

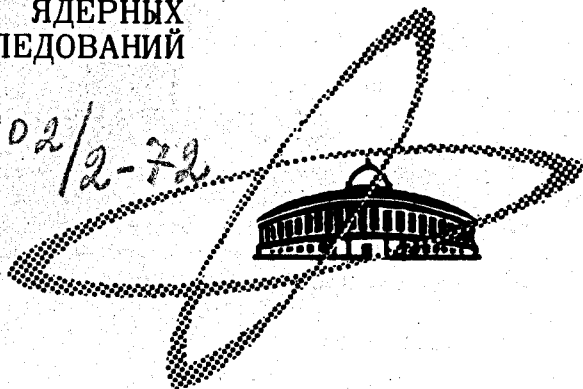
С 346.48

А-139
СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1902/2-72

5/1/72
Экз. чл. зала



P1 - 6326

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков,
К.П.Вишневская, В.Г.Гришин, Ш.В.Иногамов,
Т.Канарек, А.А.Кузнецов, Е.Н.Кладницкая, Дж.М.Кохли,
В.Б.Любимов, Н.Н.Мельникова, Нгуен Дин Ты,
В.М.Попова, М.Сабеу, М.И.Соловьев, Л.Н.Смирнова,
Х.Я.Супичаков, Ю.В.Тевзадзе, Н.Г.Фадеев,
Л.М.Щеглова, Б.С.Юлдашев, Г.Янчо

ИССЛЕДОВАНИЕ
МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
В P^r , P^n и P^c - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГЭВ/С

1972

А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков,
К.П.Вишневская,¹ В.Г.Гришин, Ш.В.Иногамов,
Т.Канарек, А.А.Кузнецов, Е.Н.Кладницкая, Дж.М.Кохли,²
В.Б.Любимов, Н.Н.Мельникова, Нгуен Дин Ты,
В.М.Попова,¹ М.Сабеу, М.И.Соловьев, Л.Н.Смирнова,¹
Х.Я.Супичаков, Ю.В.Тевзадзе, Н.Г.Фадеев,
Л.М.Щеглова,¹ Б.С.Юлдашев, Г.Янчо

ИССЛЕДОВАНИЕ
МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
В P^-p , P^-n И P^-c - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГЭВ/С

¹ Институт ядерной физики Московского государственного университета

² Физический факультет Пенджабского университета,
Чиндигар, Индия

- частицы, связанные с найденными взаимодействиями. В соответствии со стандартными критериями классификации событий для пропановых пузырьковых камер 1826 случаев было отнесено к " $\pi^- p$ " - взаимодействиям, 764 - к " $\pi^- n$ " и 1477 - к $\pi^- C$ - соударениям. В 64 случаях нельзя было определить тип звезды в основном из-за вторичных взаимодействий, расположенных близко к первичной звезде.

К $\pi^- p$ - взаимодействиям относились события по следующим критериям: 1) четное число вторичных треков и суммарный заряд всех вторичных частиц равен нулю; 2) число идентифицированных протонов - а) ноль или единица; б) нет протона, летящего назад; 3) отсутствует блоб.

К $\pi^- n$ - взаимодействиям относились события с нечетным числом вторичных треков и с суммарным зарядом всех вторичных частиц, равным - 1; число идентифицированных протонов - 0 или 1; нет протона, летящего назад, и отсутствует блоб.

Все события, не удовлетворяющие перечисленным выше критериям, классифицировались как $\pi^- C$ - взаимодействия.

