

Виноградов В.Б. и др.

Б1-1-7715.

СЭЧЧ 1 ш

В-493



1150/74

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

х
Б 1-1-7715

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1974

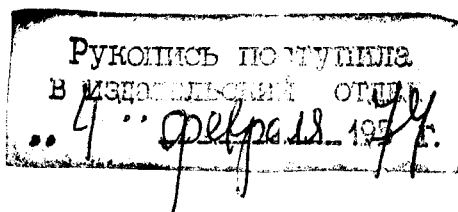
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

В.Б.Виноградов, Н.А.Усманова^{ж)}, Ю.Н.Харжеев, Б.Г.Чиладзе^{жж)},
Л.Шандор, Ш.С.Шошашвили^{жж)}

Б1-1-7715

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ЧАСТИЦ В МЕТРОВОЙ ПРОПАНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
С ПОМОЩЬЮ ДВУХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ



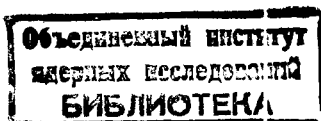
Дубна, 1974 года

ж)

Физико-технический институт АН УзССР, Ташкент

жж)

Тбилисский государственный университет, Тбилиси



СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	3
I. Краткое описание двух систем обработки событий, регистрируемых с помощью метровой пропановой пузырьковой камеры.....	3
2. Сравнительный анализ результатов восстановления кинематических параметров частиц	4
2.1. Выявление грубых ошибок	5
2.2. Статистическое сравнение	5
2.2.1. Сравнение величин импульсов	7
2.2.2. Сравнение величин глубинных углов...	8
2.2.3. Сравнение величин азимутальных углов	8
2.2.4. Сравнение точностей измерения кинематических параметров частиц ...	9
3. Сравнение точностей измерения масс π^0 -мезонов, K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов.....	II
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	II
ЛИТЕРАТУРА	13
ТАБЛИЦЫ	14
РИСУНКИ	19

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе выполнен сравнительный анализ результатов восстановления кинематических параметров частиц* в метровой пропановой пузырьковой камере Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ/I/ с помощью двух систем обработки событий.

Указанная задача возникла в связи с переходом в 1972 году на более совершенную систему программ обработки событий и образованием, благодаря этому, двух групп событий, обработанных с помощью двух различных систем программ. Поскольку при совмещении этих групп в единую статистику возможны различного рода систематические смещения, то необходимо было выяснить степень согласованности результатов, полученных разными способами.

Кроме того, подобное исследование дает возможность оценить преимущества, получаемые при использовании более сложных алгоритмов восстановления кинематических параметров частиц по сравнению с относительно простыми алгоритмами.

I. Краткое описание двух систем обработки событий, регистрируемых с помощью метровой пропановой пузырьковой камеры

Назовем старую систему обработки событий системой 1 и новую систему - системой 2. На рис. 1 представлена блок-схема процесса обработки событий, общая для этих систем. Программы, с помощью

* Под кинематическими параметрами частиц понимается импульс P , азимутальный угол φ и глубинный угол χ .

которых осуществляется обработка событий на ЭВМ по системе 1, описаны в /2-6/, а по системе 2 - в /7-10/.

Кинематические параметры треков получаются в результате геометрической реконструкции событий по программе 0-10/3/ в системе 1 и по программе 1-6/9/ в системе 2. Наиболее существенное различие этих программ заключается в методе определения кинематических параметров треков (блок 4). Если в программе 0-10 величины P , φ , κ получаются путем аппроксимации восстановленных в пространстве точек трека винтовой линией безотносительно к природе частиц, то в программе 1-6 точки треков аппроксимируются кривой, полученной с учетом массы частицы, неоднородности магнитного поля, многократного рассеяния, потерь на ионизацию и тормозное излучение.

Полученные с помощью программы 0-10 кинематические параметры треков нуждаются в коррекции: а) введение поправок на ионизационные потери и поправок на потери из-за тормозного излучения (в случае электронов) и б) добавлении к погрешности измерений дополнительной погрешности, обусловленной многократным рассеянием и тормозным излучением (эти операции осуществляются в блоках 5-8).

2. Сравнительный анализ результатов восстановления кинематических параметров частиц

Сравнительный анализ выполнялся в две стадии: прежде всего были сопоставлены между собой результаты обработки по двум системам одного и того же измерения отдельных событий с целью

выявления грубых ошибок, далее был проведен статистический анализ большой совокупности событий.

2.1. Выявление грубых ошибок

Блок 3 - восстановление пространственных координат точек треков - в обеих системах один и тот же /II/. Поэтому полученные по двум программам пространственные координаты точек треков одного и того же измерения должны численно совпадать. Этот факт был проведен для всех имеющихся 15 экспозиций камеры.

В таблице I представлены величины восстановленных кинематических параметров треков для одного из таких событий (двухлучевая звезда с γ -квантами). Величины R , φ , λ , определенные с помощью систем I и 2 в пределах погрешностей измерения совпадают и сами погрешности примерно одинаковы.

Таким образом, существенного расхождения между результатами, полученными с помощью двух рассмотренных систем обработки для одного и того же измерения не наблюдается.

2.2. Статистическое сравнение

Статистическое сравнение восстановления кинематических параметров по двум системам заключалось в анализе распределений величины

$$r(x) = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{(\Delta x_2)^2 + (\Delta x_1)^2}}, \quad (I)$$

где X - одна из величин P , φ , κ , а ΔX - полная погрешность измерений величины X .

Если отсутствуют систематические ошибки, т.е. в двух системах восстановления величин P , φ , κ производится одинаково, то распределение $\Gamma(x)$ должно иметь среднее значение, равное нулю. Что же касается дисперсии распределения $\Gamma(x)$, σ^2 , то в нашем случае величина σ^2 будет меньше единицы, поскольку в знаменателе (I) дважды учитывается погрешность из-за многократного рассеяния (в величинах ΔX_1 и ΔX_2). Поэтому основное внимание при анализе распределений $\Gamma(x)$ было обращено на средние значения.

При поиске возможных систематических эффектов производился анализ отдельных частей исследуемой совокупности треков в зависимости от импульсов, зарядов и масс частиц, для того чтобы избежать эффектов, компенсирующих друг друга.

Для статистического сравнения восстановления кинематических параметров по двум системам было обработано 132 события следующих типов:

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

$$\rightarrow p \pi^- 2\gamma \quad (3)$$

$$\rightarrow (\pi^+ / p) \pi^- 2\gamma \quad (4)$$

Количество событий каждого типа составляло: 59 событий типа (2), 43 события типа (3) и 30 событий типа (4). Распределение кинематических параметров треков этих событий (вторичных частиц и электрон-позитронных пар, образованных в результате конверсии γ -квантов) представлены на рис. 2. Как видно, кинематические

параметры треков большинства событий находятся в следующих интервалах: по импульсу - от 0 до 1500 Мэв/с, по азимутальному углу - от 45° до 135° , и по глубинному углу - от 45° до $+45^\circ$ ж).

2.2.1. Сравнение величин импульсов

На рис.3-7 приведены распределения величин $\Gamma(x)$ для импульсов треков. При этом на рис.3 показаны распределения $\Gamma(\rho)$ для различных интервалов импульсов всех треков, на рис.4 - распределения $\Gamma(\rho)$ для π^\pm -мезонов, на рис.5 - распределения $\Gamma(\rho)$ для e^\pm , на рис.6 - для отрицательных треков (e^- , π^-) и на рис.7 - для положительных треков (e^+ , π^+ , p).

В таблицах 2 и 3 представлены величины $\bar{\Gamma}$ и \bar{b} для этих распределений. Погрешности величин $\bar{\Gamma}$ и \bar{b} вычислялись по следующим формулам:

$$\Delta \bar{\Gamma} = \bar{b} / \sqrt{N} \quad , \quad \Delta \bar{b} = \bar{b} / \sqrt{2N}$$

где N - количество величин Γ в гистограмме.

Как видно из приведенных данных, средние величины $\bar{\Gamma}(\rho)$ в пределах погрешностей равны нулю. Таким образом, результаты восстановления импульсов частиц с помощью рассмотренных систем обработки статистически совпадают.

ж)

Отсчет азимутальных углов φ производится от оси X , глубинных углов χ от плоскости XU , привязанной к нижней поверхности верхнего стекла рабочей камеры. Ось направлена вдоль камеры (вдоль пучка), ось X - перпендикулярна к ней, ось Z - перпендикулярно к плоскости и направлена вниз (внутри рабочего объема камеры).

2.2.2. Сравнение величин глубинных углов

На рис. 8-12 показаны распределения $\mathcal{N}(x)$ для глубинных углов \mathcal{N} в зависимости от импульса, типа и знака заряда частицы, а в таблицах 2 и 3 представлены средние значения и дисперсии.

Из этих данных можно сделать вывод, что восстановление глубинных углов частиц в рассмотренных системах производится статистически одинаково.

2.2.3. Сравнение величин азимутальных углов

Результаты сравнения азимутальных углов для различных интервалов импульсов частиц, типов и знаков зарядов частиц показаны на рис. 13-17, а величины $\bar{\varphi}$ и σ для этих распределений приведены в таблицах 2, 3.

Наблюдается отклонение среднего значения $\bar{\varphi}$ от нуля (таблица 3), выходящее за 3 стандартные погрешности. При этом $\bar{\varphi} > 0$ для положительных треков и $\bar{\varphi} < 0$ для отрицательных треков. Этот факт проиллюстрирован на рис. 18, на котором показаны двумерные распределения азимутальных углов частиц, полученные с помощью систем 1 и 2, отдельно для положительных и отрицательных частиц. Видно, что φ_1 систематически больше φ_2 для отрицательных треков и меньше φ_2 для положительных треков.

Существенное систематическое различие в величинах азимутальных углов наблюдается лишь у электронных треков и может быть

объяснено отсутствием поправки на тормозное излучение к азимутальному углу. Величина эффекта невелика (разность $\varphi_2 - \varphi_1$ составляет примерно 40% от средней погрешности измерения азимутального угла) и компенсируется при объединении электрон-позитронной пары в гамма-квант.

Таким образом, восстановленные по двум системам обработки кинематические параметры треков, в основном, статистически совпадают.

2.2.4. Сравнение точностей измерения кинематических параметров треков

В таблице 4 приведены средние погрешности измерения кинематических параметров треков в различных импульсных интервалах в зависимости от типа частицы.

На рис. 19-21 показаны погрешности измерения импульсов различных частиц в зависимости от величины импульса для всех треков вместе и отдельно для π^\pm -мезонов и e^\pm , полученные с помощью систем обработки 1 и 2. Как видно, импульсы в обеих системах определяются примерно с одинаковой точностью, составляющей в среднем 12%. Погрешность измерения импульса слабо зависит от импульса в рассматриваемом интервале импульсов.

На рис. 22-23 показаны распределения треков по величинам погрешностей измерения азимутальных и глубинных углов для обеих систем в различных интервалах импульсов.

Из этих данных можно заключить, что азимутальные и глубинные углы вылета частиц определяются в системе I с меньшей точностью, чем в системе 2. (Погрешность измерения азимутальных углов в системе I на 20%-40% больше, чем в системе 2, а глубинных углов - на 50%). Однако неосходимо отметить, что рассмотренные нами события реконструированы по программе I-6 при несколько заниженной обобщенной измерительной ошибке на пленке $\bar{\delta}$, равной 17 мкм. Величина $\bar{\delta}$ входит в функционалы при определении P, φ, χ в качестве параметра. При этом средние значения χ^2 и W^2 треков оказались завышенными: $\bar{\chi}^2 = 1,14$ и $\bar{W}^2 = 1,08$. Проведенная нормировка величин $\bar{\chi}^2$ и \bar{W}^2 к единице привела к величине $\bar{\delta}$, равной 19 мкм и к увеличению погрешностей определения азимутальных и глубинных углов на 10-20%.

Таким образом, преимущество системы 2 перед системой I в точности определения углов вылета частиц составляет 10-20% для азимутальных углов и 30-40% - для глубинных углов. Это преимущество системы 2 возникает благодаря использованию матрицы многократного рассеяния при определении кинематических параметров трека.

Необходимо отметить, что увеличение точности определения эффективной массы системы частиц будет невелико, поскольку величина вклада в погрешность измерения массы из-за погрешности измерения углов примерно в пять раз меньше вклада из-за погрешности измерения импульсов (эти вклады находятся в отношении как $\frac{\Delta p}{p} \frac{\Delta \theta}{\theta}$: $\frac{\Delta p}{p}$, относительная погрешность измерения импульса - $\frac{\Delta p}{p} \approx 0,1 - 0,12$ и средняя погрешность измерения углов между частицами - $\Delta \theta \approx 0,02$).

3. Сравнение точностей измерения масс Π^0 -мезонов, K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов

Кроме сравнения кинематических параметров заряженных частиц (π^\pm , e^\pm , p) было выполнено сравнение точностей измерения масс Π^0 -мезонов, K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов, зарегистрированных в камере по распадам $\Pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$, $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ и $\Lambda^0 \rightarrow p\pi^-$, соответственно. Для этой цели были использованы события с двумя γ -квантами и события с V^0 -частицами, обработанные по I и 2 системам. Отметим, что по различным системам обрабатывались различные события. Поэтому прямого сопоставления масс не проводилось.

На рис. 24 показаны распределения этих событий по эффективным массам систем частиц $\gamma\gamma$, $\pi^+\pi^-$, $p\pi^-$. Обработка этих спектров дала средние значения масс и среднеквадратичные распределения, приведенные в таблице 5^{ж)}. Как видно из таблицы, среднеквадратичные отклонения в соответствующих спектрах масс I и 2 систем совпадают в пределах погрешностей. Таким образом, определение эффективных масс с помощью I и 2 систем производится с одинаковой точностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный в настоящей работе сравнительный анализ определения импульсов и углов вылета частиц, а также точностей измерения масс Π^0 -мезонов, K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов, в метровой про-

ж)

В случае γ, γ системы усреднение проводилось в интервале масс 110-160 Мэв, в остальных случаях использовались все события.

пановой пузырьковой камере с помощью двух систем обработки событий показал, что:

1. Не наблюдается существенного систематического расхождения между получаемыми с помощью рассмотренных систем кинематическими параметрами частиц.

2. Точности измерения импульсов частиц одинаковы, а точности измерения углов вылета в системе 2 выше, чем в системе 1 (на 10-20% для азимутальных углов и на 30-40% - для глубинных углов).

3. Точности измерения масс P^0 -мезонов, K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов одинаковы.

Таким образом, использование более сложных алгоритмов определения кинематических параметров частиц (программа I-6) не имеет существенных преимуществ в рассмотренных условиях (небольшая неоднородность магнитного поля ($\approx 4\%$), пропущенное заполнение (радиационная длина равна 110 см), средние длины треков - 10-30 см, обобщенная измерительная ошибка на пленке $\bar{\sigma} = 10 \text{ мкм}$).

Обработанные с помощью двух систем группы событий могут быть сложены в единый массив без внесения систематических смещений.

Авторы благодарны член-корреспонденту АН СССР В.А.Ливанову и доктору физико-математических наук Ю.А.Будякову, под общим руководством которых выполнялась настоящая работа, кандидату физико-математических наук А.Г.Володино за многочисленные полезные обсуждения, сотрудникам Лаборатории вычислительной техники и автоматизации - кандидату физико-математических наук В.И.Норозу, Н.Ф.Марковой и В.М.Карнаухову за помощь и разъяснение ряда вопросов в работе с программой I-6.

