

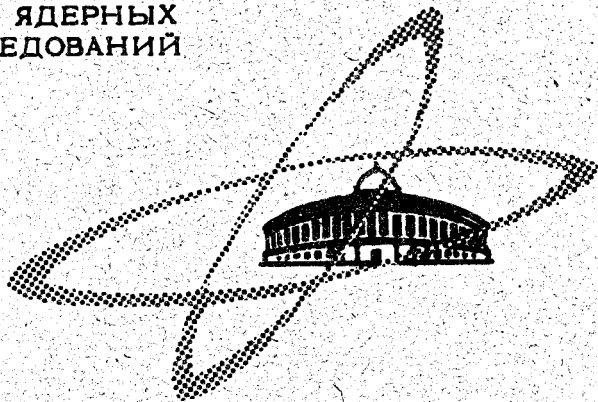
A-646

7/iv-69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 4330



Н. Ангелов, И. М. Граменицкий, Х. Каназирски,  
П. Керачев, А. М. Моисеев, А. Прокеш, Л. А. Тихонова,  
А. Б. Фенюк, М. Христов, М. Д. Шафранов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

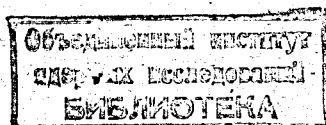
ИЗУЧЕНИЕ  
СОВМЕСТНОГО РОЖДЕНИЯ РЕЗОНАНСОВ  
В 4-ЛУЧЕВЫХ  $\pi^+$  p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ 2,34 ГЭВ/С

1969

P1 - 4330

Н. Ангелов, И. М. Граменицкий, Х. Каназирски,  
П. Керачев, А. М. Моисеев, А. Прокеш, Л. А. Тихонова,  
А. Б. Фенюк, М. Христов, М. Д. Шафранов

ИЗУЧЕНИЕ  
СОВМЕСТНОГО РОЖДЕНИЯ РЕЗОНАНСОВ  
В 4-ЛУЧЕВЫХ  $\pi^+ p$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ 2,34 ГЭВ/С



Настоящая статья посвящена одному из вопросов, связанных с изучением квазидвухчастичных конечных состояний в  $\pi^+p$ -взаимодействиях при 2,34 Гэв/с, а именно: анализу элементов одновершинной спиновой матрицы плотности в реакциях совместного рождения резонансов:



На 200000 снимков с 40-сантиметровой камеры ОИЯИ/1/, облученной сепарированным пучком  $\pi^+$ -мезонов с импульсом  $2,34 \pm 0,06$  Гэв/с, было найдено около 8000 4-лучевых взаимодействий.

Принятая методика разделения каналов реакций/2-4/ и визуальная оценка ионизации вторичных частиц позволили выделить каналы:



Сечения этих реакций оказались равными  $3,74 \pm 0,11$  мб для реакции (3) (3422 события) и  $3,07 \pm 0,10$  мб для реакции (4) (2811 соб.). Соответствующие  $\chi^2$ -распределения и распределения по квадратам недостающих масс приведены на рис. 1,2,3.

Двумерные распределения эффективных масс  $M_{\rho \pi^+}$  и  $M_{\pi^+ \pi^-}$  для канала (3) и  $M_{\rho \pi^+}$  и  $M_{\pi^+ \pi^- \pi^0}$  для канала (4), приведенные на рис. 4,5, указывают на большой вклад процессов совместного рождения резонансов (1) и (2). Для дальнейшего анализа были выбраны следующие границы эффективных масс резонансов:

$$\begin{aligned} 0,66 &\leq M_{\rho} \leq 0,86 \\ 0,75 &\leq M_{\pi} \leq 0,82 \\ 1,14 &\leq M_{N^*} \leq 1,30 \end{aligned} \quad (5)$$

Для событий, отвечающих каналам  $N^* \rho^0$  и  $N^* \omega^0$ , были построены распределения по величине  $t' = t - t_{\min}$ , где  $t$  - четырехмерный импульс, переданный от протона мишени системе " $\rho \pi^+$ ", а  $t_{\min}$  - минимальное, кинематически допустимое значение  $t$  для данных значений эффективных масс  $M_{\rho \pi^+}$  и  $M_{\pi^+ \pi^-} (M_{\pi^+ \pi^- \pi^0})$ . Введение величины  $t'$  позволяет избежать искажений, вносимых конечной шириной резонансов в распределения по переданному импульсу. На рис. 6,7 приведены гистограммы  $dN/dt'$  для реакций (1) и (2), из которых видно, что эти каналы идут, в основном, при малых значениях  $t'$ . Этот факт может служить указанием на периферический характер процессов (1) и (2). Следует отметить, что распределение  $dN/dt'$  для канала  $N^* \omega^0$  шире в области малых  $t'$ , чем для канала  $N^* \rho^0$ , что наблюдается и при других энергиях, например, в работах/5-7/.

