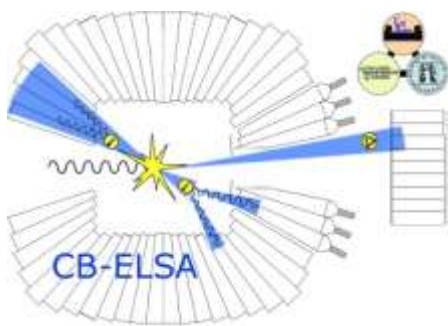


**Статус экспериментов Crystal Barrel и BGO-OD  
(Бонн, Германия)**

**Бонн, CB-ELSA**



**Бонн, BGO-OD**



## Contents

- Ускоритель ELSA
- Цели и задачи экспериментов
- Коллаборация CB-ELSA
- CB-ESLA: основные публикации
- Модернизация установки CB
- Коллаборация BGO-OD, Форвардный спектрометр, дрейфовые камеры
- Публикации (BGO-OD)
- Заключение

# ELectron Stretcher Accelerator (ELSA)

„Elektronen Stretcher Anlage“

duty factor  $\lesssim 90\%$

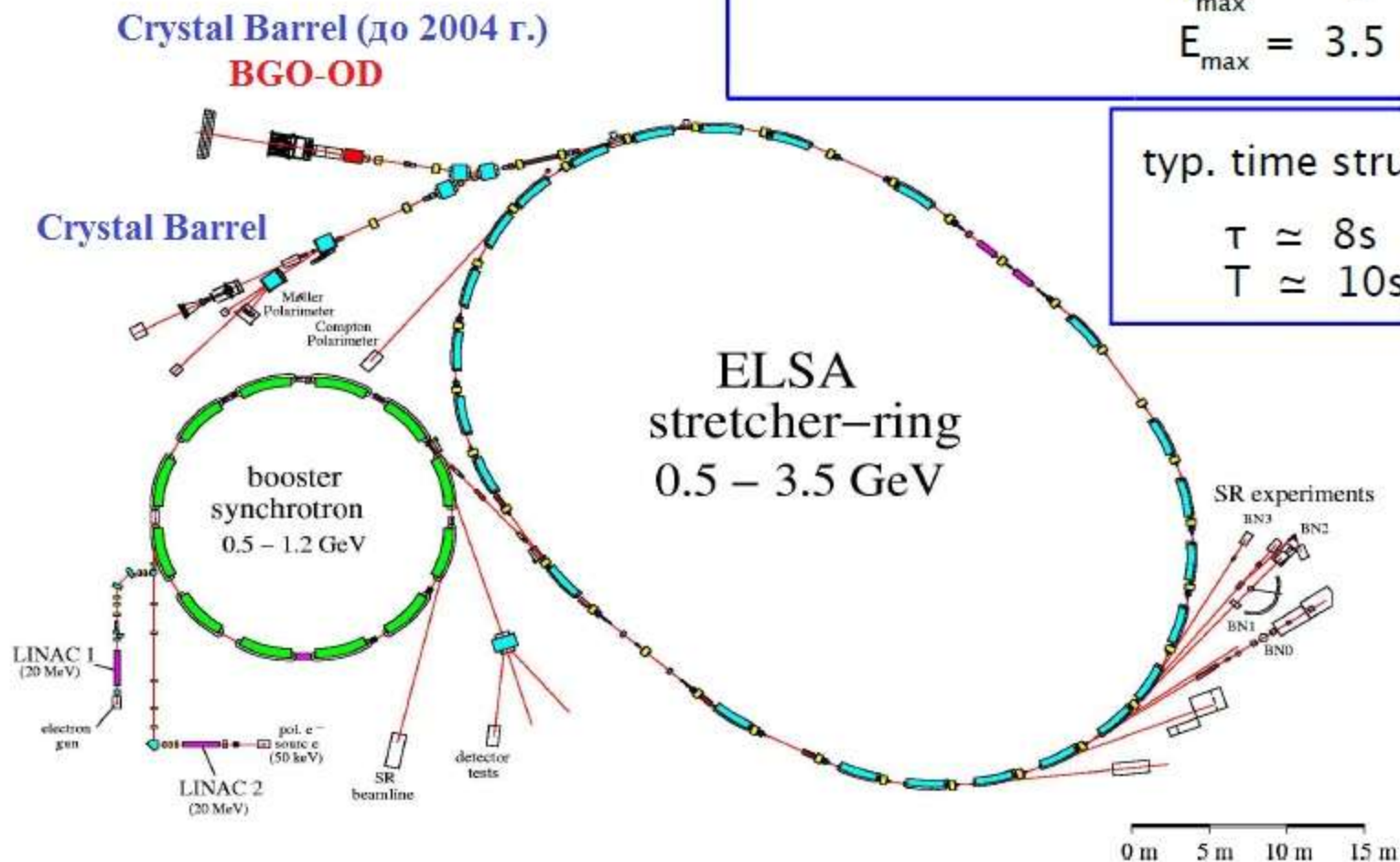
$$I_{\max} \approx 3\text{ nA}$$

$$E_{\max} = 3.5\text{ GeV}$$

typ. time structure

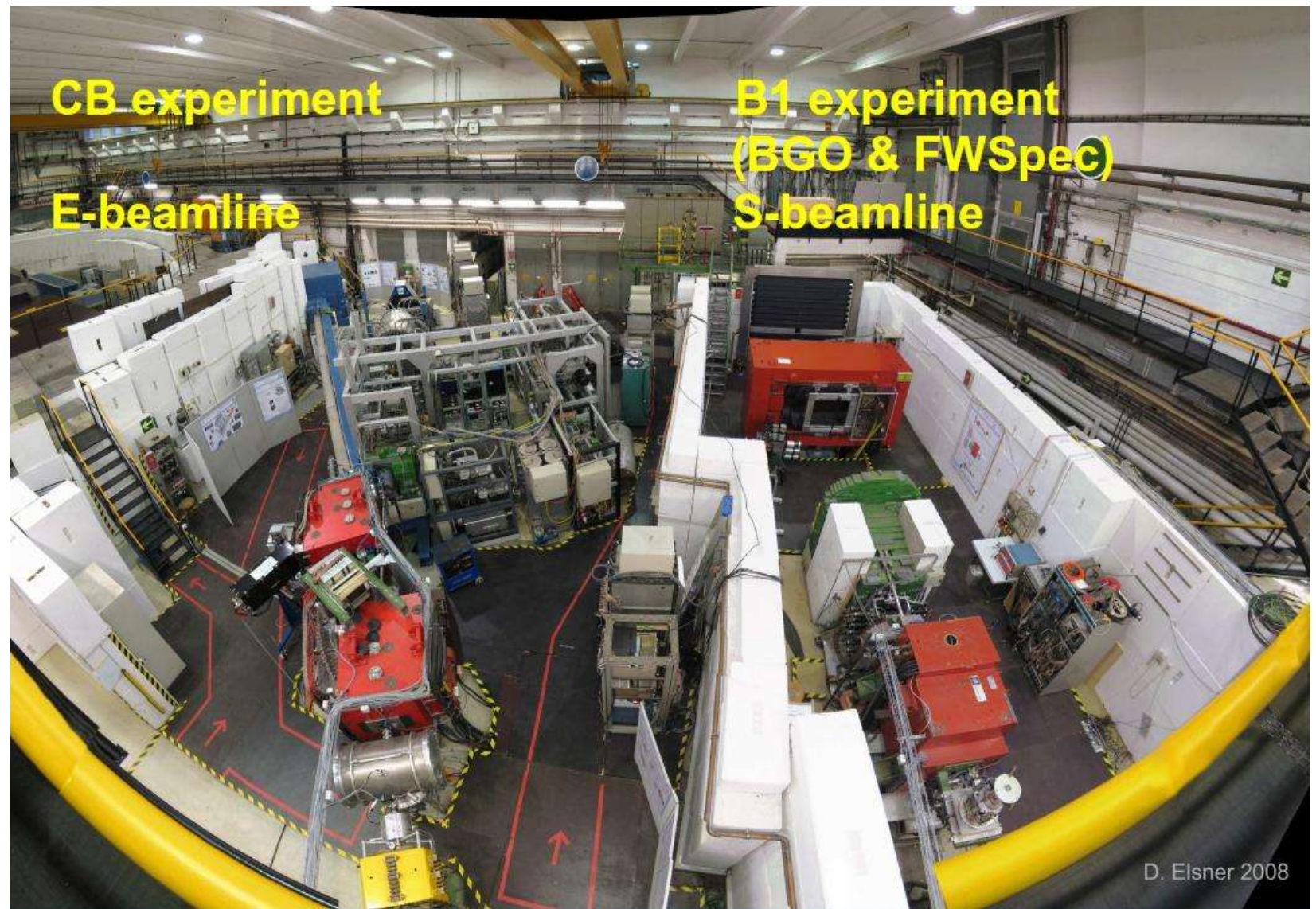
$$\tau \approx 8\text{ s}$$

$$T \approx 10\text{ s}$$



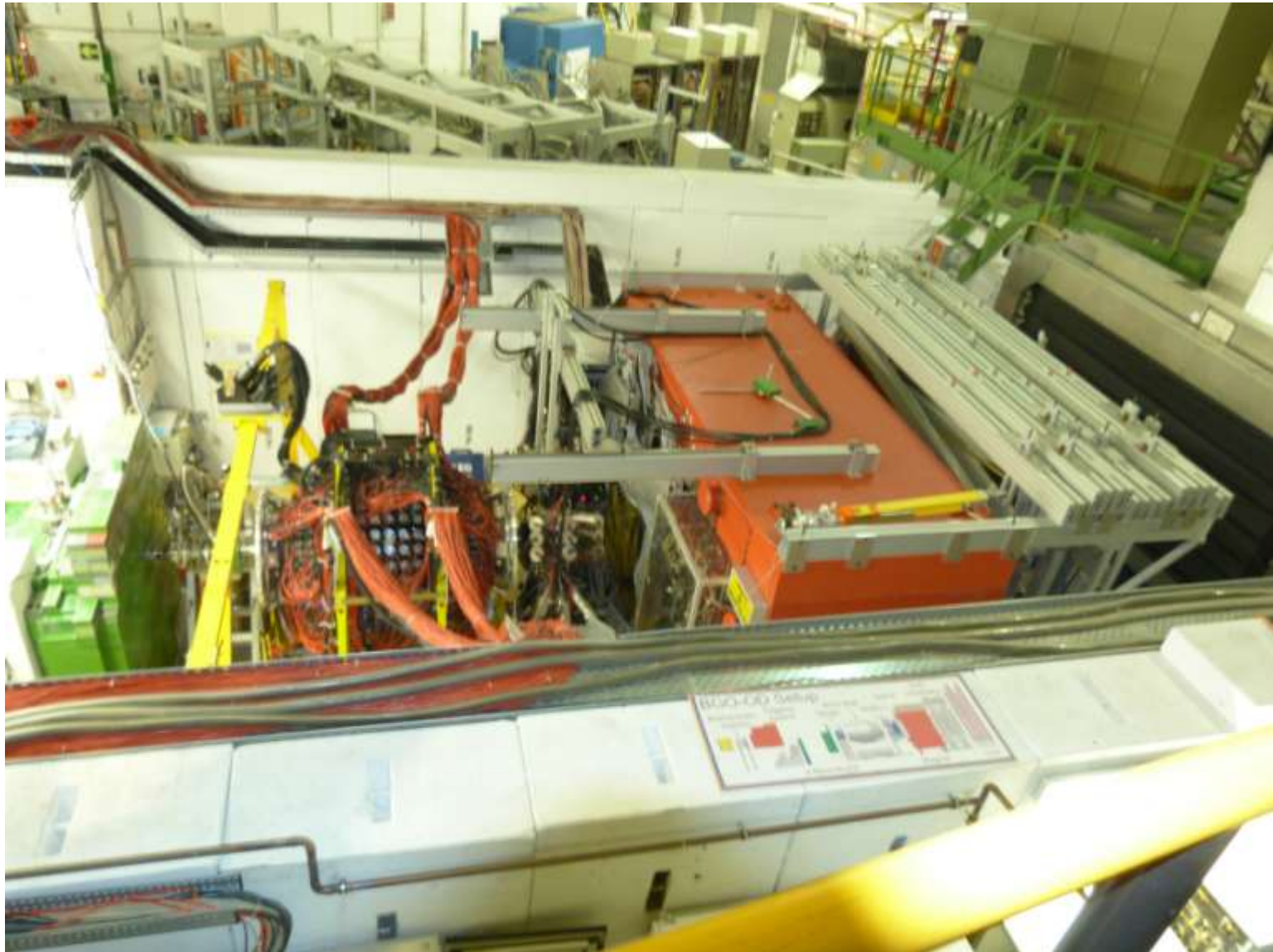


# ELectron Stretcher Accelerator (ELSA)





# ELectron Stretcher Accelerator (ELSA)



D. Novinsky (PNPI), 16.01.2018

- Проблема недостающих резонансов
- Барионная спектроскопия (массы, ширины, моды распада)
- Связанные состояния в ядрах ( $\eta$ ,  $\eta'$ ,  $\omega$ )
  
- ❖ Измерение сечений ( $\sigma$ ,  $d\sigma/d\Omega$ )
- ❖ Измерение поляризационных наблюдаемых (pol. Ream +H2, D2)
- ❖ Измерение двойных поляризационных наблюдаемых

**L. Tiator**

**Сравнение количеств наблюдаемых в «полных» экспериментах по рождению мезонов:**

Пион-нуклонное рассеяние – 4 наблюдаемых возможны

4 наблюдаемых нужны для полного эксперимента

0 наблюдаемых можно предсказать

Фотообразование пионов - 16 наблюдаемых возможны

8 наблюдаемых нужны для полного эксперимента

8 наблюдаемых можно предсказать

Возможно, в частности, измерение 16 поляризационных наблюдаемых в фоторождении мезонов ( $p$ ,  $h$ ,  $K$ , ...) при использовании 32 различных вариантов постановки эксперимента.