С.И.Смирнов
В.А.Ливанов

У.М.Машаев
У.М.Машаев

В.А.Будяков

В.И.Нороз

ЛИТЕРАТУРА

1. А.В.Богомолов, Ю.А.Будагов, А.Т.Василенко и др. ПТЭ, I, 61, 1964.
2. В.Н.Бондаренко, Н.Н.Говорун и др. ОИЯИ, Ю-3426, Дубна, 1967.
3. Н.А.Буздавина, В.Б.Виноградов, В.Б.Флягин. ОИЯИ, Б I-Ю-3572, Дубна, 1967.
4. В.Б.Виноградов, В.Г.Иванов, Л.Яноутова. ОИЯИ 2613, Дубна, 1966.
5. Ш.Валкар, В.Б.Виноградов, Н.К.Куциди и др. ОИЯИ I3-6140, Дубна, 1971.
6. Э.М.Иванченко, А.Ф.Лукьянцев, В.И.Мороз и др. ОИЯИ, P-2399, Дубна, 1965.
7. В.М.Карнаухов, А.Ф.Лукьянцев, А.Д.Макаренкова, Н.Ф.Маркова, В.И.Мороз и др. ОИЯИ, Ю-6123, Дубна, 1971.
8. З.Н.Иванченко, Р.В.Малышев, В.И.Шигаев. ОИЯИ, Ю-4879, Дубна, 1969.
9. Н.Ф.Маркова, В.И.Мороз, В.И.Никитина, А.П.Стельмах, Г.Н.Тентюкова. ОИЯИ, P- Ю-3768, Дубна, 1968.
10. З.Н.Иванченко, А.Ф.Лукьянцев, А.Д.Макаренкова, В.И.Мороз, Г.Н.Тентюкова. ОИЯИ, P II-3983, Дубна, 1968.
11. И.М.Иванченко, Н.А.Круткова, В.И.Мороз и др. ОИЯИ, P-2889, Дубна, 1966.
12. Review of Particle Properties Phys, Letters 3913, N°=1, 1972.

Таблица I. Кинематические параметры треков (p, φ, λ), определенные с помощью двух систем программы, для произвольного события (входные данные - координаты точек проекций треков на снимке и координаты реперных крестов - одинаковые). L - измеренная длина трека.

События	№ систем	$P, \text{ МэВ/с}$	$\frac{\Delta p}{p}, \%$	φ°	λ°	$L, \text{ см}$
π^+	I	278,0	10,4	$51,8 \pm 0,5$	$-14,2 \pm 0,7$	12,8
	2	285,2	11,0	$51,6 \pm 0,5$	$-14,3 \pm 0,8$	
π^-	I	1527,0	6,6	$86,15 \pm 0,13$	$-6,2 \pm 0,2$	28,1
	2	1526,7	5,8	$86,10 \pm 0,08$	$-6,2 \pm 0,2$	
e^-	I	34,8	16,7	$74,6 \pm 3,6$	$19,2 \pm 4,5$	3,9
	2	32,1	17,2	$73,2 \pm 2,10$	$19,0 \pm 3,2$	
e^+	I	180,8	12,0	$72,1 \pm 0,66$	$17,3 \pm 1,3$	10,2
	2	184,1	14,4	$72,2 \pm 0,45$	$17,3 \pm 0,9$	
e^-	I	298,7	13,7	$62,8 \pm 0,41$	$-0,5 \pm 0,6$	7,6
	2	306,6	16,1	$62,6 \pm 0,44$	$0,3 \pm 0,7$	

Таблица 2. Средние значения (\bar{r}) и среднеквадратичные отклонения (σ) распределений $r(x)$ величин r, φ, λ треков в зависимости от типов и импульсов частиц.

Час- тица	$r(p)$		$r(\lambda)$		$r(\varphi)$		
	$\bar{r} \pm \Delta\sigma$	$\bar{r} \pm \Delta\bar{r}$	$\bar{r} \pm \Delta\sigma$	$\bar{r} \pm \Delta\bar{r}$	$\bar{r} \pm \Delta\sigma$	$\bar{r} \pm \Delta\bar{r}$	
+p	<4000	0,73±0,03	-0,03±0,04	0,83±0,03	0,08±0,04	1,01±0,04	-0,12±0,05
	<1000	0,72±0,03	-0,03±0,04	0,82±0,03	0,07±0,04	1,01±0,03	-0,12±0,05
	<100	0,73±0,05	0,09±0,07	0,86±0,06	0,05±0,08	0,98±0,07	-0,03±0,09
+n	<4000	1,00±0,05	0,00±0,07	0,81±0,04	0,03±0,06	1,12±0,06	-0,14±0,09
	<1000	0,95±0,06	0,01±0,08	0,80±0,05	0,03±0,07	1,08±0,06	-0,07±0,08
	>1000	1,13±0,10	-0,08±0,14	0,82±0,08	0,03±0,10	1,15±0,09	-0,29±0,13
+p	<4000	0,80±0,02	0,03±0,03	0,82±0,02	0,05±0,03	1,04±0,03	-0,10±0,04
	<1000	0,77±0,02	0,01±0,03	0,81±0,02	0,04±0,03	1,03±0,03	-0,07±0,04
	>1000	1,05±0,07	0,12±0,10	0,87±0,06	0,07±0,08	1,18±0,09	-0,31±0,12

Таблица 3. Средние значения ($\bar{\Gamma}$) и среднеквадратичные отклонения (σ) для распределений $\Gamma(x)$ параметров Γ, φ, λ в зависимости от типа и знака заряда частицы.

	$\Gamma(p)$		$\Gamma(\lambda)$		$\Gamma(\varphi)$	
	$\sigma \pm \Delta\sigma$	$\bar{\Gamma} \pm \Delta\bar{\Gamma}$	$\sigma \pm \Delta\sigma$	$\bar{\Gamma} \pm \Delta\bar{\Gamma}$	$\sigma \pm \Delta\sigma$	$\bar{\Gamma} \pm \Delta\bar{\Gamma}$
Все	+	0,78 \pm 0,02	-0,05 \pm 0,03	0,80 \pm 0,03	0,09 \pm 0,05	1,07 \pm 0,04
	-	0,94 \pm 0,01	0,02 \pm 0,02	0,87 \pm 0,04	0,07 \pm 0,06	1,06 \pm 0,04
П-мезоны	π^+	0,93 \pm 0,06	-0,02 \pm 0,08	0,82 \pm 0,06	0,04 \pm 0,08	1,02 \pm 0,09
	π^-	1,03 \pm 0,07	-0,03 \pm 0,10	0,92 \pm 0,06	-0,05 \pm 0,09	1,15 \pm 0,09
Электроны	e^+	0,69 \pm 0,03	-0,07 \pm 0,05	0,79 \pm 0,04	0,12 \pm 0,07	1,10 \pm 0,07
	e^-	0,75 \pm 0,04	0,05 \pm 0,06	0,78 \pm 0,05	0,16 \pm 0,08	0,96 \pm 0,06

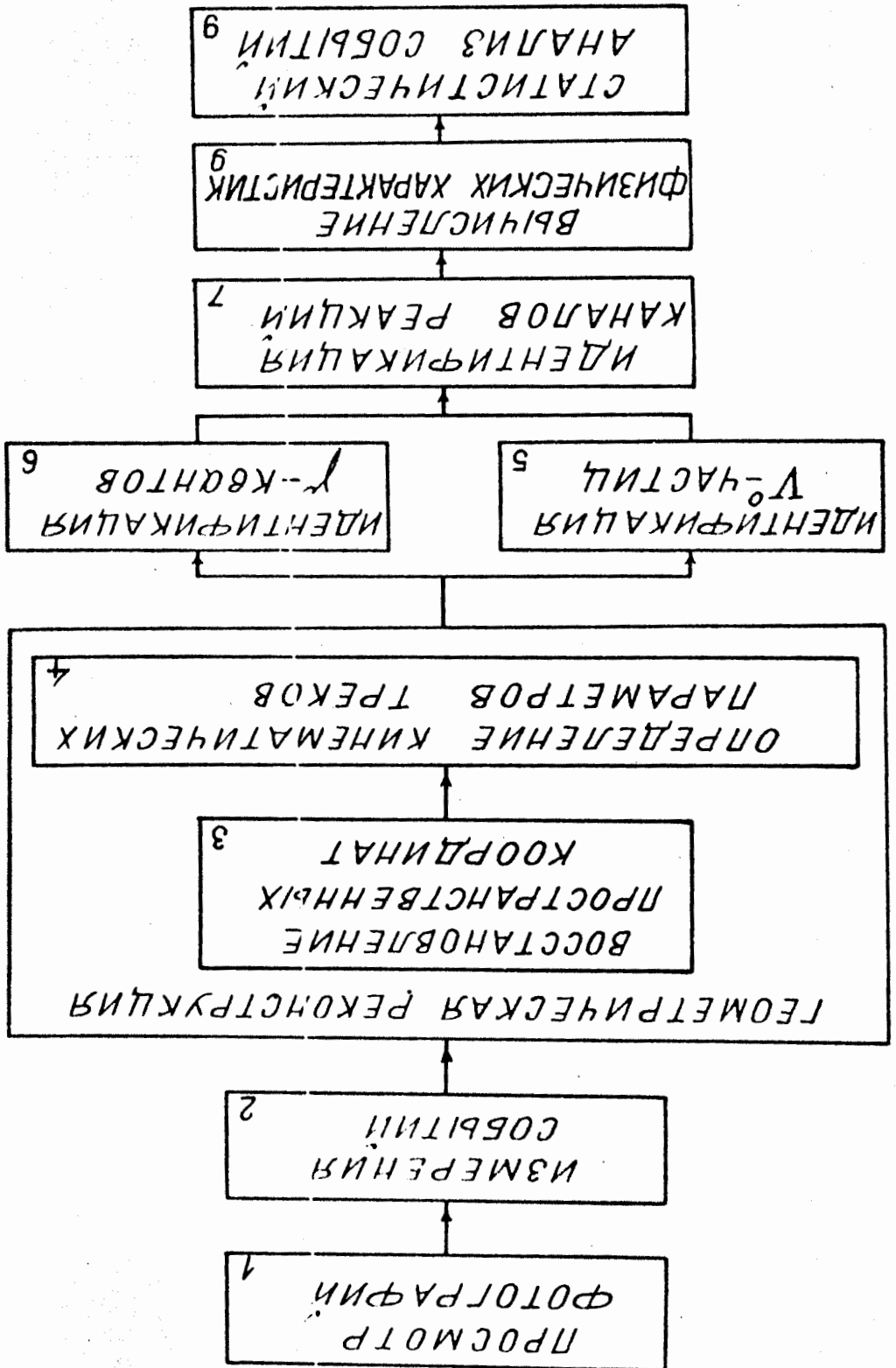
Таблица 4. Средние погрешности измерения кинематических параметров треков различных частиц (e^\pm , μ^\pm , p) (в трех импульсных интервалах для I и 2 систем обработки).

	$p, \text{ ГэВ}/c$	$\Delta p/p, \%$		$\Delta \alpha^\circ$		$\Delta \varphi$	
		2	I	2	I	2	I
\pm	$P < 4$	12.3 ± 0.04	13.1 ± 0.5	0.99 ± 0.02	1.52 ± 0.05	0.66 ± 0.02	0.80 ± 0.03
\pm	$P < I$	12.4 ± 0.2	13.4 ± 0.4	1.04 ± 0.04	1.63 ± 0.06	0.69 ± 0.03	0.88 ± 0.03
	$P > I$	10.3 ± 0.6	10.5 ± 0.6	0.37 ± 0.03	0.58 ± 0.11	0.28 ± 0.03	0.27 ± 0.03
	$P < 4$	10.0 ± 0.3	9.2 ± 0.4	0.60 ± 0.04	1.00 ± 0.08	0.43 ± 0.07	0.34 ± 0.04
\pm	$P < I$	10.0 ± 0.3	9.3 ± 0.2	0.68 ± 0.01	1.16 ± 0.09	0.48 ± 0.03	0.46 ± 0.05
	$P > I$	10.0 ± 0.3	9.0 ± 0.7	0.33 ± 0.04	0.48 ± 0.08	0.28 ± 0.01	0.20 ± 0.02
\pm	$P < 4$	15.0 ± 0.7	13.5 ± 0.4	1.06 ± 0.04	1.58 ± 0.07	0.73 ± 0.03	0.98 ± 0.03
	$P < I$	15.0 ± 0.6	13.4 ± 0.1	1.19 ± 0.05	1.76 ± 0.07	0.74 ± 0.04	1.03 ± 0.04
	$P < 0.1$	16.5 ± 0.8	15.2 ± 0.6	2.25 ± 0.10	3.34 ± 0.16	1.26 ± 0.08	2.00 ± 0.10

Таблица 5. Точности измерения ^{масс} ρ -мезонов, K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов. M_T - мировое среднее значение массы, приведенное в обзоре свойств частиц [12], N - количество событий, \bar{M} - измеренное среднее значение массы, δM - средне-кватратичное отклонение от среднего).

Частица	M_T , МэВ	Система	N	\bar{M} , МэВ	δM , МэВ
$\rho^0 \rightarrow 2\gamma$	135,0	1	343	$135,5 \pm 0,8$	$11,2 \pm 0,5$
		2	140	$137,0 \pm 1,3$	$11,7 \pm 0,8$
$K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$	497,8	1	315	$497,0 \pm 1,6$	$28 \pm 1,1$
		2	315	$498,7 \pm 1,6$	$28,2 \pm 1,1$
$\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-$	1115,6	1	412	$1114,3 \pm 0,5$	$10,0 \pm 0,3$
		2	250	$1117,9 \pm 0,7$	$10,9 \pm 0,5$

Рис. 1.



