

***ЛМНС в 2008 году.  
Основные научные  
результаты.***

***Отчет заведующего  
лабораторией***



## Состав лаборатории

С. Белостоцкий	зав. проф.	д. ф.-м. н.	
Г. Амальский	н. с.		
Д. Веретенников	н. с.		(к. ф.-м. н.2010)
В. Вихров	с. н. с.	к. ф.-м. н.	
З. Гадицкая	ст. лаб.		
А. Жданов	с. н. с.	к. ф.-м. н.	
А. Изотов	с. н. с.	к. ф.-м. н.	
А. Киселев	н. с.		(к. ф.-м. н.2009)
П. Кравченко н. с	н. с.		(к. ф.-м. н.2010)
С. Манаенков	с. н. с.	к. ф.-м. н.	(д. ф.-м. н.)
О. Миклухо	с. н. с.	к. ф.-м. н.	(д. ф.-м. н.)
Ю. Нарышкин	с. н. с.	к. ф.-м. н.	(д. ф.-м. н. )
А. Прокофьев	с. н. с.	к. ф.-м. н.	
Л. Обрант	инж. прогр.		
В. Федулов	слес. бр		

н. с.- 4, с.н. с.-7, к. ф.-м. н.-8, д. ф.-м. н.-1

моложе 33 - 2, старше 60 – 4

Охота на студентов: СПбГУ, СПбГПУ

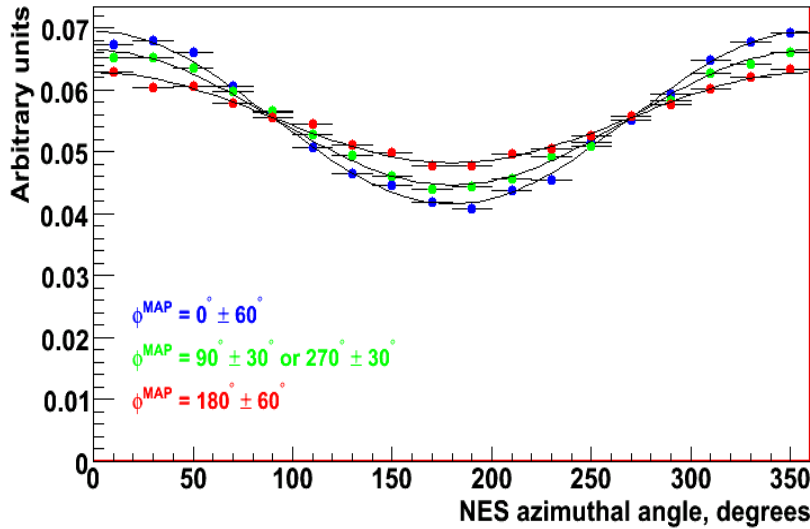
## Основные направления работ

- *Поляризация и  $S_{pp}$   $p \rightarrow 2p$  на синхроциклотроне*  
*О.Миклухо, А.Киселев, А. Жданов, А.Изотов, Л.Уваров*  
*+ .....*
  - *HERMES, анализ экспериментальных данных*  
*П.Кравченко, А.Киселев, С.Манаенков, Ю.Нарышкин,*  
*Д.Веретенников, С.Белостоцкий*
  - *OLIMPUS, новый эксперимент на ускорителе*  
*DORIS (DESY)*  
*А.Киселев, С. Белостоцкий, +???*
  - *PANDA , GSI*  
*В.Вихров, Ю.Нарышкин, А. Жданов, А.Изотов, О.Миклухо*  
*С.Белостоцкий + студенты +???* ....
- 
- *Proper resonance excitation*  
*А. Прокофьев (совместно с лаб.Алхазова)*

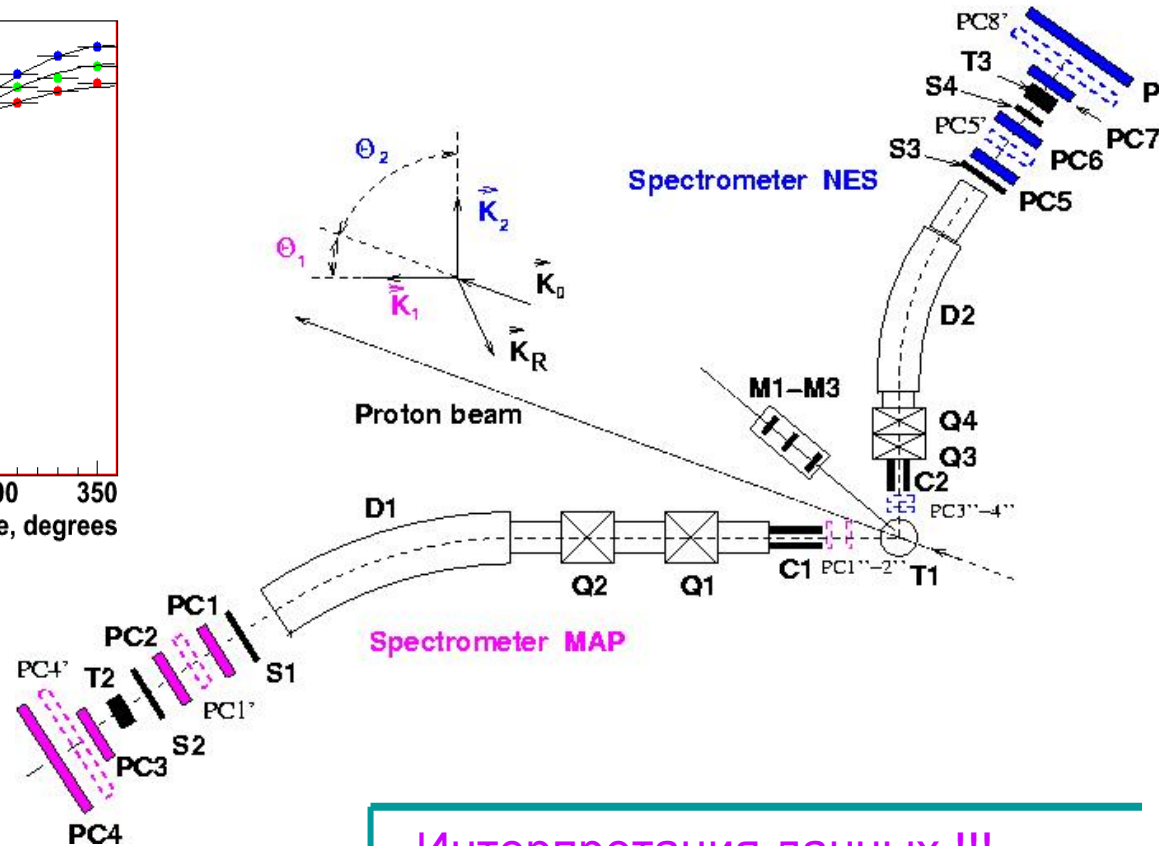
# Измерение $\sigma_{pp}$ на легких ядрах на с/ц ПИЯФ

Полезная скорость счета  $>8\text{kHz}$  (и  $\sim 12\text{kHz}$  на CH2 мишени)

NES azimuthal angular distribution



$\sigma_{pp}(pp) = 0.647 \pm 0.023 \pm 0.025$   
 для  $p \rightarrow 2p$   
 ожидается  $\approx \pm 0.05$



Интерпретация данных !!!  
 $\sigma_{pp}$  exchange by  $\rho, \phi, \omega$  ??  
 depolarization via intermediate  
 $\Delta$  excitation?? ....

- Модификация регистрирующей системы
- Запуск жидкой водородной мишени
- Отладка CROS3 readout'a
- Набор данных в  $pp$ -elastic и  $(p, 2p)$  на He

# **HERMES analysis**

## ГЕРМЕС. Основные направления анализа экспериментальных данных

- ❑ *Исследование вклада кварков и глюонов в спин нуклона;*
  
- ❑ *Исследование функций фрагментации Коллинза и Сиверса, связанных с поперечной поляризацией кварков;*
  
- ❑ *Обобщенные партонные распределения и орбитальное движение;*
  
- ❑ *Поляризационные параметры в рождении векторных мезонов;*
  
- ❑ *Параметры передачи спина и поляризация в рождении  $\Lambda$  (и других) гиперонов;*
  
- ❑ *Ядерные эффекты.*
  
- ❑ *Обработка сырых данных и получение файла данных, непосредственно используемого в анализе ( $\mu$ DST).*

# ГЕРМЕС. Основные направления анализа экспериментальных данных :

## Вклад ПИЯФ

- ❑ *Исследование вклада кварков и глюонов в спин нуклона;*  
**Полина Кравченко**
- I-премия ПИЯФ  
2008**
- ❑ *Исследование функций фрагментации Коллинза и Сиверса, связанных с поперечной поляризацией кварков;*
  - ❑ *Обобщенные партонные распределения и орбитальное движение;*
  - ❑ *Поляризационные параметры в рождении векторных мезонов;*  
**Сергей Манаенков**
  - ❑ *Параметры передачи спина и поляризация в рождении  $\Lambda$  (и других) гиперонов;*  
**Денис Веретенников , Юрий Нарышкин, Станислав Белостоцкий**
  - ❑ *Ядерные эффекты.*
  - ❑ *Обработка сырых данных и получение файла данных, непосредственно используемого в анализе ( $\mu$ DST).*  
**Александр Киселев**

# Поляризация кварков в нуклоне и спиновый кризис

quarks

$$S_z = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Delta\Sigma + \Delta G + L_q + L_g$$