Важным моментом в изучении рождения резонансов является анализ угловых характеристик их продуктов распада. Согласно формализму, развитому Джексоном и Готтфридом<sup>/8,9/</sup>, угловые распределения распадных частиц в системе покоя резонанса можно связать с элементами спиновой матрицы плотности  $\rho_{mm'}$ , которые и определялись экспериментально в данной работе.

Свойства спиновой матрицы плотности приводят к некоторым соотношениям между матричными элементами<sup>/12,13/</sup>. В частности, для частиц со спином 1 должны выполняться неравенства:

$$|\rho_{1,-1}| \leq \frac{1 - \rho_{00}}{2} \quad (6)$$

$$|\operatorname{Re} \rho_{10}| \leq \frac{1}{2} \sqrt{\rho_{00} (1 - \rho_{00} - 2\rho_{1,-1})} \quad (7)$$

а для частиц со спином 3/2:

$$0 \leq \rho_{33} \leq \frac{1}{2} \quad (8)$$

$$(\operatorname{Re} \rho_{3,-1})^2 + (\operatorname{Re} \rho_{3,1})^2 + (\rho_{33} - \frac{1}{4})^2 \leq \frac{1}{16} \quad (9)$$

Для проверки соотношений (6) – (9) были взяты значения матричных элементов  $\rho_{mm}$ , усредненные по 7 интервалам  $t'$ . Как видно из рис. 8,9, все экспериментальные точки лежат внутри допустимых областей изменения  $\rho_{mm}$ .

При рассмотрении вопроса о механизме образования резонансов обычно используются различные модельные представления. В частности, для описания периферических процессов, к которым, по-видимому, можно отнести и реакции (1) и (2), применяется модель одночастичного обмена с поглощением [10,11]. На рис. 10,11, вместе с экспериментальной зависимостью элементов  $\rho_{mm}$  от  $t-t_{\min}$ , приведены кривые, рассчитанные по одномезонной модели с поглощением для чистого псевдоскалярного обмена в случае реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \rho^0$  и чистого векторного обмена в случае реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \omega^0$ . Для расчётов были взяты следующие параметры:

$$\gamma_1 = 0,086; \quad \gamma_2 = 0,065; \quad c_1 = 0,95; \quad c_2 = 1$$

$$\text{для } N^* \rho^0 : \frac{g_{\pi\pi\rho}^2}{4\pi} = 2 ; \frac{g_{\rho\pi N^*}^2}{4\pi} = 0,4 ;$$

$$\text{для } N^* \omega : \frac{g_{\omega\pi\rho}^2}{4\pi} = 10 ; \frac{g_{\rho\rho N^*}^2}{4\pi} = 20 ,$$

Как видно из рис. 10,11, говорить об определенном согласии модели с экспериментом можно только в случае  $\pi$ -мезонного обмена,  $\rho$ -мезонный обмен моделью ОМЕ с поглощением описывается гораздо хуже, на что указывают также и работы<sup>/5-7/</sup>, выполненные при разных энергиях от 2 до 8 Гэв.

В заключение авторы выражают благодарность коллективу лаборантов группы 40-сантиметровой водородной камеры за большую помощь в работе.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.В.Белоногов, Е.И.Дьячков, А.Г.Зельдович, А.М.Моисеев, М.Д.Шафранов. Препринт ОИЯИ 2554 (1965).
2. И.М.Граменицкий, А.М.Моисеев, Л.А.Тихонова, М.Д.Шафранов. Препринт ОИЯИ 10-3772 (1968).
3. Т.В.Рыльцева, Л.А.Тихонова. Препринт ОИЯИ 11-3458 (1967).
4. З.М.Иванченко, А.Ф.Лукьянцев, В.И.Мороз, А.Д.Макаренкова, Г.Н.Тентюкова. Препринт ОИЯИ Р-2399 (1965).
5. F.E.James, H.Y.Kraybill. *Phys. Rev.* 142, p.896 (1966).
6. Bohn-Durban-Nijmegen-Paris-Strasbourg-Turin- Collaboration *Nucl. Phys.* B7, 681 (1968).
7. Aachen-Berlin-CERN-Collaboration *Phys. Lett.* 19, 608 (1965).
8. K.Gottfried, J.D.Jackson. *Nuovo Cim.* 34, 735 (1964).
9. N.Schmitz. CERN. 65-24 v.1 (1965).

