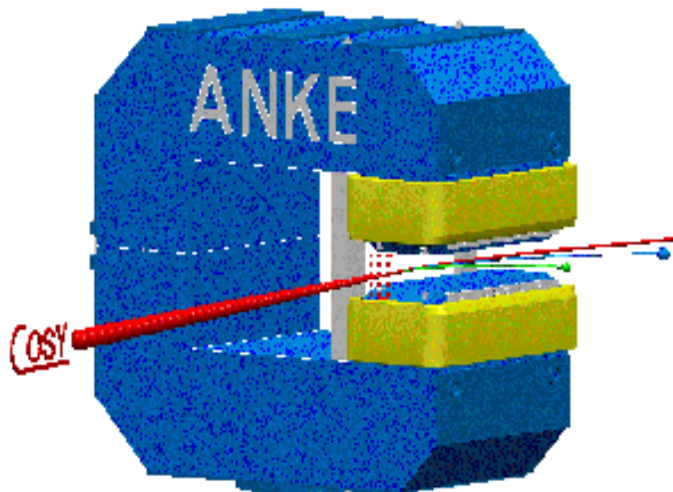


Исследование рождения Σ^+ гиперонов в pp взаимодействиях вблизи порога



*Ю. Вальдау, А. Дзюба,
С. Барсов, В. Коптеев,
С. Микиртычианц, Е. Шиков*

Phys. Lett B 652, 245-249 (2007)

Phys. Rev. C 81, 045208 (2010)

Preview

Цель этого доклада:

Изучение реакции $pp \rightarrow nK^+\Sigma^+$

Осенью 2010 года планируется доклад Егора Шикова:

Рождение Σ^- гиперона в pn соударениях

План доклада

Мотивировка измерений (мировые данные по реакции $pp \rightarrow nK^+\Sigma^+$)

Эксперимент

Экспериментальная установка

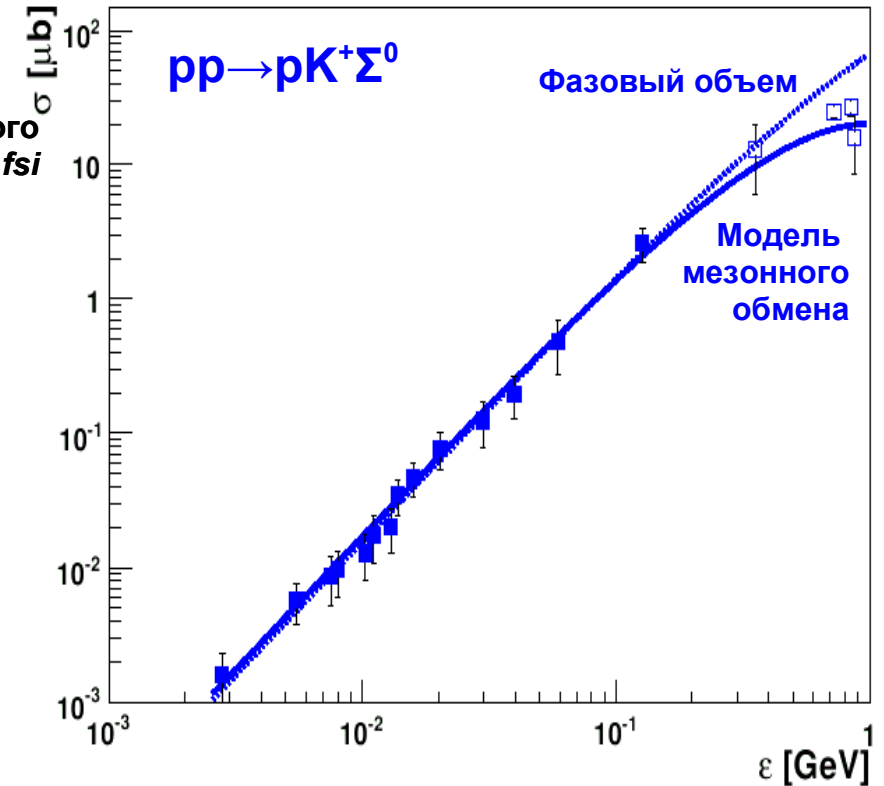
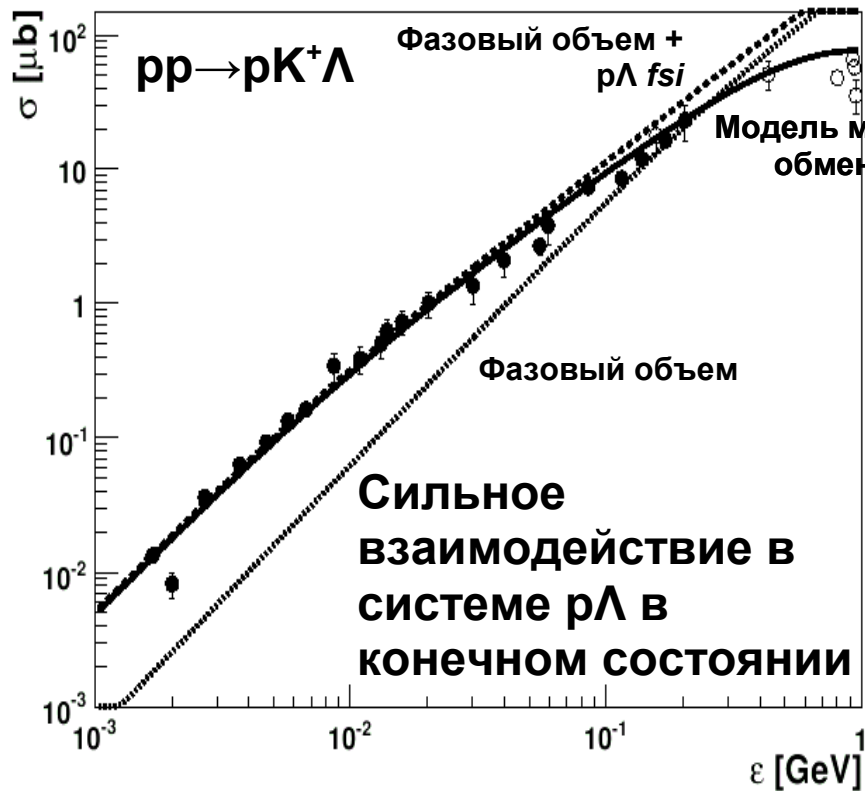
Критерии отбора событий

Методы получения полных сечений

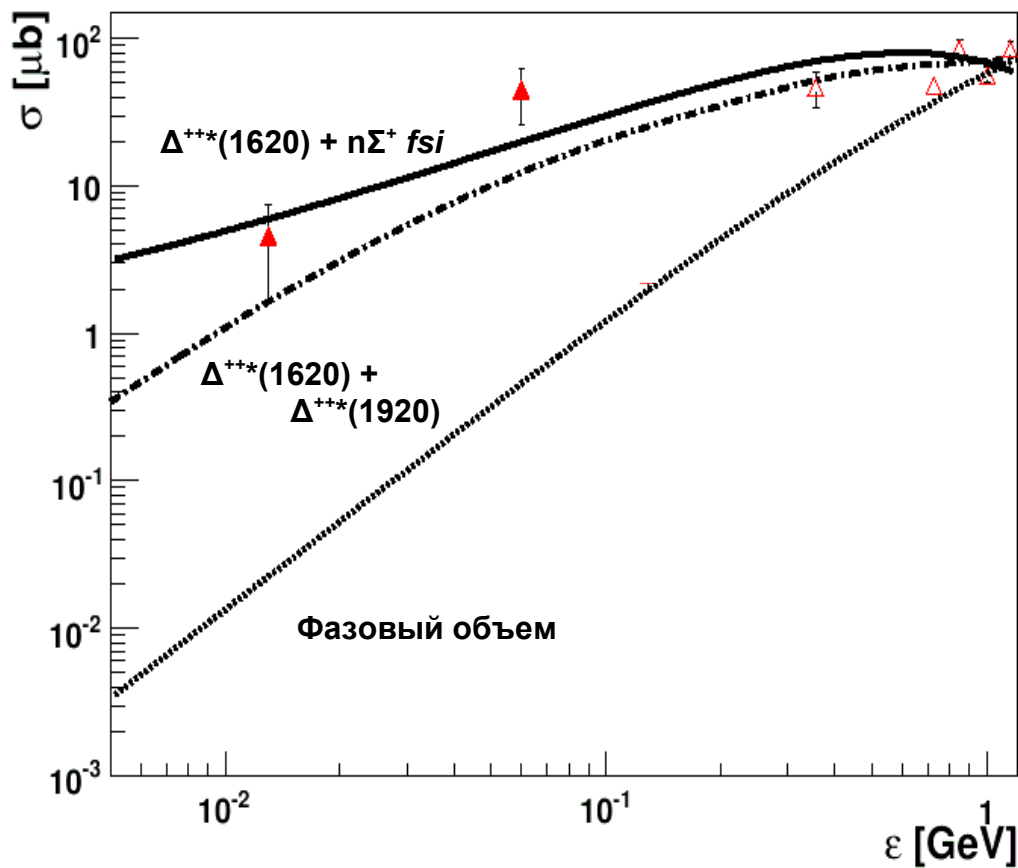
Результаты и выводы

Что дальше? (рождение гиперонов в pn соударениях)

Рождение гиперонов в pp взаимодействиях вблизи порога



Мировые данные по реакции $pp \rightarrow nK^+\Sigma^+$



Данные экспериментов

COSY-11 (Phys. Lett. B 643 (2006) 251)