From **inclusive** polarized DIS,  
HERMES (COMPASS) results 2007

$$\Delta\Sigma = 0.33 \pm 0.02(\text{exp}) \pm 0.03(\text{theo})$$

$$(\Delta u + \Delta \bar{u}) = 0.842 \pm 0.008 \pm 0.004$$

From **semi-inclusive** polarized DIS,  
HERMES results

$$\Delta\Sigma|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.347 \pm 0.024 \pm 0.066$$

$$(\Delta u + \Delta \bar{u})|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.599 \pm 0.022 \pm 0.065$$

$$\vec{e} (\vec{\mu}) + \vec{d} \Rightarrow e' + X$$

$$(\Delta s + \Delta \bar{s}) = -0.085 \pm 0.008(\text{exp}) \pm 0.013(\text{theo})$$

$$(\Delta d + \Delta \bar{d}) = -0.427 \pm 0.008 \pm 0.004$$

$$\vec{e} + \vec{p}, \vec{d} \Rightarrow e' + \pi^\pm, K^\pm + X$$

$$\Delta s|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.028 \pm 0.033 \pm 0.009$$

$$(\Delta d + \Delta \bar{d})|_{x_{Bj} > 0.023} = -0.280 \pm 0.026 \pm 0.057$$



# Поляризация кварков в нуклоне и спиновый кризис 2008

quarks

$$S_z = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Delta\Sigma + \Delta G + L_q + L_g$$

From **inclusive** polarized DIS,  
HERMES (COMPASS) results 2007

$$\Delta\Sigma = 0.33 \pm 0.02(\text{exp}) \pm 0.03(\text{theo})$$

$$(\Delta u + \Delta \bar{u}) = 0.842 \pm 0.008 \pm 0.004$$

From **semi-inclusive** polarized DIS,  
HERMES results 2008

$$\Delta\Sigma|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.347 \pm 0.024 \pm 0.066$$

$$0.359 \pm 0.026 \pm 0.018$$

$$(\Delta u + \Delta \bar{u})|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.599 \pm 0.022 \pm 0.065$$

$$\vec{e} (\vec{\mu}) + \vec{d} \Rightarrow e' + \pi^\pm (K^\pm) + X$$

$$(\Delta s + \Delta \bar{s}) = -0.085 \pm 0.008(\text{exp}) \pm 0.013(\text{theo})$$

$$(\Delta d + \Delta \bar{d}) = -0.427 \pm 0.008 \pm 0.004$$

Phys.Lett B 2008

$$\vec{e} + \vec{p}, \vec{d} \Rightarrow e' + K^\pm + X$$

$$\Delta S|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.028 \pm 0.033 \pm 0.009$$

$$(\Delta s + \Delta \bar{s})|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.037 \pm 0.019 \pm 0.0027$$

$$(\Delta d + \Delta \bar{d})|_{x_{Bj} > 0.023} = -0.280 \pm 0.026 \pm 0.057$$

# Итоговая таблица по набору данных в эксперименте ГЕРМЕС

<p><u>Ран I.</u> 1995–2000 годы, поляризация пучка</p> <p><b><math>P_B=51\%</math></b></p>	<p><u>Продольно-поляризованные мишени</u> H, D, He3</p> <p><b><math>P_T \approx 80\%</math></b></p> <p><u>Неполяризованные мишени</u> H, D, <math>^3\text{He}</math>, <math>^4\text{He}</math>, <math>^{14}\text{N}</math>, <math>^{20}\text{Ne}</math>, <math>^{84}\text{Kr}</math></p>	<p><u>Интегральная светимость</u></p> <p><b><math>259 \text{ pb}^{-1}</math></b></p> <p><b><math>619 \text{ pb}^{-1}</math></b></p>	<p><u>Число неупруго-рассеянных электронов с <math>Q^2 &gt; 1 \text{ GeV}^2</math> (DIS)</u></p> <p><b><math>11.8 \cdot 10^6</math></b></p> <p><b><math>27.9 \cdot 10^6</math></b></p>
<p>2001–2002 годы модернизация коллайдера ГЕРА</p>			
<p><u>Ран II.</u> 2002–2007 годы, поляризация пучка</p> <p><b><math>P_B=36\%</math></b></p> <p><u>Детектор отдачи</u> 2006–2007 годы</p>	<p><u>Поперечно-поляризованная мишень</u> H</p> <p><b><math>P_T \approx 80\%</math></b></p> <p><u>Неполяризованные мишени</u> H, D, <math>^3\text{He}</math>, <math>^4\text{He}</math>, <math>^{14}\text{N}</math>, <math>^{20}\text{Ne}</math>, <math>^{84}\text{Kr}</math></p>	<p><b><math>150 \text{ pb}^{-1}</math></b></p> <p><b><math>2180 \text{ pb}^{-1}</math></b></p>	<p><b><math>7.44 \cdot 10^6</math></b></p> <p><b><math>98.2 \cdot 10^6</math></b></p>

Обработка сырых данных до 2005 закончена, 2006-7 годы в работе

HERMES data → access to current fragmentation domain

Published Phys.Rev D(2006)

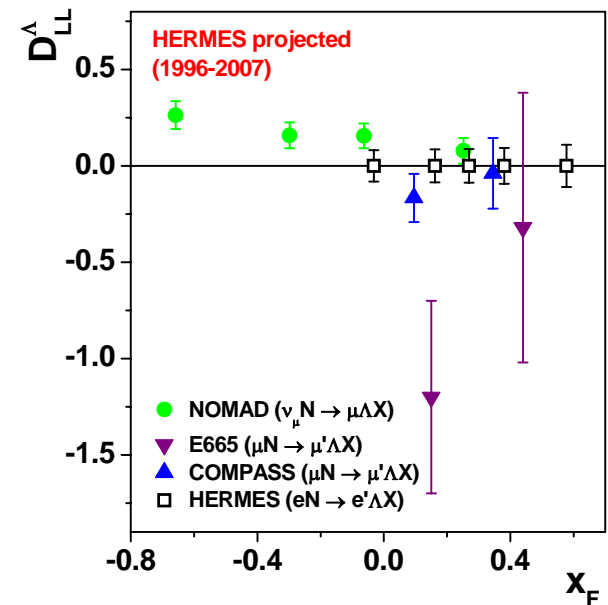
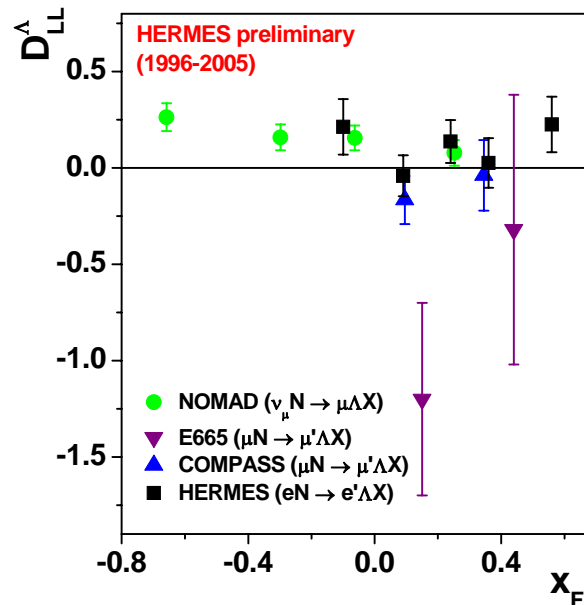
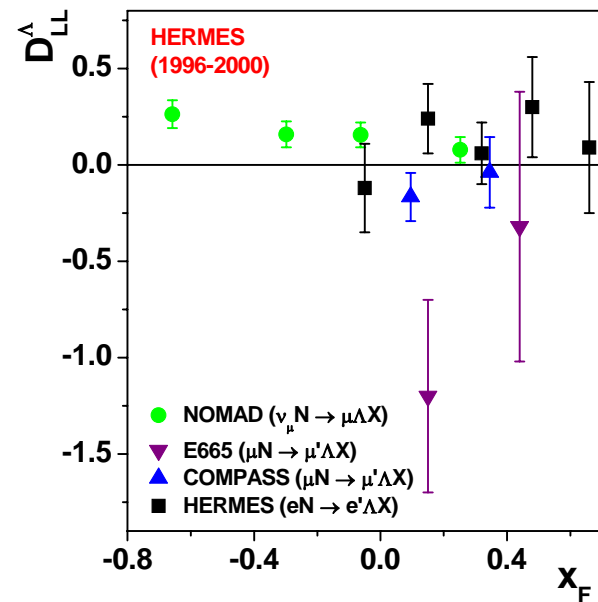
$Q^2 > 0.8 GeV$

2008

$Q^2 > 0.8 GeV$

(2009)

$Q^2 > 0.8 GeV$



7300  $\Lambda s$

$D_{LL'} = 0.10 \pm 0.09$   
(1996-2000)

26714  $\Lambda s$

$D_{LL'} = 0.102 \pm 0.056$   
(1996-2005)

~55,000  $\Lambda s$

Projected !!  
(1996-2007)