...L.Tiator....arXiv:0705.3550v1 [nucl-ex] 24 May 2007

...L.Tiator...Zeitschrift fur Phys. A v.352, № 3, p.327 (1995).

# Physics

Photon polarization		Target polarization	Recoil nucleon polarization	Target and recoil polarizations
		X Y Z <sub>(beam)</sub>	X' Y' Z'	X' X' Z' Z' X Z X Z
unpolarized	$\sigma$	- T -	- P -	$T_x$ $L_x$ $T_z$ $L_z$
linear	$\Sigma$	H (-P) G	$O_x$ (-T) $O_z$	(-L <sub>z</sub> ) (T <sub>z</sub> ) (L <sub>x</sub> ) (-T <sub>x</sub> )
circular	-	F - E	$C_x$ - $C_z$	- - - -

- polarized photons and polarized target

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \sigma_0 [1 - P_T \Sigma \cos 2\varphi + P_x (-P_T H \sin 2\varphi + P_{\odot} F) - P_y (-T + P_T P \cos 2\varphi) - P_z (-P_T G \sin 2\varphi + P_{\odot} E)]$$

- polarized photons and recoil polarization

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \sigma_0 [1 - P_T \Sigma \cos 2\varphi + P_{x'} (-P_T O_{x'} \sin 2\varphi - P_{\odot} C_{x'}) - P_{y'} (-P + P_T T \cos 2\varphi) - P_{z'} (P_T O_{z'} \sin 2\varphi + P_{\odot} C_{z'})]$$

- polarized target and recoil polarization

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \sigma_0 [1 + P_{y'} P + P_x (P_{x'} T_{x'} + P_{z'} T_{z'}) + P_y (T + P_{y'} \Sigma) - P_z (P_{x'} L_{x'} - P_{z'} L_{z'})]$$



# Collaboration CB-ELSA

Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn, Germany

Physikalisches Institut, University at Gießen, Germany

Department of Physics, Florida State University, Tallahassee, USA

**Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia**

Kernfysisch Versneller Instituut, Groningen, The Netherlands

Physikalisches Institut, University at Bonn, Germany

Institut für Physik, Universität Basel, Switzerland

## Участники от Лаборатории мезонной физики:

Д.Е. Баядилов, Ю.А. Белоглазов, А.Б. Гриднев, Д.В.  
Новинский, А.К. Радьков, В.В. Сумачёв

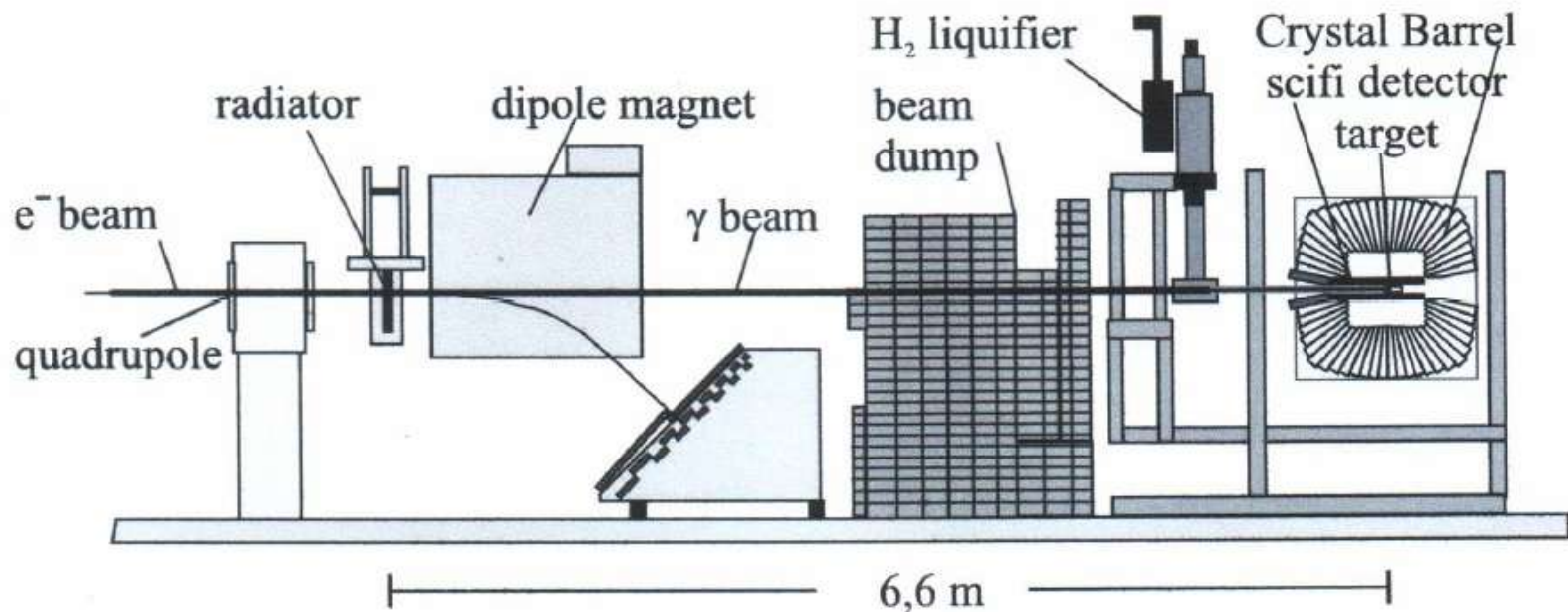
ПИЯФ ОТФ: Саранцев А.В., Анисович А.В., Никонов В.А.

–BoGa(Uni-Bonn, PNPI)

<https://pwa.hiskp.uni-bonn.de>

# Collaboration CB-ELSA

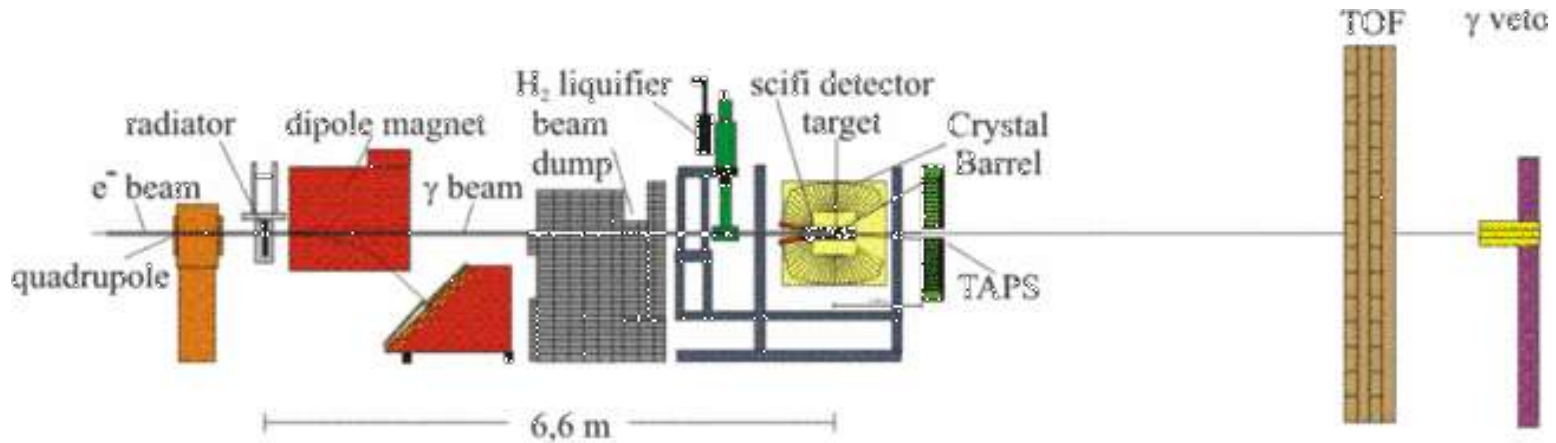
- ❖ Начало работ по подготовке эксперимента - 1998
- ❖ Запуск установки - 1999-2000
- ❖ Набор данных ( $d\sigma/d\Omega$ ) – 2000-2001



- Сборка детектора Crystal Barrel
- Коммуникации
- Ремонт и испытание верхней (из двух) проп. камеры

# Collaboration CB-ELSA

- ❖ Модернизация установки – 2000-2001
- ❖ Запуск установки, набор данных 2001-2004



- Дизайн и производство детектора меченных гамма-квантов SciFi с высоким импульсным разрешением (480 сцинтилляторов)
- Производство и настройка программноуправляемых 16-канальных дискриминаторов с минимальным порогом  $\sim 5-7$  мВ
- Участие в наборе данных

❖  $d\sigma/d\Omega$  ( $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ ,  $\gamma p \rightarrow \eta p$ ,  $\gamma p \rightarrow \pi^0 \pi^0 p$ ,  $\gamma p \rightarrow \pi^0 \eta p$ )

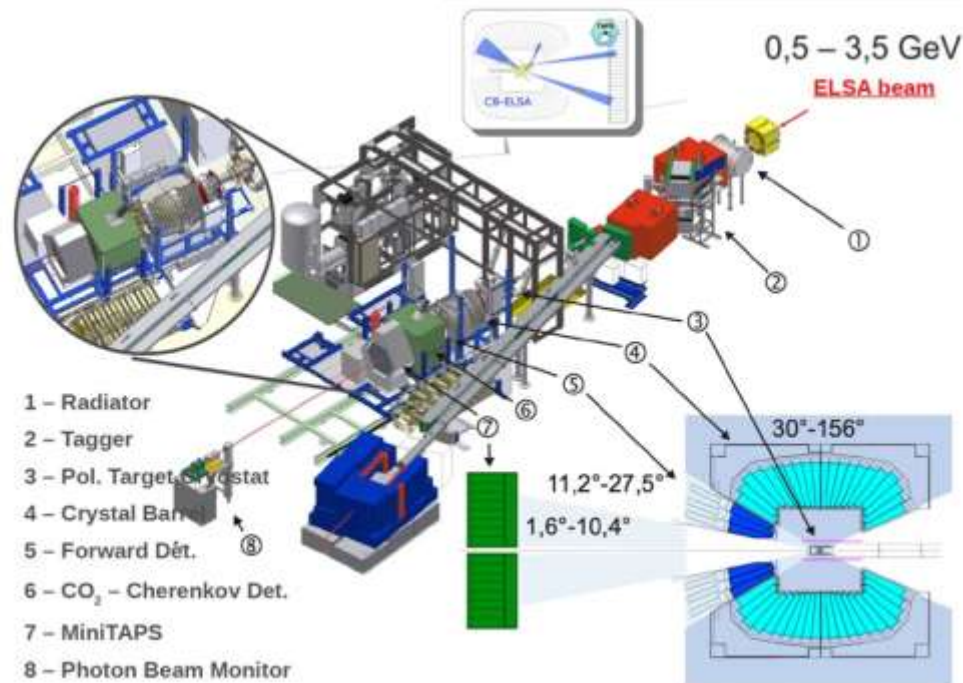
- Обнаружен  $D_{13}(2070)$ , ранее неизвестный резонанс.
- Надежно подтверждено существование резонанса  $D_{33}(1940)$ , имевшего весьма низкий рейтинг (\*) в таблицах PDG.
- Характеристики резонанса  $P_{11}(1710)$  явно отличаются от значений, приведенных в таблицах PDG.
- Для нескольких нуклонных резонансов были более точно определены ширины некоторых парциальных распадов.



# Collaboration CB-ELSA

❖ Модернизация и перенос установки – 2004-2005

❖ Запуск установки, набор данных 2005-2014



➤ Дизайн и производство спектрометра для передней полусферы Forward Plug на основе кристаллов ScI(Tl) и ФЭУ (90 кристаллов), veto-counters

➤ Дизайн и производство прототипа калориметра с использованием силиконовых фотоумножителей SiPM (9 кристаллов)

➤ Закупка и проверка 16 канальных ФЭУ Hamamatsu 6568

➤ Участие в наборе данных

# Collaboration CB-ELSA

Существенный этап модернизации экспериментальной установки – разработка двух дополнительных форвардных детекторов, позволяющих регистрировать фотоны и заряженные частицы, вылетающие под малыми углами – вплоть до  $\pm 1^\circ$ .

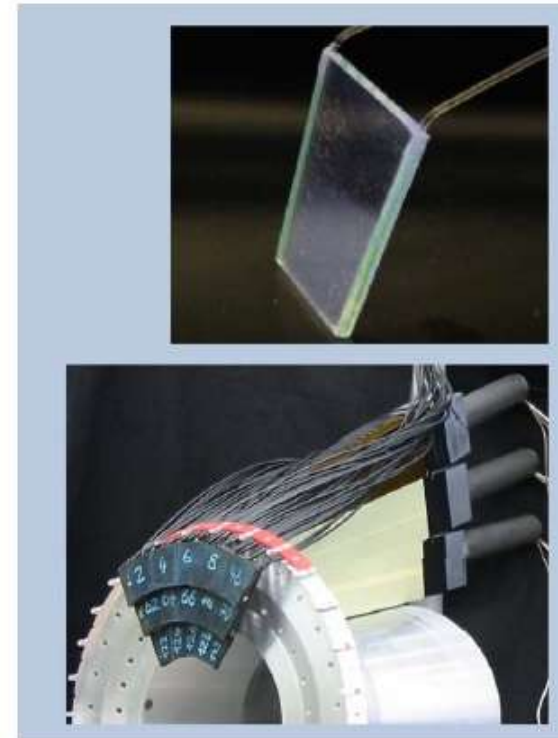
Один из них (именуемый **Forward Plug**) состоит из 90 кристаллов CsI(Tl).

