

*Лаборатория мезонной физики  
ОФВЭ ПИЯФ им.Б.П.Константинова*

**Отчет за 2011 год  
о ходе выполнения научно-исследовательской работы  
«Барионная спектроскопия и физика с  $\eta$ -мезонами.»**

**Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.В.Сумачёв.**

## Выполненные этапы в 2011 году:

а) Продолжена обработка результатов экспериментов на СЦ ПИЯФ по измерению сечений реакции  $\pi^-p \rightarrow \eta n$  в около пороговой области импульсов (до 730 МэВ/с). Результаты приняты к публикации в журнале «Ядерная физика». Частично набрана статистика при импульсе 740 МэВ/с.

б) Реализуется программа совместного эксперимента ПИЯФ-ИТЭФ «ЭПЕКУР» по поиску узких нуклонных резонансов. За счет средств ЛМФ и при финансовой поддержке ОФВЭ осуществлено изготовление восьми дрейфовых камер для эксперимента «ЭПЕКУР». Изготовлены пропорциональные камеры с шагом 1 мм и фольговыми электродами для формирования пучка № 322 ускорителя ИТЭФ. Изготовленная аппаратура доставлена в ИТЭФ. Отдел мюонных камер (руководитель В.С.Козлов) фактически завершил изготовление большой дрейфовой камеры (рабочая область 2547x 1847 мм<sup>2</sup>) для второй стадии эксперимента.

В феврале – марте 2011 года набрана статистика в упругом рассеянии отрицательных и положительных пионах на протонах при 16 значениях импульса пионного пучка в интервале 1240- 1330 МэВ/с и 820 – 940 МэВ/с (шаг по импульсу 15 МэВ/с), а в мае-июне 2011 года состоялся методический сеанс по дальнейшему развитию установки.

в) На электронном микротроне MAMI выполнены два цикла по набору статистики на водородной и дейтериевой мишенях на установке “Crystal Ball”.

Сотрудники ПИЯФ участвовали в измерениях на установке “Crystal Ball”.

Состоялось заседание РАС по программе работ на ускорителе в Майнце.

Одобрена программа исследований на следующие 2 – 4 года. Подробнее о выполненной программе было рассказано в отдельном выступлении.

г) На электронном ускорителе ELSA с энергией электронов до 3.5 ГэВ (Бонн, Германия) с использованием модернизированной экспериментальной установке для исследования фоторождения нейтральных мезонов (основой которой является многокристальный спектрометр полного поглощения Crystal Barrel), продолжены измерения двойных поляризационных параметров в фоторождении пионов. Конечной целью является выполнение «полного» опыта.

Подробнее о выполненной программе было рассказано также в отдельном выступлении.

д) В 2009 году создана новая коллаборация **V1**, которая планирует использовать пучок S на ускорителе ELSA (Бонн, Германия). Наши сотрудники участвуют в подготовке эксперимента.

е) Продолжалась работа по подготовке нового парциально-волнового анализа пион-нуклонного рассеяния в первой резонансной области (до 725 МэВ/с).

а) В ПИЯФ в своё время был разработан и изготовлен спектрометр нейтральных мезонов. Он представляет собой двух плечевую установку, каждое плечо которой – электромагнитный калориметр полного поглощения, состоящий из 24 кристаллов CsI(Na). Мозаичная структура калориметров позволяет измерить не только энергию, но и угол эмиссии попавшего в калориметр фотона, а, следовательно, восстановить кинематику распада  $\eta \rightarrow 2\gamma$  и на этой основе определить энергию и угол вылета  $\eta$ -мезона, образовавшегося в результате реакции.

В рамках программы исследования процесса рождения  $\eta$ -мезона на  $\pi$ -мезонном канале синхроциклотрона ПИЯФ выполнены с помощью спектрометра нейтральных мезонов измерения дифференциальных сечений реакции  $\pi-p \rightarrow \eta n$  при импульсах налетающих пионов вблизи порога этой реакции, который составляет 685 МэВ/с. Форма дифференциальных сечений, полученных при указанных импульсах, различается весьма существенно – если при 700 МэВ/с сечения практически изотропны по углу, то при 710, 720 и 730 МэВ/с угловая зависимость анизотропна, но симметрична относительно  $\cos\theta_{cm} = 0$  (напоминает профиль тарелки). Всё это говорит о том, что если непосредственно вблизи порога процесс  $\pi-p \rightarrow \eta n$  идёт преимущественно через образование резонанса  $S_{11}(1535)$  с его последующим распадом по каналу  $\eta N$ , то при более высоких импульсах заметно проявляется D-волна, в то время как P-волна практически отсутствует.

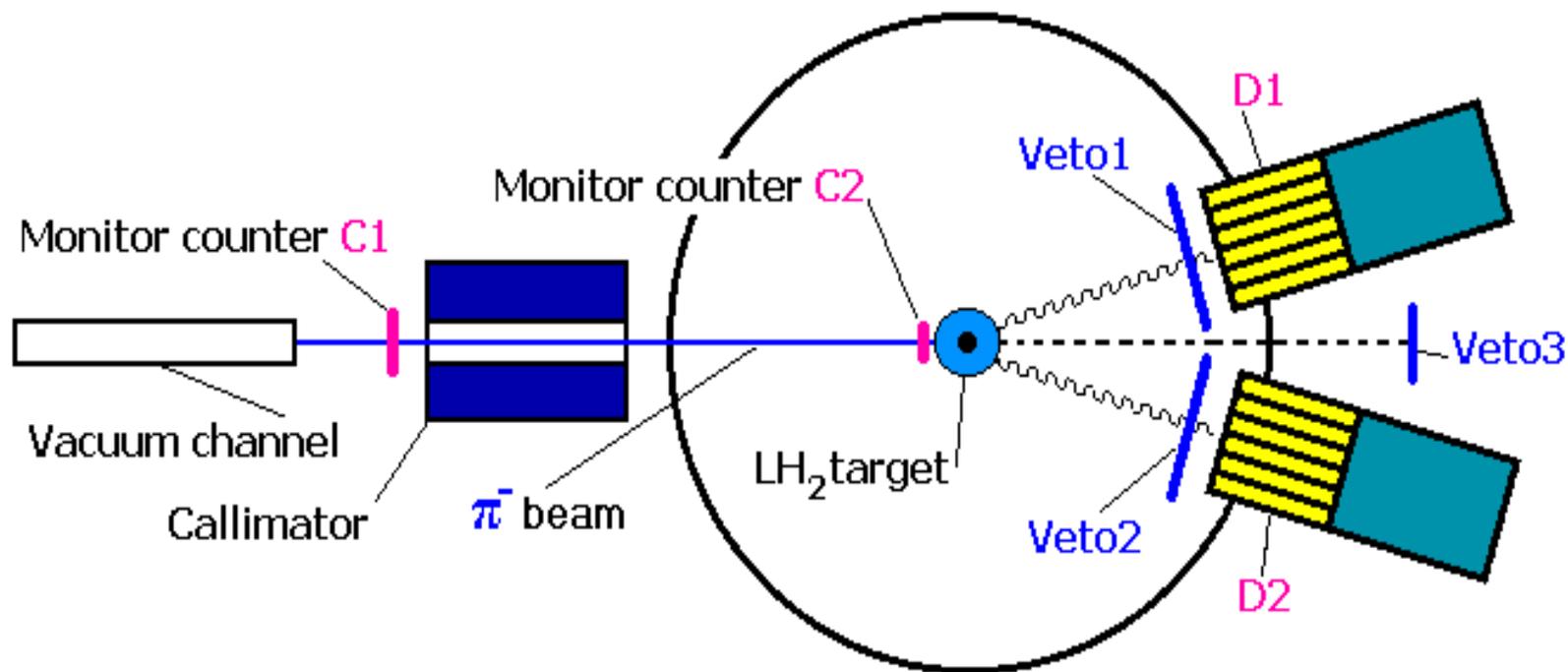
Систематические ошибки измерений не превышают  $\pm 5\%$

Основной принцип спектрометра – определение полной энергии образовавшегося  $\eta$ -мезона  $E_\eta$  и угла  $\theta_\eta$ , под которым он образовался, на основе измерения энергий двух фотонов от распада  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$  и углов их вылета. Спектрометр состоит из двух электромагнитных калориметров полного поглощения, каждый из которых представляет собой матрицу из 24 кристаллов CsI(Na).

Калориметры спектрометра расположены таким образом, чтобы в одном эксперименте можно было измерить дифференциальные сечения процесса  $\pi^-p \rightarrow \eta n$  в угловом диапазоне от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  в системе центра масс; всего в этом диапазоне получено десять статистически обеспеченных значений сечения.



CsI(Na) two arms spectrometer PNPI  
24 crystals in each



Trigger is **C1&C2&D1&D2&Veto1&Veto2&Veto3**  
for charge exchange reaction

В рамках программы «Физика с  $\eta$ -мезонами» в 2011 году завершена обработка серии экспериментов по исследованию околопорогового рождения  $\eta$ -мезона в реакции  $\pi\rho \rightarrow \eta n$ .

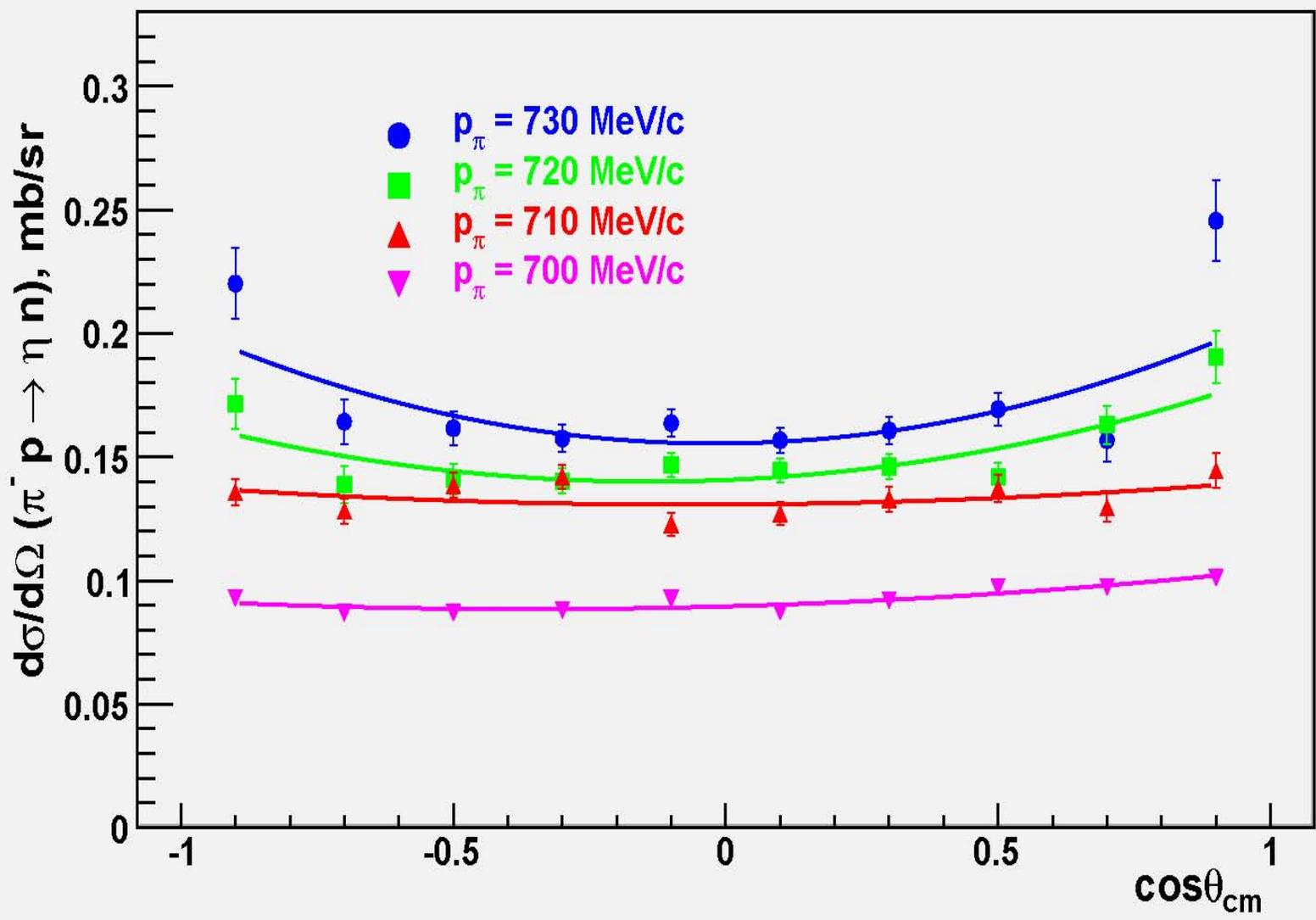
Эксперименты выполнялись на пионом канале синхроциклотрона ПИЯФ при импульсах налетающих  $\pi$ -мезонов (700, 710, 720 и 730 МэВ/с), с использованием спектрометра нейтральных мезонов, спроектированного и созданного в Лаборатории мезонной физики ПИЯФ.

Показано, что если непосредственно вблизи порога процесс рождения  $\eta$ -мезона идёт преимущественно через образование резонанса  $S_{11}(1535)$  с последующим распадом  $S_{11}(1535) \rightarrow \eta n$  ( $BR \approx 60\%$ ), то с ростом импульса налетающих  $\pi$ -мезона становится всё более существенной роль  $D$ -волны. Проведённый в 2010 г. детальный анализ этого эффекта свидетельствует, что он обусловлен возрастающим вкладом резонанса  $D_{13}(1520)$  – хотя вероятность распада этого резонанса по каналу  $\eta n$  считается очень малой ( $BR \approx 0,2\%$ ), эффект усиливается благодаря  $S$ - $D$  интерференции с доминирующим резонансом  $S_{11}(1535)$ .

Статья с результатами работы принята в 2011 году к публикации в журнале «Ядерная физика».

В феврале 2011 года выполнена половина сеанса по набору статистики при импульсе 740 МэВ/с. Продолжить набор статистики не удалось из-за отсутствия финансирования на приобретения газообразного гелия, который необходим для обеспечения работы жидководородной мишени.

Graph



Следующий этап программы включает в себя изучение процесса рождения  $\eta$ -мезона на связанном протоне дейтрона  $\pi^-d \rightarrow \eta n(n)$  и на связанном нейтроне дейтрона  $\pi^+d \rightarrow \eta p(p)$ . Сравнение сечений реакций  $\pi^-d \rightarrow \eta n(n)$  и  $\pi^+d \rightarrow \eta p(p)$  может служить хорошим тестом нарушений зарядовой симметрии в процессе рождения  $\eta$ -мезона.

Сначала планируется измерить с помощью спектрометра нейтральных мезонов сечения процесса  $\pi^-d \rightarrow \eta nn$  на жидко дейтериевой мишени при том же импульсе 730 МэВ/с, при котором ранее были измерены сечения реакции  $\pi^-p \rightarrow \eta n$  на жидководородной мишени. Цель этого этапа – подтвердить, что сечение рождения  $\eta$ -мезона на протоне, связанном в дейтроне, имеет практически ту же величину, что и сечение рождения  $\eta$ -мезона на свободном протоне – естественно, после введения соответствующих поправок на Ферми-движение, принцип Паули и пр.

## Прецизионное измерение дифференциальных сечений упругого рассеяния отрицательных пионов на жидководородной мишени.

И.Г.Алексеев, И.Г.Бордюжин, Л.И. Королева, Б.В. Морозов, В.М. Нестеров,  
В.В. Рыльцов, Д.Н. Свирида, А.Д. Сулимов, Д.А. Федин  
ИТЭФ, Москва

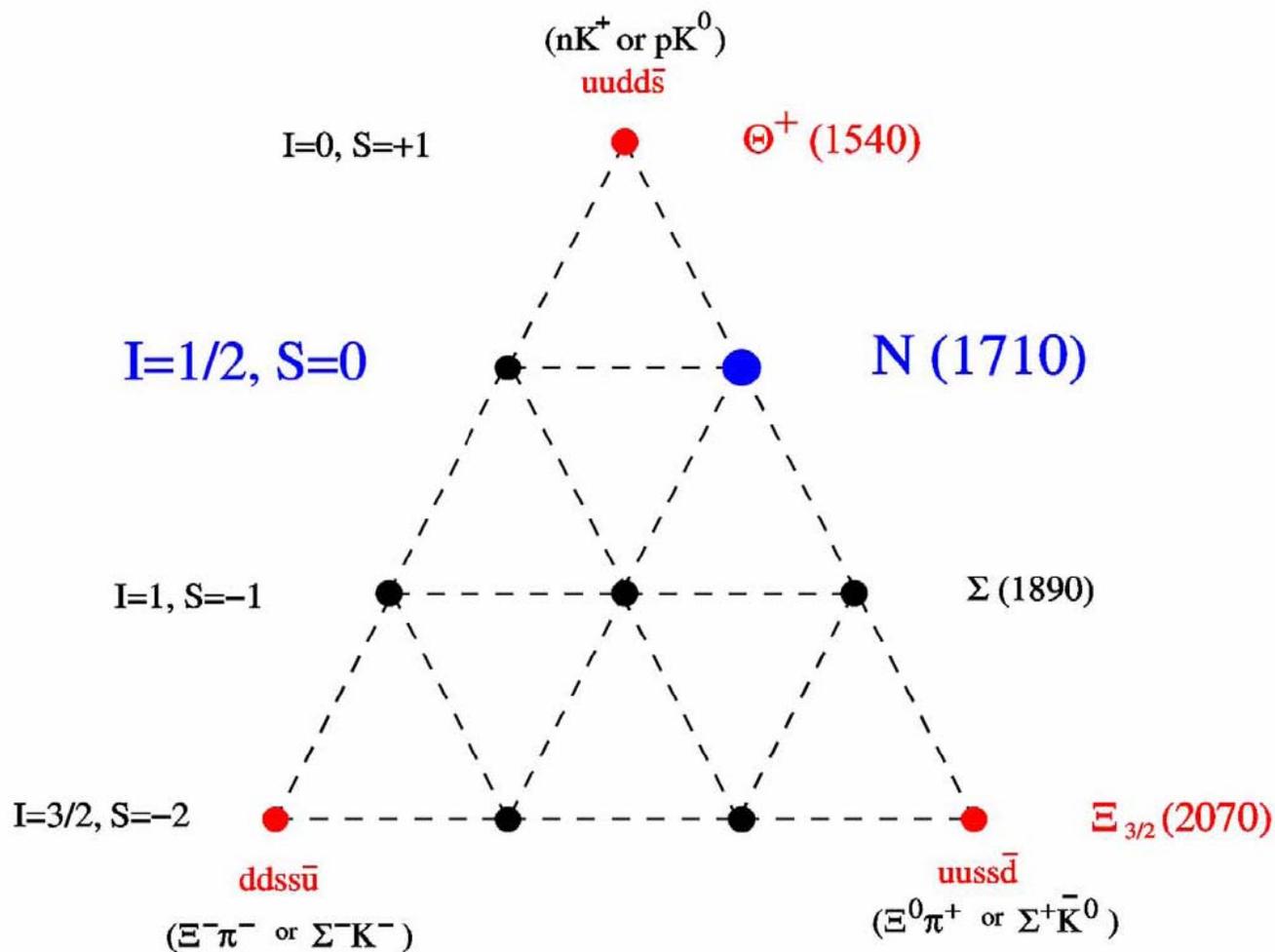
В.А. Андреев, В.В. Голубев, А.Б. Гриднев, Н.Г. Козленко, В.С. Козлов,  
Е.А. Коновалова А.Г. Крившич, Д.В. Новинский, В.В. Сумачёв,  
В.И. Тараканов, В.Ю. Траутман, Е.А. Филимонов  
ПИЯФ, Гатчина



