

СЗУБ. 2 в

С-519

29/IX-64. ✓

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-1742



П. Смирн

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ДВУГОРБЫЙ ВИД ИМПУЛЬСНОГО СПЕКТРА
ПРОТОНОВ ОТДАЧИ В НЕУПРУГИХ
 π^- -р ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 7 ГЭВ
И ОДНОМЕЗОННОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ

1964

П. Смирн

ДВУГОРБЫЙ ВИД ИМПУЛЬСНОГО СПЕКТРА
ПРОТОНОВ ОТДАЧИ В НЕУПРУГИХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 7 ГЭВ
И ОДНОМЕЗОННОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ



84
3/4.598

Экспериментальные данные по неупругим π^-p -взаимодействиям при 7 Гэв^{/2/} указывают на существование двух максимумов в импульсном спектре нуклонов отдачи. Анализ этого спектра с помощью одномезонной теории был проведен недавно в работе^{/1/}.

В^{/1/} учитывались две одномезонные диаграммы, отличающиеся тем, что в нижней вершине первой диаграммы возникает только один нуклон, а для определения нижней вершины второй диаграммы было использовано полное сечение π^-p -взаимодействий (см. рис. 1).

Было найдено^{/1/}, что при предположении постоянного сечения $\pi-\pi$ -взаимодействий и отсутствия зависимости формфактора нуклона и сечений от виртуальности промежуточного пиона Δ^2 получается спектр в виде кривой с одним максимумом, ни в какой степени не согласующийся с экспериментальной гистограммой.

Из этого, конечно, нельзя еще сделать заключение о неприменимости одномезонной теории, поскольку перечисленные предположения слишком грубы.

Действительно, если аппроксимировать зависимость от виртуальности обрезанием $\Delta^2 \leq \Delta_0^2$, то при достаточно малых Δ_0^2 ($\Delta_0^2 \leq 0,8 \text{ Гэв}^2$) можно получить спектр с двумя максимумами^{/1/}. Но тогда для согласования величины полного сечения $\sigma_{\pi N}$ с его экспериментальным значением надо предположить, что среднее сечение $\pi-\pi$ взаимодействий в области $\omega = 0,5-3 \text{ Гэв}$ (где ω энергия $\pi-\pi$ взаимодействия в системе центра масс) во много раз превышает сечение $\pi-N$ взаимодействий, что противоречит другим оценкам. С другой стороны, если считать, что расхождение обусловлено тем, что сечение $\pi-\pi$ -взаимодействий предполагается постоянным, то для согласования теоретической кривой с экспериментом надо предполагать также существование высокого $\pi-\pi$ -резонанса при $\omega = 2,5-3 \text{ Гэв}$, что кажется очень сомнительным^{/1/}.

Возникает интересный вопрос, можно ли такую ситуацию считать указанием на неприменимость самой одномезонной теории. В нашей работе обсуждается этот вопрос и показывается, что в грубых чертах возможно получить согласие с экспериментом при разумном поведении сечений $\pi-\pi$ взаимодействий не предполагая существования каких-либо высокоэнергетических резонансов.

Во-первых, так как нуклон заведомо не является точечной частицей, формфактор в диаграмме M_1 следует аппроксимировать обрезанием переданного импульса $\Delta^2 \leq \Delta_0^2$. На основе исследований одномезонной модели в асимптотической области энергий можно

закончить, что величина Δ_0^2 приблизительно равна $\Delta_0^2 = 1,75 \text{ Гэв}^2$ (см. /3/). В дальнейшем мы будем использовать это значение Δ_0^2 . Полное сечение π -N взаимодействий при этом совпадает с его экспериментальным значением, если средняя величина сечения π - π взаимодействий в области $\omega = 0,5 - 3 \text{ Гэв}$ $\sigma_{\pi\pi} = 40 \text{ мб}$, но в импульсном спектре протона отдачи все еще имеется только один максимум (см. рис. 2).