**The 30° Forward-Calorimeter**

- 90 CsI(Tl) crystals ( $\theta$  : 27.5°-11.2°)
- $\Delta\theta$  : 6°  $\Delta\phi$  : 12°
- PMT readout
- 12-Bit dual range ADC  
1 MeV – 250 MeV / 2 GeV



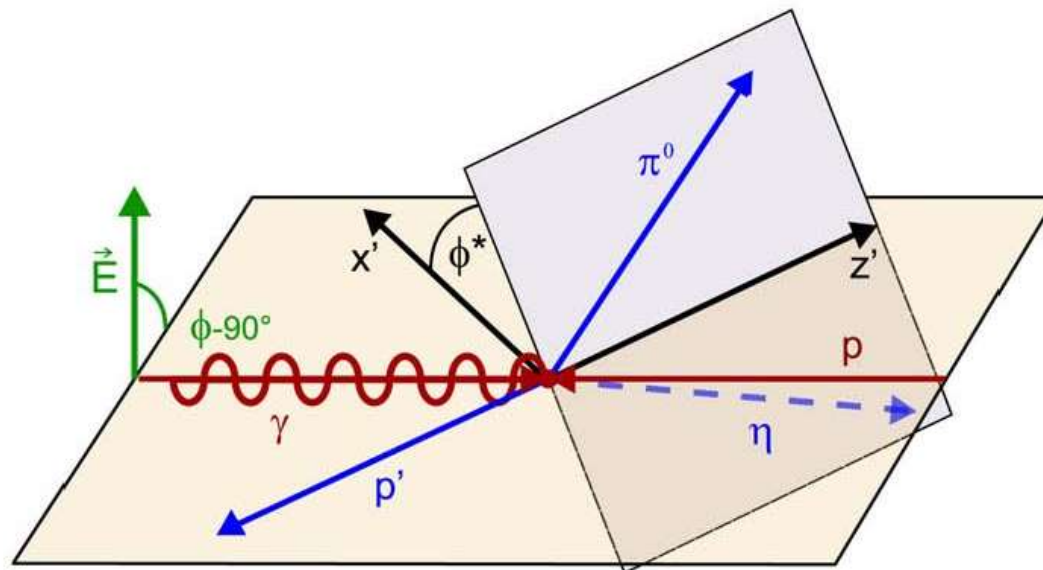
- free running clusterfinder (SRAM lookup-table)  
1st level trigger (<70 ns)
- MultiHit TDC
- photon time resolution 1.7 ns (FWHM)



## ❖ $\Sigma$ ( $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ , $\gamma p \rightarrow \pi^0 \eta p$ )

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta, \phi) = \frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta) \cdot [1 - P_\gamma^{lin} \cdot \Sigma(\theta) \cdot \cos(2\phi)]$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta, \phi) = \frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta) \cdot \{1 + P_\gamma^{lin} \cdot [I^S(\phi^*) \cdot \sin(2\phi) + I^C(\phi^*) \cdot \cos(2\phi)]\}$$



## Photoproduction of $\eta$ -mesons from the neutron: cross sections and double polarization observable $E$

В экспериментах, выполняемых на продольно поляризованной мишени с использованием пучка фотонов с круговой поляризацией, измеряется двойная поляризационная асимметрия

$E$ .

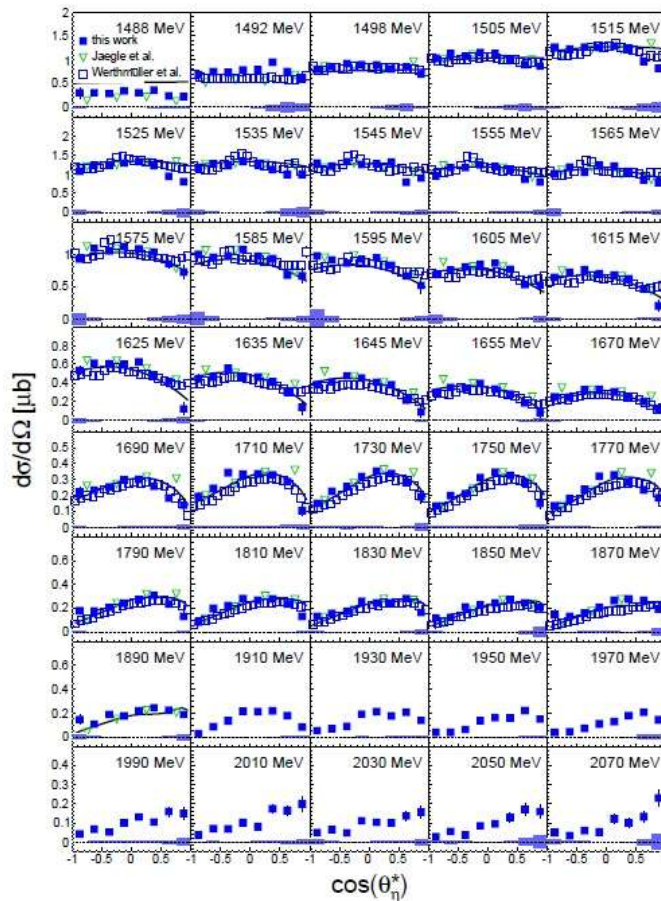
Мишень:  $C_4O_9OD$

$$\gamma p(n) \rightarrow \eta p(n)$$

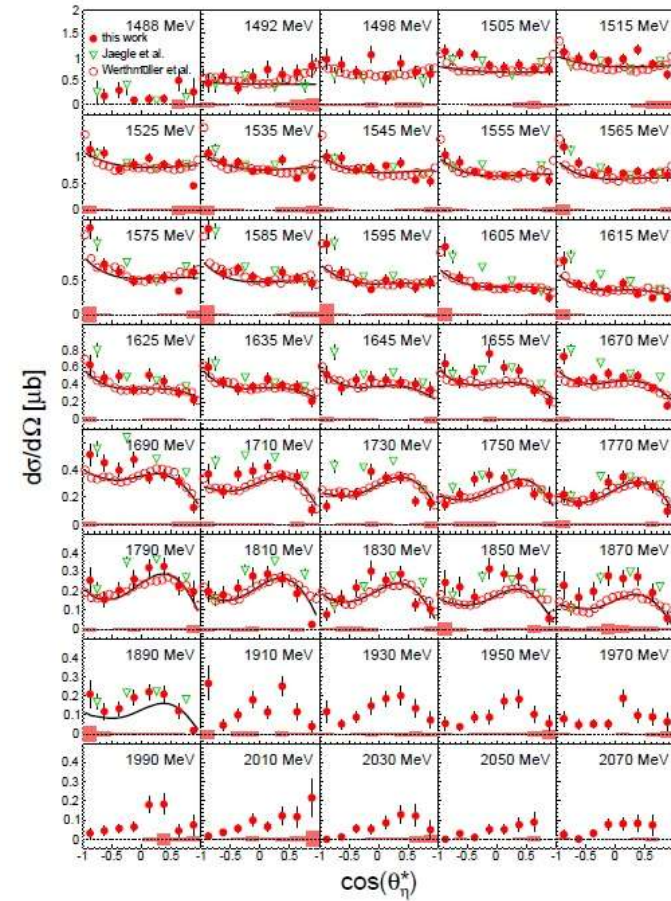
$$E = \frac{\sigma_{1/2} - \sigma_{3/2}}{\sigma_{1/2} + \sigma_{3/2}} = \frac{\sigma_{1/2} - \sigma_{3/2}}{2\sigma_0}$$



## Photoproduction of $\eta$ -mesons from the neutron: cross sections and double polarization observable E

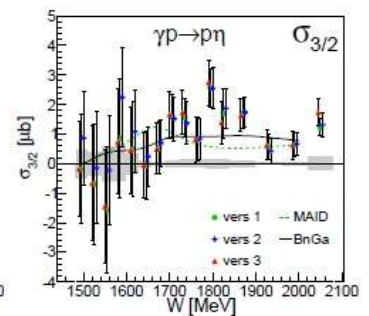
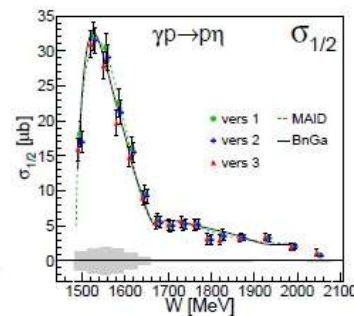
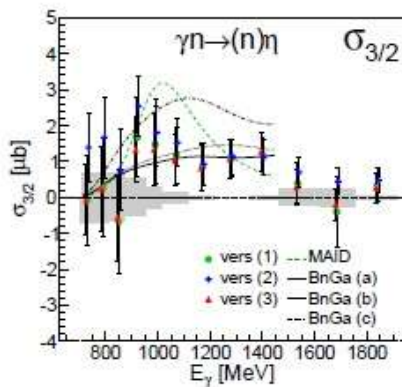
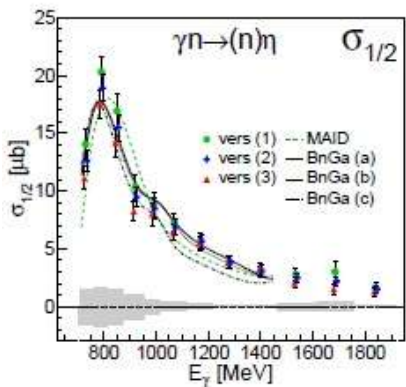
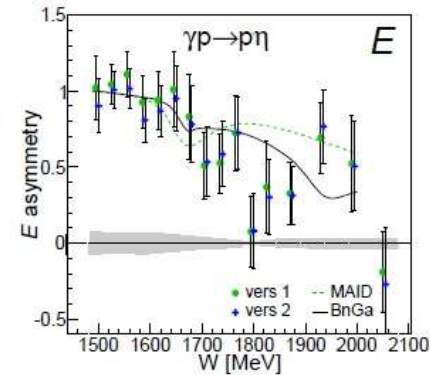
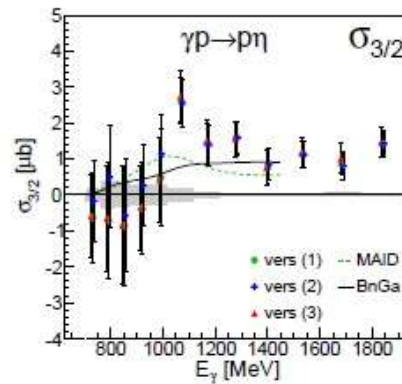
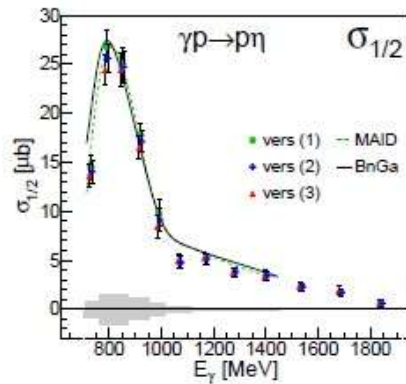


$d\sigma/d\Omega, \gamma p \rightarrow \eta p$



$d\sigma/d\Omega, \gamma n \rightarrow \eta n$

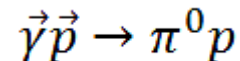
## Photoproduction of $\eta$ -mesons from the neutron: cross sections and double polarization observable $E$



Helicity dependent cross sections  $\sigma_{1/2}$  and  $\sigma_{3/2}$  for  $\gamma p \rightarrow p\eta$  and  $\gamma n \rightarrow (n)\eta$

Double polarization observable  $E$  and the helicity dependent cross sections

## A. Thiel et al., Double-polarization observable $G$ in neutral-pion photoproduction off the proton



В экспериментах, выполняемых на продольно поляризованной мишени при использовании пучка линейно поляризованных фотонов, измеряется двойная поляризационная асимметрия  $G$ .

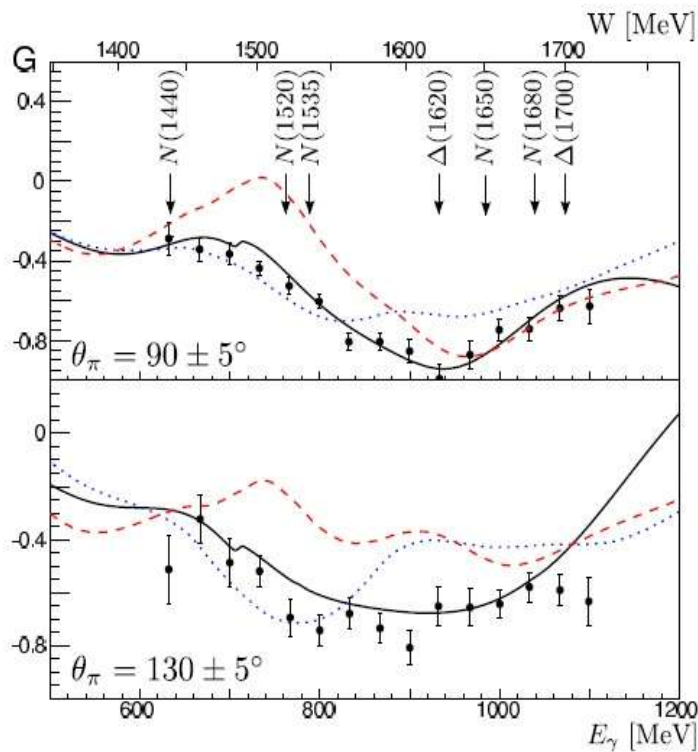
В этом же эксперименте одновременно измеряется пучковая асимметрия  $\Sigma$ .

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta, \phi) = \frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta) \cdot \left[ 1 - P_{\gamma}^{lin} \cdot \Sigma(\theta) \cdot \cos(2\phi) - P_z \cdot P_{\gamma}^{lin} \cdot G(\theta) \cdot \sin(2\phi) \right],$$

где  $P_z$  – величина поляризации мишени,  $P_{\gamma}^{lin}$  – величина линейной поляризации фотонов,  $\phi$  – азимутальная ориентация плоскости реакции относительно плоскости, в которой лежит вектор поляризации фотонов.

