

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-355

20/6-74

1 - 7839

1965/2-74

М.Азимова, С.А.Азимов, Ю.А.Будагов,
В.Б.Виноградов, А.Г.Володько, К.Р.Игамбердиев,
С.Л.Лутфуллаев, Е.В.Меерзон, Х.А.Ризаев,
В.П.Сосник, Т.М.Усманов, А.А.Юлдашев, Б.С.Юлдашев

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПИОН-УГЛЕРОДНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
ПРИ 5 ГЭВ/С

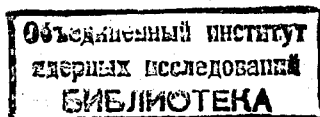
1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

М.Азимова,* С.А.Азимов,* Ю.А.Будагов,
В.Б.Виноградов, А.Г.Володько, К.Р.Игамбердиев,*
С.Л.Лутфуллаев,* Е.В.Меерзон,* Х.А.Ризаев,*
В.П.Сосник,* Т.М.Усманов,* А.А.Юлдашев,* Б.С.Юлдашев

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПИОН-УГЛЕРОДНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
ПРИ 5 ГЭВ/С

Направлено в ЯФ



§ 1. Введение

В настоящей работе представлены результаты изучения множественности вторичных частиц и парных корреляций протонов, образованных в π^-C^{12} -взаимодействиях при импульсе 5 Гэв/с.

Однометровая пропановая пузырьковая камера ЛЯП ОИЯИ^{/1/} была облучена в пучке π^- -мезонов с импульсом $P = 5$ Гэв/с^{/2/}. Дважды просмотрено около 5000 стереокадров. Эффективность двойного просмотра оказалась близкой к единице. При просмотре отбирались " π^-p ", " π^-n " и " π^-C " - взаимодействия в соответствии с критериями отбора для пропановых пузырьковых камер^{/3/}. Полное число найденных событий оказалось равным 5437. Из них $N(\pi^-p) = 2571$ взаимодействий отнесено к " π^-p " - событиям, $N(\pi^-n) = 781$ - к " π^-n " и $N(\pi^-C) = 2085$ соответствуют " π^-C " - взаимодействиям.

§ 2. Множественность

Средние множественности всех вторичных заряженных частиц оказались равными:

$$\langle n_{\pm} \rangle_{\pi-p} = 2,87 \pm 0,06$$

$$\langle n_{\pm} \rangle_{\pi-n} = 2,46 \pm 0,09$$

$$\langle n_{\pm} \rangle_{\pi-C} = 5,10 \pm 0,04$$

При определении средних множественностей были введены поправки на Далитц-пары, γ -кванты, δ -электроны, вторичные взаимодействия вблизи звезды, а также на когерентные π^-C -взаимодействия^{/4,5/}. Эти поправки незначительны и изменяют приведенные средние множественности на величины, меньшие чем статистические ошибки.

В π^-C - событиях треки вторичных заряженных частиц были разделены на две категории - треки релятивистских частиц и треки медленных протонов ($150 \leq P_p \leq 750$ Мэв/с), которые были идентифицированы по ионизации и пробегам в камере.

В таблице I представлены средние множественности заряженных релятивистских частиц $\langle n_{\pm} \rangle_S$ в " π^-C " - взаимодействиях в зависимости от числа медленных протонов. Здесь же приводятся средние множественности положительных и отрицательных релятивистских треков. В таблице 2 представлены аналогичные данные, но с учетом взаимодействий на квазисвободных нуклонах ($N(\pi^-C) = N(\pi^-C) + N(\pi^-n) + \alpha N(\pi^-p)$)

Величина $\alpha = 0,50 \pm 0,03$ была определена, исходя из количества найденных " π^-p ", " π^-n " и " π^-C " - событий и известных полных сечений взаимодействия π^- -мезонов в водороде и пропане /6/.

