

С 345.45

Л-932



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В.Б. Любимов, Му Цзюнь, С.И. Портнова, В.Н. Стрельцов

P-1629

ИССЛЕДОВАНИЕ γ -КВАНТОВ,
ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
 π^- -МЕЗОНОВ С НУКЛОНАМИ
И ЯДРАМИ ПРИ ЭНЕРГИИ ОКОЛО 7 ГЭВ

Дубна 1964

В.Б. Любимов, Му Цзюнь, С.И. Портнова, В.Н. Стрельцов

P-1629

2403/1 чр

ИССЛЕДОВАНИЕ γ -КВАНТОВ,
ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
 π^- -МЕЗОНОВ С НУКЛОНАМИ
И ЯДРАМИ ПРИ ЭНЕРГИИ ОКОЛО 7 ГЭВ



Дубна 1964

Любимов В.Б., Му Цзюнь, Портнова С.И.,
Стрельцов В.Н.

P-1629

Исследование γ -квантов, возникающих при взаимодействии π^- -мезонов с нуклонами и ядрами при энергии около 7 Гэв.

На значительно большем статистическом материале уточняются выводы, полученные ранее в ^{/1/}. Кроме того, сообщаются результаты поисков многопиконных резонансов типа $X \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \gamma$ и т.п.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна. 1964.

Lyubimov V.B., Mu Tzung, Portnova S.I., Streltsov V.N.

P-1629

Investigations of γ -Quanta, Produced in Interactions of π^- -Mesons with Nucleons and Nuclei at ≈ 7 Gev.

On a much more enlarged statistics conclusions obtained earlier ^{/1/} were precised. Beside this, results of the search for multipions resonances of the type $X \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \gamma$ and so on, were reported.

Preprint, Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna. 1964.

Основная цель настоящей работы состояла в уточнении на значительно большем статистическом материале выводов, полученных нами ранее^{/1/}.

Работа была выполнена на 24-литровой пропановой пузырьковой камере^{/2/}, облученной π^- -мезонами с импульсами 6,8 и 7,5 Гэв/с. Было просмотрено около 10 тыс. фотографий и найдено около 2,3 тыс. событий, сопровождающихся образованием по крайней мере одной электронно-позитронной пары^{x/}. В результате обработки указанных событий мы получили 1044 неупругих π^-N взаимодействий, содержащих 1217 e^+e^- -пар, а также 753 взаимодействия первичных π^- -мезонов с ядрами углерода, которые сопровождались 871 e^+e^- -парой. При выделении взаимодействий π^- -мезонов с нуклонами использовались общепринятые критерии отбора^{/3/}.

На рис. 1 в виде гистограммы представлено энергетическое распределение γ -квантов в лабораторной системе координат (л.с.) для π^-N взаимодействий. При этом внесены поправки, учитывающие зависимость эффективности регистрации γ -квантов по e^+e^- -парам от энергии и геометрических условий (см.^{/3/}). Как видно из рисунка, гистограмма не обнаруживает заметных немонотонностей. Известно, что наличие аномалий такого типа свидетельствовало бы в пользу существования дополнительных источников γ -квантов, не связанных с распадом $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$. Представленное на рис. 2 энергетическое распределение γ -квантов, построенное с использованием всех 2088 e^+e^- -пар, также не имеет видимых немонотонностей. Таким образом, наши прежние данные^{/1/} о наличии аномалий в спектрах γ -квантов в результате существенного увеличения статистики не подтвердились. По-видимому, ранее мы имели дело со значительной статистической флуктуацией.

Следует, впрочем, отметить, что в спектре γ -квантов, построенном только для π^-p взаимодействий (гистограмма рис. 3), возможно, наблюдается некоторая аномалия в области $E_\gamma = 0,20-0,35$ Гэв (для сравнения на рис. 3 в виде плавных кривых нанесены расчетные распределения). Что касается спектра γ -квантов для π^-n взаимодействий (рис. 4), то он, как видно из рисунка, не имеет заметных аномалий.

