

Лаборатория мезонной физики ОФВЭ

Отчет за 2004 год

о ходе выполнения научно-исследовательской работы
«Барионная спектроскопия и физика с h -мезонами»

(Сумачев В.В.)

Л
М
Ф
2
0
0
4

Выполненные этапы в 2004 году:

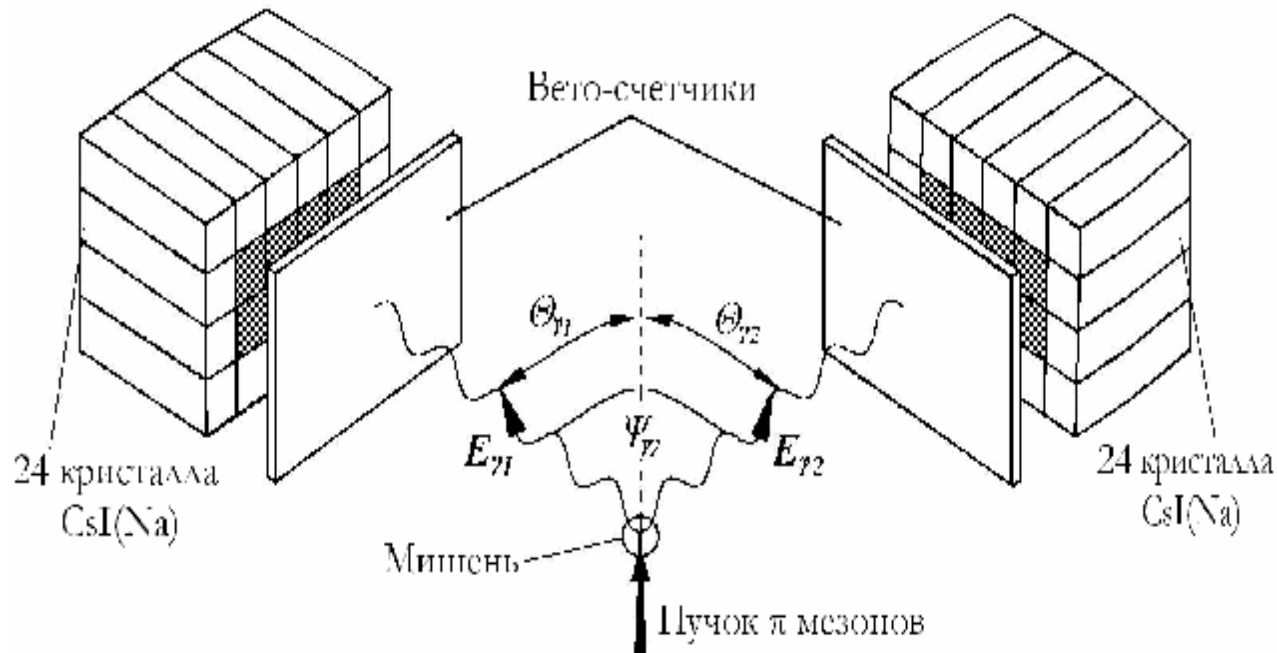
- а) На π -мезонном канале синхроциклотрона ПИЯФ проведен сеанс измерения сечений реакции $\pi^- p \rightarrow \eta n$ в околопороговой области импульсов (до 730 МэВ/с);
- б) На π -мезонном канале ускорителя ИТЭФ измерен поляризационный параметр P при рассеянии отрицательных пионов на поляризованных протонах для углов $\Theta_{\text{см}} = 150^\circ - 170^\circ$ при импульсе налетающих пионов 2.07 ГэВ/с.
- в) Продолжена обработка данных, полученных в экспериментах на π -мезонном пучке ускорителя AGS в Брукхэйвенской национальной лаборатории США;
- г) На пучке меченых фотонов ускорителя MAMI в Майнце (Германия) выполняется первый этап эксперимента по измерению магнитного дипольного момента $\Delta^+(1232)$ -изобары путем исследования реакции $\gamma p \rightarrow \gamma \pi^0 p$;
- д) На электронном ускорителе ELSA в Бонне (Германия) начата модернизация спектрометра Crystal Barrel, включающая в себя, в частности, перемещение спектрометра на другую пучковую линию и разработку нового Forward детектора; продолжена обработка данных по фоторождению нейтральных мезонов, полученных в цикле экспериментов 2002–2003 гг.;
- е) Продолжались работы по выполнению нового парциально-волнового анализа.
- ж) Осуществлялась подготовка новых экспериментов в области барионной спектроскопии.

- Измерение дифференциального сечения в пион-нуклонном рассеянии на ускорителе ИТЭФ.
- Измерение параметров вращения спина A и R на строящемся ускорителе J-PARC (Япония).

Л
М
Ф
2
0
0
4

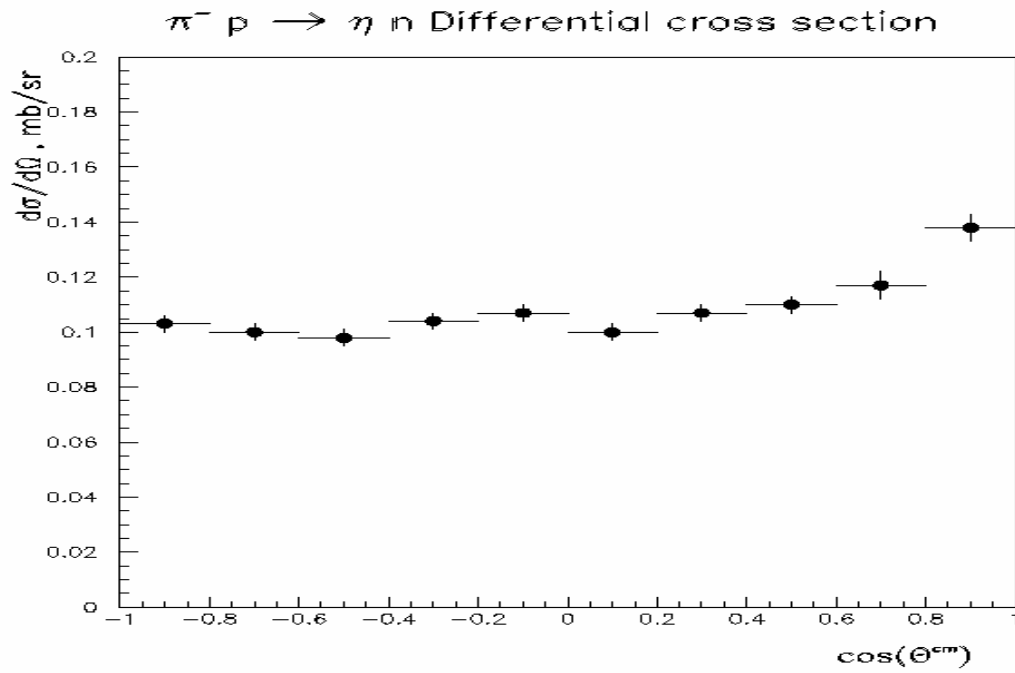
а) Выполнены первые измерения сечения реакции $\pi\text{-p} \rightarrow \eta\text{p}$ на жидководородной мишени при импульсе налетающих π -мезонов 710 МэВ/с. Калориметры спектрометра были расположены таким образом, чтобы в одном эксперименте можно было измерить дифференциальные сечения процесса $\pi\text{-p} \rightarrow \eta\text{p}$ в угловом диапазоне от $\cos\Theta_{\text{с.м.}} = +1$ до $\cos\Theta_{\text{с.м.}} = -1$ в системе центра масс.

Начата предварительная обработка данных. Для получения окончательных результатов необходим детальный анализ систематических погрешностей и проведение дополнительных контрольных измерений на π -мезонном пучке.



$P_p = 710 \text{ MeV/c}$

Предварительные результаты.