Как видно из таблицы I, средняя множественность всех заряженных релятивистских частиц в " π^-C " - событиях (без взаимодействий на квазисвободных нуклонах) не зависит от множественности медленных протонов. Подобный результат был получен при изучении π^-C^{12} - взаимодействий при импульсе 40 Гэв/с^{3/}.

На рис. I приводится распределение π^-C -событий (без взаимодействий на квазисвободных нуклонах) по множественности медленных протонов n_p . Здесь же для сравнения нанесены данные при 40 Гэв/с.

Средние множественности медленных протонов оказались равными

Таблица I

| Число медленных протонов | % от всех π^-C -событий | средн. число релят. треков $\langle n_{\pm} \rangle_S$ | $\langle n_- \rangle_S$ | $\langle n_+ \rangle_S$ |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 10,65 ± 0,71 | 3,60 ± 0,24 | 1,33 ± 0,09 | 2,31 ± 0,16 |
| 1 | 35,9 ± 1,3 | 3,16 ± 0,12 | 1,46 ± 0,05 | 1,67 ± 0,06 |
| 2 | 29,5 ± 1,2 | 3,34 ± 0,13 | 1,68 ± 0,07 | 1,61 ± 0,06 |
| 3 | 14,4 ± 0,8 | 3,28 ± 0,19 | 1,72 ± 0,10 | 1,51 ± 0,08 |
| 4 | 7,24 ± 0,59 | 3,44 ± 0,28 | 1,83 ± 0,15 | 1,63 ± 0,13 |
| 5 | 1,87 ± 0,3 | 3,69 ± 0,59 | 2,2 ± 0,35 | 1,48 ± 0,23 |
| 6 | 0,38 ± 0,14 | 4,12 ± 1,45 | 2,5 ± 0,88 | 1,63 ± 0,58 |

Таблица 2

| Число медленных протонов | % от всех π^-C -событий | среднее число релят. треков $\langle n_{\pm} \rangle_S$ | $\langle n_- \rangle_S$ | $\langle n_+ \rangle_S$ |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 45,1 ± 1,05 | 2,71 ± 0,05 | 1,50 ± 0,03 | 1,21 ± 0,04 |
| 1 | 27,51 ± 0,82 | 2,74 ± 0,07 | 1,49 ± 0,04 | 1,25 ± 0,04 |
| 2 | 15,13 ± 0,61 | 3,34 ± 0,13 | 1,68 ± 0,07 | 1,61 ± 0,06 |
| 3 | 7,37 ± 0,43 | 3,28 ± 0,19 | 1,72 ± 0,10 | 1,51 ± 0,08 |
| 4 | 3,71 ± 0,30 | 3,44 ± 0,28 | 1,83 ± 0,15 | 1,63 ± 0,13 |
| 5 | 0,96 ± 0,15 | 3,69 ± 0,59 | 2,20 ± 0,35 | 1,48 ± 0,23 |
| 6 | 0,197 ± 0,071 | 4,12 ± 1,45 | 2,50 ± 0,88 | 1,63 ± 0,58 |