# Transverse $\Lambda$ polarization

Data 1996-2000

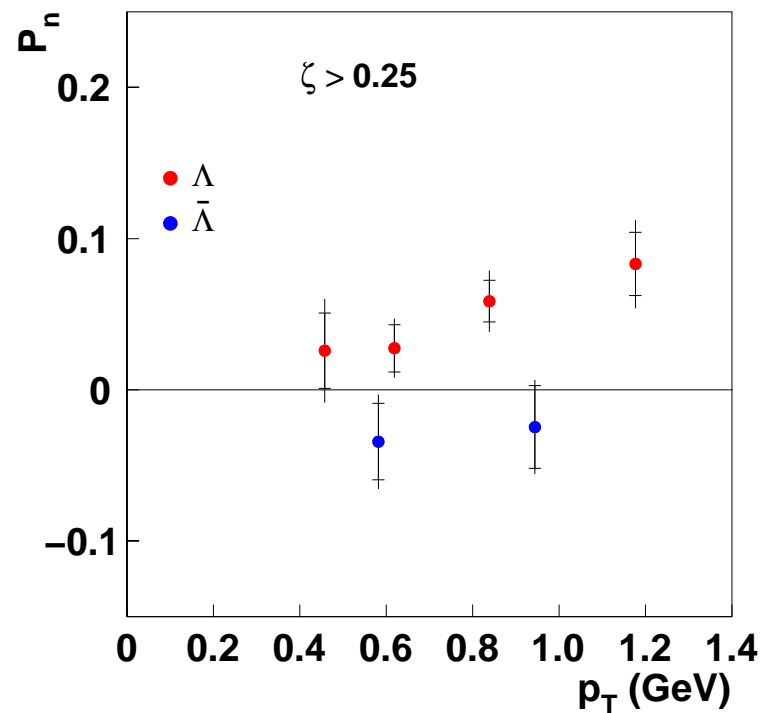
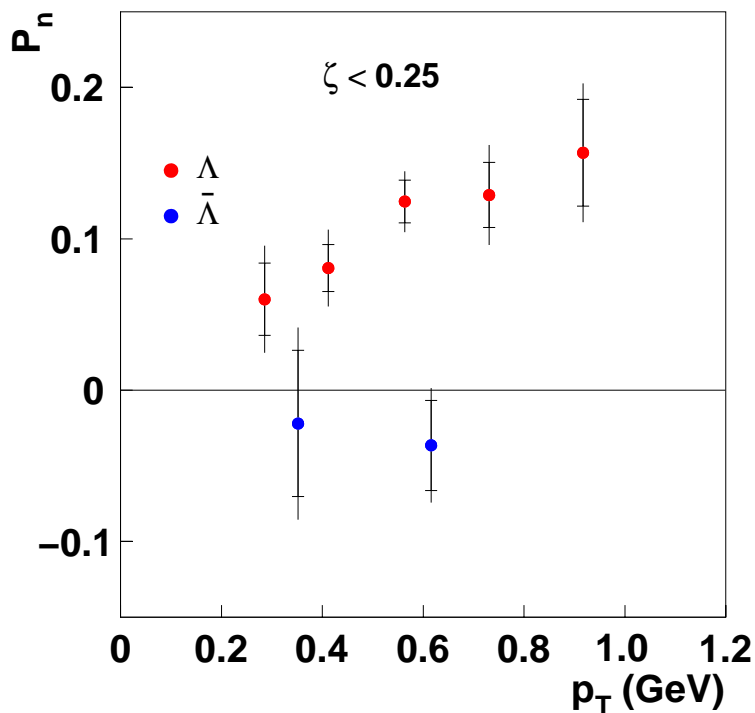
*Phys Rev. D 2007*  
**(RUN I)**

$$P_{\Lambda} = 0.078 \pm 0.006(\text{stat}) \pm 0.012(\text{syst})$$

$$P_{\bar{\Lambda}} = -0.025 \pm 0.015(\text{stat}) \pm 0.018(\text{syst})$$



*inclusively detected*



*Lower  $\zeta$  (lower  $t$ )  $\Rightarrow$  higher  $\Lambda$  polarization*  
*strong effect of target di-quark*

## Transverse $\Lambda$ polarization (RUN II)

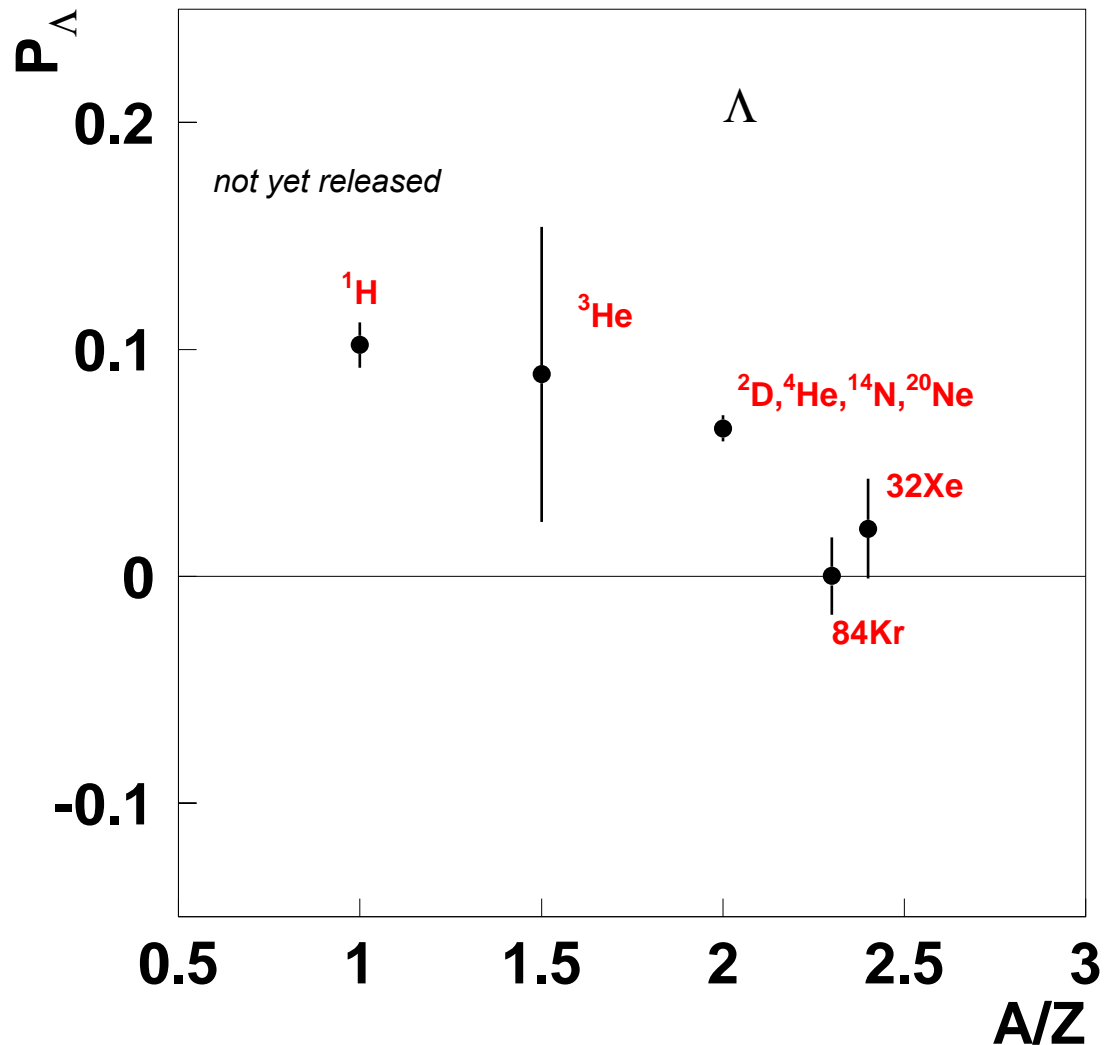
*New result  $\rightarrow$   $A/Z$  dependence  
strong effect of target on  $P_\Lambda$*

Data 1996-2005

2006-2007 data  
will double the statistics(!!);

### Prospects:

- $P_\Lambda$  from proton or neutron target;
- antiLambda;
- possible nuclear medium effects (??)



## Talks at international conferences

Список докладов на международных конференциях

1. Кравченко П. *"Measurement of Flavor Separated Quark Polarizations at HERMES"*  
International Conference DIFFRACTION 2008, La Londe-les-Maures,  
France September 9-14, 2008
  2. Манаенков С. *"Exclusive Electroproduction of  $\rho^0$  and  $\phi$  Mesons at HERMES"*  
International Workshop on Hadron Structure and QCD (HSQCD2008), Gatchina June 30 -July 04
  3. Веретенников Д. *"Spin transfer coefficient  $K_{LL}$  in Lambda photoproduction in HERMES"*  
16-th International Workshop DIS 2008, London, 7-11 April 2008
  4. Белостоцкий С. *"Polarization in Lambda and Lambdabar production at HERMES."*  
The 18th International Symposium on Spin Physics, Spin 2008 October 6 - 11, 2008 in Charlottesville,  
Virginia, USA
  5. Белостоцкий С. *"Lambda physics at HERMES"*  
ECT 2008 International Workshop "Strangeness polarization in semi-inclusive  
and exclusive Lambda production" Trento, November 2008
- 
6. Киселев А. *"Study of hadron properties modification in nuclear matter  
in  $(p,2p)$  reaction in PNPI"*.  
International Workshop on QFS with Radioactive Ion beams. Trento, April 2008
  7. Прокофьев А. *"Two-pion production in alpha-p scattering."* International  
Workshop Advanced Studies Institute on Symmetries and Spin, Prague, 2008"

## Доклады на семинарах ОФВЭ

22.01.08 С.Манаенков

«Эксклюзивное рождение  $\rho$  и  $\phi$  -мезонов в эксперименте HERMES.»

12.03.08 П.Кравченко

«Measurement of Quark Polarizations in Nucleon in Deep Inelastic Scattering at HERMES»

25.03.08 В.Вихров

«Эксперимент PANDA в GSI.»

03.06.08 А. Прокофьев

«Поляризация в протон-протонном рассеянии при энергиях выше чем 1 Гэв»

14.10.08 А.Киселев

«Первое измерение коэффициента корреляции поляризаций  $S_{pp}$  в упругом  $pp$ -рассеянии с высокой статистической точностью на синхроциклотроне ПИЯФ.»

21.10.08 Yuri Naryshkin

«PANDA Experiment. Time-of-Flight Detector»

## Публикации 2008

1. «Measurement of Parton Distributions of Strange Quarks in the Nucleon from Charged-Kaon Production in Deep-Inelastic Scattering on the Deuteron.»

By HERMES Collaboration ([A. Airapetian et al.](#)). DESY-07-223, Mar 2008.

e-Print: [arXiv:0803.2993](#) [hep-ex] submitted to Phys.Lett.

2. «Evidence for a Transverse Single-Spin Asymmetry in Leptoproduction of  $\pi^+\pi^-$  Pairs.»

By HERMES Collaboration ([A. Airapetian et al.](#)). DESY-08-031, Mar 2008.

e-Print: [arXiv:0803.2367](#) [hep-ex]

3. «Measurement of Azimuthal Asymmetries With Respect To Both Beam Charge and Transverse target Polarization in Exclusive Electroproduction of Real Photons.»

By HERMES Collaboration ([A. Airapetian et al.](#)). DESY-07-225, Feb 2008. .

e-Print: [arXiv:0802.2499](#) [hep-ex]

5. «Cross-sections for hard exclusive electroproduction of  $\pi^+$  mesons on a hydrogen target.»

By HERMES Collaboration ([A. Airapetian et al.](#)). DESY-07-098, Jul 2007.

Published in Phys.Lett.B659:486-492,2008.

