned}$$

то ставится метка Λ -частицы.

Если

$$\begin{aligned} \chi_K^2 &\gg b_1 \\ \chi_\Lambda^2 &\gg b_2 \\ \left(\frac{\eta}{\Delta\eta}\right)^2 &\leq b_3, \end{aligned}$$

то обе гипотезы бракуются, и метка не ставится. В остальных случаях гипотезы считаются неразделенными и ставятся метки Λ^0 и K^0 -частиц.

Порядок записи числового материала в четную зону:

результаты счета по программе идентификации V^0 -событий в порядке их измерения, результаты счета по программе обсчета γ -квантов для каждой пары также в порядке их измерения.

*)

η - угол компланарности

При отсутствии какой-либо вилки или пары или отказе счета гипотезы на соответствующее место засылаются нули.

II. СОЗДАНИЕ БИБЛИОТЕКИ "ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ СОБЫТИЙ"

С использованием исходных данных, записанных на ленту №2, и перфокарт с заданными гипотезами производится счет по программе идентификации каналов реакций [3] с записью результатов на ленту № 3 и одновременной перфорацией для каждой гипотезы "отборочной перфокарты".

По заданной физиком информации происходит перепись идентифицированных событий на ленту № 4. Порядок размещения материала на лентах №№ 3 и 4 и вид "отборочной перфокарты" подробно описаны в работах [3],[7].

Ленты №№ 3 и 4 размечаются на II44₈ кода в зоне, за исключением первых двух зон, которые являются служебными. В каждой зоне располагается целое число гипотез. Материал, записанный на ленты №№ 2 и 4, может быть использован для счета по программе вычисления эффективных масс [7], программе вычисления кинематических инвариантов, составленной Л.Тихоновой и Т.Рыльцевой, и рядом других программ.

III. ПРИМЕЧАНИЯ

1. "Паспортная" зона с указанием номера бобины и личного признака физика введена на каждой ленте для удобства пользования системой. Перед началом счета содержимое этой зоны печатается, что дает возможность оператору ЭВМ производить проверку правильности установки бобины.

2. Числовой материал, записываемый на ленты №№ 2 и 4, при желании может быть выдан на перфокарты в стандартном для данной программы виде. Последующие программы имеют варианты с входом с этих перфокарт.

Таблица I (исходная таблица)

Разряды 37-45		Разряды 25-36	Разряды 13-24	Разряды 1-12
Л	КСП	A ₁	A ₂	A ₃
		номер бобины ленты № I		Личный
		номер бобины ленты № 2 (экз. №1)		признак
		номер бобины ленты № 2 (экз. №2)		Физика
		номер пленки	номер кадра	число треков в событии
	
		000	000	003
		000	000	003
7	77	7777	7777	7777
контрольная сумма				K Σ

Разряды 37-45 использовать запрещается.

Таблица 2. Управляющая перфокарта.

						N_2	номер зоны			
			$N_{пл.}$	$N_{к.}$			номер пленки, номер кадра	2		
						n	число следов в зоне	3		
			$j+5$	$j+4$	$j+3$	$j+2$	$j+1$	j	признак излома	4
			j_3	K	j_2	K	j_1	K	признак γ - кванта	5
		00							6	
							номера следов для перемеров	7		
			j_3	1	j_2	1	j_1	1	признак вилки	8
		00							9	
		00							10	
		00							11	
							КОНТРОЛЬНАЯ СУММА	12		

K - номер следа, входящего в первичную звезду,

j, j_1, j_2, j_3 - номера следов, образующих событие.

Таблица 3

Стандартная выдача для трека по геометрической программе

			$N_{пл}$	N_k		Номер пленки, номер кадра	
					N_3	номер зоны	2
			$N_{сл}$			номер следа	3
			P			импульс следа ж)	4
			ΔP	$\begin{array}{ c c } \hline 1 & 2 \\ \hline \end{array}$	$(\Delta\beta)^2$	ошибки импульса и углов	5
			ΔP_p	$\begin{array}{ c c } \hline 1 & 2 \\ \hline \end{array}$	$(\Delta\alpha)^2$		
			l				6
			m				7
			n			направляющие косинусы следа	8
			x			в первой точке	9
			y				10
			z			координаты I-й точки	11
						следа жж)	12
			$N_{пл}$	N_k	$N_{пр}$	Номер пленки, номер кадра, номер программы	
			$\frac{\delta a}{a}$		N_3	Относит. ошибка кривизны	2
			$N_{сл}$	$\begin{array}{ c } \hline 2 \\ \hline \end{array}$	l	номер следа и длина простр. хорды	3
			R			Радиус кривизны жжж)	4
			$tg \alpha$			Тангенс угла подъема жжжж)	5
			x_c			координаты центра	6
			y_c			кривизны	7
			z_0			значение z при $\varphi = 0$	8
			φ_0		N	Угол поворота системы и число точек на следе	9
			W^2	$\begin{array}{ c } \hline 2 \\ \hline \end{array}$	z_5	Вертикальный и горизонтальный разбросы точек	10
			φ_{00}		N_n	Значение в первой точке жжжж) следа; число пересечений	11
						Контрольная сумма	12