M. Sadler  
ACU, Abilene



anti-decuplet in the chiral soliton model by Diakonov, Petrov and Polyakov (1997)



## Узкая особенность наблюдается:

$d\sigma/d\Omega \gamma n \rightarrow \eta n$  (GRAAL, ELSA, MAMI, LNS)

$d\sigma/d\Omega \gamma n \rightarrow \gamma n$  (GRAAL)

$\Sigma \gamma p \rightarrow \eta p, \gamma n \rightarrow \pi^0 n$  ( $\oplus$ GRAAL -CLAS -MAMI)

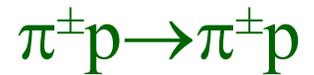
## Не наблюдается:

$d\sigma/d\Omega \gamma p \rightarrow X$  (GRAAL, CLAS, etc)

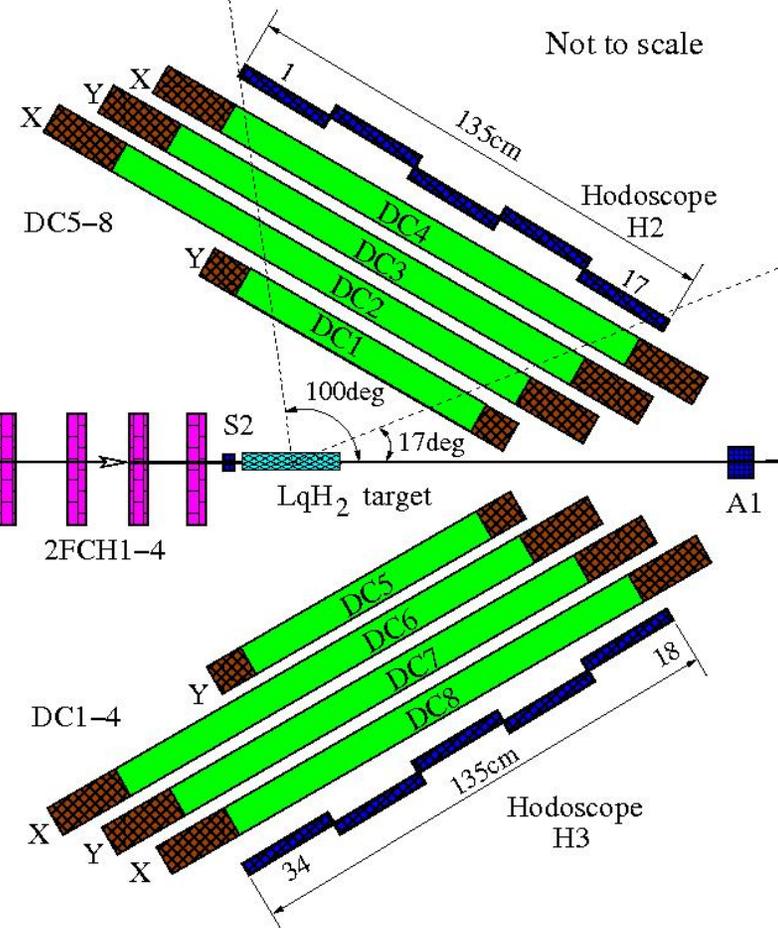
$d\sigma/d\Omega \gamma n \rightarrow \pi n$  (GRAAL, LNS, etc)

$C_X \gamma n \rightarrow \pi^0 n$  (MAMI)

$\Sigma \gamma p \rightarrow \pi^0 p$  (ELSA)



Not to scale



⊙ Пионный пучок ускорителя У-10 ИТЭФ с большим углом поворота (322).

⊙ Пропорциональные камеры в первом фокусе и во втором перед мишенью.

⊙ Жидководородная мишень длиной по пучку 25см.

⊙ Система дрейфовых камер DC1—DC8 для регистрации рассеянных частиц.

⊙ Система триггерных счетчиков S1, S2, A1

✓ Измерение поля поворотного магнита C2 с точностью лучше 0.1% (ЯМР).

✓ Основной триггер: S1·S2·ПК<sub>1Ф</sub>·ПК<sub>2Ф</sub>·(!A1)

ПК<sub>1Ф</sub>, ПК<sub>2Ф</sub> – мажоритарное срабатывание 3 из 8 плоскостей соответствующего блока камер

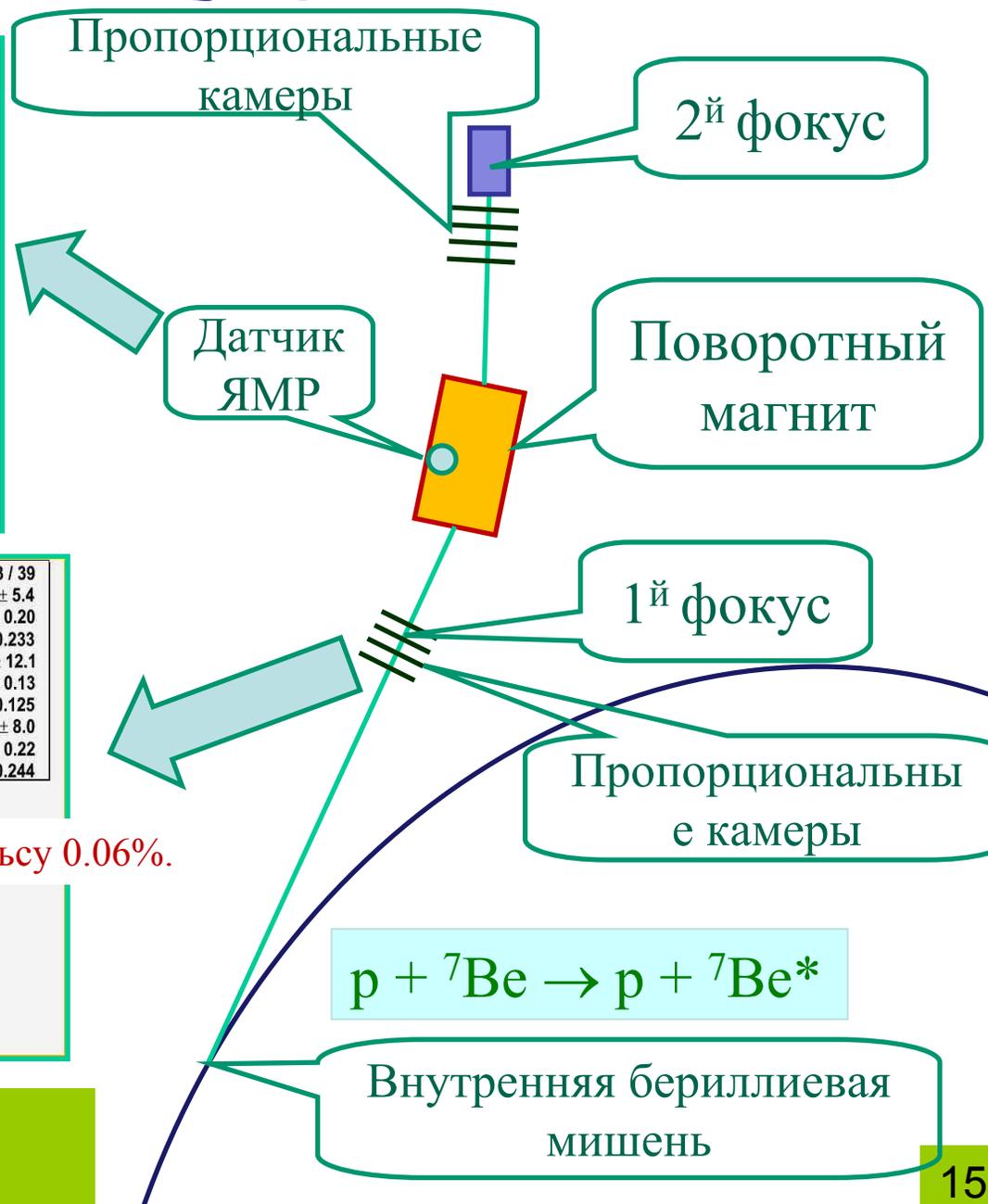
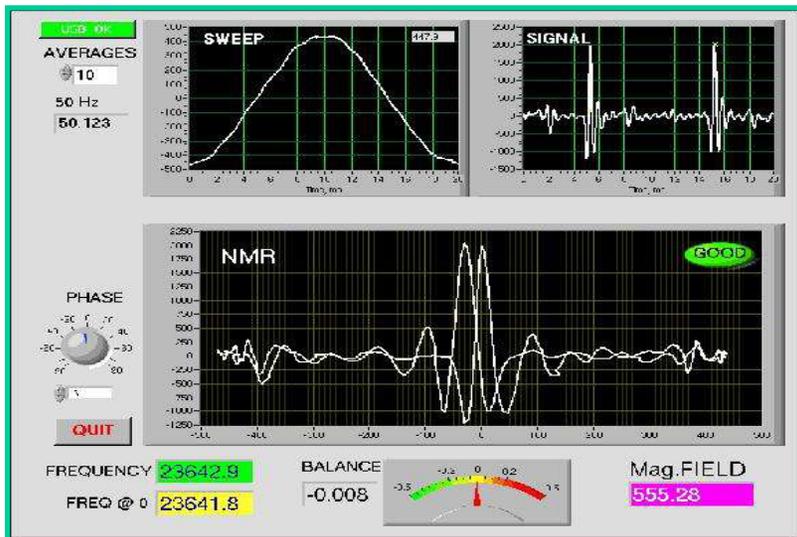
✓ Дополнительные триггера (с прореживанием):

- S1·S2·ПК<sub>1Ф</sub>·ПК<sub>2Ф</sub> – для мониторингирования распределения по импульсам и нормировки;

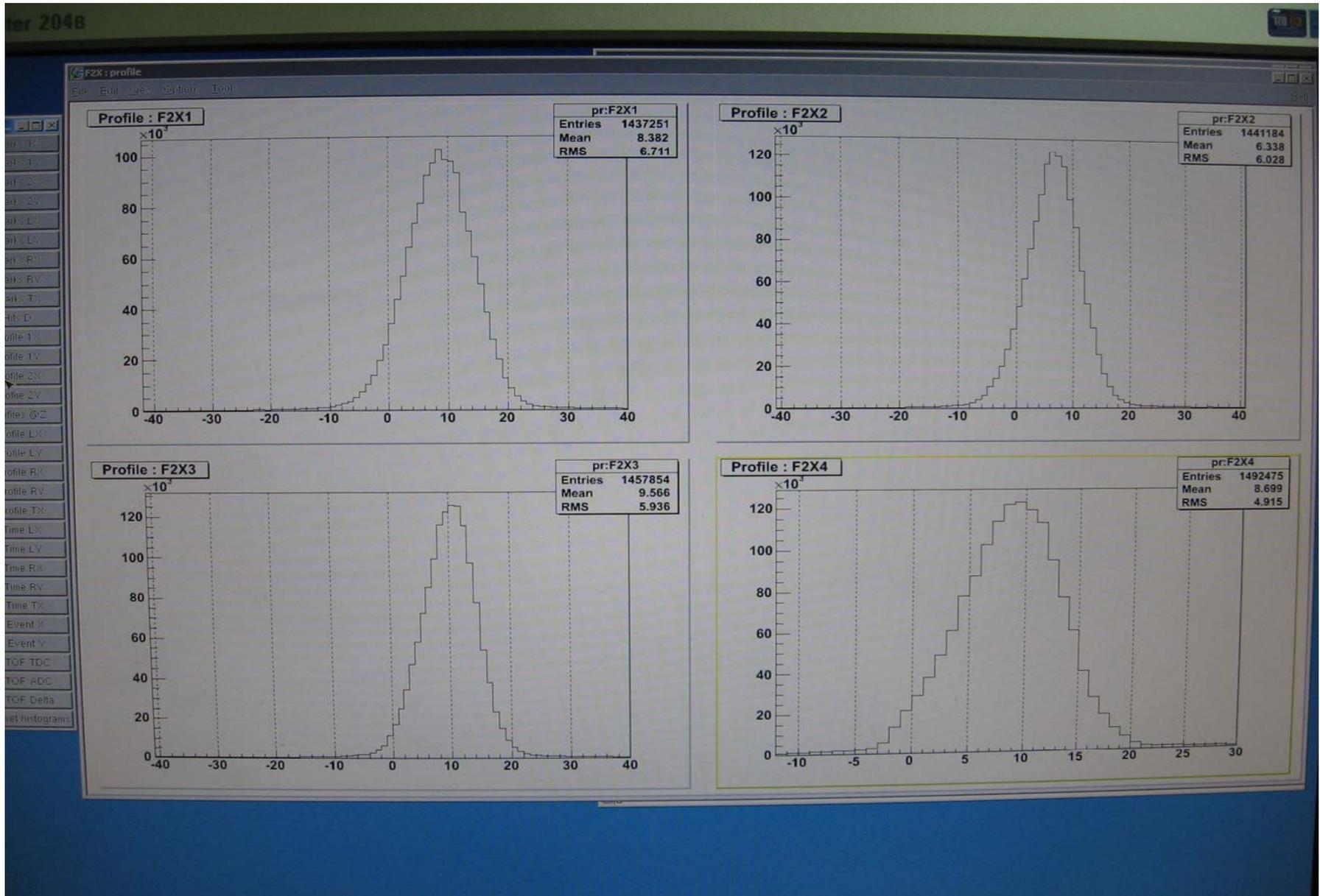
- S1·A1·ПК<sub>1Ф</sub>·ПК<sub>2Ф</sub> – для проверки наводки пучка на мишень.



# ЛМФ 2011 (ПИОН-НУКЛОН)



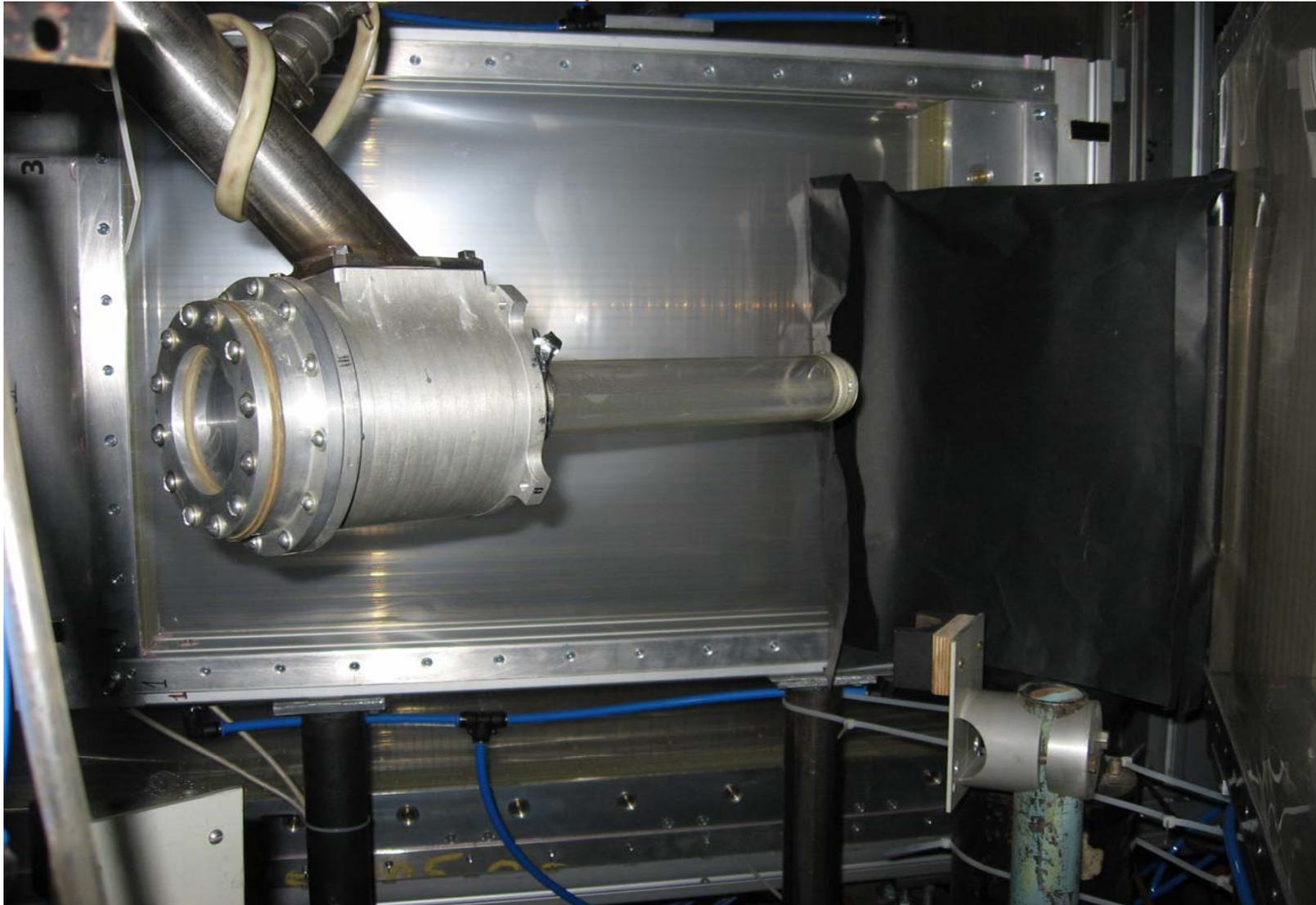
Калибровка импульса канала по импульсу ускорителя



Профиль пионного пучка во втором фокусе.