Далее, используя события с числом γ -квантов $N_\gamma \geq 2$, мы построили распределение эффективных масс двух фотонов (рис. 5). Как явствует из рисунка, указанное распределение имеет только один максимум, соответствующий массе π^0 -мезона. Тот факт, что мы не наблюдаем максимума в районе $M_{\gamma\gamma} \approx 0,55$ Гэв, указывает

x/ Используемые ниже события включают в себя также случаи, отобранные нами раньше.

на отсутствие заметного вклада распадов вида $\eta \rightarrow 2\gamma$. Последний результат очевиден, исходя из согласия с полученными выше выводами.

Следующий вопрос, который был нами снова изучен, касается поисков радиационных распадов резонансных состояний с участием заряженных π^- -мезонов. В частности, была исследована возможность существования резонанса, распадающегося по схеме $X_1 \rightarrow \pi^+\pi^-$. С этой целью были вычислены эффективные массы $M_{\pi^+\pi^-\gamma}$ для всех π^-p взаимодействий. Распределение $M_{\pi\pi\gamma}$ для событий с числом заряженных частиц $n_\gamma = 2,4$ (π^-p взаимодействия) представлено на рис. 6. Здесь же в виде плавной кривой нанесено фоновое распределение, которое получено при комбинировании π^- -мезонов и γ -кванта из разных взаимодействий. Как видно из рисунка, в районе массы $M_{\pi\pi\gamma} = 0,7 - 0,8$ Гэв наблюдается пик, который выступает более чем на две стандартных ошибки над плавной кривой. Однако мы не считаем установленным существование резонанса с распадом $X_1 \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$, т.к., в частности, не имеем возможности из-за большого фона детально исследовать случаи из наблюдаемого максимума.

На рис. 7-11 представлены распределение $M_{\pi\pi\gamma}$ и эффективных масс $\pi^+\gamma$ -систем для событий с разной множественностью, а также суммарные распределения. Как видно из рисунков, все отмеченные распределения не имеют заметных максимумов^{х/}. Аналогичный вывод об отсутствии четких максимумов можно сделать исходя и из вида рисунков 12 и 13, на которых представлены распределения эффективных масс $\pi^+\pi^+\pi^-\gamma$ и $\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-\gamma$ -систем.

Что касается следующего графика (рис. 14), то он представляет собой спектр масс нейтральных систем из 4-х π^- -мезонов ($M_{\pi^-\pi^-\pi^-\pi^-}$). Обращает на себя внимание тот факт, что небольшой выброс, наблюдаемый в районе $M_{4\pi^-} = 1,3-1,4$ Гэв, по положению и ширине совпадает с аналогичным выбросом, наблюдаемым в работе^{/5/}. В связи с этим было построено суммарное распределение, в которое мы включили данные работы^{/5/} (рис. 15). В виде пунктирной гистограммы на этом рисунке нанесено фоновое распределение, полученное при комбинировании π^- -мезонов из разных взаимодействий. Отметим, что выброс при 1,3 - 1,4 Гэв не совпадает с положением максимума фонового распределения и превышает величину фона по крайней мере на две стандартные ошибки.

В заключение отметим, что для отобранного нами класса π^-N взаимодействий мы не нашли четких проявлений резонансов, распадающихся по схеме $X_2 \rightarrow \pi^+\pi^-$. В частности, заметных пиков не имеет и распределение $M_{\pi\pi}$ для случаев с $n_\gamma = 2$.

^{х/} Здесь следует отметить, что, как и раньше, была проведена разбивка спектров $M_{\pi\pi\gamma}$ и $M_{\pi\gamma}$ по энергиям γ -квантов, однако это не привело к возникновению каких-либо пиков.