и TOF (PhD theses of

L. Karsch and P. Schoenmeier)

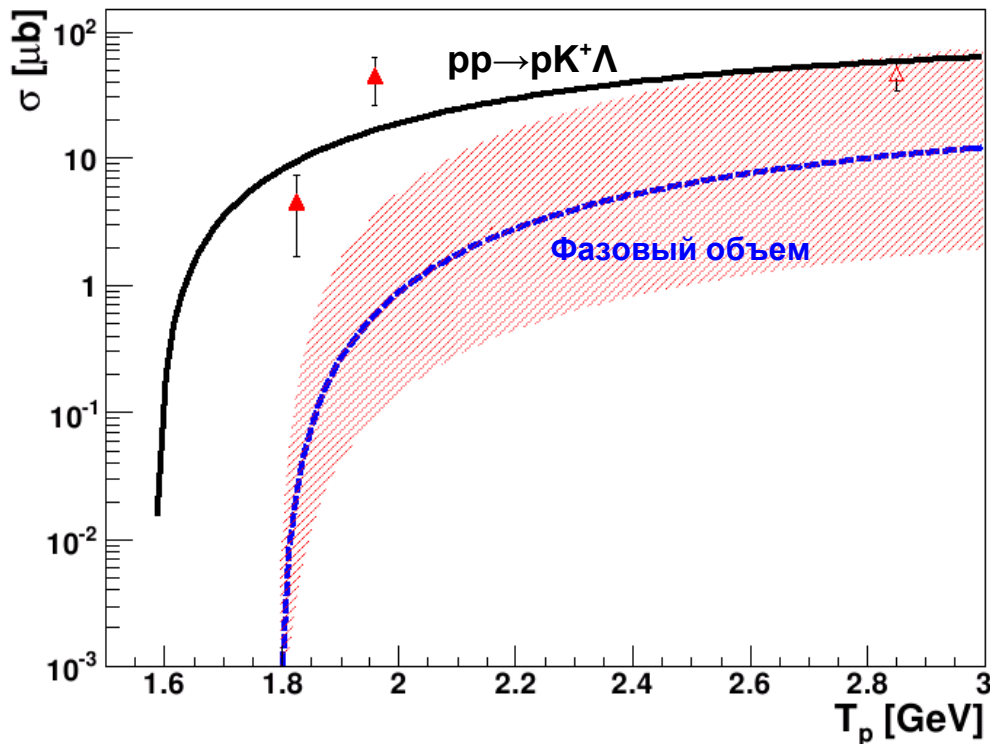
показывают значительное

превышение полного сечения над

сечением реакции $pp \rightarrow pK^+\Sigma^0$

(сравнима с сечением $pp \rightarrow pK^+\Lambda$)

Мировые данные по реакции $pp \rightarrow nK^+\Sigma^+$



нарушение **ИЗОСПИНОВОЙ ИНВАРИАНТНОСТИ**

$$f(pp \rightarrow K^+n\Sigma^+) + f(pp \rightarrow K^0p\Sigma^+) + \sqrt{2}f(pp \rightarrow K^+p\Sigma^0) = 0.$$

ограничения на полные сечения

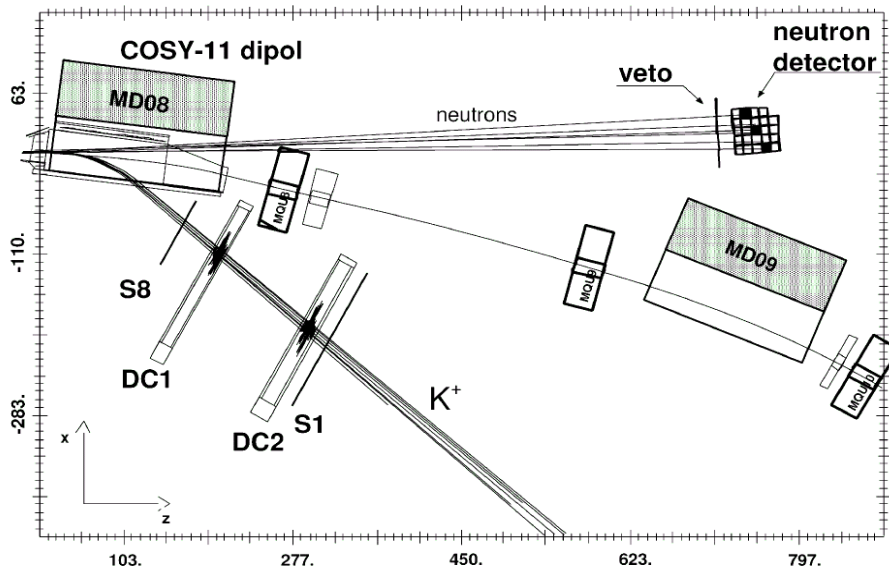
$$\begin{aligned} & [\sqrt{\sigma(pp \rightarrow K^0p\Sigma^+)} - \sqrt{2\sigma(pp \rightarrow K^+p\Sigma^0)}]^2 \\ & \leq \sigma(pp \rightarrow K^+n\Sigma^+) \\ & \leq [\sqrt{\sigma(pp \rightarrow K^0p\Sigma^+)} + \sqrt{2\sigma(pp \rightarrow K^+p\Sigma^0)}]^2 \end{aligned}$$

$$1/6 < R(\Sigma^+ / \Sigma^0) < 6$$

COSY-11: $R = (230 \pm 70)$ и (90 ± 40)

Измерения COSY-11

Phys. Lett. B 643 (2006) 251

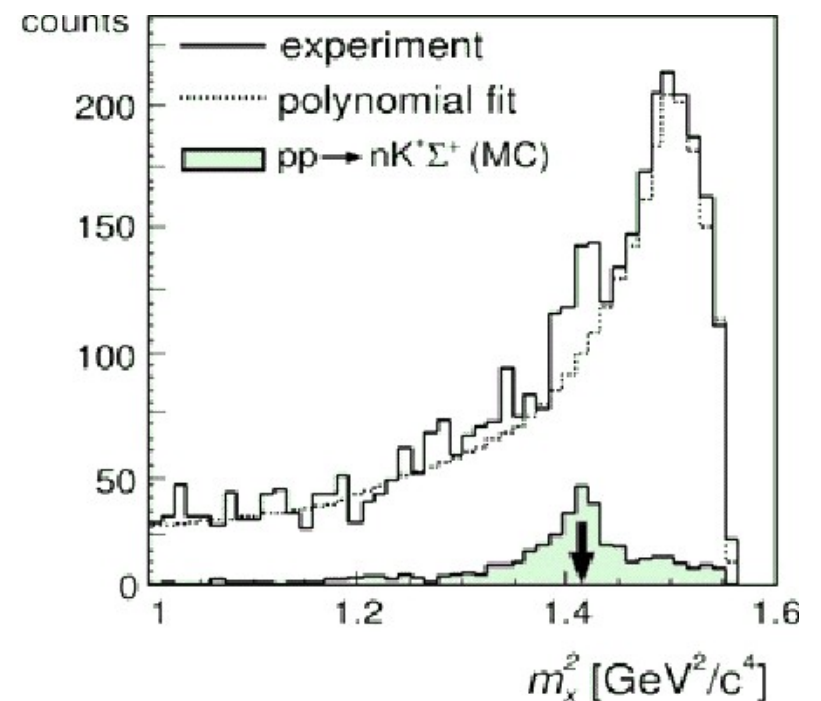
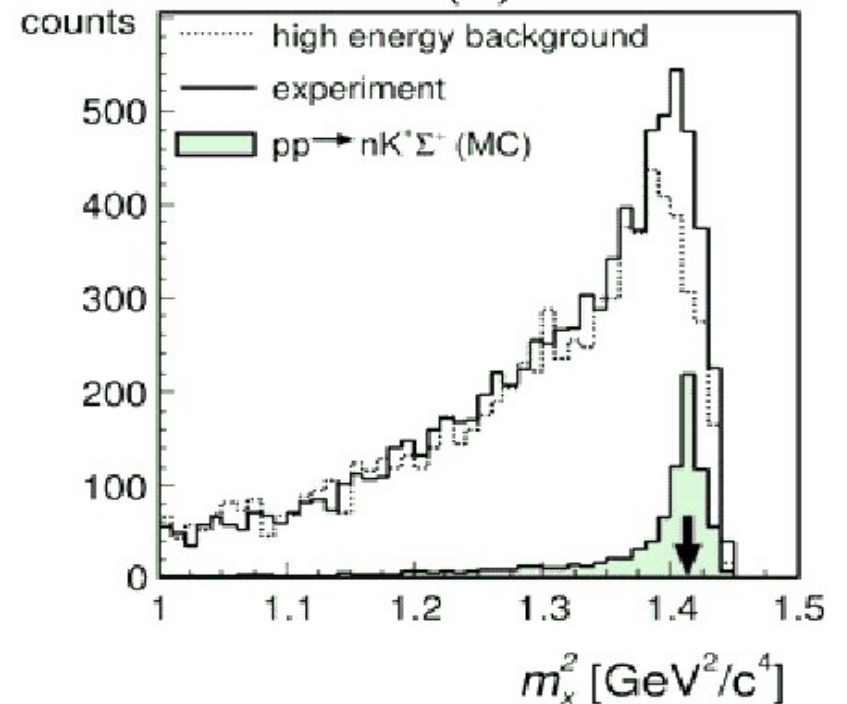


Эффективность нейтронного детектора?

Монте-Карло моделирование?

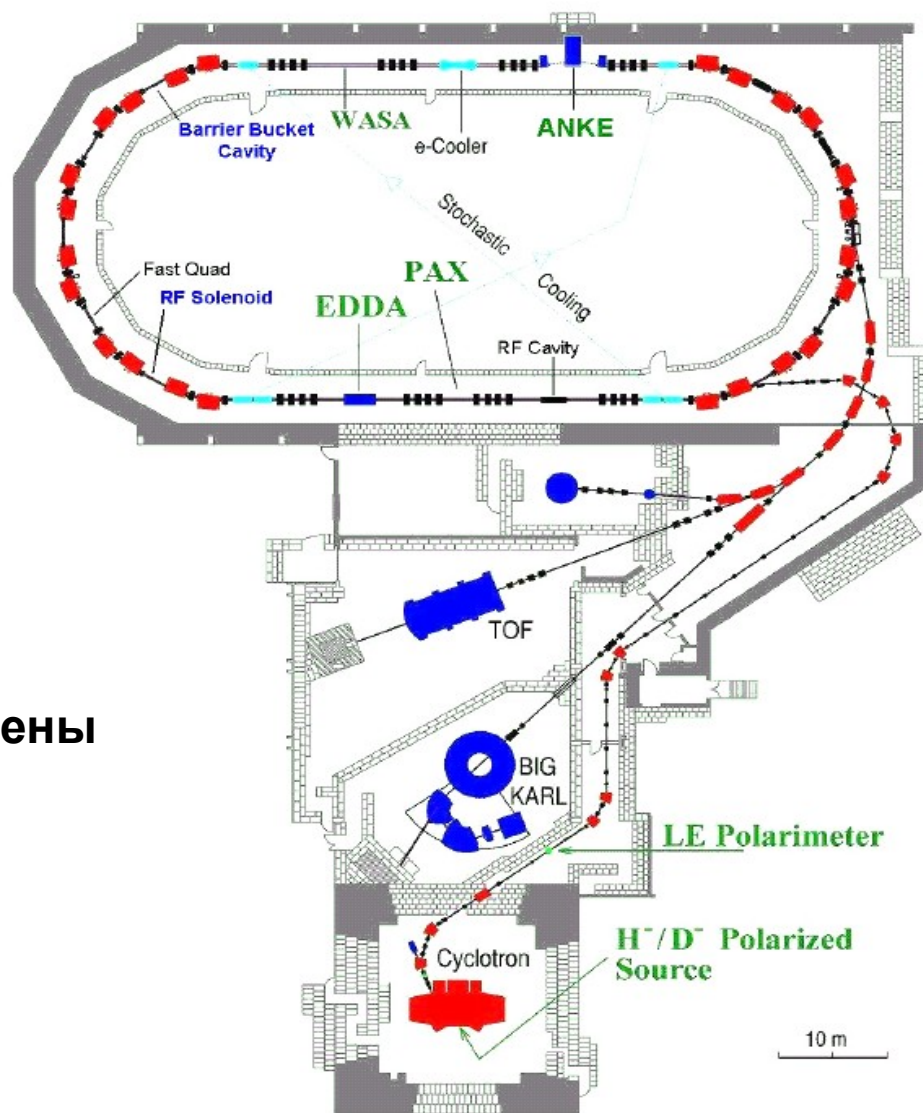
Высокий фон.