# ЛМФ 2011 (ПИОН-НУКЛОН)

Жидководородная мишень.

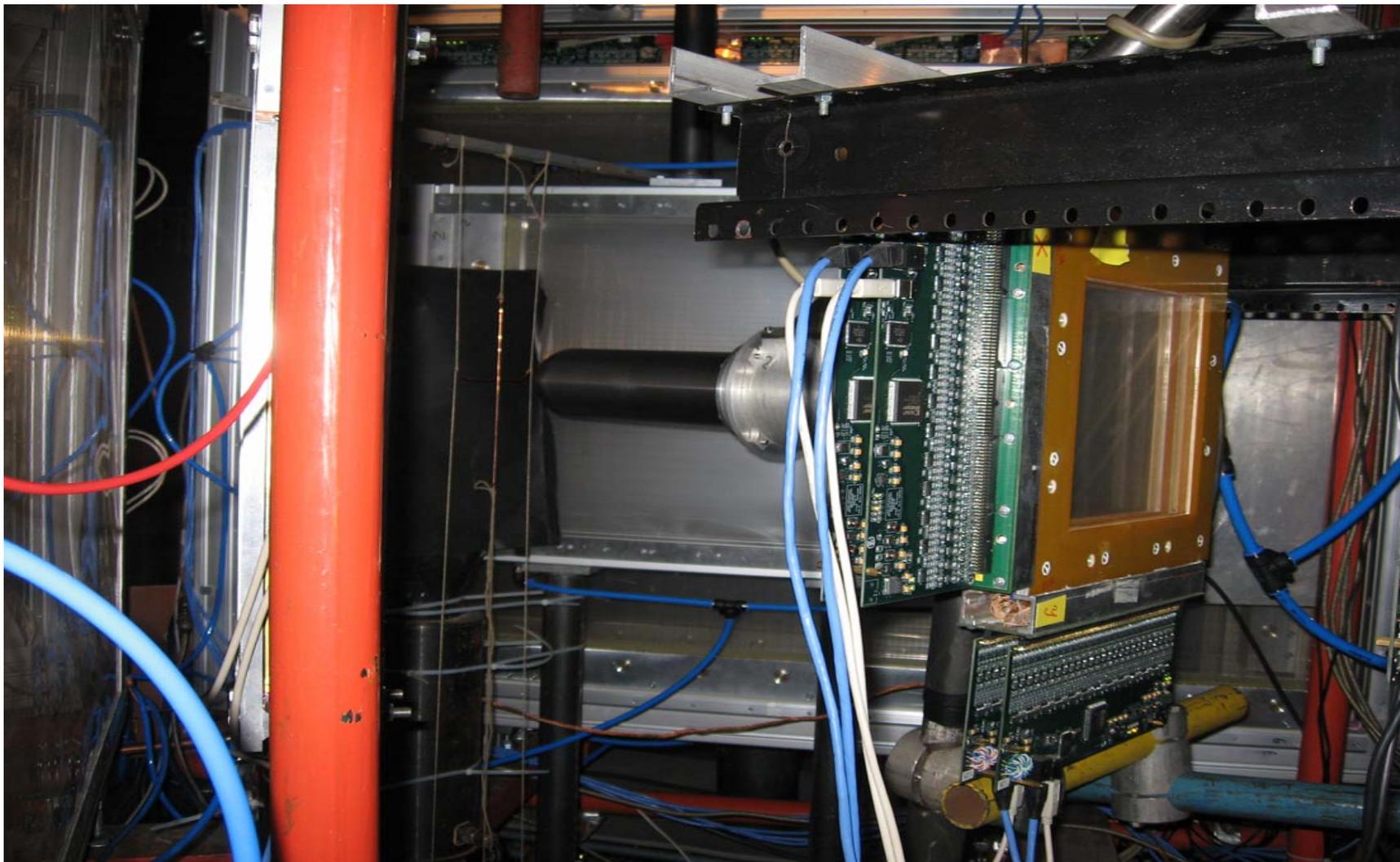


Рабочий объем  $L=25$  см,  $\varnothing 40$  мм.

Малое количество вещества: майларовый контейнер и бериллиевый внешний кожух.

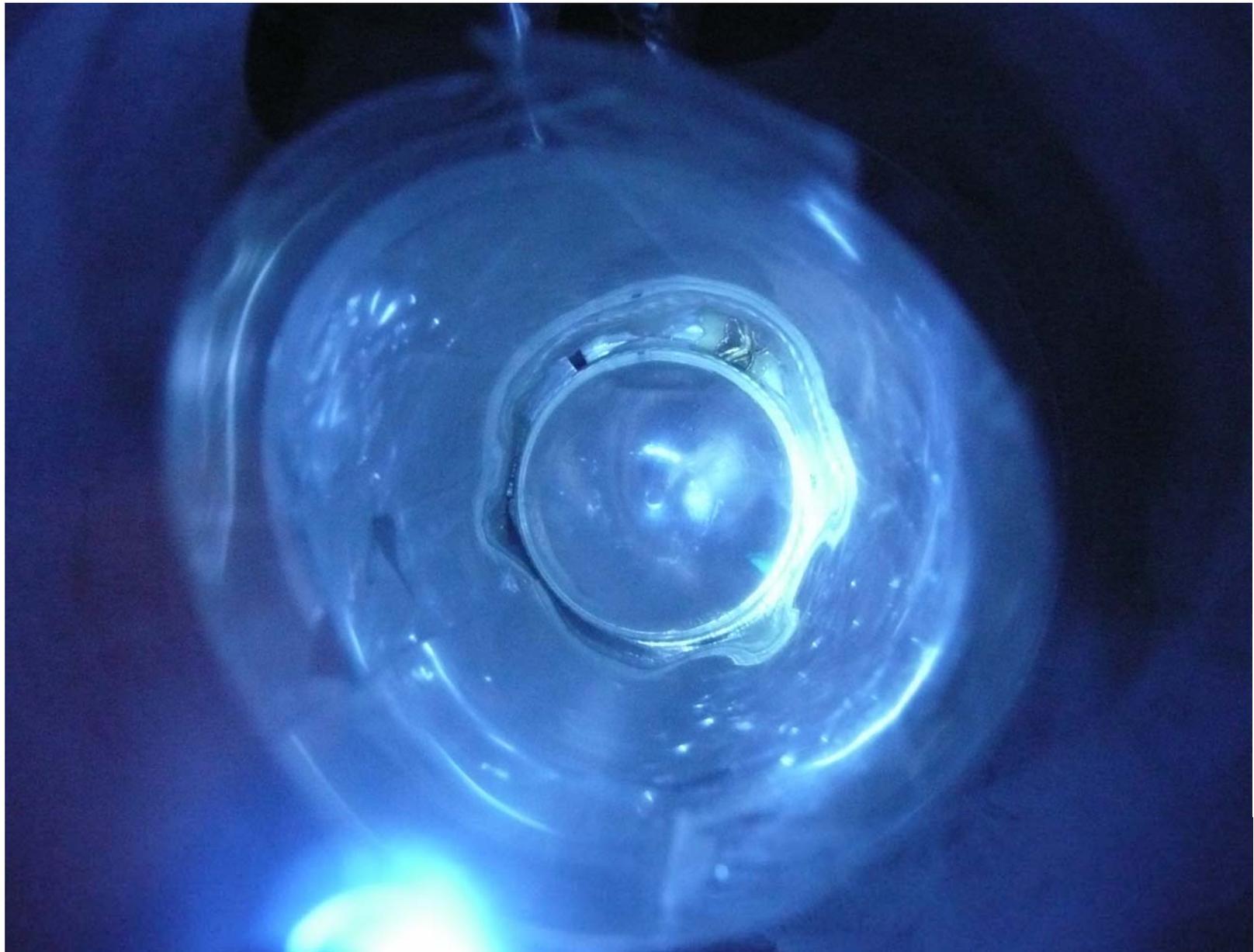
# ЛМФ 2011 (ПИОН-НУКЛОН)

## Жидководородная мишень.



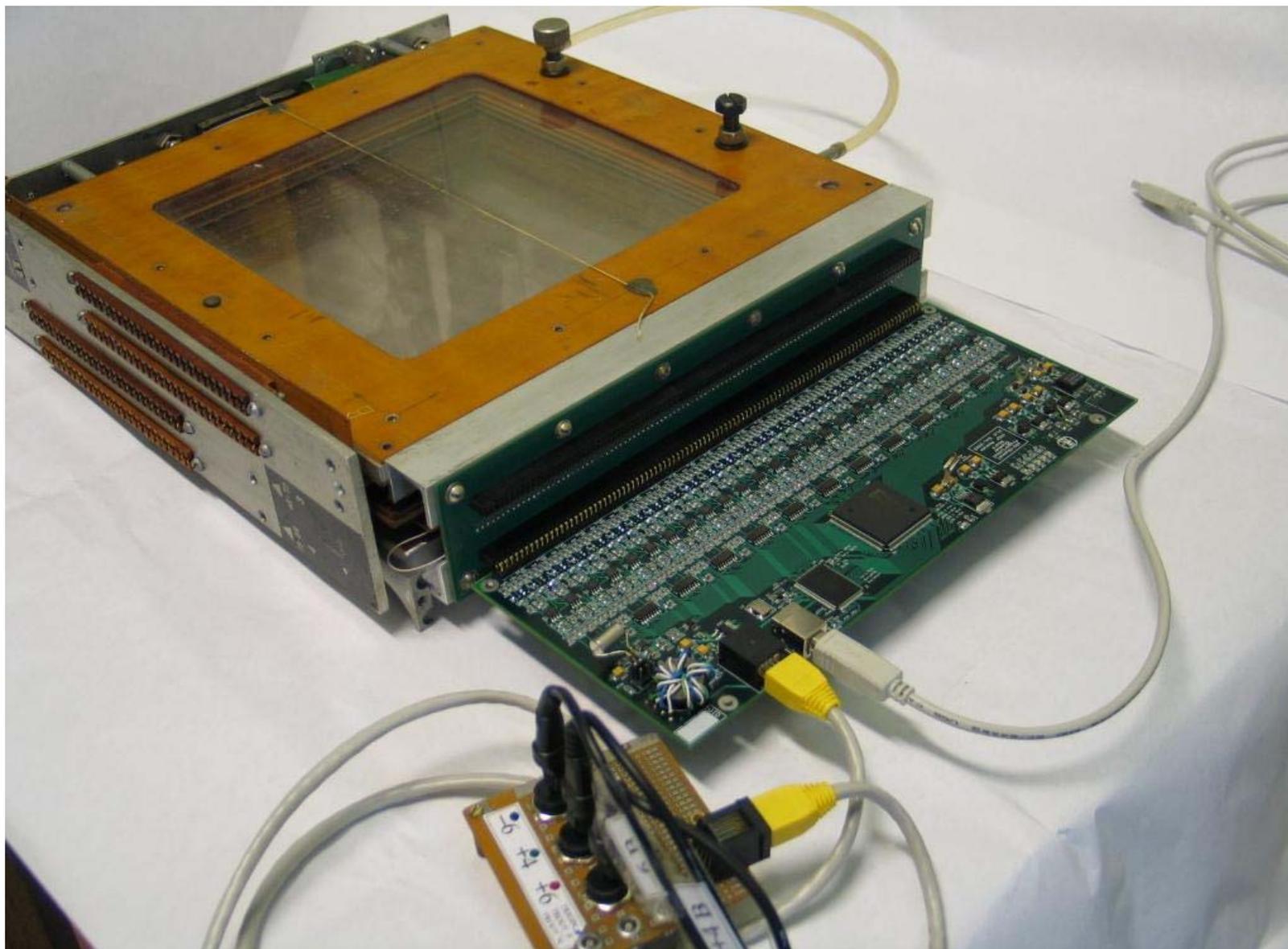
# ЛМФ 2011 (пион-нуклон)

Водород в аппендиксе мишени.

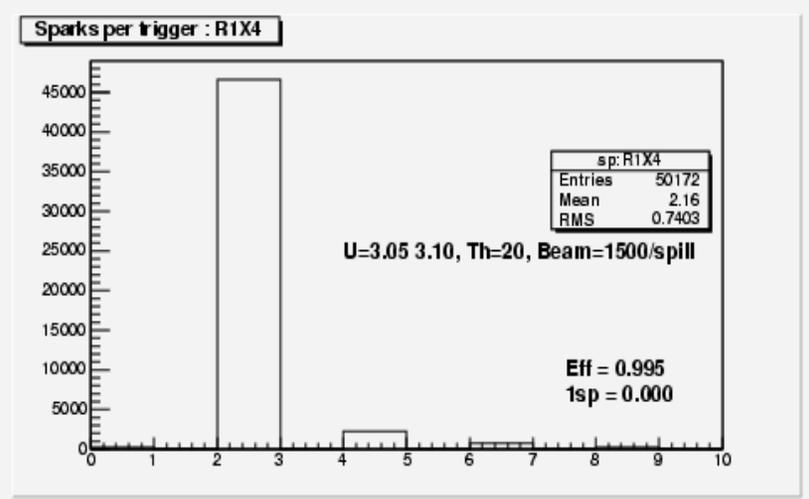
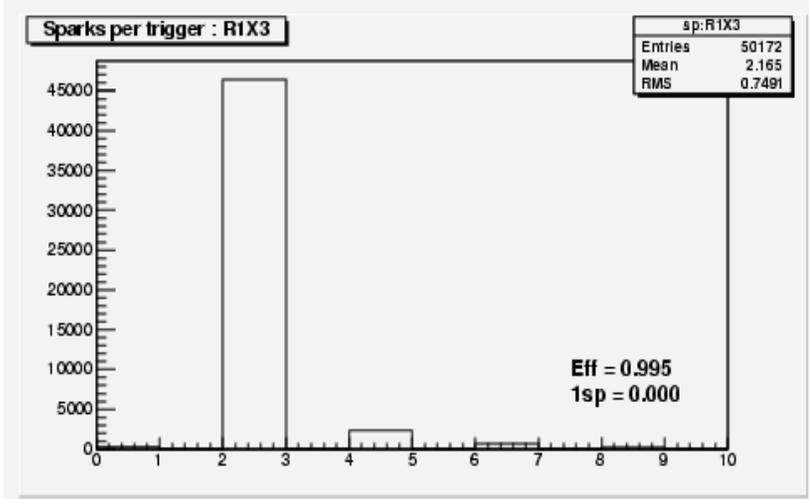
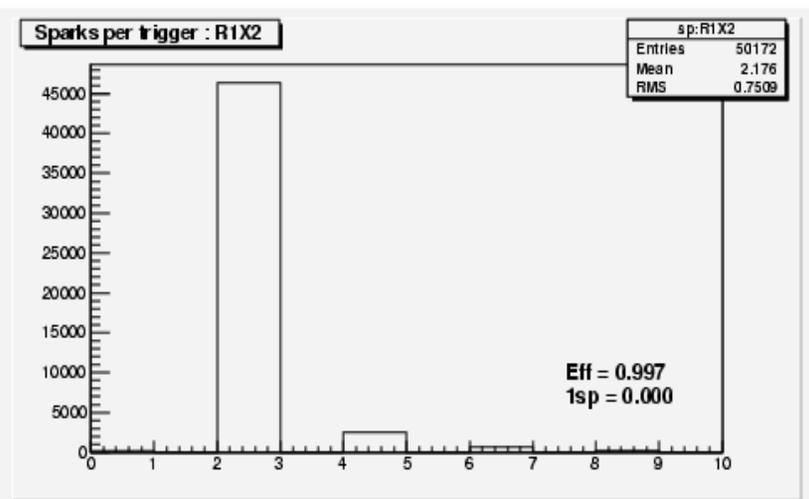
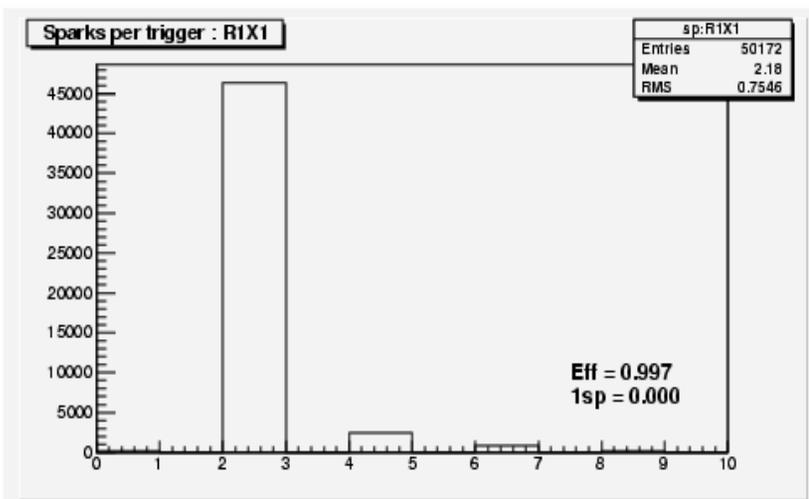