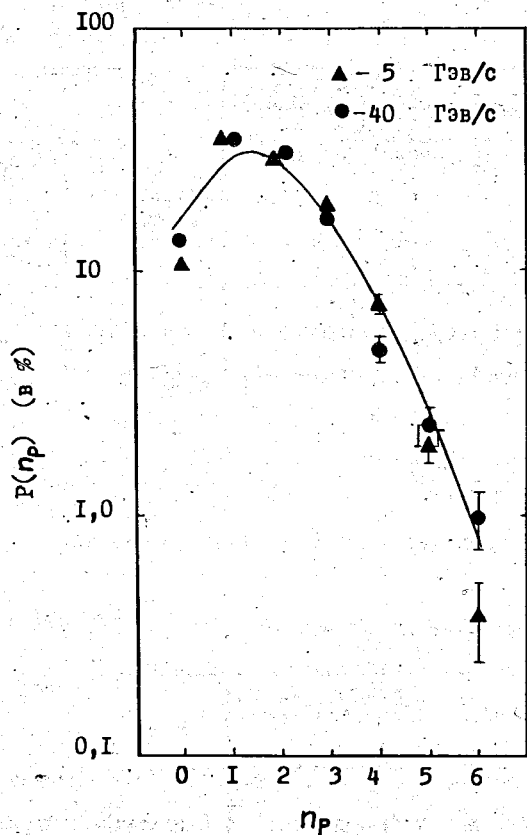


Рис.1. - Распределение p - C - событий по множественности протонов при 5 и 40 Гэв/с (без взаимодействий на квазисвободных нуклонах). Кривая - распределение Пуассона с $\langle n_p \rangle = 1,79$.

$$\langle n_p \rangle = 1,79 \pm 0,03 \quad \text{при 5 Гэв/с}$$

и

$$\langle n_p \rangle = 1,71 \pm 0,04 \quad \text{при 40 Гэв/с.}$$

Кривая на рис.1 - распределение Пуассона с $\langle n_p \rangle = 1,79$.
Учет взаимодействий на квазисвободных нуклонах дает

$$\langle n_p \rangle = 1,01 \pm 0,02 \quad \text{при 5 Гэв/с}$$

$$\langle n_p \rangle = 0,95 \pm 0,02 \quad \text{при 40 Гэв/с.}$$

Таким образом, средние множественности медленных протонов в p - C^{12} - взаимодействиях при 5 и 40,0 Гэв/с в пределах ошибок совпадают.

Зависимость $\langle n_p \rangle$ от множественности релятивистских частиц показана на рис.2. Как видно из рис.2, $\langle n_p \rangle$ не зависит от множественности релятивистских частиц. Аналогичный результат имеет место и при 40 Гэв/с.

На рис.3 показано распределение по множественности медленных протонов при 5 и 40 Гэв/с, представленное в виде ^{17/}

$$\langle n_p \rangle P(n_p) = \psi \left(\frac{n_p}{\langle n_p \rangle} \right). \quad (1)$$

Распределение построено с учетом взаимодействий на квазисвободных нуклонах. Это распределение хорошо аппроксимируется ($\chi^2 = 16,4$, количество точек = 14) зависимостью

$$\langle n_p \rangle P(n_p) = \exp(A + B \frac{n_p}{\langle n_p \rangle}) \quad (2)$$