Необходимы дополнительные измерения!

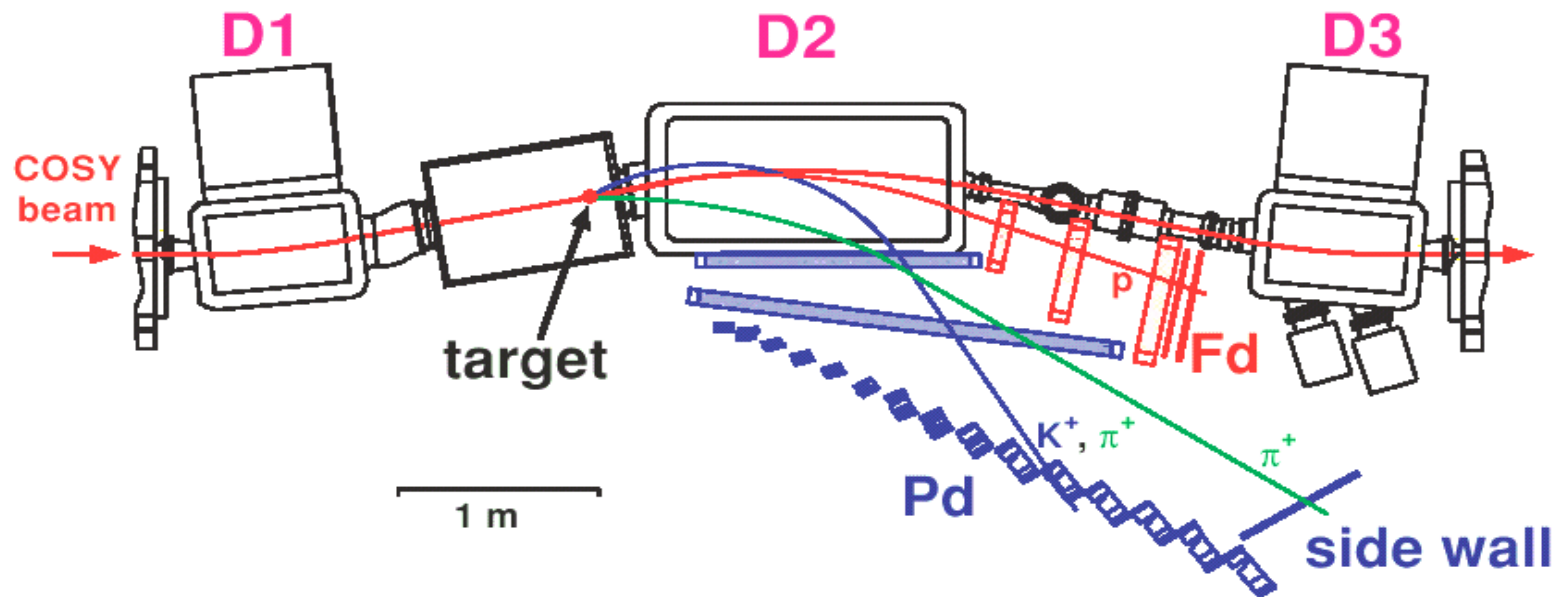


Синхротрон COSY

- Пучок: p,d
- Возможна поляризация пучка
- Импульс пучка до 3700 MeV/c
- Внутренние и внешние эксперименты



Спектрометр ANKE

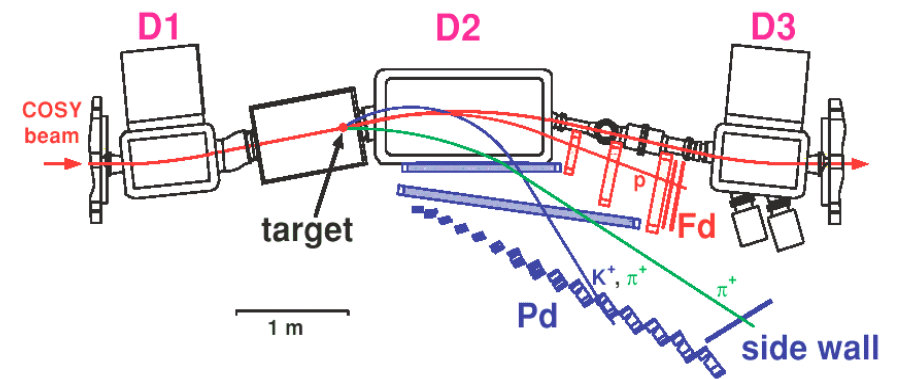


Импульсное разрешение: $\Delta p/p \approx 1.5\%$

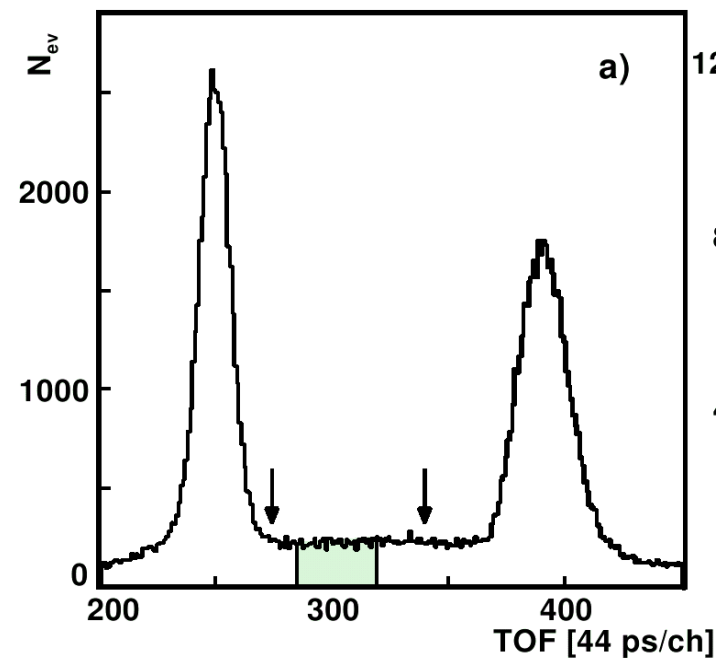
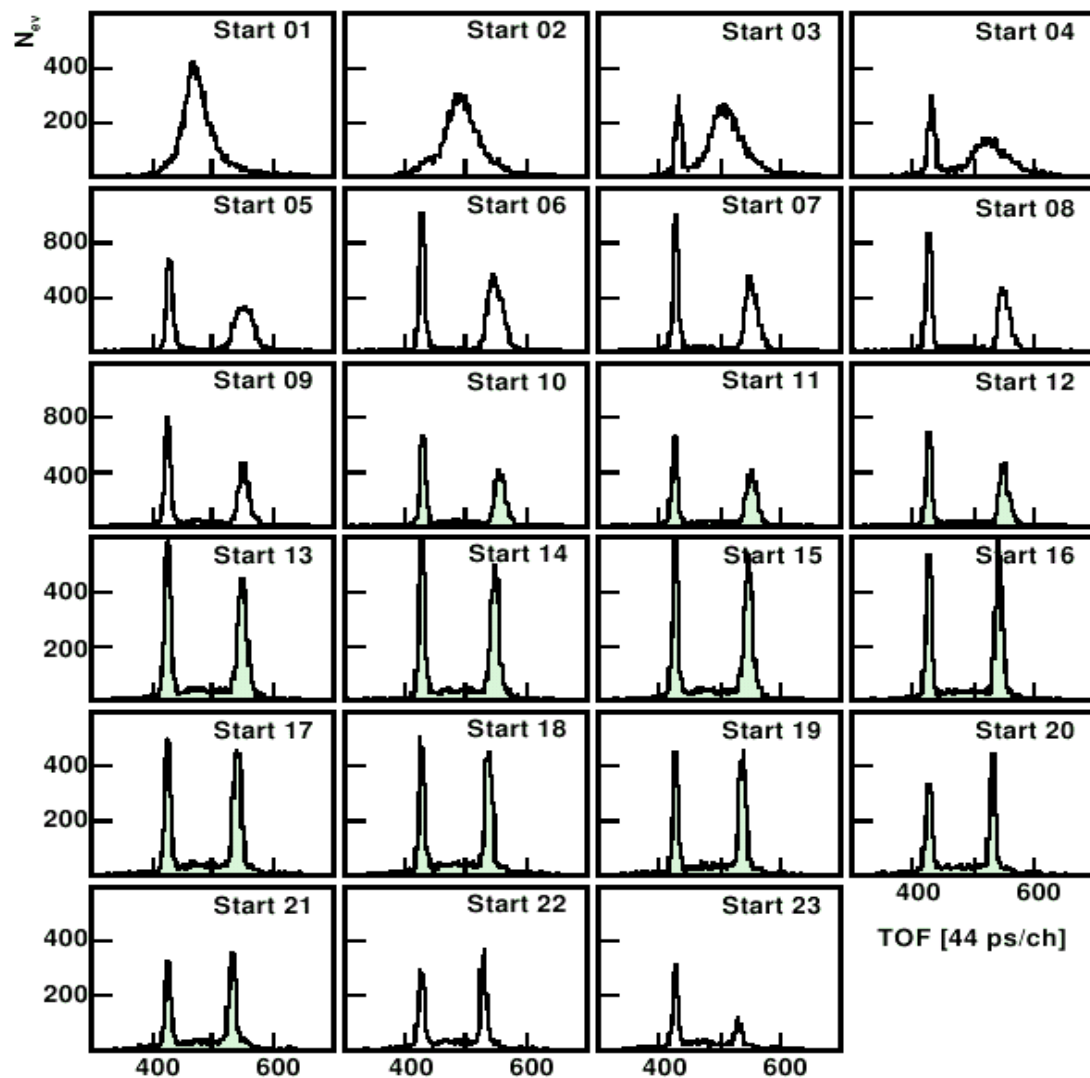
Типичная светимость $10^{31} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$

