

С 346.46

16/к1-70

Д-403

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P2 - 5320



М.И. Джгаркава, Ю.М. Казаринов,  
И.К. Поташникова, И.Н. Силин

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

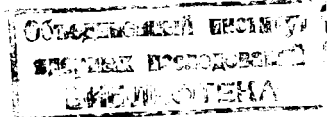
ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ  
ПО П - N И К - N - РАССЕЯНИЮ  
В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ  
НА БАЗЕ ТЕОРИИ КОМПЛЕКСНЫХ  
УГЛОВЫХ МОМЕНТОВ. I.

1970

P2 - 5320

М.И. Джгаркава, Ю.М. Казаринов,  
И.К. Поташникова, И.Н. Сялин

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ  
ПО П - N И К - N - РАССЕЯНИЮ  
В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ  
НА БАЗЕ ТЕОРИИ КОМПЛЕКСНЫХ  
УГЛОВЫХ МОМЕНТОВ. I.



В настоящее время известны результаты нескольких попыток использования теории комплексных угловых моментов для описания экспериментальных данных по рассеянию частиц в области высоких энергий<sup>1/</sup>. Однако все эти попытки проводились, как правило, по неполному объему экспериментальных данных, опубликованных в настоящее время, и результаты их могут претендовать, по-видимому, только на качественное описание эксперимента. Во всех упомянутых работах использовались данные, начиная с энергий 6-8 Гэв и выше, в интервале переданных импульсов до 1 Гэв/с.

Настоящая работа выполнена с целью изучить, насколько удовлетворительно вся совокупность экспериментальных данных по  $\pi N$ - и  $K N$ -рассеянию, опубликованных в настоящее время, может быть описана на основе представлений, развиваемых в теории комплексных угловых моментов, и попытаться предсказать результаты будущих экспериментов с помощью экстраполяции полученных зависимостей в область более высоких энергий. Работа состоит из двух частей. Ниже дается описание результатов, полученных в приближении "малых фаз", т.е. без учета ветвлений в плоскости комплексных моментов. Результаты второй части работы, где производится учет ветвлений, будут опубликованы позднее.

### Постановка задачи

Амплитуда рассеяния частиц со спином "нуль" на мишени со спином "половина" записывается в виде:

$$M(s, t) = M_0 + iM_1(\bar{\sigma}, \bar{n}), \quad (1)$$

где  $M_0$  и  $M_1$  - функции переменных  $s = (p_1 + p_2)^2 = (p_3 + p_4)^2$  и  $t = (p_1 - p_3)^2 = (p_2 - p_4)^2$ ,  $p_1, p_2$  и  $p_3, p_4$  - 4-импульсы частиц в с.п.и. до и после столкновения соответственно,  $\vec{n}$  - нормаль к плоскости рассеяния,  $\sigma_1$  - матрицы Паули.

После разложения по парциальным волнам  $M_0$  и  $M_1$  представляются в виде:

$$M_0 = \frac{1}{2ik} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left[ \frac{\ell+1}{2\ell+1} e^{2i\delta_+} + \frac{\ell}{2\ell+1} e^{2i\delta_-} \right] P_{\ell}(\cos \theta) \quad (2)$$

$$M_1 = \frac{1}{2ik} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left[ e^{2i\delta_+} - e^{2i\delta_-} \right] P_{\ell}^1(\cos \theta), \quad (3)$$

где  $\delta_{\pm}$  - фазовые сдвиги для состояний с  $\ell_{\pm} 1/2$ ,  $\theta$  - угол рассеяния (с.п.и.),  $k$  - импульс в с.п.и.

В области очень высоких энергий при малых  $\theta$  число состояний по  $\ell$ , которые необходимо учитывать в выражениях (2) и (3), велико, и, следовательно, суммирование можно заменить интегрированием. Кроме того, в этом случае в суммах (2) и (3) главную роль играют члены с большими  $\ell$ . При этом  $P_{\ell}(\cos \theta)$  и  $P_{\ell}^1(\cos \theta)$  можно заменить функциями Бесселя. После этого имеем:

$$M_0 = \frac{1}{2i} \int_0^{\infty} \left[ \frac{e^{2i\delta_+} + e^{2i\delta_-}}{2} - 1 \right] J_0(\kappa b) b db \quad (4)$$

$$M_1 = \frac{1}{2i} \int_0^{\infty} \left[ e^{2i\delta_+} - e^{2i\delta_-} \right] J_1(\kappa b) b db, \quad (5)$$

где  $\kappa^2 = -t$ ,  $b = \frac{\ell}{k}$  - прицельный параметр.