# ЛМФ 2011 (пион-нуклон)

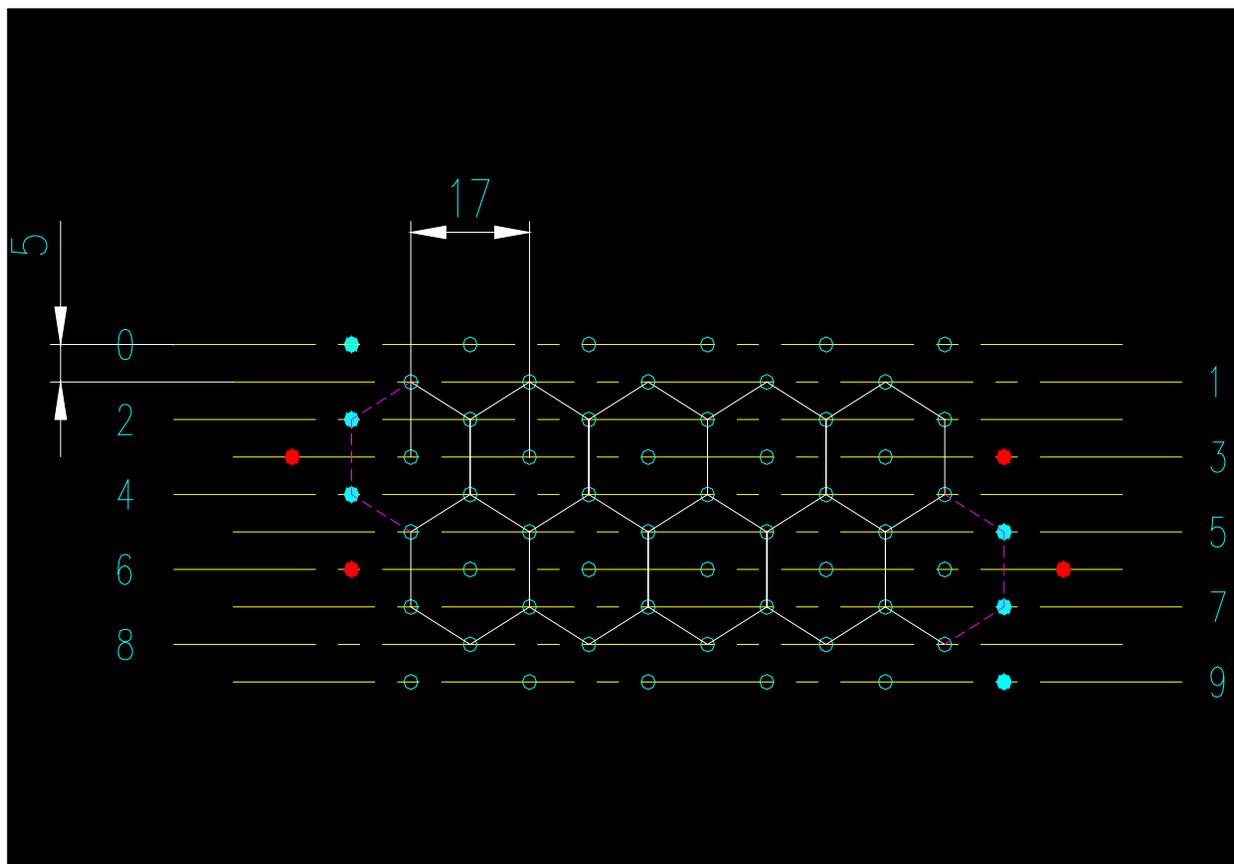
Пучковые пропорциональные камеры.



## Эффективность пропорциональных камер.

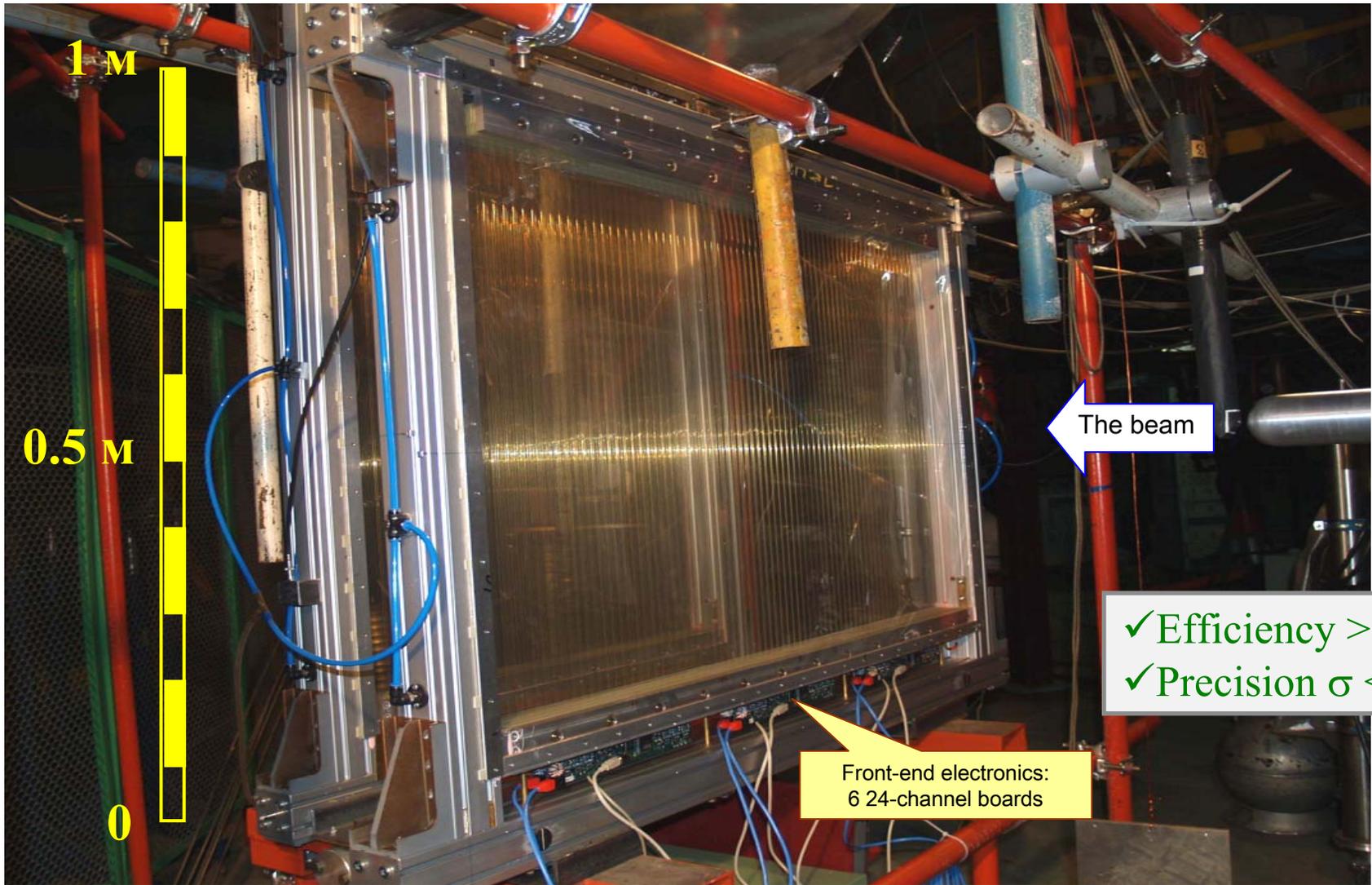


## Гексагональная структура дрейфовых камер.



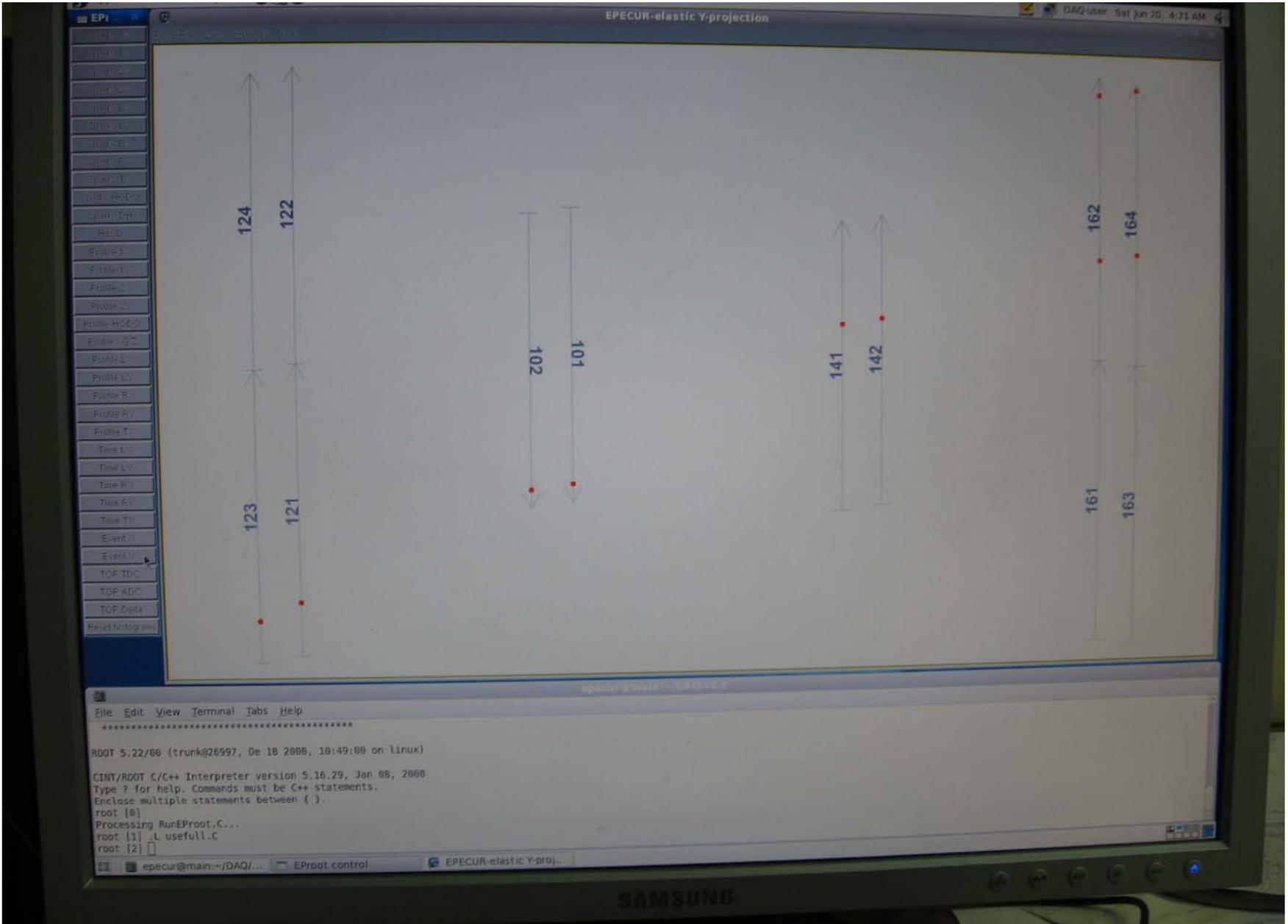
Выполнено моделирование сбора заряда и его газового усиления в ячейке дрейфовой камеры с гексагональной структурой при прохождении через нее минимально-ионизирующей частицы. Анализ результатов моделирования показал, что для получения координатной точности 200 мкм при пороге дискриминатора 1 мка нужно иметь длительность фронта нарастания при подаче на усилитель прямоугольного импульса не хуже 15 нс. Эти расчеты были использованы для оптимизации частотных свойств усилителей.

# ЛМФ - 2011 год



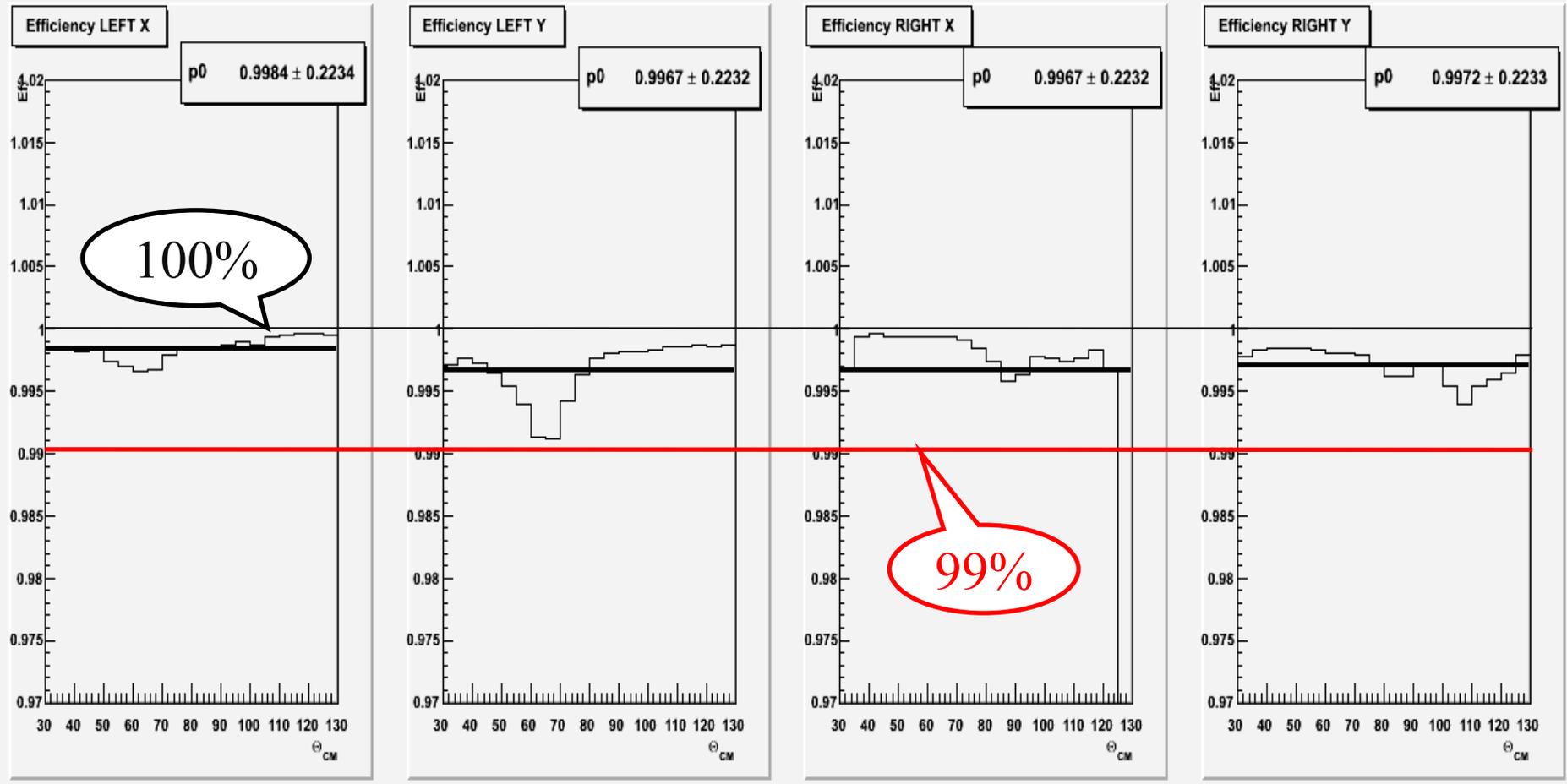
Drift chamber module “X” (wires along the short side) under test at ITEP accelerator. A “Y” module be seen behind the “X” module.

# ЛМФ 2011 (ПИОН-НУКЛОН)



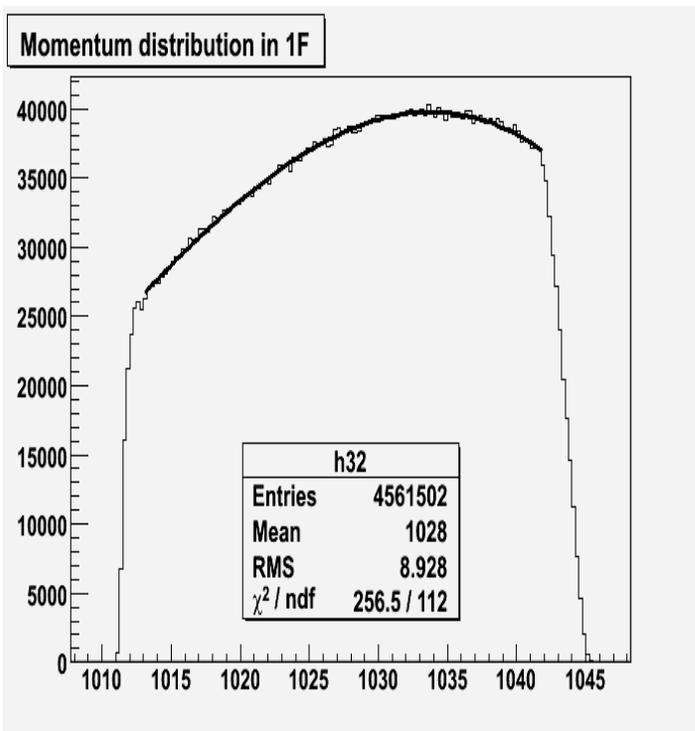
## Трековая эффективность.

При проведении трека требуется наличие срабатывания хотя бы в трех из четырех возможных плоскостей дрейфовых камер в каждой проекции.