10. J.D.Jackson, J.T.Donohue; K.Gottfried, R.Keyser, B.Svensson.  
Phys. Rev, 139B, 428 (1965).
11. R.Keyser. CERN, DD/CO/66/3.
12. P.Minnaert. Phys. Rev.Lett., 16, 672 (1966).
13. P.Minnaert. Phys. Rev. 151, 1306 (1966).

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 февраля 1969 года.

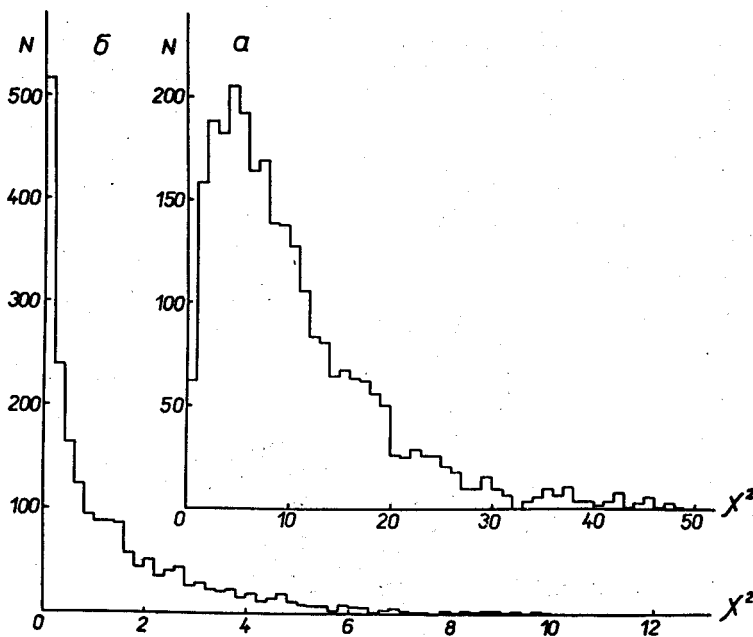


Рис. 1.  $\chi^2$ -распределения а) для реакции  $\pi^+ p \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^-$  (3)  
б) для реакции  $\pi^+ p \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$  (4).

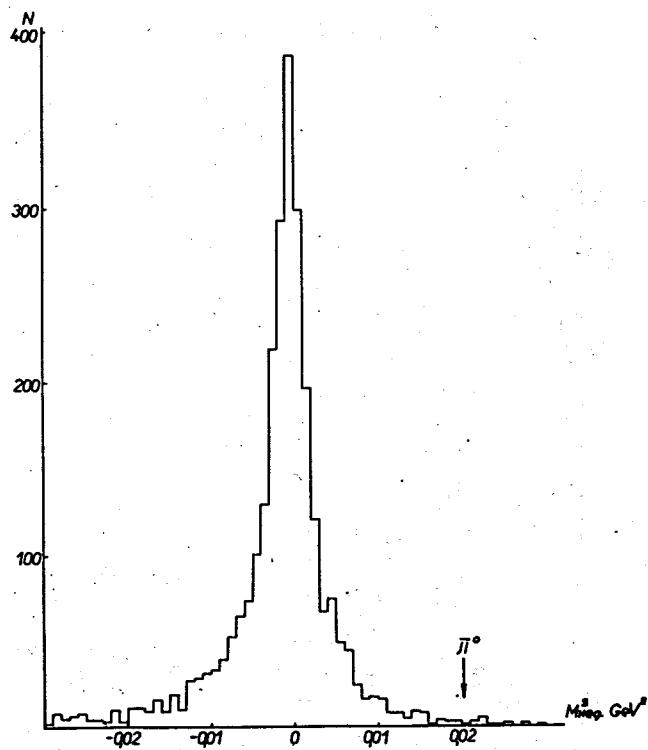


Рис. 2. Распределение  $M^2_{\text{нед.}}$  для реакции  $\pi^+ p \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^-$  (3)