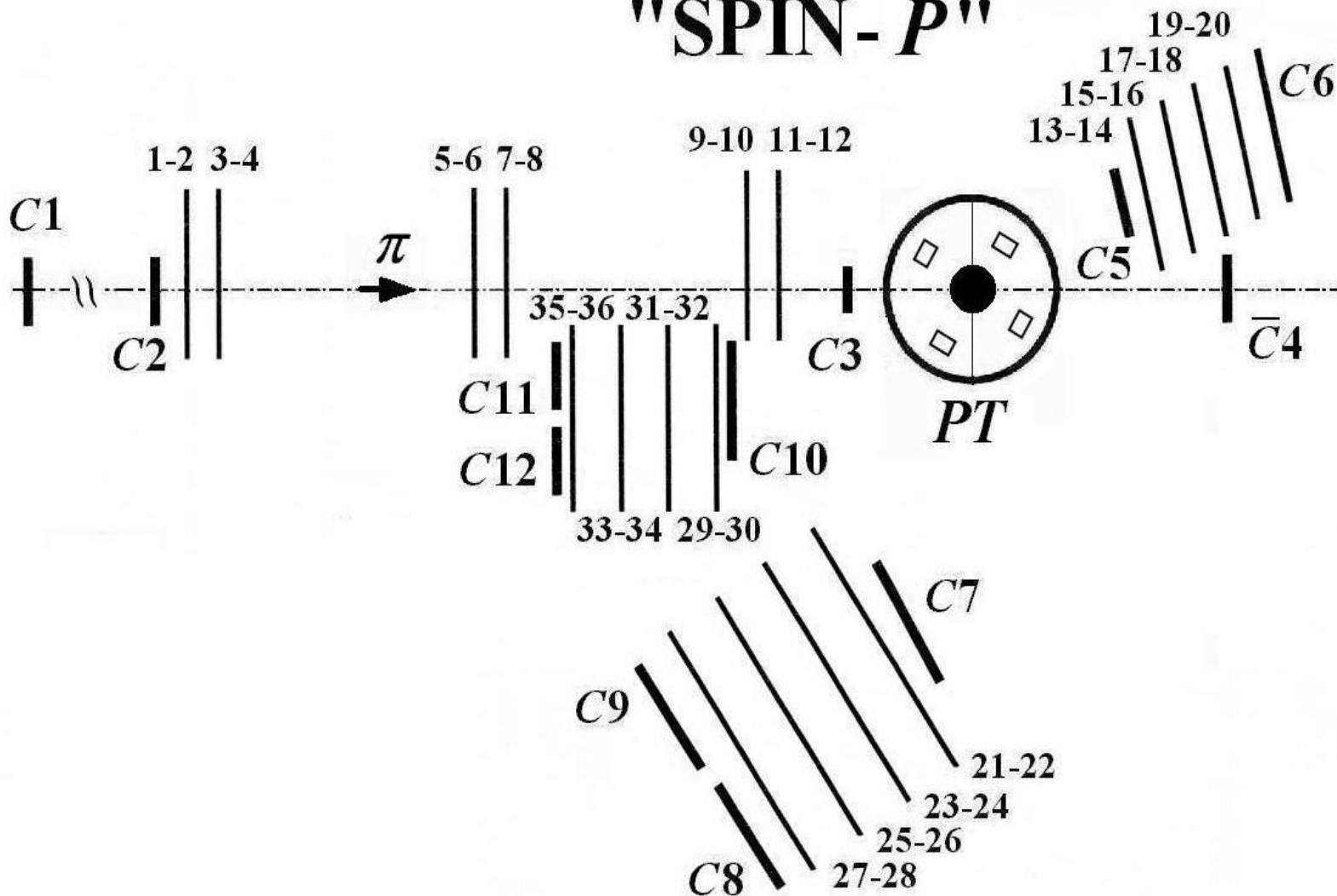
б) Продолжалась программа исследования поляризационных параметров пион-нуклонного рассеяния.

В 2004 году на пионном пучке протонного синхротрона ИТЭФ выполнены измерения поляризационного параметра P в упругом $p-p$ -рассеянии назад при импульсе 2,07 ГэВ/с. В эксперименте использована поляризованная мишень ПИЯФ.

Результаты эксперимента обработаны и представлены в докладе на конференции SPIN2004 (Триест, Италия). Выполнена модернизация системы измерения поляризации поляризованной мишени. Проведен методический сеанс по подготовке измерения поляризационного параметра P в упругом $p+p$ -рассеянии для углов рассеяния назад. Подготовлена программа дальнейших экспериментов по измерению поляризационных параметров в резонансной области пион-нуклонного взаимодействия.

Л
М
Ф
2
0
0
4

"SPIN-P"



Л
М
Ф
2
0
0
4

Схема эксперимента по измерению параметра P на пионном пучке ускорителя ИТЭФ.

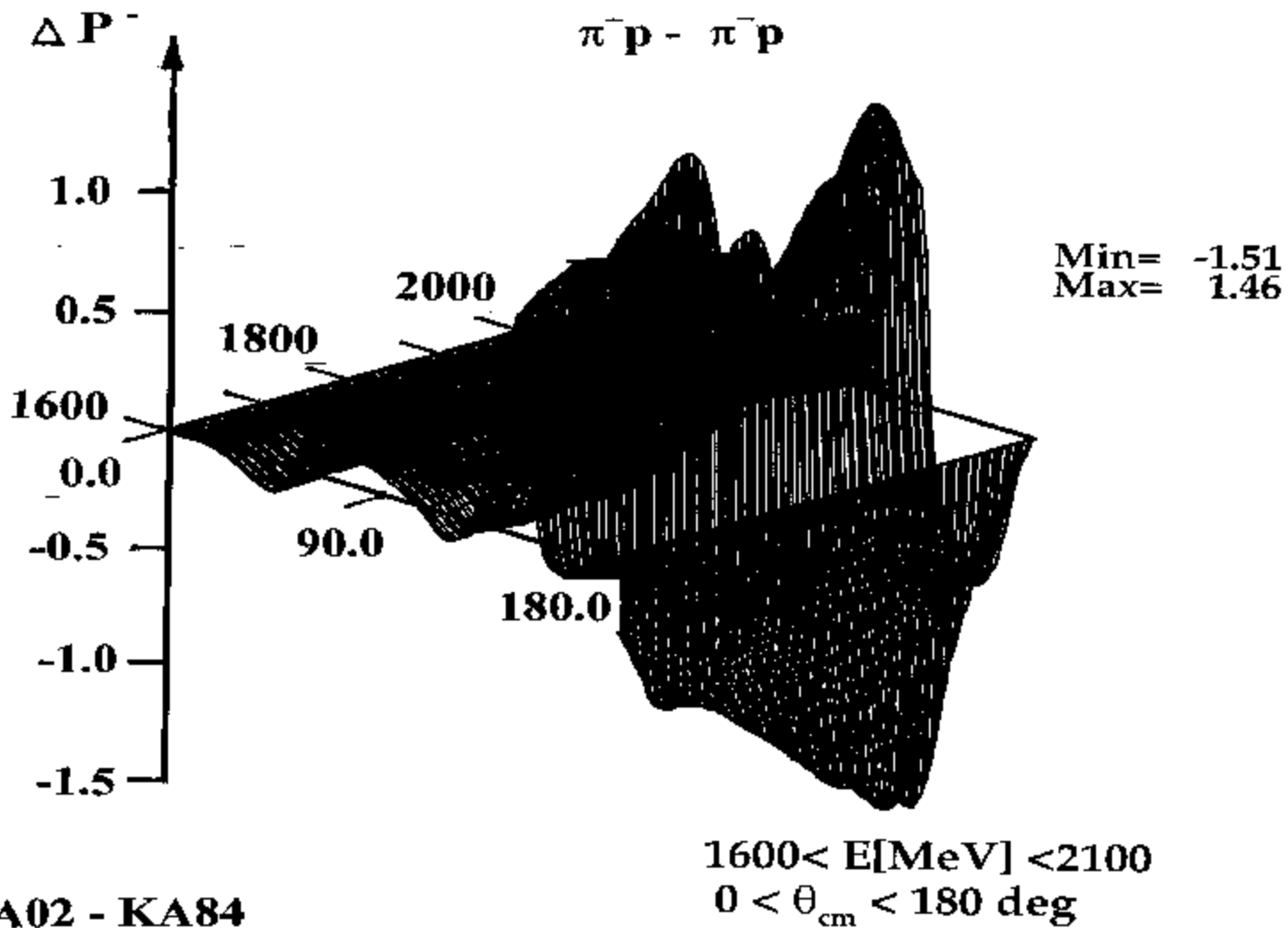
Main elements SPIN-P setup:

- T Vertically polarized proton target PT
- T 4 sets of wire chambers for tracking
- T Trigger scintillation counters

Polarized target.