A. Thiel et al.,

Well-established nucleon resonances revisited by double-polarization measurements, Phys.Rev.Lett. 109 (2012) 102001



$E_{0+}$	$N(1535)1/2^-$	$N(1650)1/2^-$	$\Delta(1620)1/2^-$	
Solution	$A^{1/2}$	$A^{1/2}$	$A^{1/2}$	
BG2011-02	$105 \pm 10$	$33 \pm 7$	$52 \pm 5$	
MAID-2007	66	33	66	
SAID-2011	$99 \pm 2$	$65 \pm 25$	$64 \pm 2$	
$E_{2-}$	$N(1520)3/2^-$		$\Delta(1700)3/2^-$	
Solution	$A^{1/2}$	$A^{3/2}$	$A^{1/2}$	$A^{3/2}$
BG2011-02	$-22 \pm 4$	$131 \pm 10$	$160 \pm 20$	$165 \pm 25$
MAID-2007	-27	161	226	210
SAID-2011	$-16 \pm 2$	$156 \pm 2$	$109 \pm 4$	$84 \pm 2$

Table I. Helicity amplitudes of low-lying negative-parity  $N$  and  $\Delta$  resonances contributing to the  $E_{0+}$  and  $E_{2-}$  multipoles (in  $\text{GeV}^{-\frac{1}{2}} 10^{-3}$ ).

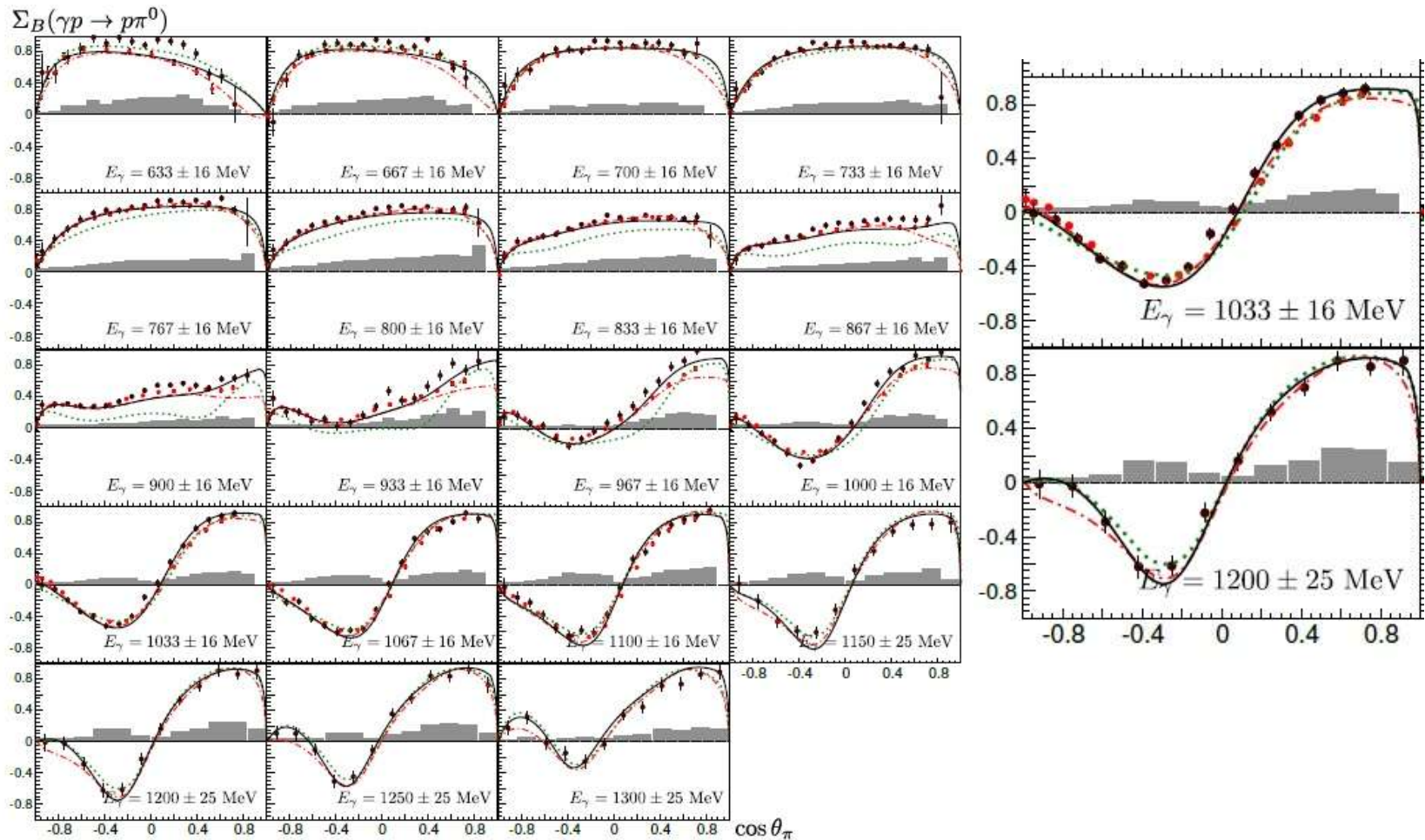
$$E_{0+} \rightarrow N(1535), N(1560), N(1620)$$

$$E_{2-} \rightarrow N(1520), \Delta(1700)$$

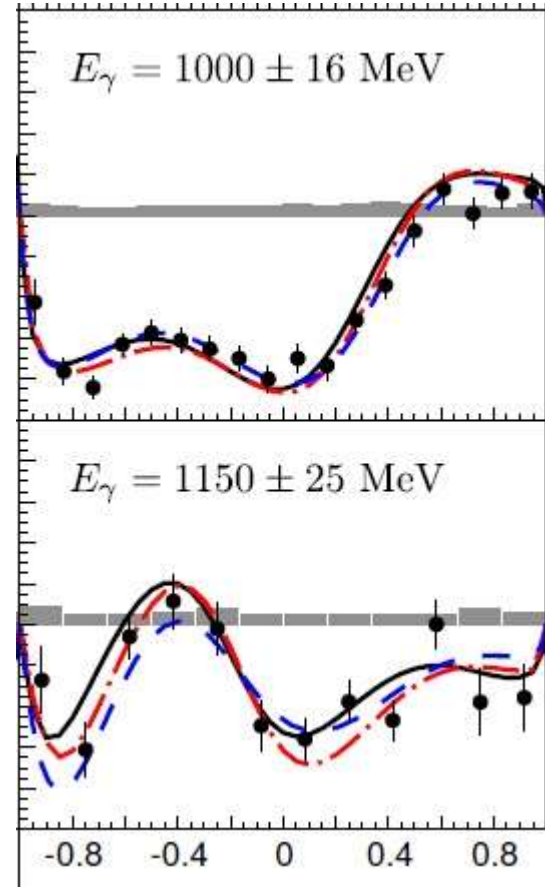
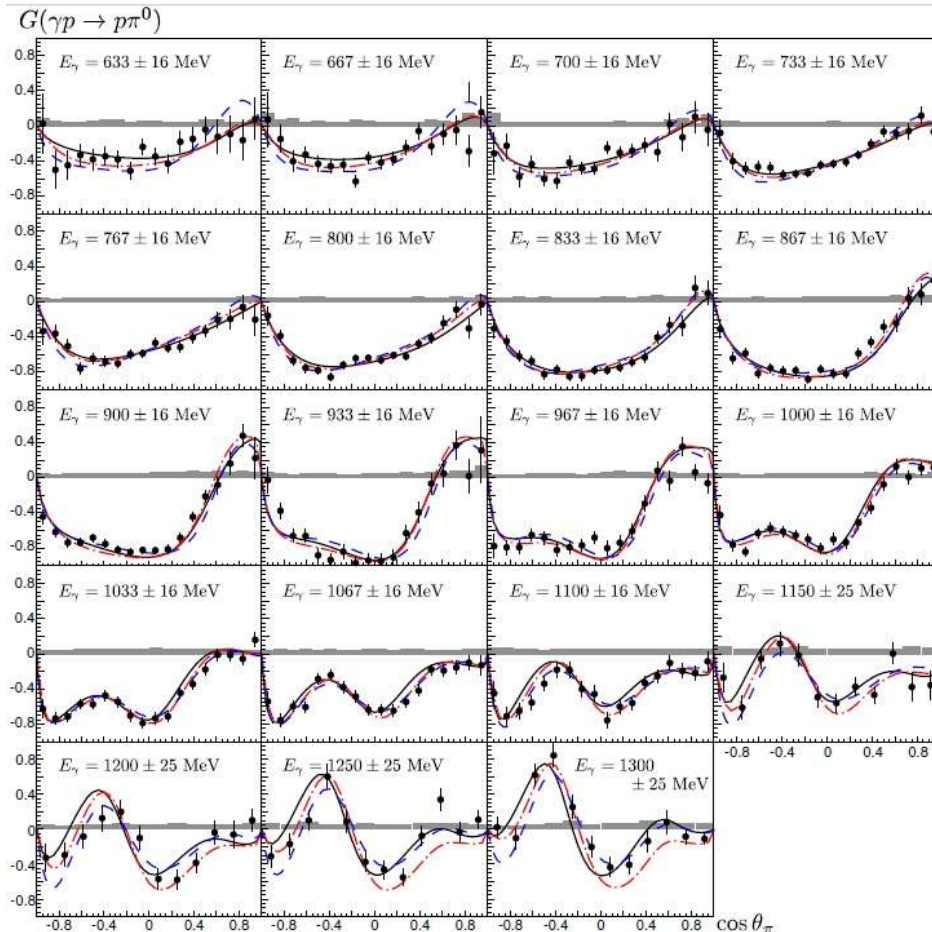
SAID, MAID – расхождение



A. Thiel et al.



A. Thiel et al.



The double-polarization observable  $G$  for all measured photon energies (black dots), compared to the PWA ts to this data set: **BnGa 2014-02** (black solid line), **SAID** (red dashed-dotted line), and **JuBo** (blue dashed line).

## J. Hartmann et al., The polarization variables T, P, and H and their impact on $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ multipoles

Phys. Lett. B748 (2015) 212

$$\vec{\gamma} \vec{p} \rightarrow \pi^0 p$$

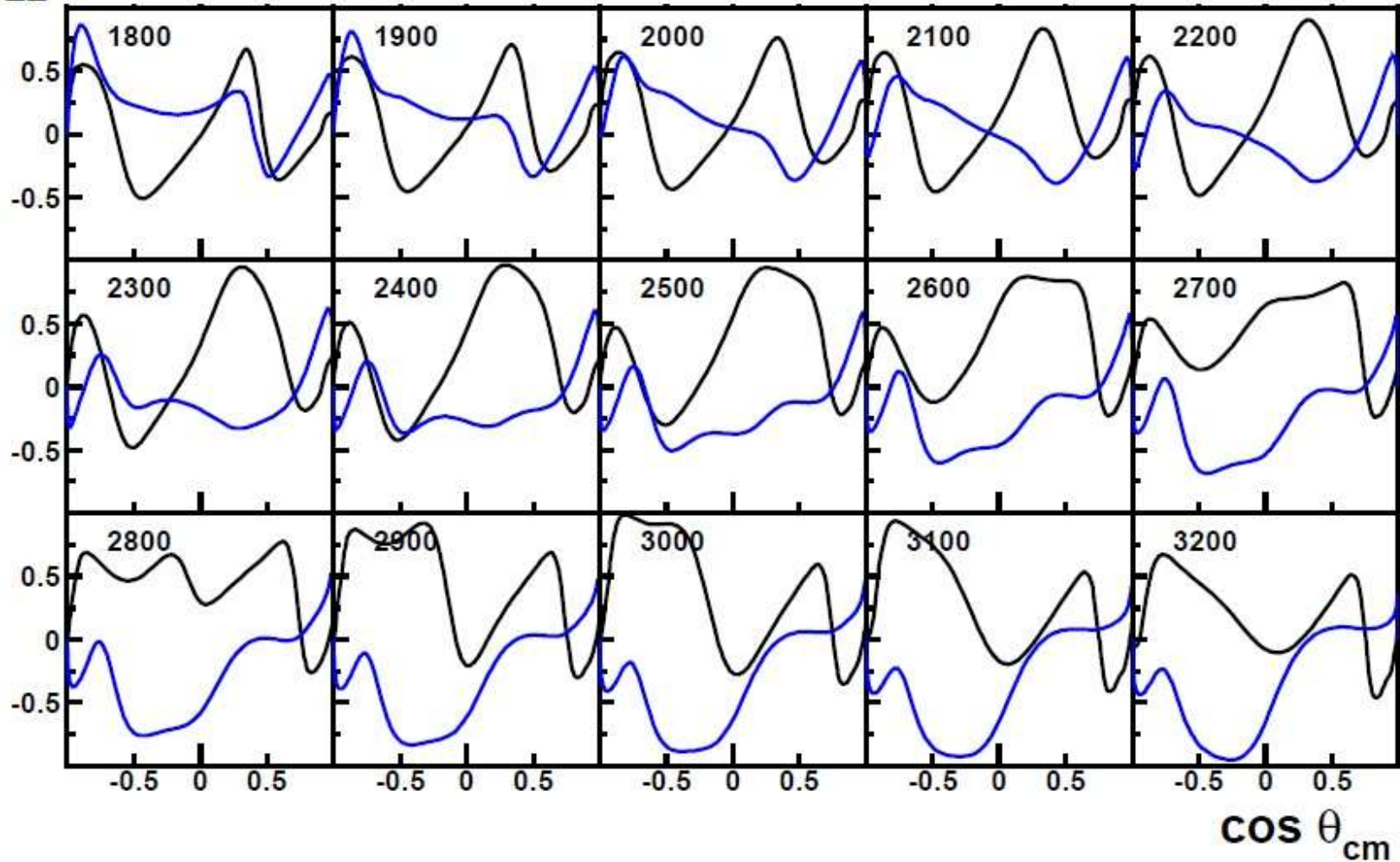
Для выполнения следующего этапов эксперимента спин поляризованной мишени был переориентирован таким образом, чтобы можно было проводить измерения с поперечно поляризованной мишенью.