I - знак порядка, цифра 4 означает "-", 0 означает "+"

2 - порядок

ж) I в 45 разряде является признаком импульса по пробегу

жж) координата X всегда имеет I в 45 разряде

жжж) I в 45 разряде означает принадлежность трека "звезде"

жжжж) Для пр-мы I-4 вместо $tg \alpha$ стоят $\delta_{x,p}$ и $\delta_{y,p}$, вместо φ_{00} $\delta_{z,p}$

Образец I. Исходная таблица

			000	001	012	I,2,3 - номера бобин	
			000	002		I2 - признак физика	2
			000	003			3
			334	281	006		4
			334	246	004		5
			334	227	004		6
			334	200	004		7
			334	100	009	номера событий	8
			336	121	015	и число треков	9
			336	076	009		10
			347	100	010		11
			347	109	012		12
			348	001	003		
		0			003		2
		0			003	конец таблицы	3
	7	77	7777	7777	7777		4
						KΣ	5
							6
							7
							8
							9
							10
							11
							12

Образец 2. Печать таблиц плохих измерений

7777777777777777

7777777777777777

--- 3

+++ 00 00000000I

--- 3

+++ 00 000000000

--- 3

} признак начала
таблицы № I

Тест печати

+++ 00 334I88000

+++ 0I 200000000

+++ 0I 300000000

--- 3

+++ 00 33607I000

+++ 0I 100000000

+++ 0I 200000000

+++ 0I 400000000

--- 03

} Таблица № I

номера событий и следов,
не имеющих ни одного
измерения

7777777777777777

7777777777777777

--- 3

+++ 00 00000000I

--- 3

+++ 00 100000000

--- 3

} признак начала
таблицы № 2

+++ 00 33428I000

--- 3

Печать управляющей п/к
и выдачи для трека № 6
события 33428I

Таблица № 2

с полной печатью

Номера событий и результаты
для случая следов, имеющих
одно измерение, и оно плохое

Тест печати

+++ 00 33428I000

+++ 0I 600000000

--- 3

Таблица 2, краткая печать

Перечень номеров событий и
следов, имеющих лишь одно
измерение, и оно плохое.

7777777777777777

7777777777777777

--- 3

+++ 00 000000000

--- 3

+++ 00 200000000

Признак начала таблицы № 3 с
краткой печатью.

Тест печати

+++ 00 250270000

+++ 0I 200000000

--- 3

+++ 00 264045000

+++ 0I 500000000

--- 3

Таблица № 3

с краткой печатью.

Следы имеют по 2 измерения,
и оба плохие.

7777777777777777

7777777777777777

Тест печати

+++ 00 33428I000

+++ 0I 600000000

--- 3

+++ 00 334I88000

+++ 0I 200000000

+++ 0I 300000000

--- 3

+++ 00 33607I000

+++ 0I 100000000

+++ 0I 200000000

+++ 0I 200000000

--- 3

+++ 00 250270000

+++ 0I 200000000

--- 3

+++ 00 264045000

+++ 0I 500000000

--- 3

Таблица № 4,

сводная таблица

следов, подлежащих

измерению на полуавтоматах.

Л И Т Е Р А Т У Р А :

1. В.Ф.Вишнеvский и др. Схема обработки треков в пузырьковой камере, сфотографированных двухобъективной стереоголовкой. Препринт ОИЯИ, Р-1468, Дубна.
2. О.В.Благонравова и др. Программа геометрической реконструкции для пропановой камеры, сфотографированной двухобъективной стереоголовкой. Препринт ОИЯИ, 2005, 1965, Дубна.
3. Э.М.Иванченко и др. Программа идентификации каналов реакций (варианты 10-10 и 10-20). Препринт ОИЯИ, Р-2399, 1965, Дубна.
4. О.В.Благонравова и др. Программа идентификации ν^0 -частиц (программа 2-2). Препринт ОИЯИ, № 1959, 1965, Дубна.
А.Лукьянцев и др. Программа идентификации распада ν^0 -частиц (программа 2-3). Препринт ОИЯИ, Р-1982, 1965, Дубна.
5. В.Г.Гришин и др. Измерение энергетических и угловых характеристик электронов и γ -квантов в пропановой пузырьковой камере. Препринт ОИЯИ, Р-2277, 1965, Дубна.
6. Ван Ган-чан, М.И.Соловьев, Ю.Н.Шкобин. ПТЭ, I, 41, (1959).
7. А.Д.Макаренкова, В.И.Мороз, Э.Рупп. Программа вычисления эффективных масс в идентифицированных событиях. Препринт ОИЯИ, № 2917, 1966, Дубна.