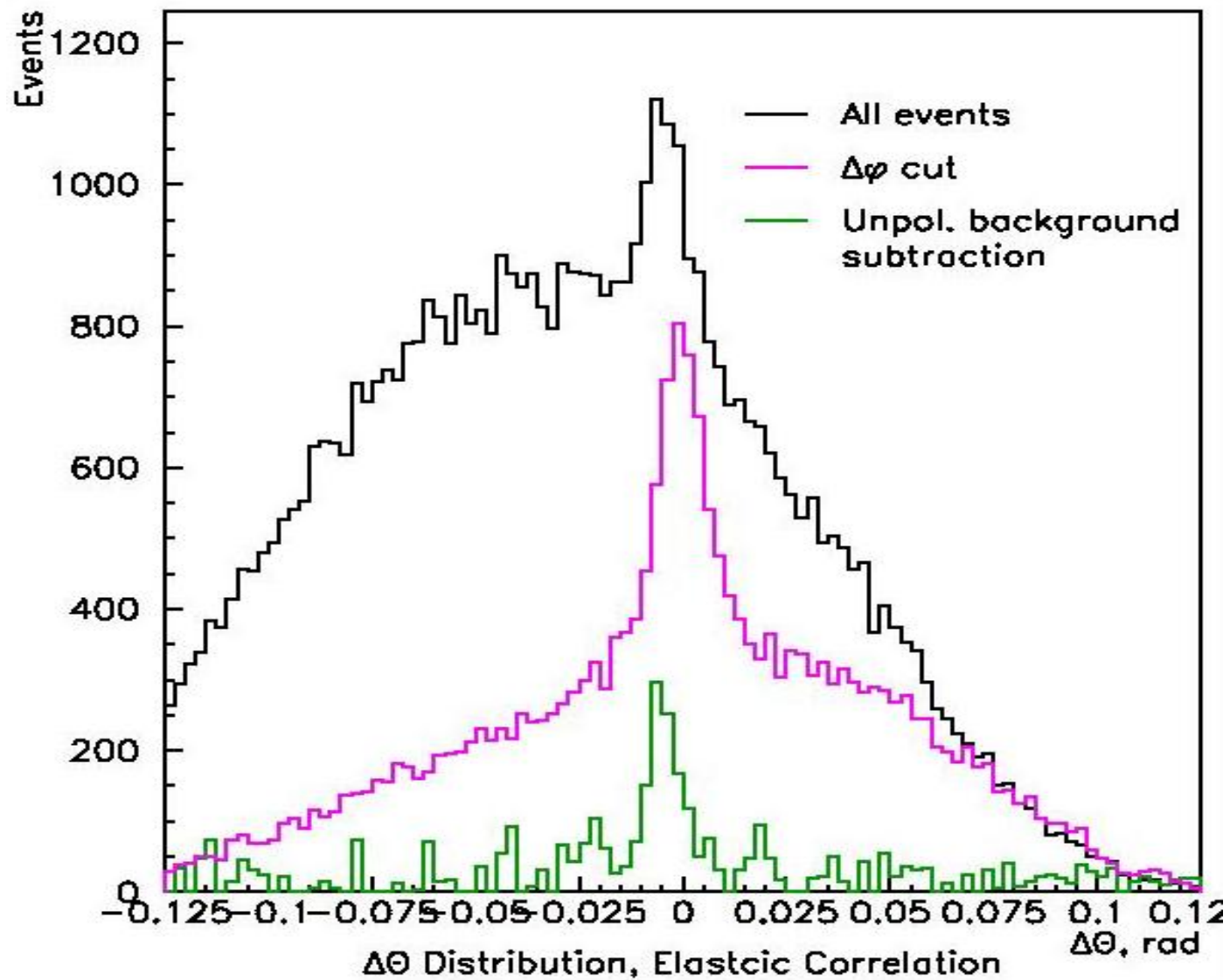
- Cylinder $\text{Ø}30\text{mm}$, $h=30\text{mm}$, propanediol $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$, free proton density $\approx 10\%$
- Magnetic field 2.5 T
- ^3He evaporation type cryostat at 0.5 K
- Dynamic nuclear orientation
- Polarization (70-80) %, measurement accuracy 2 %
- Sign reverse once per day



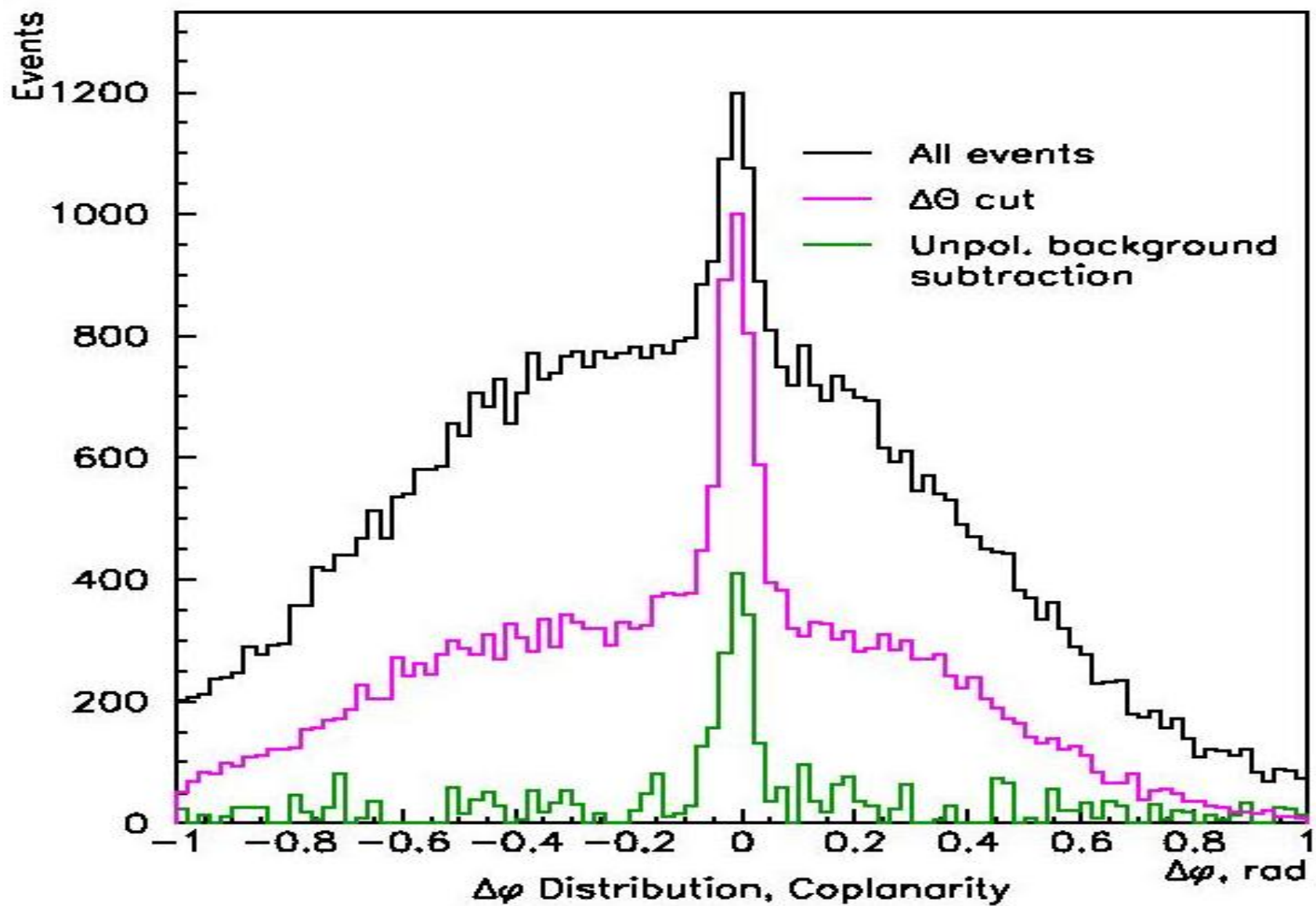


Разность между предсказаниями парциально-волновых анализов FA02 и KA84 для величины параметра P^- .