Если предположить, что вклад в амплитуду от каждого полюса Редже имеет такой же вид, как и полная амплитуда рассеяния (1)

$$M_a^{(1)} = M_{0_a}^{(1)} + i(\vec{\sigma} \vec{n}) M_{1_a}^{(1)}, \quad (6)$$

то фазовые сдвиги  $\delta_{\pm}$  в (4) и (5) определяются как

$$\delta_{\pm} = \delta_0(b, s) \pm i\delta_1(b, s), \quad (7)$$

где фазовые сдвиги  $\delta_0$  и  $\delta_1$  в "оптическом" приближении определяются выражениями<sup>/2/</sup>:

$$\delta_0(b, s) = \int_0^{\infty} \sum_a M_{0_a}^{(1)} J_0(\kappa b) \kappa d\kappa \quad (8)$$

$$\delta_1(b, s) = -i \int_0^{\infty} \sum_a M_{1_a}^{(1)} J_1(\kappa b) \kappa d\kappa. \quad (9)$$

В выражении для амплитуд  $M_0$  и  $M_1$  в дальнейшем удобно перейти к фазовым сдвигам  $\delta_0$  и  $\delta_1$ . После перехода имеем<sup>/2/</sup>:

$$M_0(t, s) = \frac{1}{2i} \int_0^{\infty} \left[ e^{2i\delta_0(b, s)} \operatorname{ch} 2\delta_1(b, s) - 1 \right] J_0(\kappa b) b db \quad (10)$$

$$M_1(t, s) = \frac{i}{2} \int_0^{\infty} e^{2i\delta_0(b, s)} \operatorname{sh} 2\delta_1(b, s) J_1(\kappa b) b db. \quad (11)$$

В случае, если фазовые сдвиги  $\delta_0$  и  $\delta_1$  малы, то, используя ортогональность функций Бесселя

$$\int_0^{\infty} J_n(\kappa b_1) J_n(\kappa b_2) \kappa d\kappa = \delta(b_1 - b_2), \quad (12)$$

можно показать, что амплитуды  $s$ -канала  $M_0$  и  $M_1$  просто равны сумме амплитуд, соответствующих обмену одним реджеоном.

$$M_0(t, s) = \sum_a M_{0_a}^{(1)} \quad (13)$$

$$M_1(t, s) = \sum_a M_{1_a}^{(1)}. \quad (14)$$

Для описания вклада в амплитуду рассеяния от обмена одним реджеоном можно взять выражение<sup>/2/</sup>:

$$M_{0_a}^{(1)} = \gamma_{0_a}(t) \eta_a \left( \frac{E}{E_0} \right)^{\alpha_a(t) - 1} \quad (15)$$

$$M_{1_a}^{(1)} = \gamma_{1_a}(t) \eta_a \left( \frac{E}{E_0} \right)^{\alpha_a(t)-1} \frac{\kappa}{2m_N}, \quad (16)$$

$$\text{где } \eta_a = - \frac{1 + \sigma_a e^{i\pi\alpha_a(t)}}{\sin \pi\alpha_a(t)} - \text{сигнатурный множитель}, \quad (17)$$

$\alpha_a(t)$  - траектория  $a$ -го реджеона.

Функции  $\gamma_{0_a}(t)$  и  $\gamma_{1_a}(t)$  можно записать в виде:

$$\gamma_{0,1_a}(t) = \frac{\gamma_{0,1_a}}{(1 + R_{0,1_a}^2 \kappa^2)^2} U^{-1}(\kappa^2), \quad (18)$$

либо в виде [2]:

$$\gamma_{0,1_a}(t) = \gamma_{0,1_a} e^{-R_{0,1_a}^2 \kappa^2} U^{-1}(\kappa^2), \quad (19)$$

где  $\gamma_{0,1_a}$  и  $R_{0,1_a}^2$  - свободные параметры, а

$$U(\kappa^2) = \frac{\cos \frac{\pi}{2} \left[ \frac{\sigma_a + 1}{2} - \alpha_a(0) \right]}{\cos \frac{\pi}{2} \left[ \frac{\sigma_a + 1}{2} - \alpha_a(\kappa^2) \right]}. \quad (20)$$

Вклад в амплитуды процессов, экспериментально наблюдаемых в  $\pi N$  и  $KN$  - рассеянии, от обмена реджеонами  $\rho$ ,  $\rho'$ ,  $\rho$ ,  $\omega$  и  $\Lambda_2$ , приведены в таблице 1.