**T, P и H.**

Photon		Target			Recoil			Target-Recoil			
		<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x'</i>	<i>y'</i>	<i>z'</i>	<i>x'</i>	<i>x'</i>	<i>z'</i>	<i>z'</i>
		<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>z</i>
unpolarized	$\sigma$	0	$T$	0	0	$P$	0	$T_{x'}$	$-L_{x'}$	$T_{z'}$	$L_{z'}$
linear	$(-\Sigma)$	$H$	$(-P)$	$(-G)$	$O_{x'}$	$(-T)$	$O_{z'}$	$(-L_{z'})$	$(T_{z'})$	$(-L_{x'})$	$(-T_{x'})$
circularly	0	$F$	0	$(-E)$	$(-C_{x'})$	0	$(-C_{z'})$	0	0	0	0

J. Hartmann et al.,

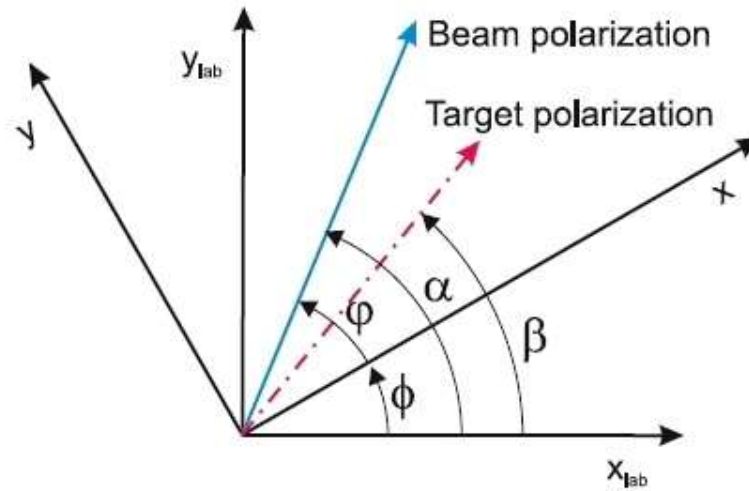
H





# Collaboration CB-ELSA

$$\left[ \frac{d\sigma}{d\Omega} \right]_{pol} = \frac{d\sigma_0}{d\Omega} \cdot \{1 - \delta_l \cdot (\Sigma \cos 2\varphi + H\Lambda_x \sin 2\varphi + P\Lambda_y \cos 2\varphi) + T\Lambda_y\}$$

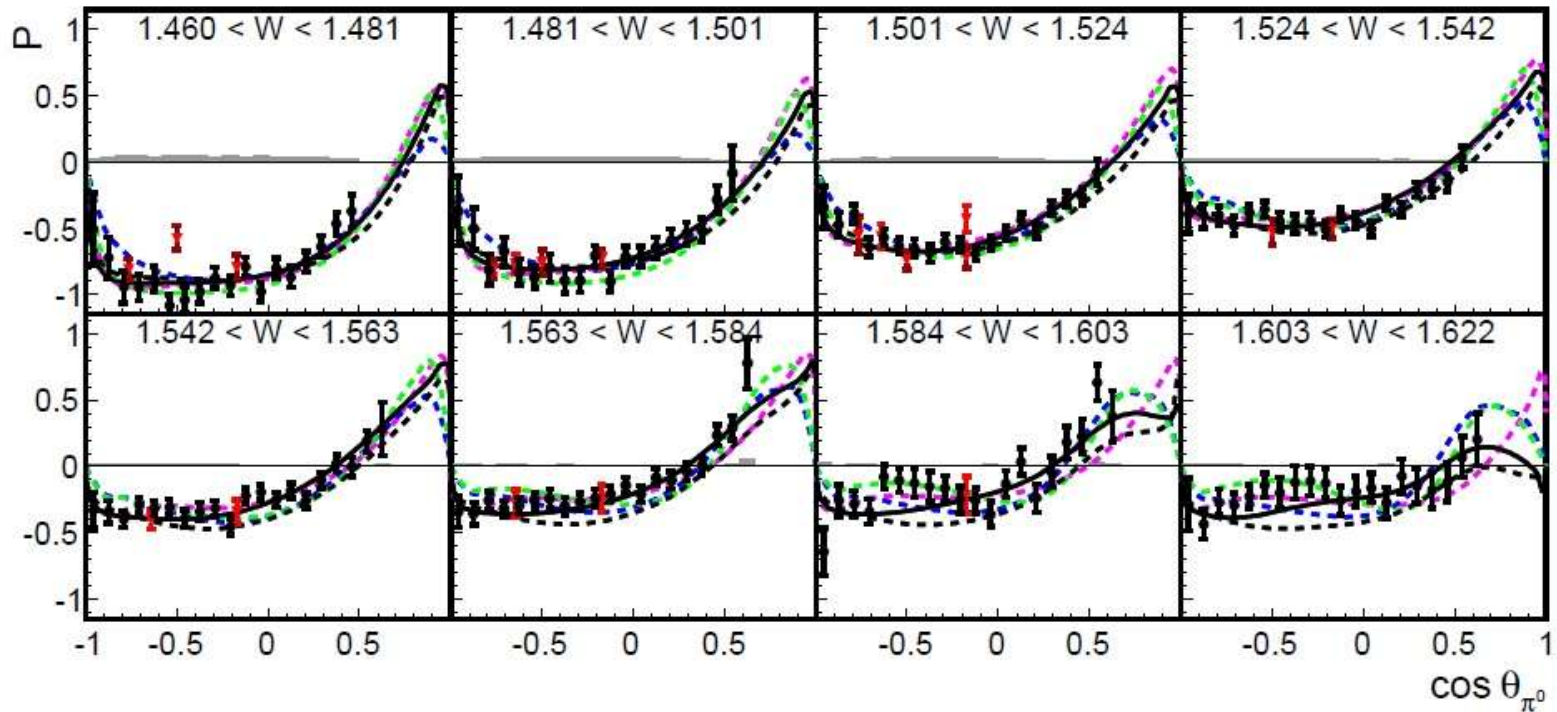


Definition of angles used. Shown is the relative orientation of the reaction frame \$(x, y)\$ and the laboratory frame \$(x\_{lab}, y\_{lab})\$ as well as the beam- and target polarization vectors.

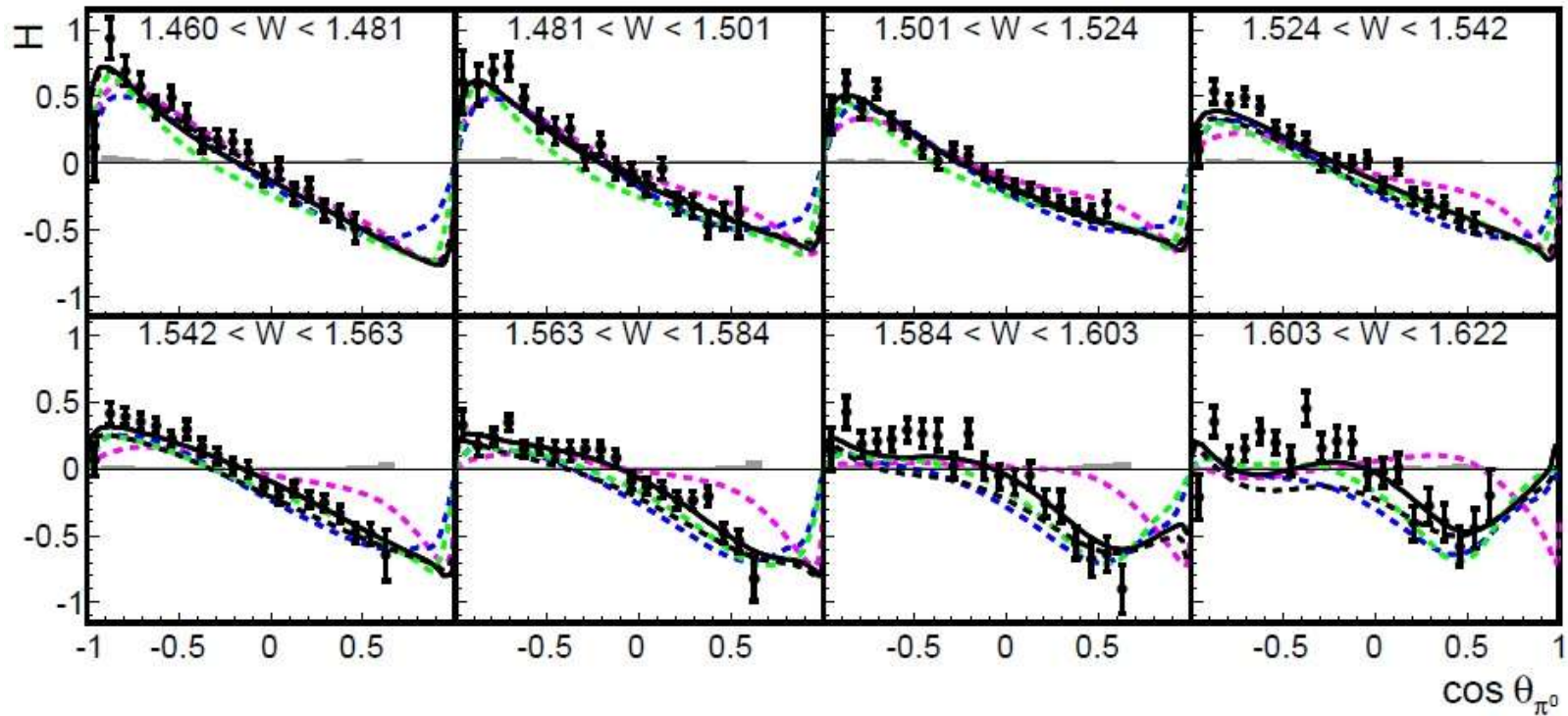
$$\begin{aligned} \left[ \frac{d\sigma}{d\Omega} \right]_{pol} &= \frac{d\sigma_0}{d\Omega} \cdot \{1 - \delta_l \cdot [\Sigma \cos 2(\alpha - \phi) + H\Lambda \cos(\beta - \phi) \cdot \sin 2(\alpha - \phi) \\ &+ P\Lambda \sin(\beta - \phi) \cdot \cos 2(\alpha - \phi)] + T\Lambda \sin(\beta - \phi)\} \\ &\text{with } \Lambda_x = \Lambda \cos(\beta - \phi), \Lambda_y = \Lambda \sin(\beta - \phi), \varphi = (\alpha - \phi). \end{aligned}$$



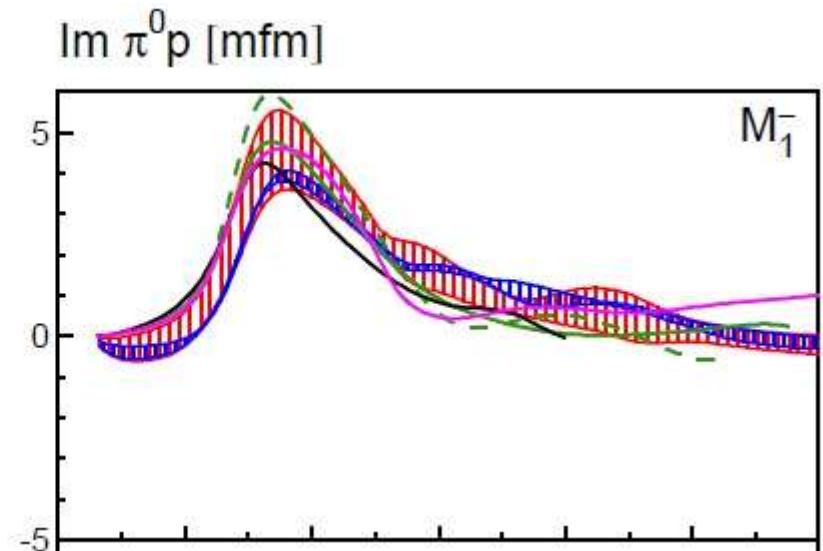
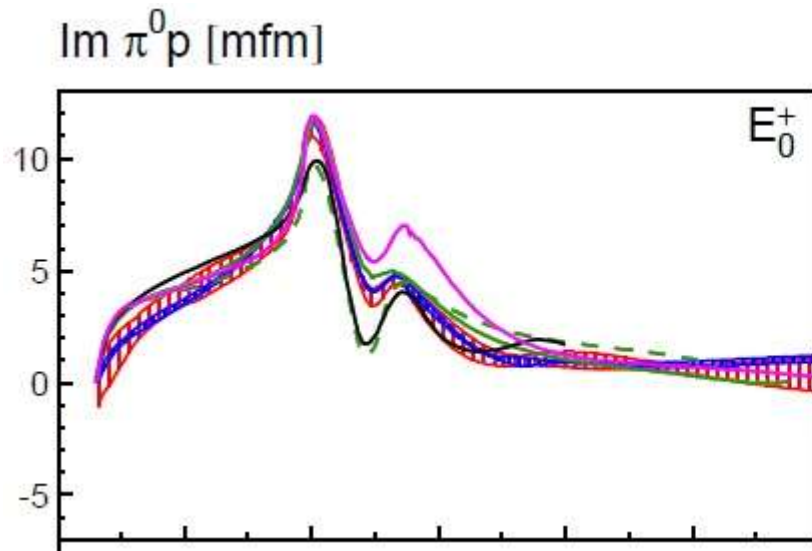
J. Hartmann et al.,



# Collaboration CB-ELSA



J. Hartmann et al.,



# CB-ELSA: Summary and upgrade

Поляризованная мишень: серьезная модернизация

Водородная мишень: утечка ж. гелия и нестабильная работа насоса

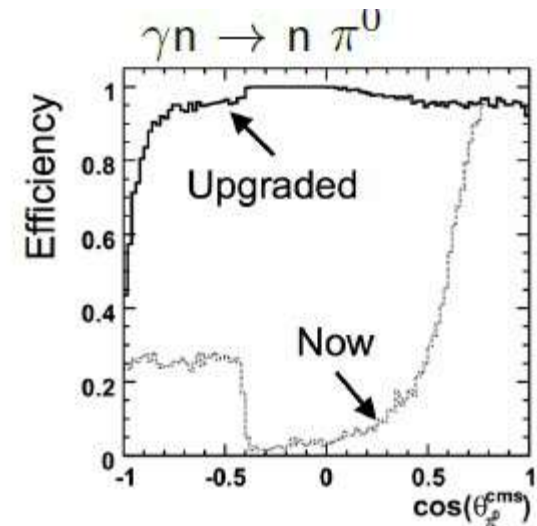
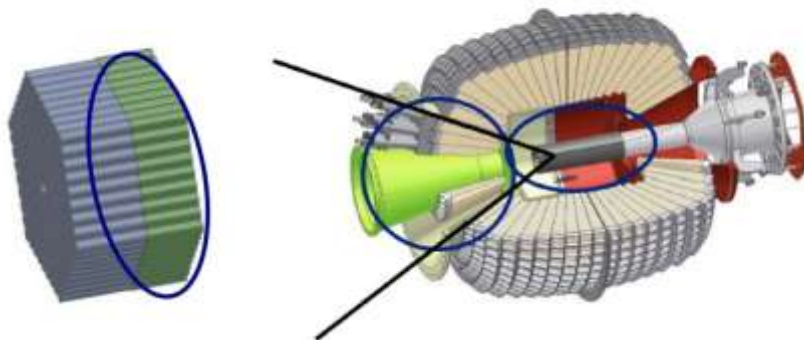
Mini-TAPS → Uni-Giessen

