

С 346.4В

Л- 932

ЯФ, 1967, т.6, в.1, 12/1-66.

С.94-97

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 3088



В.Б. Любимов, В.Н. Стрельцов

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$  ( $m \geq 1$ )  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ  $\pi^-$  - МЕЗОНОВ 4 ГЭВ/С

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1966

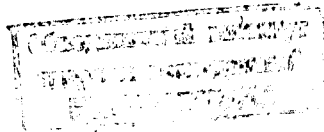
PI - 3088

В.Б. Любимов, В.Н. Стрельцов

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$  ( $n \geq 1$ )  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ  $\pi^-$  - МЕЗОНОВ 4 ГЭВ/С

Направлено в ЯФ

47/1/1, пр. 4160/1, 18



## 1. М е т о д и к а

В настоящее время неупругие  $\pi^-p$ -взаимодействия при  $P_{\pi^-} \approx 4$  Гэв/с изучены с помощью водородной пузырьковой камеры<sup>/1,2/</sup>. Полученная при этом информация относится в основном к реакциям с образованием заряженных вторичных частиц. Представляет интерес исследование процессов с образованием нейтральных частиц ( $\gamma$ -квантов,  $\pi^0$ -мезонов и т.д.)<sup>/3-5/</sup>.

В описываемой работе проводилось изучение реакции  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + n\gamma$  ( $n \geq 1$ ). Использовались снимки с 24-литровой пропановой камеры Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, облученной пучком  $\pi^-$ -мезонов с импульсом  $(3,97 \pm 0,06)$  Гэв/с. Для удобства идентификации отбирались события, имеющие вторичный протон с импульсом в лабораторной системе координат (л.с.к.) не больше 500 Мэв/с<sup>x/</sup>. Было просмотрено дважды 126000 фотографий, регистрировались двух- и четырехлучевые взаимодействия<sup>xx/</sup>, сопровождающиеся испусканием по крайней мере одного  $\gamma$ -кванта, образующего  $e^+e^-$ -пару. Кроме того, требовалось, чтобы среди вторичных положительных следов был один черный или серый след. Эффективность двойного просмотра для двухлучевых взаимодействий близка к 1.

Всего было отобрано 498 случаев, из них 47 случаев было с двумя  $\gamma$ -квантами и 3 случая с тремя  $\gamma$ -квантами. Отобранные события были измерены на полуавтоматах и обработаны по кинематической программе. События с одним  $\gamma$ -квантом были обработаны также по программе идентификации<sup>/6/</sup>. Исследовались гипотезы

---

<sup>x/</sup> Снизу импульс вторичного протона был ограничен значением 180 Мэв/с.

<sup>xx/</sup> Результаты по четырехлучевым взаимодействиям будут опубликованы отдельно.

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \gamma \quad (1)$$

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

Среди событий, удовлетворяющих гипотезе (2), удалось идентифицировать канал реакции

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0 \quad (3)$$

выделение которого в условиях работы с пропановой пузырьковой камерой связано с определенными трудностями, в основном из-за примеси квазиупругих взаимодействий со связанным в ядре углерода нуклоном. Принятый в настоящей работе отбор событий по наличию в них  $\gamma$ -кванта автоматически исключал эту примесь.

Не найдено ни одного случая<sup>x/</sup>, который удовлетворял бы гипотезе (1). По проведенным нами приближенным оценкам с использованием формул работы<sup>/7/</sup> следовало бы ожидать несколько таких случаев ( $\approx 4$ ). Нам кажется, что указанное расхождение не может считаться статистически обеспеченным.

## 2. Исследование реакции $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \gamma + \gamma$

На рис. 1 приведено распределение недостающих масс  $M_x(\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \gamma + M_x)$  для всех случаев с одним  $\gamma$ -квантом. Отдельно показаны на рисунке случаи, удовлетворяющие гипотезе (2). Как видно из рисунка, события (2) группируются в основном около нулевого значения массы  $M_x$ . Незначительная доля событий с большими значениями  $M_x$  имеет относительно большие ошибки в измерениях импульса или угла какого-либо следа. Эти случаи (с  $M_x^2 > 0,2(\text{ГэВ}/c^2)^2$ ) рассматривались как не удовлетворяющие гипотезе (2).