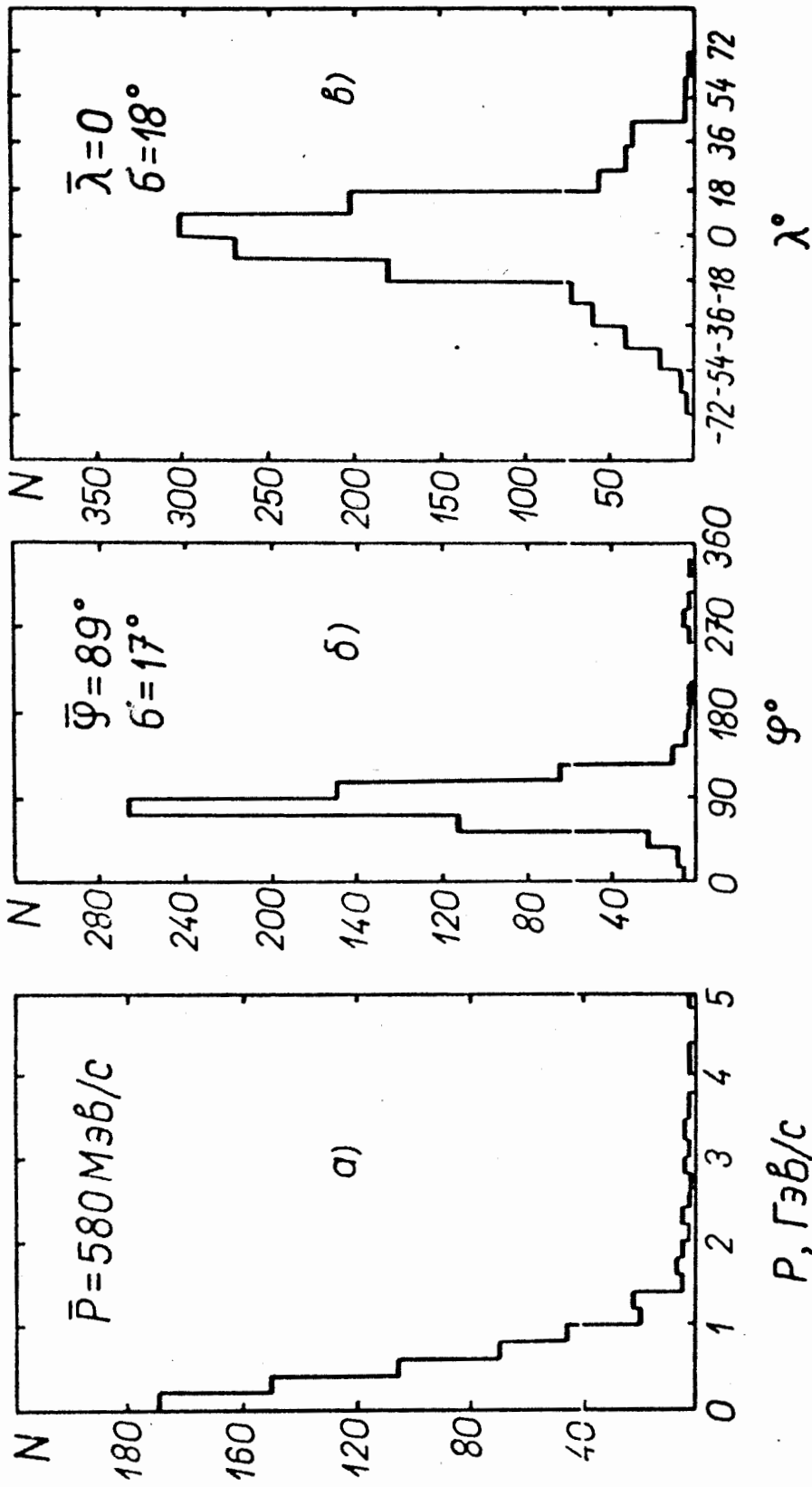


Рис. 2.

Распределения исследуемых треков по импульсам, азимутальным и глубинным углам.

для всех треков

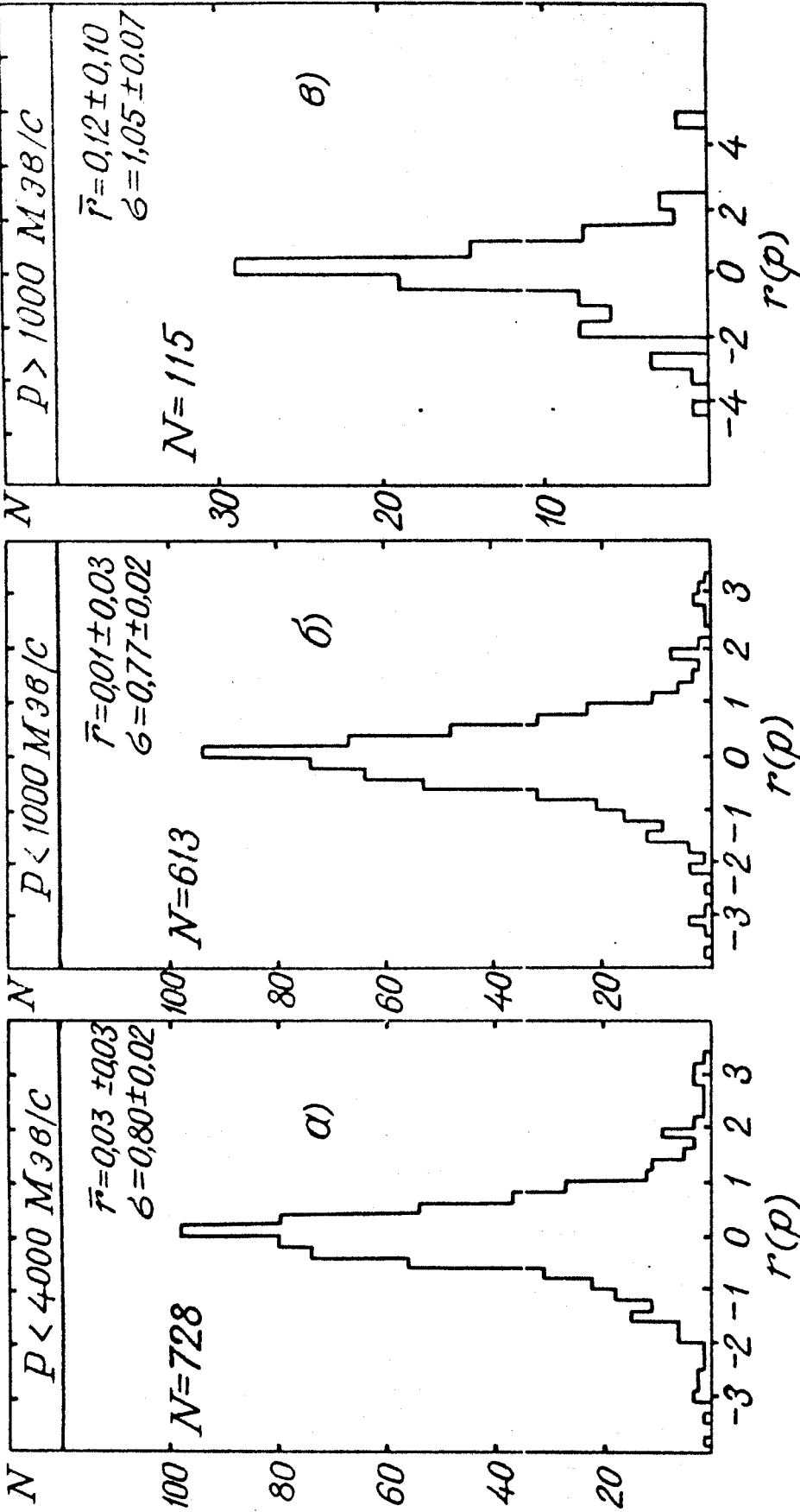
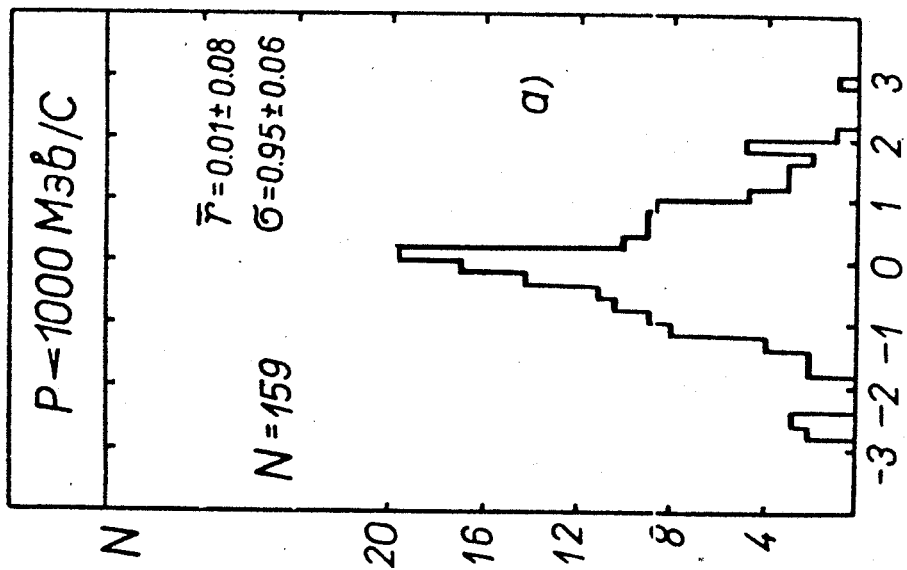


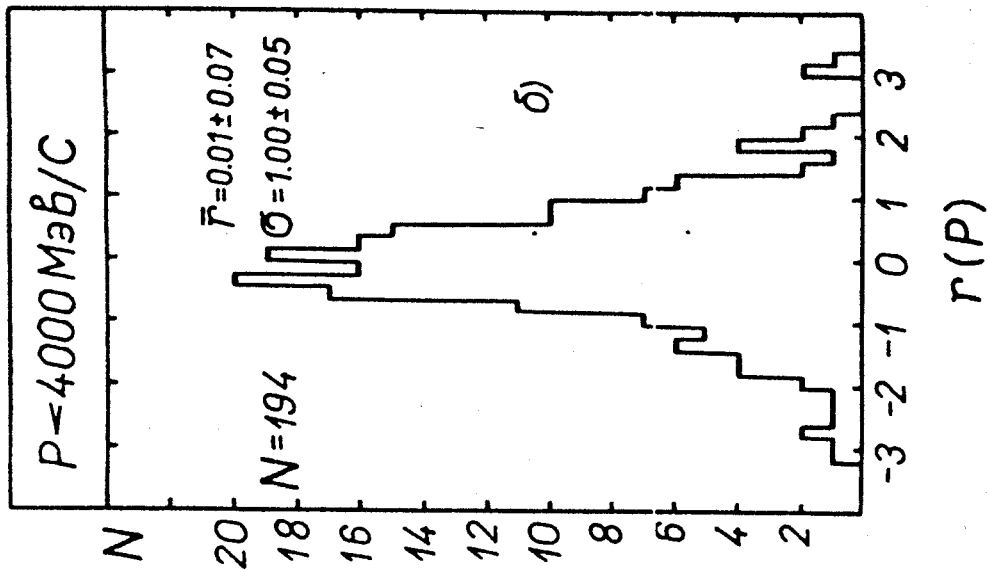
Рис. 3.

Распределения величин $r(p)$ для всех треков в разных интервалах импульсов частиц.

для π^\pm



$r(P)$

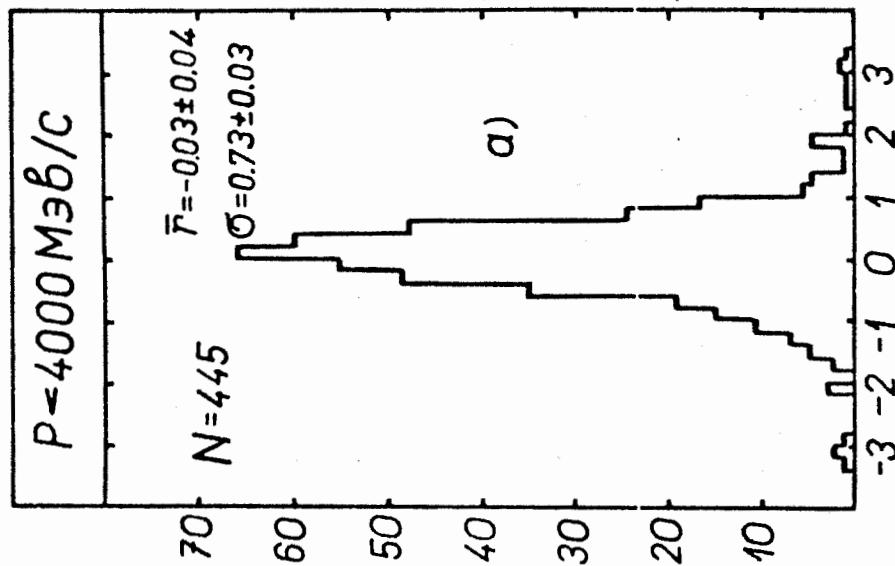
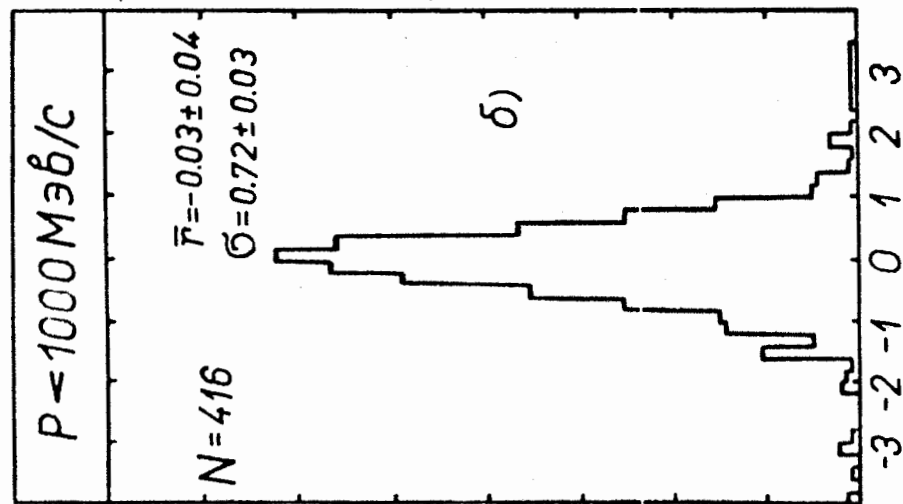
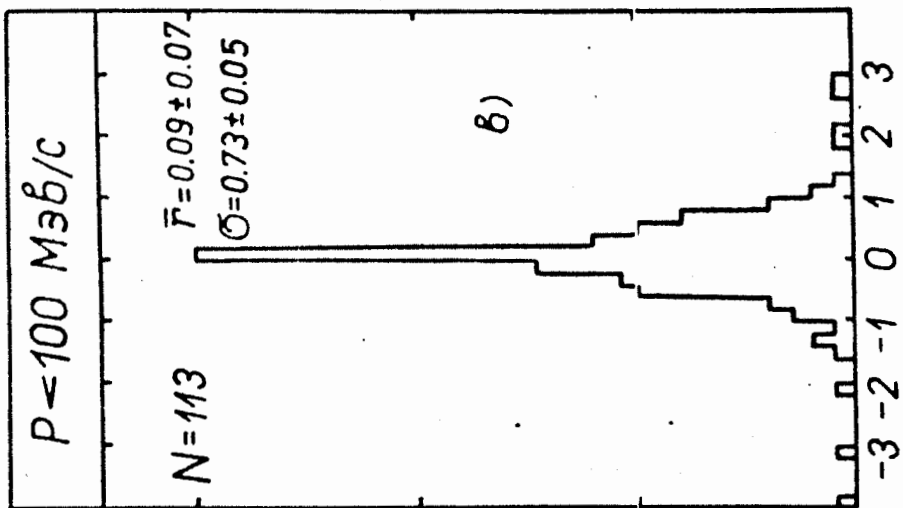


$r(P)$

Рис. 4.

Распределения величин $r(P)$ для π^\pm -мезонов в разных интервалах импульсов частиц.

Для e^+, e^-



$r(P)$

$r(P)$

$r(P)$

Рис. 5.

Распределенная величин $r(\rho)$ для e^\pm в разных интервалах импульсов.