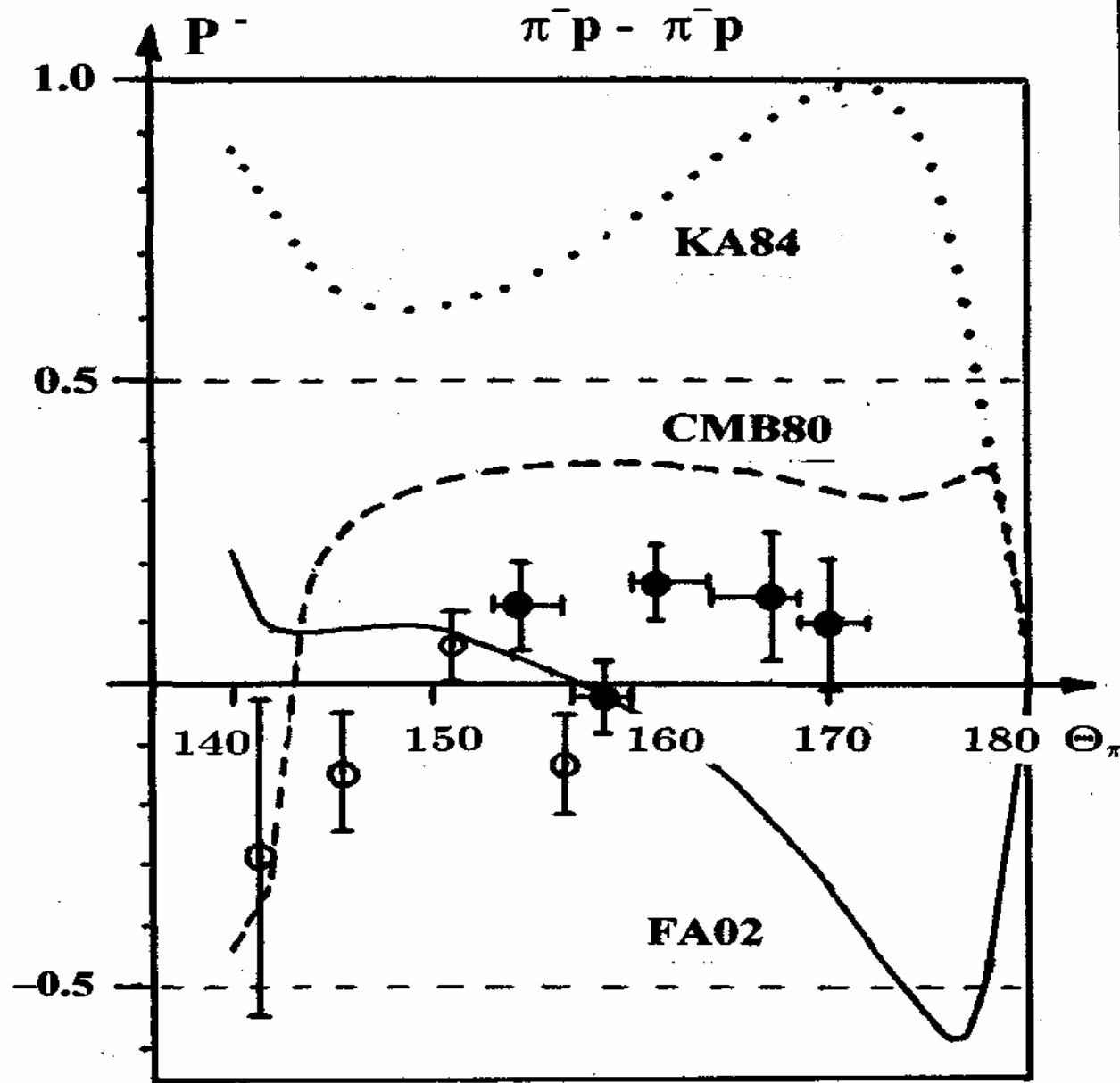
Отбор упругих событий.



Отбор упругих событий.



Сравнение результатов измерений с предсказаниями ПВА.



Импульс пучка отрицательных пионов -
2,07 ГэВ/с

Открытые точки – результаты предыдущих измерений, выполненных коллаборацией ПИЯФ-ИТЭФ в 1991 году с использованием другой поляризованной мишени.

Сплошные точки – результаты .
2004 года.

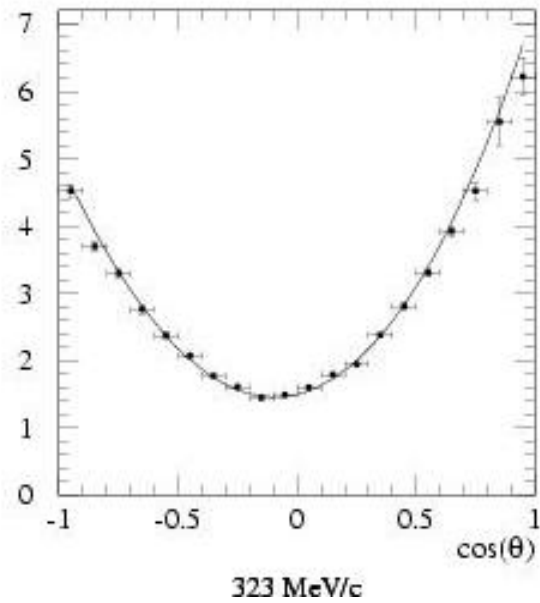
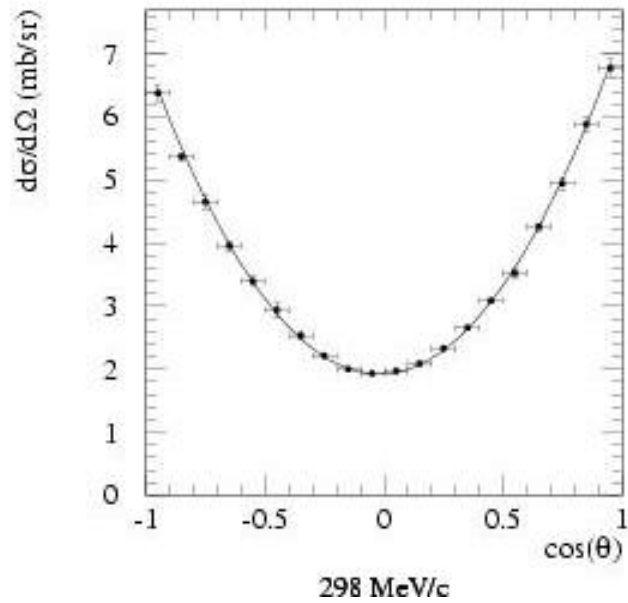
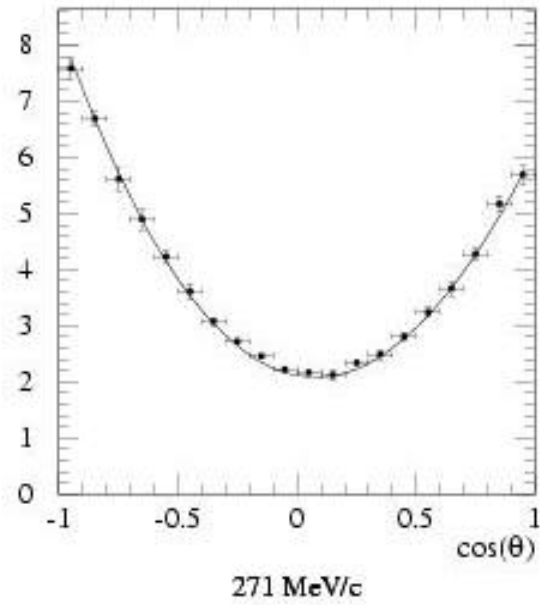
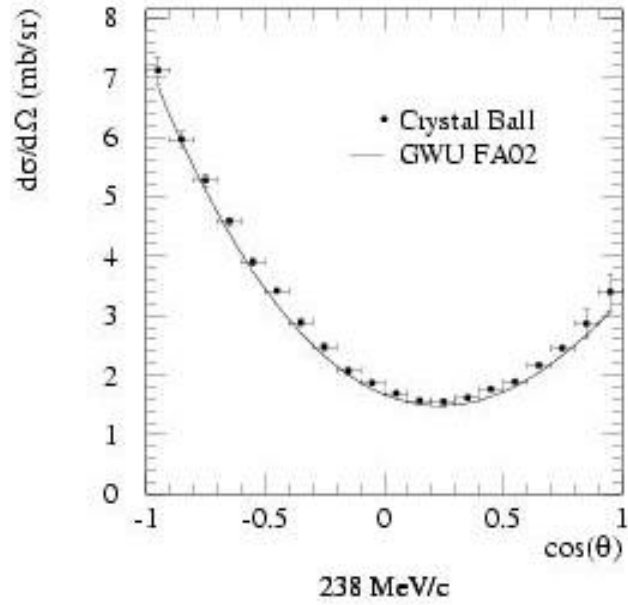
в) Продолжена обработка данных, полученных в экспериментах с детектором Crystal Ball на пионном канале ускорителя AGS BNL (США).

Совместно с учеными из Абилинского университета (ACU) США физики ПИЯФ занимались обработкой данных по дифференциальным сечениям реакции перезарядки $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$. Был проведен анализ состава пучка по времени пролета, изучены источники возможных систем. ошибок. Сравнение результатов, полученных двумя группами физиков (в ПИЯФ и в АСУ), подтвердило, что систем. ошибки эксперимента не превышают (4-6)%. К настоящему времени в области импульсов налетающих π^- -мезонов от 148 до 323 МэВ/с обработка данных завершена, результаты опубликованы. Эти результаты хорошо согласуются (за исключением точек при малых углах) с предсказаниями ПВА FA02, выполненного группой из Университета им. Джорджа Вашингтона. В анализе использовались результаты предыдущих экспериментов.