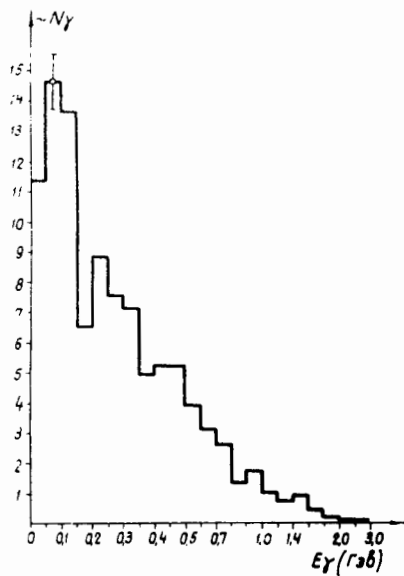
Отсюда можно заключить, что в событиях отобранного нами типа сечение рождения ρ -мезона $\sigma_{\rho} < 0,5$ мб. Этот вывод не противоречит, например, оценке, полученной в [6].

Авторы благодарны М.И. Подгорецкому за внимание к работе и полезные обсуждения, а также Д.К. Копыловой и М. Спыркез за оказанную помощь. Кроме того, мы рады поблагодарить группу лаборантов, принимавших участие в измерениях и расчетах, и сотрудников Вычислительного центра И.М. Иванченко и А.Ф. Лукьянцева за составление программ расчетов.

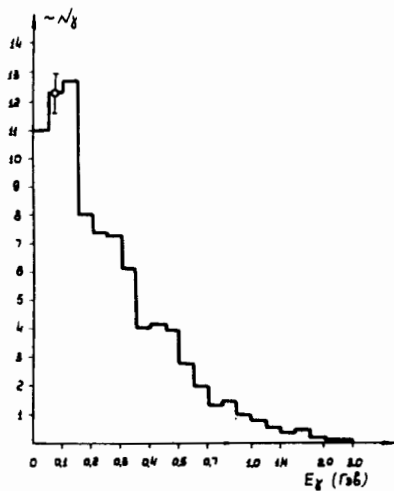
Л и т е р а т у р а

1. В.Б. Любимов, Му-Цзюнь, М.И. Подгорецкий, С.И. Портнова, В.Н. Стрельцов, З. Трка. ЖЭТФ, 44, 761 (1963). Препринт ОИЯИ Р-1164, Дубна, 1963.
2. Ван Ган-чан, М.И. Соловьев, Ю.Н. Шкобин. ПТЭ, 1, 41 (1959).
3. Н.Г. Биргер, Ван Ган-чан, Ван Цу-цзэн, Дин Да-цао, Ю.В. Катышев, Е.Н. Кладницкая, Д.К. Копылова, В.Б. Любимов, Нгуен Дин Ты, А.В. Никитин, М.И. Подгорецкий, Ю.А. Смородин, М.И. Соловьев, З. Трка. ЖЭТФ, 41, 1461 (1961).
4. М.И. Дымент, Г.И. Копылов. Препринт ОИЯИ Р-581, Дубна, 1960.
5. В.А. Беляков, В.И. Векслер, Н.М. Вирясов, Е.Н. Кладницкая, Г.И. Копылов, А.К. Михул, В.Н. Пенев, Е.С. Соколова, М.И. Соловьев. Препринт ОИЯИ Р-1506, Дубна, 1964.
6. P. Fleury, G.Kavas, F.Muller, C.Pelleiter Proc. 1962. Intern. Conf. on High-Energy Phys. at CERN, p. 397.

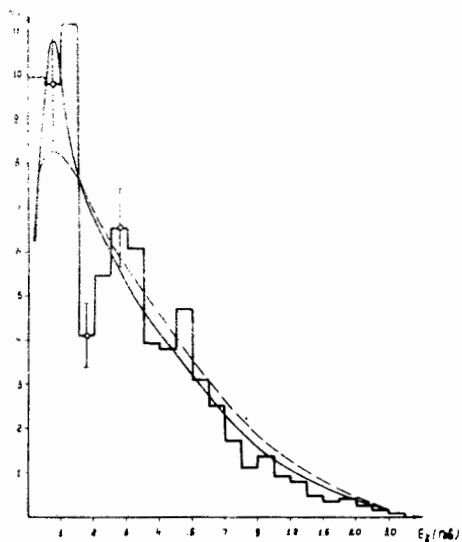
Рукопись поступила в издательский отдел
1 апреля 1964 г.