Критерии отбора событий

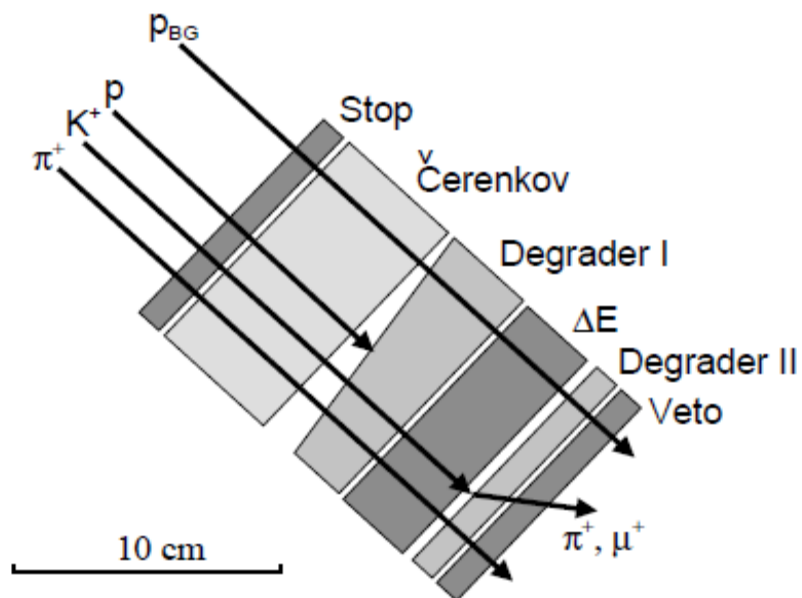
- 1) Время пролета (PdStart – PdStop);
- 2) Задержанный вето-сигнал;
- 3) Трек (вертикальный угол);
- 4) Относительное время прихода сигналов с разных систем;



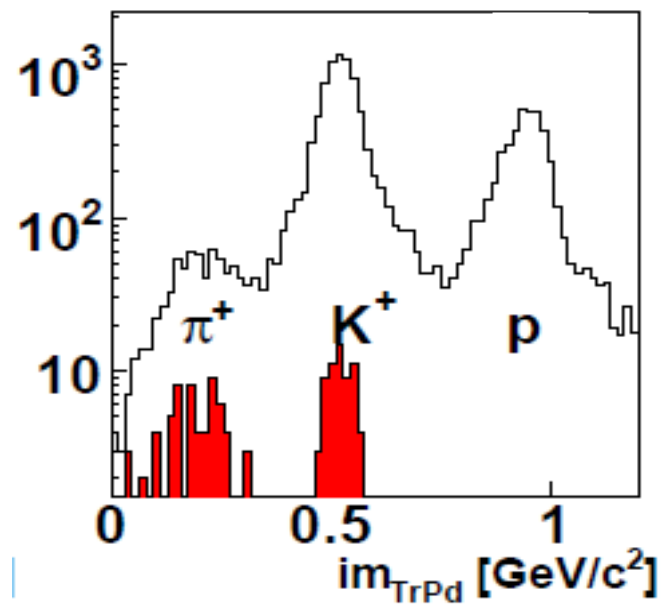
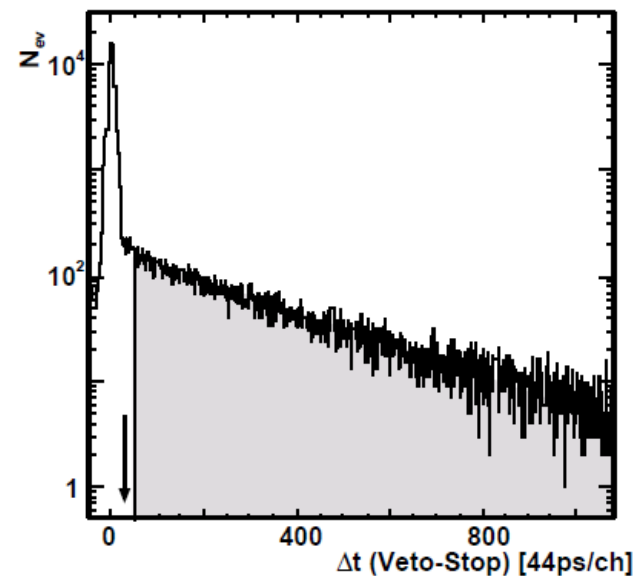
Спектры времен пролета



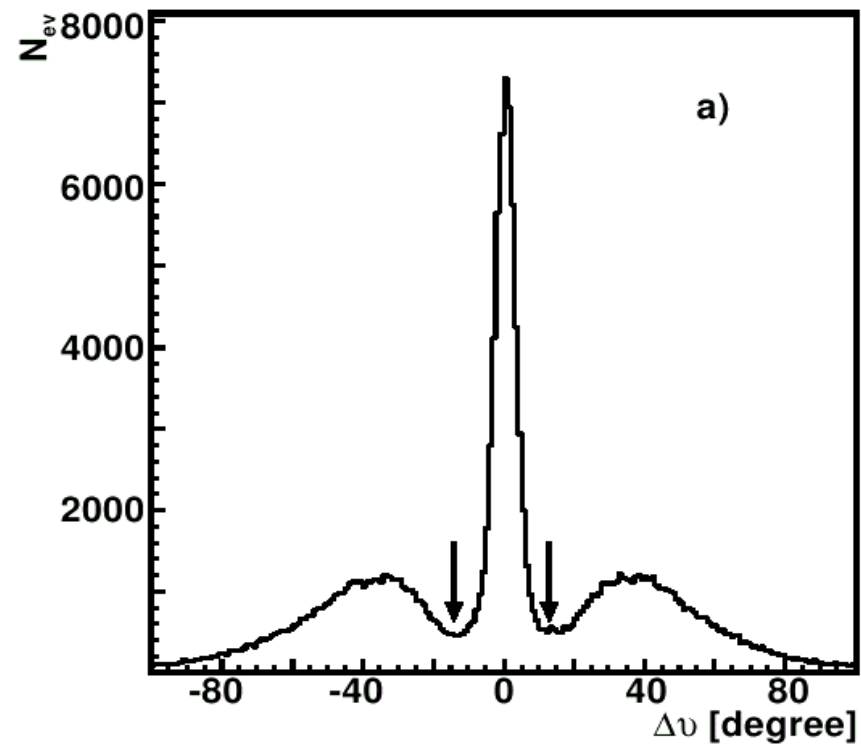
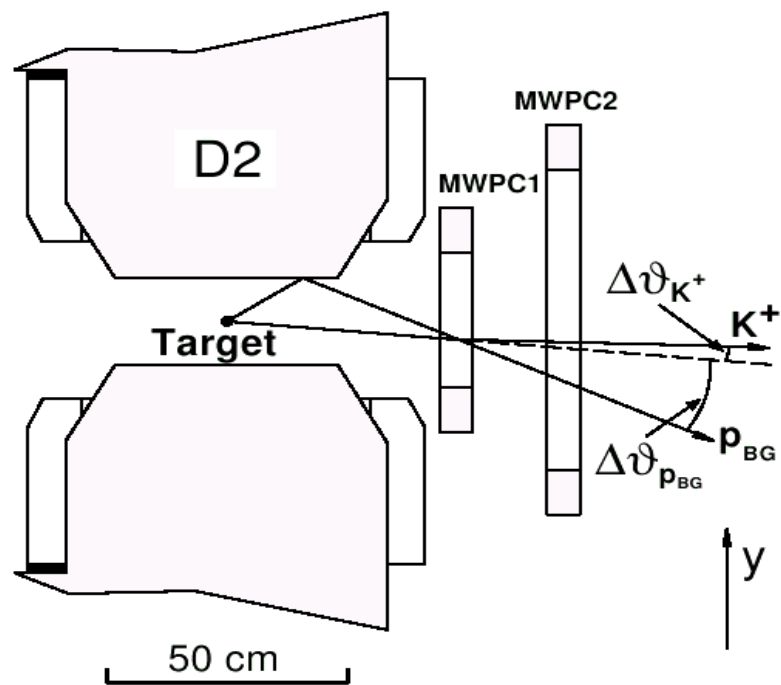
Задержанный veto-сигнал



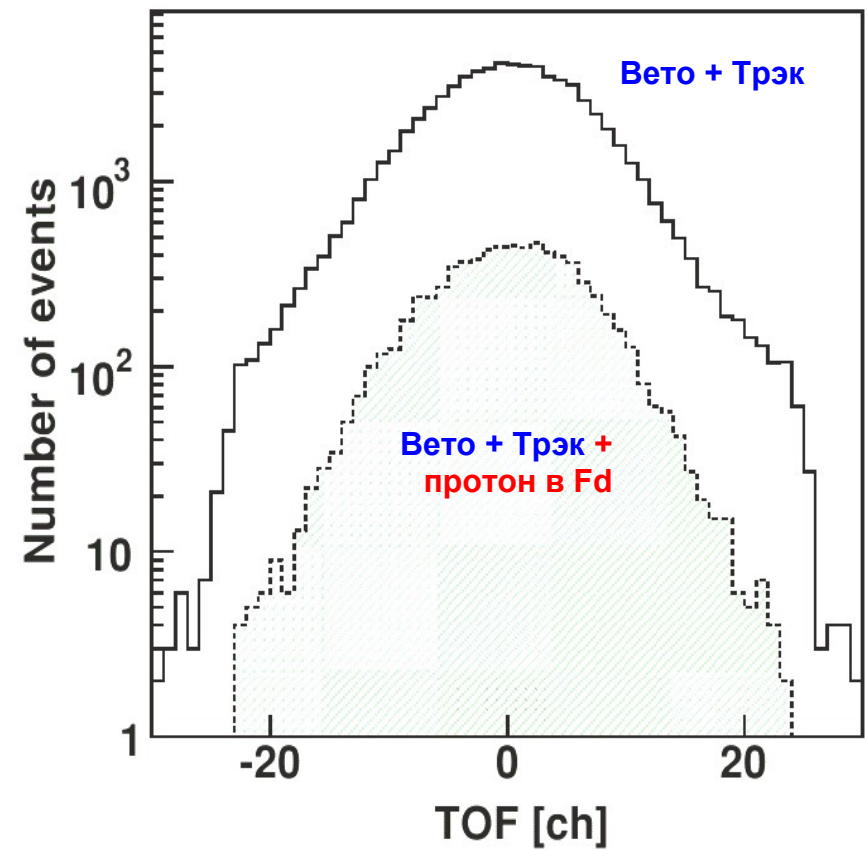
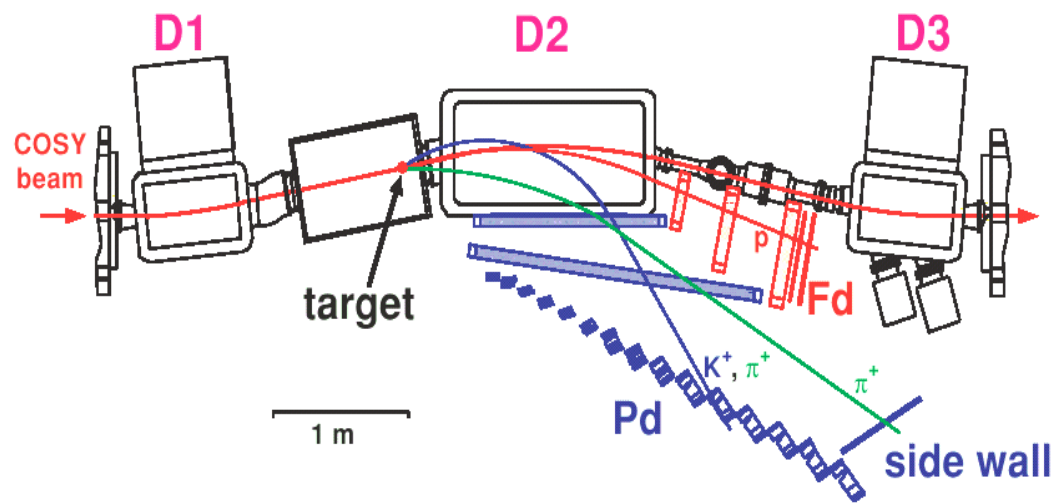
Основной фон от рассеянных на магните протонов.