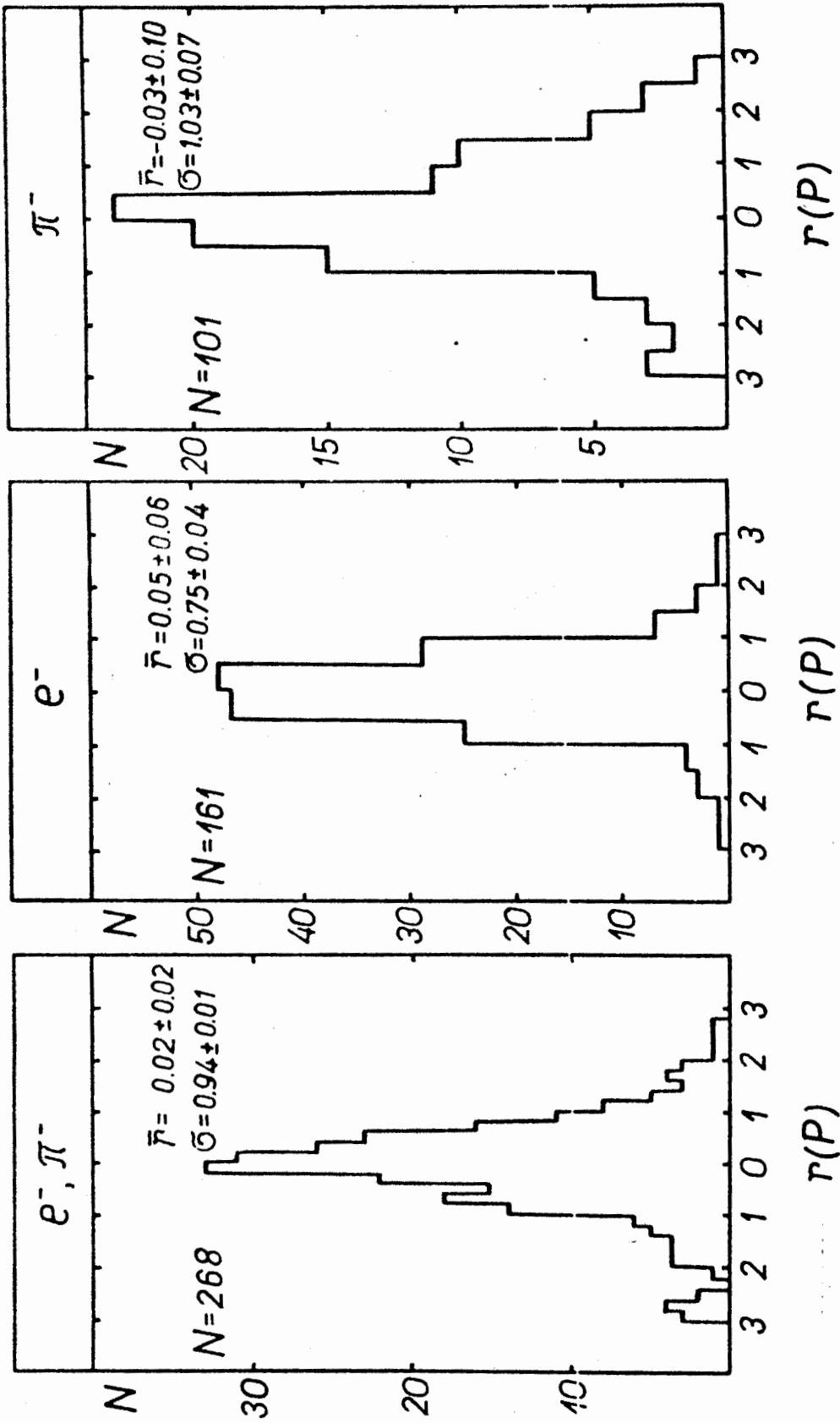


Рис. 6.

Распределения величин $r(P)$ для электронных и π^- -мезонных треков.

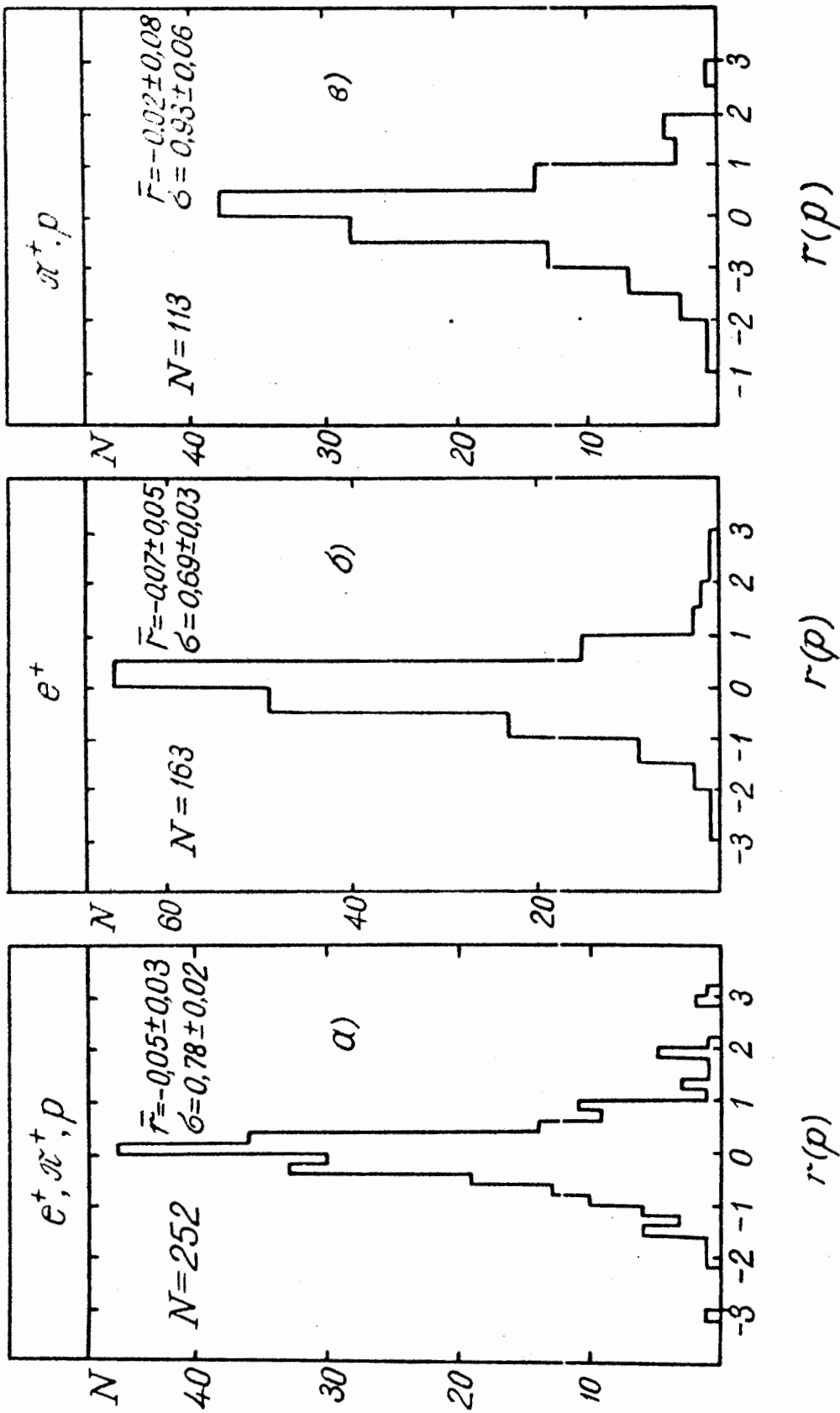


Рис. 7.

Распределения величин $r(\rho)$ для позитронных и π^+ -мезонных треков.

для всех треков

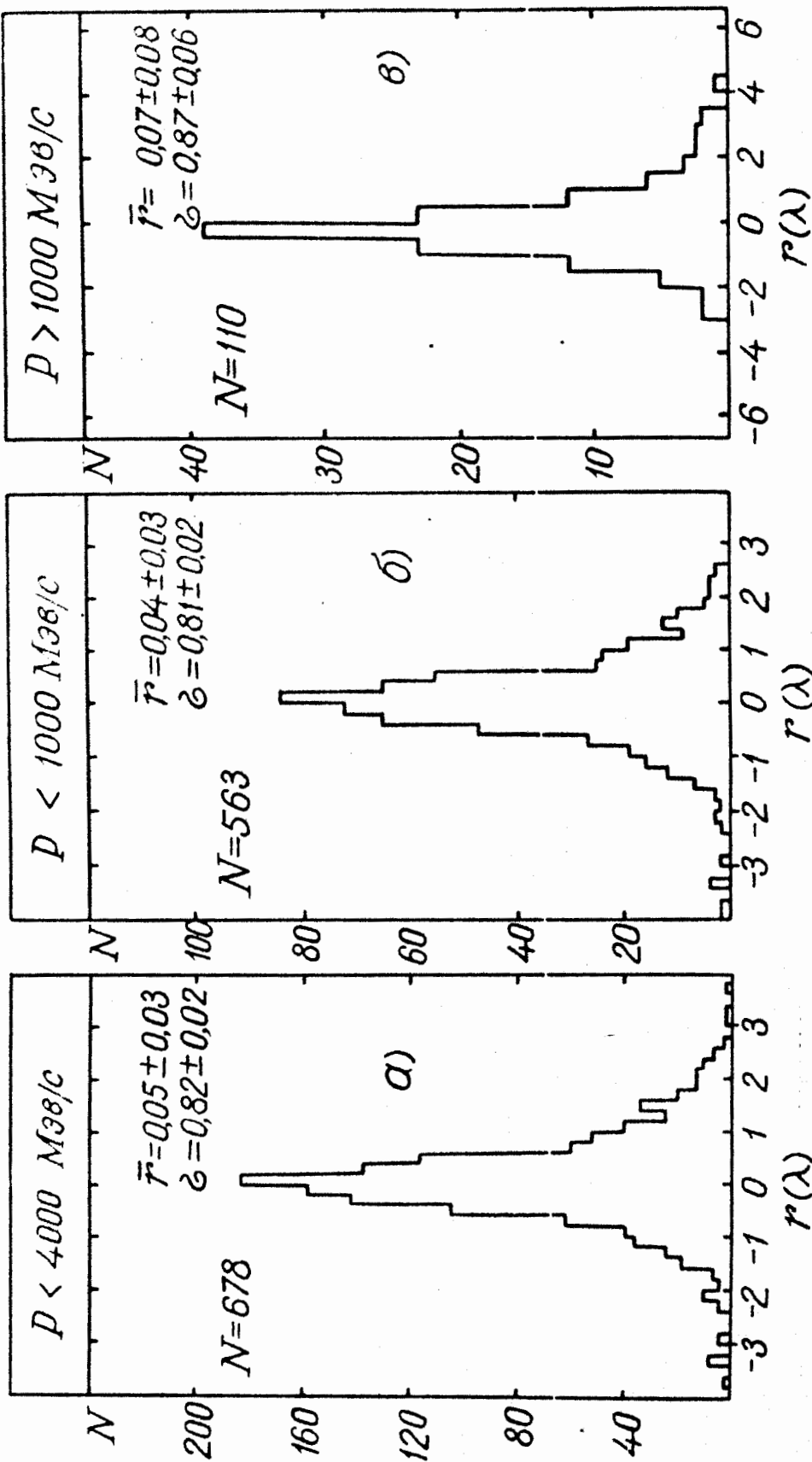


Рис. 8. Распределения величин $r(\lambda)$ для всех треков в разных интервалах импульса.

для e^\pm

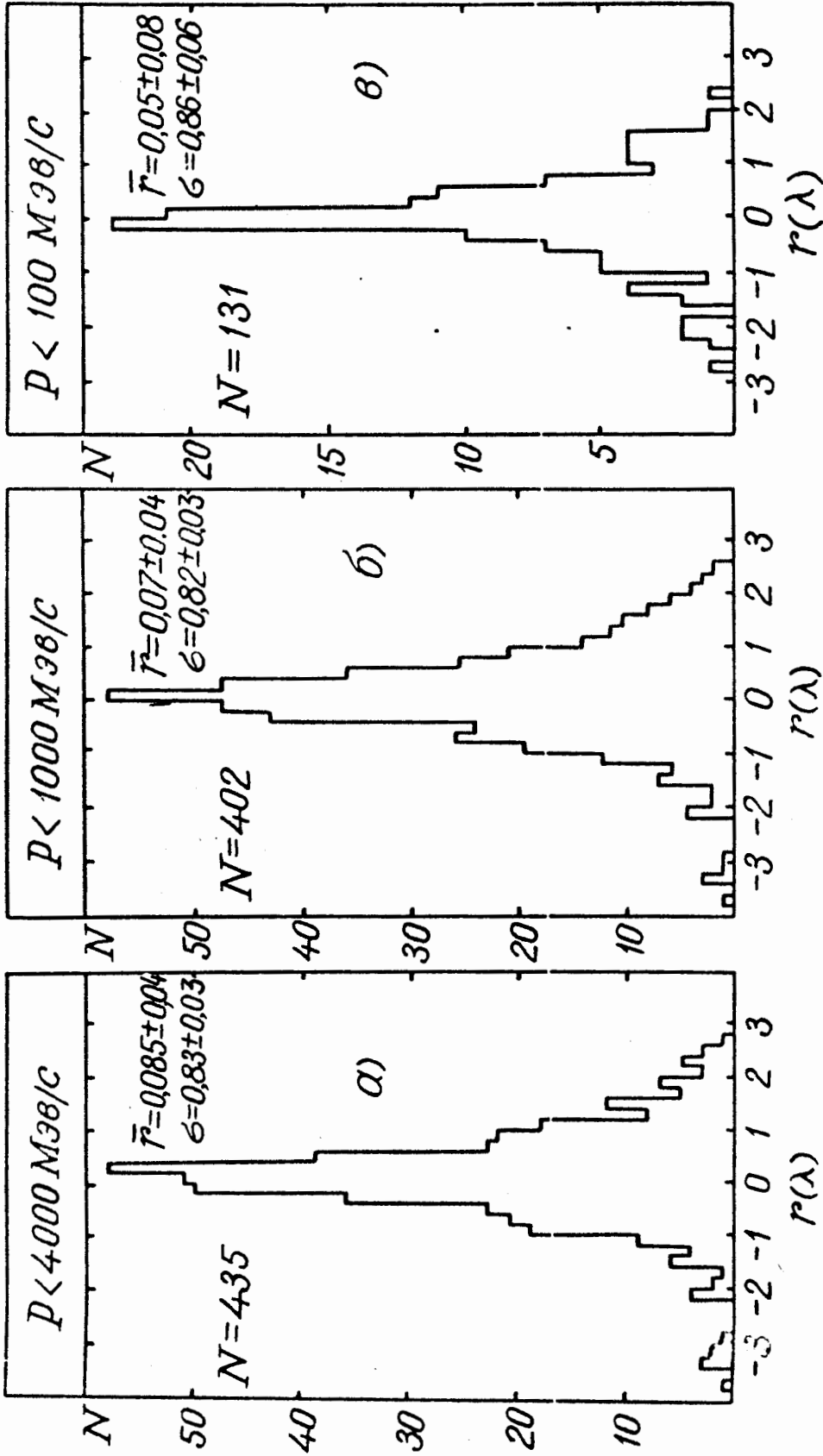


Рис. 9.

Распределения величин $r(\lambda)$ для электрон-позитронных треков в разных интервалах импульсов.

