

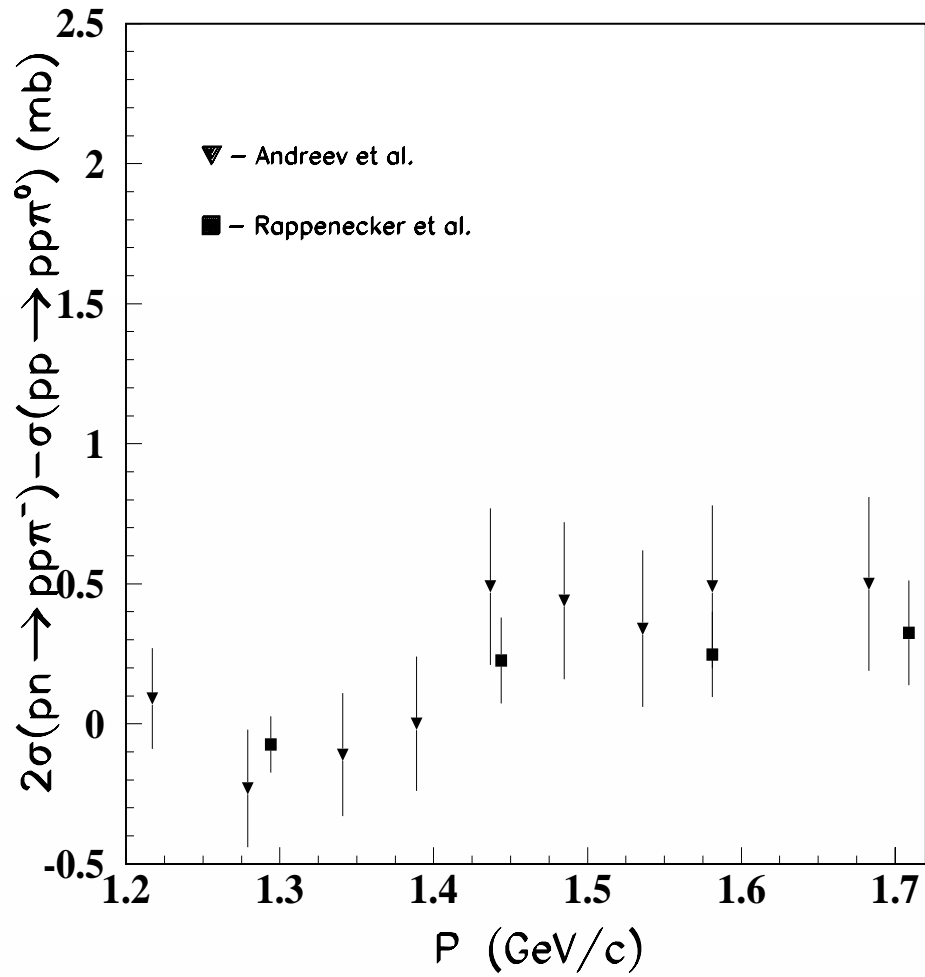
Рождение отрицательных пионов в пр- столкновениях при импульсах нейтронов ниже 1.8 Гэв.

K.N. Ermakov, L.M. Kochenda, V.I. Medvedev, V.A. Nikonov,
O.V. Rogachevsky, A.V. Sarantsev, V.V. Sarantsev,
S.G. Sherman, V.A. Trofimov, A.A. Vasiliev, V.P. Koptev

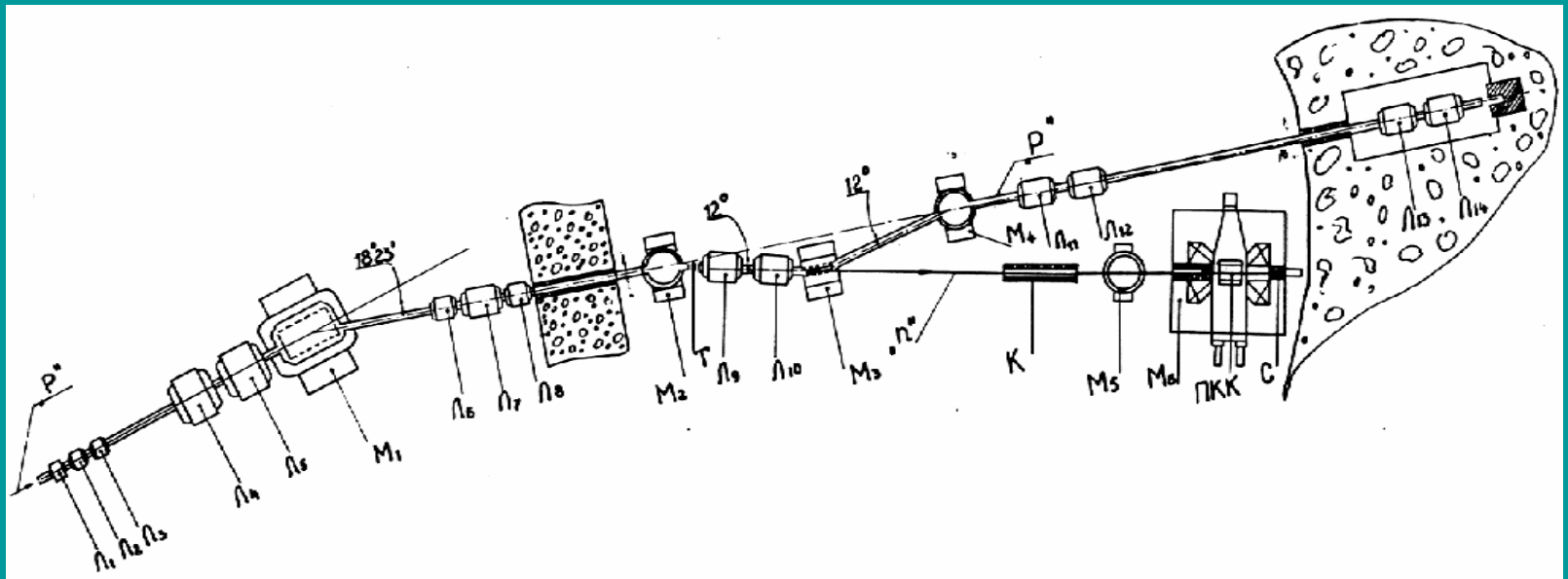
План изложения

1. Нейтронный пучок.
2. Экспозиция водородной камеры и отбор событий.
3. Экспериментальные спектры.
4. Парциально-волновой анализ реакций $pn \rightarrow pp\pi^-$ и $pp \rightarrow pp\pi^0$.
5. Результаты парциально волнового анализа.
6. Изоскалярное сечение $\sigma(I=0)$.
7. Длина pp -рассеяния.

