



Лаборатория Физики Элементарных Частиц

**2008 год.**

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## ШТАТ Лаборатории

1. Воробьёв А.А.
2. Алхазов Г.Д.
3. Балин Д.В.
4. Воробьёв Ан.А.
5. Величко Г.Н.
6. Воропаев Н.И.
7. Грачёв В.Т.
8. Добровольский А.В.
9. Дубограй А.В.
10. Еремеев А.Д.
11. Залите Ю.К.
12. Инглесси А.Г.
13. Кашук А.П.
14. Ким В.Т.
15. Киселёв О.А.
16. Королёв Г.А.
17. Левченко М.П.
18. Лободенко А.А.
19. Маев Е.М.
20. Маев О.Е.
21. Обрант Г.З.
22. Петров Г.Е.
23. Сагидова Н.Р.
24. Саранцев В.В.
25. Семенчук Г.Г.
26. Семенчук А.Г.
27. Сергеева Г.Н.
28. Смиренин Ю.В.
29. Смирнов И.Б.
30. Соболевская М.Ф.
31. Фотьева Е.В.
32. Щегельский В.А.
33. Щеглов Ю.А.
34. Евстюхин С.В.
35. Ежилов А.Г.
36. Мурзин В.А.
37. Орешкин В.А.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## Участие в проектах

1. Экзотические ядра (GSI, Darmstadt)
2. Поляризуемость нуклона (University Darmstadt)
3. Возбуждение Роперовского резонанса (SPES4-п, Saclay)
4. Мезонная спектроскопия
5. Мезоядерные реакции (PSI)
6. SELEX (FNAL)
7. D-ZERO (FNAL)
8. L3 (CERN)
9. CMS (CERN)
10. LHCb (CERN)
11. ATLAS (CERN)
12. EXL, R3B (Darmstadt)

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## Экзотические ядра

Эксперименты S-105, S-174, S-247 (Darmstadt, GSI)

1.  $p\text{He}$  – рассеяние на малые углы ( ${}^6\text{He}$ ,  ${}^8\text{He}$ )
2.  $p\text{Li}$  – рассеяние на малые углы ( ${}^8\text{Li}$ ,  ${}^9\text{Li}$ ,  ${}^{11}\text{Li}$ )
3.  $p\text{He}$  – рассеяние на большие углы
4.  $p\text{Li}$  – рассеяние на большие углы
5.  $p\text{B,Be}$  – рассеяние на малые углы ( ${}^8\text{B}$ ,  ${}^{11}\text{Be}$ ,  ${}^{14}\text{Be}$ )
6. Расчёт сечений реакций ( ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{11}\text{Li}+{}^{12}\text{C}$ )
7. Расчёты диф. сечений упругого ядро-яд. рассеяния.

## Лаборатория Физики Элементарных Частиц

**Эксперимент S-247: малоугловое рассеяние протонов на ядрах изотопов Be и B.**

**2008 г.**

**Продолжен анализ экспериментальных данных с целью получения дифференциальных сечений упругого рассеяния протонов с энергией 0.7 ГэВ на ядрах изотопов Be.**

# Лаборатория физики элементарных частиц

## Experimental set-up at GSI Darmstadt.

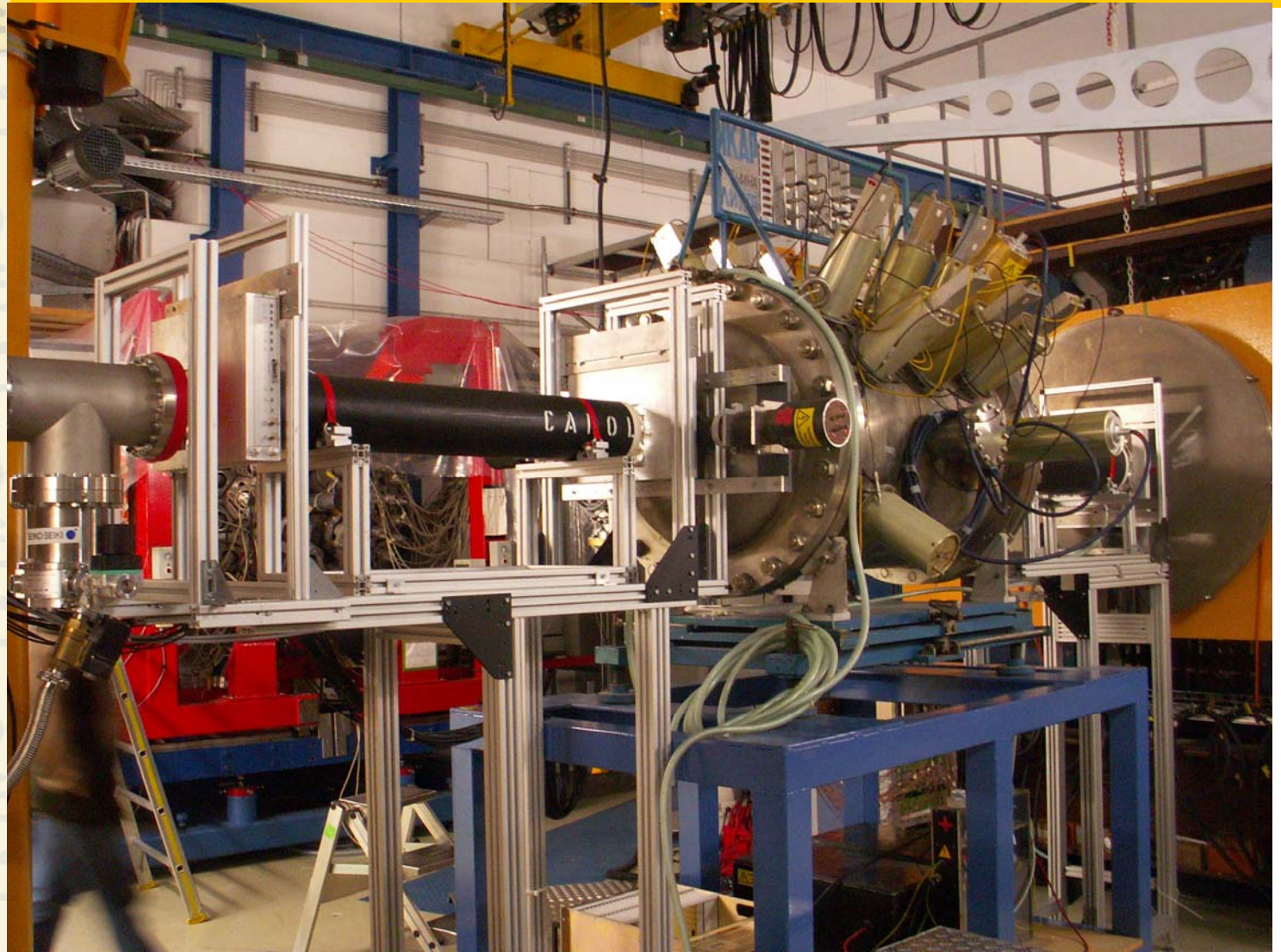
**IKAR** is an ionization chamber (target and proton recoil detector) developed at PNPI.