для π^\pm

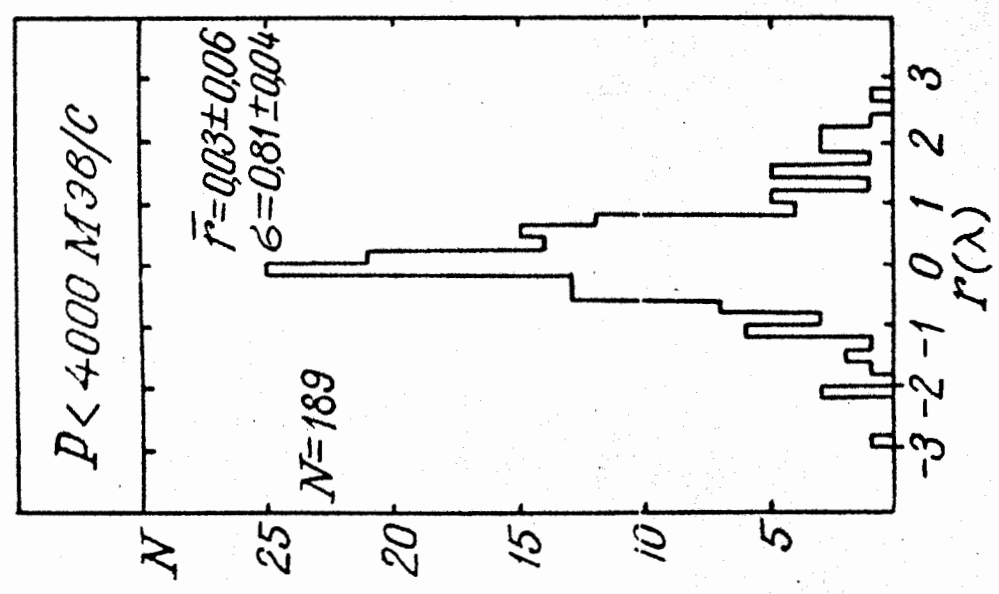
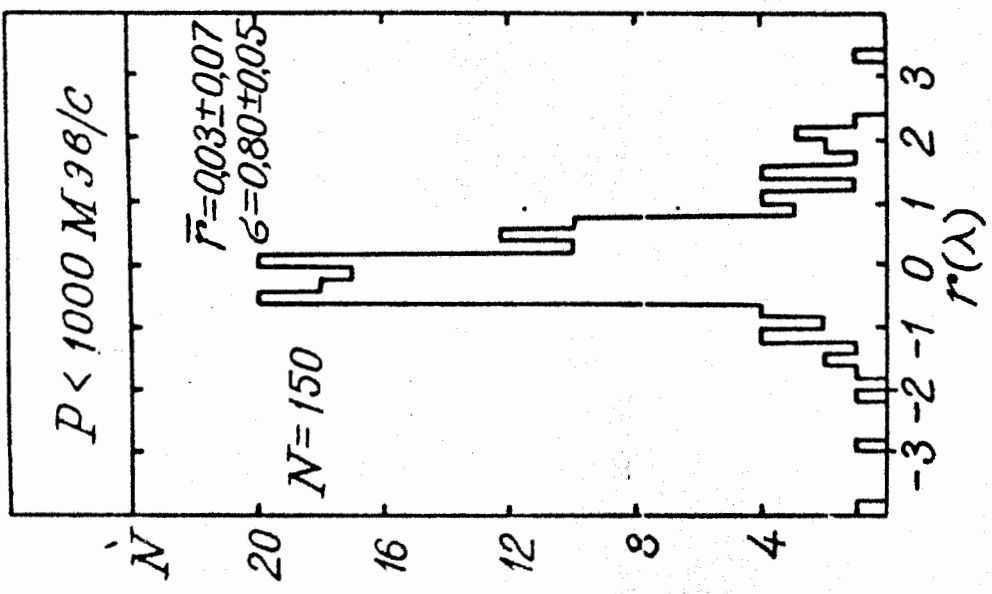


Рис.10.

Распределения величин $r(\lambda)$ для Π^+ -мезонных треков в разных интервалах импульсов.

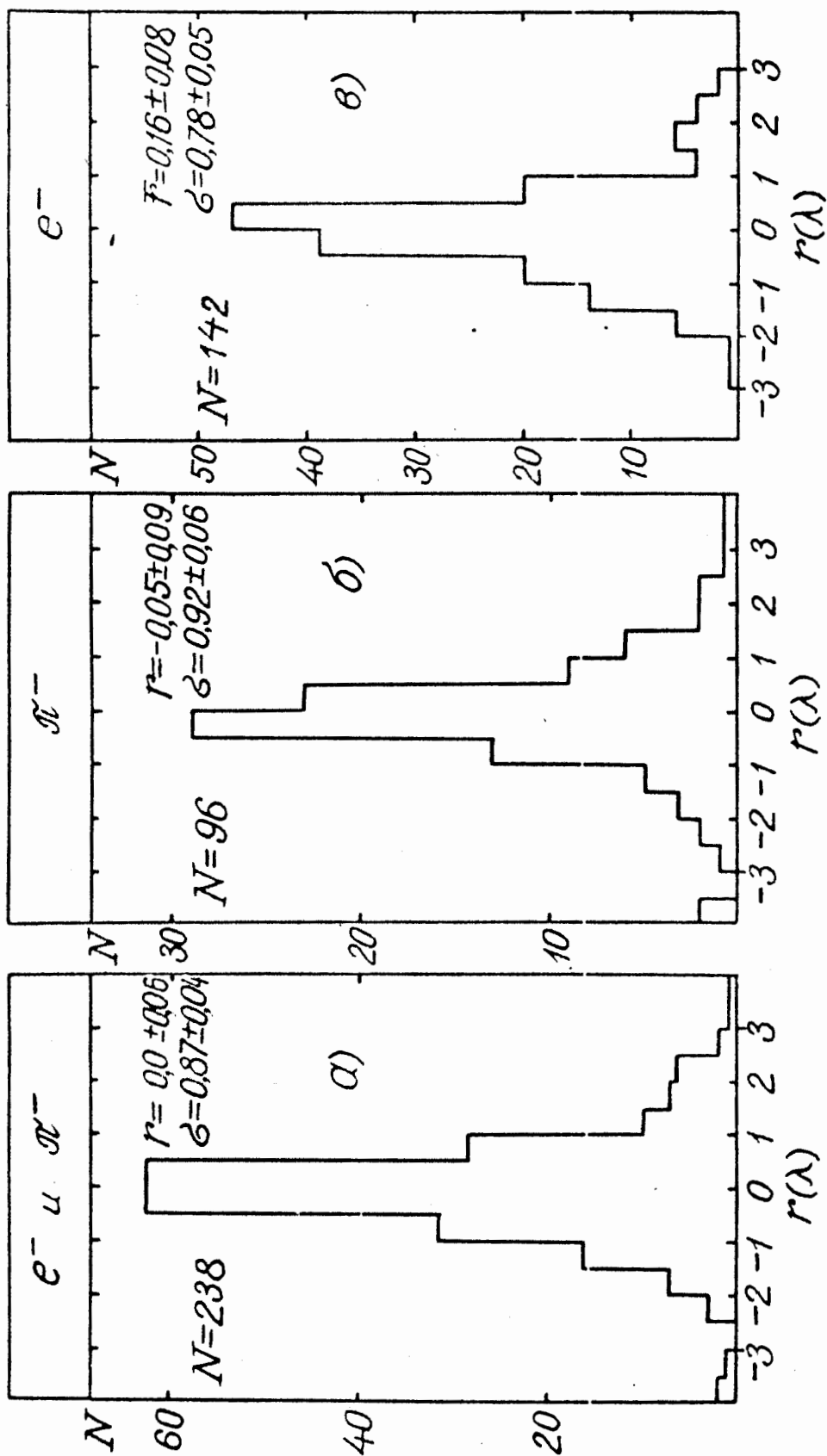


Рис. 11. Распределения величин $r(\lambda)$ для отрицательных треков в разных интервалах импульсов.

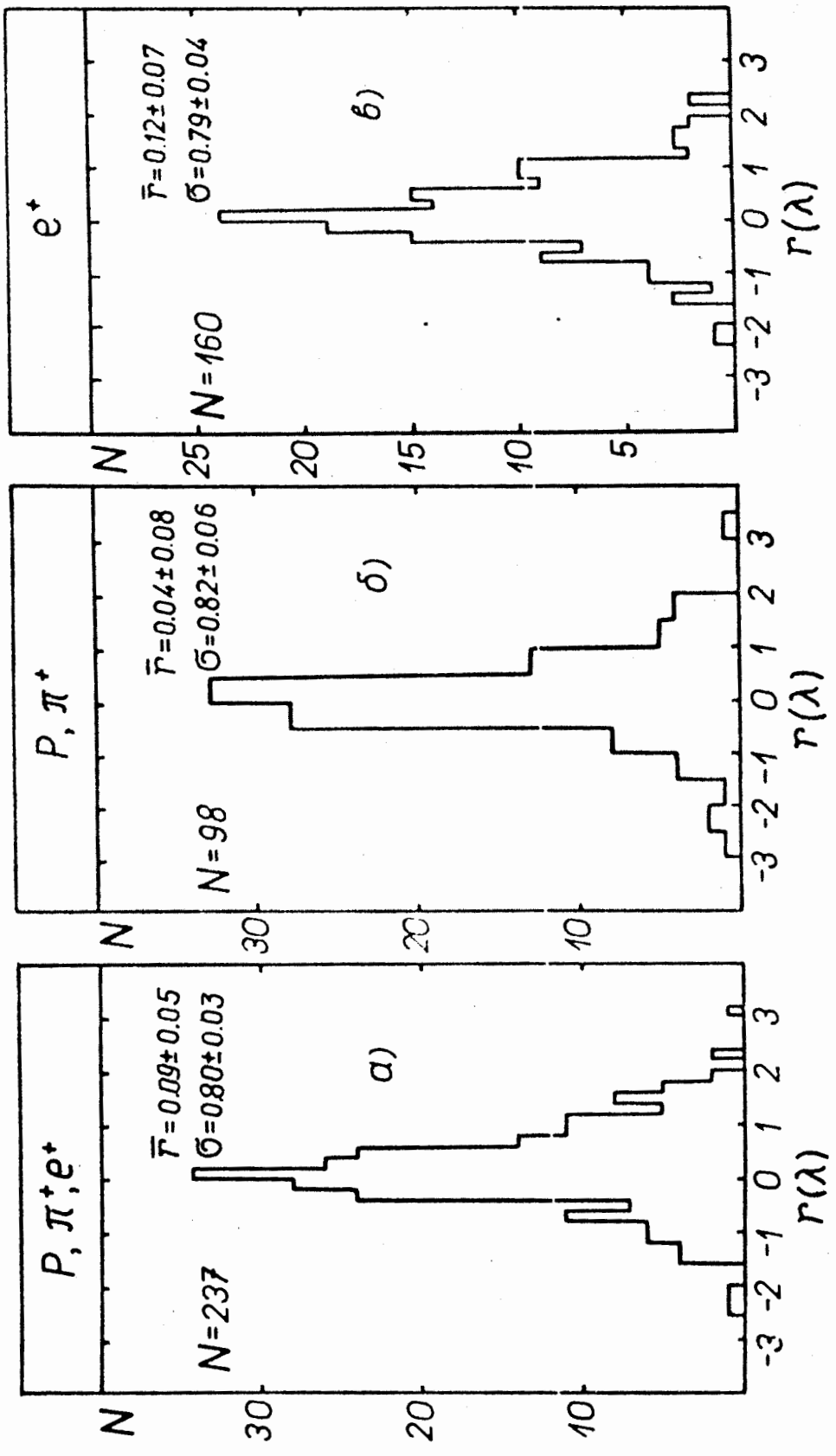


РИС. 12.

Распределения величин $\Gamma(\lambda)$ для положительных треков в разных интервалах импульсов.

для всех треков

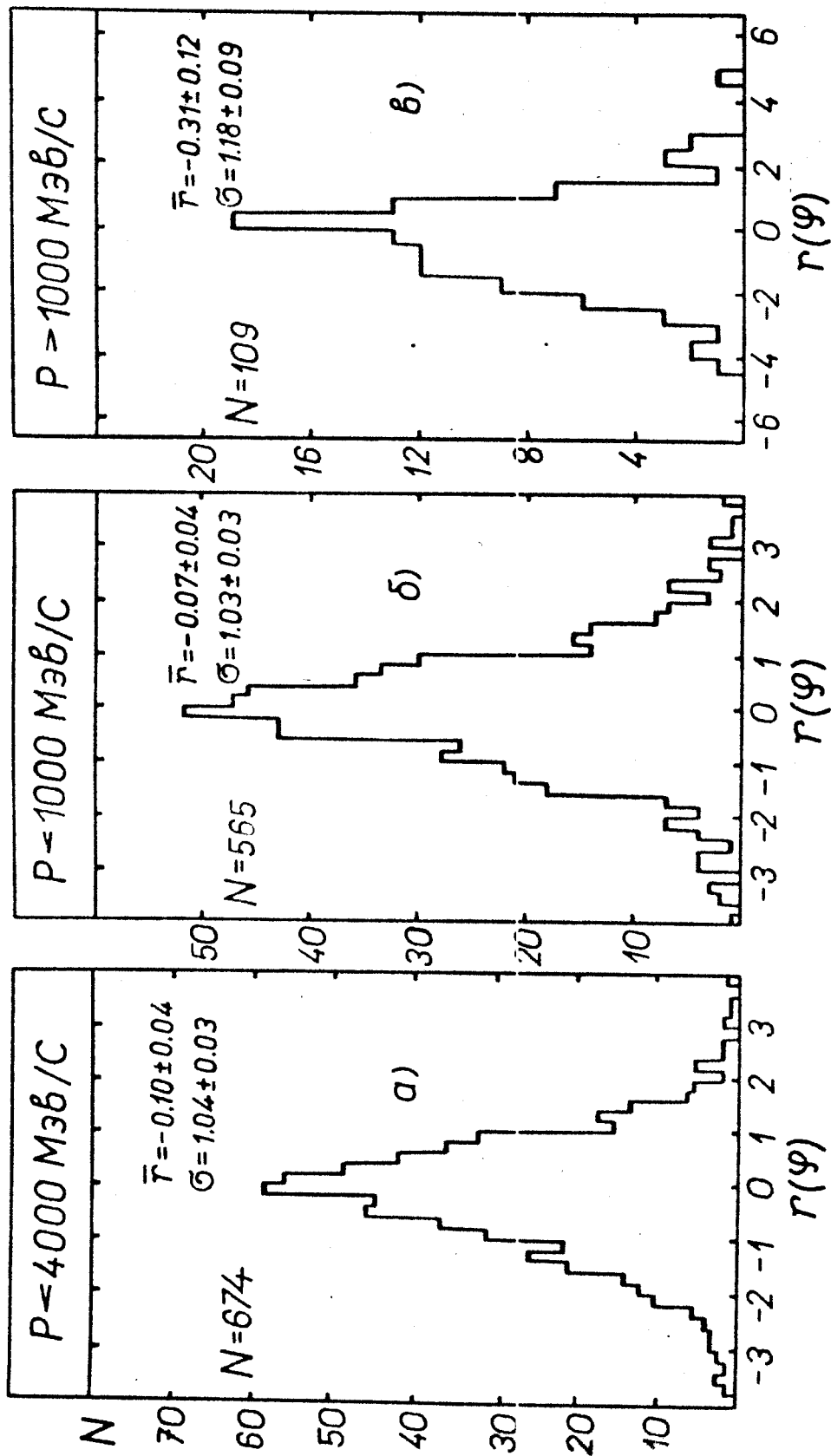


Рис. 13.