Inner Detector (вокруг мишени): Sci-Fi → TPC

CsI readout → APDs

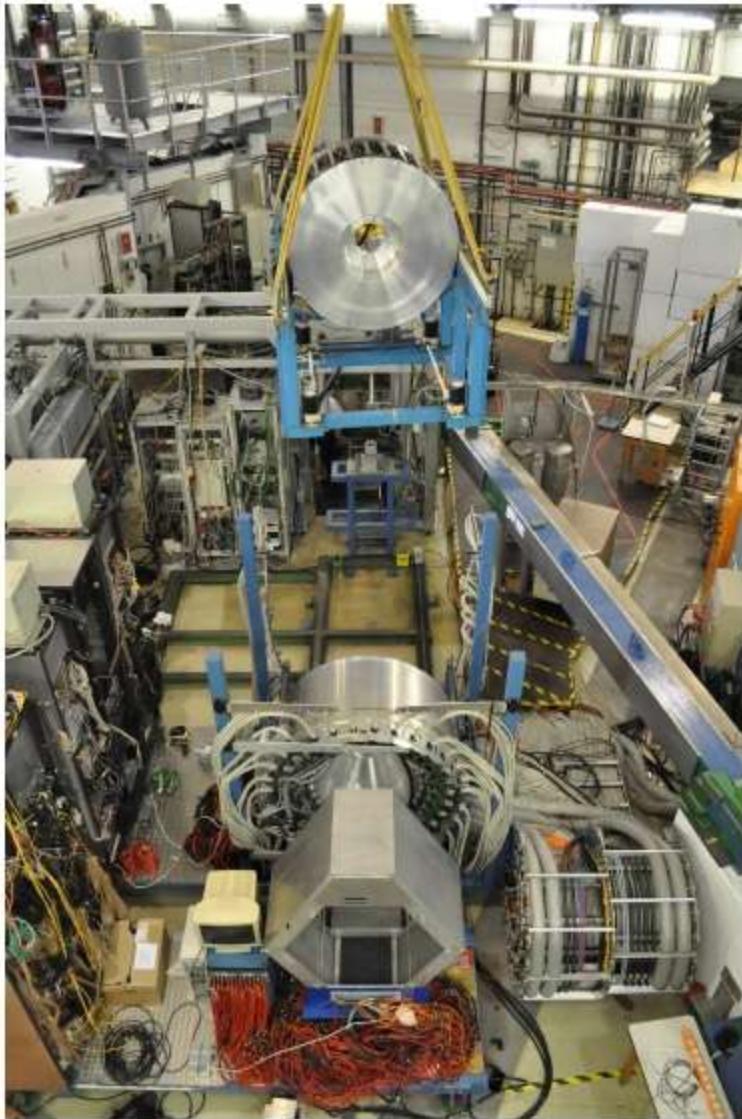
Модернизация: электроника, триггер, ...

Detectors at the CBELSA/TAPS Experiment





# CB-ELSA: Summary and upgrade



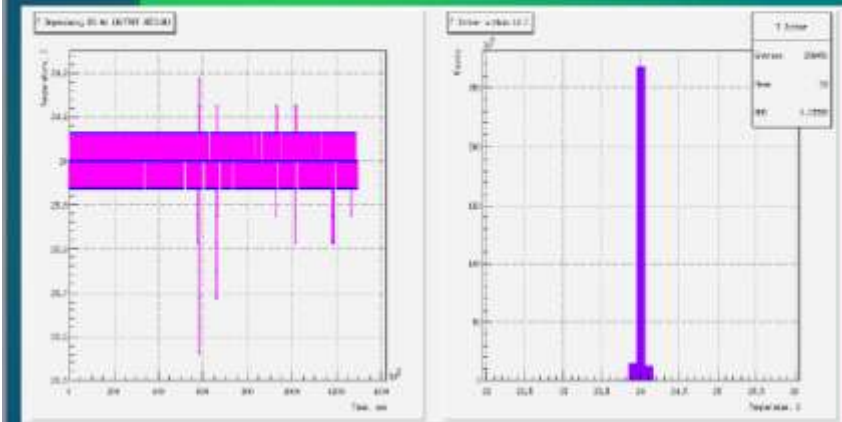


# CB-ELSA: Upgrade (Д. Баядилов)

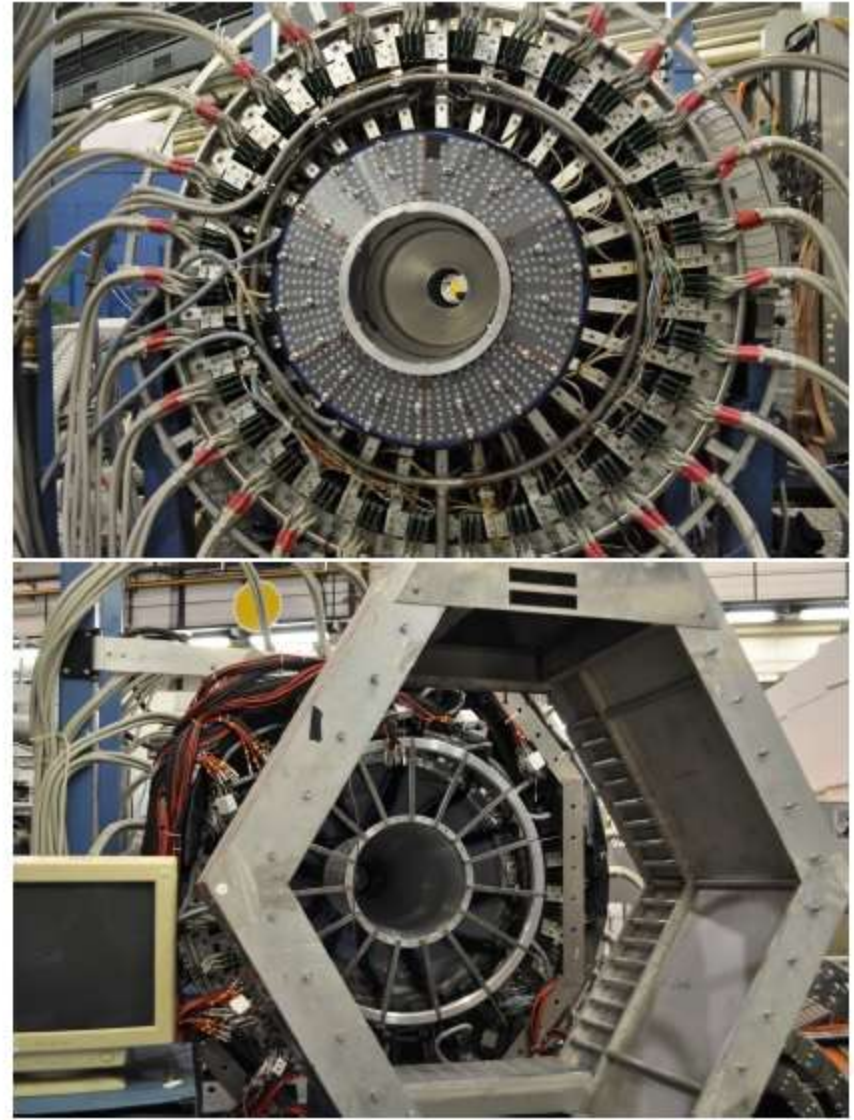
Термостабилизационная система  
для обновленного детектора  
Crystal Barrel



Воздушное охлаждение



# CB-ELSA: Upgrade



## **B1-коллаборация на ускорителе ELSA (Бонн)**

University of Bonn, Physikalisches Institut, Germany

University of Bonn, Helmholtz Institut für Strahlen- und Kernphysik, Germany

**Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia**

INFN sezione Roma “Tor Vergata”, Italy

University of Roma Tor Vergata and INFN sezione Roma “Tor Vergata”, Italy

Instituto Superiore di Sanit`a and INFN sezione Roma1, Italy

INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Italy

INFN sezione Pavia, Italy

University of Messina and INFN sezione Catania, Italy

University of Torino, Italy

University of Edinburgh, UK

National Science Center Kharkov Institution of Physics & Technnology, Ukraine

University of Moscow, Russia

University of Basel, Switzerland

**Участники от ПИЯФ**

**В.В. Сумачев, Д.Е. Баядилов, А.Б. Гриднев, Н.Г. Козленко,  
Д.В. Новинский**

**В.С. Козлов, Г. Макаренков, В.В. Голубев, В.И. Тараканов, В.Д. Лебедев  
В.Л. Головцов, Л.Н. Уваров, В.И. Яцюра, Э.М. Спириденков,  
Н.Ф. Бондарь**

Производство и настройка 9 дрейфовых камер  
(8+прототип), CROS-3

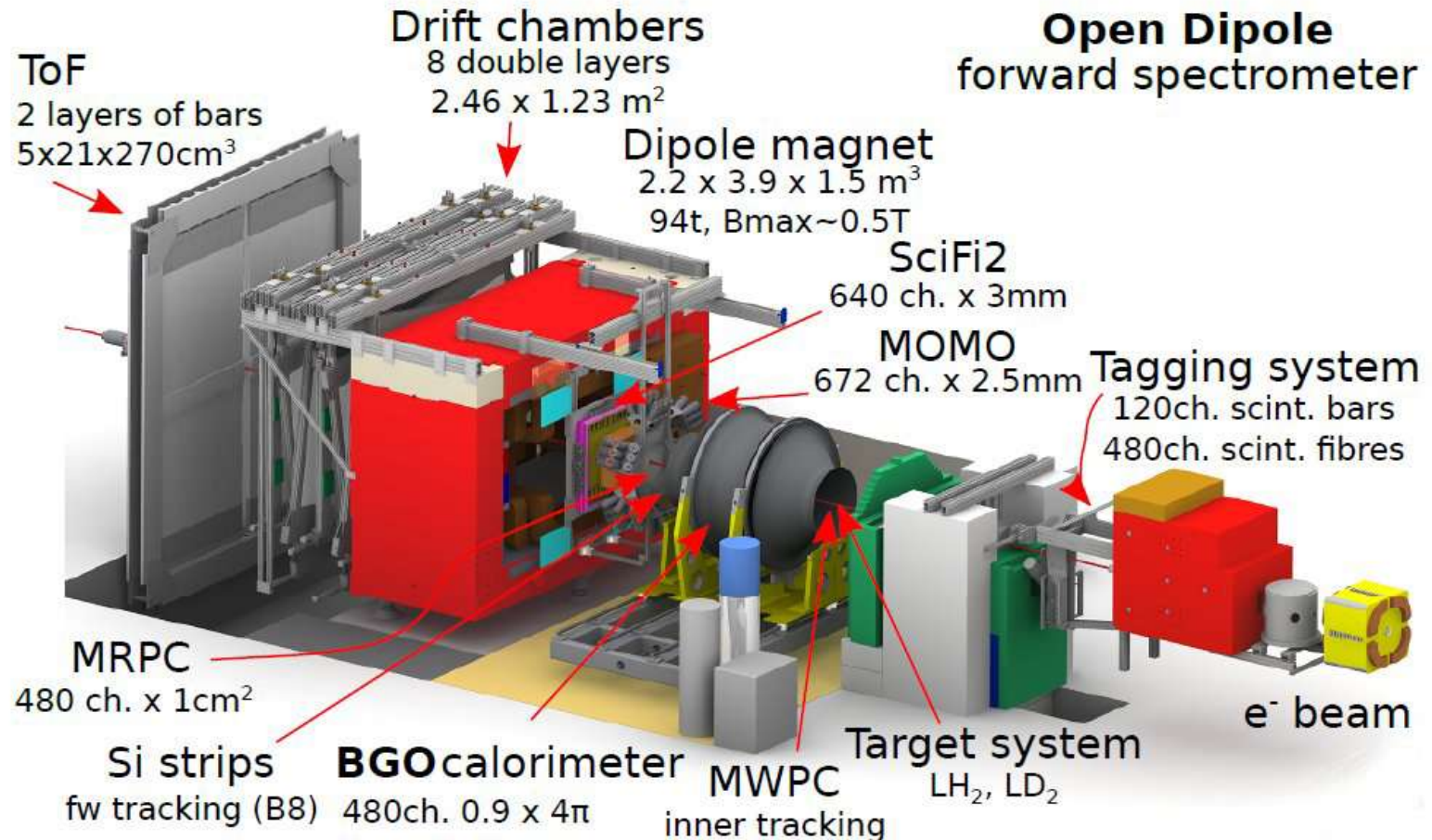
*Расчет, дизайн и установка защитной системы от м.п. магнитного  
диполя для входного детектора (Sci-Fi2) форвардного  
спектрометра*

*Изготовление счетчиков и световодов для системы мечения  
фотонов (~ 50%)*

*Обговаривается изготовление годоскопа Sci-Fi для таггера  
(640 fibers)*



# BGO-OD Experimental setup





# Experimental setup, BGO Rugby Ball



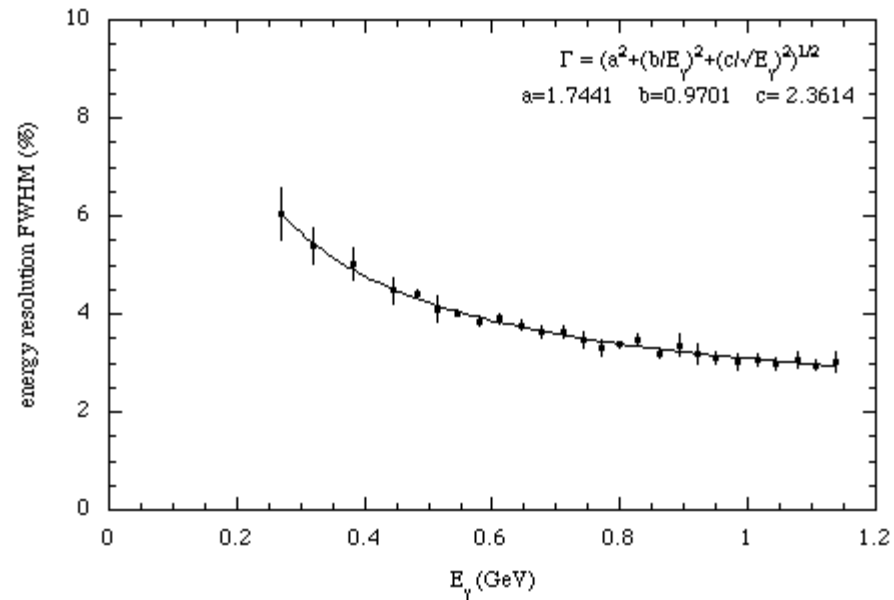
GRAAL → ELSA

480 crystals

24 cm length (~ 21 R.L.)