Случаи с отрицательными значениями  $M_x^2$  являются взаимодействиями с углеродом<sup>/8/</sup>. К этой группе были отнесены все события с  $M_x^2 < -0,2(\text{ГэВ}/c^2)^2$ .

Для событий типа (2) было построено распределение эффективных масс двух  $\gamma$ -квантов (рис. 2). Видно, что хорошо выделяется группа случаев с рождением одного  $\pi^0$ -мезона (реакция (3)) и нет четкого  $\eta^0$ -мезона, распадающегося по схеме  $\eta^0 \rightarrow 2\gamma$ .

<sup>x/</sup> Один случай соответствует сечению  $\approx 5$  мкб.

Импульсное распределение  $\pi^-$ -мезонов в с.п.и. для случаев из области  $\pi^0$ -мезона (события типа (2) с  $M_{\gamma\gamma} \leq 0,3 \text{ ГэВ}/c^2$ ) имеет максимум (рис.3), причем положение максимума соответствует массе изобары ( $1,24 \text{ ГэВ}/c^2$ ). Поэтому естественно, казалось бы, связывать случаи из области максимума с двухчастичной реакцией с рождением изобары  $N^{*+}$ . Однако распределение эффективных масс  $p\pi^0$  (см. рис. 4), а также анализ угловых распределений  $\pi^0$ -мезонов в системе покоя гипотетической изобары не дают возможности сделать этот вывод. Ширина максимума оказалась в несколько раз больше изобарной, а угловое распределение  $\pi^0$ -мезонов резко асимметрично.

На рис. 5 приведено распределение эффективных масс  $\pi^-\pi^0$  для случаев типа (3). Видно, что сечение рождения  $p^-$ -мезона в отобранных нами событиях ( $180 \leq p_p < 500 \text{ МэВ}/c$ ) сравнительно невелико:  $\sigma_{p^-} \approx 0,2 \text{ мб}$ .

## 3. Реакция $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + k\gamma$ ( $k > 2$ )

При анализе событий с одним видимым  $\gamma$ -квантом по программе идентификации оказалось, что 169 событий нельзя было связать с гипотезой (2), т.е. эти случаи соответствуют взаимодействиям с испусканием более двух  $\gamma$ -квантов<sup>x/</sup>.

Для этих случаев было построено распределение по недостающим массам  $M_{x1}(\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + M_{x1})$ , приведенное на рис. 6. Если все случаи в области по  $M_{x1}$  от 0,5 до 0,6  $\text{ГэВ}/c^2$  отнести к событиям с рождением  $\eta^0$ -мезона, то соответствующее сечение  $\sigma_{\eta^0} \approx 0,1 \text{ мб}$  не противоречит данным работы<sup>/1/</sup>.

На рис. 7 приведено распределение эффективных масс  $\pi^-\gamma$  для обсуждаемого класса событий. Распределение не имеет существенных аномалий.

В заключение отметим, что для случаев из области  $\eta^0$ -мезона, отобранных как по эффективным массам  $M_{\gamma\gamma}$ , так и по недостающим массам  $M_{x1}$ , было построено распределение эффективных масс  $p\eta^0$  (рис. 8). Эти случаи были предварительно обработаны по программе идентификации<sup>/8/</sup> с включением гипотезы

$$\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \eta^0 \quad (4)$$

Как видно из рисунка, распределение не имеет аномалий.

<sup>x/</sup> Если предположить, что все эти случаи связаны с реакцией  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + 2\pi^0$ , то для ее сечения получается оценка  $\approx 1,0 \text{ мб}$ .

Авторы благодарят В.Г. Гришина и М.И. Подгорецкого за обсуждение и ценные замечания. Авторы благодарны лаборантам, участвовавшим в просмотре и измерениях.

### Л и т е р а т у р а

1. L.Bondar, K.Bondartz, M.Deutschmann, et al. Nuovo Cimento, 31, 729 (1964).
2. L.Bondar, K.Bondartz, H.Burmeister, et al. Nuovo Cimento, 31, 485(1964).
3. G.Bellini, M.Di.Corato, F.Dumio, E.Fiorini. Nuovo Cimento, 40A, 348 (1965).
4. G.Bellini et al. Phys.Lett., 10, 126 (1964).
5. Я. Бэм, В.Г. Гришин, Э.П. Кистенев и др. Препринт ОИЯИ, Р-2885, Дубна, 1966.
6. З.М. Иванченко, А.Ф. Лукьянцев, В.И. Мороз и др. Препринт ОИЯИ, Р-2300, Дубна, 1965.
7. А.И. Ахиезер, И.Я. Померанчук. УФН, 65, в.4, 593 (1958).
8. Д.К. Копылова, В.Б. Любимов, М.И. Подгорецкий, З. Трка. Препринт ОИЯИ, 1186, Дубна, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел

27 декабря 1966 г.