Важным фактом является то, что эффективные области ω (масса пионной системы) для диаграмм M_1 и M_2 существенно отличаются. В диаграмму M_1 вносит существенный вклад значения $\omega = 0,5 - 2,8 \text{ Гэв}$, а в диаграмму M_2 - только $\omega = 0,5 - 2,0 \text{ Гэв}$. Поэтому можно ожидать, что изменение величины сечения π - π взаимодействий в области энергий $\omega > 2 \text{ Гэв}$ будет менять только вид импульсного спектра диаграммы M_1 , но вид спектра диаграммы M_2 (левая пунктирная кривая на рис. 2) остается без изменений.

Аппроксимируем сечение π - π взаимодействия в области $0,5 - 1,5 \text{ Гэв}$ постоянной, равной 60 мб . В области $1,5 - 2,5 \text{ Гэв}$ сечение $\sigma_{\pi\pi}$ убывает (см. рис. 3). Как видно из рис. 4, такое поведение $\sigma_{\pi\pi}$ не меняет результатов, полученных на основании диаграммы M_2 . На этом рисунке приведено распределение массы пионной системы ω диаграммы M_2 в предположении постоянного сечения $\sigma_{\pi\pi}$ во всей области $\omega = 0,3 - 2,5 \text{ Гэв}$ (сплошная кривая). Пунктирной кривой показано изменение, которое вносит энергетическая зависимость $\sigma_{\pi\pi}(\omega)$, показанная на рис. 3. Этим изменением мы пренебрегаем, и используем соответствующий импульсный спектр из работы /1/, умноженный на 2 в связи с тем, что при расчетах в работе /1/ была использована величина $\sigma_{\pi\pi} = 30 \text{ мб}$.

С другой стороны, энергетическая зависимость $\sigma_{\pi\pi}$ в области $2,0 - 2,5 \text{ Гэв}$ очень сильно влияет на спектр, соответствующей диаграмме M_1 . Если взять такую зависимость в виде, указанном на рис. 3, то получается распределение (рис. 5), которое сравнивается с экспериментальной гистограммой работы /2/. Следует отметить, что учет наблюдаемых низкоэнергетических π - π резонансов мог бы, наверное, улучшить согласие результатов в области $P = 1,3 - 1,8 \text{ Гэв/с}$. Согласие с опытом в области $P = 0,2 - 0,3 \text{ Гэв/с}$ было бы еще лучше, если бы существовал π - π резонанс при $\omega = 2,5 - 3 \text{ Гэв}$. Однако экспериментальные ошибки еще слишком велики, чтобы можно было бы сделать какие-либо определенные заключения.

В заключение рассмотрим, на каких основаниях такое убывание сечения π - π взаимодействий, приводящее к согласию однорезонансной теории с экспериментом, считается достаточно разумным.

Поскольку в расчетах по однорезонансной теории определяются вершины с помощью полных сечений, то при учете диаграмм M_1 и M_2 автоматически включены в расчет

также процессы типа диаграммы, показанной на рис. 6. Но из-за того, что переданные импульсы Δ_1^2 и Δ_2^2 считаются при таком вычислении независимыми (что соответствует пренебрежению зависимостью полных сечений от виртуальности), то их вклад переоценивается. Кроме того, поскольку вклад таких процессов включен уже в диаграмму M_2 , то не следует учитывать его снова в диаграмме M_1 . Из этого можно заключить, что сечение, которое надо подставить в верхнюю вершину диаграммы M_1 , является только сечением "центральных" π - π взаимодействий, т.е. взаимодействий, обусловленных обменом больше чем одного пиона. Но для того, чтобы полное сечение π - π взаимодействий сильно не возрастало при увеличении энергии, центральное π - π взаимодействие при энергиях выше области резонансов должно достаточно быстро убывать.