В обработку включались следующие экспериментальные данные: полное сечение взаимодействия

$$\sigma^{\text{tot}}(k) = 8\pi \text{Im} M_0(k, 0) \quad (21)$$

дифференциальное сечение

$$\frac{d\sigma}{dt}(t, k) = 4\pi (|M_0|^2 + |M_1|^2) \quad (22)$$

поляризация

$$P(t, k) = \frac{2 \text{Im}(M_0 M_1^*)}{|M_0|^2 + |M_1|^2} \quad (23)$$

параметры Вольфенштейна

$$A = \frac{- (|M_0|^2 - |M_1|^2) \sin \alpha - 2 \text{Re}(M_0 M_1^*) \cos \alpha}{|M_0|^2 + |M_1|^2} \quad (24)$$

$$R = \frac{(|M_0|^2 - |M_1|^2) \cos \alpha - 2 \text{Re}(M_0 M_1^*) \sin \alpha}{|M_0|^2 + |M_1|^2}. \quad (25)$$

На заключительной стадии обработки были учтены также значения масс резонансов, принадлежащих соответствующим траекториям [9,5]. Траектории при этом считались чисто действительными.

Определение параметров, которые входят в выражение для амплитуды, проводилось методом наименьших квадратов. Минимизировался функционал

$$\chi^2 = \sum_{m,n} \omega_{m,n} [A(k,t) - A(a,R,\gamma)]_{m,n}^2, \quad (26)$$

где  $A(k,t)$  - экспериментально-найденное значение величины  $A$  при заданном начальном импульсе  $k$  и для заданного  $t$  в  $m$ -ой точке для  $n$ -ого эксперимента.  $A(a,R,\gamma)$  - вычисленное значение  $A$ ,  $\omega_{m,n} = \frac{1}{\sigma_{m,n}^2}$  -

вес данного измерения,  $\sigma_{m,n}$  - дисперсия экспериментальной величины. Поиск минимума осуществлялся методом линеаризации.

Поиск решений со случайных начальных условий не проводился в силу чисто технических трудностей. Решение (набор параметров) находилось в несколько этапов:

1. Определение  $\alpha_{0_a}$  и  $\gamma_{0_a}$  для обмена  $\rho$ ,  $\rho'$  и  $\rho$  реджеонами, при обработке полных сечений  $\pi^+\rho$  и  $\pi^-\rho$  - взаимодействия.
2. Определение остальных параметров  $\rho$ ,  $\rho'$  и  $\rho$  - траекторий и констант  $R_{0,1_a}$  и  $\gamma_{1_a}$  при обработке дифференциальных сечений, поляризации в  $\pi N$  - рассеянии, параметров тройного рассеяния и спектра масс резонансов.

3. Определение параметров  $A_2$  и  $\omega$ -траекторий и констант  $\gamma_{A_2, \omega}$  и  $R_{A_2, \omega}$  при обработке данных по  $KN$ -рассеянию. При этом параметры траекторий  $p$ ,  $p'$  и  $\rho$  считались заданными из пунктов 1 и 2.

#### Экспериментальные данные

Более или менее убедительные теоретические оценки нижней границы области энергий, где применимы представления теории комплексных угловых моментов (гипотезы полюсов Редже), отсутствуют. В связи с этим была сделана попытка установить эту границу экспериментально по энергетическим зависимостям полных сечений взаимодействия. Известно, что любой вариант теории комплексных моментов дает для  $\sigma^{\text{tot}}(E)$  очень простую зависимость вида:

$$\sigma^{\text{tot}}(E) = BE^{a(0)-1}, \quad (27)$$

где  $a(0) \leq 1$ . Если использовать выражение (27) для аппроксимации  $\sigma^{\text{tot}}(E)$ , то можно установить, что, начиная с энергии 3,5 Гэв, это выражение вполне удовлетворительно (в смысле  $\chi^2$ -критерия) описывает энергетическую зависимость полных сечений  $\pi N$ - и  $KN$ -взаимодействия. Таким образом и была установлена первая граница отбора данных для обработки.

По переменной  $t$  был задан интервал  $10^{-2} \leq |t| \leq 1,0 \text{ Гэв}^2/c^2$ . Верхняя граница выбрана на основании результатов, полученных ранее в работах /1/. Нижняя - результат оценки примеси кулоновского взаимодействия. В самом деле, амплитуда кулоновского рассеяния при малых углах рассеяния:

$$M_a = \frac{a}{k^2 v \theta^2}, \quad (28)$$

где  $a = 1/137$ ,  $v$  - скорость, должна быть заметно меньше амплитуды ядерного рассеяния, которая по порядку величины определяется ее мнимой частью

$$\text{Im } M_N \cong \frac{\sigma^{\text{tot}}}{8\pi}. \quad (29)$$

Сравнивая (28) и (29), получаем:

$$|t| \geq 10^{-2}. \quad (30)$$

В обработку включались экспериментальные точки, которые отклонялись от расчетных кривых, полученных при обработке данных для  $E \geq 3,5$  Гэв, не более чем на три ошибки (вклад в минимизируемый функционал  $\Delta\chi = 9$ ). Обработанные экспериментальные данные приведены в таблицах 2 и 3.