§ 2. Распределение событий по множественности вторичных заряженных частиц в $\pi^- P$ - соударениях

На рис. 1а приведены полученные результаты по $\pi^- p$ - взаимодействиям. Заштрихованная область в 2-лучевых событиях соответствует зарегистрированным случаям упругого рассеяния π^- - мезонов на протонах. Оценка доли этих событий в двухлучевых звездах (25%) проводилась двумя способами. С одной стороны, было принято, что сечение упругого $\pi^- p$ - рассеяния при $p_s = 40$ Гэв составляет $3,5 \pm 0,35$ мбн., величина " B ", характеризующая наклон дифракционного пика, равна $8,5(\text{Гэв}/c)^{-2}$ по экстраполяции имеющихся данных и в камере регистрируются протоны с импульсом $P \geq 180$ Мэв/с. В этом случае мы регистрируем только ~ 70% событий упругого $\pi^- p$ - рассеяния, что составляет $(28 \pm 3)\%$ от всех двухлучевых событий, найденных в $\pi^- p$ - взаимодействиях $\times/$.

$\times/$ Аналогичная оценка доли зарегистрированных $\pi^- p \rightarrow \pi^- p$ событий при 40 Гэв/с по результатам эксперимента при $p_s = 6,8$ Гэв, проведенного с помощью 24-литровой пропановой камеры ОИЯИ, дает значение $(70 \pm 3)\% /2/$.

С другой стороны, была проведена оценка "сверху". Из двухлучевых событий исключались события с γ - квантами (47 ± 3)% и V^0 - частицами без γ - квантов (4%). Далее вычислялась вероятность нерегистрации γ - квантов в двухлучевых событиях при $\bar{n}_\gamma = 4$ и $\epsilon = 0,25$ (эффективность регистрации γ - квантов в выбранной области просмотра звезд). Она оказалась равной 34%. Таким образом, полное число двухлучевых взаимодействий с γ - квантами составляет 71%. Учитывая 4% событий с V^0 - частицами без γ - квантов, получаем, что кандидатами в случае упругого и квазиупругого $\pi^- p$ - взаимодействия могут быть только (25 ± 2)% событий от всех двухлучевых звезд. Таким образом, обе оценки дали одинаковые результаты.

Значения средних множественностей заряженных частиц $\langle n_\pm \rangle$ приведены в таблице I. Указанные ошибки - статистические. Поправки, связанные с парами Далитца, со вторичными взаимодействиями, δ - электронами и γ - квантами вблизи точки взаимодействия, а также с потерей медленных протонов, специально анализировались.

При просмотре стереофотографий регистрировались вторичные взаимодействия и γ - кванты в интервалах 0 - 5 см и 5 - 10 см от первичной звезды. Всего было найдено 276 и 246 γ - квантов; 311 и 291 - вторичное взаимодействие в соответствующих интервалах. Зарегистрировано также 28 пар Далитца.

Было построено распределение $\pi^- p$ и $\pi^- n$ - событий по длине проекции пробега протона (рис. 2). Из рисунка 2 видно, что "потери" медленных протонов при просмотре ($l \leq 2$ мм) несущественны для πN - взаимодействий. Проверялось также, нет ли потерь заряженных следов у событий, которые расположены вблизи дна камеры, где освещенность меньше, чем у стекла. Для этой цели все найденные события разбивались на две группы: события, расположенные ближе к дну камеры (1), и события в хорошо освещенной области (2). Среднее число заряженных частиц $\langle n_\pm \rangle_2 = 7,12 \pm 0,12$ и $\langle n_\pm \rangle_1 = 7,16 \pm 0,14$. Аналогичная проверка была сделана Варшавской группой /1/ и было получено, что потери следов составляют < 2%. Учитывая эти результаты, видим, что все перечисленные выше поправки несущественны и дают смещение значения $\langle n_\pm \rangle$ на

$\Delta \langle n_{\pm} \rangle \approx -0,01$, что и было учтено в таблице I. Увеличение средней множественности за счет взаимодействий первичных π^- -мезонов с квази-свободными протонами ядер углерода по проведенным оценкам составляет $\Delta \langle n_{\pm} \rangle \approx +0,1$ х/. Более точная оценка этого эффекта будет сделана позднее на основании расчетов по каскадной модели взаимодействия π^- -мезонов с ядром углерода.