Распределения величин $r(\psi)$ для всех треков в разных интервалах импульсов.

для e^-, e^+

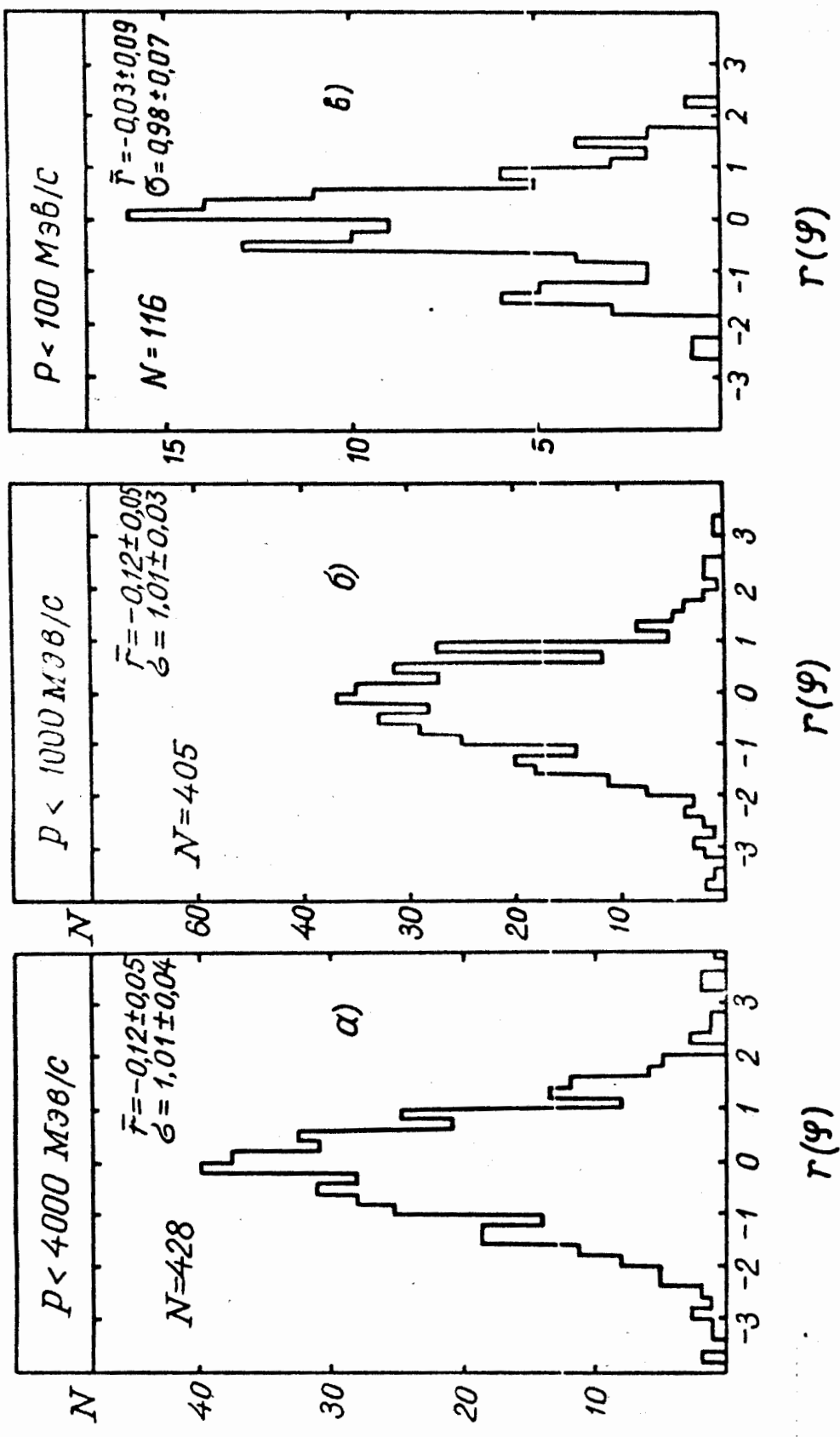
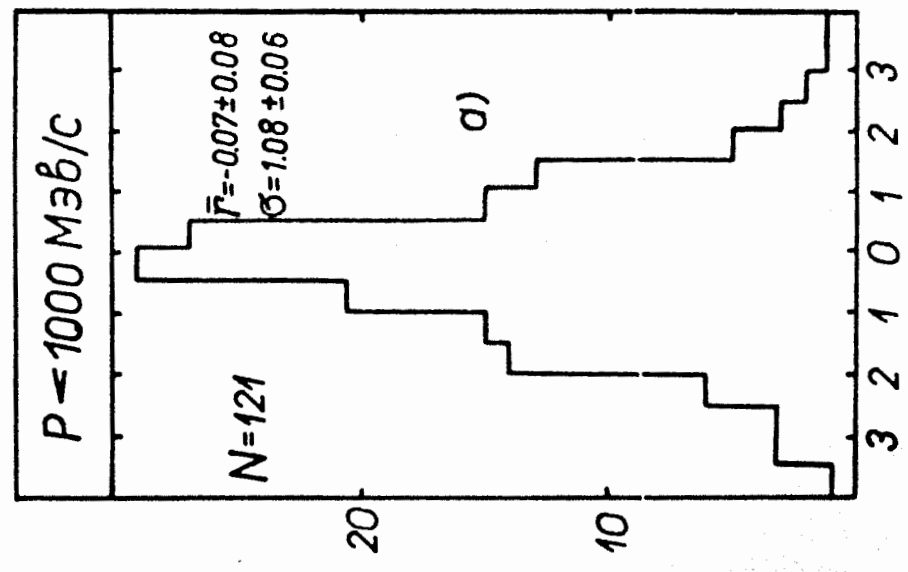
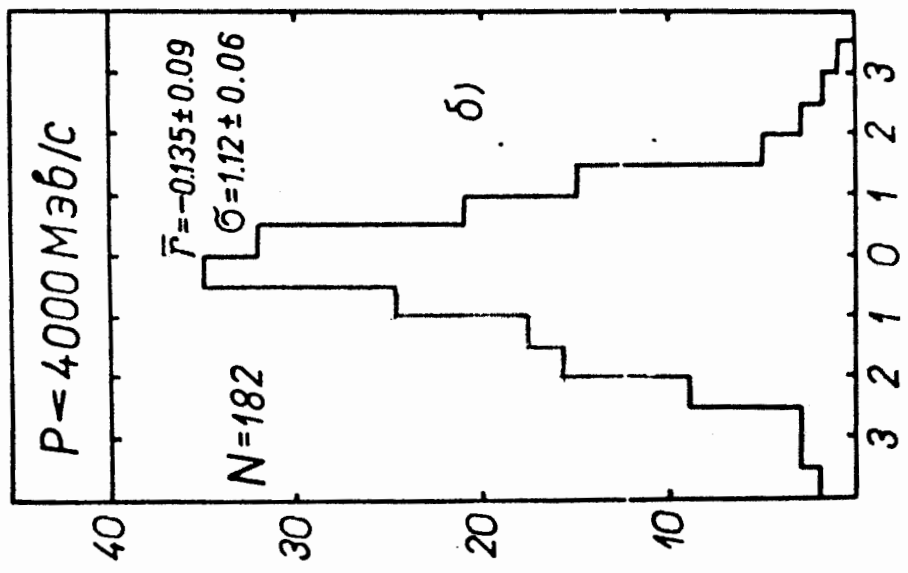


Рис. 14.

Распределения величин $r(\rho)$ для электрон-позитронных треков.

для π^{\pm} :



$\Gamma(\varphi)$

$\Gamma(\varphi)$

Рис. 15.

Распределения величин $\Gamma(\varphi)$ для π^{\pm} -мезонных треков.

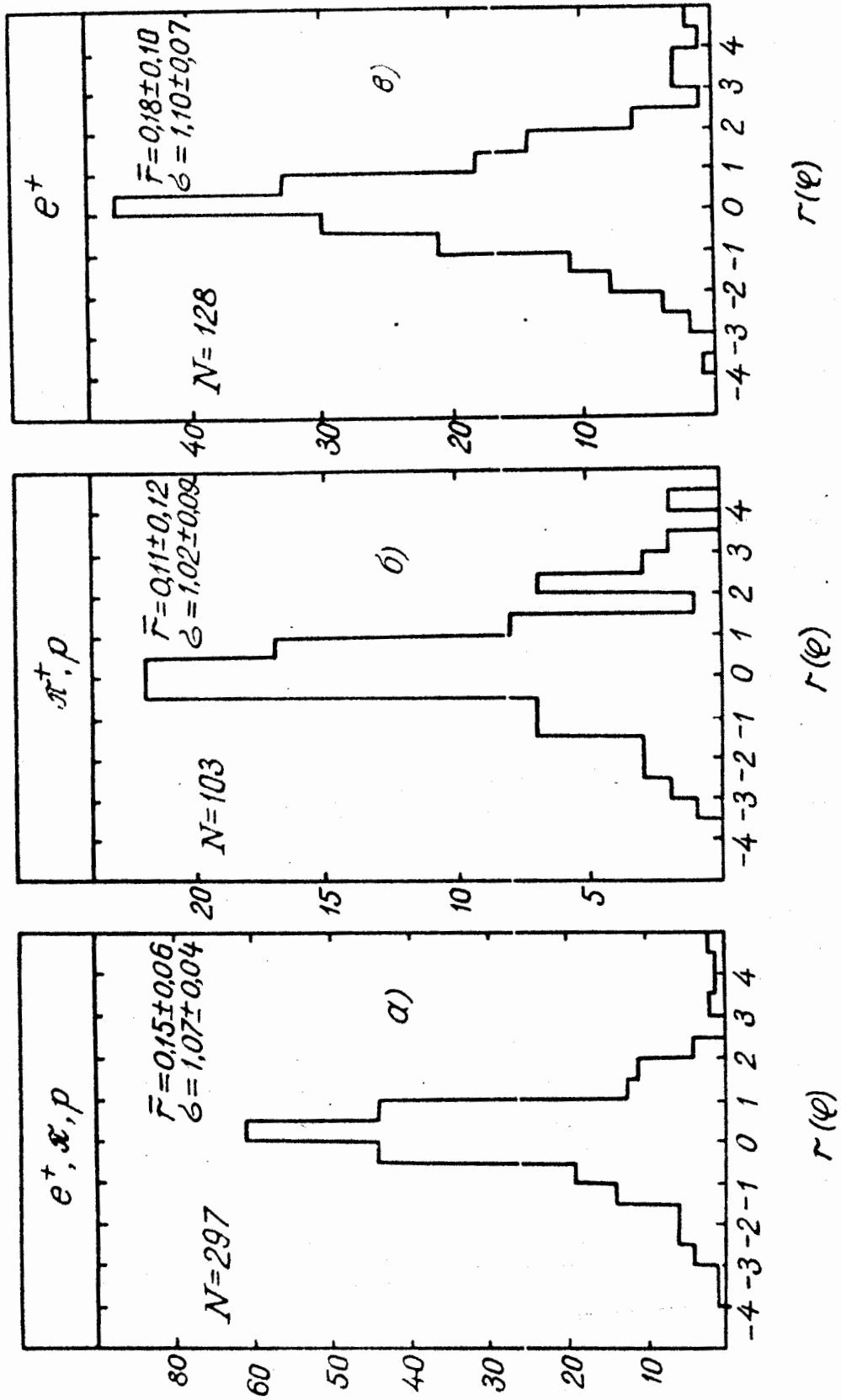
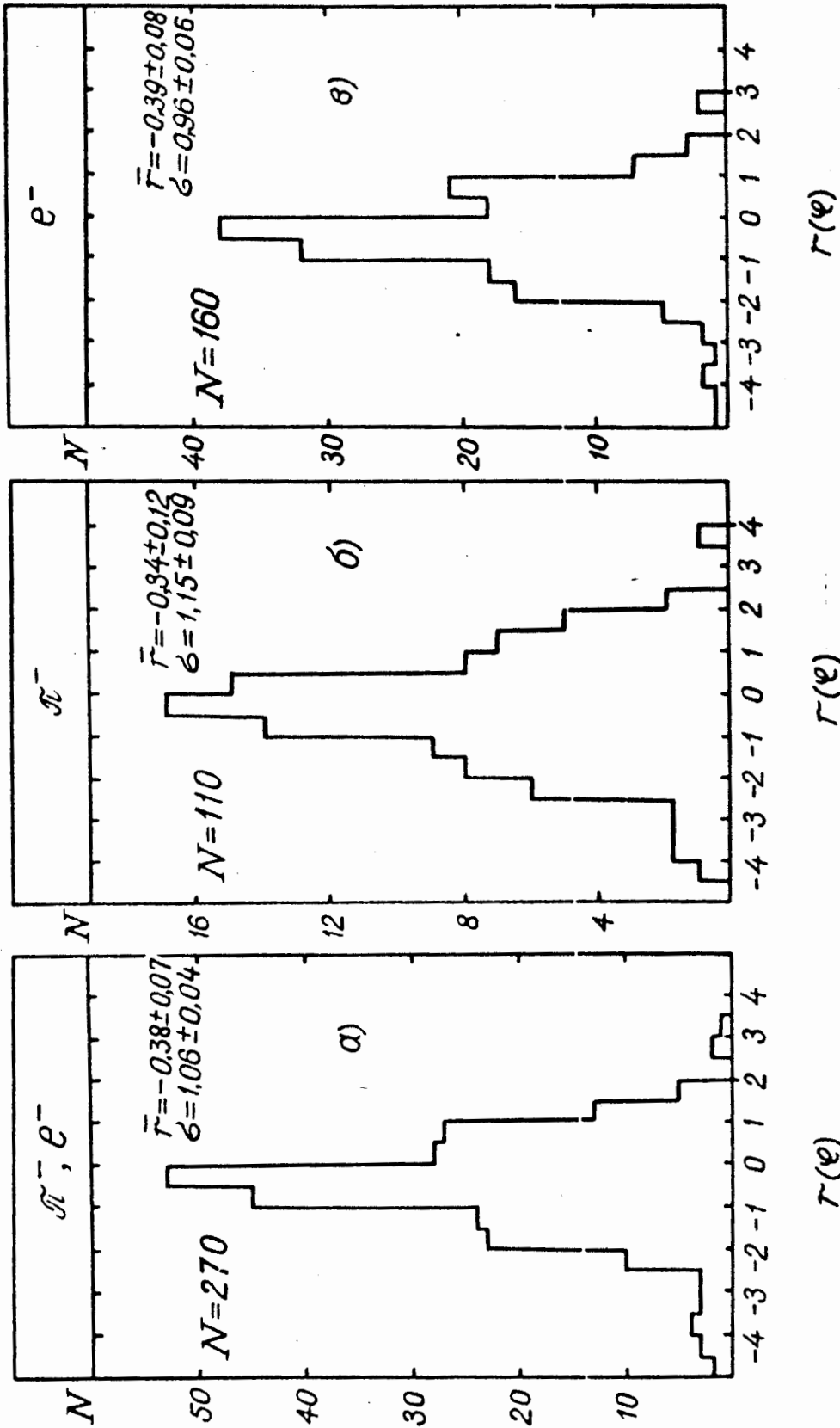


Рис. 16.

Распределения величин $r(\varphi)$ для положительных треков.