В 2004 году продолжалась обработка данных, полученных в BNL при более высоких импульсах – вплоть до 750 МэВ/с.

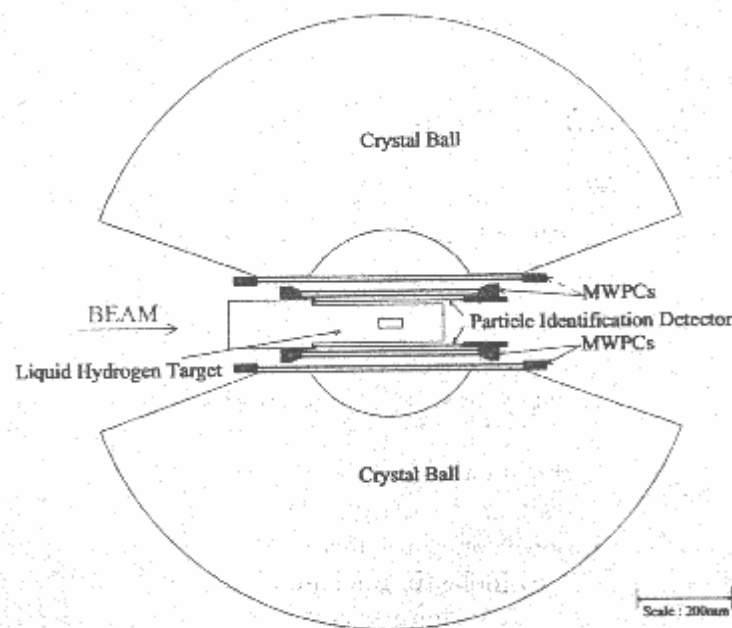
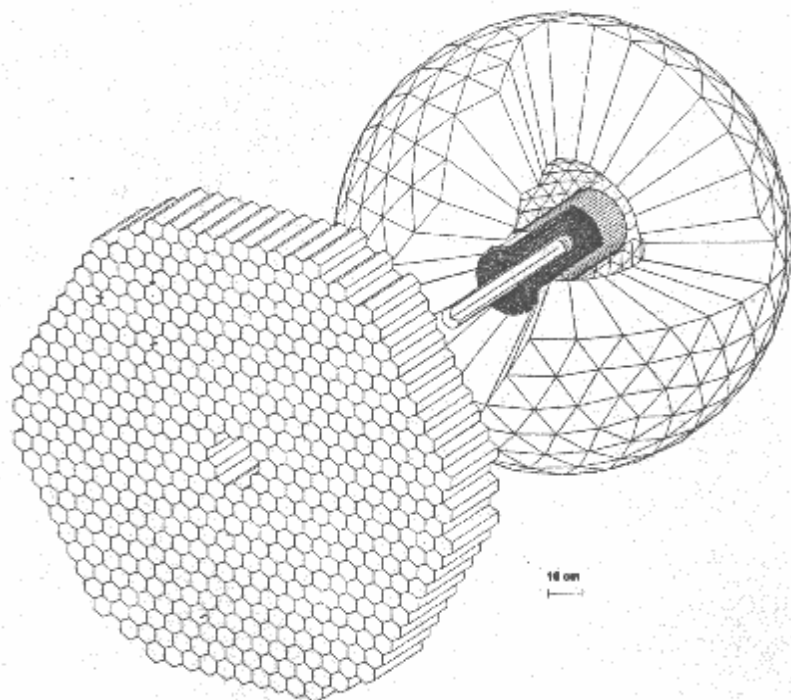
Сотрудники ЛМФ ОФВЭ в свое время участвовали в проведении экспериментов в BNL и являются соавторами опубликованных в 2004 г. работ, по результатам экспериментов с использованием детектора Crystal Ball.

В этой серии измерений изучены реакции $p^-p \rightarrow gn$, $p^-p \rightarrow \pi^0\pi^0n$, $K^-p \rightarrow \pi^0\pi^0\Lambda$, $K^-p \rightarrow \pi^0\pi^0\Sigma^0$, а также редкие моды распада h -мезона.



Дифференциальные сечения π - p -рассеяния с перезарядкой, измеренные с использованием детектора Crystal Ball

г) На пучке меченых фотонов электронного ускорителя МАМІ-В в Майнце (Германия) физики ПИЯФ участвовали в выполнении первого этапа эксперимента по измерению магнитного дипольного момента $\Delta^+(1232)$ -изобары. Эксперимент осуществляется на пучке линейно-поляризованных фотонов с использованием детектора Crystal Ball. Исследуется реакция $g\gamma \rightarrow g\phi^0 p$, фотоны и протоны регистрируются детектором *Crystal Ball* и дополнительным форвардным детектором TAPS. Первый этап эксперимента будет завершен к апрелю 2005 г.

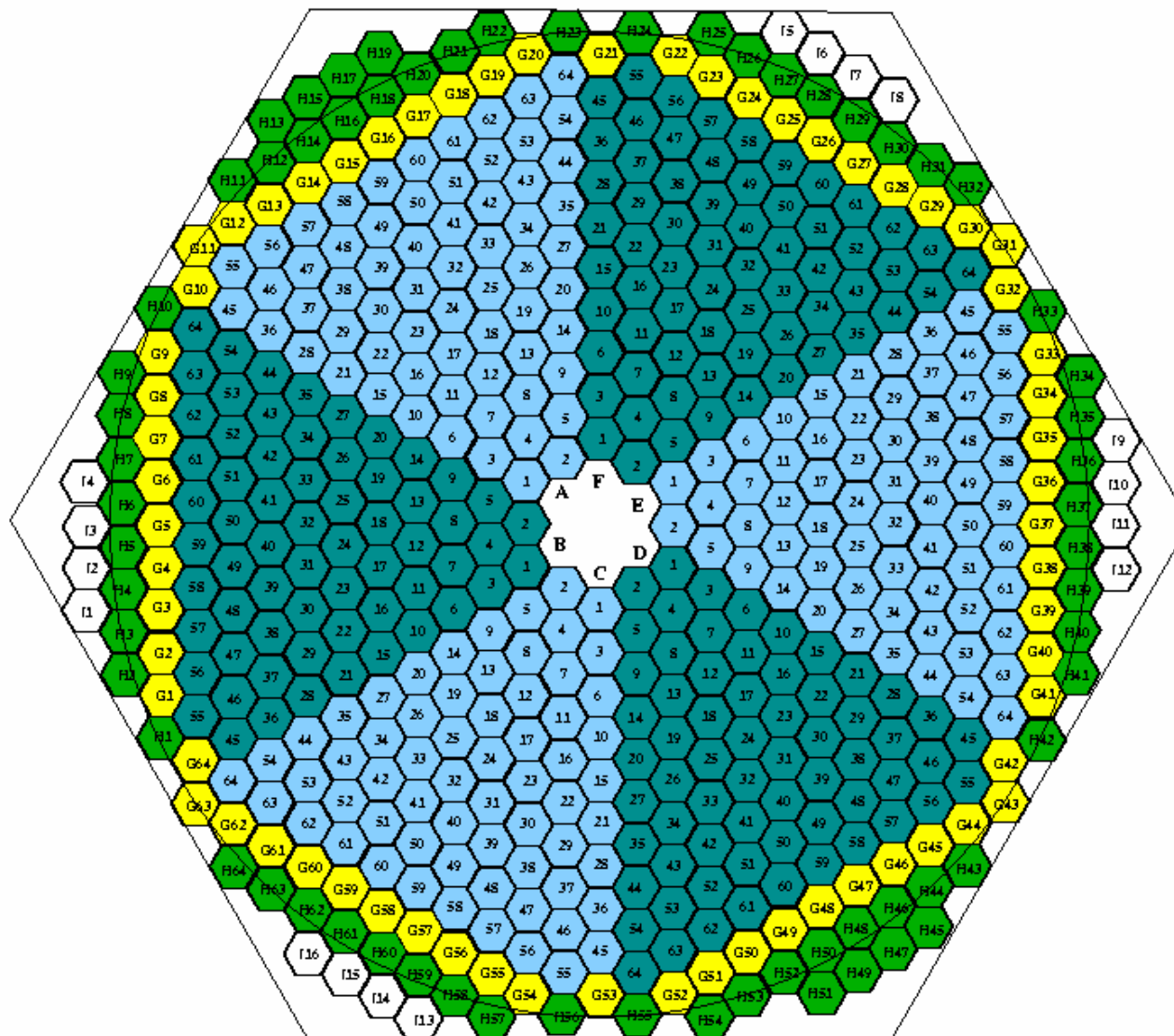


В левой части рисунка – схематическое изображение экспериментальной установки с детектором Crystal Ball на ускорителе МАМІ в Майнце, в правой части детектор Crystal Ball в разрезе.