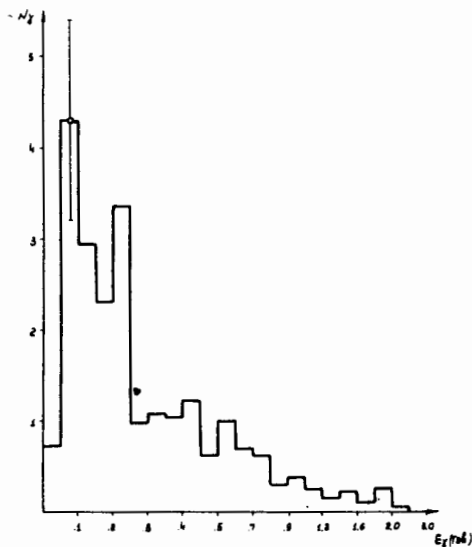
Р и с. 1. Энергетическое распределение γ -квантов в л.с. для π^-N взаимодействий.



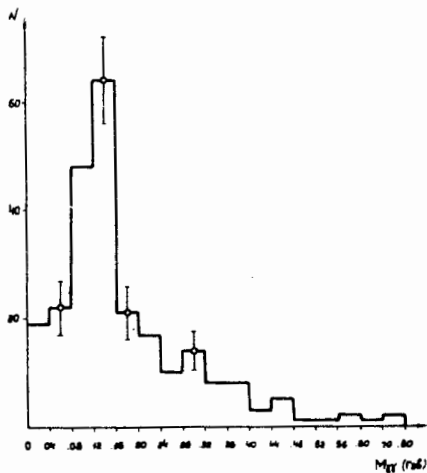
Р и с. 2. Суммарное энергетическое распределение γ -квантов в л.с. для π^-N и π^-C взаимодействий.



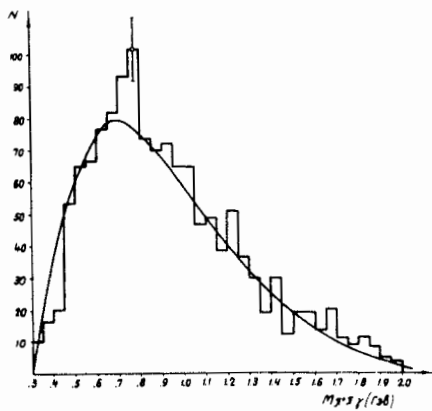
Р и с. 3. Энергетический спектр γ -квантов в л.с. для π^- -взаимодействий ($n_s = 0, 2, 4, 6$). Плавная кривая (сплошная линия) получена на основании предположения о совпадении импульсных спектров π^0 - и π^- -мезонов с привлечением данных работы /3/. При расчете кривой, нанесенной пунктирной линией, использовались π^0 -мезоны, взятые из таблиц случайных звезд /4/.



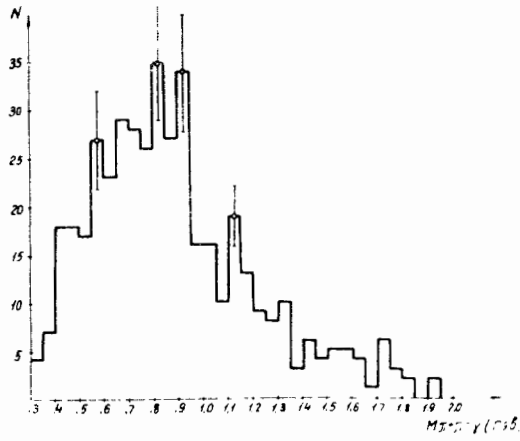
Р и с. 4. Энергетический спектр γ -квантов в л.с. для $\pi-\pi$ взаимодействий ($n_s = 1, 3, 5, 7$).