Из выражений для амплитуд  $M_0$  и  $M_1$  легко установить число варьируемых параметров, которое, по-видимому, потребуется для описания экспериментальных данных. Вклад в амплитуду от каждого реджеона при линейной аппроксимации траекторий содержит шесть параметров  $\alpha_0, \alpha_1, \gamma_0, R_0^2, \gamma_1, R_1^2$ . В таком случае для описания  $\pi N$ -рассеяния потребуется восемнадцать параметров (обмен  $p, p'$  и  $\rho$ -реджеонами), а для описания  $KN$ -данных можно вводить двадцать четыре свободных параметра (обмен пятью реджеонами при параметрах  $p, p'$  и  $\rho$ -траекторий, взятых из обработки  $\pi N$ -рассеяния). В действительности число свободных параметров в рассматриваемом варианте должно быть взято несколько большее, для того чтобы учесть возможную кривизну траекторий. В нашем случае, стремясь получить наилучшее описание экспериментальных данных, мы увеличили число свободных параметров для каждой траектории до пяти.

В рассматриваемом варианте описания экспериментальных данных с помощью теории комплексных угловых моментов есть заметный недостаток. Использованное приближение теории предсказывает отсутствие поляризации в обменном  $\pi N$ -рассеянии. Однако измерения, выполненные при двух энергиях 5,9 и 11,2 Гэв, указывают на наличие поляризации около десяти процентов /4/, правда, ошибки измерений в большинстве точек - того же порядка. Если наличие поляризации в обменном  $\pi N$ -рассеянии будет подтверждено с большей точностью, то для устранения разногласий с экспериментом в полюсном варианте теории комплексных угловых моментов придется учитывать обмен  $\rho'$ -реджеоном.

## Результаты

Результаты первого этапа обработки приведены в первой колонке ( $k > 3,5$  Гэв/с) таблиц 2,3,4,5,6. Обработывались данные по полным и дифференциальным сечениям и поляризации. Суммарное значение  $\chi^2$ , полученное при обработке  $\pi N$  и  $KN$  - данных, составляет 1678. Полное число обработанных экспериментальных точек 1601. Число свободных параметров 41. Таким образом, описание в среднем можно считать почти удовлетворительным. Однако легко проверить, что полученные при этом параметры траекторий не описывают масс известных резонансов. Кроме того, значения параметров Вольфенштейна  $R$  и  $A$ , рассчитанные по найденному решению, невозможно согласовать с данными работы<sup>/7/</sup>, выполненной при энергии 6 Гэв. В связи с этими обстоятельствами такое решение следует отбросить, несмотря на низкое значение  $\chi^2$ .

На втором этапе обработки объем использованных данных был расширен за счет включения значений параметров Вольфенштейна  $R$  и  $A$  при энергии 6 Гэв и масс резонансов, принадлежащих  $\rho$ ,  $\rho'$ ,  $\rho$ ,  $\omega$  и  $A_2$  -траекториям<sup>/9/</sup>. Нижняя граница по энергиям была сдвинута до 5 Гэв для  $KN$  - данных и до 6 Гэв для  $\pi N$  - данных. Число параметров увеличено за счет введения  $R_1$ . Результаты обработки для двух параметризаций (18) и (19) функции  $\gamma(\kappa^2)$  приведены в таблицах 2,3,4,5,6 в колонках 2 и 3 ( $k \geq 6$  Гэв/с), соответственно.

Суммарное значение  $\chi^2_1 = 1493$  и  $\chi^2_2 = 2222$ . Полное число экспериментальных точек по  $\pi N$  и  $KN$  -рассеянию 1221. Число свободных параметров 47. Вероятность появления столь больших значений  $\chi^2$  по чисто статистическим причинам при заданном числе степеней свободы мала. В связи с этим можно считать, что рассмотренный вариант модели полюсов Редже не дает возможности описать экспериментальные данные в столь широком интервале энергий и переданных импульсов. Однако предварительно необходимо убедиться, что появление больших значений  $\chi^2$  не является результатом систематических ошибок, допущенных в эксперименте. Последнее, однако, пот-

ребует введения норм на каждый эксперимент - дополнительных свободных параметров.

В заключение авторам приятно поблагодарить Л.И. Лapidуса и К.А. Тер-Мартirosяна, разговоры с которыми инициировали эту работу, С.Т. Сухорукова за критические замечания.