Форвардный детектор TAPS.

TAPS@ELSA 2001as seen from TARGET

№ 200101 000



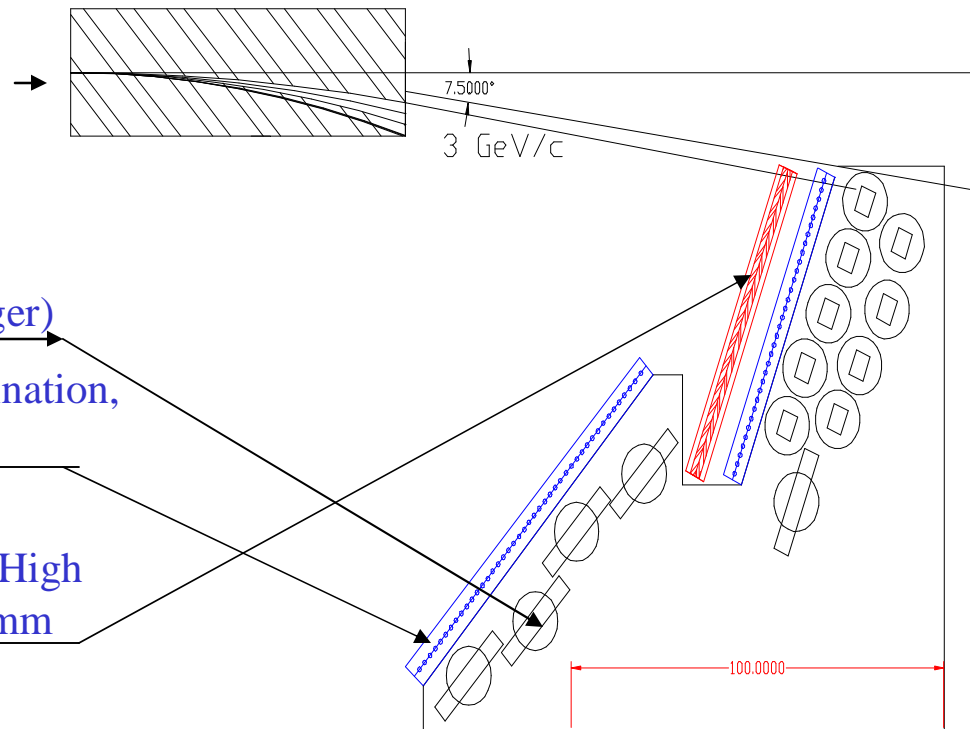
Л
М
Ф
2
0
0
4

д) На электронном ускорителе ELSA с энергией электронов 3.2 ГэВ в 2004 году осуществлялась модернизация многофотонного спектрометра полного поглощения Crystal Barrel, в настоящее время являющегося основной экспериментальной установкой на этом ускорителе. В ходе этой модернизации спектрометр будет перемещен на другую пучковую линию, что позволит изучать с его помощью не только фоторождение, но также и электророждение нейтральных мезонов.

Для увеличения углового акцептанса Crystal Barrel будет снабжен **дополнительным форвардным детектором**, который способен регистрировать заряженные частицы и нейтральные продукты реакции, испускаемые под малыми углами.

В разработке и изготовлении нового форвардного детектора активное участие принимают физики ПИЯФ. Детектор состоит из 90 кристаллов CsI, захватывающих угол $\pm 30^\circ$ по отношению к направлению пучка фотонов и набора тонких «вето» счетчиков.

Tagger System



14 Scintillator (fast Trigger)

2 PWC (Position determination,
4 mm Wire Spacing, 350
Wires)

480 Scintillating Fibres (High
Rates, Multi Hit TDC, 2mm
Fibre Diameter)

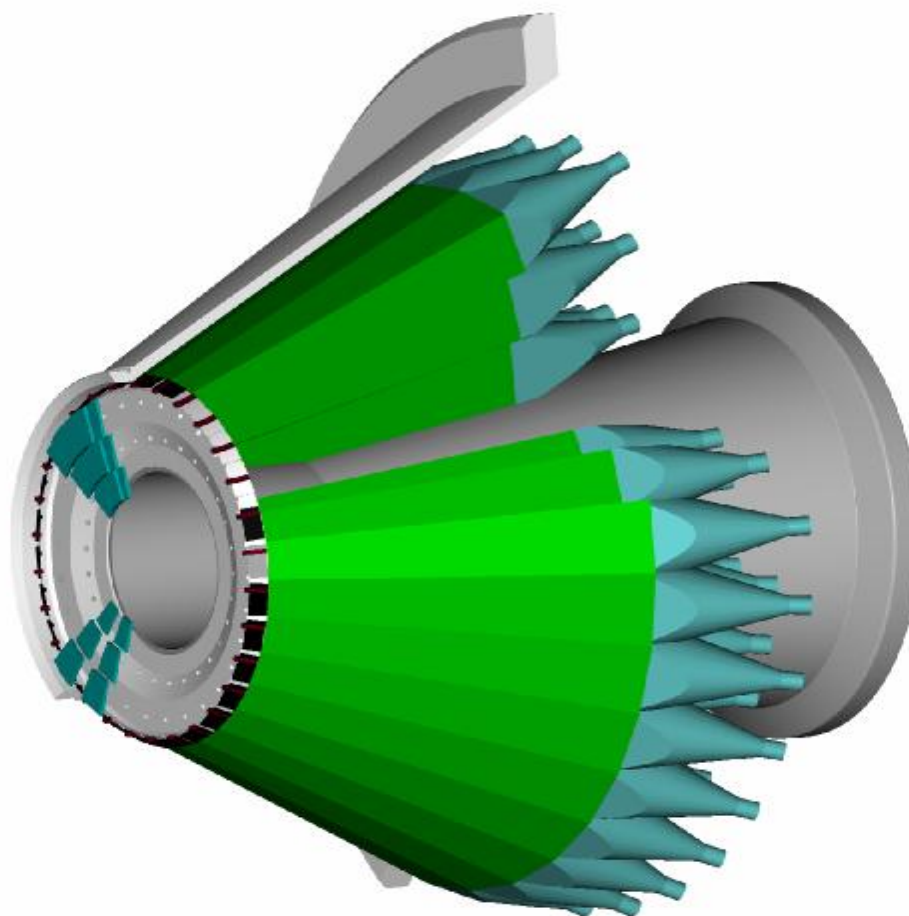
Range: 95% to 25% of
Electron Beam Momentum

Resolution: 0,03% to 2.8%

Л
М
Ф
2
0
0
4

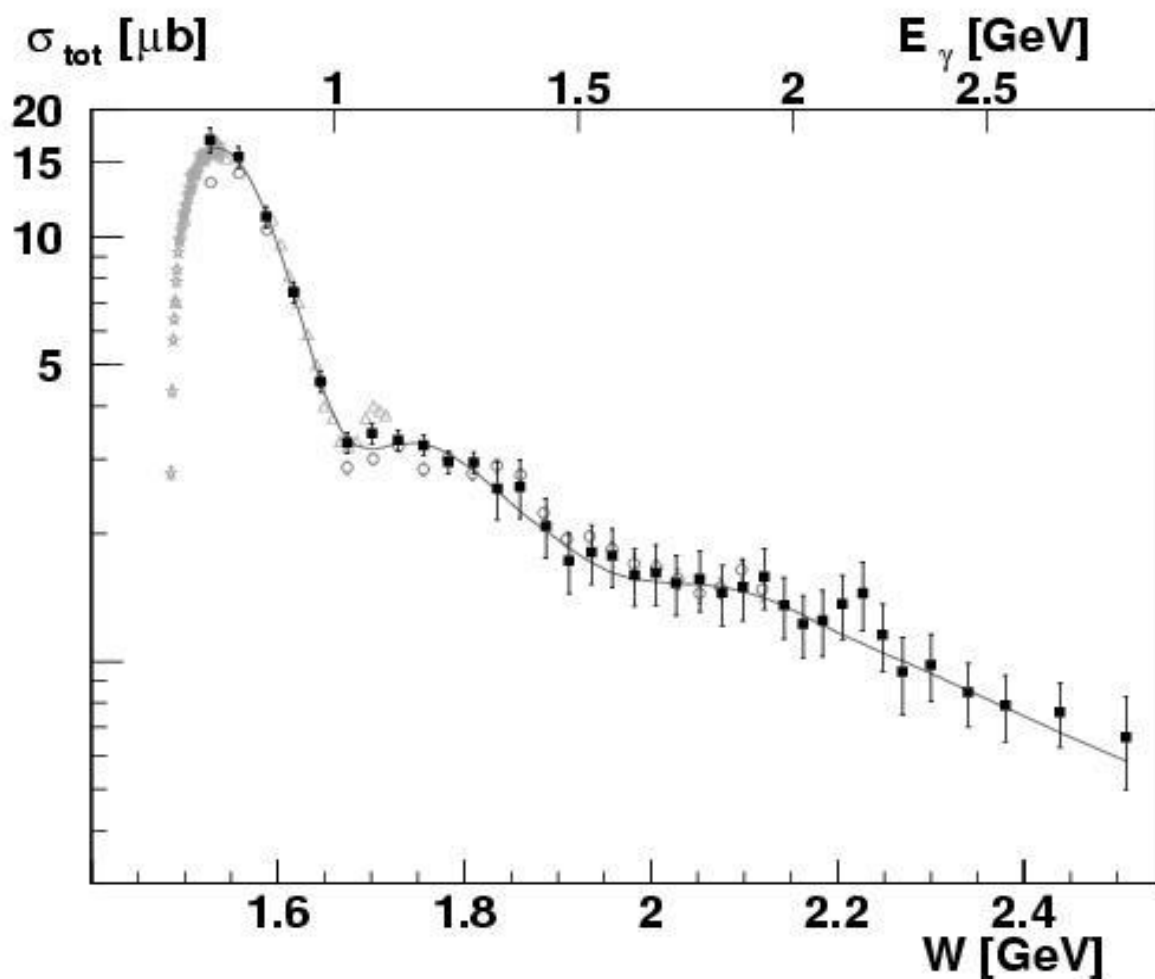
Эскиз форвардного детектора, создаваемого для работы
в комбинации с детектором Crystal Barrel.
Ускоритель ELSA, Бонн.