$$\text{с } A = -(0,80 \pm 0,02) \text{ и } B = -(0,47 \pm 0,06).$$

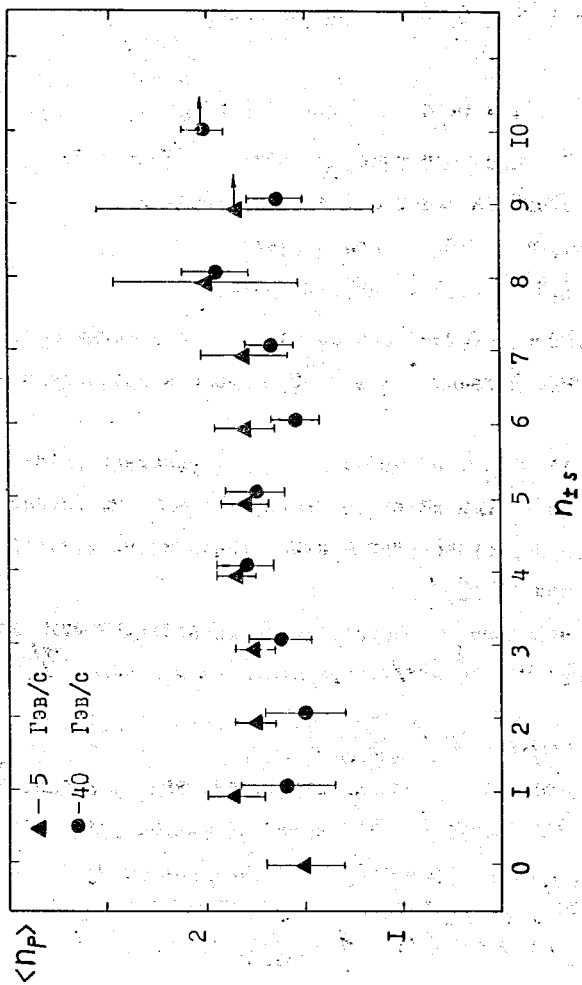


Рис.2. - Зависимость средней множественности протонов $\langle n_p \rangle$ от множественности заряженных релятивистских треков $\langle n_{\pm} \rangle$ при 5 и 40 ГэВ/с.

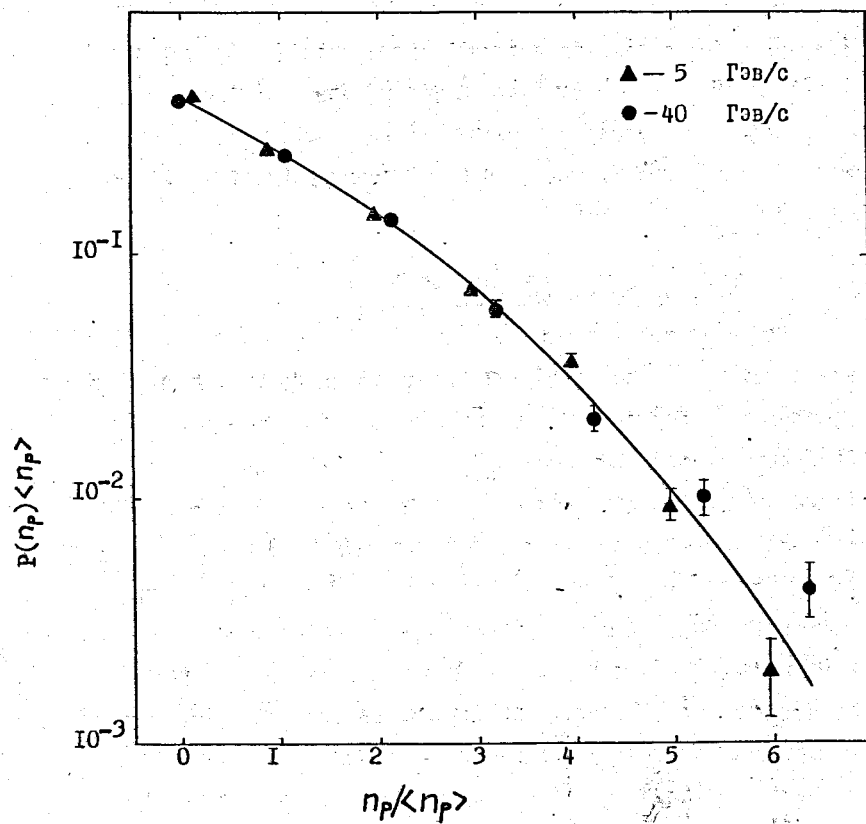


Рис.3. - Зависимость $\langle n_p \rangle P(n_p)$ от $n_p / \langle n_p \rangle$ при 5 и 40 ГэВ/с. Кривая - результат аппроксимации функцией (2).

На рис.4 (а и б) показаны распределения (I) для отрицательных и положительных релятивистских частиц. Видно, что и здесь данные при 5 и 40 Гэв/с лежат на одной кривой.

Полученный результат указывает на возможность существования KNO -скейлинга^{17/} в $p\bar{C}$ -взаимодействиях уже при энергиях $E_{\text{лаб}} \geq 5$ Гэв.