## Л и т е р а т у р а

1. R.J.N. Phillips, W. Rarita, *Phys.Rev.*, 139B, 1336, 1965.  
V. Barger, R.J.N. Phillips, *Phys.Lett.*, 26B, 730, 1968.  
G.V. Dass, C. Michael, R.J.N. Phillips, *Nucl.Phys.*, 9B, 549, 1969.  
V. Barger, R.J.N. Phillips, *Phys.Lett.*, 29B, 503, 1969.  
V. Barger, R.J.N. Phillips, *Phys.Lett.*, 29B, 676, 1969.
2. В.Ю. Глебов, А.Б. Кайдалов, С.Т. Сухоруков, К.А. Тер-Мартirosян. *ЯФ*, 10, 1065 (1969).
3. С.Н. Соколов, И.Н. Силин. *Препринт ОИЯИ, Д-810, Дубна, 1966.*
4. G. Giacconelli, P. Pini, S. Stagni. *CERN-NERA*, 69-1, 1969.
5. N. Barash-Schmidt, A. Barbaro-Galtier, L.R. Price, A.H. Rosenfeld, P. Soding, C.G. Wohl, M. Roos. *UCRL-8030*, 1968.
6. J.V. Allaby, Yu.B. Bushnin, S.P. Denisov, A.N. Diddens, R.W. Dobinson, S.V. Donskov, G. Giacomelli, Yu.P. Gorin, A. Klovning, A.I. Petrukhin, Yu.D. Prokoshkin, R.S. Shuvalov, C.A. Stahlbrand, D.A. Stoyanova. *Phys.Lett.*, 30B, 500, 1969.
7. Amblard B., Cozzica G., Ducros Y., Hansroul M., Lesquen A., Merlo J.P., Movchet J., Van Rossum H. *Proc. of the Lund Intern. Conf. of Elementary Particles, Lund, Sweden, 1969.*
8. L. Price, N. Barash-Schmidt, O. Benary, R.W. Bland, A. Rosenfeld, C.G. Wohl. *UCRL-20000*, 1969.

9. Д.В. Ширков. Препринт ОИЯИ P2-4726, Дубна 1969.
10. P. Astbury, G. Brautti, G. Finocchiaro, A. Michellini, K. Terwilliger, D. Websdale, C.H. West, P. Zanella. *Phys.Lett.*, 23, 396, 1969.
11. W.F. Baker, R.L. Cool, E.W. Jenkins, T.E. Kycia, R.H. Phillips, A.L. Read. *Phys.Rev.*, 129, 2285, 1963.  
W. Galbraith, E.W. Jenkins, T.F. Kycia, B.A. Leontik, R.H. Phyllips, A.L. Read R. Rubinstein. *Phys.Rev.*, 138, 913, 1965.
12. V. Cook, B. Cork, T.F. Hoang, D. Keefe, L.T. Kerth, W.A. Wenzel, T.F. Jipf. *Phys.Rev.*, 123, 320, 1960.
13. K.J. Foley, R.S. Gilmore, S.J. Lindenbaum, W.A. Love, S. Ozaki, E.H. Willen, R. Yamada, L.C.L. Yuan. *Phys.Rev.Lett.*, 15, 45, 1965.  
M. Aderholz, J. Bartsch, E. Keppel, K. Rumpf, R. Speth, C. Grote, J. Klugow, H.W. Meier, D. Pose, M. Bardadin-Otwinowska, V.T. Cocconi, E. Flaminio, J.D. Hansen, H. Hromadnik, G. Kellner, M. Markytan, D.R.O. Morrison, D.P. Dallman, S.J. Goldsack, M.E. Mermikides, N.C. Mukherjee, W.W. Neale, A. Fröhlich, G. Otter, I. Wacek., H. Wahl. *Phys.Lett.*, 24B, 434, 1967.  
K.J. Foley, S.L. Lindenbaum, W.A. Love, S. Ozaki, J.J. Russell, L.C.L. Yuan. *Phys.Rev.Lett.*, 11, 503, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 августа 1970 года.

Таблица I.

| Процесс   | А М П Л И Т У Д А                                |
|---|--|
| <u><math>\pi N</math> -рассеяние</u>                        |  |
| $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ p ; \pi^- n \rightarrow \pi^- n$ | $M_p + M_{p'} + M_p$                             |
| $\pi^+ n \rightarrow \pi^+ n ; \pi^- p \rightarrow \pi^- p$ | $M_p + M_{p'} - M_p$                             |
| $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$                               | $\sqrt{2} M_p$                                   |
| <u><math>K N</math> -рассеяние</u>                          |  |
| $K^+ p \rightarrow K^+ p$                                   | $M_p + M_{p'} + M_{A_2} + M_{\rho} + M_{\omega}$ |
| $K^+ n \rightarrow K^+ n$                                   | $M_p + M_{p'} - M_{A_2} - M_{\rho} + M_{\omega}$ |
| $K^- p \rightarrow K^- p$                                   | $M_p + M_{p'} + M_{A_2} - M_{\rho} - M_{\omega}$ |
| $K^- n \rightarrow K^- n$                                   | $M_p + M_{p'} - M_{A_2} + M_{\rho} - M_{\omega}$ |
| $K^+ n \rightarrow K^0 p$                                   | $2(M_{\rho} + M_{A_2})$                          |
| $K^- p \rightarrow \bar{K}^0 n$                             | $2(-M_{\rho} + M_{A_2})$                         |



Таблица 2.