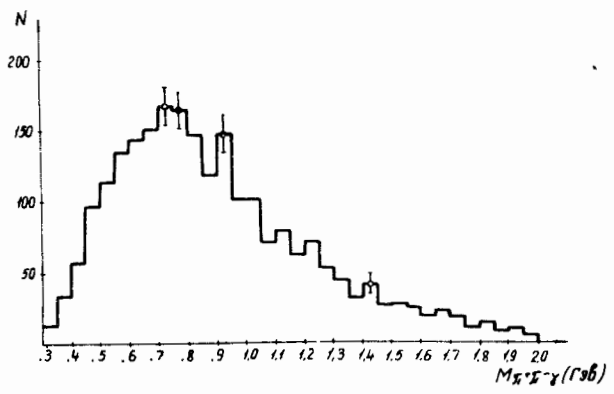
Р и с. 5. Распределение эффективных масс $M_{\pi\gamma}$ для π^-N и π^-C взаимодействий.



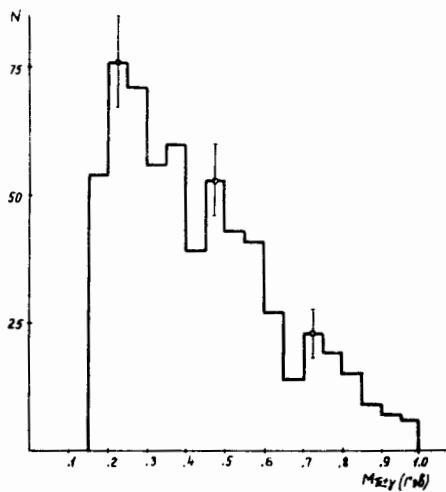
Р и с. 6. Распределение $M_{\pi^+\pi^-\gamma}$ для π^-p взаимодействий ($n_s = 2,4$). Плавная кривая получена при комбинировании π^\pm -мезонов и γ -квантов из разных взаимодействий.



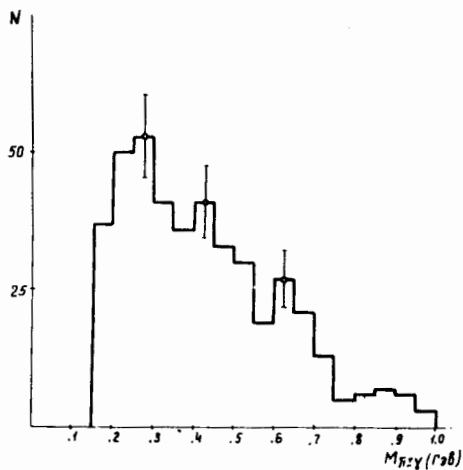
Р и с. 7. Распределение $M_{\pi^+\pi^-\gamma}$ для $\pi^-\pi$ взаимодействий ($n_3 = 3,5$).



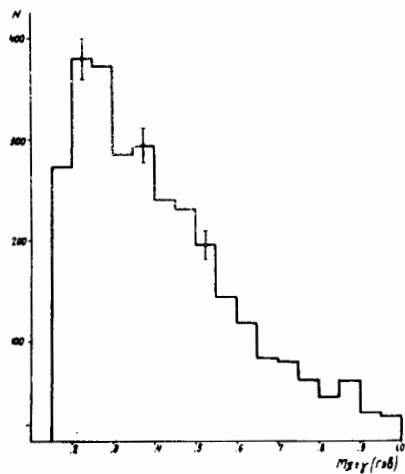
Р и с. 8. Суммарное распределение $M_{\pi^+\pi^-\gamma}$ для всех $\pi^-\pi$ взаимодействий.



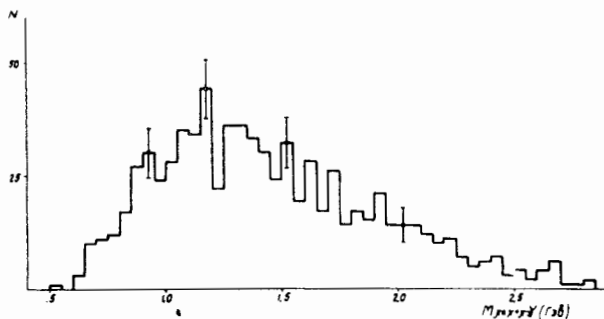
Р и с. 9. Распределение $M_{\pi^+ \gamma}$ для $\pi^- p$ взаимодействий с $n_\gamma = 2$.