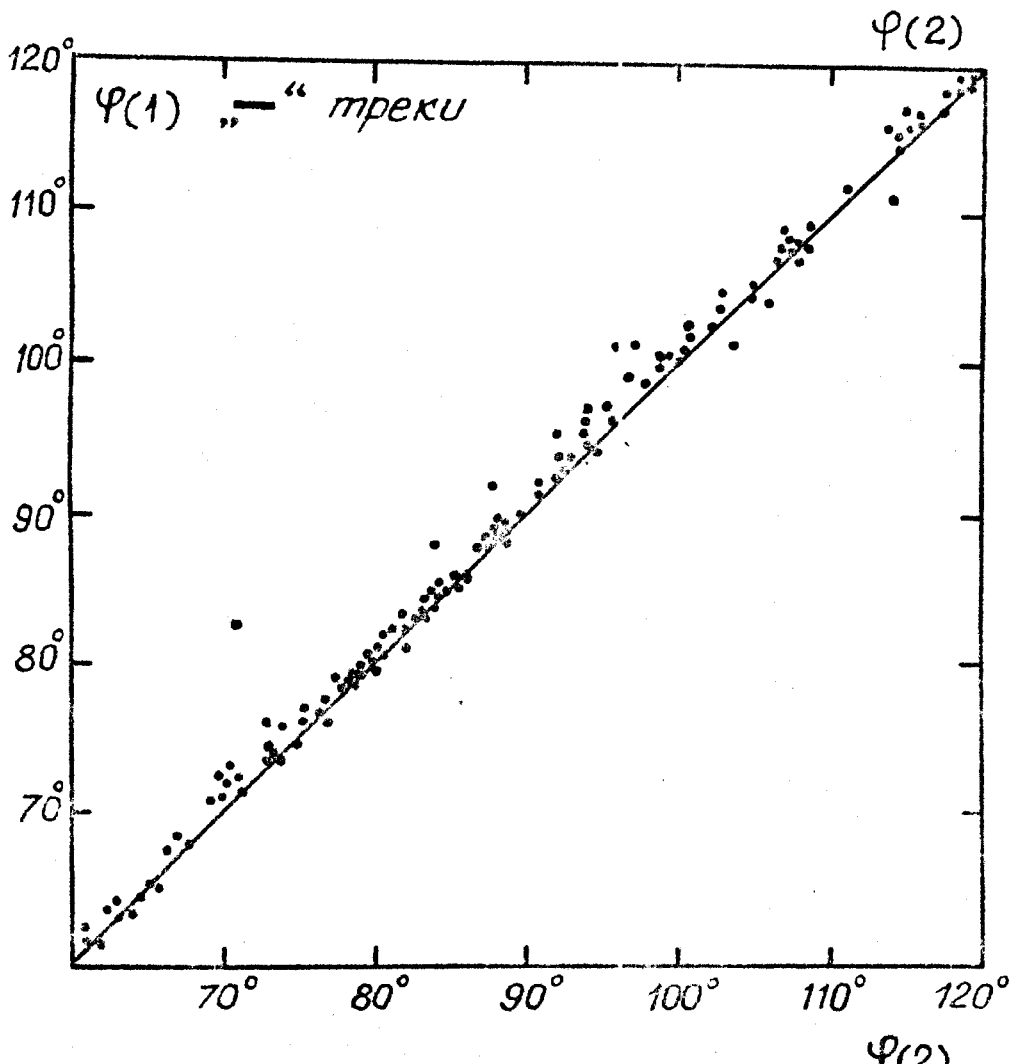
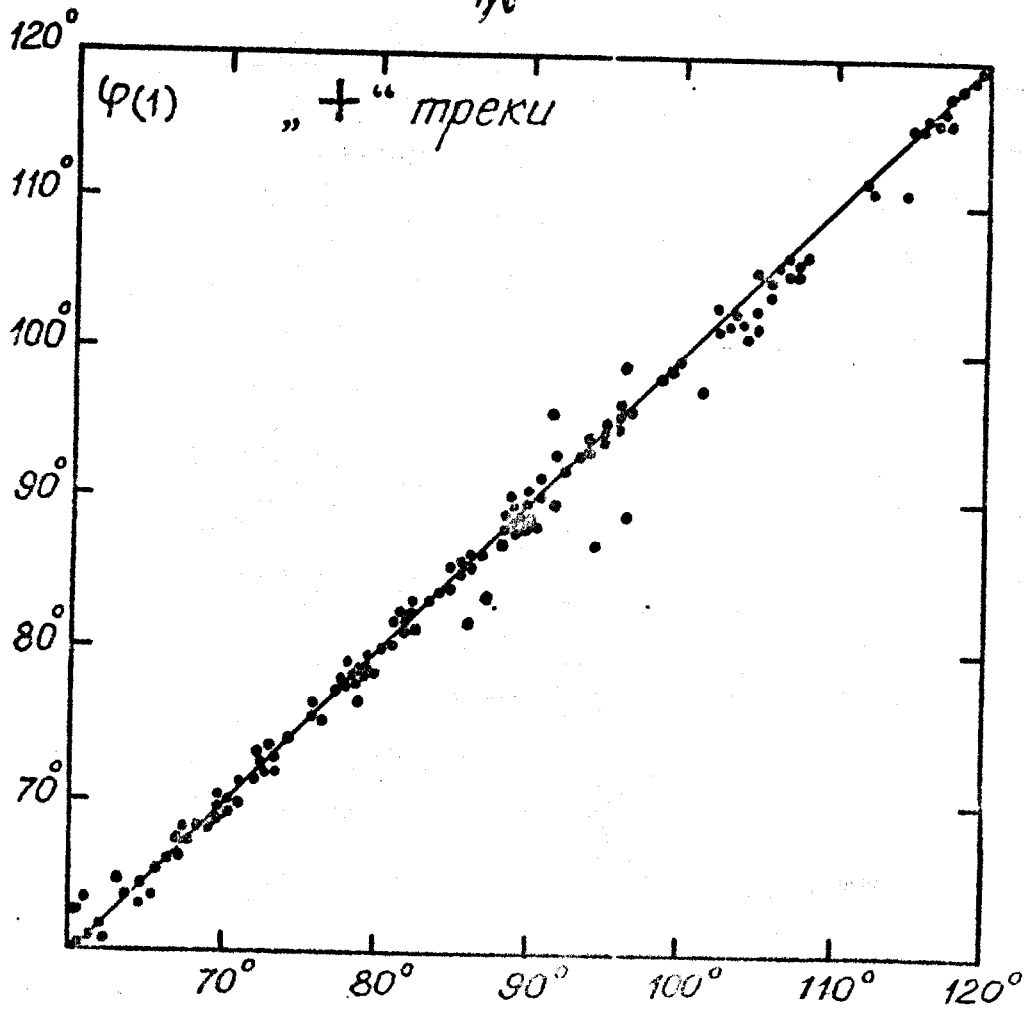
$\Gamma(y)$

$\Gamma(y)$

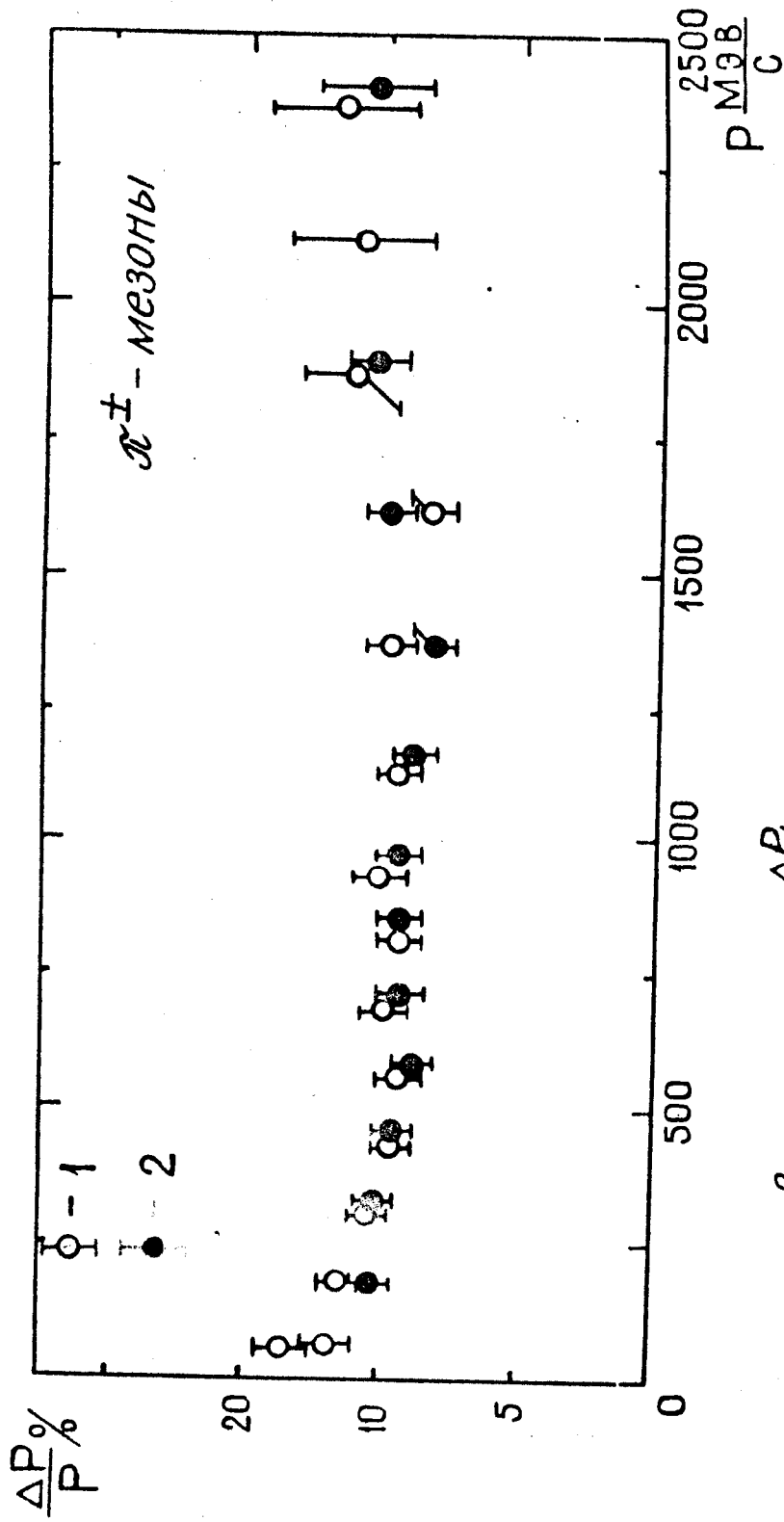
$\Gamma(y)$

Рис. 17.

Распределения величин $\Gamma(y)$ для отрицательных треков.



Двумерное распределение азимутальных углов для положительных треков (а) и отрицательных треков (б).



Зависимость $\frac{\Delta P}{P}$ от P
Рис. 20.

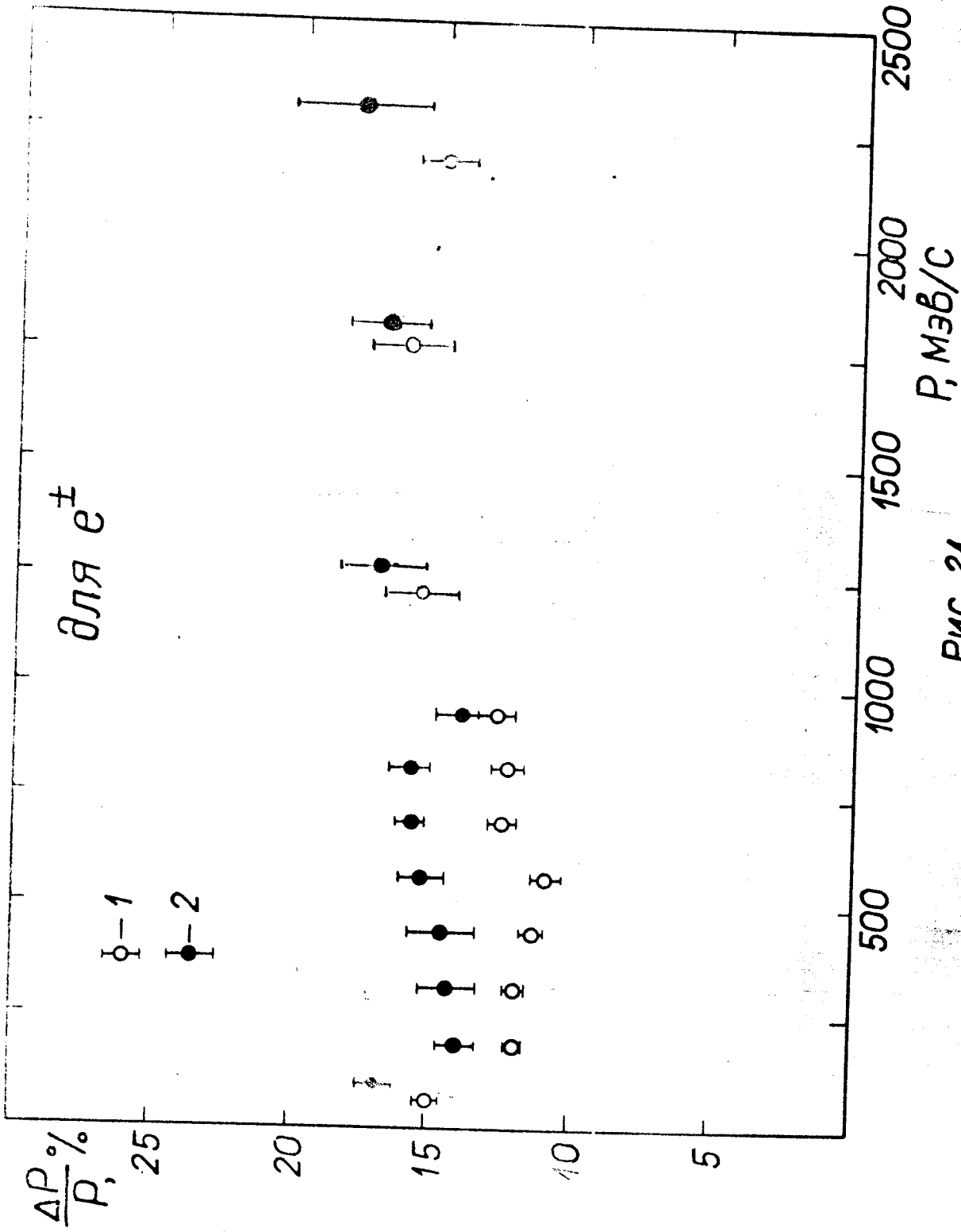


Рис. 21.
Зависимость относительной погрешности измерения импульса от величины импульса для электрон-позитронных треков.