6. «Spin Density Matrix Elements from diffractive  $\Phi$ -meson production at HERMES»

.W.Augustyniak, A.Borissov and S.Manaenkov, [arXiv:0808.0669v4](#) [hep-ex] 14 Oct 2008

7. «Extension of the operational lifetime of the proportional chambers in the HERMES spectrometer.» G. Gavrilov, et al

Published in Nucl.Instrum.Meth.A591:353-366,2008.

8. «Hyperon production at HERMES»

S.Belostotski and Yu. Naryshkin, preprint PNPI 2757, 2008

9. «First precise measurement of polarization correlation parameter  $C_{nn}$  in elastic  $pp$ -scattering using unpolarized proton target and unpolarized 1 GeV proton beam.»

A.Kisselev, O.Miklukho, et al PNPI preprint 2782, 2008.



**New experiments**

Approved by PRC and supported by DESY directorat

2009 год подготовка и 2010 год начало измерений.

A PROPOSAL TO DEFINITELY  
DETERMINE THE CONTRIBUTION OF  
MULTIPLE PHOTON EXCHANGE IN  
ELASTIC LEPTON-NUCLEON  
SCATTERING

THE OLYMPUS COLLABORATION

June 23, 2008

THE OLYMPUS COLLABORATION

Arizona State University, USA

DESY, Hamburg, Germany

Hampton University, USA

INFN, Ferrara, Italy

INFN, Frascati, Italy

INFN, Rome, Italy

Massachusetts Institute of Technology, USA

St. Petersburg Nuclear Physics Institute, Russia

~~Universität Bonn, Germany~~

University of Colorado, USA

Universität Erlangen-Nürnberg, Germany

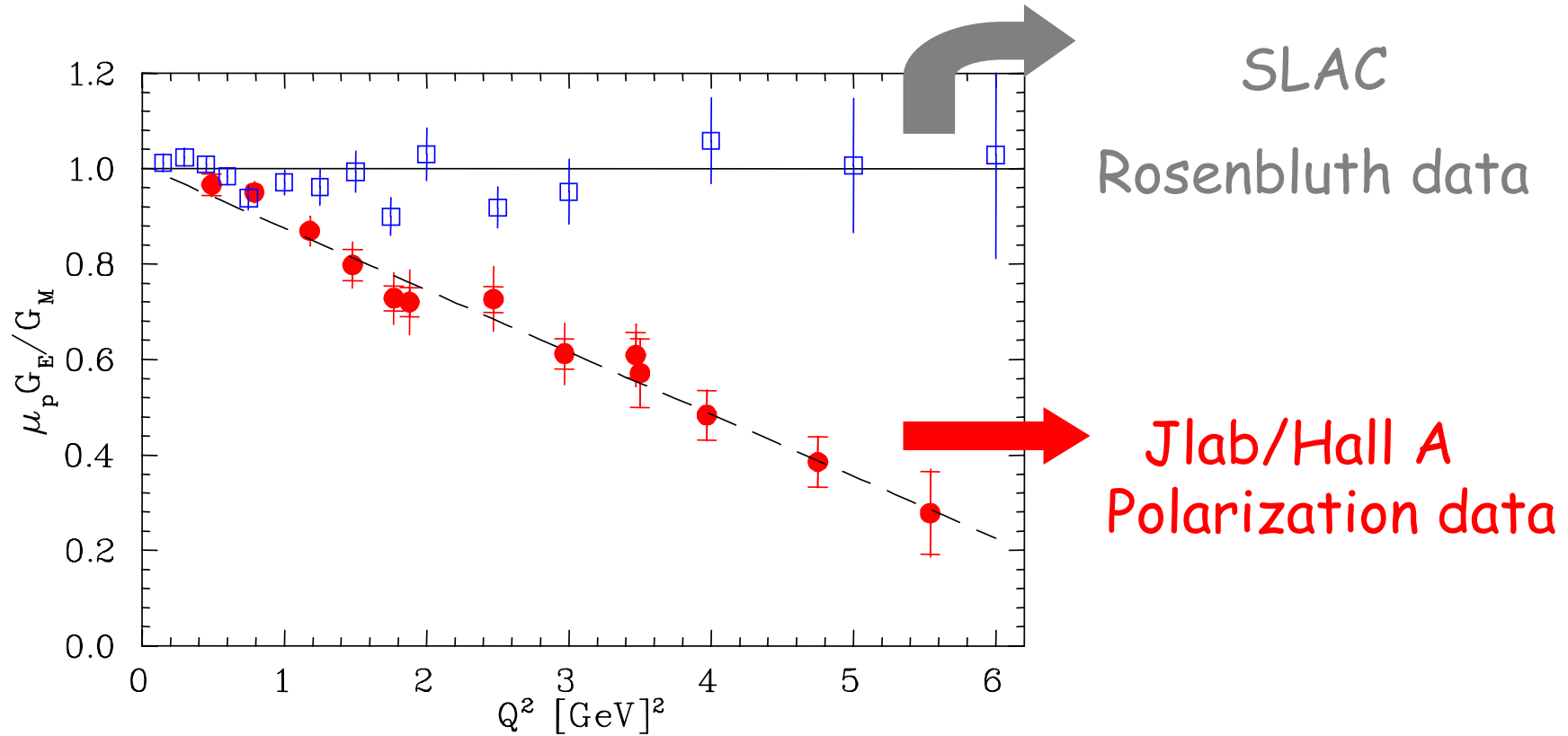
University of Glasgow, United Kingdom

University of Kentucky, USA

Universität Mainz, Germany

University of New Hampshire, USA

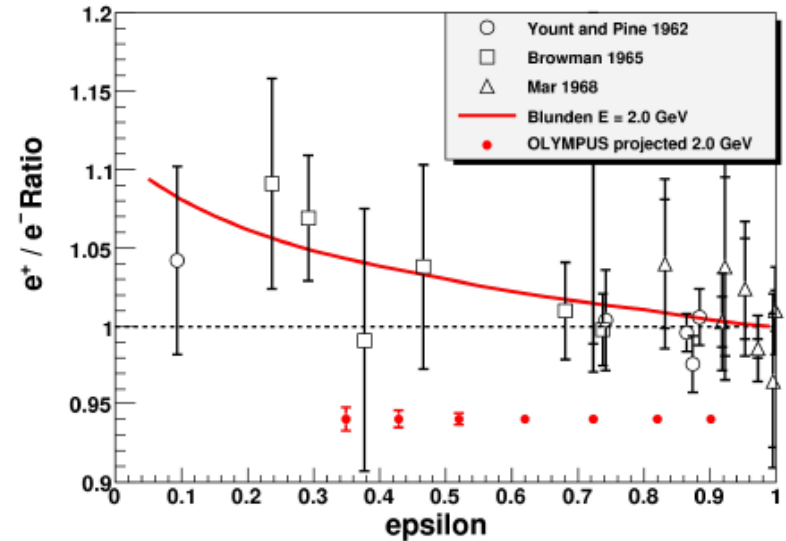
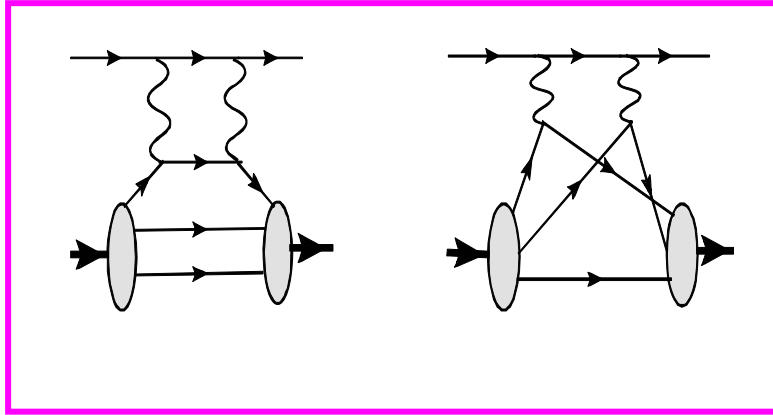
# Rosenbluth vs polarization transfer, data



Two methods, two different results !

OLIMPUS. Study of  $\mu_p G_E / G_M$  ratio in elastic ep-scattering at DORIS.

Contribution from two photon exchange diagram not taken into account in traditional analysis may be an explanation:



$$\frac{\sigma^+}{\sigma^-} \simeq \frac{|M_{\text{Born}}|^2 + 2e_e e_p M_{\text{Born}} \text{Re}(M_{2\gamma}^*) + 2e_e e_p \text{Re}(M_{e\text{-bremstr}} M_{p\text{-bremstr}}^*)}{|M_{\text{Born}}|^2 - 2e_e e_p M_{\text{Born}} \text{Re}(M_{2\gamma}^*) - 2e_e e_p \text{Re}(M_{e\text{-bremstr}} M_{p\text{-bremstr}}^*)}$$