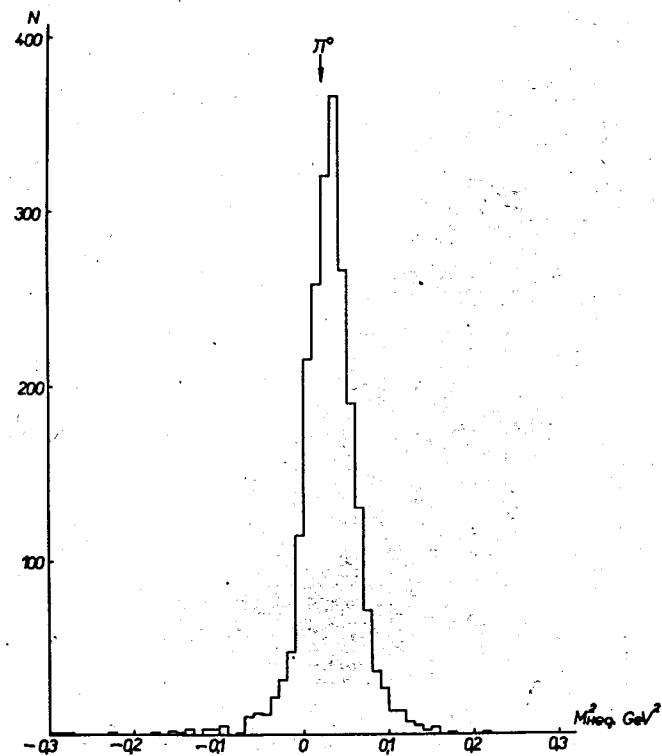


Рис. 3. Распределение  $M^2_{\text{нед.}}$  для реакции  $\pi^+ p \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0$  (4)



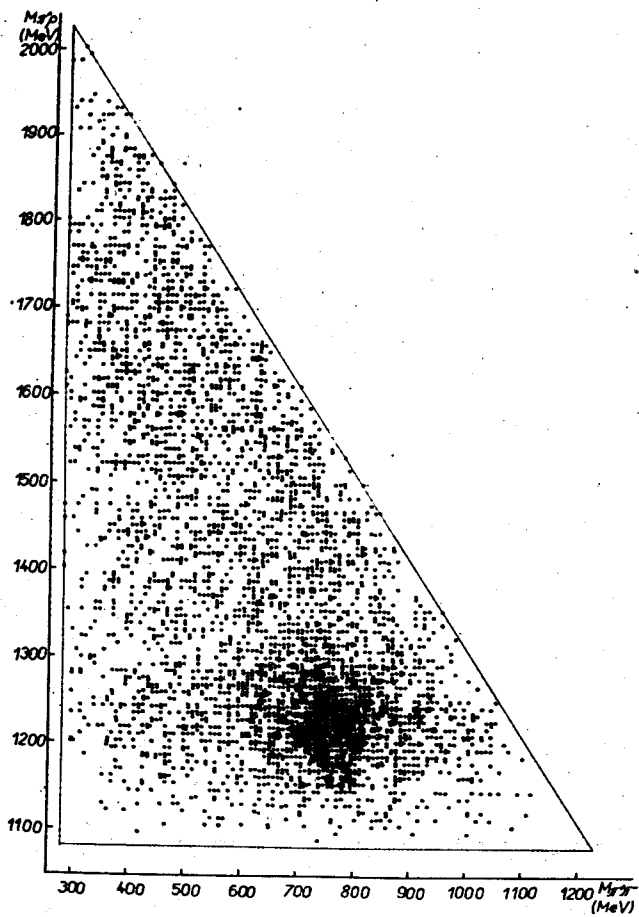


Рис. 4. Двумерное распределение эффективных масс  $M_{p\pi^+}$  и  $M_{\pi^+\pi^-}$  для реакции  $\pi^+p \rightarrow p\pi^+\pi^-\pi^-$ .