Задача: определить вклад изоскалярного ($I=0$) сечения в процесс рождения одиночного пиона в области энергий ниже 1 ГэВ.



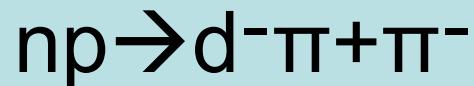
$$\sigma(I = 0) = 3[2\sigma(np \rightarrow pp\pi^-) - \sigma(pp \rightarrow pp\pi^0)], \quad (1)$$



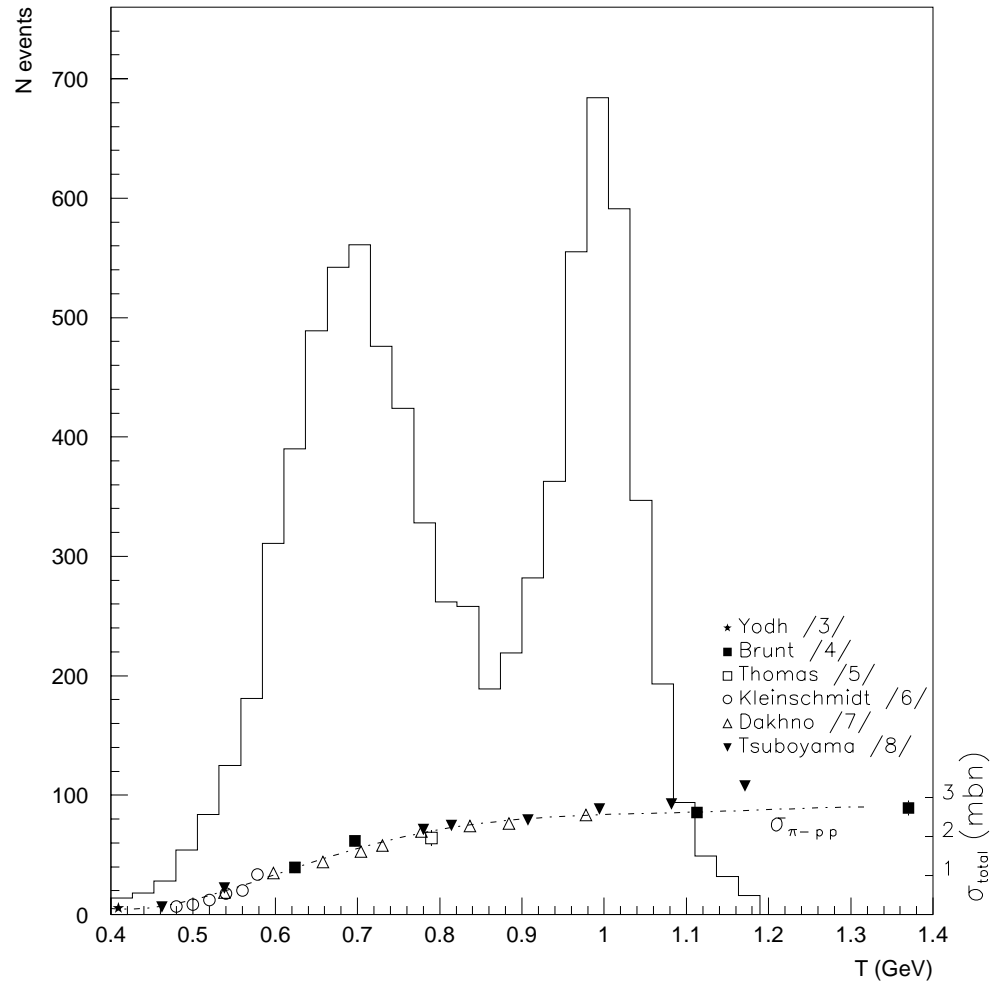
Поиск 3-х-лучевых событий
Всего 10835 событий
Среди них события одиночного
рождения пионов:

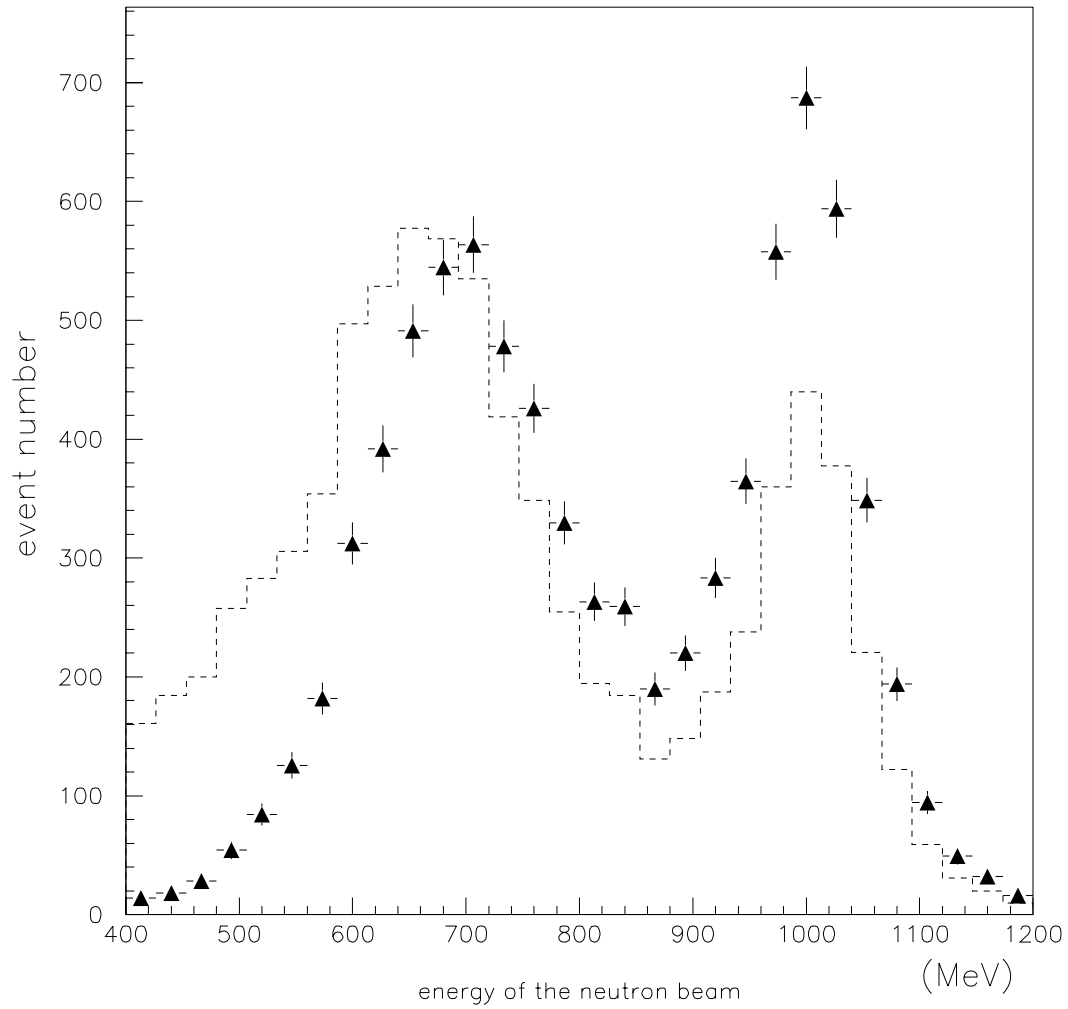


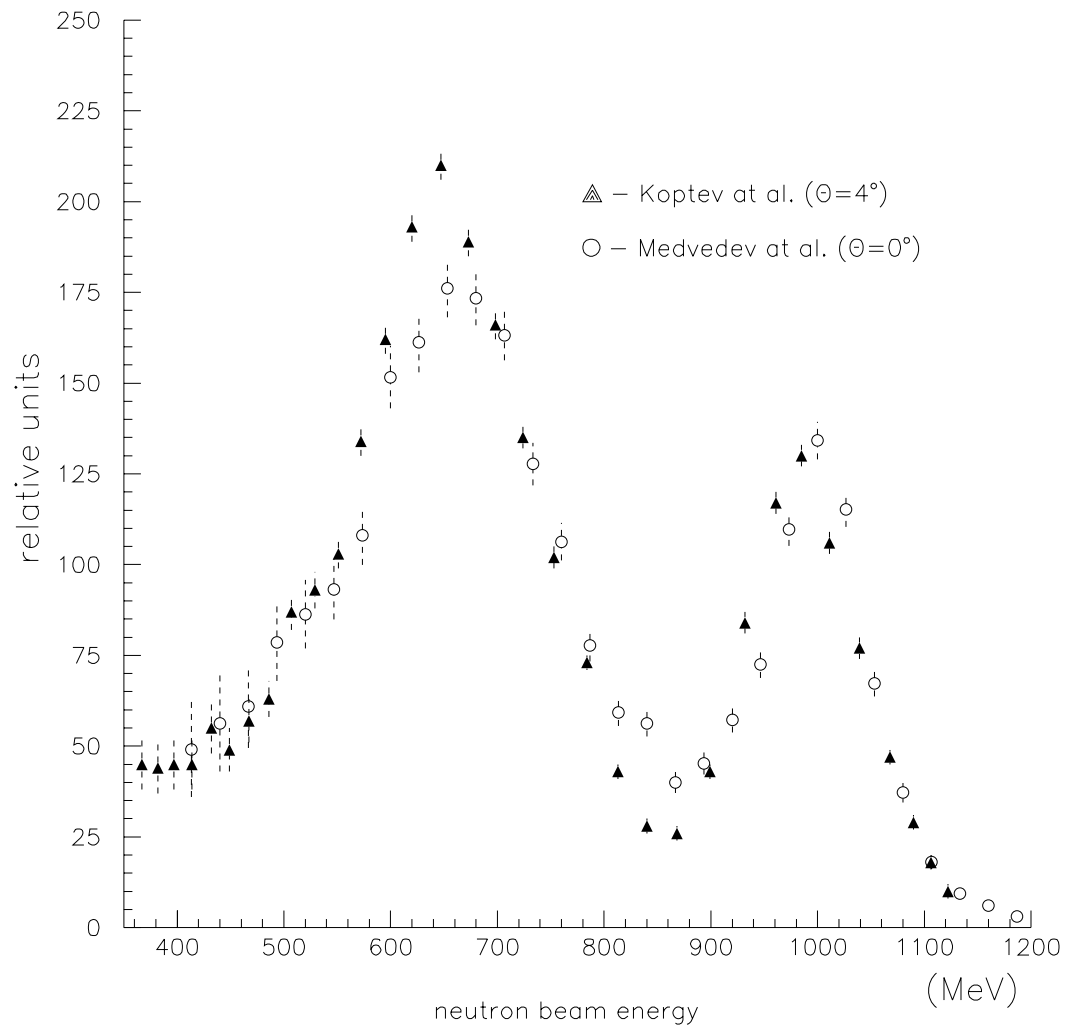
и двухпионного рождения:



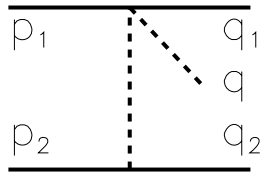
Отбор событий реакции $np \rightarrow p\pi^+\pi^-$ по
кинематическому фиту с χ^2 критерием на
1% доверительном уровне.
Отобрано 8214 событий.