Пучок



Л
М
Ф
2
0
0
4

. На рисунке представлена энергетическая зависимость полных сечений реакции $gp \rightarrow hp$, *измеренная коллаборацией* на ускорителе ELSA. Темными квадратами показаны значения сечений, полученные в данном эксперименте, светлыми точками – результаты предыдущих измерений. Видно, что *в настоящей работе впервые измерены сечения реакции $gp \rightarrow hp$ при энергиях фотонов $E_g > 2$ ГэВ.*



Публикации за 2004 год.

) 1)Измерение дифференциальных сечений p - p -рассеяния с перезарядкой в области малых углов рассеяния.

Д.Е.Баядилов, Ю.А.Белоглазов, М.Р.Кан, Н.Г.Козленко, С.П.Круглов, И.В.Лопатин,

Д.В.Новинский, А.К.Радьков, В.В.Сумачев, Е.А.Филимонов. Ядерная физика **67**, 512 (2004).

) 2)Study of p - p charge exchange scattering for forward angles.

D.E.Bayadilov, Yu.A.Beloglazov, M.R.Kan, N.G.Kozlenko, S.P.Kruglov, I.V.Lopatin, D.V.Novinsky, A.K.Rad'kov, V.V.Sumachev, and E.A.Filimonov.

4) Proceedings of the 10th International Conference on Hadron Spectroscopy (31 August – 5 September 2003, Asschaffenberg, Germany). AIP Proceedings, vol. 717, p. 270, 2004.
S.Prakhov, B.M.K.Nefkens, C.E.Allgower, V.Bekrenev, ... , A.Koulbardis, N.Kozlenko, S.Kruglov, ... , I.Lopatin, ... , A.Starostin, et al. (Crystal Ball Collaboration). Phys. Rev. C **69**, 042202® (2004).

3)Differential cross section of the charge-exchange reaction p - $p \rightarrow p^n$ in the momentum

5) Measurement of π - $p \rightarrow \pi\pi\pi$ from threshold to $p_\pi = 750$ MeV/c.

range from 148 to 323 MeV/c.
S.Prakhov, B.M.K.Nefkens, C.E.Allgower, V.Bekrenev, ... , A.Koulbardis, N.Kozlenko, S.Kruglov, ... , I.Lopatin, ... , A.Starostin, et al. (Crystal Ball Collaboration). Phys. Rev. C **69**, 045202 (2004).

M.Sadler, A.Kulbardis, V.Abaev, ... , V.Bekrenev, ... , N.Kozlenko, S.Kruglov, ... , I.Lopatin, ... , A.Starostin, et al. (Crystal Ball Collaboration). Phys. Rev. C **69**, 055206 (2004).

Л
М
Ф
2
0
0
4

6) Does the $\Sigma(1580)3/2^-$ resonance exist?

J.Olmsted, S.Prakhov, ... , [V.S.Bekrenev](#), ... , [N.G.Kozlenko](#), [S.P.Kruglov](#), [A.A.Kulbardis](#), ... , [I.V.Lopatin](#), ... , [A.Starostin](#), et al. (Crystal Ball Collaboration). *Phys. Lett. B* 588, 29 (2004).

7) Relative branching ratio of the $\eta \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$ decay channel.

N.Knecht, ... , [V.S.Bekrenev](#), ... , [N.G.Kozlenko](#), [S.P.Kruglov](#), et al. *Phys. Lett. B* 589, 14 (2004).

8) $K^-p \rightarrow \pi^0\pi^0\Sigma^0$ at $p_K = 514-750$ MeV/c and comparison with other $\pi^0\pi^0$ production.

S.Prakhov, B.M.K.Nefkens, C.E.Allgower, [V.Bekrenev](#), ... , [A.Koulbardis](#), [N.G.Kozlenko](#), [S.Kruglov](#), ... , [I.Lopatin](#), ... , [A.Starostin](#), et al. (Crystal Ball Collaboration). *Phys. Rev. C* 70, 034605 (2004).

9) Measurement of inverse pion photoproduction at energies spanning the N(1440) resonance.

S.Shafi, S.Prakhov, ... , [V.Bekrenev](#), ... , [A.Kulbardis](#), [N.Kozlenko](#), [S.Kruglov](#), ... [I.V.Lopatin](#), ... , [A.Starostin](#), et al. (Crystal Ball Collaboration). *Phys. Rev. C* 70, 035204 (2004).

10) Investigation of $\gamma p \rightarrow p\pi^0\eta$ at ELSA in Bonn.

V.Crede for the CB-ELSA and CB/TAPS Collaboration. Proceedings of the 10th International Conference on Hadron Spectroscopy (31 August – 5 September 2003, Aschaffenberg, Germany), *AIP Proceedings*, vol. 717, p. 236, 2004.

11) Single π^0 and η photoproduction off the proton at CB-ELSA.

O.Bartholomy for the CB-ELSA Collaboration. Proceedings of the 10th International Conference on Hadron Spectroscopy (31 August – 5 September 2003, Aschaffenberg, Germany), *AIP Proceedings*, vol. 717, p. 255, 2004.

12) Photoproduction of h mesons off protons for $0.75 \text{ GeV} < E_\gamma < 3 \text{ GeV}$.

V.Credé, O.Bartholomy, ... , [Yu.Beloglazov](#), ... , [A.Gridnev](#), ... , [I.Lopatin](#), ... , [D.Novinski](#), ..., [A.Radkov](#), ... , [V.Sumachev](#), et al. (CB-ELSA Collaboration). *Phys. Rev. Lett.* – accepted for publication.

13) Neutral pion photoproduction in the energy range $0.3 \text{ GeV} < E_\gamma < 3 \text{ GeV}$.

O.Bartholomy, V.Credé, [Yu.Beloglazov](#), ... , [A.Gridnev](#), ... , [I.Lopatin](#), ... , [D.Novinski](#), ... , [A.Radkov](#), ... , [V.Sumachev](#), et al. (CB-ELSA Collaboration). *Phys. Rev. Lett.* – accepted for publication.

Л
М
Ф
2
0
0
4

Публикации за 2004 год.

Публикации за 2004 год.

14) Экспериментальная установка для измерения асимметрии P в резонансной области упругого пион-протонного рассеяния.

Ю.А.Белоглазов, А.И.Ковалев, С.П.Круглов, Д.В.Новинский, В.А.Щедров, В.В.Сумачев, В.Ю.Траутман, Е.А.Филимонов и др. (сотрудничество ПИЯФ-ИТЭФ).; ПТЭ №5, 1(2004).

15) The PNPI-ITEP experimental setup for the asymmetry of the elastic pion-proton scattering measurement in the resonance region.