Вертикальный угол

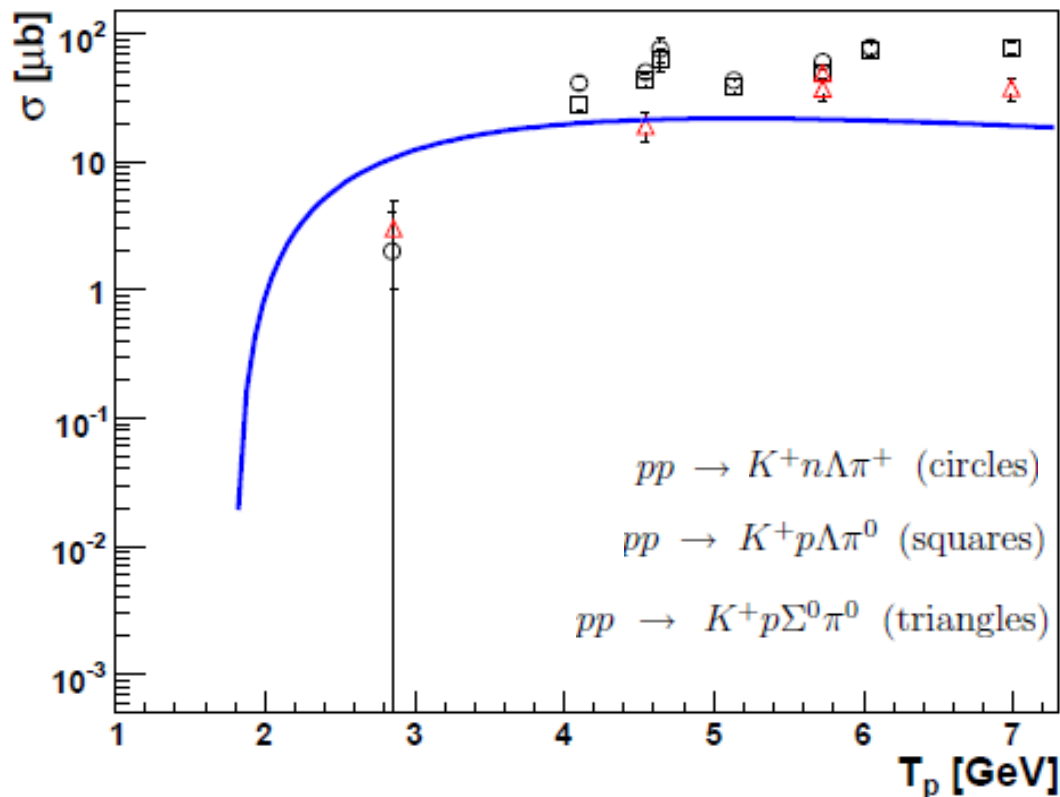


Корреляционные измерения



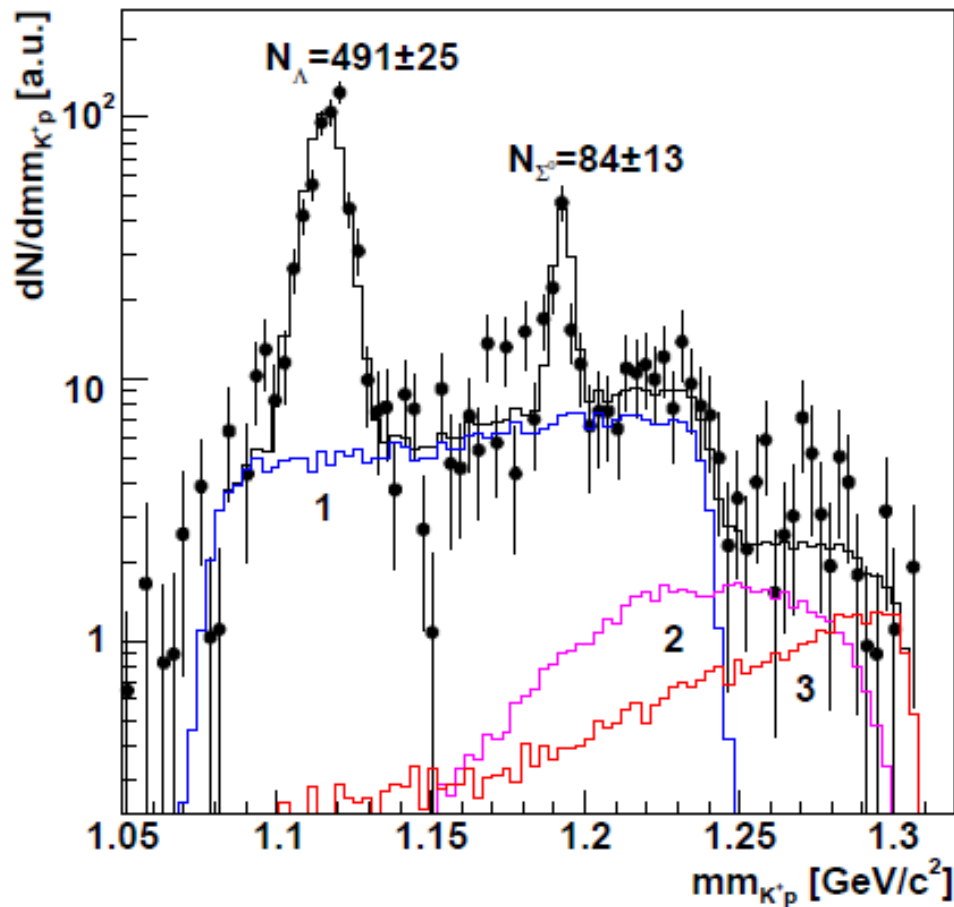
Идентификация реакции

Final state	$K^+ p \Lambda$	$K^+ p \Sigma^0$	$K^+ n \Sigma^+$
T_{thr} [GeV]	1.582	1.794	1.789
$\text{BR}(K^+ p)$ [%]	63.9	63.9	51.6
$\text{BR}(K^+ \pi^+)$ [%]	—	—	48.3



**Единственно возможный
 фоновый процесс для пион-
 каонных корреляций имеет на
 порядок меньше сечение!**

Первый пробный эксперимент K^+p – корреляции ($T_p = 2160$ МэВ)



Модель:

Λ – распределения по углу

протона из мировых данных

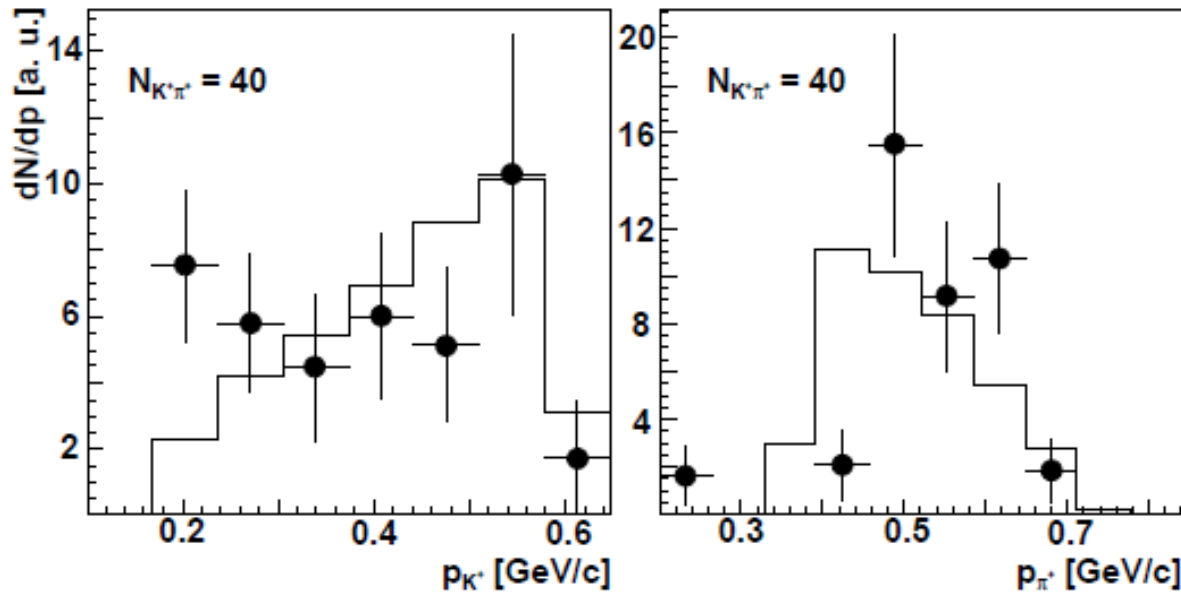
Σ^+ и Σ^0 – фазовый объем

Отношение сечений:

$$\sigma(\Sigma^+)/\sigma(\Sigma^0) \approx 1.5$$

$K^+ \pi^+$ – корреляции ($T_p = 2160$ МэВ)

Физический фон от реакции $pp \rightarrow nK^+ \Lambda \pi^+$ оценен в 2 события



$$\sigma_{\text{tot}}(\Sigma^+) = (2.5 \pm 0.6_{\text{stat}} \pm 0.4_{\text{syst}}) \mu\text{b}$$