На рис. 16 дано распределение по множественности $\pi^- p$ -событий, в которых зарегистрированы V^0 -частицы (K^0 или Λ^0). Эффективность регистрации V^0 -частиц в выбранном объеме $\epsilon_{V^0} > 80\%$. Интересно отметить, что значения $\langle n_{\pm} \rangle$, как для всех событий, так и для событий с нейтральными странными частицами, совпадают. Топологические сечения (σ_n) даны в таблице II. Здесь исключены случаи упругого рассеяния. Все оставшиеся события нормировались на полное сечение неупругих взаимодействий, которое принималось равным

$$\sigma_{inel}^{\pi^- p} = \sigma_{tot}^{\pi^- p} - \sigma_{el}^{\pi^- p} = 21,2 \pm 0,15 \text{ мбн. хх/}.$$

§ 3. $\pi^- n$ -взаимодействия

Распределение событий по множественности заряженных частиц в $\pi^- n$ -взаимодействиях показано на рис. 3а. Область, заштрихованная на рисунке, соответствует вкладу когерентных взаимодействий типа $\pi^- {}^{12}\text{C} \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^- {}^{12}\text{C}$ (~ 17% от всех трехлучевых событий). Сечение когерентного образования трех заряженных π^- -мезонов на ядрах углерода принималось равным $\sigma(\pi^- \text{C}^{12} \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^- \text{C}^{12}) = 2,5$ мбн. по экстраполяции имеющихся экспериментальных данных. Когерентные взаимодействия типа $\pi^- \text{C}^{12} \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^- \pi^0 \pi^0 \text{C}^{12}$, $\pi^- \text{C}^{12} \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^- \pi^- \text{C}^{12}$ и $\pi^- \text{C}^{12} \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 \text{C}^{12}$ не рассматривались из-за отсутствия экспериментальных данных об их сечениях. Значения $\langle n_{\pm} \rangle$ для $\pi^- n$ -

х/ Эта поправка не учтена в таблице I.

хх/ Полные сечения $\pi^- p$ и $\pi^- n$ -взаимодействий при 40 Гэв/с равны: $\sigma_{tot}^{\pi^- p} = 24,7 \pm 0,15$ мбн. и $\sigma_{tot}^{\pi^- n} = 23,1 \pm 0,3$ мбн. /3/.

событий приведены в таблице I. Ошибки в $\langle n_{\pm} \rangle$ являются статистическими. Однолучевые события регистрировались в камере с $\theta \geq 1^\circ$. На рис. 3б приводится распределение по множественности заряженных частиц в π^-p -событиях, где имеется хотя бы одна визуально идентифицированная π^- -частица. В таблице II даются топологические сечения неупругих π^-p -взаимодействий. Все события нормировались на полное сечение неупругих π^-p -взаимодействий $\sigma_{inel}^{\pi^-p} = \sigma_{tot}^{\pi^-p} - \sigma_{el}^{\pi^-p} = 19,6 \pm 0,3$ мбн. Полное сечение упругого π^-p -рассеяния принято равным $\sigma_{el}^{\pi^-p} = \sigma_{el}^{\pi^+p} = 3,5$ мбн. Полученные в настоящей работе распределения по множественности в π^-p и π^-n -взаимодействиях описываются эмпирической формулой, предложенной в работе /4/.

§4. π^-C -взаимодействия

В таблице III приведены данные по средней множественности релятивистских треков в зависимости от числа медленных протонов ($180 < p \leq 500$ Мэв/с) для соударений π^- -мезонов с ядрами углерода ^{x/}. Средняя множественность релятивистских треков составляет $\langle n_{\pm} \rangle_{rel} = 6,42 \pm 0,07$. Среднее число всех вторичных заряженных частиц в таких событиях оказалось равным $\langle n_{\pm} \rangle_c = 7,09 \pm 0,07$. В таблице IV приводятся аналогичные данные для взаимодействий π^- -мезонов с ядрами углерода за исключением π^-p и π^-n -соударений с квазисвободными нуклонами. Интересно отметить отсутствие зависимости $\langle n_{\pm} \rangle_{rel}$ от числа медленных протонов.