virtual photon polarization

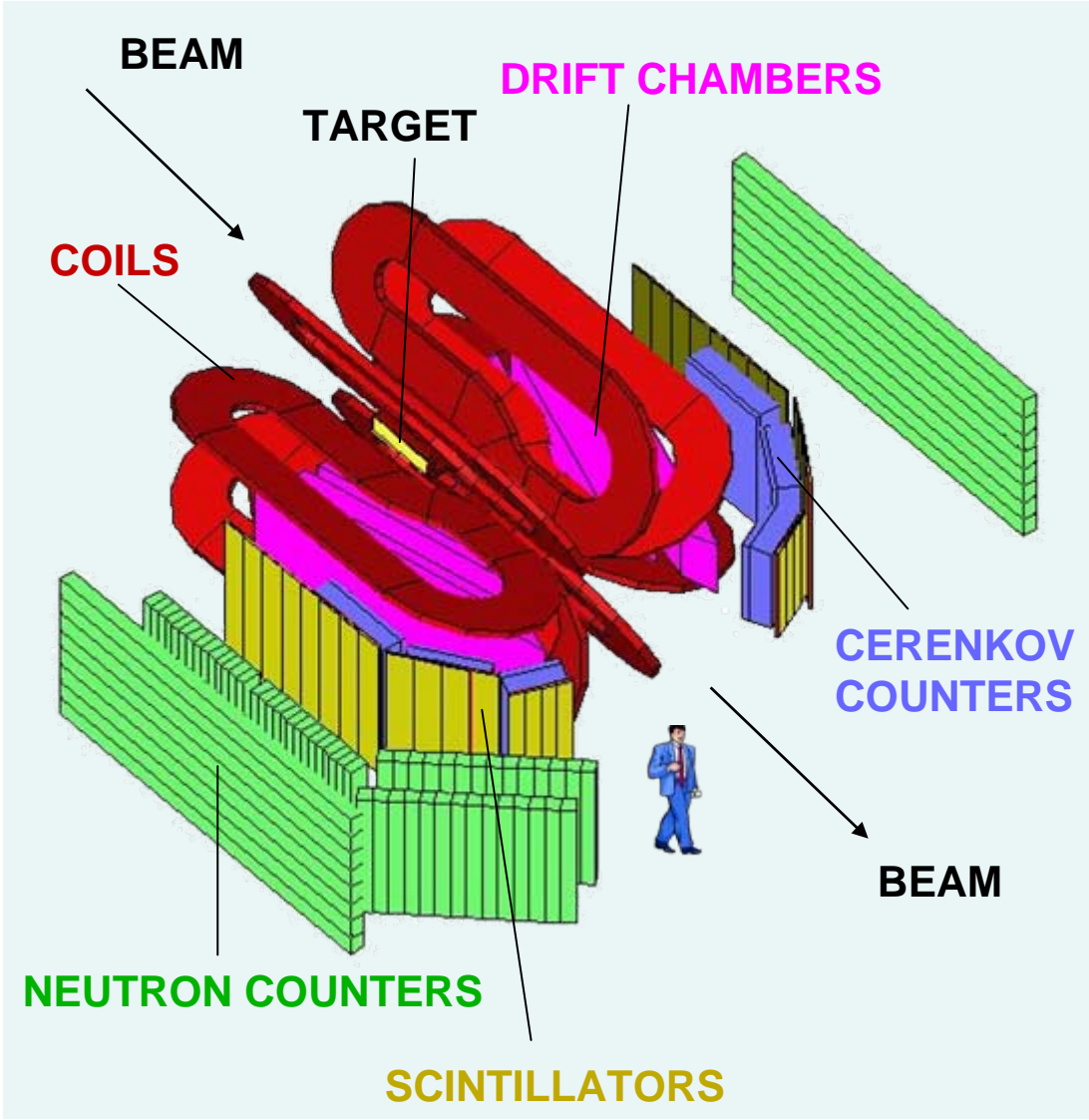
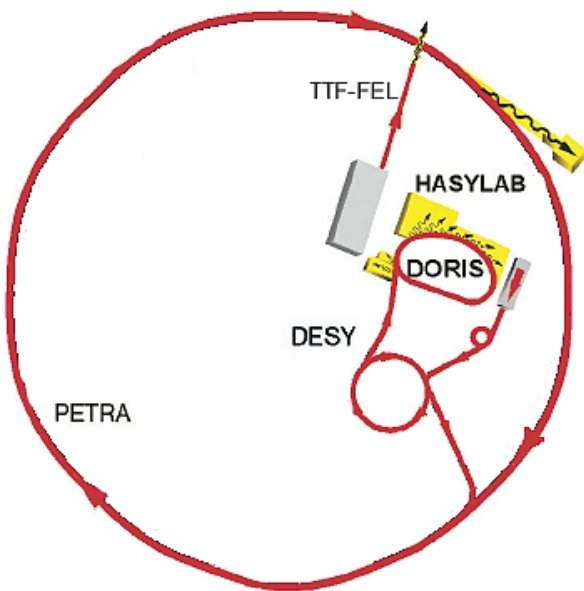
$$\varepsilon = [1 + 2(1 + \tau) \tan^2(\theta / 2)]^{-1}$$

$$\tau = \frac{Q^2}{4M_p^2}$$

OLIMPUS. Study of  $\mu pGE/GM$  ratio in elastic ep-scattering at DORIS.

BLAST detector

DORIS 4.45 GeV, 120 mA



# PANDA @ GSI

## *отдельный доклад*

<i>Весь FAIR</i>	<i>940 MEU</i>
<i>Вклад России</i>	<i>180 MEU</i>
<i>Вклад России PANDA</i>	<i>23 (50) MEU</i>
<i>FS TOF</i>	<i>0.500 (0.989) MEU</i>

---

*2009 год FS TOF TDR должен быть одобрен*

*1. коллаборацией, 2. экспертами, назначенными администрацией FAIR  
только после этого финансирование на строительство детектора (!!)*

*2009 год нужны средства  
на разработку прототипа , командировки и пр.*



*С Новым Годом*



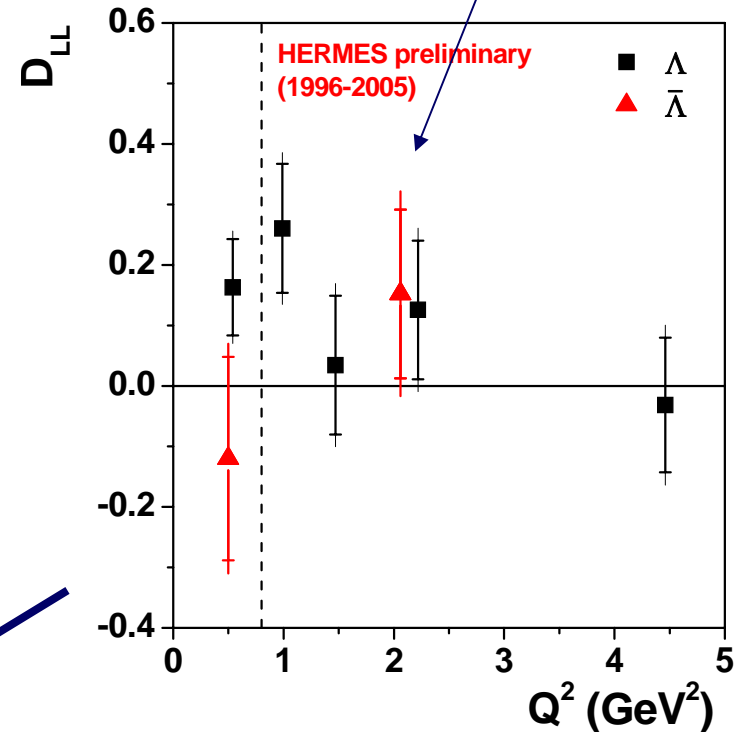
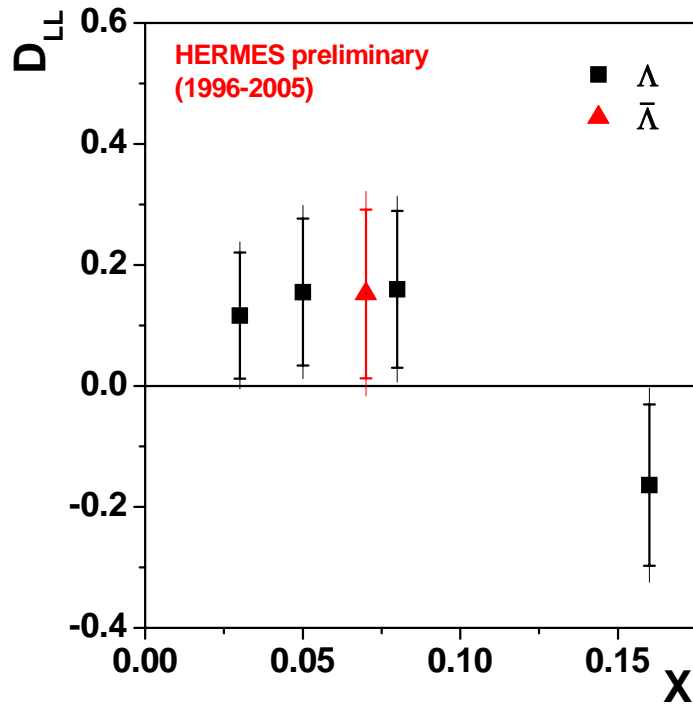
**BACKUP SLIDES**



## Пребывание в DESY

- |                   |           |                   |
|-------------------|-----------|-------------------|
| 1.Веретенников Д. | 10 мес.   | (DESY)            |
| 2.Нарышкин Ю.     | 8 мес.    | (7 DESY+1RUSS)    |
| 3.Киселев А.      | 10.5 мес. | (DESY)            |
| 4. Кравченко П.   | 11 мес.   | (DESY)            |
| 5. Манаенков С.   | 4.5 мес.  | (2 DESY+2.5 RUSS) |
| 6. Белостоцкий С. | 6.5 мес.  | (RUSS)            |

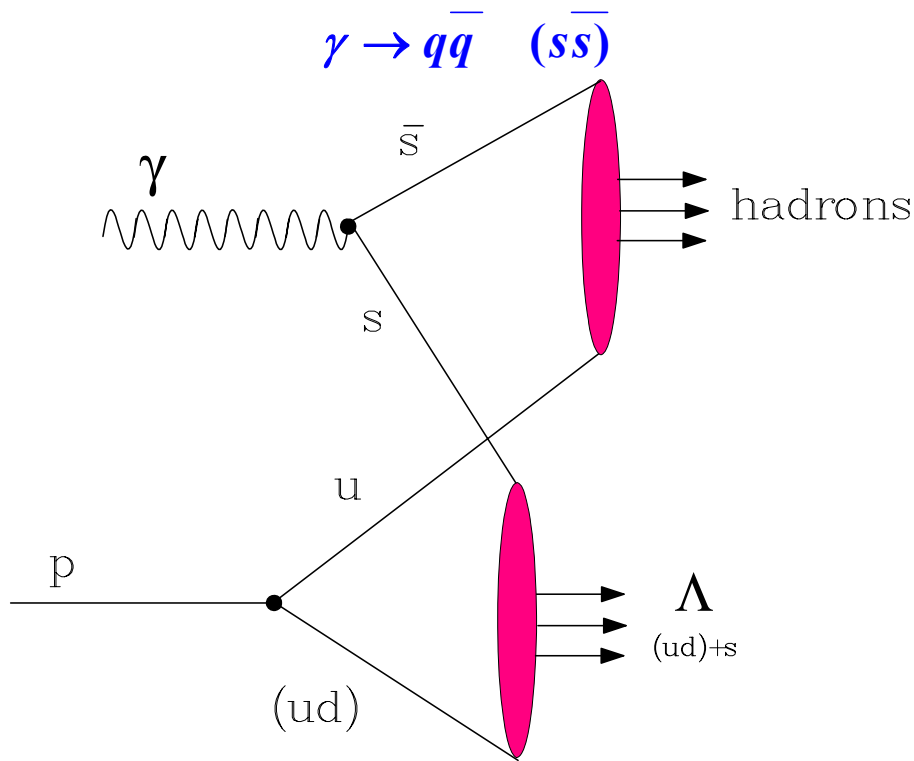
First measurement of DLL' for anti Lambda