Таким образом представляется очень правдоподобным, что появление двух максимумов в экспериментальном импульсном спектре протонов отдачи в неупругих π -p взаимодействиях при 7 Гэв не противоречит однорезонансной теории, а действительно соответствует двум основным типам однорезонансного взаимодействия. Конечно, в пределах экспериментальных ошибок этот вывод еще не однозначен и, вообще говоря, не исключает высокоэнергетических π - π -резонансов, хотя они и кажутся весьма маловероятными.

Подчеркнем, что согласия с опытом удалось достичь, во-первых, учетом нуклонного формфактора, во-вторых, выбором в два раза большего значения сечения π - π взаимодействия в области $\omega = 1 \text{ Гэв}$, чем это предполагалось в работе /1/.

Автор выражает благодарность В.С. Барашенкову за полезное обсуждение работы.

Л и т е р а т у р а

1. В.С. Барашенков, Д.И. Блохинцев, И. Патера, Г.Л. Семашко, Препринт Р-1458, Дубна, 1963 г.
2. K. Lanius, Proc. of the 11-th Intern. Confer. on High Energy Phys. CERN, p. 617 (1962).
3. П. Смирн, Препринт Р-1524, Дубна, 1964 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 июня 1964 г.

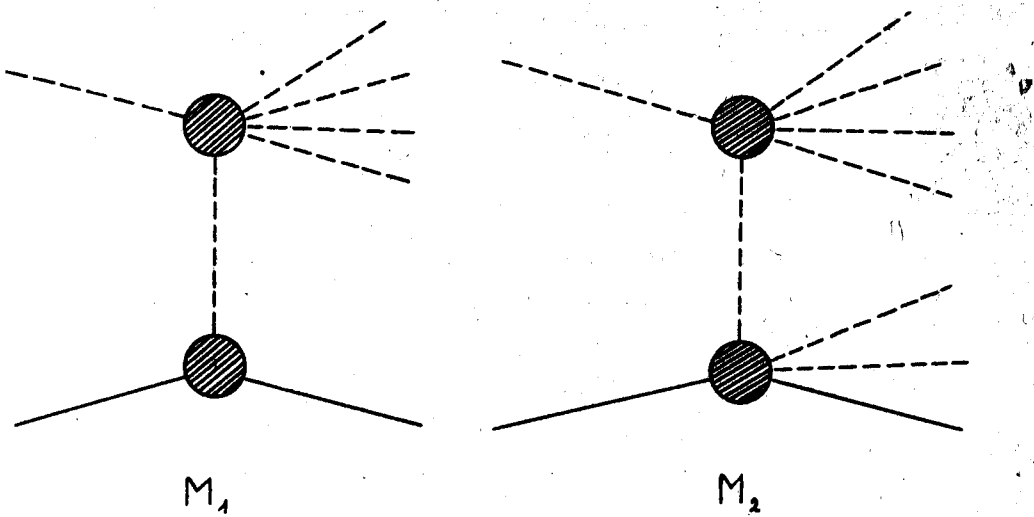


Рис. 1. Одномезонные диаграммы неупругих π -N-взаимодействий.