Обработанные экспериментальные данные по  $\pi N$ -рассеянию

| Экспериментальная величина                       | $K \geq 3.5$ гэв/с   |                | $K \geq 6$ гэв/с |                |                | Литература |
|--|--|----------------|------------------|----------------|----------------|------------|
|  | Число точек  | $\Delta X^2_1$ | Число точек      | $\Delta X^2_1$ | $\Delta X^2_2$ |            |
| $\sigma^{tot} (\pi^+p \rightarrow \pi^+p)$       | 92   | 76,8           | 77               | 80,5           | 80,5           | 4          |
| $\sigma^{tot} (\pi^-p \rightarrow \pi^-p)$       | 95   | 45,4           | 75               | 25,2           | 25,2           | 4,6        |
| $\frac{d\sigma}{dt} (\pi^+p \rightarrow \pi^+p)$ | 270  | 273,9          | 229              | 248,0          | 453,0          | 4          |
| $\frac{d\sigma}{dt} (\pi^-p \rightarrow \pi^-p)$ | 455  | 416,4          | 390              | 522,0          | 1005,9         | 4          |
| $\frac{d\sigma}{dt} (\pi^-p \rightarrow \pi^0n)$ | 297  | 415,3          | 116              | 308,7          | 343,9          | 4          |
| $P (\pi^+p \rightarrow \pi^+p)$                  | 38   | 81,1           | 31               | 43,7           | 34,0           | 4          |
| $P (\pi^-p \rightarrow \pi^-p)$                  | 62   | 67,1           | 45               | 37,3           | 42,0           | 4          |
| $P (\pi^-p \rightarrow \pi^0n)$                  | 21   | 47,2           | 12               | 30             | 30             | 4          |
| $R (\pi^-p \rightarrow \pi^-p)$                  | -  | -              | 4                | 4,20           | 7,5            | 7          |
| $A (\pi^-p \rightarrow \pi^-p)$                  | -  | -              | 4                | 2,2            | 2,3            | 7          |
| $m_4 (1260)$                                     | -  | -              | 1                | -              | -              | 5          |
| $m_4 (1515)$                                     | -  | -              | 1                | -              | -              | 5          |
| $m_p (265)$                                      | -  | -              | 1                | 0,1            | 1,50           | 5          |
| $m_g (1660)$                                     | -  | -              | 1                | -              | -              | 5          |
| $m_T (2190)$                                     | -  | -              | 1                | -              | -              | 5          |
| Всего:   | 1330   | 1423           | 988              | 1301           | 2028           |            |
| Примечание:                                      | $X^2_1$ - и $X^2_2$ -значения $x^2$ для решений, полученных для параметризаций (18) и (19) функции $f$ соответственно. |                |                  |                |                |            |

Таблица 3.

Обработанные экспериментальные данные по  $K N$ -рассеянию

| Экспериментальная величина                         | $K \geq 3.5$ гэв/с   |                | $K \geq 5$ гэв/с |                |                | Литература |
|--|--|----------------|------------------|----------------|----------------|------------|
|  | Число точек  | $\Delta X^2_1$ | Число точек      | $\Delta X^2_1$ | $\Delta X^2_2$ |            |
| $\sigma^{tot} (K^+p \rightarrow K^+p)$             | 24   | 17             | 19               | 21,8           | 21,3           | (8)        |
| $\sigma^{tot} (K^+n \rightarrow K^+n)$             | 9  | 14             | 7                | 1,3            | 1,0            | (8)        |
| $\sigma^{tot} (K^-p \rightarrow K^-p)$             | 36   | 32             | 28               | 24,1           | 29,5           | (II,6)     |
| $\sigma^{tot} (K^-n \rightarrow K^-n)$             | 15   | 14             | 15               | 11,5           | 11,2           | (6,II,12)  |
| $\frac{d\sigma}{dt} (K^+p \rightarrow K^+p)$       | 90   | 88             | 60               | 36,8           | 37,9           | (8)        |
| $\frac{d\sigma}{dt} (K^-p \rightarrow K^-p)$       | 77   | 72             | 55               | 65             | 64,8           | (13)       |
| $P (K^+p \rightarrow K^+p)$                        | 20   | 18             | -                | -              | -              | (8)        |
| $m_\omega (783)$                                   | -  | -              | 1                | 0,00           | 0,00           | (5)        |
| $m_\pi (1300)$                                     | -  | -              | 1                | 0,00           | 0,00           | (5)        |
| $\frac{d\sigma}{dt} (K^-p \rightarrow \bar{K}^0n)$ | -  | -              | 47               | 37,0           | 28,2           | (10)       |
| Всего:   | 271  | 255            | 233              | 192            | 193,9          |            |
| Примечание:  | $X^2_1$ и $X^2_2$ значения $x^2$ для решений, полученных для двух параметризаций (18) и (19) функции $f$ соответственно. |                |                  |                |                |            |