^{x/} К соударениям π^- -мезонов с ядрами углерода по нашей классификации относятся π^-C -события, π^-p и часть π^-p -событий (44%) на квазисвободных нуклонах.

§ 5. Зависимость среднего числа γ -квантов от множественности заряженных частиц в π^-p и π^-n -взаимодействиях

В настоящей работе регистрировались электрон-позитронные пары, "смотрящие" в точку взаимодействия. На рис. 4а и 4б приводятся зависимости среднего числа γ -квантов $\langle n_\gamma \rangle$, найденных при просмотре, от множественности заряженных частиц в π^-p и π^-n -взаимодействиях соответственно. Значения $\langle n_\gamma \rangle$ даны без учета эффективности регистрации γ -квантов в камере. Однако, как показывают измерения, средние веса γ -квантов в пределах $\pm 7\%$ не зависят от n_\pm . В связи с этим интересно отметить рост $\langle n_\gamma \rangle$ с увеличением n_\pm .

Авторы выражают благодарность коллективу 2-метровой пропановой камеры ЛВЭ ОИЯИ с сотрудниками ИФВЭ за проведение облучений. Мы признательны лаборантам НЭКО ЛВЭ и сотрудникам ЛВТА ОИЯИ за большую помощь, оказанную при выполнении настоящей работы.

Литература

1. А.У. Абдурахимов, Н. Ангелов и др. Препринт ОИЯИ Р1-6277, Дубна, 1972.
2. Ван Ган-чан, Ван Цу-цзэн, Дин Да-Шао и др. Препринт ОИЯИ Р-393, Дубна, 1959.
3. CERN- Serpukhov Collaboration. Phys.Lett., 30, 500, 1969.
4. O.Czyzewski, K.Rybicki. Report No 703/PH, I.N.P. 1970, Cracow.
5. В.Я. Алмазов, А.С. Буров и др. Препринт ОИЯИ, 10-4172, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 марта 1972 года.

ТАБЛИЦА I.

Значения средних множественностей $\langle n_{\pm} \rangle$ заряженных частиц в ПР и ПЧ - взаимодействиях.

Тип взаимодействия	$\langle n_{\pm} \rangle$	\sqrt{D}	$\frac{\langle n_{\pm} \rangle}{\sqrt{D}}$
ПР (все зарегистрированные соб.)	$5,39 \pm 0,07$	2,80	1,93
ПР (без упругих событий)	$5,56 \pm 0,07$	2,76	2,02
ПР (события с V^0 -частицами)	$5,65 \pm 0,21$	2,89	1,96
ПЧ (все события)	$5,03 \pm 0,10$	2,79	1,81
ПЧ (без когерентных событий - 43 соб.)	$5,15 \pm 0,10$	2,82	1,83
ПЧ (события с V^0 -частицами)	$5,59 \pm 0,36$	2,84	1,97

ТАБЛИЦА II.

Распределение событий по множественности заряженных частиц и топологические сечения в Πp и Πn - взаимодействиях.