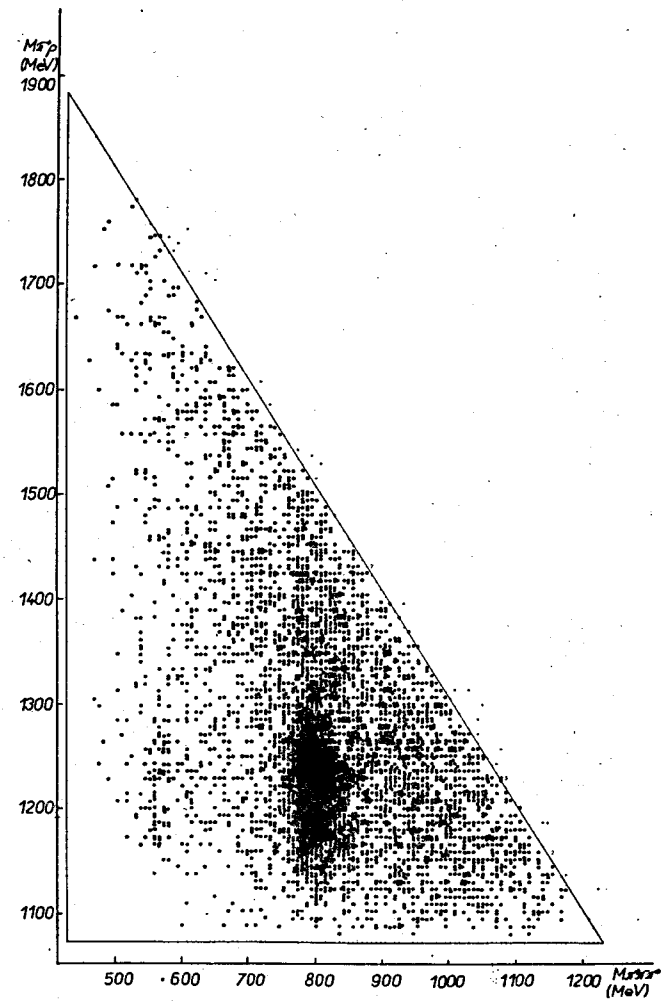


Рис. 5. Двумерное распределение эффективных масс  $M_{p\pi^+}$  и  $M_{\pi^+\pi^-\pi^0}$  для реакции  $\pi^+p \rightarrow p\pi^+\pi^-\pi^0$ .

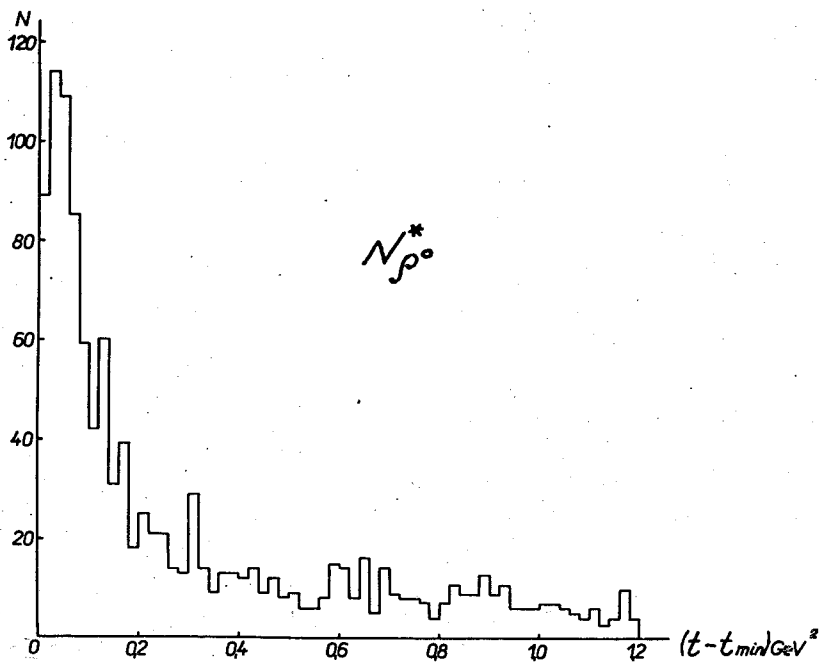


Рис. 6. Распределение  $dN/d(t-t_{min})$  для реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \rho^0$ .