15 sectors of  $\theta \in [25^\circ; 155^\circ]$

32 sectors of  $\varphi \in [0; 1360^\circ]$



$\Delta\theta \sim 6^\circ \div 10^\circ$

$\Delta\varphi \sim 11,5^\circ$

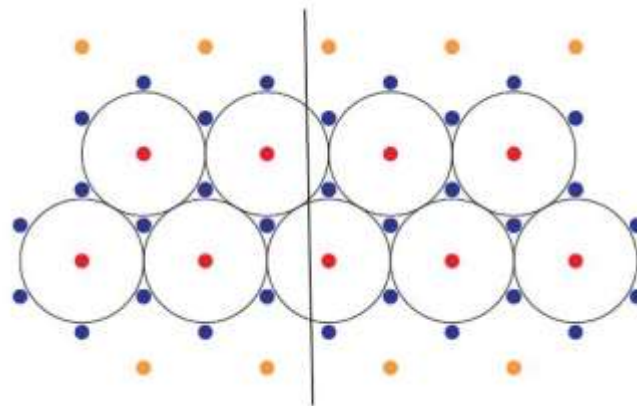
$\Omega = 0,9 \times 4\pi$

# Drift Chamber

- ✧ Точность позиции горизонтали 30 мкм
- ✧ Точность по вертикали 60 мкм
- ✧ Усредненная точность 32 мкм
- ✧ Размер рабочей области ~ 1,2\*2,4 м<sup>2</sup>

- ✧ Гексагональная структура ДК
- ✧ Радиус ячейки 10 мм
- ✧ Расстояние между сигнальными проволочками ~ 17 мм

Разрешение ~ 0,2 мм  
(ИТЭФ, Бонн)



# CROS3-B for DC, Functional Description

The Coordinate Readout System (CROS3-DC) consists of the following boards:

- ✓ AD16-B – a 16-channel Amplifier/Discriminator – Front-End;
- ✓ CCB10 – a 10-channel Concentrator;
- ✓ CCB16 – a 16-channel Concentrator;
- ✓ CSB – a System Buffer PCI-Interface.

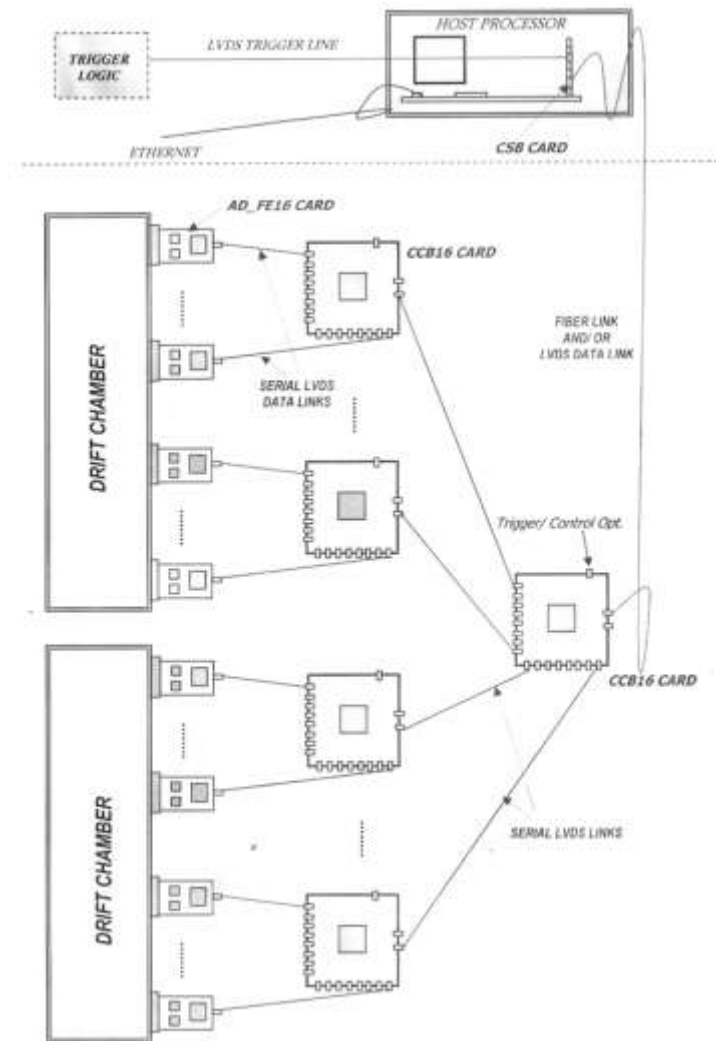
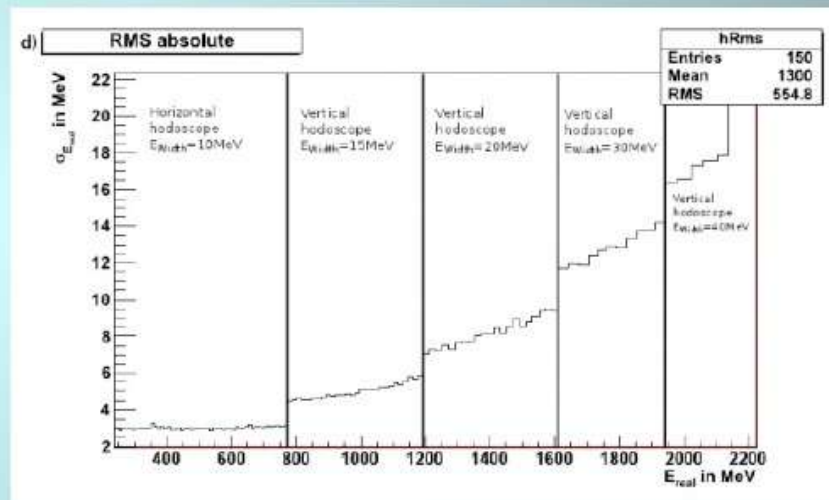
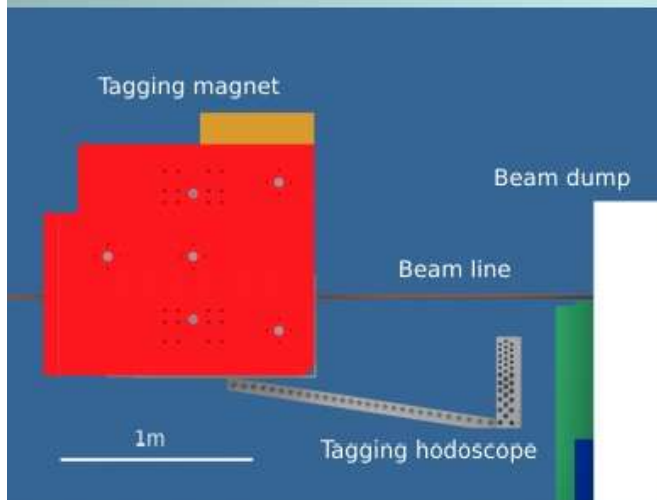


Fig. 1. CROS3-DC System Configuration

## $\gamma$ beam tagger

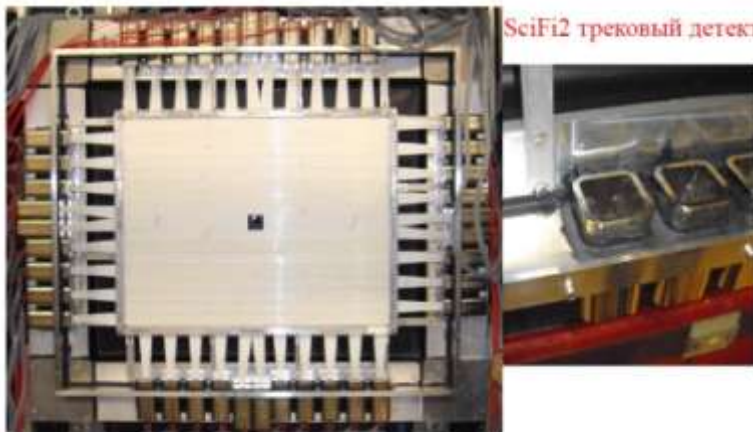
120 channels  $(0.1 \div 0.9)E_0$  with  $10 \div 40$  MeV energy resolution  
intensity  $\sim 5 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$



(A. Bella)

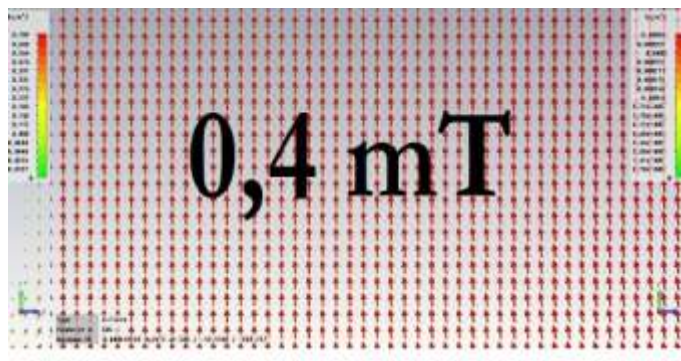
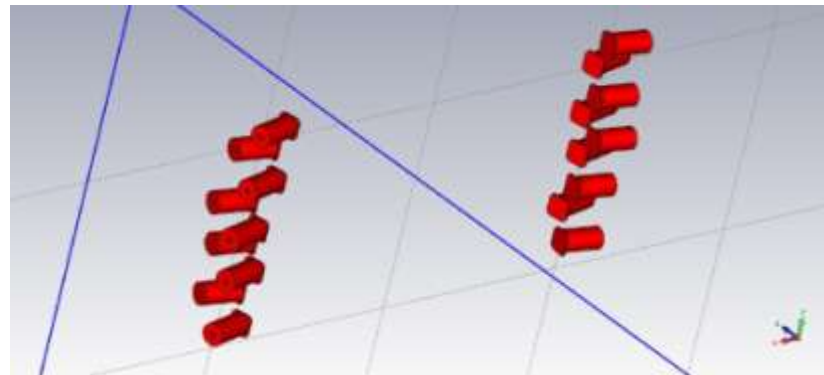
Bonn PI Petersburg PNPI

# SciFi2 (Д. Баядилов)



SciFi2 трековый детектор

Dair Bayadlov





# Physics program

**B. Bantes et al. The BGO-OD Experiment at ELSA.  
Int. J. Mod. Phys. Conf. Ser. 26 (2014) 1460093-1**

## experimental program

$\eta$	p, d	lin. pol./unpol.	3.2 GeV	5000 h
$\eta'$	p	lin. pol.	3.2 GeV	1000h
$\omega, \phi$	p, d	lin. pol./unpol.	3.2 GeV	3200 h
$K^+\Lambda, K^+\Sigma^0, K^0\Sigma^+$	p	lin. pol./unpol.	3.2 GeV	3000 h
$\eta'$ mesic nuclei	$^{12}\text{C}$	unpol.	3.2 GeV	1200 h

### $\eta$ photoproduction:

large data base from GrAAL, Mainz, CB-ELSA and CLAS. Total x-section, differential x-section and  $\Sigma$  beam asymmetry available in a wide angular and energy range.

### $\eta'$ photoproduction:

total and differential x-section from CLAS and CB-ELSA. Only one measurement of the beam asymmetry from GrAAL, very close to threshold.