Πp - события (без упругих)				Πn - события (без когерентных)			
n_{\pm}	Число событий	доля от всех событий в (%)	сечение σ_n (МОН.)	n_{\pm}	Число событий	доля от всех событий в (%)	сечение σ_n (МОН.)
0	20	$1,1 \pm 0,3$	$0,23 \pm 0,06$	I	77	$10,6 \pm 1,2$	$2,08 \pm 0,24$
2	274	$15,6 \pm 0,9$	$3,31 \pm 0,19$	3	213	$29,3 \pm 2,0$	$5,74 \pm 0,40$
4	524	$29,9 \pm 1,3$	$6,34 \pm 0,28$	5	188	$25,9 \pm 1,9$	$5,08 \pm 0,38$
6	470	$26,8 \pm 1,2$	$5,68 \pm 0,26$	7	135	$18,6 \pm 1,6$	$3,65 \pm 0,32$
8	279	$15,9 \pm 1,0$	$3,37 \pm 0,21$	9	70	$9,6 \pm 1,2$	$1,88 \pm 0,24$
10	120	$6,8 \pm 0,6$	$1,44 \pm 0,13$	11	33	$4,5 \pm 0,8$	$0,88 \pm 0,16$
12	50	$2,9 \pm 0,4$	$0,61 \pm 0,08$	13	9	$1,2 \pm 0,4$	$0,24 \pm 0,08$
14	13	$0,7 \pm 0,2$	$0,15 \pm 0,04$	15	1	$0,1 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,02$
16	2	$0,1 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,02$	17			
18	1	$0,1 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,02$	19	1	$0,1 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,02$
20	1	$0,1 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,02$	Σ	727	100	$19,6 \pm 0,3$
22	1	$0,1 \pm 0,1$	$0,02 \pm 0,02$				
Σ	1755	100	$21,2 \pm 0,15$				

ТАБЛИЦА Ш.

Значения средних множественностей заряженных релятивистских частиц в соударениях Π^- -мезонов с ядрами углерода в зависимости от числа медленных протонов.

Число медленных протонов	% от всех Π^- -событий	Среднее число релятивистских треков
0	$58,9 \pm 1,4$	$5,97 \pm 0,07$
1	$24,3 \pm 0,9$	$6,73 \pm 0,13$
2	$11,1 \pm 0,6$	$7,59 \pm 0,20$
3	$4,4 \pm 0,4$	$7,92 \pm 0,34$
≥ 4	$1,3 \pm 0,2$	$6,65 \pm 0,62$
Все события	100	

ТАБЛИЦА IY.

Средние множественности заряженных релятивистских частиц в Π^- -взаимодействиях (исключены Π^-p и Π^-n -события на квазисвободных нуклонах ядер углерода).

Число медленных протонов	% от всех Π^- -событий	Среднее число релятивистских треков
0	$28,8 \pm 1,4$	$7,86 \pm 0,16$
1	$37,2 \pm 1,6$	$7,45 \pm 0,15$
2	$22,4 \pm 1,2$	$7,59 \pm 0,20$
3	$8,9 \pm 0,8$	$7,92 \pm 0,34$
≥ 4	$2,7 \pm 0,4$	$6,65 \pm 0,62$
Все события	100	