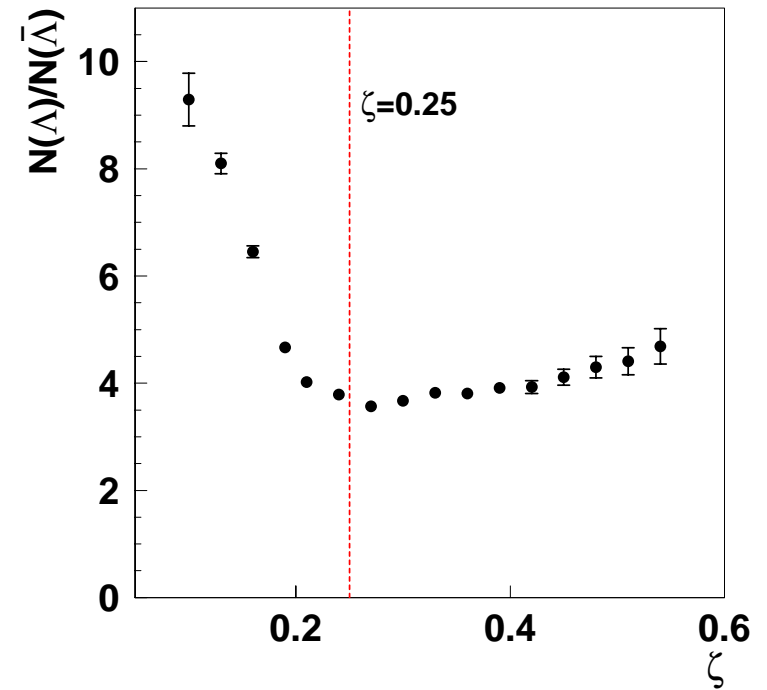
Go to photoproduction regime with  $Q^2=0$

# $\Lambda$ photoproduction mechanism by PYTHIA

$$\langle E_\gamma \rangle = \langle E_e - E_{e'} \rangle \approx 15.6 \text{ GeV}$$



## $\Lambda$ to $\bar{\Lambda}$ yield ratio



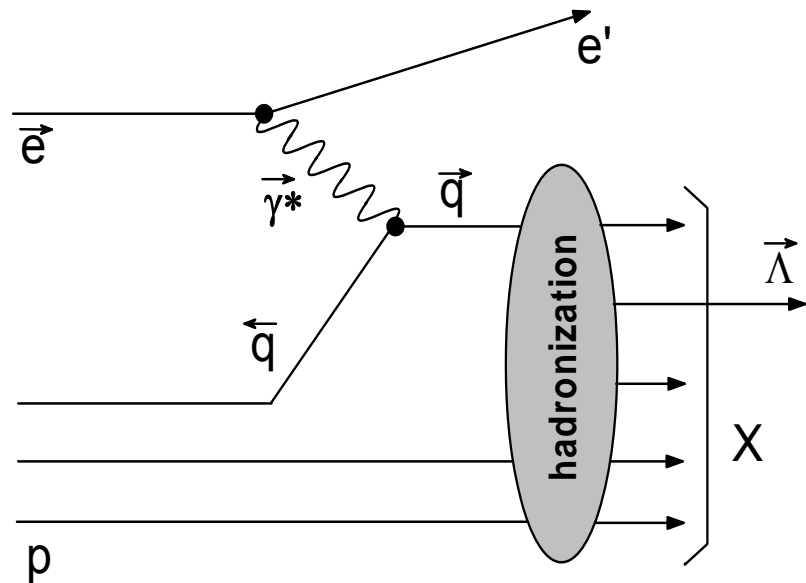
$$\zeta^\Lambda \approx \frac{E^\Lambda}{E_e} < 0.25 \quad \sqrt{t} = 3.31 \text{ GeV}$$



*target (ud)  
mechanism*

# Longitudinal spin transfer DLL'

$$\vec{e} + p, d \Rightarrow e' + \vec{\Lambda} + X$$



$$P_{L'}^\Lambda = D_{LL'}^\Lambda \cdot P_L^q$$

$$D_{LL'}^\Lambda = \sum_q \omega_q \cdot D_{LL'}^{q\Lambda} \approx \sum_q \omega_q \frac{\delta q^\Lambda}{q^\Lambda}$$

*Λ spin structure*

$$SU(3)_f \rightarrow \frac{\delta u}{u} = \frac{\delta d}{d} = -0.16 \quad \frac{\delta s}{s} = 0.64$$

$$\text{Lattice calculations} \rightarrow \frac{\delta u}{u} = \frac{\delta d}{d} = -0.02 \pm 0.04 \quad \frac{\delta s}{s} = 0.68 \pm 0.04$$

# Поляризация кварков в нуклоне и спиновый кризис 2008

I-премия ПИЯФ 2008

quarks

$$S_z = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Delta\Sigma + \Delta G + L_q + L_g$$

From **inclusive** polarized DIS,  
HERMES (COMPASS) results 2007

$$\Delta\Sigma = 0.33 \pm 0.02(\text{exp}) \pm 0.03(\text{theo})$$

$$(\Delta u + \Delta \bar{u}) = 0.842 \pm 0.008 \pm 0.004$$

From **semi-inclusive** polarized DIS,  
HERMES results 2008

$$\Delta\Sigma|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.347 \pm 0.024 \pm 0.066$$

$$0.359 \pm 0.026 \pm 0.018$$

$$(\Delta u + \Delta \bar{u})|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.599 \pm 0.022 \pm 0.065$$

$$\vec{e} (\vec{\mu}) + \vec{d} \Rightarrow e' + \pi^\pm (K^\pm) + X$$

$$(\Delta s + \Delta \bar{s}) = -0.085 \pm 0.008(\text{exp}) \pm 0.013(\text{theo})$$

$$(\Delta d + \Delta \bar{d}) = -0.427 \pm 0.008 \pm 0.004$$

Phys.Lett B 2008

$$\vec{e} + \vec{p}, \vec{d} \Rightarrow e' + K^\pm + X$$

$$\Delta S|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.028 \pm 0.033 \pm 0.009$$