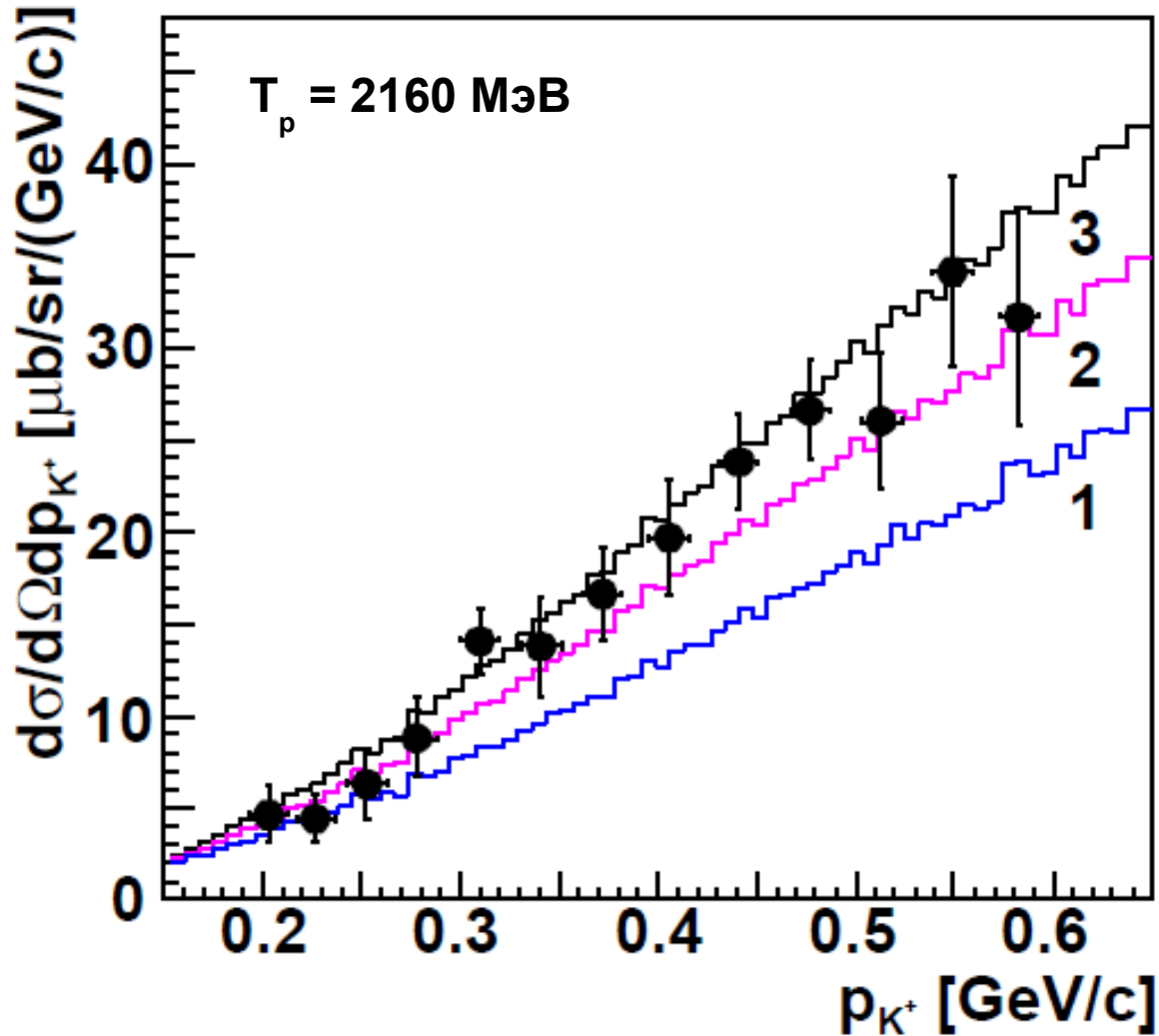
$$\frac{\sigma(\Sigma^+)}{\sigma(\Sigma^0)} = \frac{N_{K^+\pi^+(\Sigma^+)}}{N_{K^+\pi^+(\Sigma^0)}} \times \frac{A_{K^+p(\Sigma^0)}}{A_{K^+\pi^+(\Sigma^+)}} \times \frac{1}{\text{BR}_{\Sigma^+ \rightarrow \pi^+ n}}$$

$$\frac{\sigma(\Sigma^+)}{\sigma(\Sigma^0)} = \frac{(40 \pm 7)}{(84 \pm 13)} \times \frac{4.5 \times 10^{-4}}{5.1 \times 10^{-4}} \times \frac{1}{0.48} = 0.9 \pm 0.2$$

Сечение $\sigma(\Sigma^+)$, а также его отношение к $\sigma(\Sigma^0)$ на два порядка расходятся

с данными экспериментак COSY-11

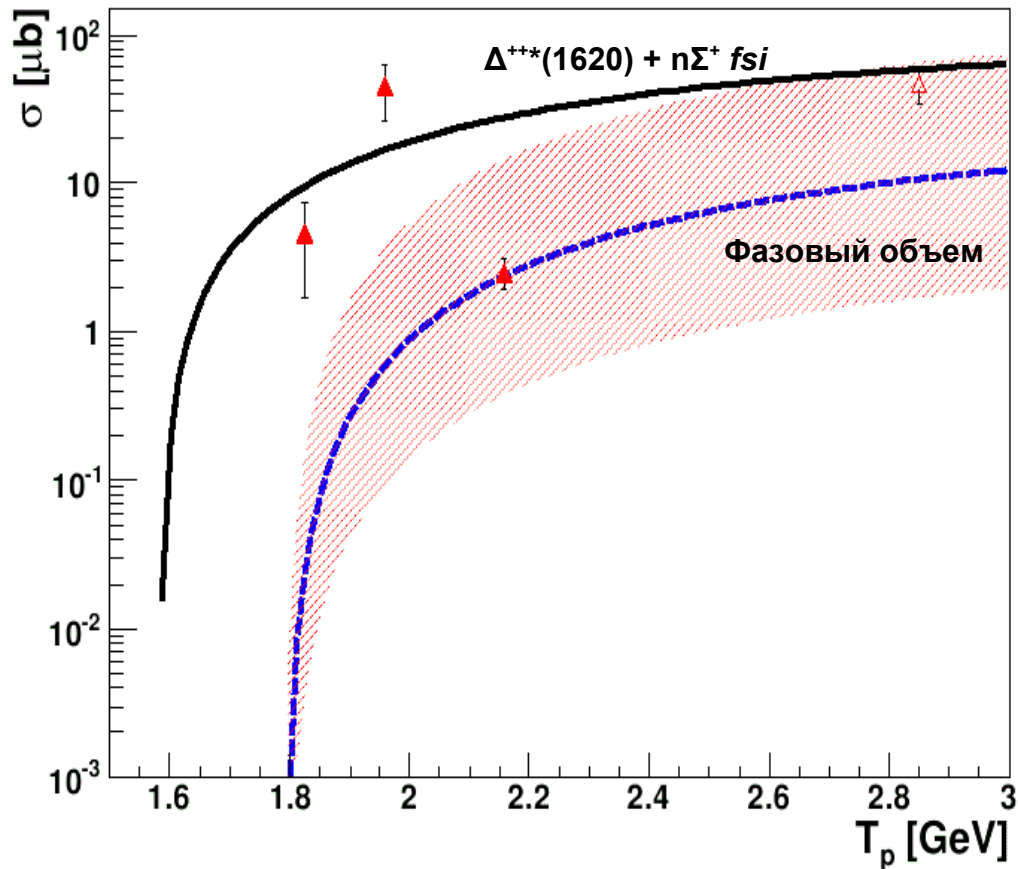
Импульсный спектр K^+ мезонов



Хорошее согласие с моделью

при $\sigma(\Sigma^+)/\sigma(\Sigma^0) \approx 1.5$

Полное сечение реакции $pp \rightarrow nK^+\Sigma^+$



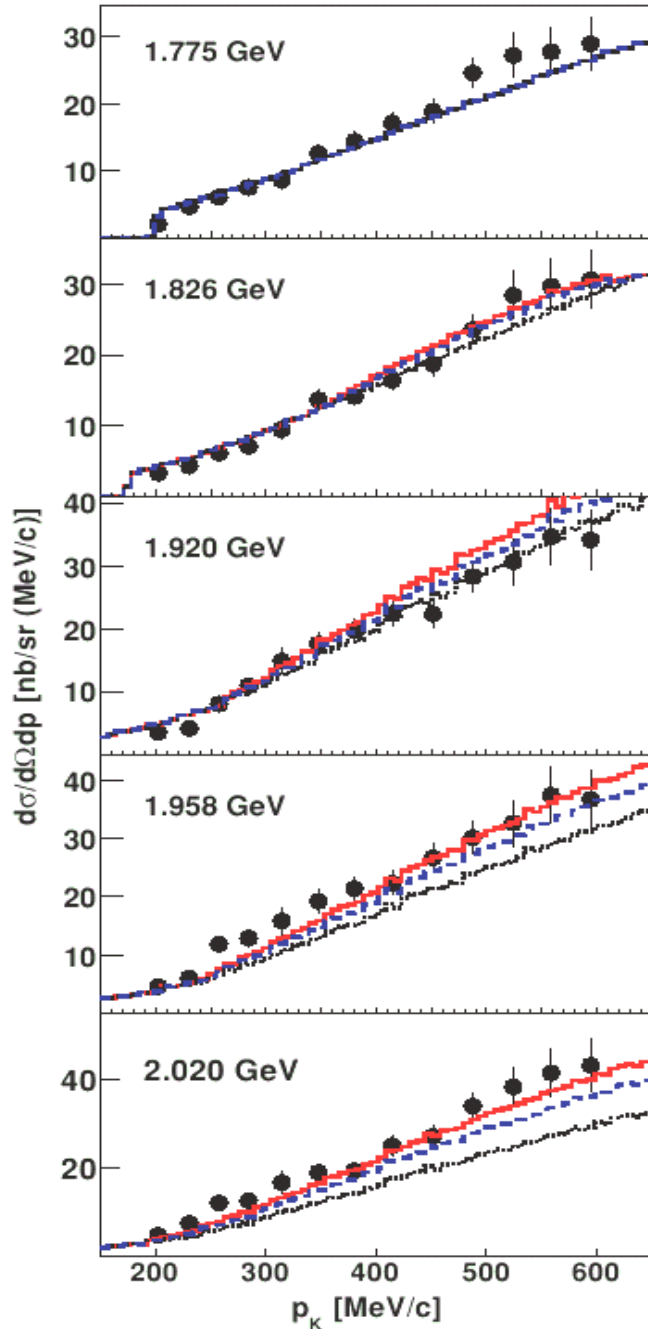
Наличие резонансной структуры
на пороге реакции ???

Необходимы дальнейшие
исследования!