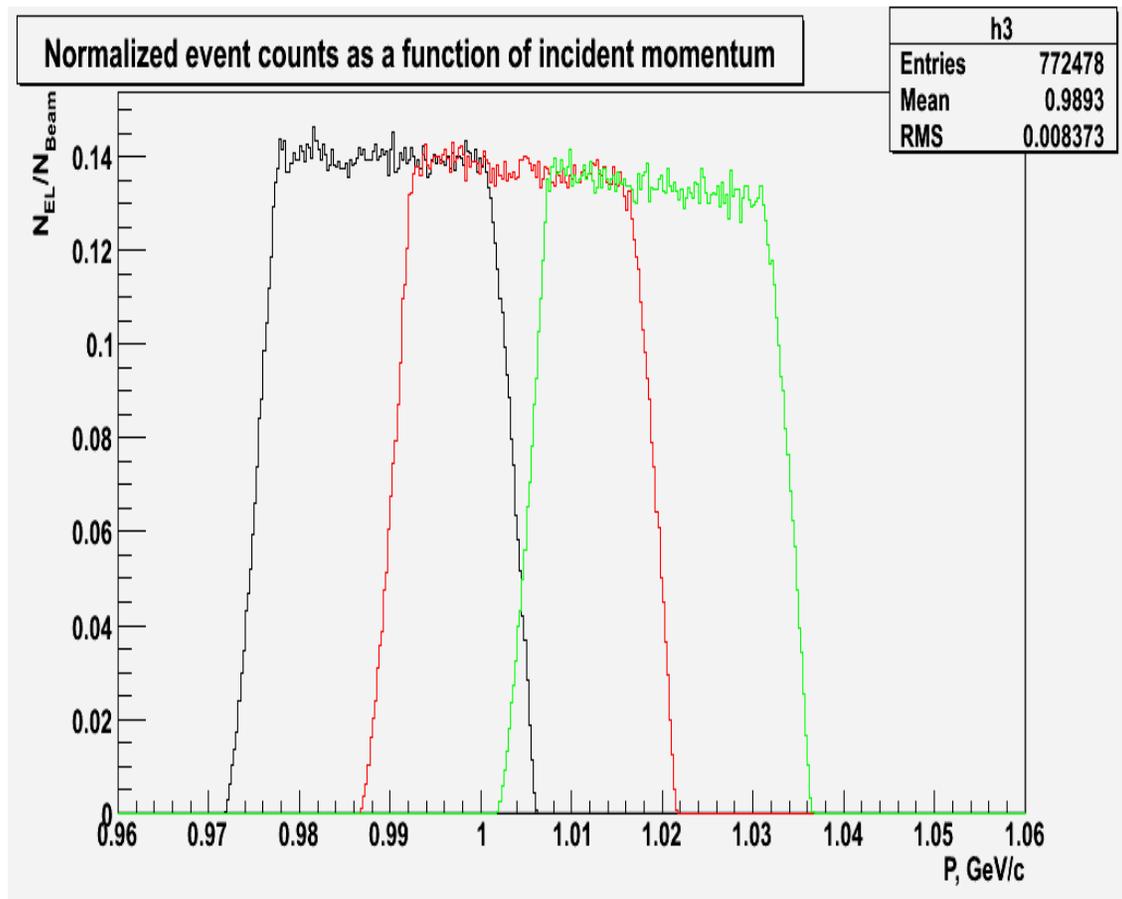


## Сшивка импульсных интервалов

Отношение числа упругих событий к числу нормировочных событий.  
«Сшивка» соседних интервалов не хуже 0.7%.



Распределение по импульсам в одном импульсном интервале — триггер “Mom1F”.



## Оценка аксептанса.

Берется массив экспериментальных треков пучковых частиц;  
С шагом 1 мм по длине вдоль мишени,  $5^0$  по углу рассеяния в СЦМ и 5МэВ/с по импульсу разыгрываются азимутальные углы и в предположении прямых траекторий производится проверка попадания в камеры;  
Получается аксептанс как функция трех переменных;  
Для каждого события вводится его вес с учетом насчитанного аксептанса, интерполированного к кинематическим параметрам данного события, и поправок на эффективность установки, распады и взаимодействия вторичных частиц и пучка.

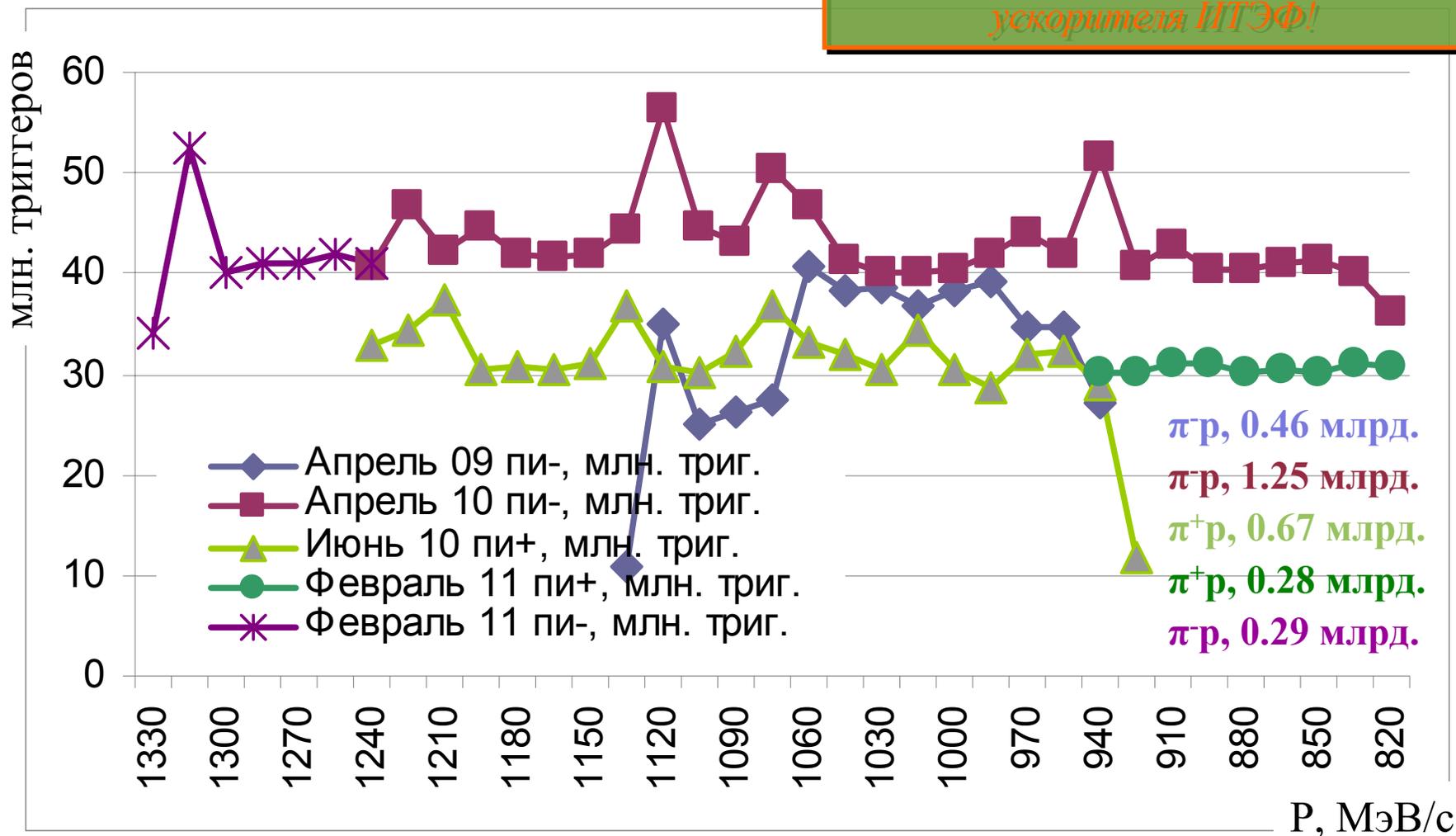
Для окончательной обработки будет выполнено стандартное Монте-Карло моделирование средствами Geant.

Ведется подготовка к измерению состава пучка с помощью газового черенковского счетчика.

# ЛМФ 2011 (пион-нуклон)

## Набор статистики

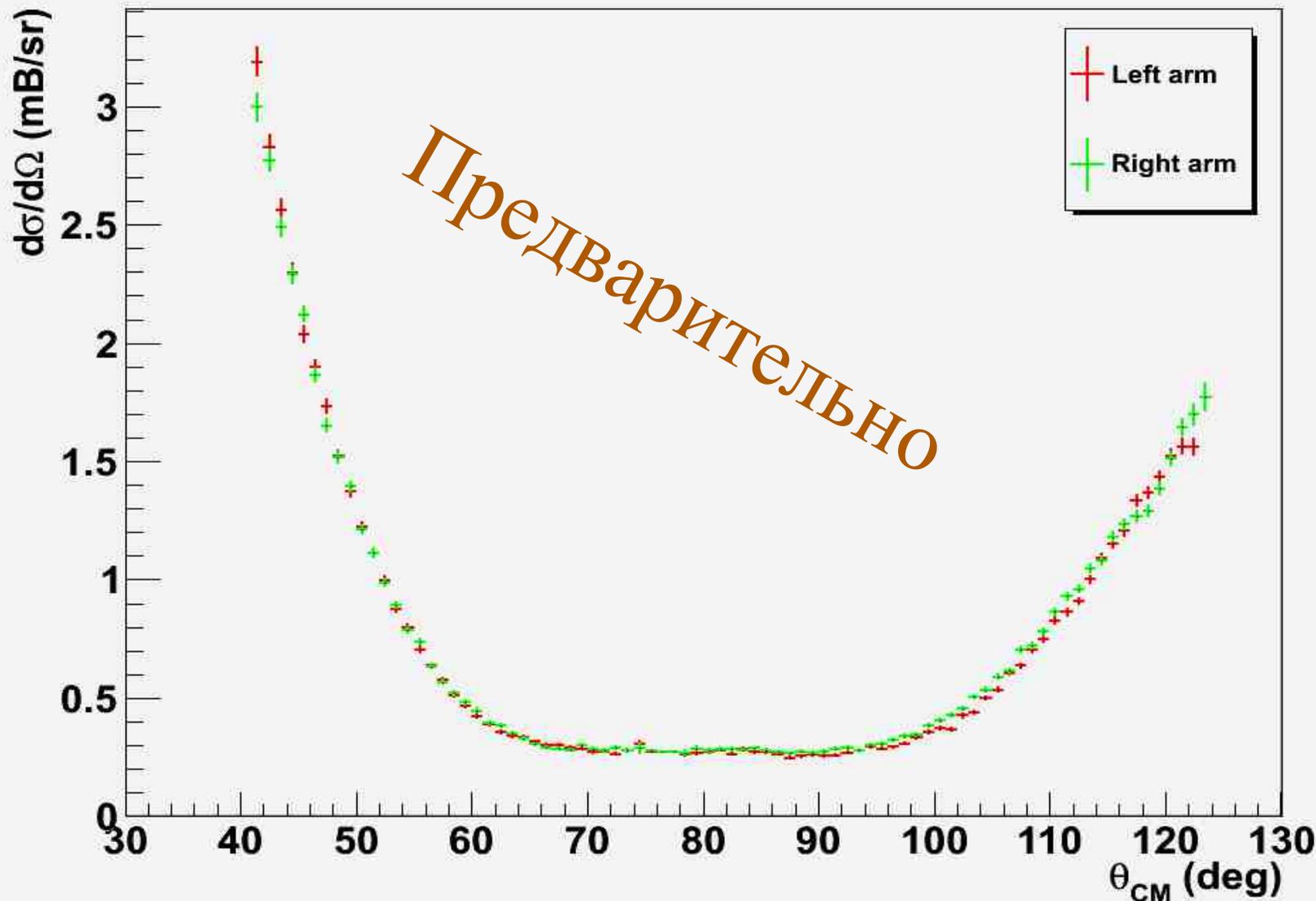
Особая благодарность коллективу ускорителя ИТЭФ!



Всего почти 3 млрд. триггеров !

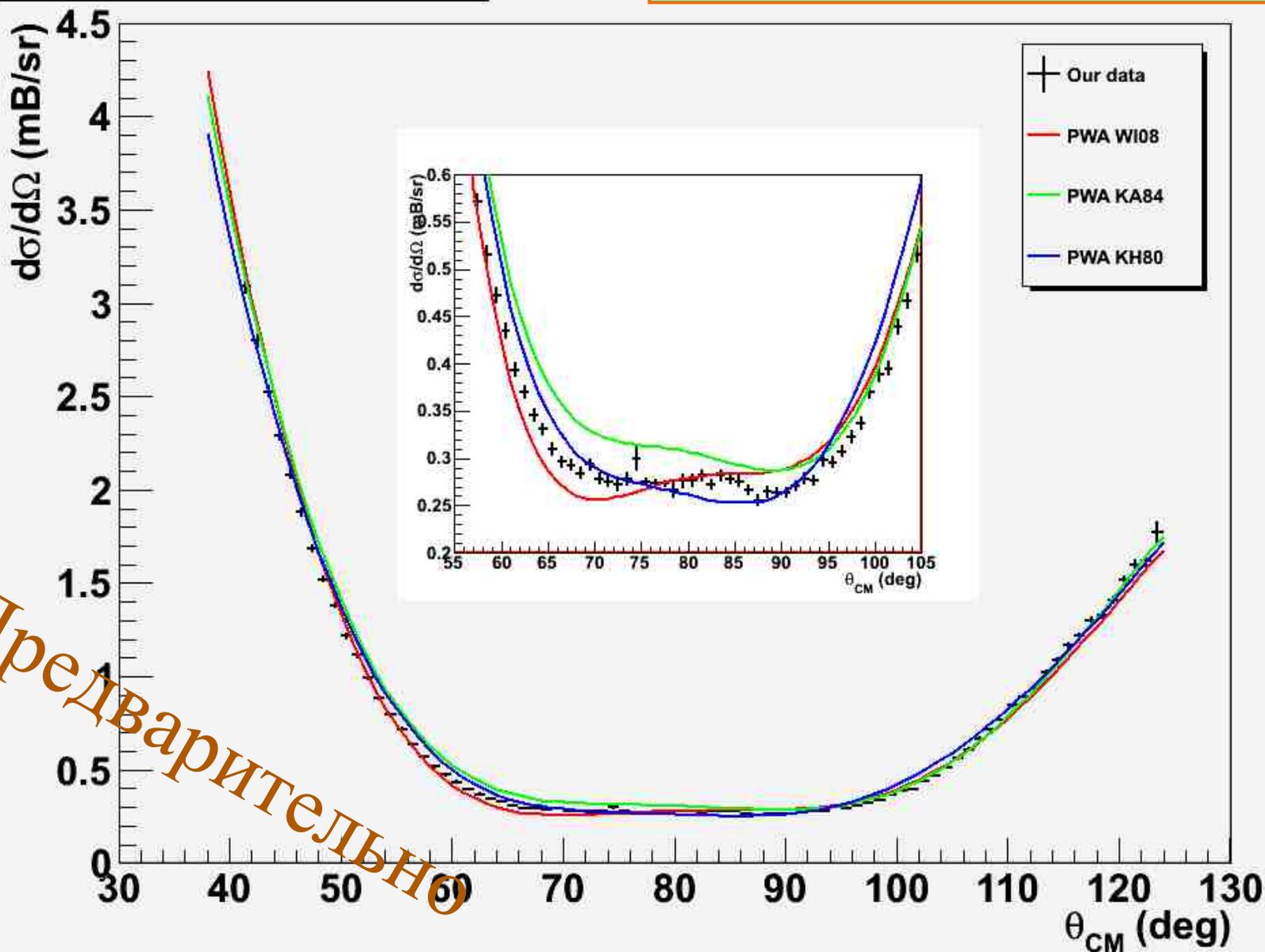
$\pi^-p, P_{lab} = 975 \text{ MeV/c}$

С учетом эффективностей и аксептанса



$\pi^- p, P_{lab} = 975 \text{ MeV/c}$

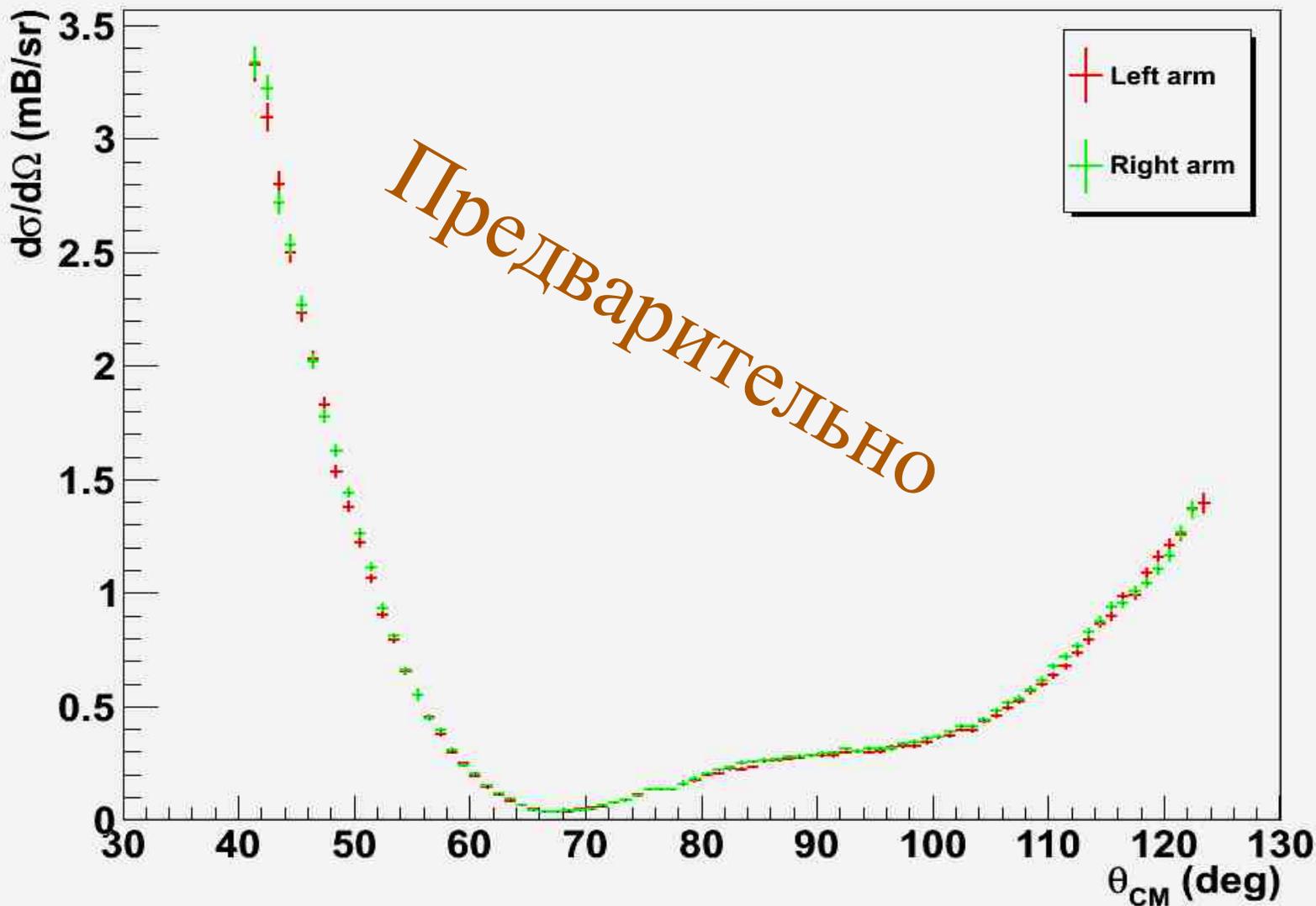
С учетом эффективностей и акцептанса.