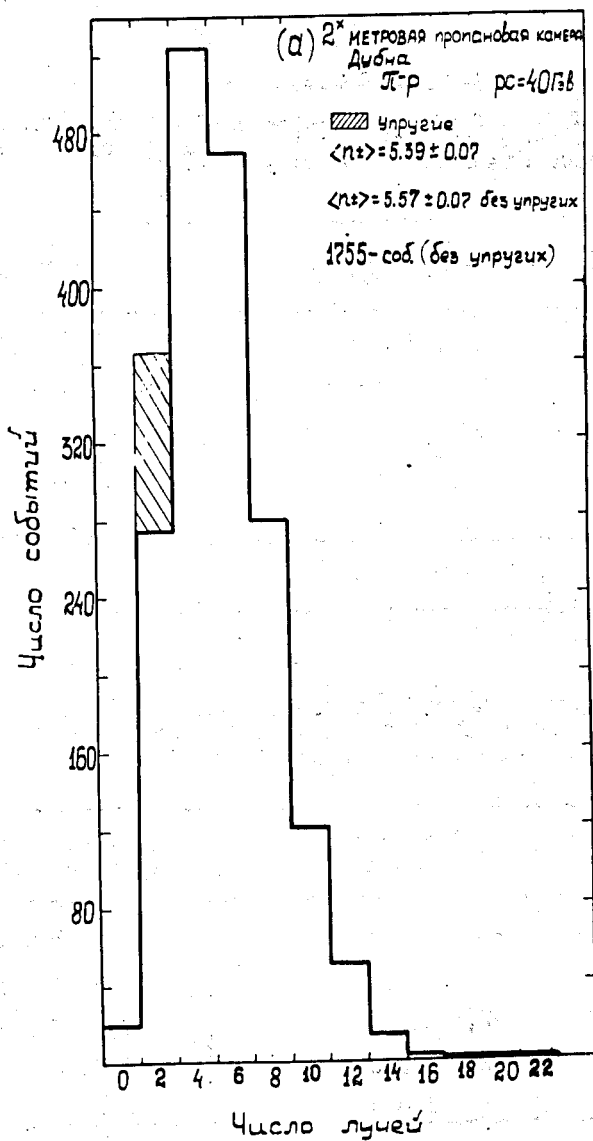


Рис. 1а

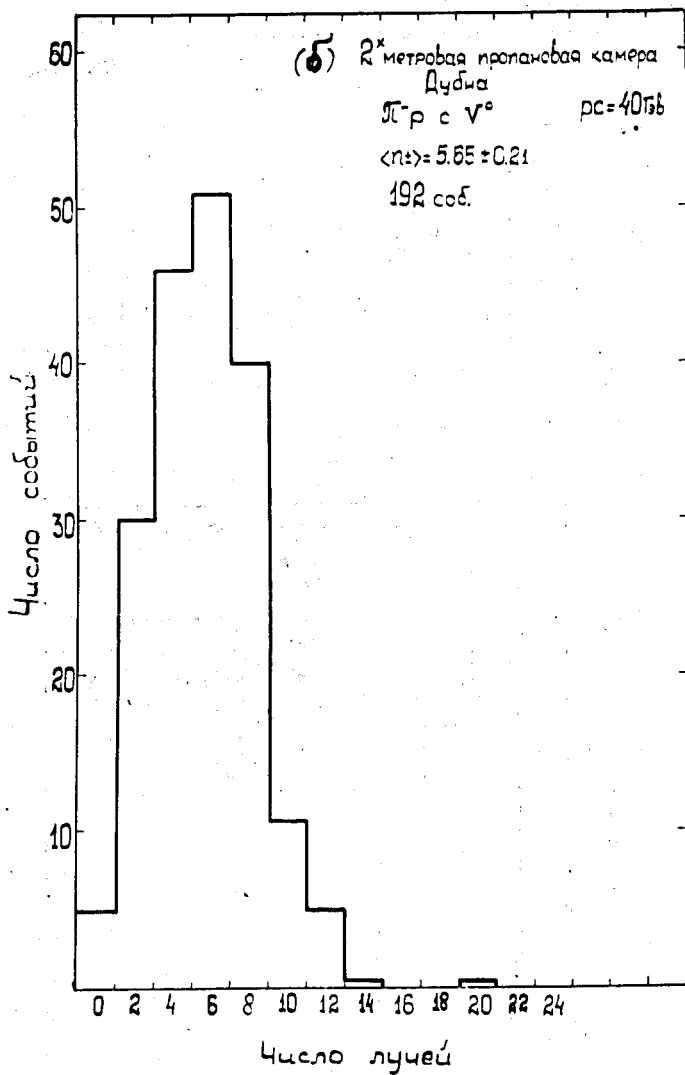


Рис. 16