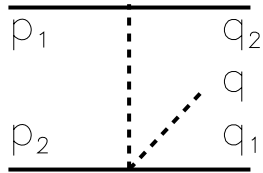




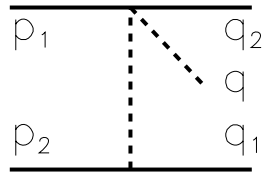
A



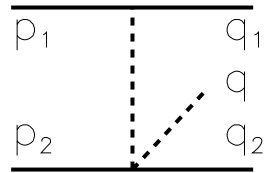
B



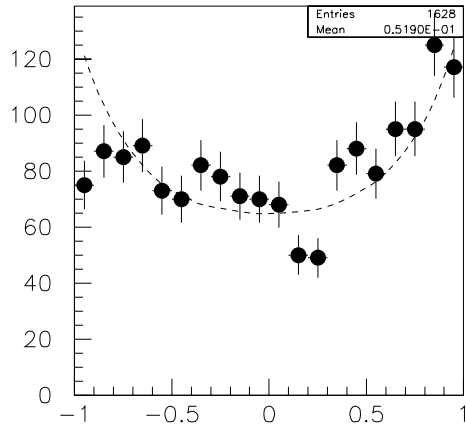
C



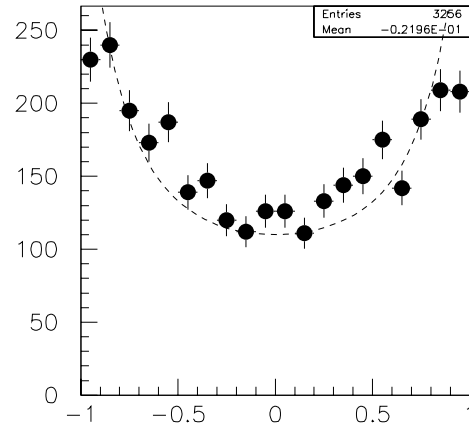
D



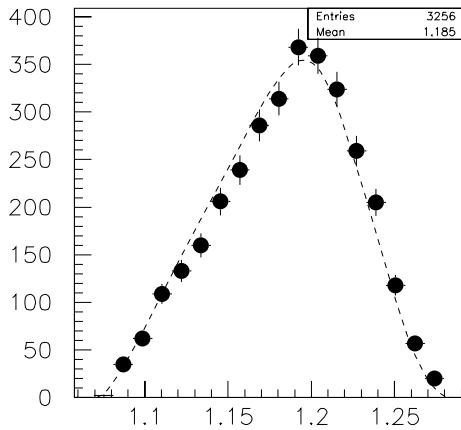
2009/05/05 16.05



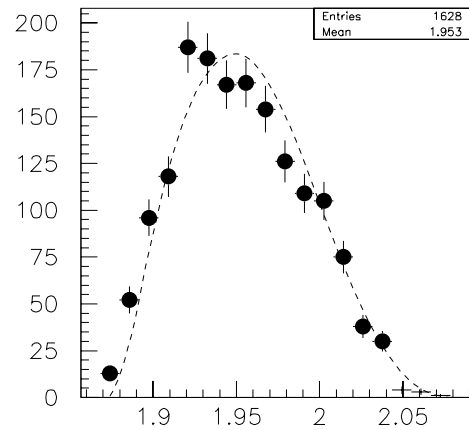
Pion cms angular distribution 1.3–1.4



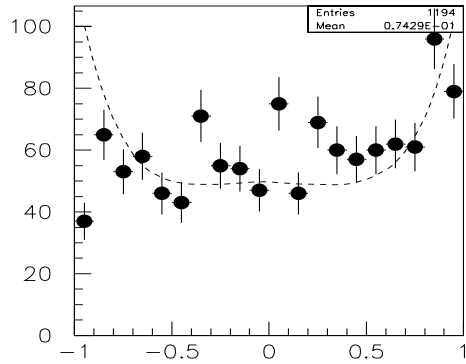
Proton cms angular distribution 1.3–1.4



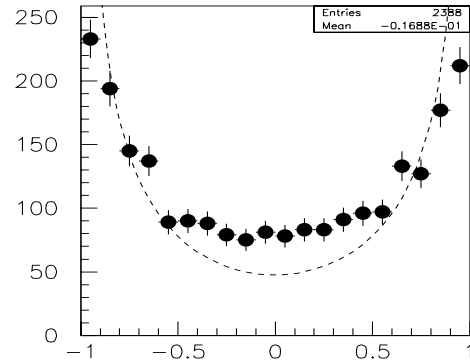
M_{pip} effective mass 1.3–1.4



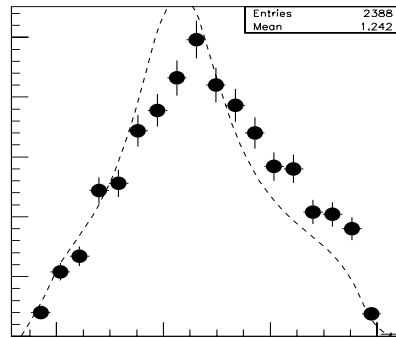
M_{pp} effective mass 1.3–1.4



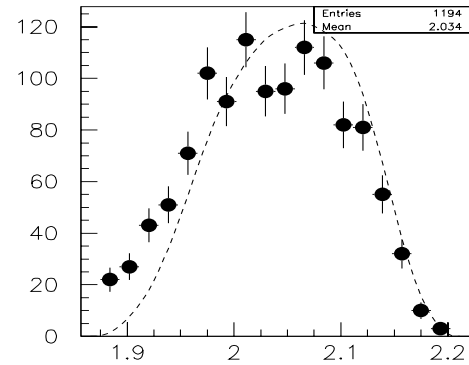
Pion cms angular distribution 1.7-1.77



Proton cms angular distribution 1.7-1.77



Mpip effective mass 1.7-1.77



Mpp effective mass 1.7-1.77

$$d\sigma = \frac{(2\pi)^4 |A|^2}{4|\mathbf{k}|\sqrt{s}} d\Phi_3(P, q_1, q_2, q_3), \quad P = k_1 + k_2, \quad (2)$$