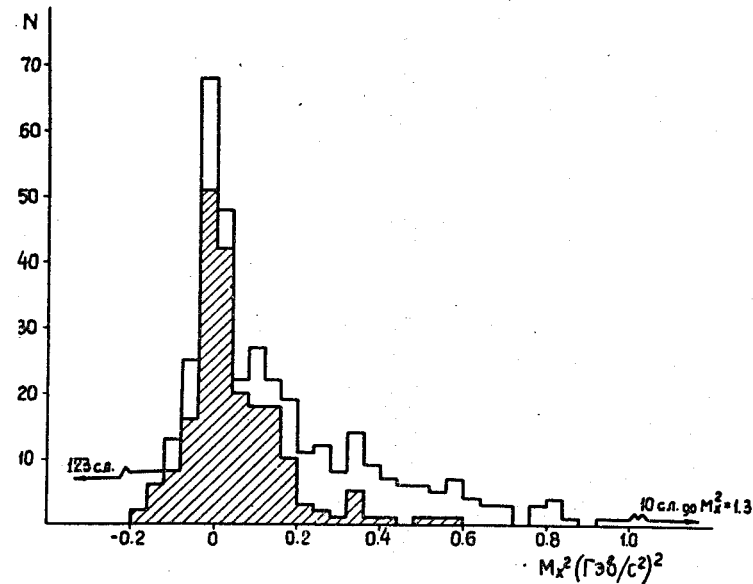


Рис. 1. Распределение недостающих масс  $M_x$  ( $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \gamma + M_x$ ). Заштрихованная часть гистограммы относится к случаям, удовлетворяющим гипотезе  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \gamma + \gamma$ .

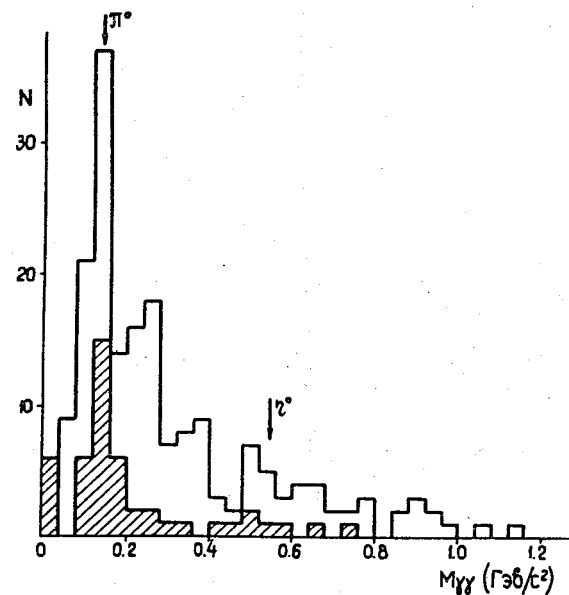


Рис. 2. Распределение эффективных масс  $M_{\gamma\gamma}$ . Заштрихованная часть гистограммы - случаи с числом зарегистрированных  $\gamma$ -квантов  $\geq 2$ .