Сеанс в 2007 году

p (GeV/c)	T_p (GeV)	ε (MeV)		
		$K^+ p \Lambda$	$K^+ p \Sigma^0$	$K^+ n \Sigma^+$
2.546	1.775	70	–	–
2.600	1.826	88	11	13
2.700	1.920	122	45	47
2.740	1.958	135	58	60
2.806	2.020	157	80	82

Инклюзивные импульсные спектры



Модель:

Λ – распределения по углу протона из мировых данных, Σ^+ и Σ^0 – фазовый объем

Модельно независимое отношение:

$$R \left(\frac{1.826}{1.775} \right) = \frac{\Lambda_{1.826}}{\Lambda_{1.775}} + \frac{\Sigma^0_{1.826} + \Sigma^+_{1.826}}{\Lambda_{1.775}}$$

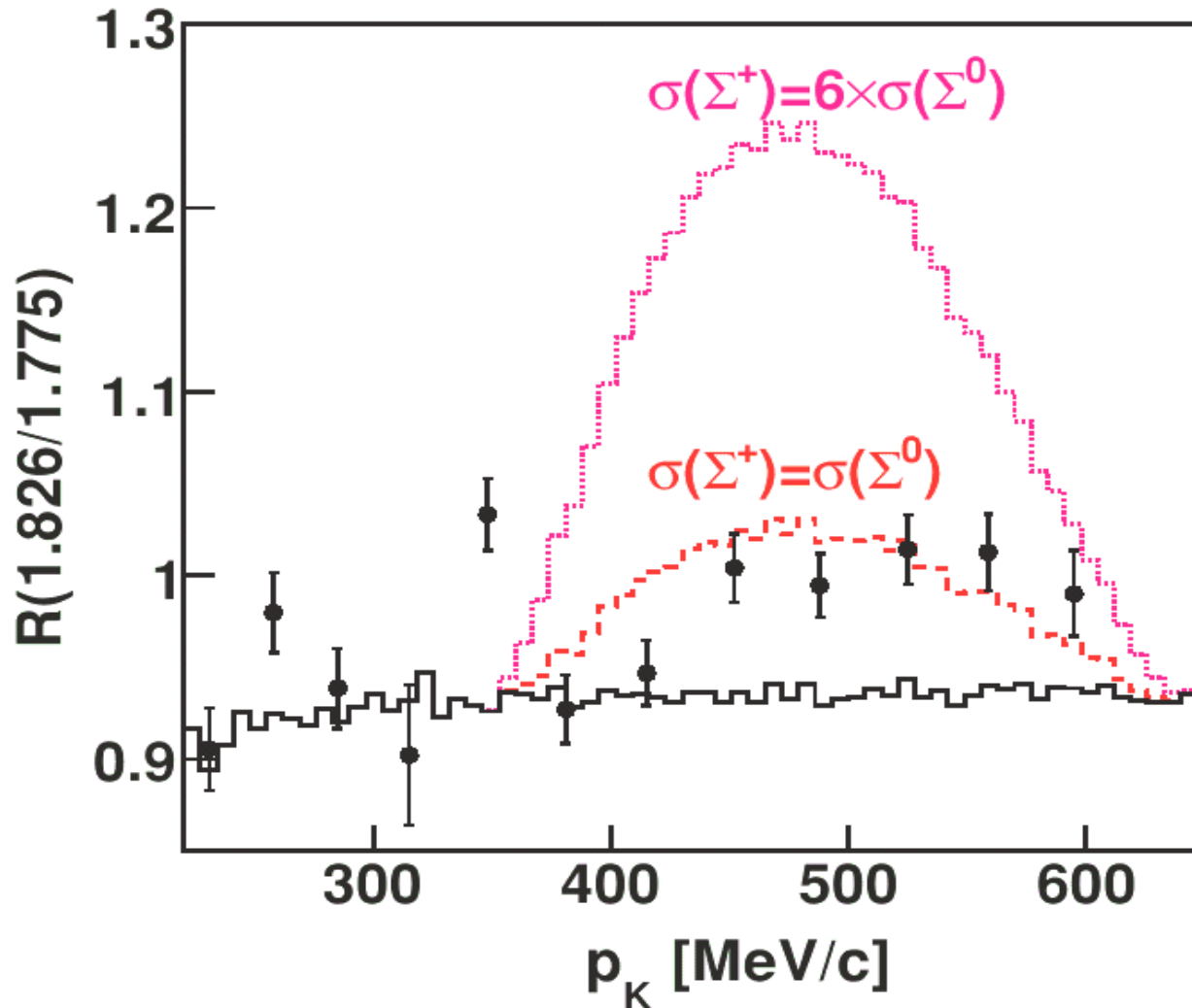
ибо акцептанс для K^+ мезонов из реакции

$pp \rightarrow pK^+\Lambda$ почти не меняется, а для

реакций с образованием Σ^+ и Σ^0

гиперонов он составляет 25%

Отношение импульсных спектров



$$R\left(\frac{1.826}{1.775}\right) = \frac{\Lambda_{1.826}}{\Lambda_{1.775}} + \frac{\Sigma_{1.826}^0 + \Sigma_{1.826}^+}{\Lambda_{1.775}}$$

Хорошее согласие

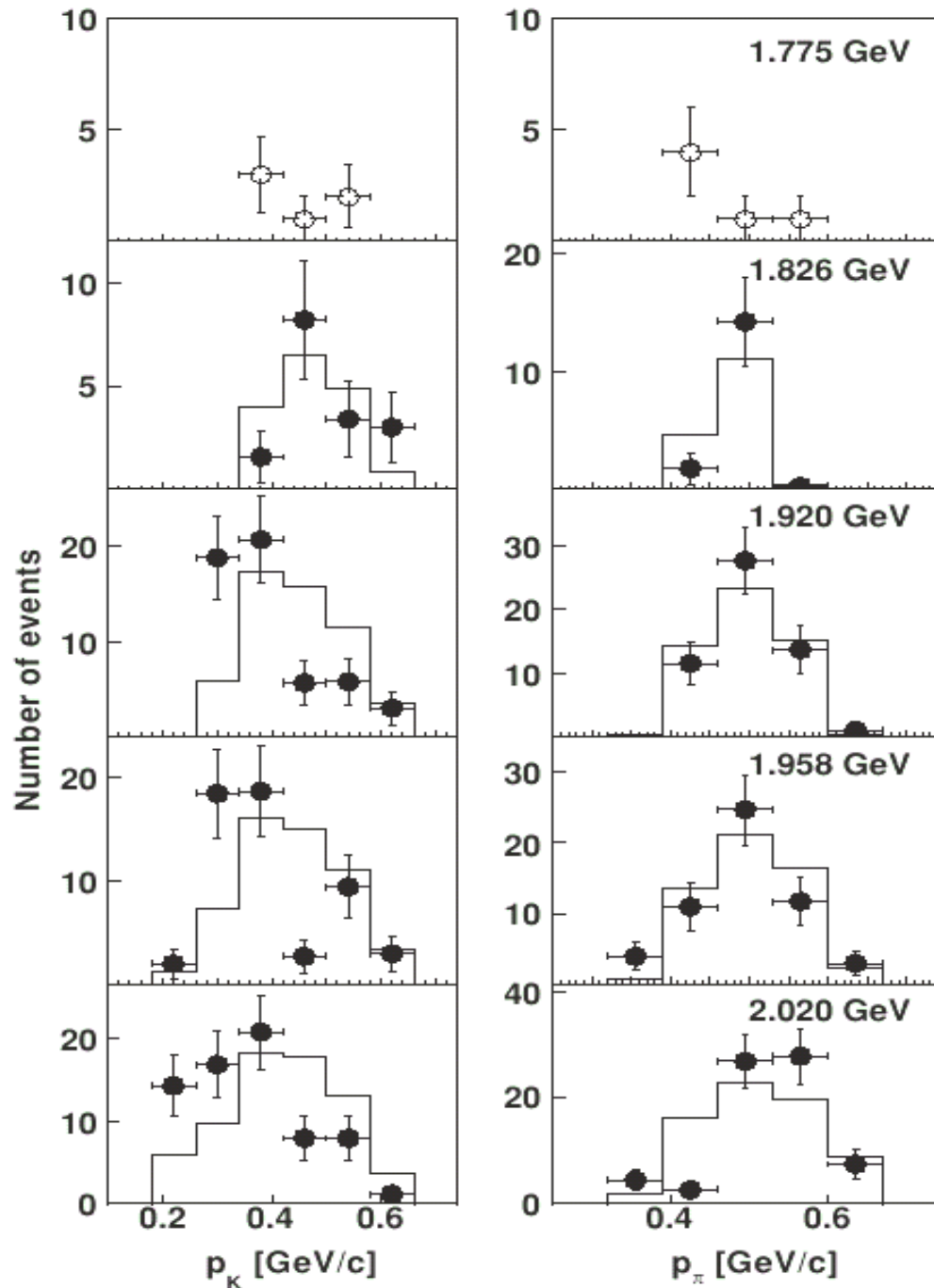
при $\sigma(\Sigma^+)/\sigma(\Sigma^0) \approx 1.0$