$$d\Phi_m(P, q_1 \dots q_m) = \delta^4(P - \sum_{i=1}^m q_i) \prod_{i=1}^m \frac{d^3 q_i}{(2\pi)^3 2q_{0i}}. \quad (3)$$

$$A = \sum_{\alpha} A_{tr}^{\alpha}(s) Q_{\mu_1 \dots \mu_J}^{in}(SLJ) A_{2b}(i, S_2 L_2 J_2)(s_i) \times \\ Q_{\mu_1 \dots \mu_J}^{fin}(i, S_2 L_2 J_2 S' L' J). \quad (4)$$

$$A_{tr}^{\alpha}(s) = \frac{a_1^{\alpha} + a_3^{\alpha} \sqrt{s}}{s - a_4^{\alpha}} e^{ia_2^{\alpha}}, \quad (5)$$

$$A_{2b}^{\beta}(s_i) = \frac{\sqrt{s_i}}{1 - \frac{1}{2} r^{\beta} q^2 a_{pp}^{\beta} + i q a_{pp}^{\beta} q^{2L} / F(q, r^{\beta}, L)}, \quad (6)$$

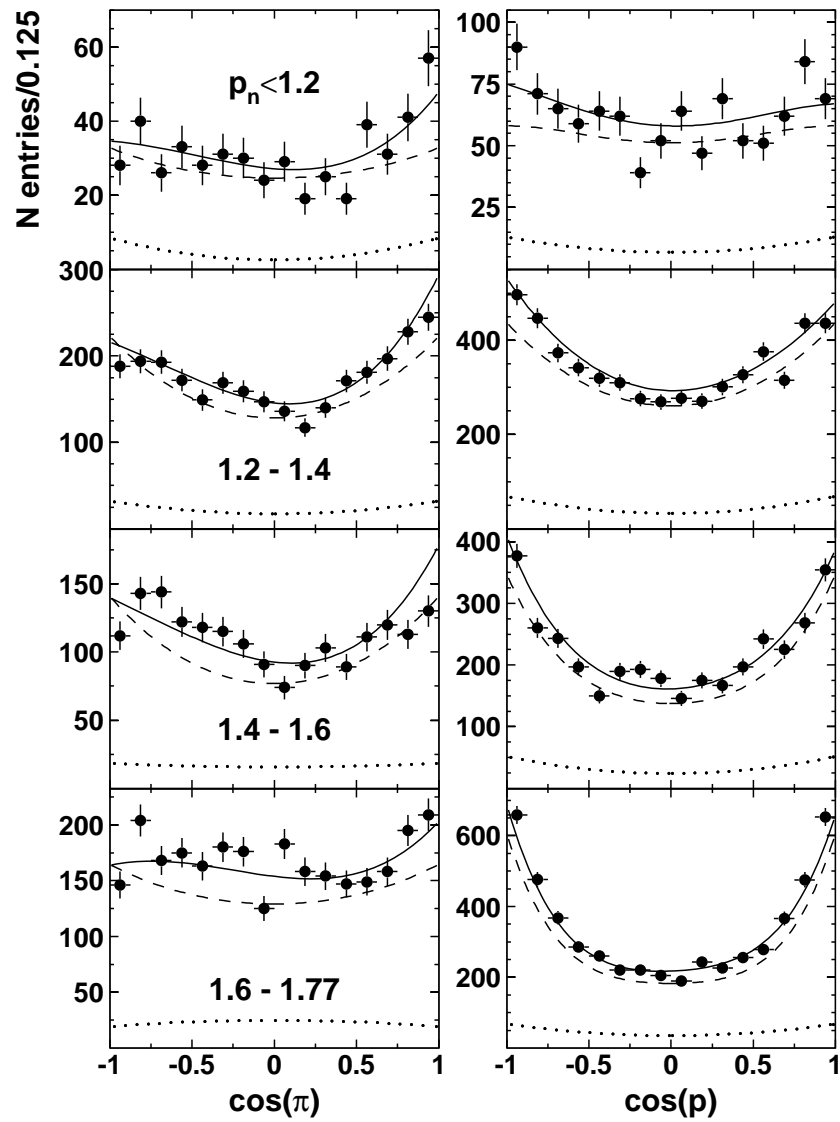
where multiindex β denotes possible combinations of a kinematical channel i and quantum numbers S_2 , L_2 and J_2 , a_{pp}^{β} is a pp -scattering length and r^{β} is the effective range of the pp system. The $F(q, r, L)$ is the Blatt-Weisskopf form factor (it is equal to 1 for $L = 0$) and q is a relative momentum in the pp -system:

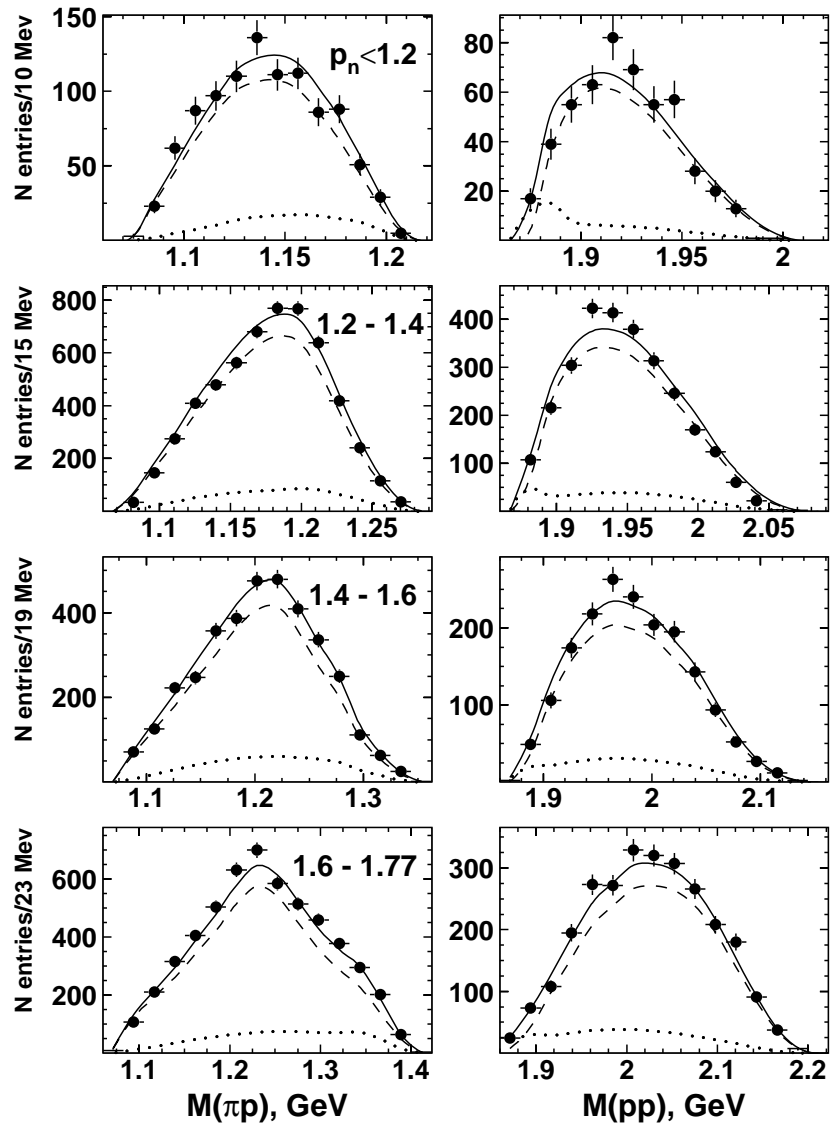
$$q = \frac{\sqrt{s_i - 4m_p^2}}{2} \quad (7)$$

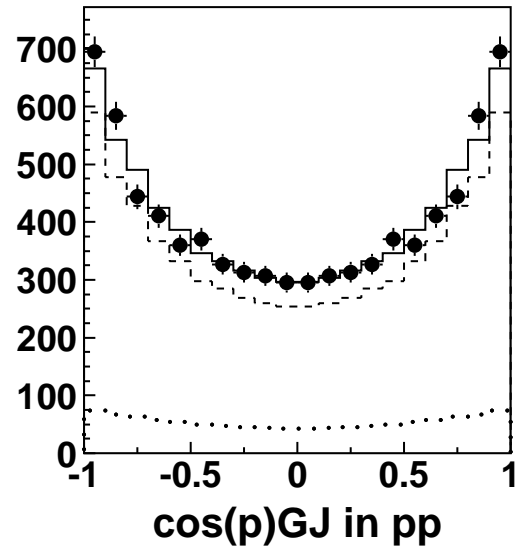
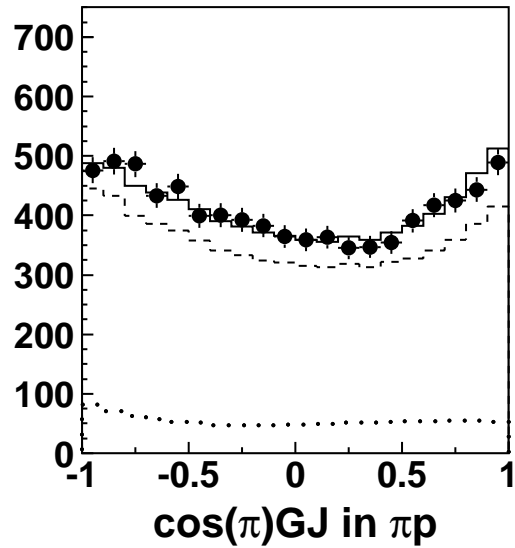
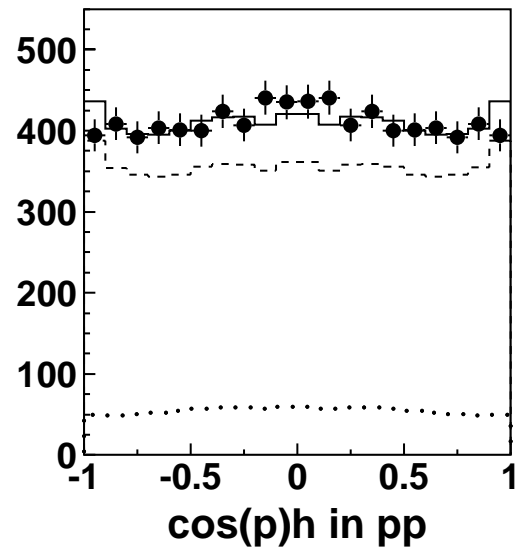
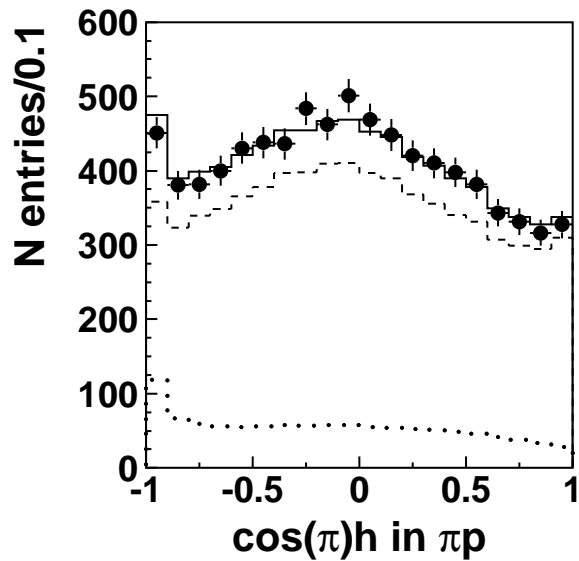
Для начальной пр системы были взяты
состояния

с полным угловым моментом $J \leq 2$,
и орбитальным моментом $L=0,1,2,3$.