Предварительно

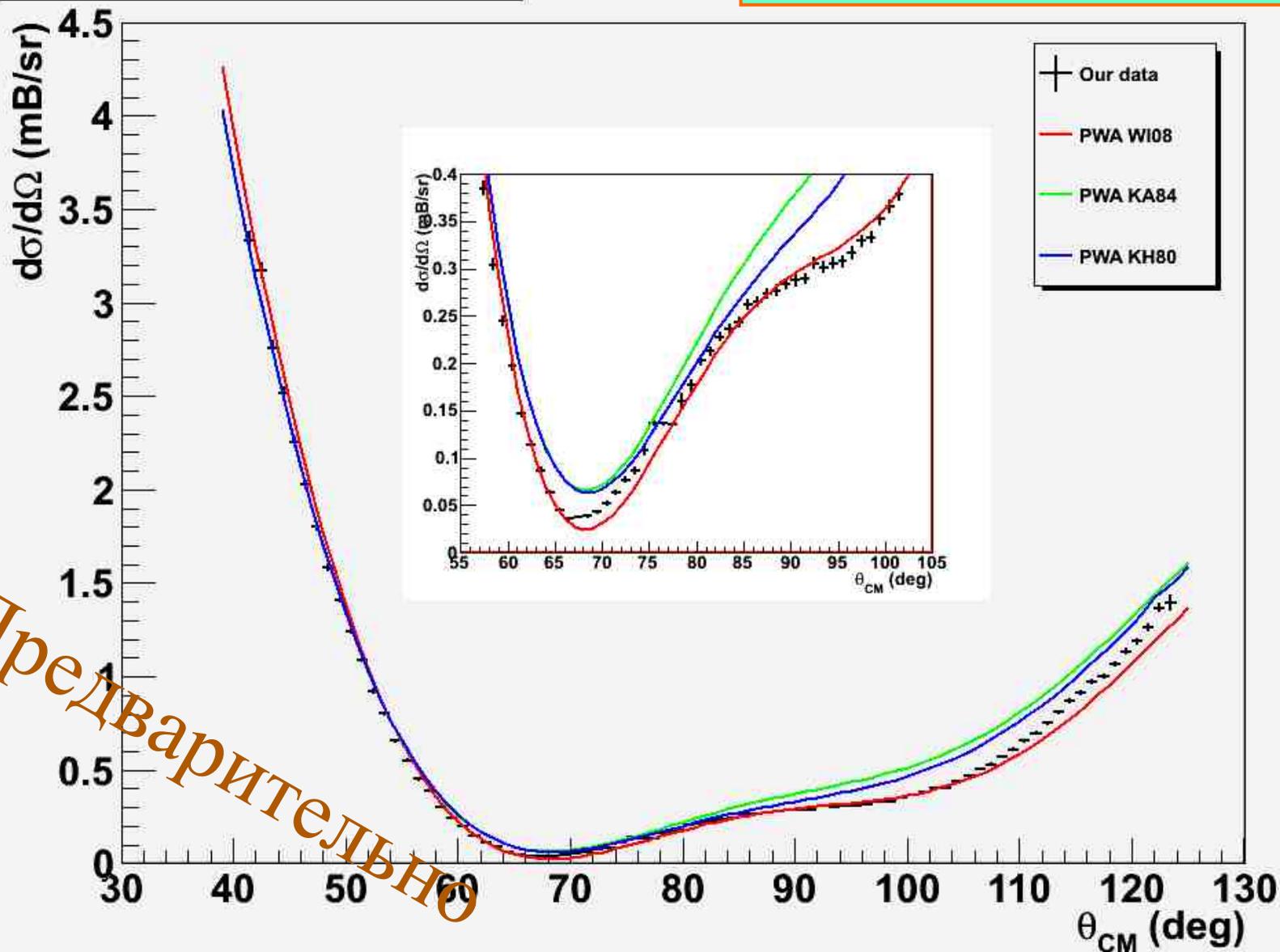
$\pi^-p$ ,  $P_{lab} = 1060 \text{ MeV/c}$

С учетом эффективностей и акцептанса



$\pi^- p, P_{lab} = 1060 \text{ MeV}/c$

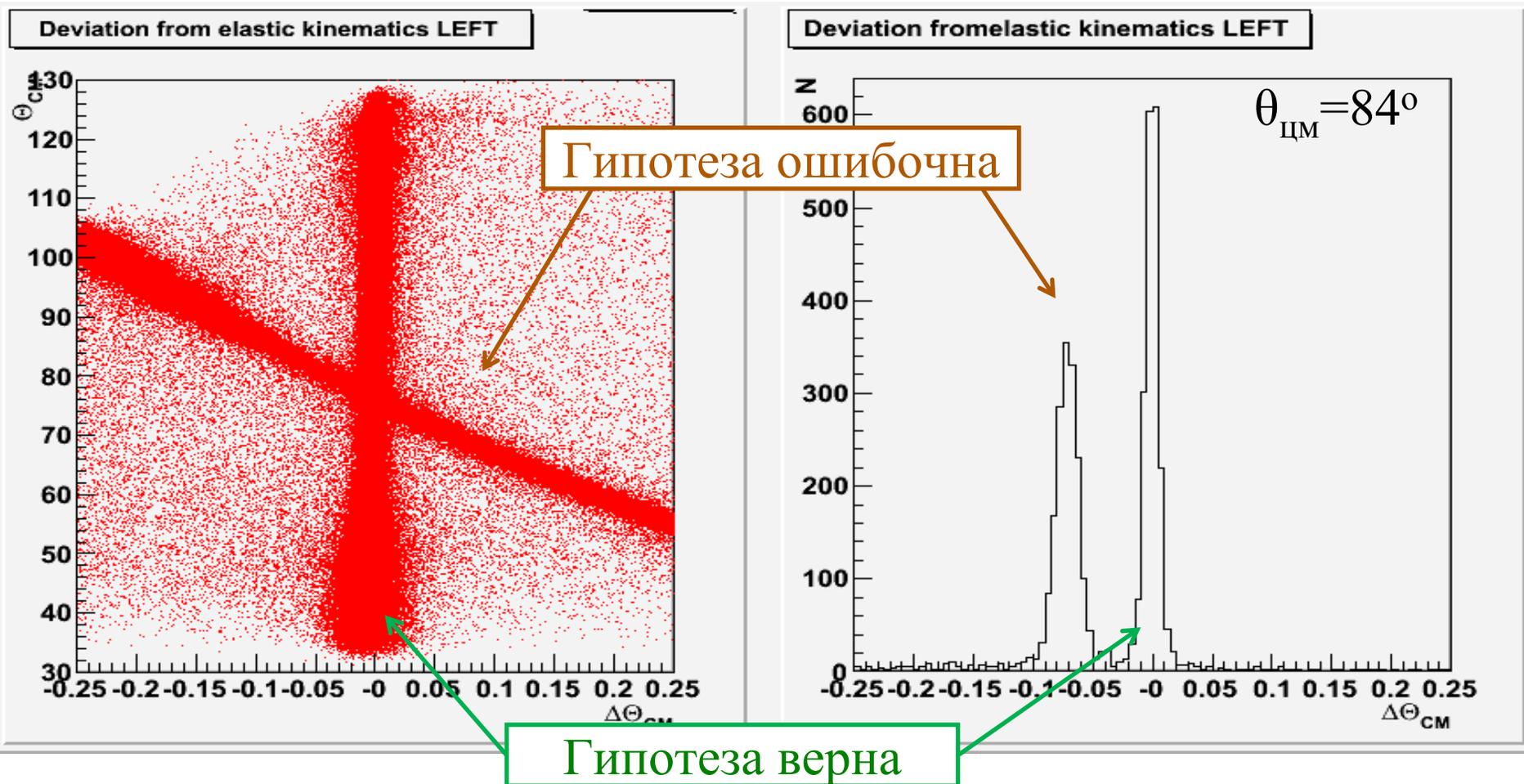
С учетом эффективностей и аксептанса



Предварительно

## Выделение упругих событий

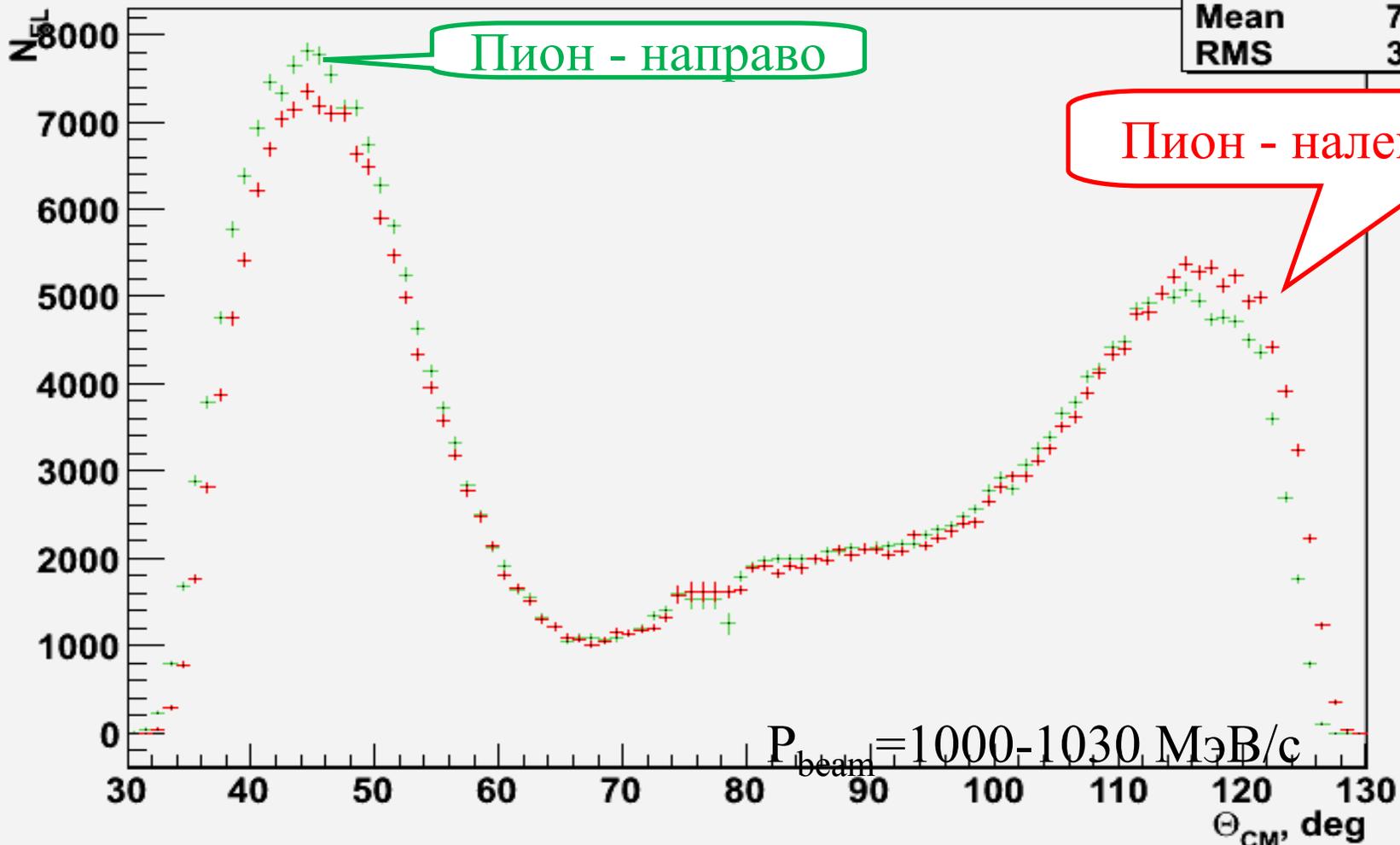
Гипотеза – пион полетел в левое плечо



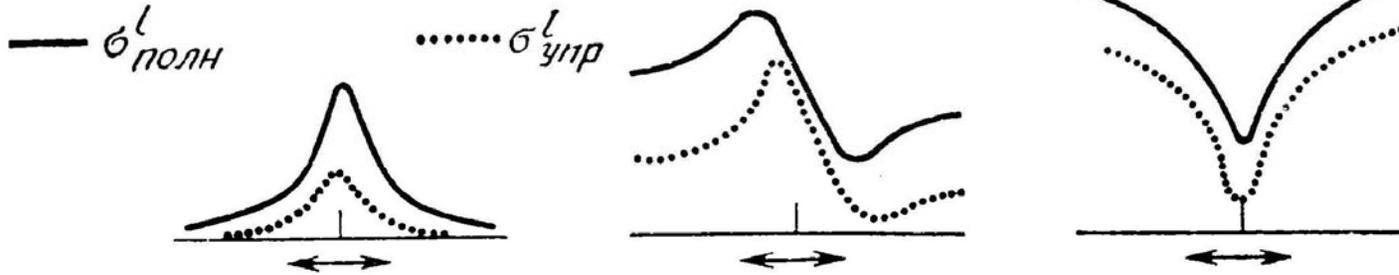
## Угловое распределение упругих событий (без нормировок)

Number of elastic events vs c.m. scattering angle

h142	
Entries	100
Mean	76.16
RMS	30.24



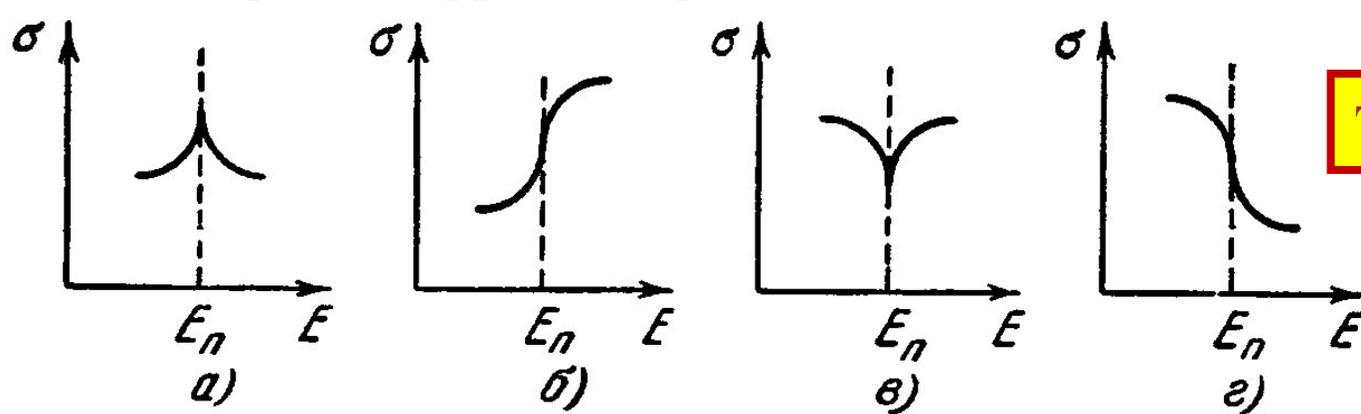
Влияние резонанса на сечение



Любая волна

Энергия  $\rightarrow$   $M_{inv} = 1687$  МэВ  $\rightarrow P_{beam} = 1027$  МэВ/с

Влияние порогового эффекта на упругое сечение



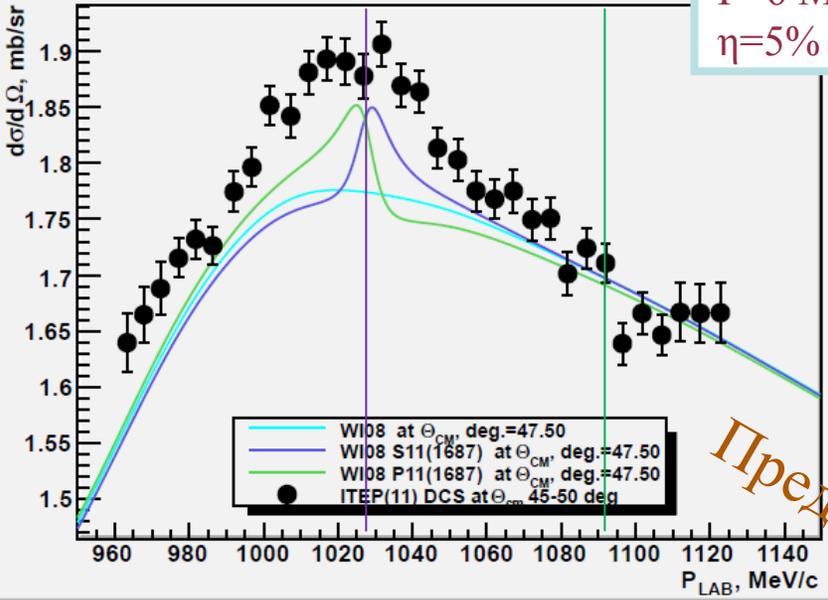
Только S-волна

- $\pi^- p \rightarrow K^0 \Sigma^0$  –  $M_{inv} = 1690.2$  МэВ  $P_{beam} = 1033$  МэВ/с
- $\pi^- p \rightarrow K^+ \Sigma^-$  –  $M_{inv} = 1691.1$  МэВ  $P_{beam} = 1035$  МэВ/с
- $\pi^- p \rightarrow \omega n$  –  $M_{inv} = 1722.3$  МэВ  $P_{beam} = 1092$  МэВ/с

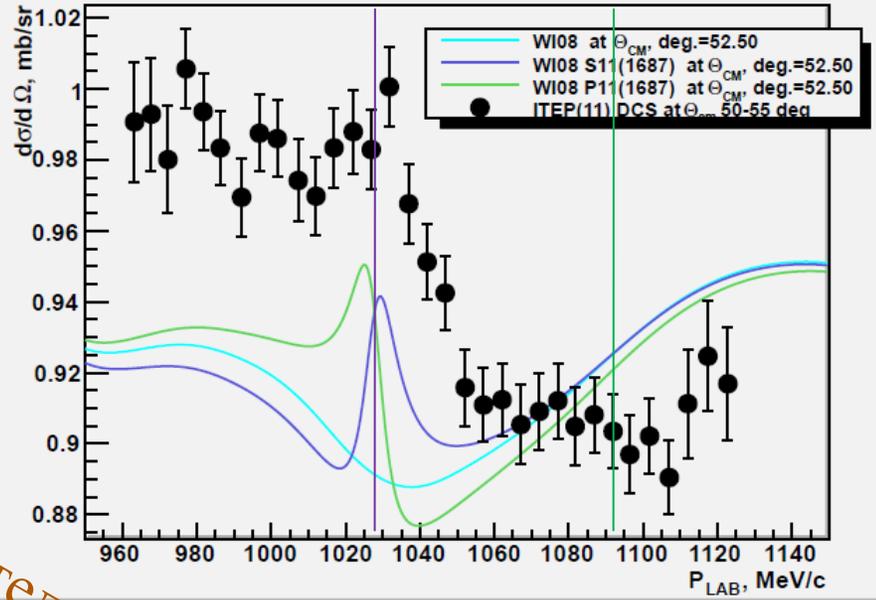
Резонансы и пороговые явления.