Как минимум в 50 раз

меньше отношения,

полученного COSY-11

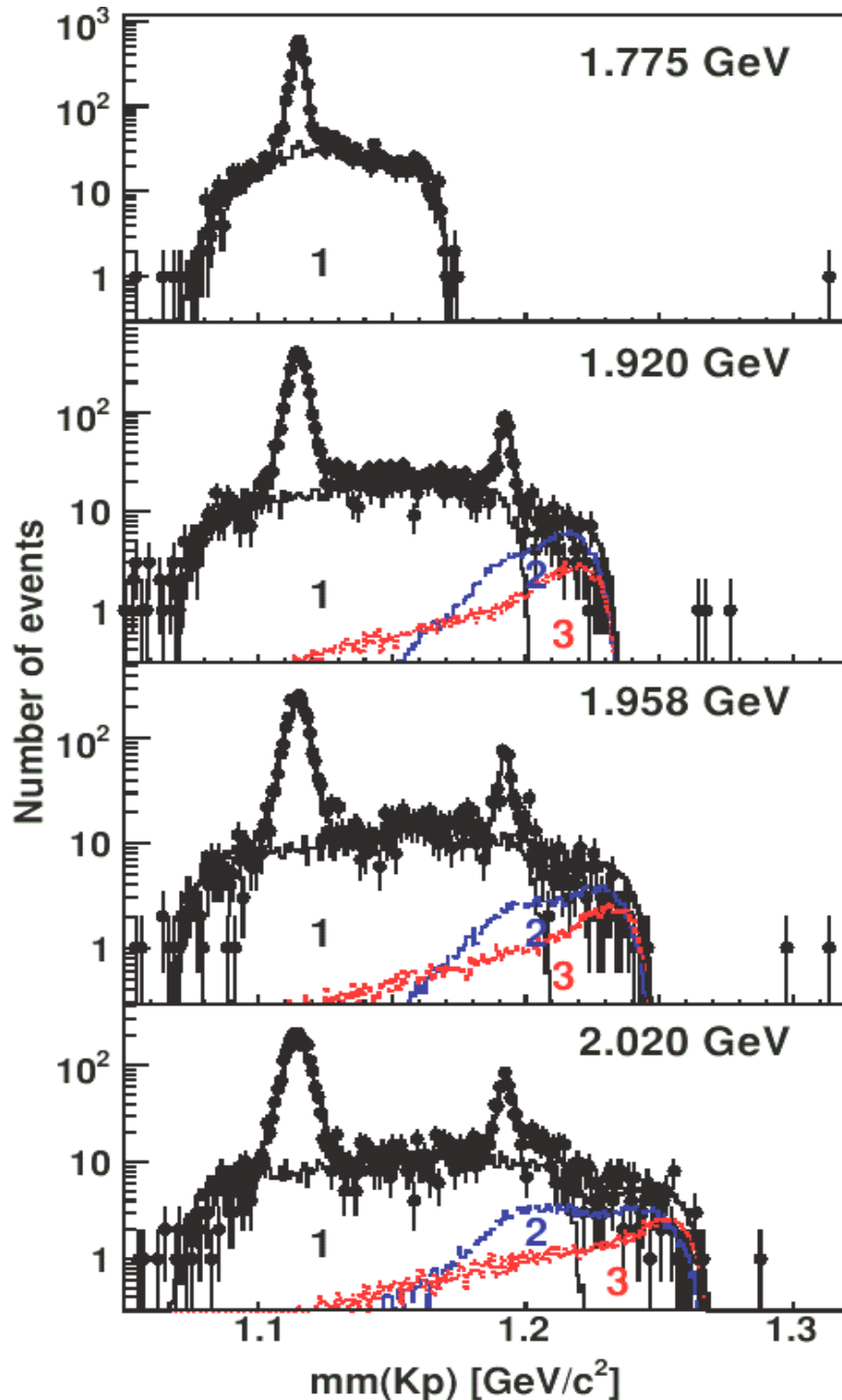
$K^+ \pi^+$ – корреляции



ε MeV	L_{tot} pb^{-1}	N_{tot} event	$\varepsilon_{K^+ \pi^+}^{\text{acc}}$ %
13	3.53	16	2.3
47	2.17	54	0.6
60	1.49	54	0.5
82	1.40	69	0.1

T_p GeV	ε MeV	$\sigma_{K\pi}$ μb	Δ_{stat} %	Δ_{syst} %
1.826	13 ± 1	0.011	38	17
1.920	47 ± 1	0.20	16	17
1.958	60 ± 1	0.39	15	17
2.020	82 ± 1	0.76	14	17

Каон-протонные корреляции



T_p GeV	ε MeV	σ_{Kp} μb	Δ_{stat} %	Upper limit μb
1.826	13 ± 1	—	—	0.045
1.920	47 ± 1	0.25	21	0.51
1.958	60 ± 1	0.41	23	0.83
2.020	82 ± 1	1.09	15	1.62

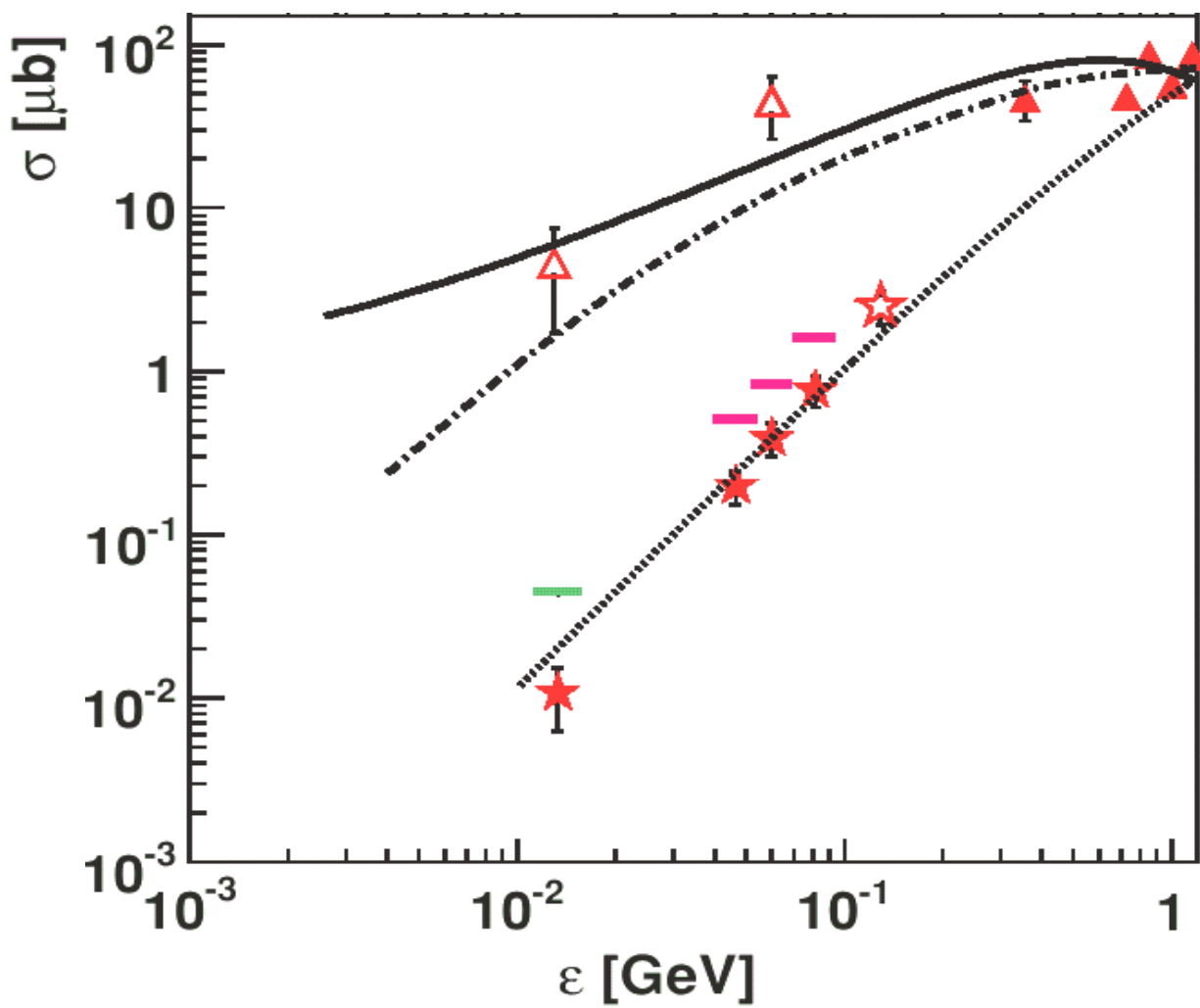
Хорошее согласие при $\sigma(\Sigma^+)/\sigma(\Sigma^0) \approx 1.0$

Верхний предел на $\sigma(\Sigma^+)$,

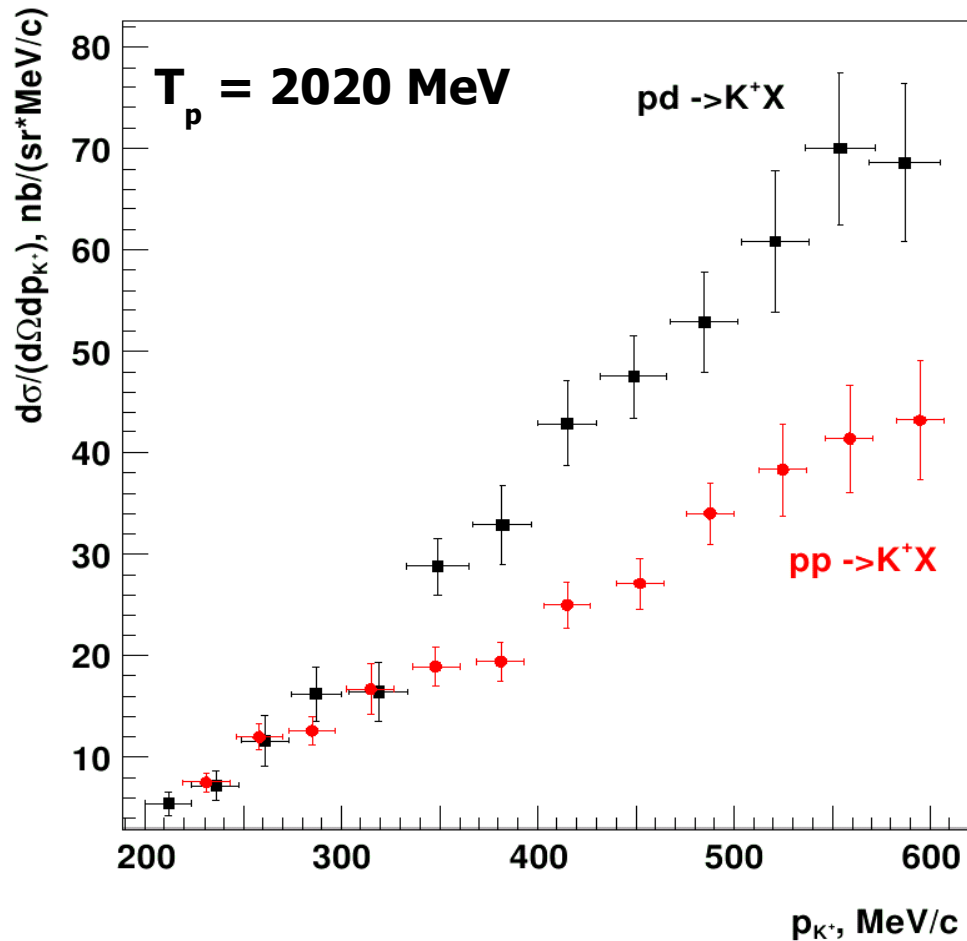
если предположить, что вклад (2) от

Σ^0 равен отсутствует!

Результаты ANKE для $pp \rightarrow nK^+\Sigma^+$



Рождение K^+ мезонов на нейтроне



pp столкновения:

$pp \rightarrow K^+ p \Lambda$

$pp \rightarrow K^+ p \Sigma^0$

$pp \rightarrow K^+ n \Sigma^+$

pn столкновения:

$pn \rightarrow K^+ n \Lambda$ (июнь 2010, предложение)

$pn \rightarrow K^+ p \Sigma^+$ (осень 2010, Е. Шиков)

$pn \rightarrow K^+ n \Sigma^0$

Новые данные по рождению нейтральных гиперонов