Для конечного состояния трех частиц мы
ограничились орбитальными моментами
 $L_2=0,1,2$ и $L' =0,1,2$.







Начальные парциальные состояния,
дающие наибольшие вклады в реакцию
 $n\bar{p} \rightarrow p\bar{p} \pi^-$.

Изовекторные состояния ($I=1$)

3P_0 $3.7 \pm 1.3\%$

3P_1 $21.6 \pm 3.0\%$

3P_2 $46.1 \pm 5.0\%$

1D_2 $4.7 \pm 1.5\%$

3F_2 $10.3 \pm 2.5\%$

3P_2 состояние распадается в три почти
равных канала

$\Delta(1232)p$, $P_{11}(1440)p$ и $(^3P_2)_{pp}\pi^-$.

3P_1 состояние распадается почти равно в
 $\Delta(1232)p$ и $(^3P_2)_{pp}\pi^-$.

3F_2 - в основном в
 $\Delta(1232)p$ и $P_{11}(1440)p$.

Изоскалярные состояния ($I=0$)

$${}^3S_1 \quad 0.9 \pm 0.2\%$$

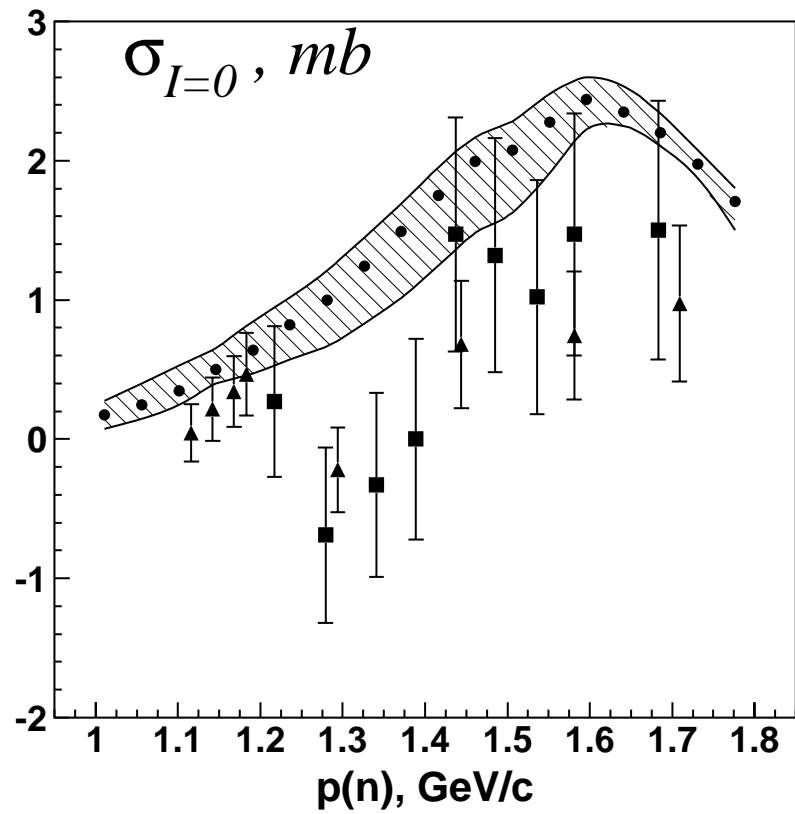
$${}^1P_1 \quad 10.9 \pm 1.25$$

$${}^3D_1 \quad 1.8 \pm 0.3\%$$

Доминантное изоскалярное состояние 1P_1
распадается

на $({}^3P_1)_{pp\pi}$ и $P_{11}(1440)p$

Тогда как 3S_1 и 3D_1 состояния распадаются
почти полностью в $({}^1S_0)_{pp\pi}$ канал.



1S_0 волна конечного pp состояния.

Взяли значения из литературы:

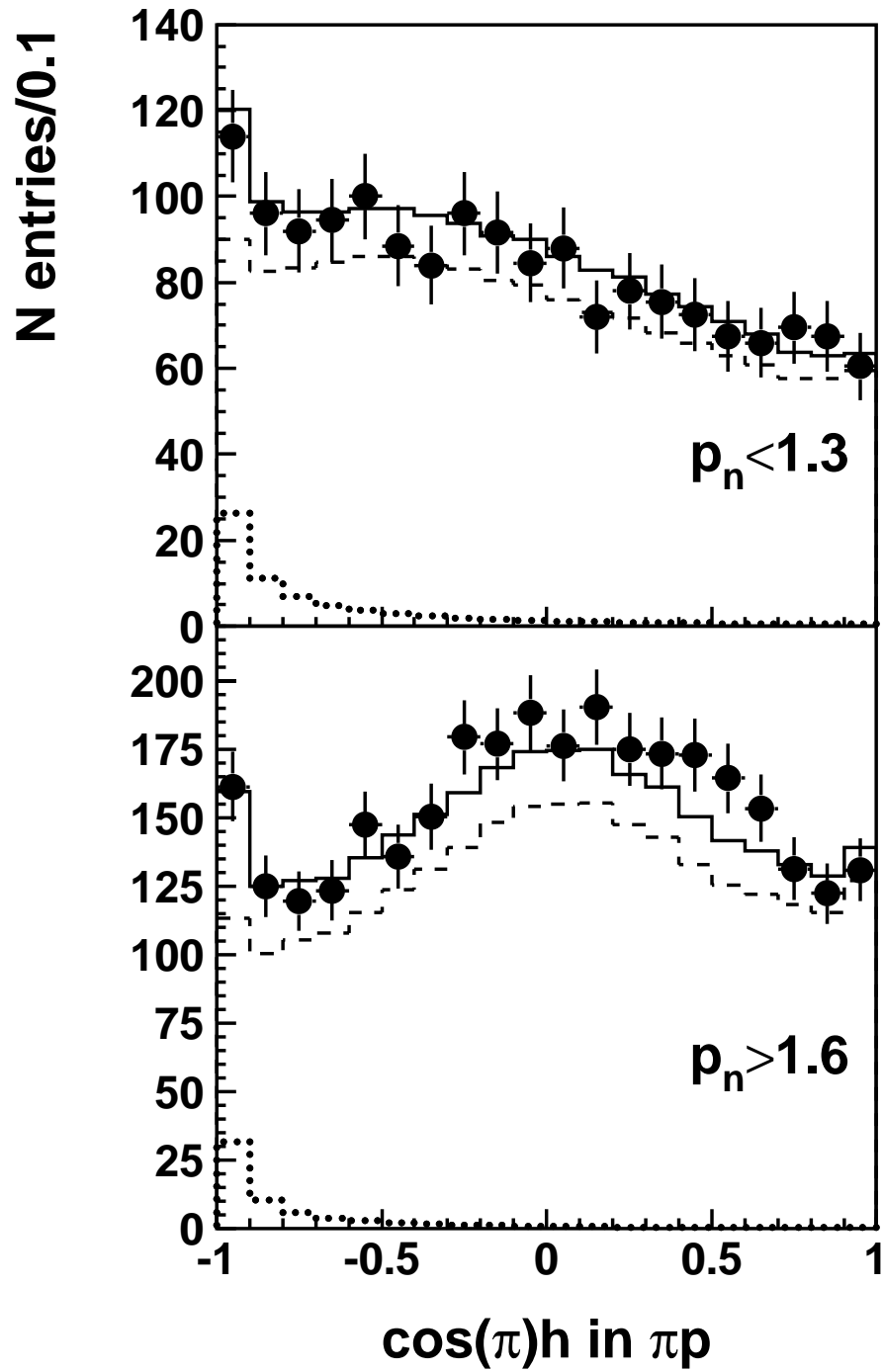
$$a_{pp} = -7.83 \text{ fm} \quad r = 2.8 \text{ fm}$$

Сделали длину рассеяния свободным параметром и получили

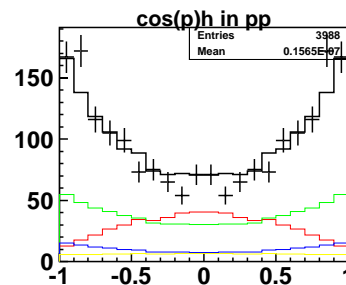
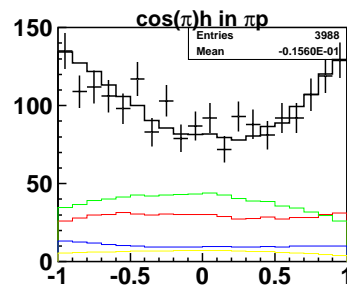
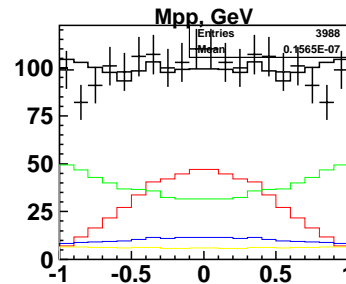
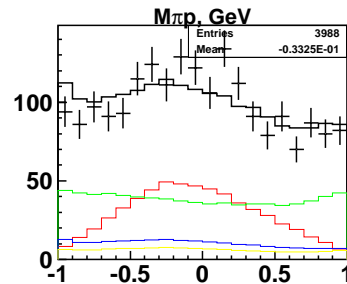
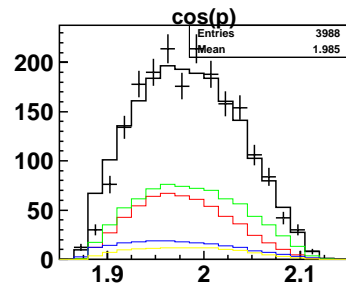
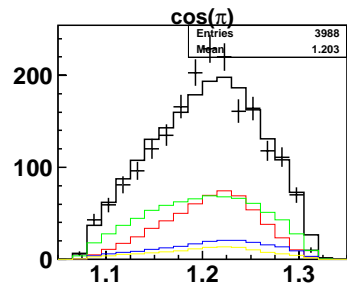
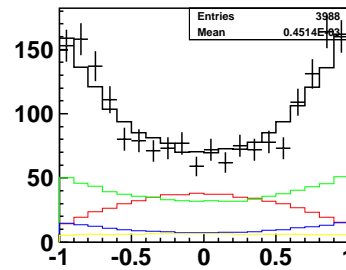
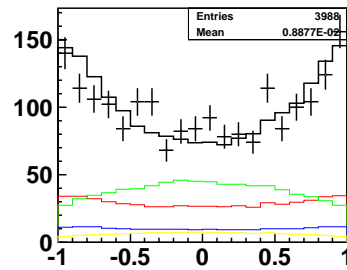
$$a_{pp} = -7.5 \pm 0.3 \text{ fm}.$$

Заметная доля изоскалярного канала распадается в пион и pp -систему в конечное 1S_0 состояние. 1S_0 состояние образует резкий пик при задних углах пиона в $helicity$ системе.

Этот угол соответствует самым низким pp инвариантным массам и наряду с подавлением других парциальных волн этот пик хорошо наблюдается в экспериментальных данных.



pp → ppπ⁰ (Gatchina 1485 MeV/c) 2009/01/26 15.23



cos(π)gj in πp

cos(p)gj in pp