Таблица 4.  
Параметры траекторий

|          | $K \geq 3.5$ гэв/с | $K \geq 5$ гэв/с   |                    | Примечание |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|------------|
|          | $X_1^2 = 1404$     | $X_1^2 = 1406$     | $X_2^2 = 1789,8$   |            |
| 1 $d_0$  | 1,0                | 1,0                | 1,0                |            |
| 2 $d_1$  | 0                  | $-0,580 \pm 0,037$ | $-0,472 \pm 0,017$ | $\rho$     |
| 3 $d_2$  | $0,272 \pm 0,128$  | $-0,219 \pm 0,059$ | $-0,031 \pm 0,037$ |            |
| 4 $d_3$  | $-1,141 \pm 0,336$ | $0,106 \pm 0,013$  | $0,053 \pm 0,036$  |            |
| 5 $d_4$  | $0,644 \pm 0,235$  | $0,163 \pm 0,035$  | $0,083 \pm 0,036$  |            |
| 6 $d_0$  | $0,116 \pm 0,041$  | $0,092 \pm 0,062$  | $0,077 \pm 0,062$  |            |
| 7 $d_1$  | $1,926 \pm 0,105$  | $0,425 \pm 0,118$  | $5,258 \pm 0,279$  | $\rho'$    |
| 8 $d_2$  | $-5,872 \pm 0,295$ | $-1,642 \pm 0,120$ | $-1,115 \pm 0,196$ |            |
| 9 $d_3$  | $3,705 \pm 0,223$  | $-1,684 \pm 0,074$ | $-1,647 \pm 0,36$  |            |
| 10 $d_4$ | -                  | -                  | 0                  |            |
| 11 $d_0$ | $+0,355 \pm 0,209$ | $0,343 \pm 0,123$  | $0,336 \pm 0,075$  |            |
| 12 $d_1$ | $-13,77 \pm 10,42$ | $0,129 \pm 0,600$  | $-0,116 \pm 0,496$ |            |
| 13 $d_2$ |                    | $-1,164 \pm 0,828$ | $-1,009 \pm 0,974$ | $A_2$      |
| 14 $d_3$ |                    | $0,004 \pm 0,173$  | $0,096 \pm 0,161$  |            |
| 15 $d_4$ |                    | $0,640 \pm 0,425$  | $0,591 \pm 0,474$  |            |
| 16 $d_0$ | $0,611 \pm 0,030$  | $0,614 \pm 0,034$  | $0,617 \pm 0,034$  |            |
| 17 $d_1$ | $0,037 \pm 0,123$  | $-0,843 \pm 0,021$ | $-0,751 \pm 0,035$ |            |
| 18 $d_2$ | $8,085 \pm 0,603$  | $-0,268 \pm 0,040$ | $-0,001 \pm 0,081$ | $\rho$     |
| 19 $d_3$ | $13,750 \pm 0,950$ | $-0,155 \pm 0,022$ | $-0,025 \pm 0,040$ |            |
| 20 $d_4$ | $-6,078 \pm 0,461$ | $-0,020 \pm 0,004$ | $-0,003 \pm 0,005$ |            |
| 21 $d_0$ | $0,418 \pm 0,040$  | $0,857 \pm 0,025$  | $0,841 \pm 0,026$  |            |
| 22 $d_1$ | $-4,994 \pm 1,955$ | $0,465 \pm 0,111$  | $0,677 \pm 0,156$  |            |
| 23 $d_2$ | $25,73 \pm 8,580$  | $0,093 \pm 0,132$  | $0,156 \pm 0,221$  | $\omega$   |
| 24 $d_3$ | $-37,08 \pm 12,09$ | $-1,247 \pm 0,309$ | $-1,438 \pm 0,451$ |            |
| 25 $d_4$ | $16,48 \pm 5,40$   | $0,736 \pm 0,364$  | $1,292 \pm 0,441$  |            |