§ 3. Парные корреляции протонов

При изучении реакции $\pi^- C^{12} \rightarrow (2,3)p + \dots$ при 4 и 7,5 Гэв/с нами^{8,9/} было обнаружено существование корреляций между протонами с кинетическими энергиями $23 \leq T_p \leq 68$ Мэв - в распределении эффективных масс M_{pp} двух протонов наблюдается узкий пик вблизи суммы масс покоя протонов. Эти данные были получены с помощью 24 - литровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЗ ОИЯИ, которая имела относительно малые размеры ($28 \times 55 \times 14$ см³). В связи с этим представляет интерес изучение парных корреляций протонов в $p\bar{C}$ -взаимодействиях при 5 Гэв/с на снимках с однометровой пропановой камеры ЛЯП ОИЯИ, имеющей существенно большие размеры ($50 \times 100 \times 40$ см³) и тем самым уменьшить влияние геометрии камеры на получаемый результат.

Для этой цели были измерены и обработаны по программе геометрической реконструкции $\pi^- C$ -события с двумя или тремя треками протонов. Энергии протонов определялись по пробегам с точностью $\approx 2\%$.

На рис. 5 показано распределение по азимутальным углам вторичных протонов. Как видно из рис.5, распределение согласуется с изотропным, т.е. потеря протонов, вылетающих вглубь камеры, невелика ($< 10\%$).

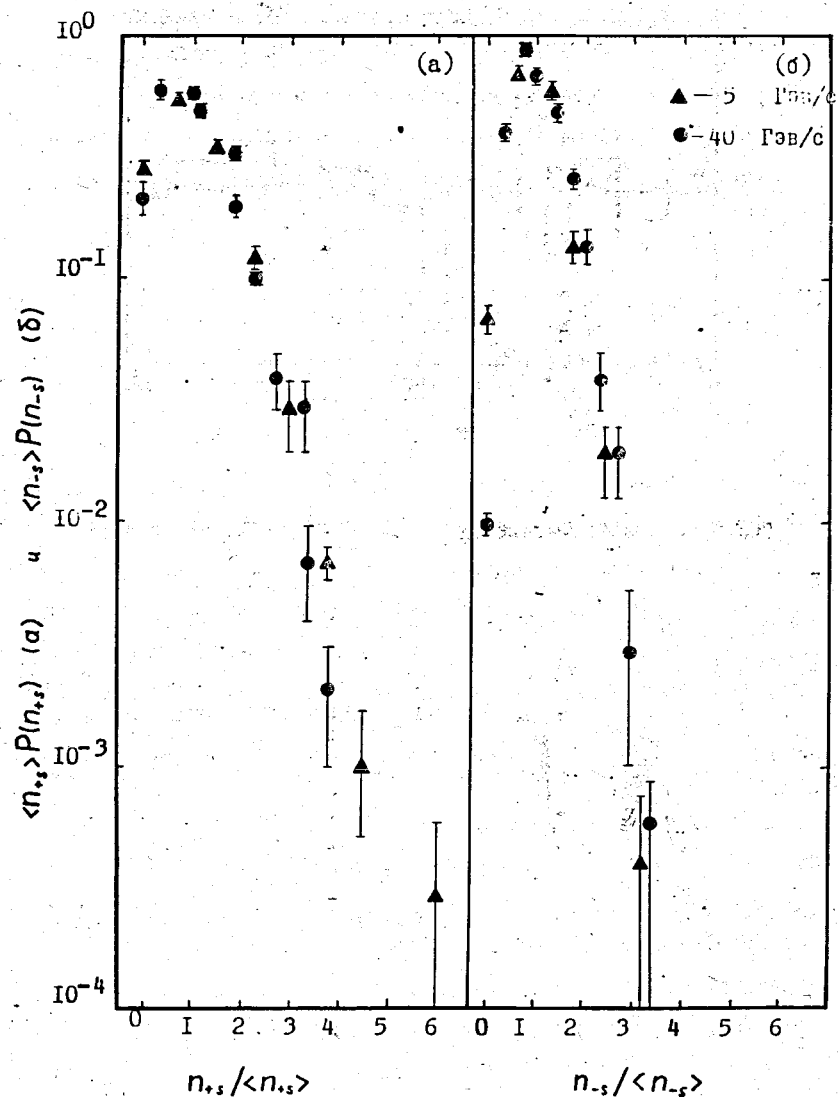


Рис.4. - Зависимость (I) для положительных (а) и отрицательных (б) релятивистских частиц при 5 и 40 Гэв/с.