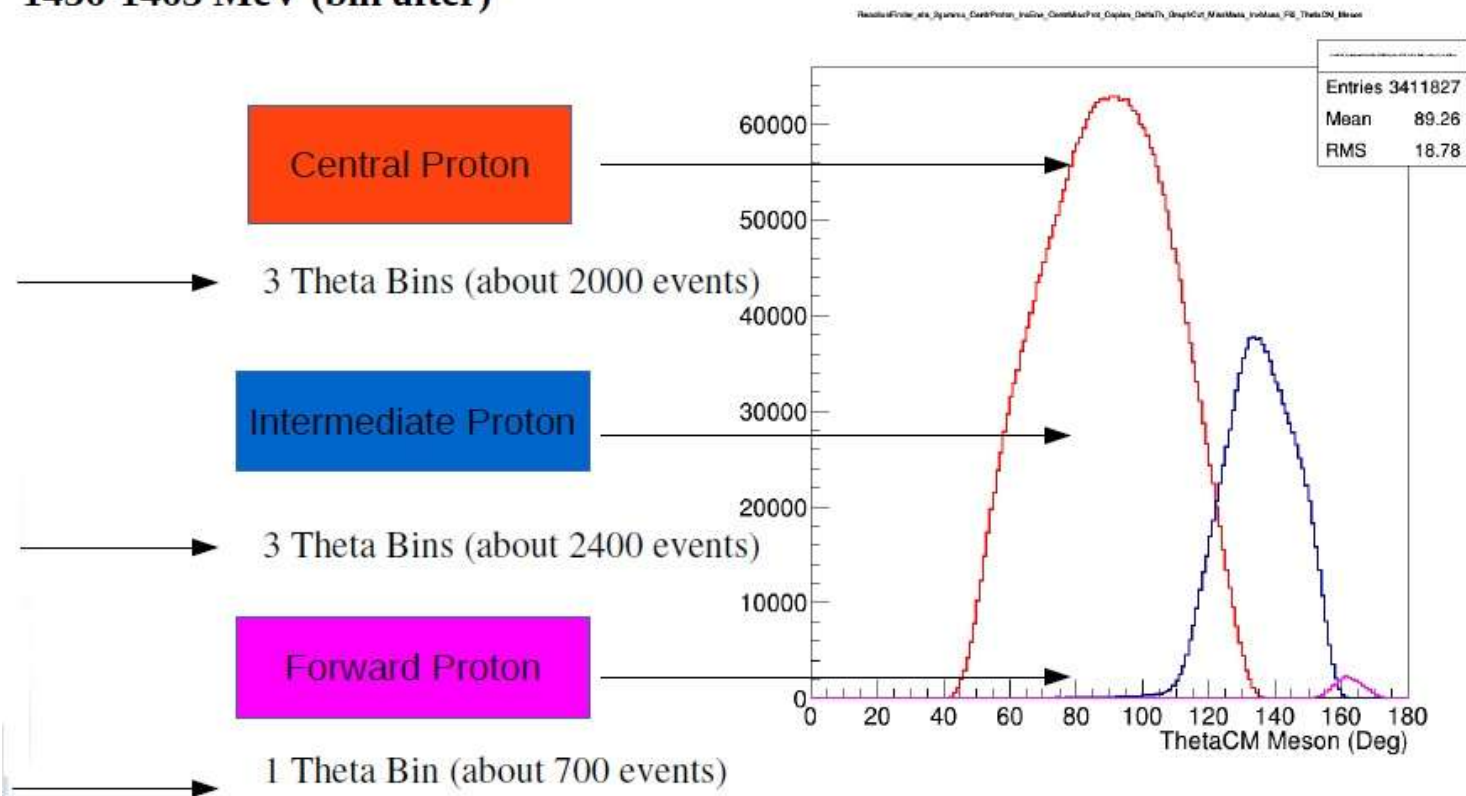
# Physics program

We analysed 3 energy bins around the threshold energy of eta' photoproduction:

1409-1436 MeV (bin before)

1409-1436 MeV (threshold energy bin)

1436-1463 MeV (bin after)



## Extraction of the asymmetry

In the hypothesis that the two polarization states have different degrees of polarization, we have:

$$N_{Pol+}^P = F_{Pol+}^P \left( \frac{d\sigma}{d\Omega} \right)_{UNP} \varepsilon(\phi) N_{SC} \left( 1 + P_{Pol+}^P \Sigma \cdot \cos(2\phi) \right) \quad (1)$$

$P = \text{period}$

$$N_{Pol-}^P = F_{Pol-}^P \left( \frac{d\sigma}{d\Omega} \right)_{UNP} \varepsilon(\phi) N_{SC} \left( 1 - P_{Pol-}^P \Sigma \cdot \cos(2\phi) \right) \quad (2)$$

If we extract the asymmetry from the usual ratio:

$$\frac{\frac{N_{Pol+}^P}{F_{Pol+}^P}}{\frac{N_{Pol+}^P}{F_{Pol+}^P} + \frac{N_{Pol-}^P}{F_{Pol-}^P}} = \frac{1 + P_{Pol+}^P \Sigma \cdot \cos(2\phi)}{2 + (P_{Pol+}^P - P_{Pol-}^P) \Sigma \cdot \cos(2\phi)} \quad (3)$$

We get a behaviour which depends on phi also in the denominator. This depends on the fact that the denominator is not proportional to the unpolarized cross section.

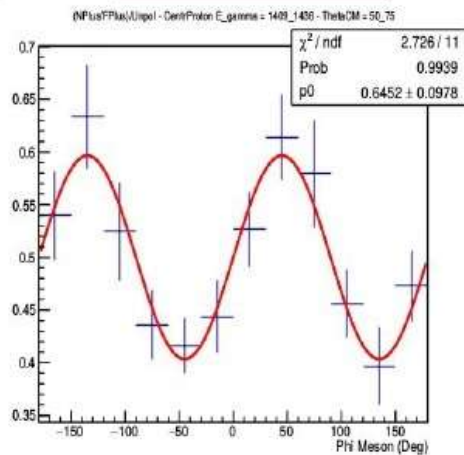
The unpolarized can be defined as:

$$\frac{N_{UNP}^P}{F_{UNP}^P} = \frac{1}{2} \frac{1}{P_{Pol+}^P + P_{Pol-}^P} \left( P_{Pol-}^P \frac{N_{Pol+}^P}{F_{Pol+}^P} + P_{Pol+}^P \frac{N_{Pol-}^P}{F_{Pol-}^P} \right) \quad (4)$$

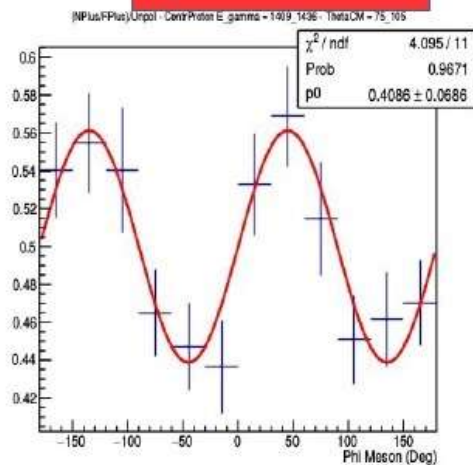


## CENTRAL PROTON – $E_\gamma = 1409-1436$ MeV

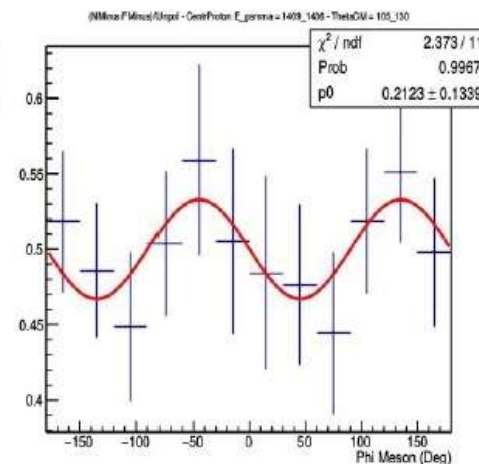
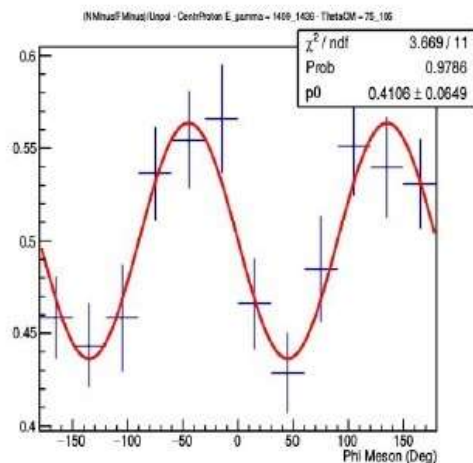
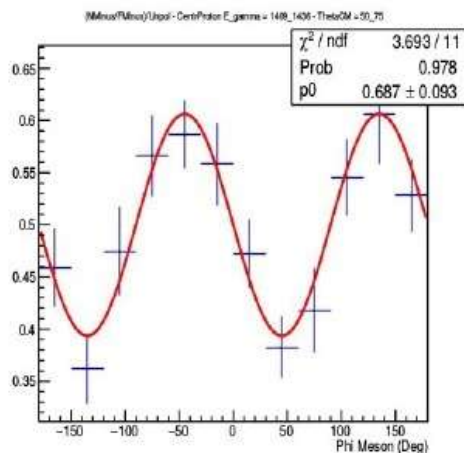
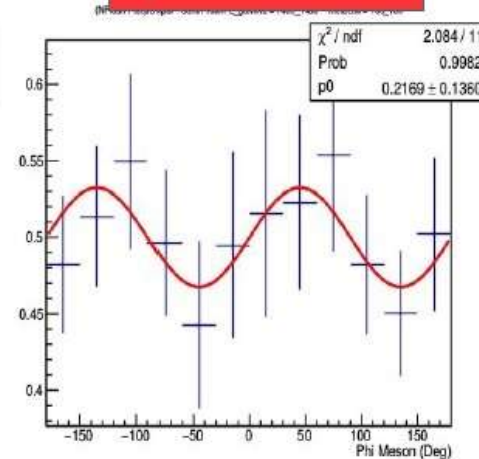
$\theta_\pi^{\text{CM}} = 50^\circ - 75^\circ$



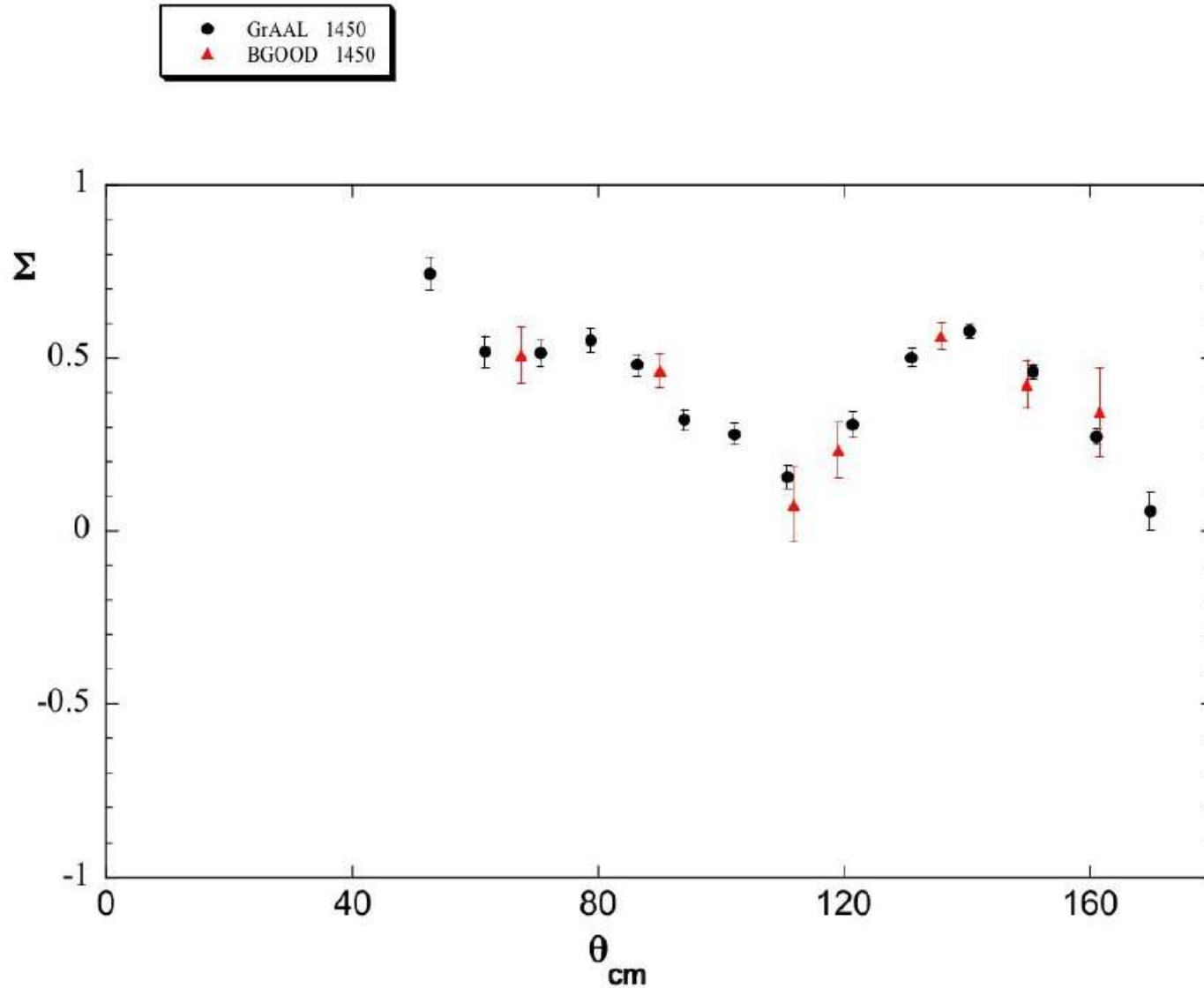
$\theta_\pi^{\text{CM}} = 75^\circ - 105^\circ$



$\theta_\pi^{\text{CM}} = 105^\circ - 130^\circ$



# Physics program



## Summary

**Установка Crystal Barrel на ускорителе ELSA позволяет измерять двойные поляризационные наблюдаемые.**

**Участие сотрудников ЛМФ ОФВЭ ПИЯФ с 1999 года.**

**Измерение дифф. сечений дало указание на корректировку таблицы резонансов, представленной в PDG.**

**Поляризационные наблюдаемые необходимы для определения парциальных амплитуд на основе однозначного и модельно-независимого ПВА.**

**Результаты, полученные по двойным поляризационным наблюдаемым указывают на важные отличия от предсказаний существующих ПВА.**

**2015-2017 - проведение модернизации установки.**

**осень 2017 - методический набор данных.**

## Summary

**В 2017 г. полностью собрана установка VGO-OD. Цель экспериментов – изучение фоторождения мезонов.**

**Участие сотрудников ЛМФ ОФВЭ ПИЯФ с 2006 года.**

**Установка обладает уникальным форвардным спектрометром, главная часть которого (8 DC) создана в ПИЯФ.**

**2017 г. – первый набор данных по асимметрии  $\Sigma$  вблизи порога рождения  $\eta'$ .**

**Ближайшее время работы установки – апрель-май 2018 г.**

**Перспективы к сотрудничеству есть**