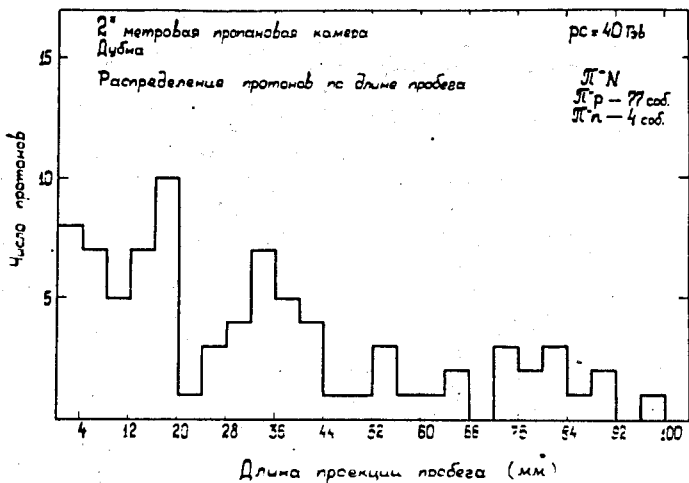


Рис. 2

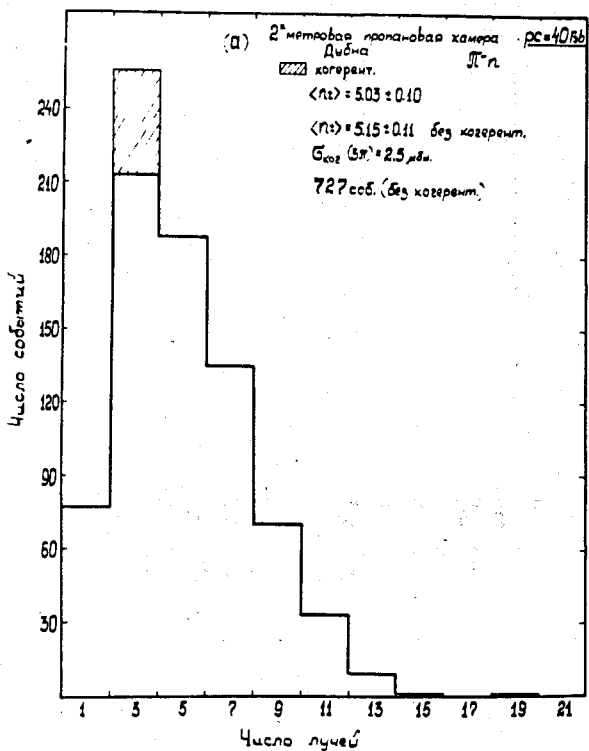


Рис. 3а

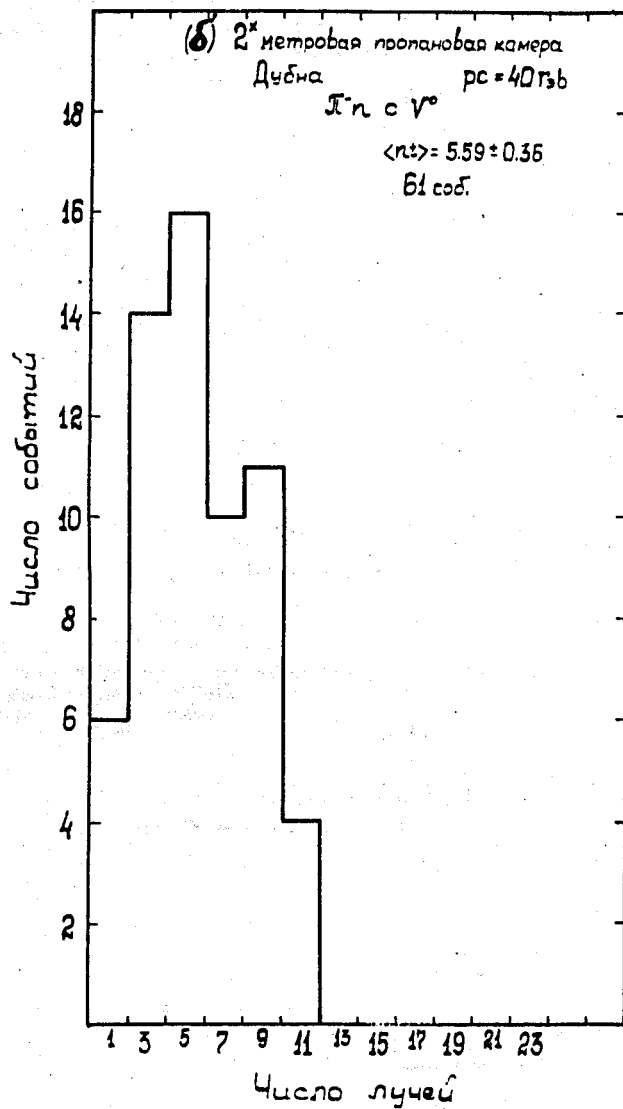