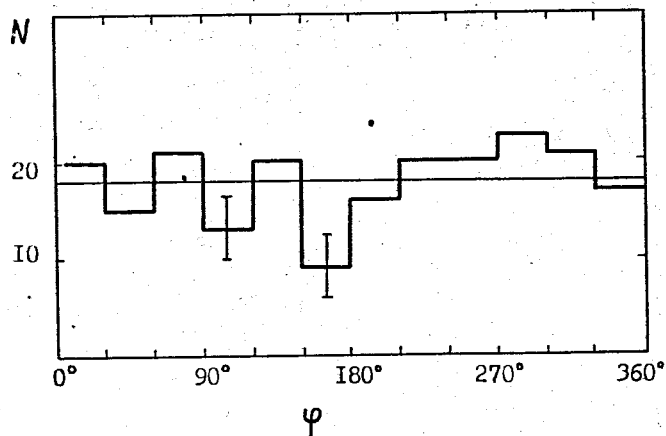


Рис.5. - Распределение протонов по азимутальным углам.

Распределения по кинетическим энергиям и углам протонов с $23 \leq T_p \leq 68$ МэВ в этих событиях показаны на рис.6 и 7. Здесь же для сравнения приведены распределения при 4 ГэВ/с (штриховая линия) и 7,5 ГэВ/с (пунктирная линия), нормированные на число событий при 5 ГэВ/с. Эти распределения при трех энергиях налетающего π^- -мезона совпадают.

На рис.8 приведены распределения по величине

$$Q = M_{pp} - 2 M_p \quad (3)$$

при 5 ГэВ/с. Здесь M_{pp} -эффективная масса двух протонов, M_p - масса покоя протона. Распределения построены для трех интервалов кинетических энергий протонов: $15 < T_p < 100$ МэВ (сплошная линия), $23 < T_p \leq 68$ МэВ (пунктирная линия), $T_p < 23$ МэВ и $T_p > 68$ МэВ (штриховая линия). Как видно из рис.8, в событиях, где кинетические энергии протонов ограничены, как и в /8,9/, интервалом $23 \leq T_p \leq 68$ МэВ, при $Q < 10$ МэВ наблюдается узкий пик.

Этот результат совпадает с данными, полученными нами при 4,0 и 7,5 ГэВ/с. Для сравнения на рис.9 показаны распределения событий с $23 \leq T_p \leq 68$ МэВ по Q при 4, 5 и 7,5 ГэВ/с, нормированные на число событий при 5 ГэВ/с. Фоновая кривая получена путем случайного комбинирования двух протонов из разных звезд и нормирована к числу событий с $Q > 10$ МэВ. Как показано в работе /9/, наблюдаемый эффект (существенный избыток событий с $Q < 10$ МэВ над фоном) указывает на наличие сильной корреляции двух протонов и может быть объяснен в рамках теории взаимодействия частиц в конечном состоянии.