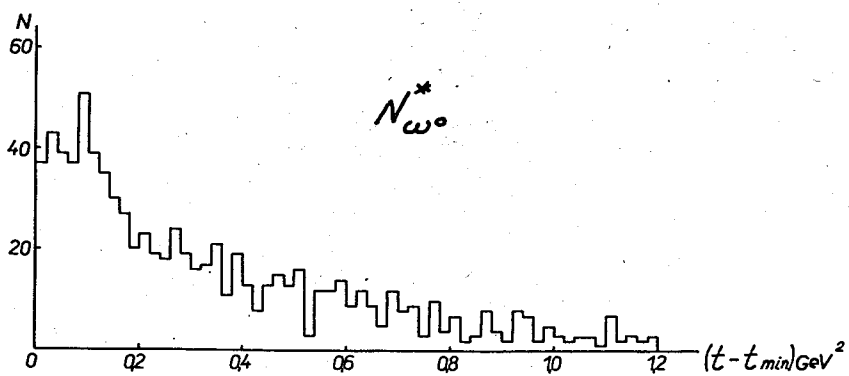


Рис. 7. Распределение  $dN/d(t-t_{min})$  для реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \omega^0$ .

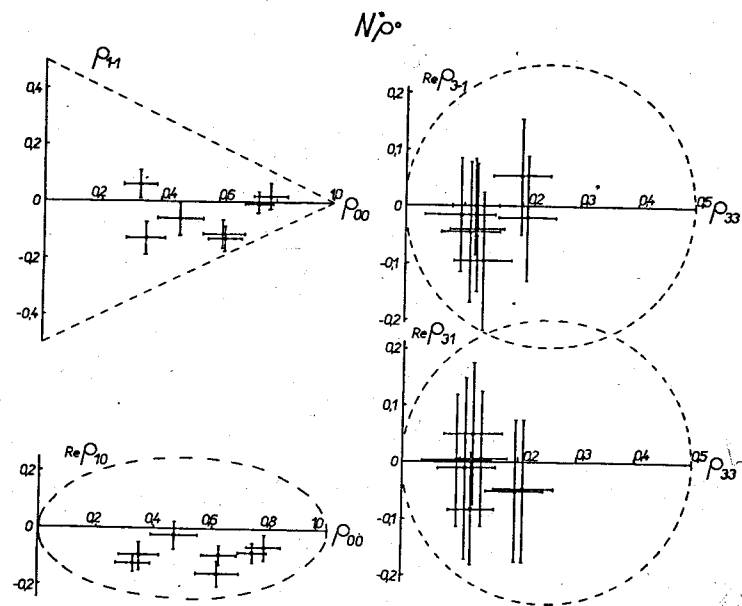


Рис. 8. Соотношения между элементами спиновой матрицы плотности для реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \rho^0$ .

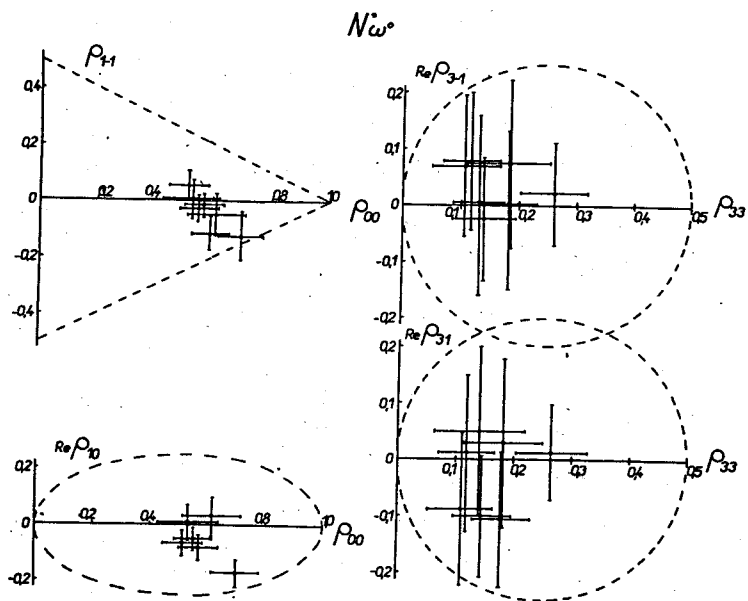


Рис. 9. Соотношения между элементами спиновой матрицы плотности для реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \omega^0$ .