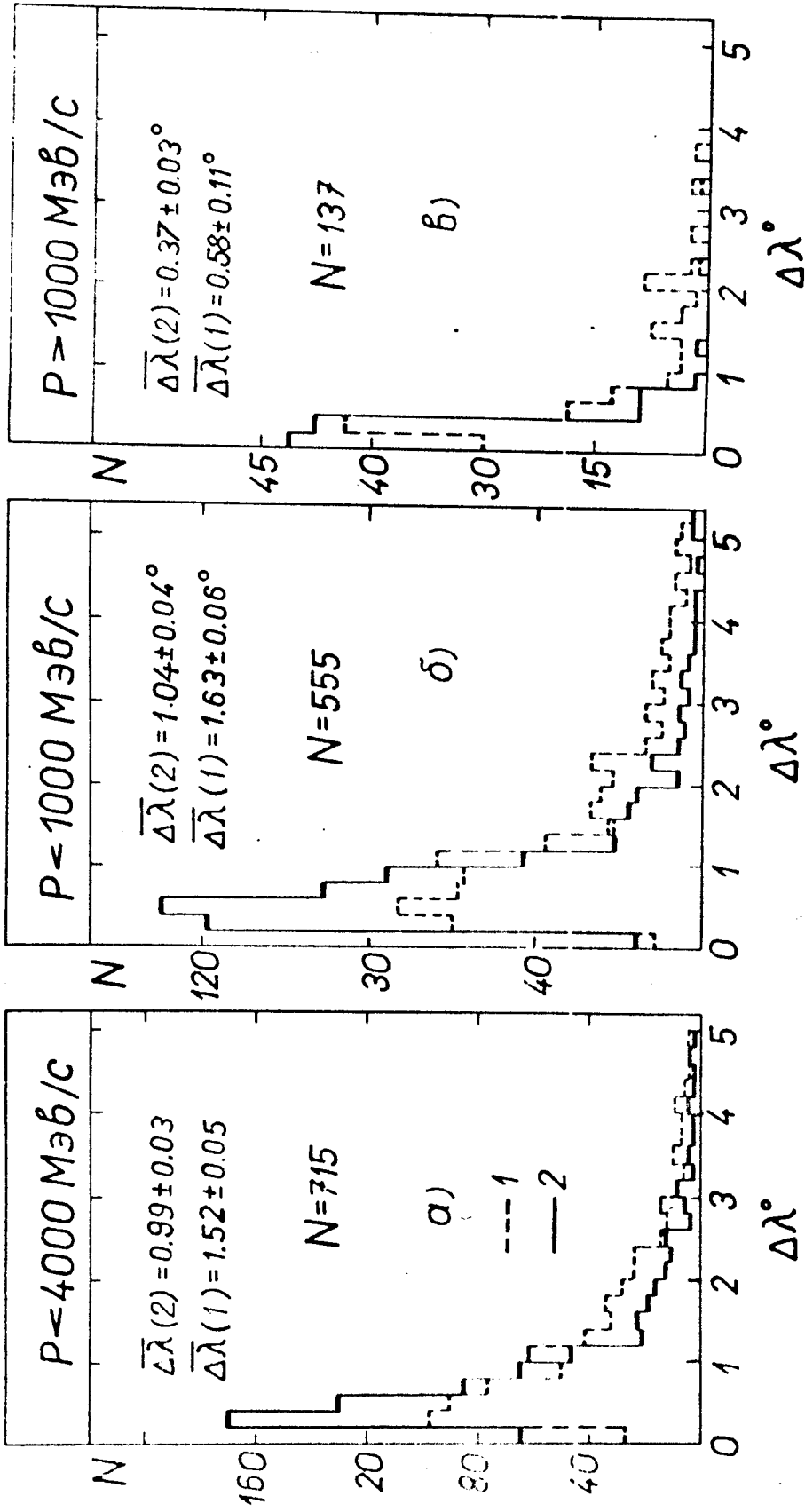


Рис. 22.

Распределения погрешностей измерения глубинных углов для разных интервалов импульсов.

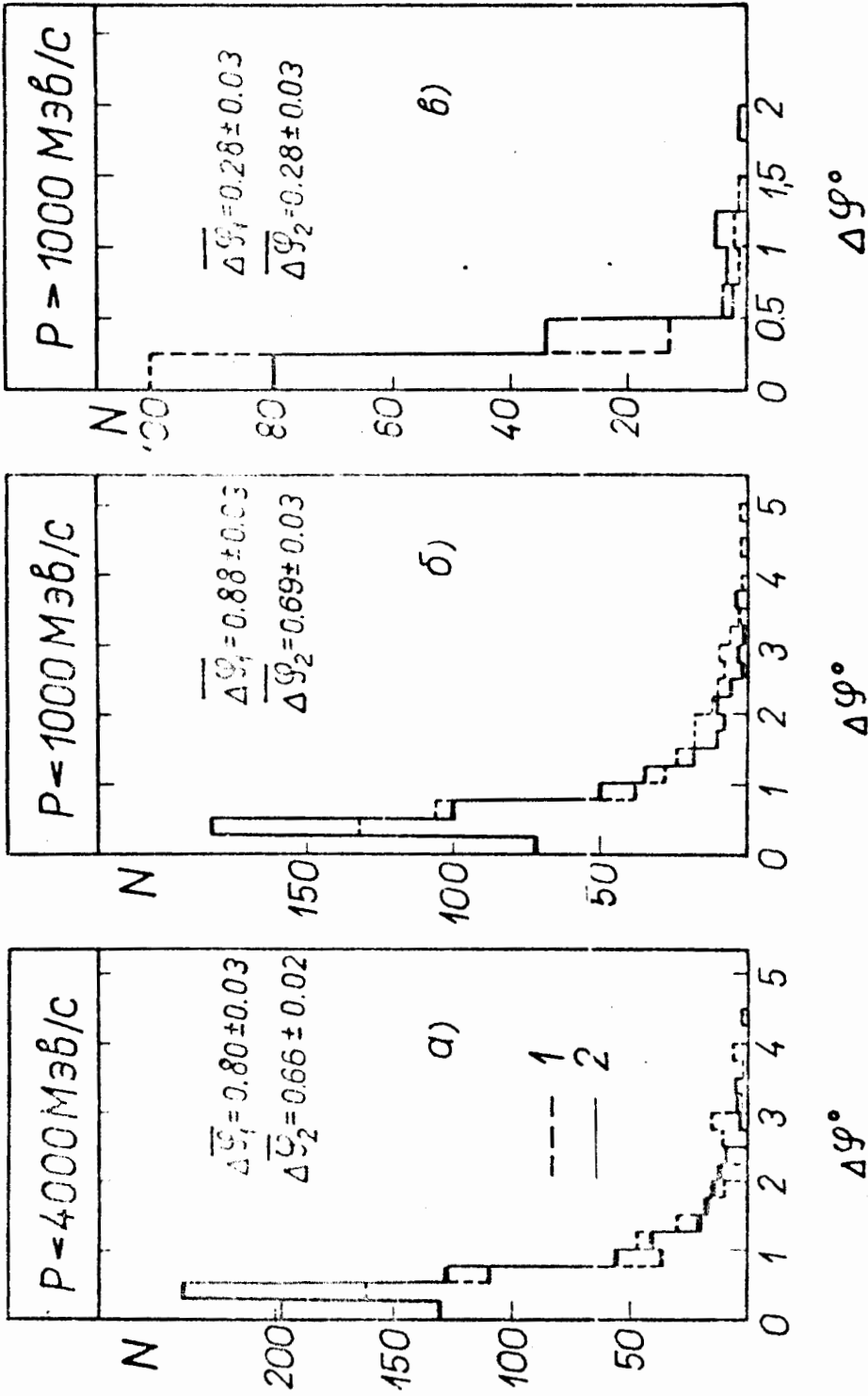


РИС. 23.

Распределения погрешностей измерения азимутального угла для разных интервалов импульсов.

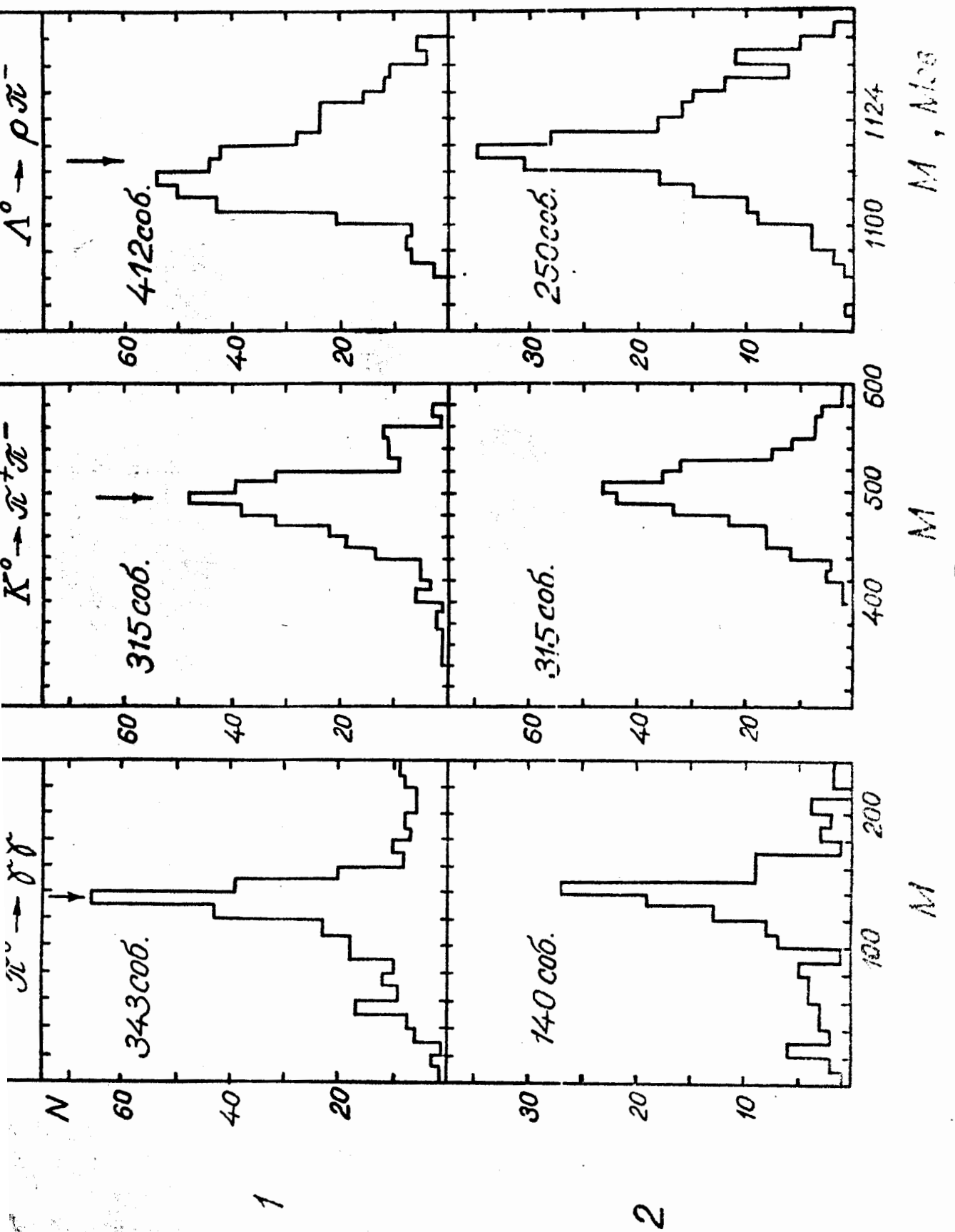


Рис. 24.

Рис. 24. Распределения событий с двумя γ -квантами и V^0 -частиц, идентифицированных как K^0 -мезоны или Λ -гипероны, по эффективной массе систем $\chi\chi$, $\pi^+\pi^-$ и $\rho\pi^-$ соответ-

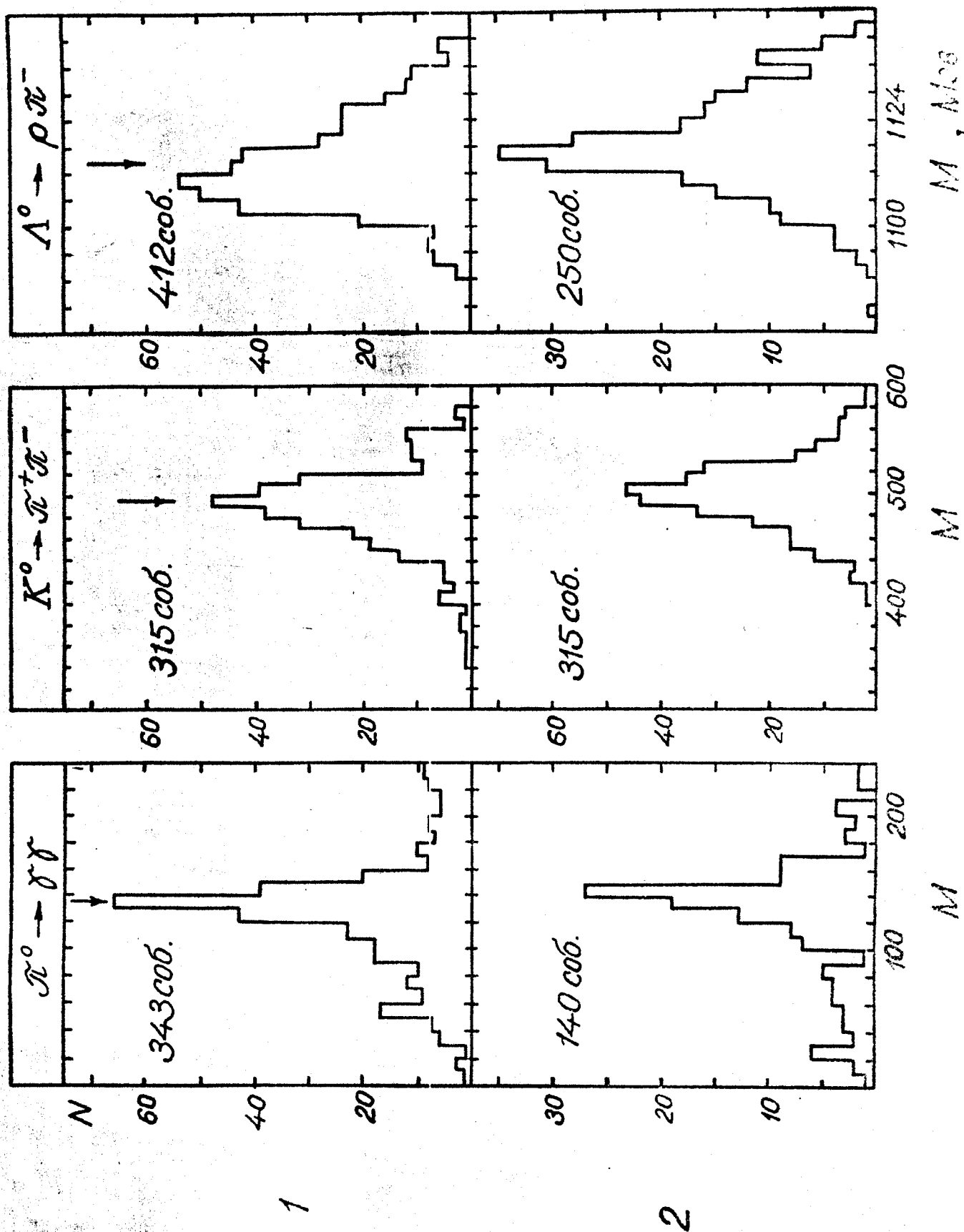


Рис. 24. Распределения событий с двумя γ -квантами и V^0 -частиц, идентифицированных как K^0 -мезоны или Λ^0 -гипероны, по эффективной массе систем $\gamma\gamma$, $\pi^+\pi^-$ и $\rho\pi^-$, соответ-