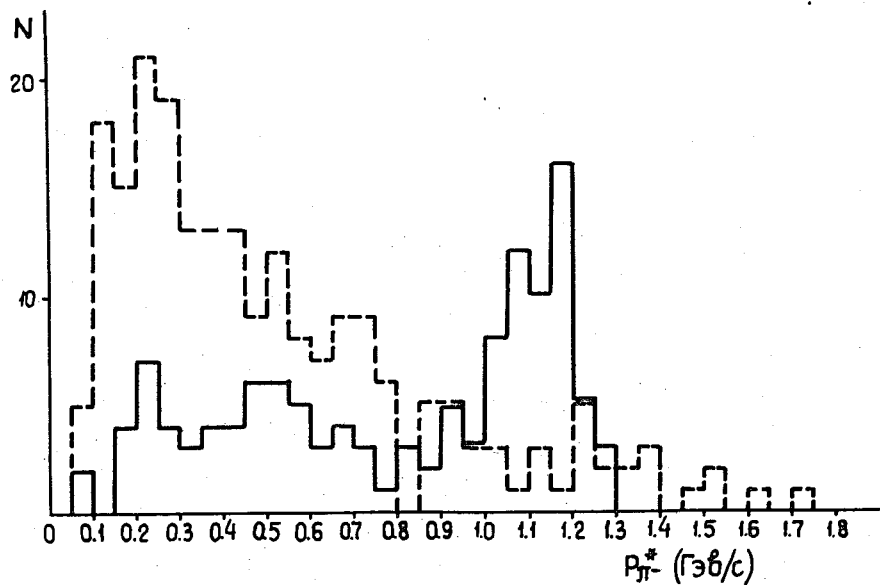


Рис. 3. Импульсное распределение  $\pi^-$ -мезонов в с.п.и. для случаев  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$  (сплошная линия). Все остальные случаи показаны пунктиром.

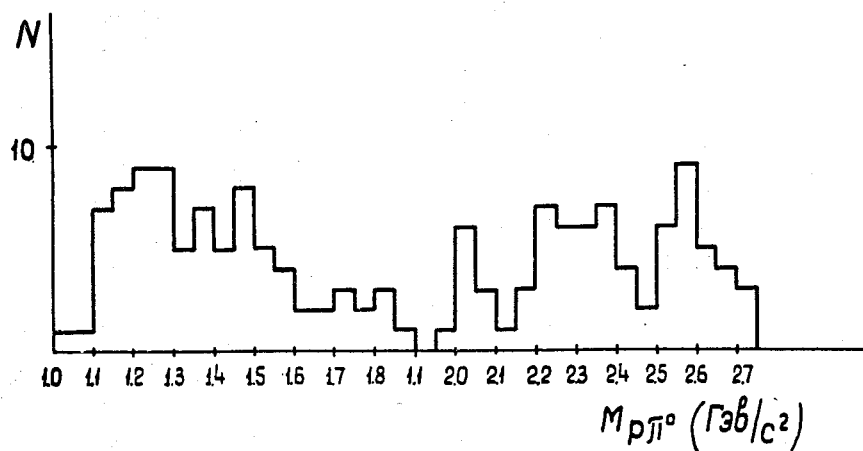


Рис. 4. Распределение эффективных масс  $M_{p\pi^0}$  для случаев  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$ .

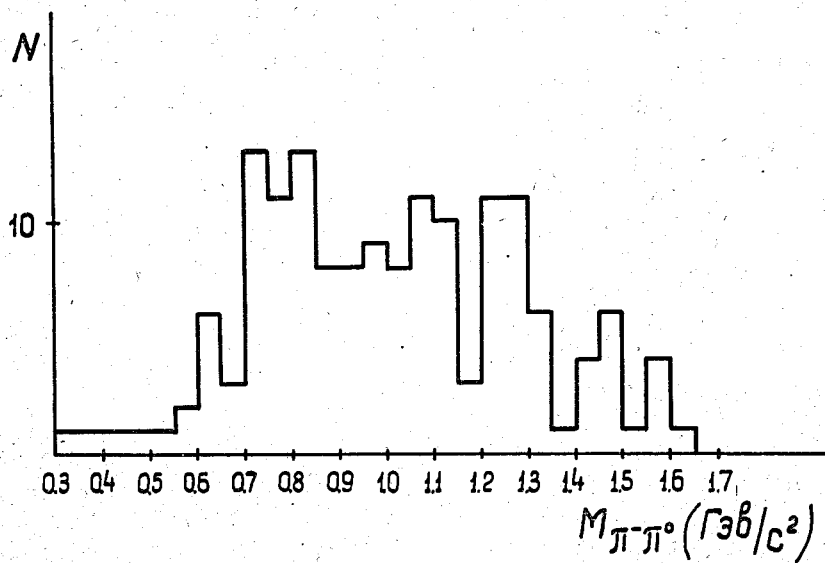


Рис. 5. Распределение эффективных масс  $M_{\pi^-\pi^0}$  (реакция  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$ ).