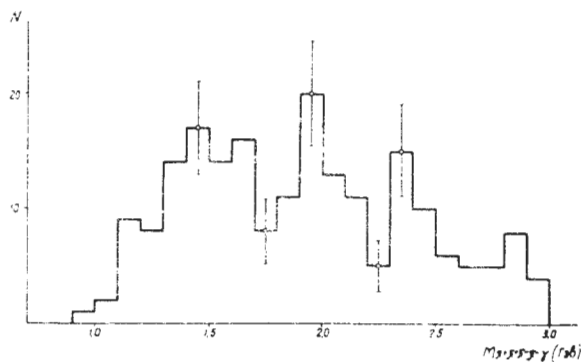
Р и с. 10. Распределение $M_{\lambda^+ \gamma}$ для $\pi^- p$ взаимодействий с $n_\gamma = 1,3$.



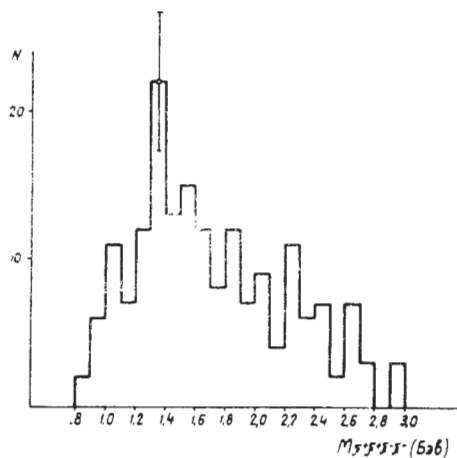
Р и с. 11. Суммарное распределение $M_{\pi^{\pm}\gamma}$ для всех $\pi^{-}N$ взаимодействий.



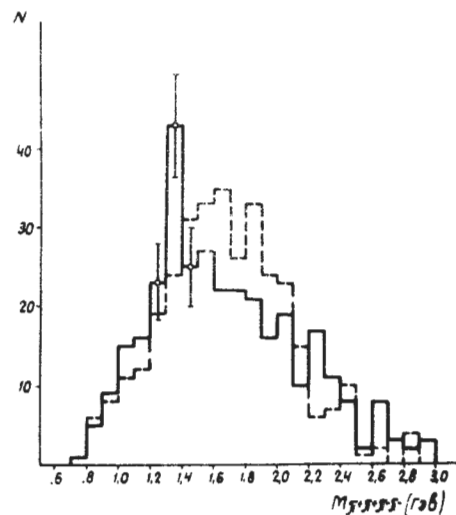
Р и с. 12. Распределение $M_{\pi^{-}\pi^{+}\pi^{-}\gamma}$ для случаев с $n_3 = 3, 4$.



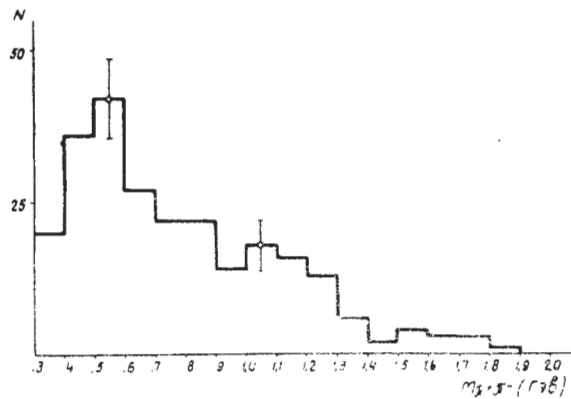
Р и с. 13. Распределение $M_{\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0}$ для случаев с $n_3 = 4$.



Р и с. 14. Спектр $M_{\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0}$ для событий с $n_3 = 4$.



Р и с. 15. Суммарный спектр $M_{\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0}$, при построении которого были использованы также данные работы [75]. Пунктирная гистограмма - фоновое распределение, полученное при комбинировании π^- -мезонов из разных взаимодействий.



Р и с. 16. Спектр $M_{\pi^+\pi^-}$ для событий с $n_3 = 2$.