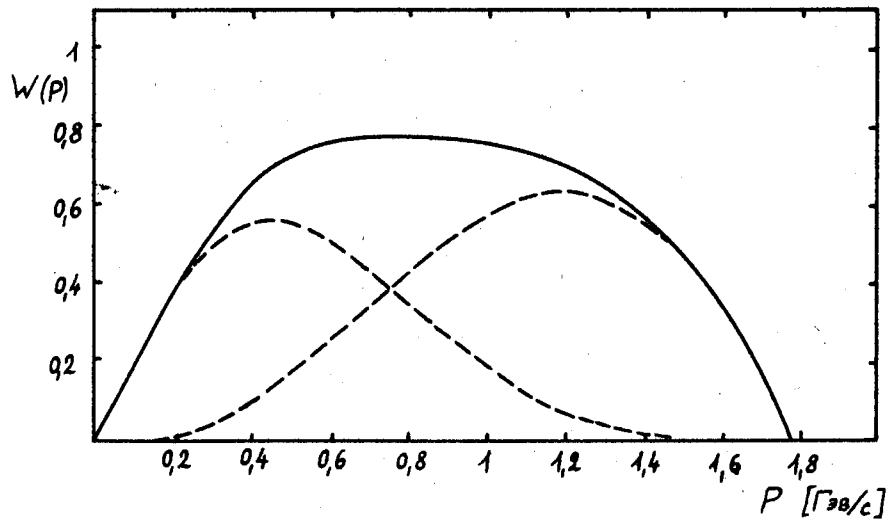


Рис. 2. Импульсный спектр протонов отдачи при предположении постоянного $\sigma_{\pi N}$ и обрезания переданного импульса диаграммы M_1 , $\Delta^2 \leq \Delta_0^2$, где $\Delta_0^2 = 1,75 \text{ Гэв}^2$. Правая пунктирная кривая соответствует диаграмме M_1 , левая — M_2 . (Для определения левой кривой использован результат работы [17]).

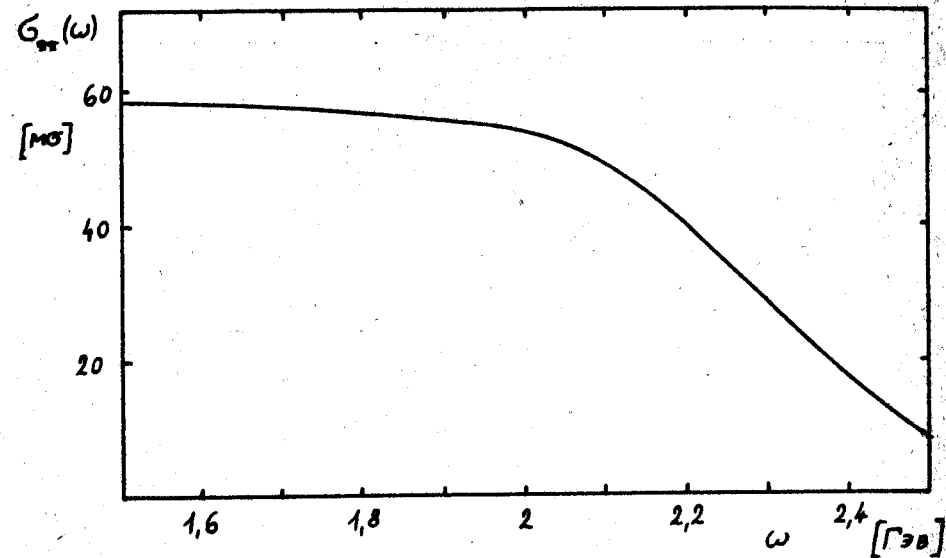


Рис. 3. Зависимость сечения $\sigma_{\pi N}$ от энергии в системе центра масс, предполагаемая при расчете спектра, показанного на рис. 5.