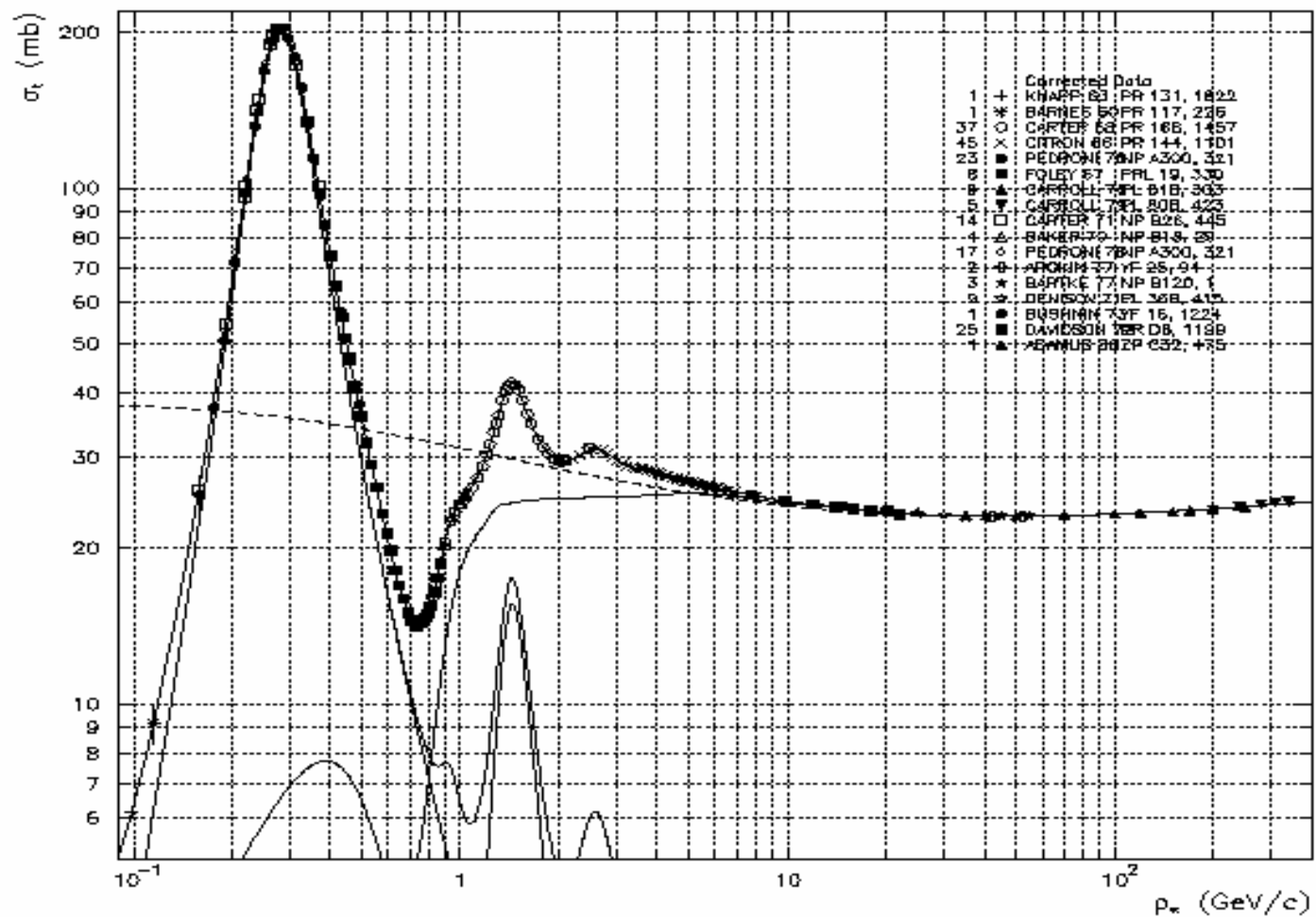
E.A.Filimonov, A.I.Kovalev, S.P.Kruglov, D.V.Novinsky, V.A.Shchedrov, V.V.Sumachev, V.Yu.Trautman, *et al.* (PNPI-ITEP Collaboration). *Proceedings of the 10th Workshop on High Energy Spin Physics (Dubna, 16 – 20 September 2003)*, Dubna, p. 372, 2004.

16) Results for asymmetry measurements in the elastic pion-proton scattering in the region of differential cross section minimum.

I.G.Alekseev, N.A.Bazhanov, Yu.A.Beloglazov, P.E.Budkovsky, E.I.Bunyatova, E.A.Filimonov, V.P.Kanavets, A.I.Kovalev, S.P.Kruglov, ..., D.V.Novinsky, ..., V.A.Shchedrov, V.V.Sumachev, V.Yu.Trautman, *et al.* (PNPI-ITEP Collaboration). *Proceedings of the 10th Workshop on High Energy Spin Physics (Dubna, 16 – 20 September 2003)*, Dubna, p. 316, 2004.

Л
М
Ф
2
0
0
4

Полное сечение упругого π^+p – рассеяния.
Промежуточные результаты нового ПВА ПИЯФ.

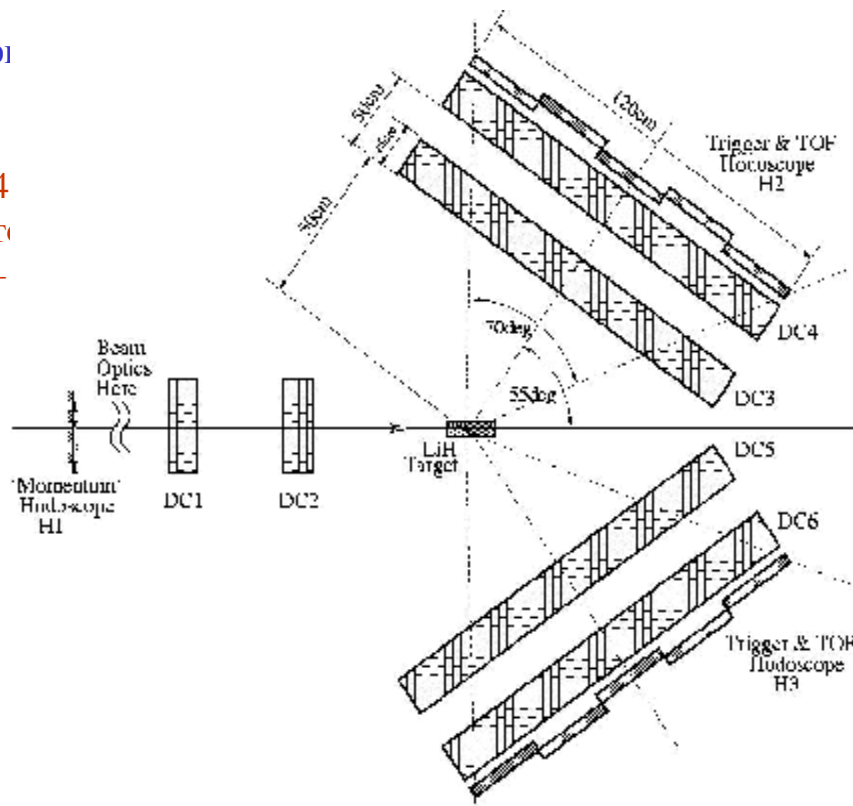


Установка для поиска резонанса в упругом рассеянии.

Показана схема установки для поиска криптоэкзотического резонанса в $\pi\text{-p}\rightarrow\pi\text{-p}$ упругом рассеянии. Она состоит из следующих основных элементов:

- «импульсный» годоскоп H1, расположенный в первом фокусе магнитного канала № 322.
- пучковые пропорциональные камеры DC1, DC2 для определения траекторий пионов пучка
- жидководородной мишени длиной 25 см
- системы дрейфовых камер для регистрации продуктов реакции DC3–DC6
- системы триггера
- системы измерения времени пролета

В декабре 2004
получен пучок во вт
дрейфовой камеры –



стью измерения времени

элементы канала № 322,
эт электроники с макетом
17 мм (sigma).

Л
М
Ф
2
0
0
4

К проекту эксперимента на ускорителе J-PARC (Япония)
по измерению параметров вращения спина A и R.

Table 1: Elastic π^+p - π^+p scattering.

(Regions with presumed existence of discrete ambiguities.)

Number	Momentum region	Angle region	Diff. cross section
:	: (MeV/c)	: c.m.s.(deg.)	: (mb/sr)
1	: 700 – 900	: 90 - 110	: 0.03 - 0.18
2	: 800 – 1000	: 155 – 175	: 0.08 – 0.60
3	: 800 – 1200	: 80 – 100	: 0.13 – 0.27
4	: 1600 – 1900	: 50 – 70	: 0.08 – 0.30
5	: 1800 – 2100	: 130 – 150	: 0.03 – 0.13