Рис. 36

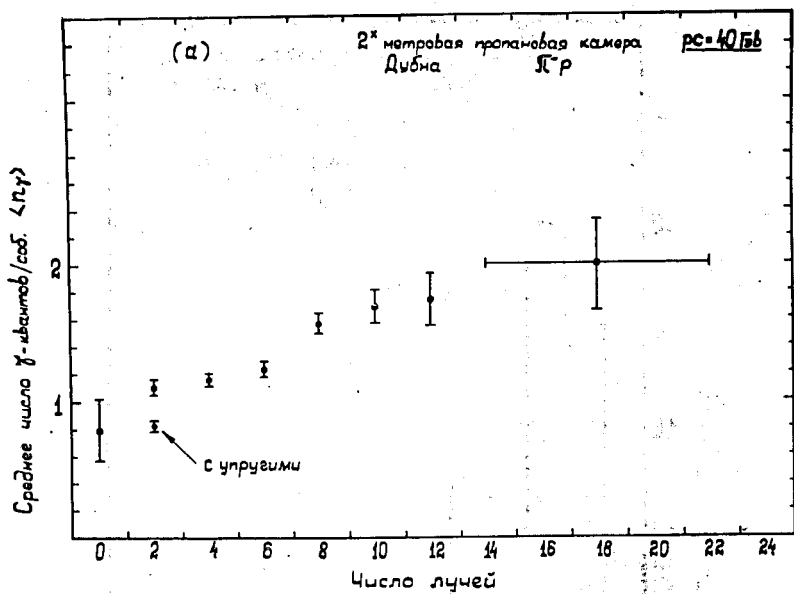


Рис. 4а

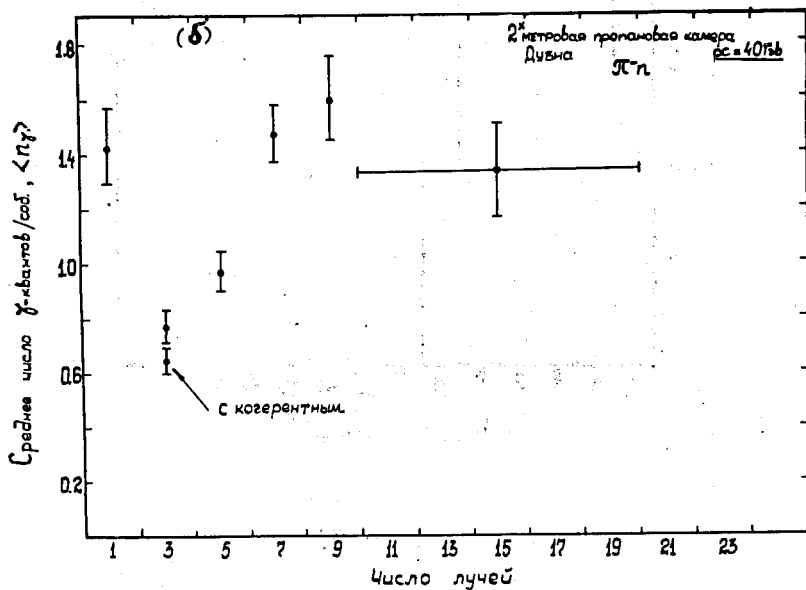


Рис. 4б