$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$

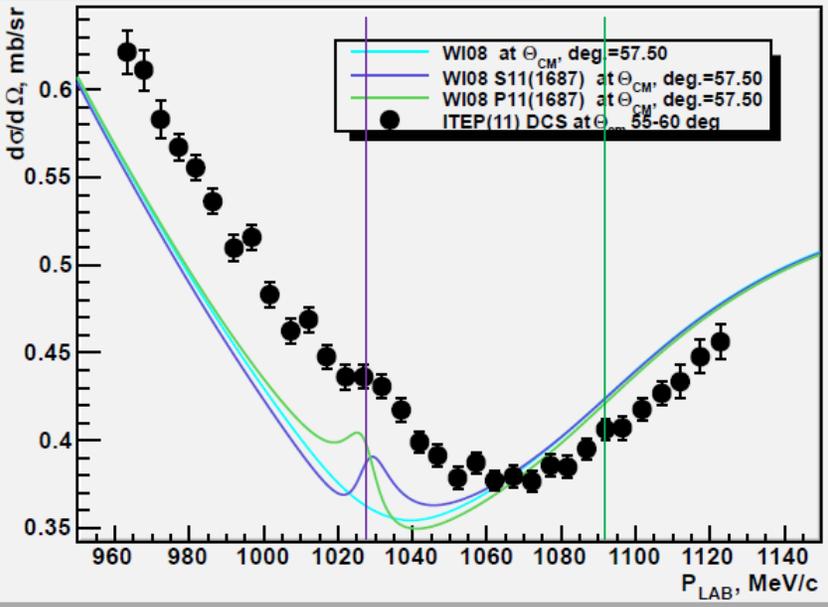
$\Gamma=6$  МэВ  
 $\eta=5\%$



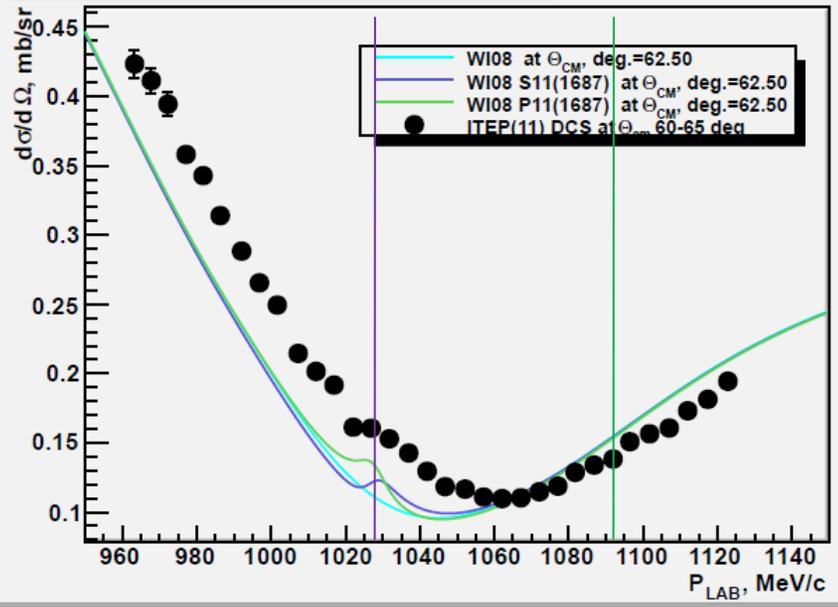
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$

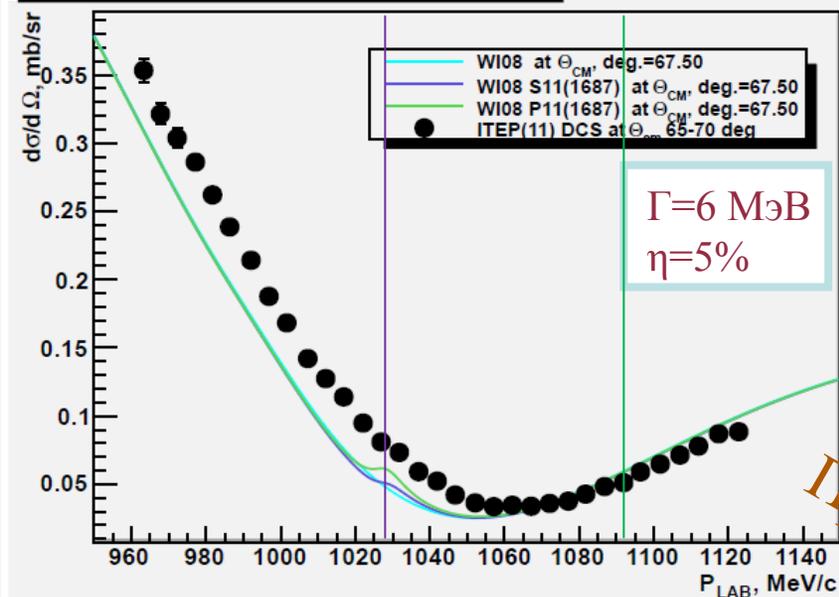


$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$

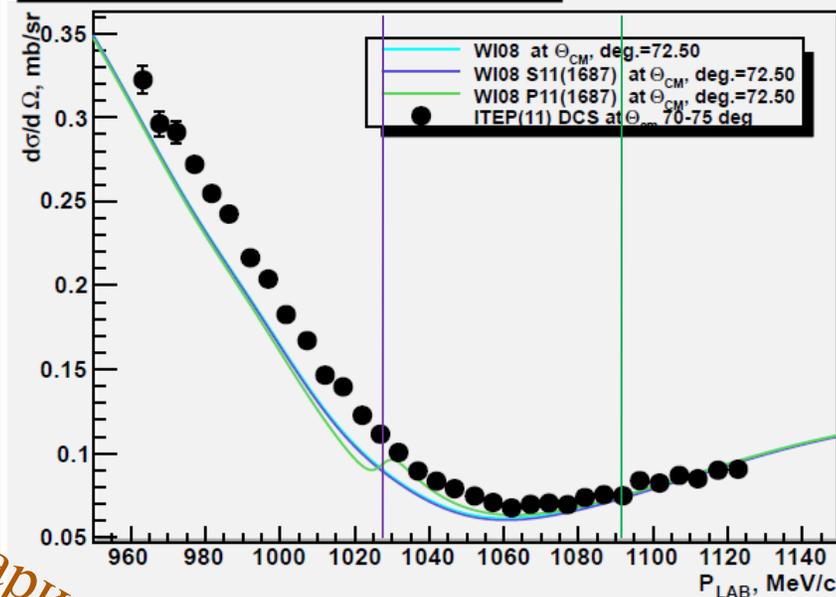


Предварительно

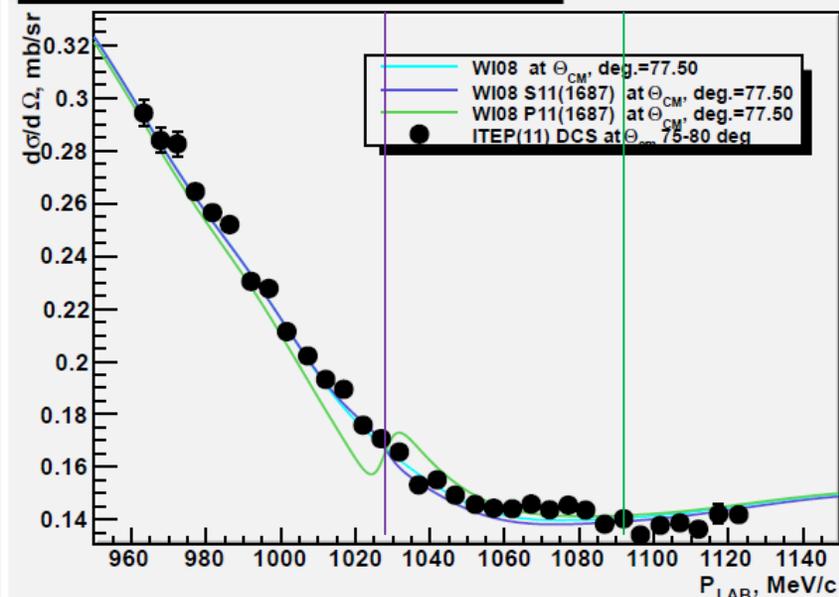
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+\rho$



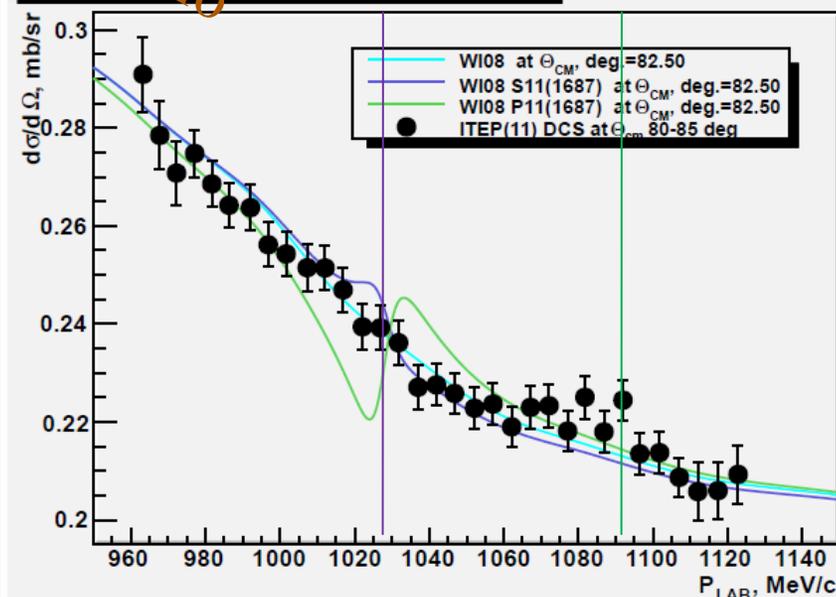
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+\rho$



$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+\rho$

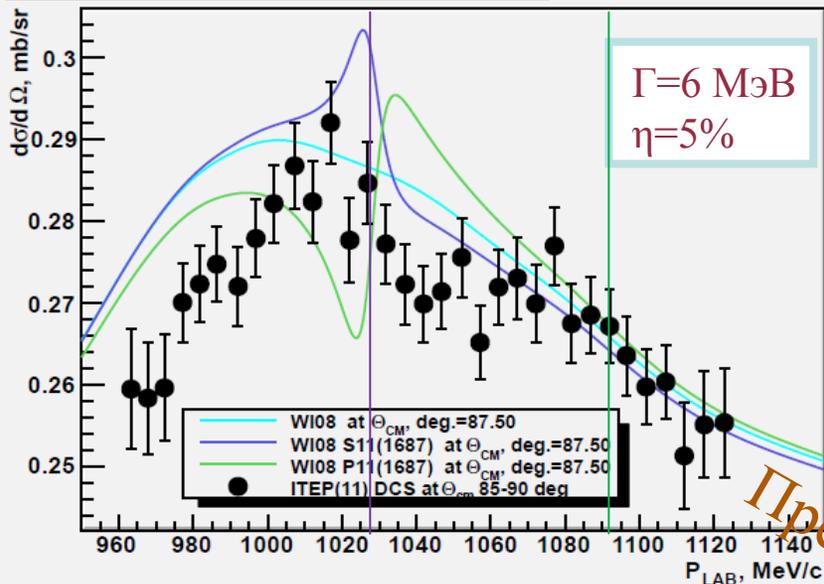


$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+\rho$

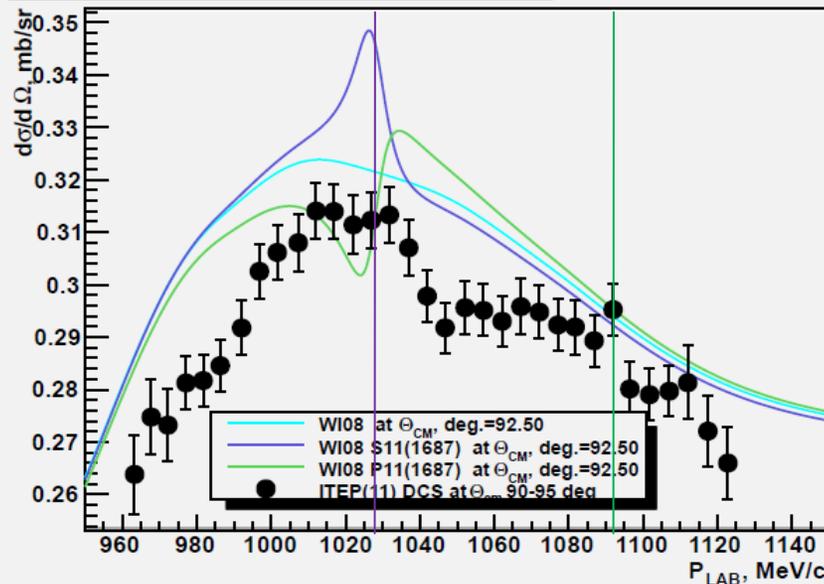


Предварительно

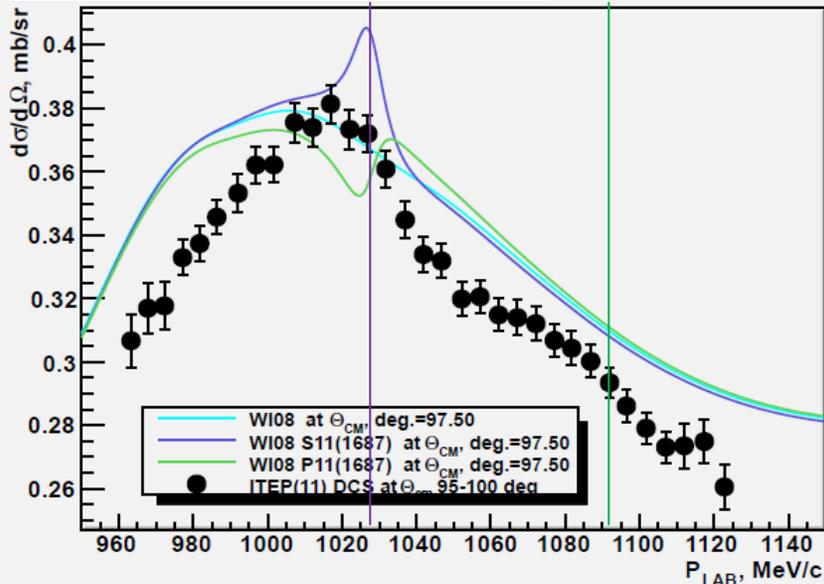
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



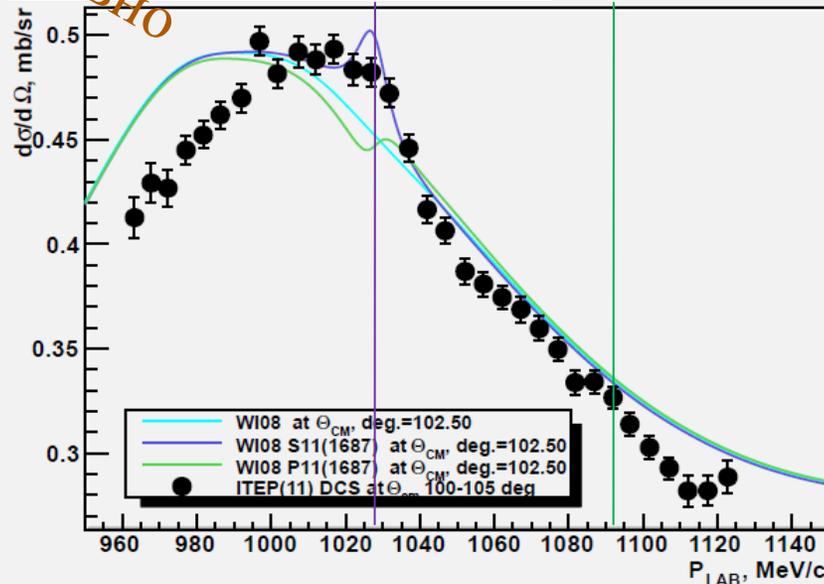
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$