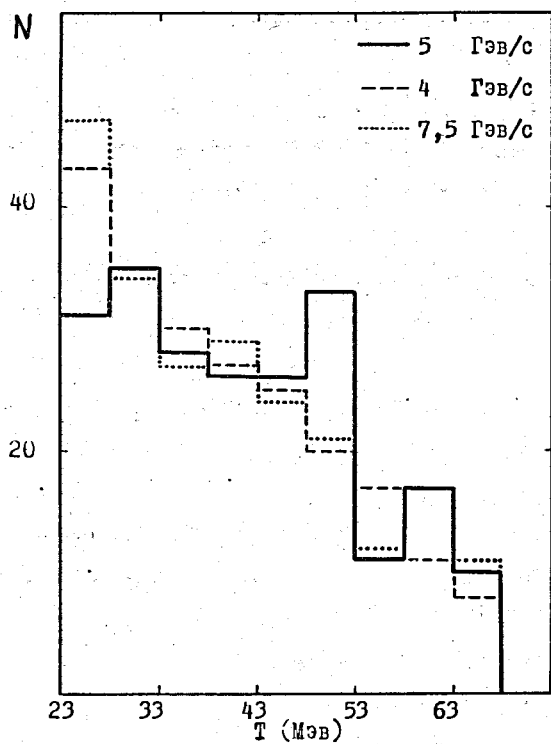


Рис.6. - Распределение по кинетическим энергиям протонов ($23 \leq T_p \leq 68$ Мэв) при 4, 5 и 7,5 Гэв/с.

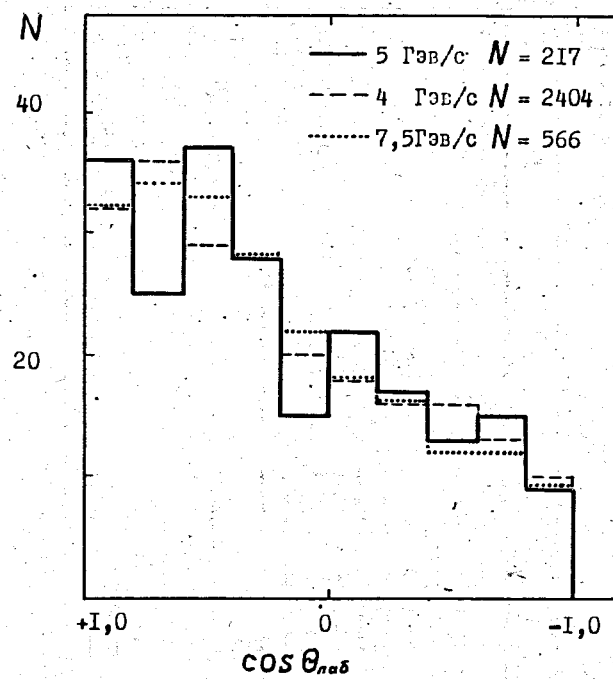


Рис.7.- Угловое распределения протонов в л.с. при 4, 5 и 7,5 Гэв/с ($23 \leq T_p \leq 68$ Мэв).

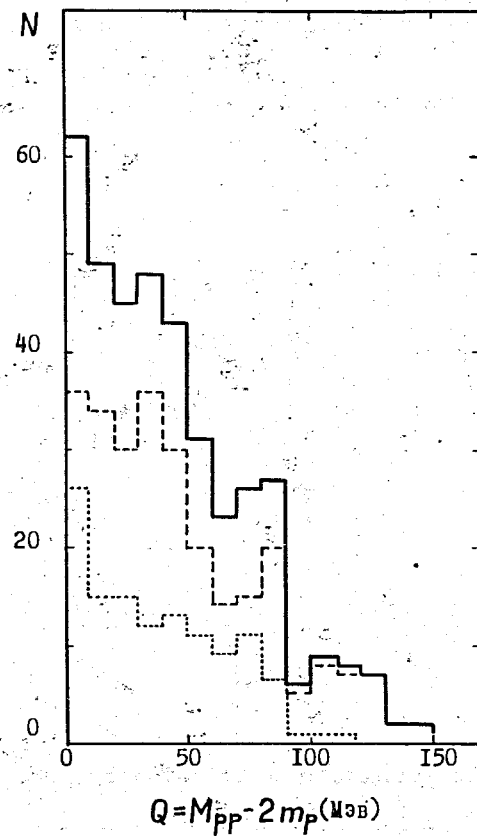


Рис.8. - Распределения по величине $Q = M_{PP} - 2m_p$ при 5 Гэв/с.
 Сплошная линия - ($15 < T_p < 100$ Мэв);
 Штриховая линия - $T_p < 23$ Мэв или $T_p > 68$ Мэв;
 Пунктирная линия - ($23 \leq T_p \leq 68$ Мэв).