$$(\Delta s + \Delta \bar{s})|_{x_{Bj} > 0.023} = 0.037 \pm 0.019 \pm 0.0027$$

$$(\Delta d + \Delta \bar{d})|_{x_{Bj} > 0.023} = -0.280 \pm 0.026 \pm 0.057$$

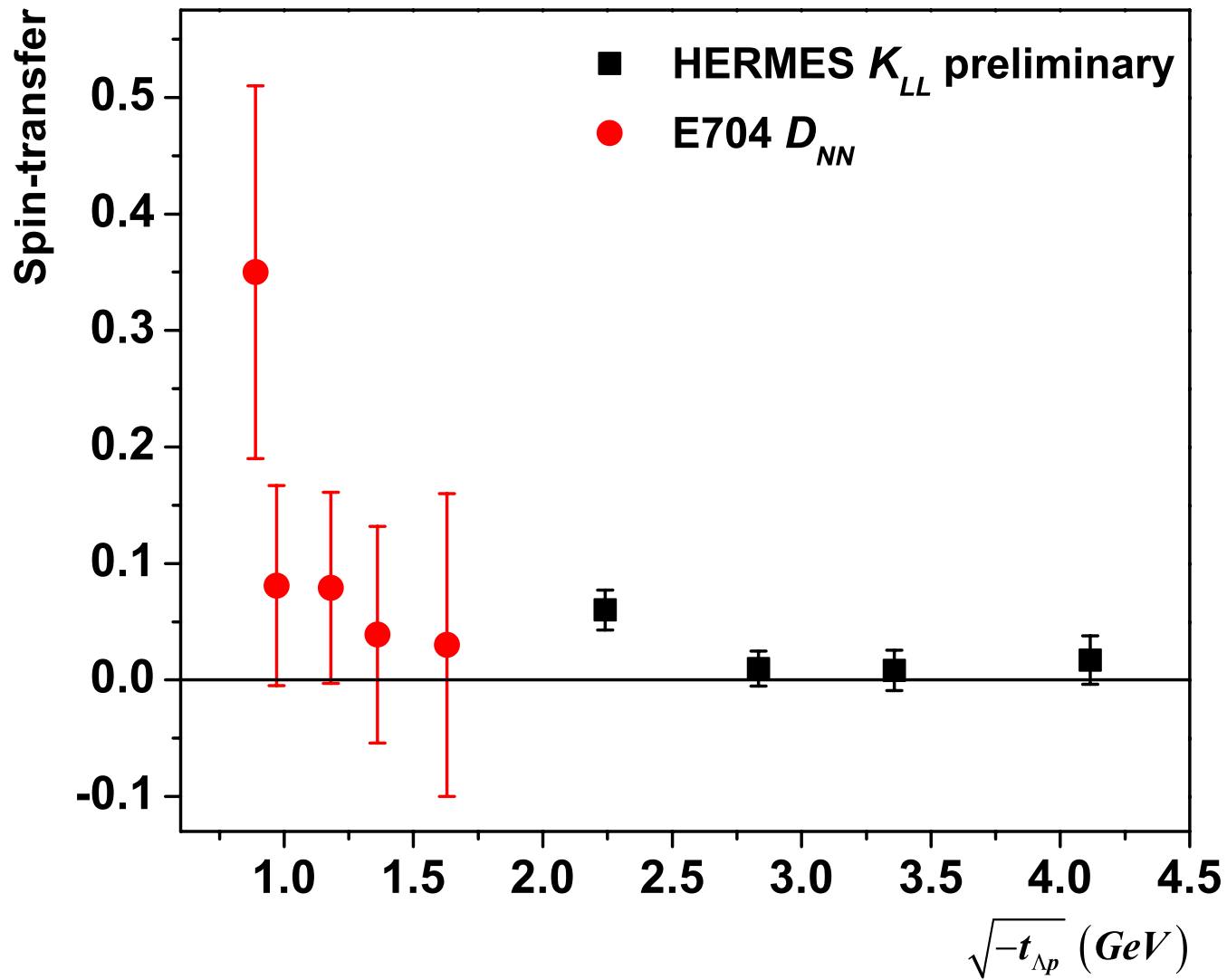
Recent lattice calculations

A.Schafer, Trento 08

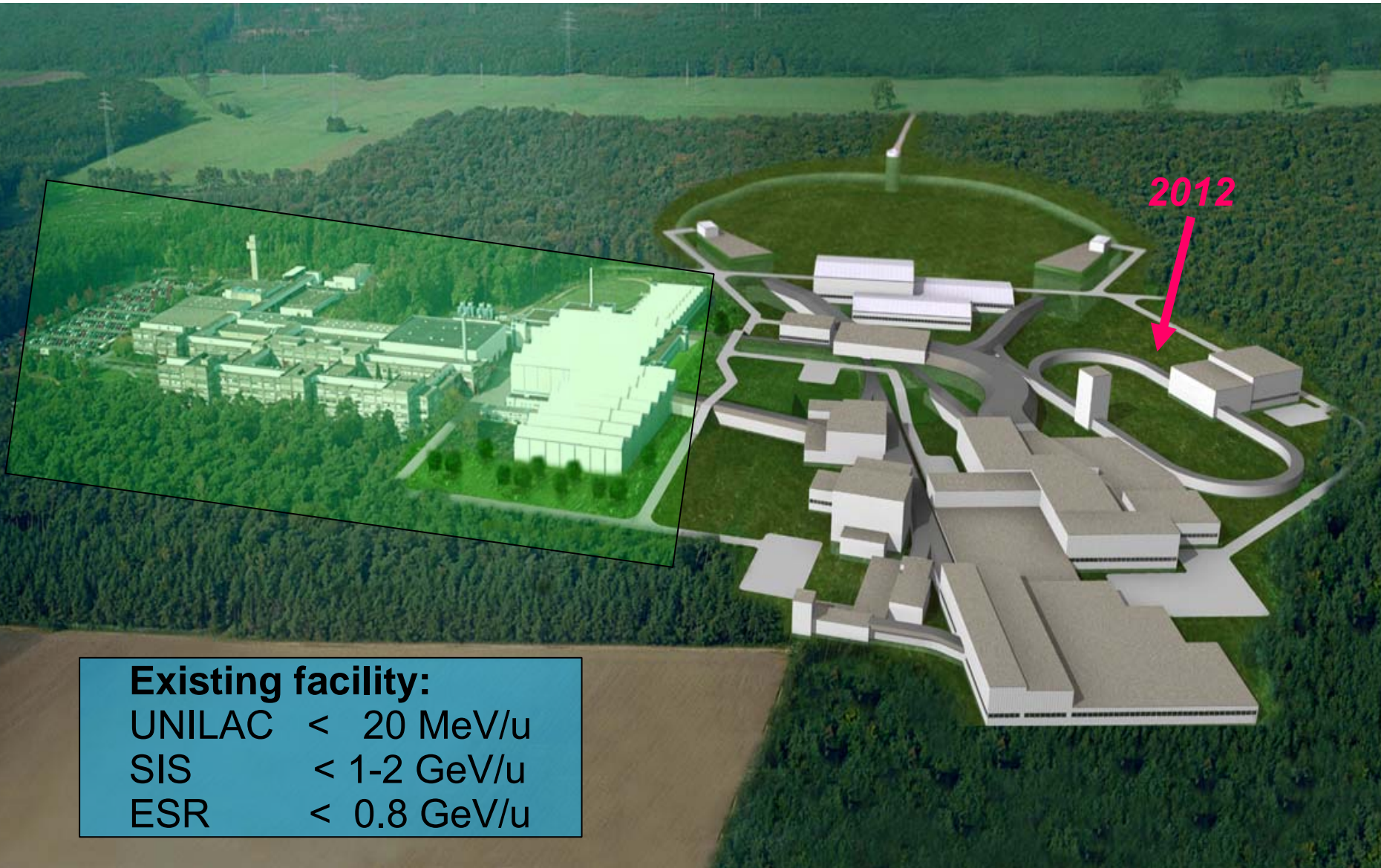
$$(\Delta s + \Delta \bar{s}) = 0.0061 \pm 0.0021 !!!$$

$$\Delta\Sigma = (\Delta u + \Delta \bar{u}) + (\Delta d + \Delta \bar{d}) + (\Delta s + \Delta \bar{s}) \equiv a_8 + 3(\Delta s + \Delta \bar{s})$$

$$a_8 = 3F - D = 0.586 \pm 0.031 \quad \Delta\Sigma = (0.586 \pm 0.031) + 3(\Delta s + \Delta \bar{s})$$



# Existing and Future Facility of GSI



## Existing facility:

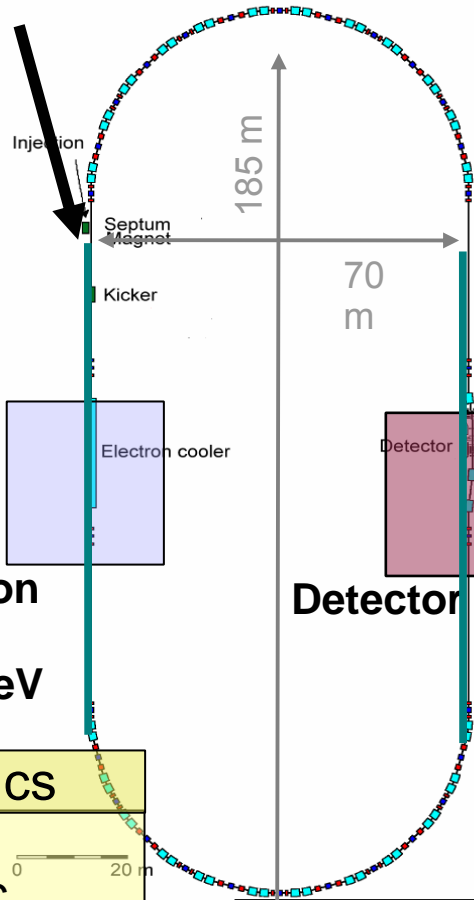
UNILAC	< 20 MeV/u
SIS	< 1-2 GeV/u
ESR	< 0.8 GeV/u



# High Energy Storage Ring

**HESR**

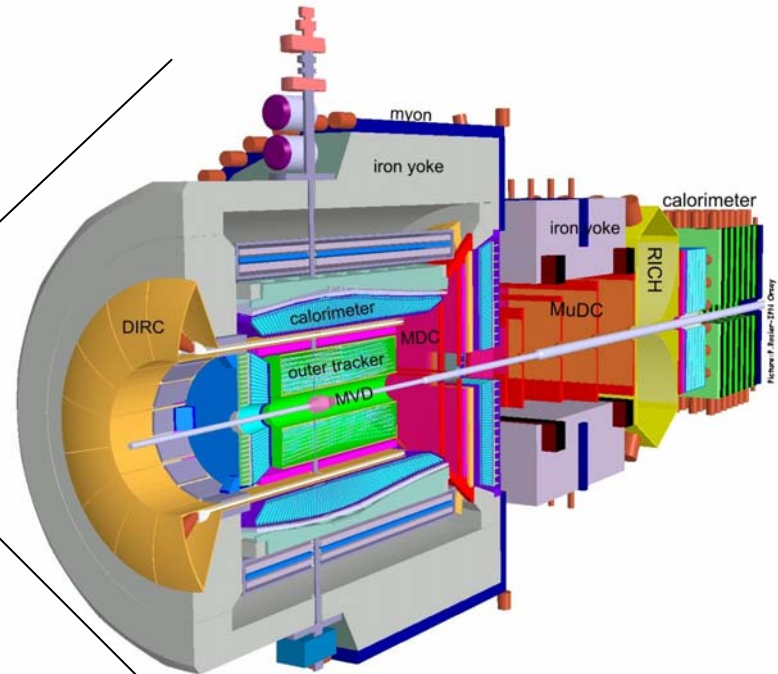
**Injection**



**Electron cooler**  
**E < 8 GeV**

## Characteristics

$P_{\max} = 15 \text{ GeV}/c$   
 $L_{\max} = 2 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$   
 $\emptyset < 100 \text{ } \mu\text{m}$   
 $\delta p/p < 10^{-5}$   
 internal target

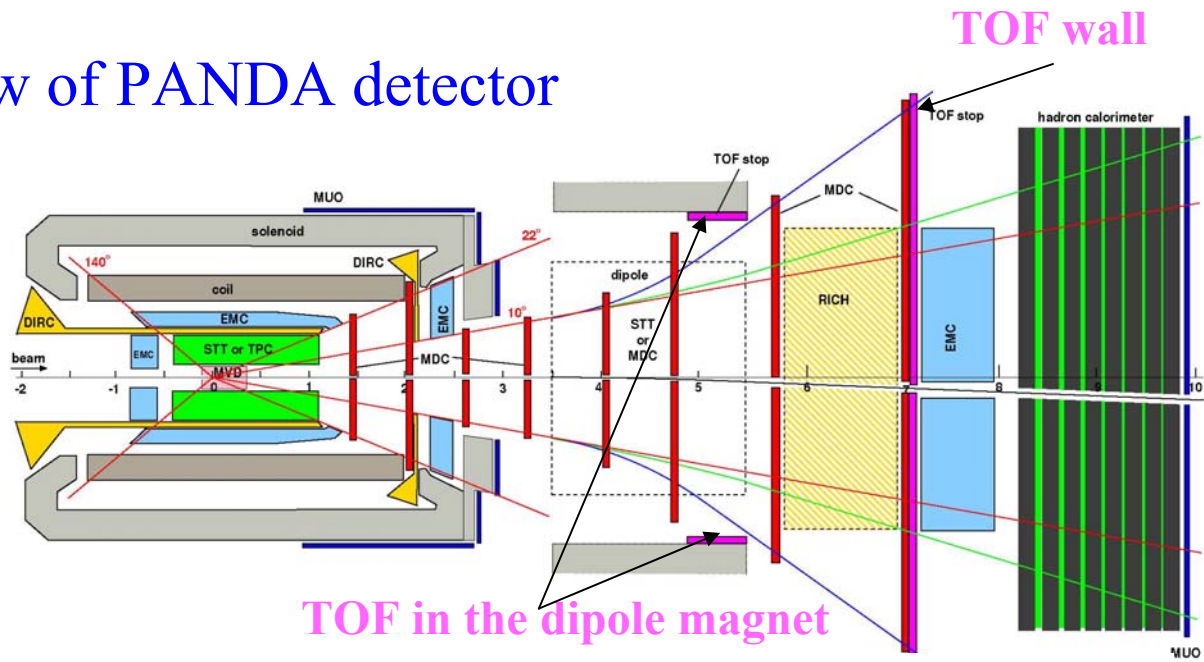


## electron cooling

High resol. Mode:  $L = 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$        $\delta p/p < 10^{-5}$   
 High lum. Mode:  $L = 2 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$        $\delta p/p < 10^{-4}$