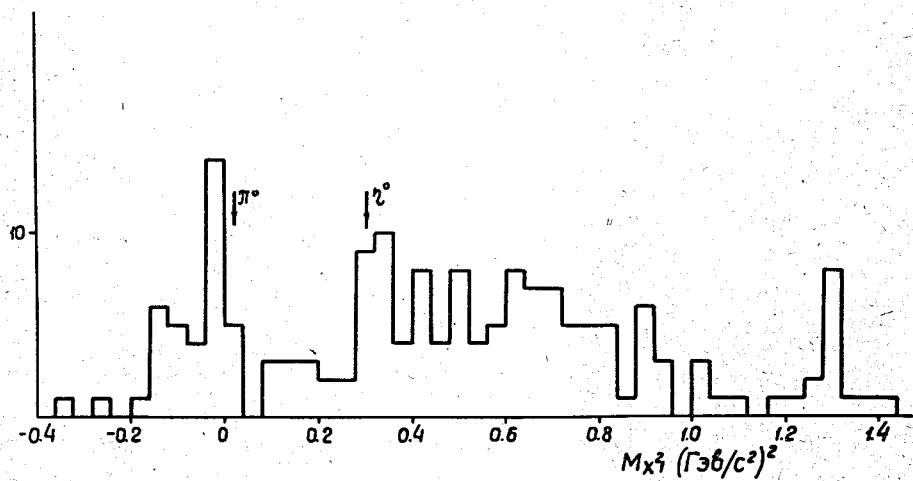


Рис. 6. Распределение недостающих масс  $M_{x1}$  ( $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + M_{x1}$ ) для случаев с числом  $\gamma$ -квантов  $> 2$ .

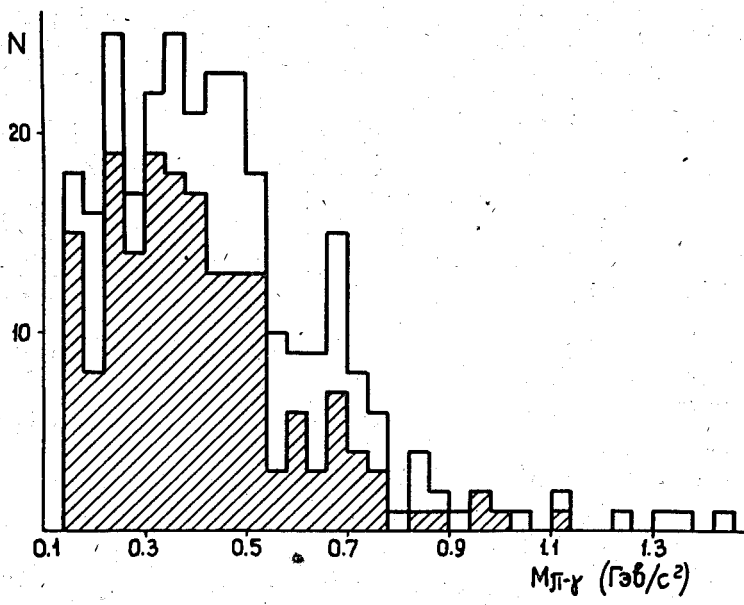


Рис. 7. Распределение эффективных масс  $M_{\pi^- \gamma}$  для событий с числом  $\gamma$ -квантов  $> 2$  (заштрихованная часть гистограммы) и  $\pi^- C$ -взаимодействий.

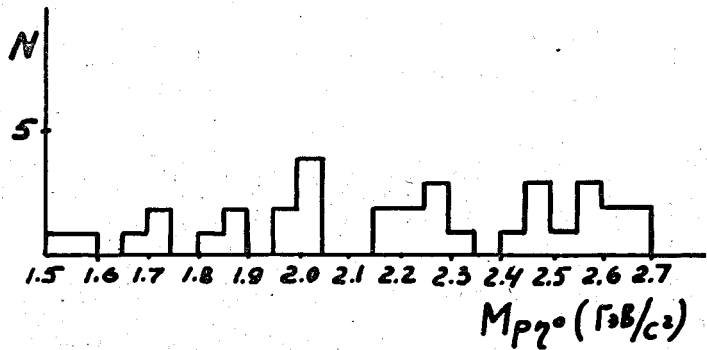


Рис. 8. Распределение эффективных масс  $M_{p \eta^0}$  для случаев, удовлетворяющих гипотезе  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \eta^0$ .