Таблица 5  
Параметры  $f$  и  $R$  для  $fN$ -рассеяния

|           | $K \geq 3.5$ гэв/с | $K \geq 6$ гэв/с                        |  | Примечание |
|-----------|--------------------|---|--|------------|
|           | $X^2 = 1404$       | $X_1^2 = 1406$                          | $X_2^2 = 1789,8$                       |            |
| 1 $f_0$   | $2,353 \pm 0,013$  | $2,365 \pm 0,015$                       | $2,359 \pm 0,015$                      |            |
| 2 $R_0'$  | $3,754 \pm 0,108$  | $1,522 \pm 0,046$                       | $2,412 \pm 0,049$                      | $\rho$     |
| 3 $f_1$   | $6,615 \pm 0,697$  | $0,077 \pm 0,085$                       | $0,185 \pm 0,108$                      |            |
| 4 $R_1'$  |                    | 0                                       | 0                                      |            |
| 5 $f_0$   | $2,077 \pm 0,009$  | $2,204 \pm 0,194$                       | $2,251 \pm 0,194$                      |            |
| 6 $R_0'$  | $3,972 \pm 0,026$  | $39,629 \pm 0,749$                      | $81,319 \pm 1,712$                     | $\rho'$    |
| 7 $f_1$   | $4,838 \pm 0,519$  | $3 \cdot 10^{-4} \pm 4,7 \cdot 10^{-4}$ | $-8 \cdot 10^{-5} \pm 2 \cdot 10^{-5}$ |            |
| 8 $R_1'$  |                    | 0                                       | 0                                      |            |
| 9 $f_0$   | $0,249 \pm 0,016$  | $0,245 \pm 0,021$                       | $0,244 \pm 0,021$                      |            |
| 10 $R_0'$ | $3,227 \pm 0,142$  | $10^3$                                  | $10^2$                                 |            |
| 11 $f_1$  | $-2,364 \pm 0,089$ | $-4,045 \pm 0,090$                      | $-3,027 \pm 0,053$                     | $\rho$     |
| 12 $R_1'$ |                    | $5,509 \pm 0,196$                       | $5,927 \pm 0,196$                      |            |

Таблица 6.  
 Параметры  $\gamma$  и  $R$  для  $KN$ -рассеяния

|    |            | $K \geq 3.5$ гэв/с | $K \geq 5$ гэв/с                      |                                       | Примечание     |
|----|------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
|    |            | $\chi_1^2 = 255$   | $\chi_1^2 = 196,3$                    | $\chi_2^2 = 193,9$                    |                |
| 1  | $\gamma_0$ | $1,942 \pm 0,012$  | $1,864 \pm 0,011$                     | $1,88 \pm 0,013$                      | P              |
| 2  | $R_0^1$    | $6,610 \pm 0,561$  | 1,522                                 | 2,412                                 |                |
| 3  | $\gamma_1$ | $19,08 \pm 2,471$  | $10^{-3} \pm 5 \cdot 10^{-3}$         | $0,393 \pm 0,060$                     |                |
| 4  | $R_1^2$    |                    | 0                                     | 0                                     |                |
| 5  | $\gamma_0$ | $0,287 \pm 0,062$  | $1,065 \pm 0,105$                     | $0,919 \pm 0,124$                     | P'             |
| 6  | $R_0^1$    | $1,614 \pm 0,301$  | 39,63                                 | 81,319                                |                |
| 7  | $\gamma_1$ | $2,592 \pm 0,434$  | $2 \cdot 10^{-3} \pm 5 \cdot 10^{-3}$ | $2 \cdot 10^{-4} \pm 6 \cdot 10^{-5}$ |                |
| 8  | $R_1^2$    |                    | 0                                     | 0                                     |                |
| 9  | $\gamma_0$ | $1,012 \pm 0,363$  | $0,195 \pm 0,056$                     | $0,206 \pm 0,025$                     | A <sub>2</sub> |
| 10 | $R_0^1$    | 0                  | $7,625 \pm 18,876$                    | $10,206 \pm 11,620$                   |                |
| 11 | $\gamma_1$ | 0                  | $1,711 \pm 0,612$                     | $1,042 \pm 0,347$                     |                |
| 12 | $R_1^2$    |                    | $2,233 \pm 0,773$                     | $1,806 \pm 0,637$                     |                |
| 13 | $\gamma_0$ | $0,098 \pm 0,015$  | $0,163 \pm 0,018$                     | $0,164 \pm 0,018$                     | P              |
| 14 | $R_0^1$    | $1,911 \pm 0,720$  | 100                                   | 100                                   |                |
| 15 | $\gamma_1$ | $-2,780 \pm 0,927$ | $-1,215 \pm 0,316$                    | $-1,248 \pm 0,364$                    |                |
| 16 | $R_1^2$    |                    | 5,510                                 | 5,93                                  |                |
| 17 | $\gamma_0$ | $0,837 \pm 0,071$  | $0,285 \pm 0,21$                      | $0,293 \pm 0,024$                     | ω              |
| 18 | $R_0^1$    | $3,744 \pm 0,683$  | $2,281 \pm 0,238$                     | $6,600 \pm 0,279$                     |                |
| 19 | $\gamma_1$ | $4,130 \pm 1,290$  | $0,013 \pm 0,041$                     | $1,097 \pm 0,279$                     |                |
| 20 | $R_1^2$    | -                  | 0                                     | $4,181 \pm 0,659$                     |                |