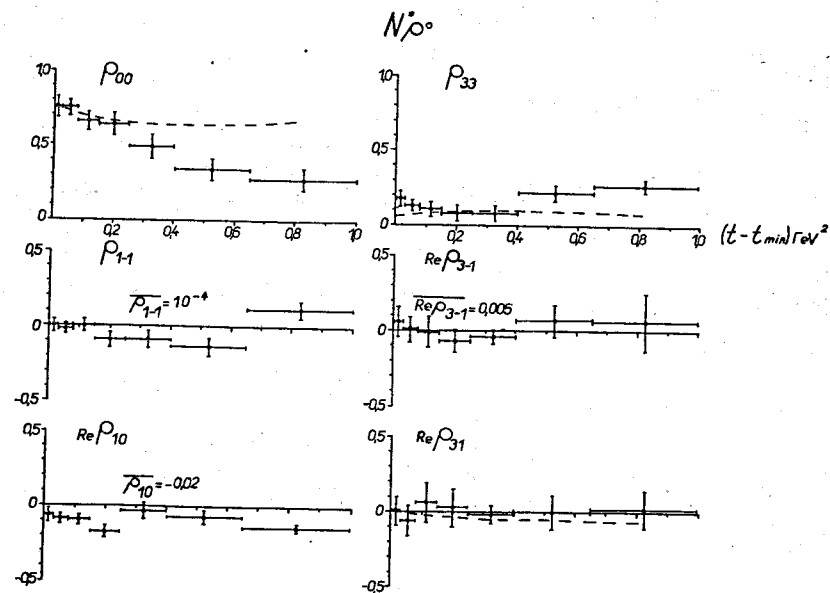


Рис. 10. Зависимость элементов спиновой матрицы плотности от  $t - t_{\min}$  для реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \rho^0$ . Пунктиром проведена кривая, рассчитанная по ОМЕА/11/ с параметрами:  $\gamma_1 = 0,086$ ;  $\gamma_2 = 0,065$ .

$$c_1 = 0,95; \quad c_2 = 1 \quad \frac{g^2}{4\pi} \frac{\pi \pi \rho}{\pi \pi \rho} = 2; \quad \frac{g^2}{4\pi} \frac{\pi \pi \rho}{\pi \pi N^*} = 0,4.$$

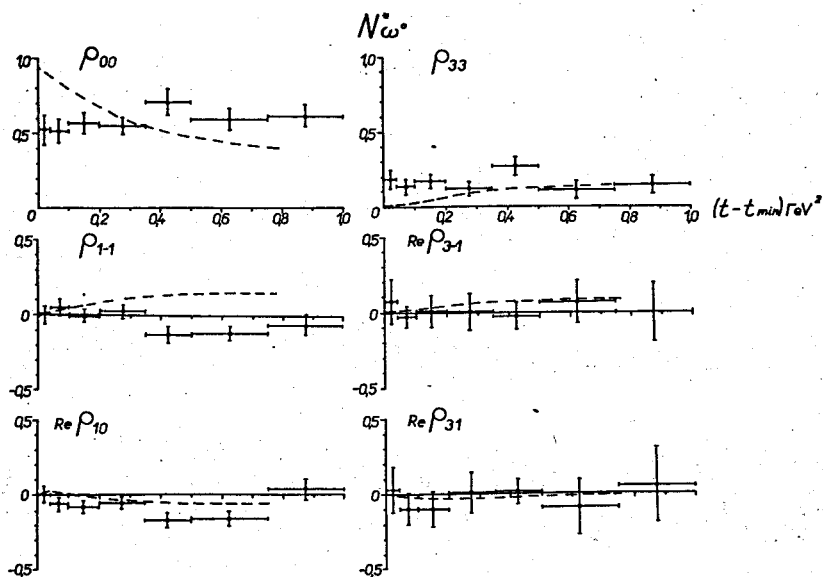


Рис. 11. Зависимость элементов спиновой матрицы плотности, от  $t - t_{min}$  для реакции  $\pi^+ p \rightarrow N^* \omega^0$ . Пунктиром проведена кривая, сосчитанная по OMEA/11/ с параметрами:  $\gamma_1 = 0,086$ ;  $\gamma_2 = 0,085$ ;

$$c_1 = 0,95; c_2 = 1 \quad \frac{g_{\omega\rho\pi}^2}{4\pi} = 10; \quad \frac{g_{p\rho N^*}^2}{4\pi} = 20.$$