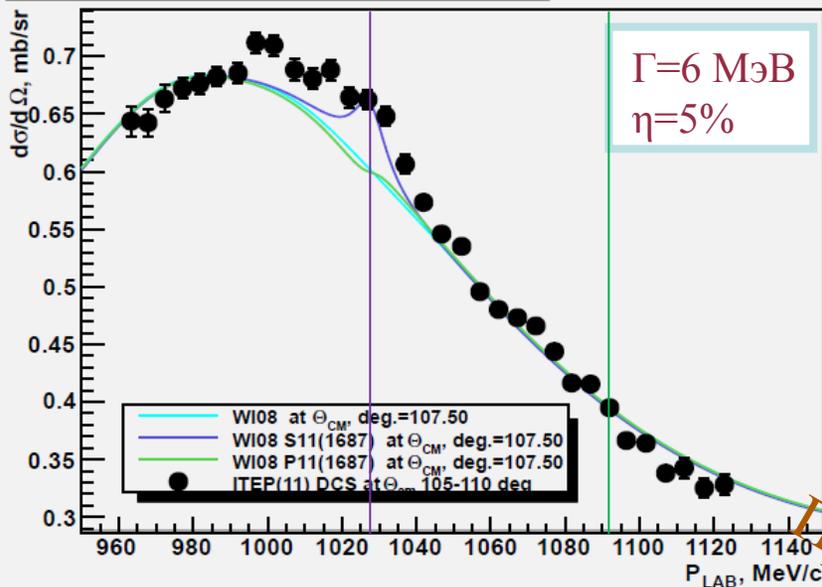


$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$

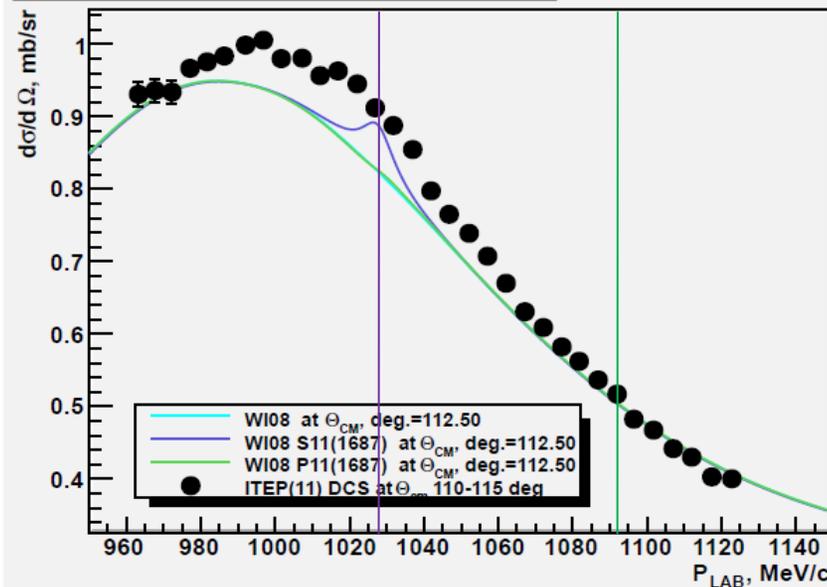


Предварительно

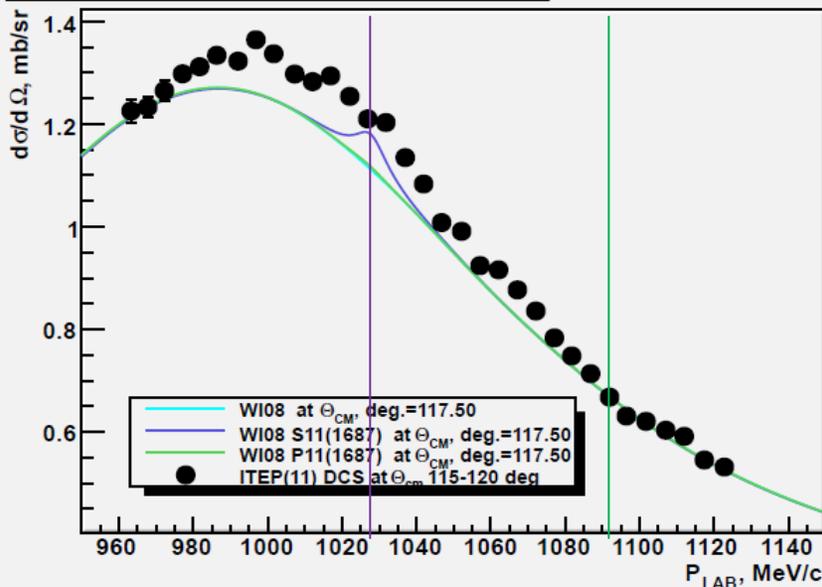
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



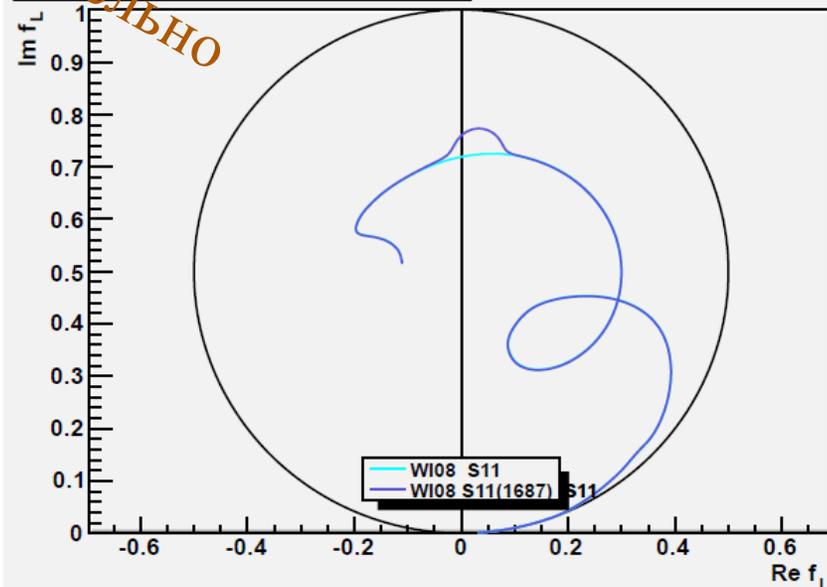
$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



$d\sigma/d\Omega$ , mb/sr vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



Argand vs  $P_{LAB}$ , MeV/c for  $\pi^+p$



Планы коллаборации на ближайшее будущее – набрать дополнительную статистику в области ожидаемой особенности в сечении упругого рассеяния отрицательно заряженных пионов на протонах.

Список работ,  
опубликованных и направленных в печать  
сотрудниками Лаборатории мезонной физики  
в 2011 г.

**1. Photoproduction of  $\eta'$  mesons off the deuteron.**

I. Jaegle, T. Mertens, A. Fix, F. Huang, L. Tiator, A.V. Anisovich, J.C.S. Bacelar, B. Bantes, O. Bartholomy, D.E. Bayadilov, R. Beck, Yu.A. Beloglazov, R. Castelijns, V. Crede, H. Dutz, D. Elsner, R. Ewald, F. Frommberg, C. Funke, R. Gothe, A.B. Gridnev, E. Gutz, W. Hillert, St. Höffgen, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, S. Kammer, V. Kleber, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Kotulla, B. Krusche, J. Langheinrich, M. Lang, I.V. Lopatin, S. Lugert, D. Menze, J. Messchendorp, V. Metag, M. Nanova, V.A. Nikonov, D.V. Novinski, D. Novotny, M. Ostrick, L.M. Pant, H. van Pee, M. Pfeiffer, A. Roy, A.V. Sarantsev, S. Schadmand, H. Schmieden, B. Schoch, S. V. Shende, V. Sokoyan, A. Süle, V.V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma, D. Trnka, R. Varma, D. Walther, C. Wendel.

(The CBELSA/TAPS Collaboration).

**Eur. Phys. J. A, vol. 47, 11 (2011).**

## 2. Quasi-free photoproduction of $\eta$ -mesons off deuteron.

I. Jaegle, B. Krusche, A.V. Anisovich, J.C.S. Bacelar, B. Bantes, O. Bartholomy, D. Bayadilov, R. Beck, Yu. Beloglazov, R. Castelijns, V. Crede, M. Dieterle, H. Dutz, D. Elsner, R. Ewald, F. Frommberg, Ch. Funke, R. Gregor, A. B. Gridnev, E. Gutz, W. Hillert, St. Höffgen, P. Hoffmeister, I. Horn, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, S. Kammer, I. Keshelashvili, V. Kleber, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Konrad, M. Kotulla, B. Krusche, M. Lang, H. Löhner, I.V. Lopatin, S. Lugert, Y. Maghbi, D. Menze, T. Mertens, J.G. Messchendorp, V. Metag, V.A. Nikonov, M. Nanova, D. V. Novinski, R. Novotny, M. Ostrick, L.M. Pant, H. van Pee, M. Pfeiffer, F. Pheron, A. Roy, A. V. Sarantsev, S. Schadmand, C. Schmidt, H. Schmieden, B. Schoch, S. Shende, V. Sokoyan, A. Süle, V. V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma, D. Trnka, R. Warma, D. Walther, D. Walther, D. Werthmuller, L. Witthauer.

(The CBELSA/TAPS Collaboration).

**Eur. Phys. J. A, vol. 47, 89 (2011).**

3. **Anomaly in the  $K^+$  sigma photoproduction cross section off the proton at  $K^*$  threshold.**

R. Ewald I. Jaegle, T. Mertens, A. Fix, F. Huang, L. Tiator, A.V. Anisovich, J.C.S. Bacelar, B. Bantes, O. Bartholomy, D.E. Bayadilov, R. Beck, Yu.A. Beloglazov, R. Castelijns, V. Crede, H. Dutz, D. Elsner, F. Frommberg, C. Funke, R. Gothe, A.B. Gridnev, E. Gutz, W. Hillert, St. Höffgen, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, S. Kammer, V. Kleber, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Kotulla, B. Krusche, J. Langheinrich, M. Lang, I.V. Lopatin, S. Lugert, D. Menze, J. Messchendorp, V. Metag, M. Nanova, V.A. Nikonov, D.V. Novinski, D. Novotny, M. Ostrick, L.M. Pant, H. van Pee, M. Pfeiffer, A. Roy, A.V. Sarantsev, S. Schadmand, H. Schmieden, B. Schoch, S. V. Shende, V. Sokoyan, A. Süle, V.V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma, D. Trnka, R. Varma, D. Walther, Ch. Weinheimer, C. Wendel, and A. Wilsdon  
(The CBELSA/TAPS Collaboration).

**Phys. Lett. B, 00 (2011).**

4. **Исследование околопорогового рождения  $\eta$  -мезона в реакции  $\pi$ -p  $\rightarrow$   $\eta$ n.**

Д.Е. Баядилов, Ю.А. Белоглазов, А.Б. Гриднев, Н.Г. Козленко, С.П. Круглов, А.А. Кулбардис, И.В. Лопатин, Д.В. Новинский, А.К.Радьков, В.В. Сумачев, Е.А. Филимонов, А.В. Шведчиков.

**Ядерная физика, том 75 (2012).**

Дополнение.

## Влияние конструкции и вещества элементов пропорциональных камер на точность определения координат и углов падающих пионов в водородной мишени

Предполагается, что пучок направлен по оси установки и определяется 3 П.К., размещенными на базе 550 мм. Первая П.К. находится на расстоянии 350 мм от середины мишени.

Для определения углов многократного рассеяния использовалась формула (23.9) из Rev. of Particle Physics.

В расчетах камера представляется состоящей из двух наружных майларовых пленок общей толщиной 100мкм и В.В. электродов из алюминия или алюм. Майлара. В расчетах учитываются: П.К., воздух на пути частиц, две майларовые пленки по 100мкм и жидкий водород.

Расчет выполнен методом М.-К. Пучок пионов-сходящийся. Имеет размер 24мм в первой камере. Фокус находится на расстоянии 1000мм. Моделируются траектории отдельных событий. Определяются координаты и углы траектории в трех точках мишени (начало рабочей области –т.1, середина-т.2, конец –т.3) и координаты траектории в камерах, которые трансформируются в координаты ближайших проволочек. По этим скорректированным координатам с помощью МНК проводится прямая, и для каждой моделированной траектории находятся ошибки в определении координат и углов в заданных точках. По большой совокупности событий определяются среднеквадратичные ошибки этих величин.

Таблица 1.

(К, Уг-среднеквадратичные погрешности при измерении координат [мм] и углов [мрад])

Конструкция П.К.	К.1	К.2	К.3	Уг.1	Уг.2	Уг.3
P=1.ГэВ/с, ш.1мм, Al 40мкм	.380	.488	.633	1.261	1.704	1.995
P=1.ГэВ/с, ш.1мм, Al 20мкм	.376	.479	.619	1.210	1.666	1.963
P=1.ГэВ/с, ш.1мм, Al 10мкм	.373	.474	.611	1.183	1.646	1.948
P=1.ГэВ/с, ш.2мм, Al 40мкм	.738	.910	1.107	1.843	2.171	2.412
P=1.ГэВ/с, ш.2мм, Al 20мкм	.737	.907	1.102	1.814	2.146	2.392
P=1.ГэВ/с, ш.2мм, Al 10мкм	.738	.908	1.103	1.808	2.140	2.386
P=2.ГэВ/с, ш.1мм, Al 40мкм	.370	.454	.551	0.915	1.076	1.193
P=2.ГэВ/с, ш.1мм, Al 20мкм	.368	.450	.544	0.894	1.056	1.176
P=2.ГэВ/с, ш.1мм, Al 10мкм	.367	.447	.540	0.881	1.047	1.166
P=2.ГэВ/с, ш.2мм, Al 40мкм	.737	.902	1.076	1.662	1.756	1.835
P=2.ГэВ/с, ш.2мм, Al 20мкм	.739	.905	1.079	1.662	1.757	1.835
P=2.ГэВ/с, ш.2мм, Al 10мкм	.741	.907	1.082	1.666	1.760	1.838

## SU(6) x O(3) classification of nucleon resonance by G.Hoeler et al. (from KH78).

SU(6)LP	Resonance from KH78	$\Sigma$
(56,0 <sup>+</sup> )	<b>P11(938), P33(1233)</b>	2
(56,2 <sup>+</sup> )	<b>P13(1710), F15(1684), P31(1888), P33(1868), F35(1905), F37(1913)</b>	6
(56,4 <sup>+</sup> )	<b>F17(2005), H19(2205), F35(-), F37(2425), H39(2217), H3,11(2416)</b>	6
(70,1 <sup>-</sup> )	<b>S11(1526), D13(1519), S11(1670), D13(1731), D15(1679), S31(1610), D33(1680)</b>	7
(70,3 <sup>-</sup> )	<b>D15(-), G17(2140), D13(2081), D15(2228), G17(-), G19(2268), D35(2305), G37(2215)</b>	8
(70,5 <sup>-</sup> )	<b>G19(-), I 1,11(-), G17(-), G19(2792), I1,11(2577), I1,13(-), G39(2468), I3,11(-)</b>	8
(70,7 <sup>-</sup> )	<b>I1,13(-), L1,15(-), I1,11(-), I1,13(-), L1,15(-), L1,17(-), I3,13(2794), L3,15(-)</b>	8
(70,2 <sup>+</sup> )	<b>P13(-), F15(-), P11(1723), P13(-), F15(1882), F17(-), P33(-), F35(-)</b>	8
(56,6 <sup>+</sup> )	<b>H 1,11(-), K1,13(2612), H39(-), H3,11(-), K3,13(-), K3,15(2990)</b>	6
(56,1 <sup>-</sup> )	<b>S11(1880), D13(1920), S31(1908), D33(2070), D35(1901)</b>	5
$\Sigma = 630$	$\Sigma = 39 (64)$	$\Sigma = 64$

**It would must be 630 baryon resonance,  
if all revealed 70-multiplets and 56-multiplets were filled in.**

# ЛМФ 2011 (ПИОН-НУКЛОН)

References	N* – resonance number	Δ – resonance number
Rev. of Part. Phys. (1980)	26	19
Rev. of Part. Phys. (2006)	21	22
KH80	21	18
KA84	18	16
CMB (Phys.Rev.D 20 1979 )	16	13
T.P.Vrana et al.( nucl-th/9910012 )	14	13
SM95 (Phys.Rev.C 52 1995 )	13	8
FA02 ( Phys.Rev.C 69, 2004 )	10	7
SP06 ( nucl-th/0605082 )	13	9
S.Capstick et al.(Phys.Rev.D 49,1994)	40	27
U.Loring et al.(hep-ph/0103289)	99	82
Skyrme model (Phys.Rev.D31,1985)	10	13
J.Vijande et al.( hep-ph/0312165 )	19	21

In the PDG 2008 Baryon summary table there are in general (N\*, D, L, S and others) 135 baryons. n=4, three 70-plets and four 56-plets are given in summary tables. In general 434 baryons must be.

## N(1710)P<sub>11</sub> - What was Known.

[W.-M. Yao *et al.* [RPP] J Phys G **33**, 1 (2006)]

PDG06=PDG04

cSA	DPP97	1710 [inp]	~40 [est]
PWA-BW	Ref	Mass(MeV)	Width(MeV)
	KH79	1723± 9	120± 15
	CMU80	1700±50	90± 30
	KSU92	1717±28	480±230

PWA-Pole	GW06	not seen
	Re(MeV)	-2xIm(MeV)
	CMU80	1690±20      80± 20
	CMU90	1698            88
	KH93	1690            200
	GW06	not seen

No BW, No pole, No Sp

[Sp(W)]

- The spread of **G**, selected by PDG, is very large
- It would be more natural for the same unitary multiplet (with **Q<sup>+</sup>** and **N<sup>\*</sup>**) to have comparable widths