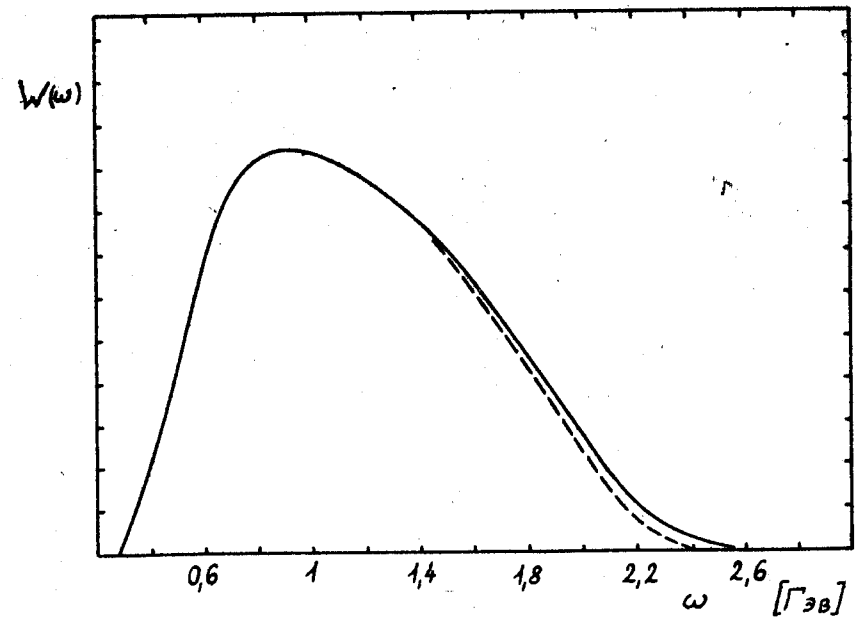


Рис. 4. Распределение массы ω пионной системы диаграммы M_2 , при предположении постоянного сечения $\sigma_{\pi N}$ (сплошная кривая) и энергетической зависимости из рис. 3 (пунктирная кривая).

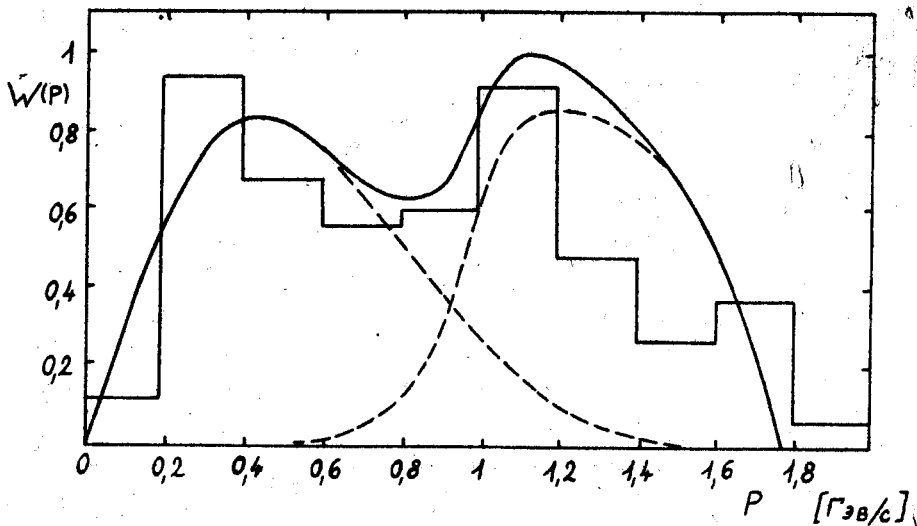


Рис. 5. Импульсный спектр протонов отдачи, рассчитанный в предположении, что энергетическая зависимость имеет вид $\sigma_{\pi\pi}(\omega)$, показанной на рис. 3. Теоретическая кривая (не нормирована) сравнивается экспериментальной гистограммой из работы ¹²⁾.

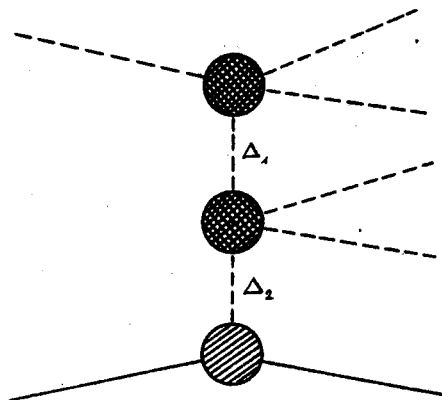


Рис. 6. Мультипериферическая диаграмма, которая является частью диаграммы M_1 и M_2 . Вершины диаграммы определены центральным (т.е. неодномезонным) $\pi-\pi$ - взаимодействием.