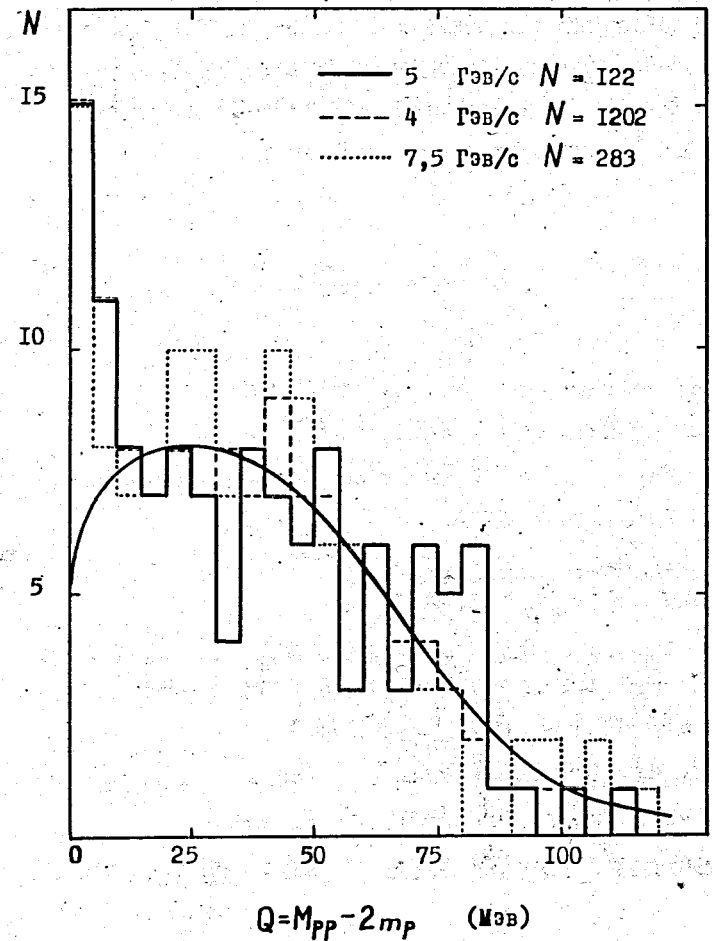


Рис.9.- Распределения по Q для протонов с $23 \leq T_p \leq 68$ Мэв
 при 4 Гэв/с (штриховая линия), 5 Гэв/с (сплошная линия)
 и 7,5 Гэв/с (пунктирная линия).

В заключение нам приятно поблагодарить В.П.Джелепова за содействие в осуществлении данной работы, В.Г.Гришина, Г.А.Лексина и М.И.Подгорецкого за полезные обсуждения, а также В.М.Навотного за ценные замечания.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А.В.Богомолов и др., ПТЭ, I, 61 (1964).
2. В.С.Кладницкий и др., ПТЭ, I, 24 (1965)
3. Будапешт- . . . - Яной Сотрудничество, Препринт ОНЯИ
PI - 6277, Дубна 1972.
4. Н.С.Амаглобели, Д.А.Будагов и др.
Письма в ЖЭТФ I4, 558, 1971.
5. Н.С.Амаглобели, Д.А.Будагов и др. Вопросы атомной науки
и техники ФТИ АН УССР Вып.2 (4), 59, Харьков, 1973.
6. Д.А.Будагов и др. ЯФ, II, 395, 1970.
7. Z.Koba, N.V.Nielsen, P.Olesen, Nucl.Phys., В 40, 317 (1972).
8. С.А.Азимов и др., ДАН УзССР, II, 25 (1970).
9. С.А.Азимов и др., ДАН УзССР, 2 (1974); ЯФ 19, 317, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 апреля 1974 года.