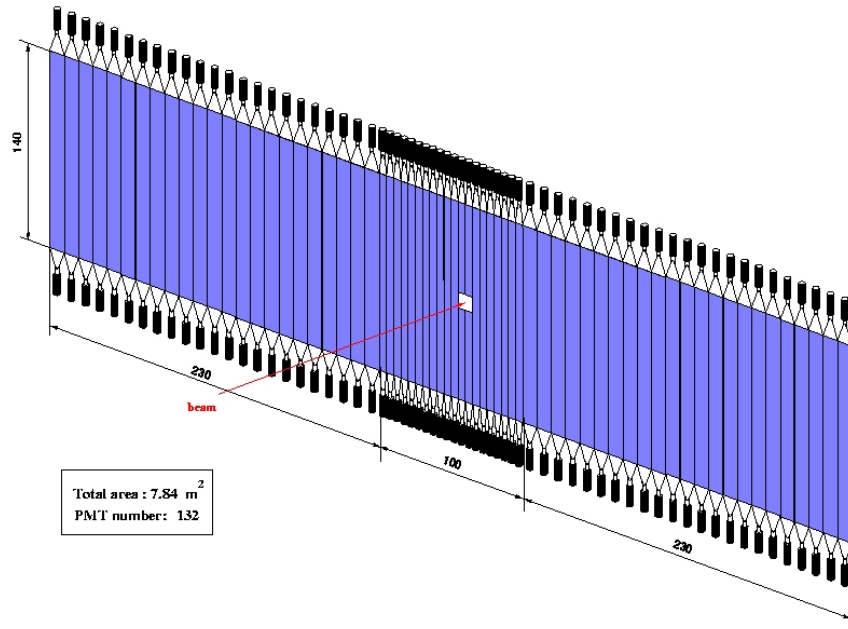


# Top view of PANDA detector

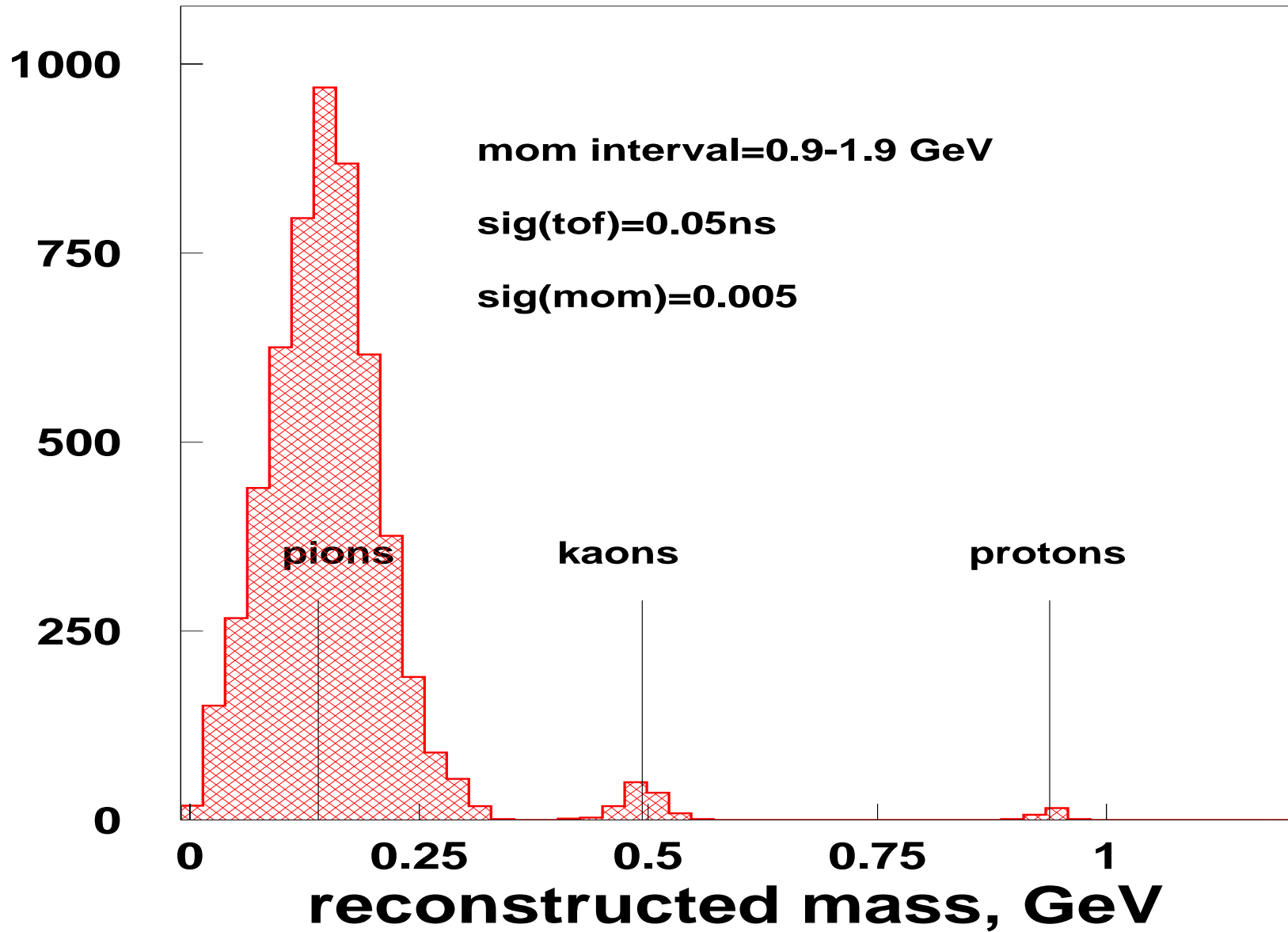


TOF in the dipole magnet

## TOF wall



# Beam momentum 15 GeV



## *To summarize, TOF*

*needs for* identification of forward going charged particles detected by FS with momenta below 4-5 GeV/c. TOF resolution  $\sim 50$  ps.

### *consist of*

- scintillation wall (1.4\*5.6 m<sup>2</sup>, 66 strips, 132 PMT)
  - side-TOF, inside the dipole magnet -two (1\*1 m<sup>2</sup>, 5 strips 10 PMT)
- 

### *Cost estimation (not final)*

- |   |            |
|---|------------|
| - materials (scintillators, light-guides, optical cement..) | – 43000 €  |
| - PMT (PMT, housings, dividers, $\mu$ -metal shielding,...) | – 170000 € |
| - electronics (TDC, CFD, VME crates, .....                  | – 120000 € |
| - HV power supply, cabling                                  | – 60000 €  |
| - Support structure   | – 20000 €  |
| - Test stand  | – 35000 €  |
| total   | – 448000 € |

**Scintillators and accessories:**

***Available in April***

**BC-408 1400mm\*100mm\*15mm, edges DTF - one plate - 800 USD**

**BC-408 1400mm\* 50mm\*15mm, edges DTF - one plate - 656 USD**

**BC-408 1000mm\*100mm\*15mm, edges DTF - one plate - 572 USD**

**BC-600 optical cement, 250 ml - one ~ 100 USD**

**BC-630 Silicon Optical Grease, 60 ml, - one ~ 100 USD**

---

**total ~2228 USD**  
**(~1790Euro)**

**The prices for the Scintillators are from the BICRON offer**  
**The prices for the accessories - by estimation**

**PMT with (divider, housing...)**

***Available***

**Hamamatsu H6533 (1") - 4 PMT 4\*1848=7392 Euro**

**Hamamatsu H2431-50 (2") - 2 PMT 2\*2278=4556 Euro**

---

**PMT total 11948 Euro**

## Cost estimation

- <b>Materials:</b>	Bicron BC408 scintillator bar 140*10*1.5 cm <sup>3</sup>	~	670 €
	Bicron BC408 scintillator bar 140*5*1.5 cm <sup>3</sup>	~	550 €
	Bicron BC408 scintillator bar 100*10*1.5 cm <sup>3</sup>	~	480 €
	optical cement, etc.	~	150 €
- <b>PMT:</b>	Hamamatsu R2083, diameter -2", 2 pmt	~	7400 €
	Hamamatsu R4998, diameter -1", 4 pmt	~	4560 €
<hr/>			
- <b>Electronics:</b>	TDC, Phillips 7186, CAMAC,	1 module	~ 4000 €
	ADC, Phillips 7166, CAMAC,	1 module	~ 4000 €
	NIM to CAMAC, Phillips 433,	5 module	~ 1000 €
	Preamplifier, ORTEG 9306,	2 module	~ 2000 €
	CDF, ORTEG 935, NIM,	1 module	~ 3000 €
	TAC, ORTEG 567, NIM,	2 module	~ 6000 €
	Quard 8k ADC AD 4BA, CAMAC,	1 module	~ 3000 €
- <b>Oscilloscope:</b>	Tektronics TDS5104B, 1GHz		~15000 €
<hr/>			
- <b>Total:</b>			~ 52160 €