PC1-PC4 – tracking system.

ALADIN is the magnet to measure the ejectile momentum.

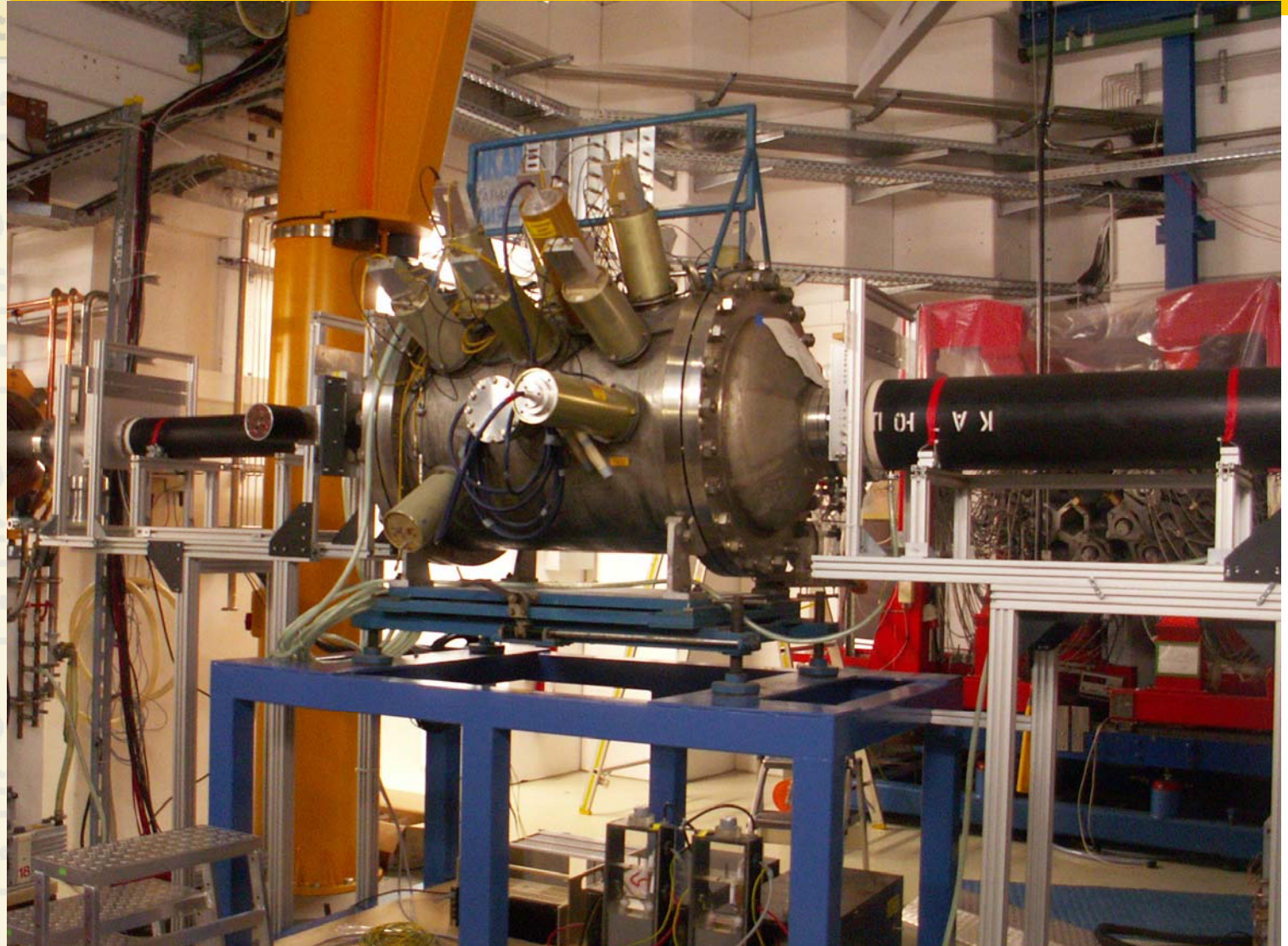


# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



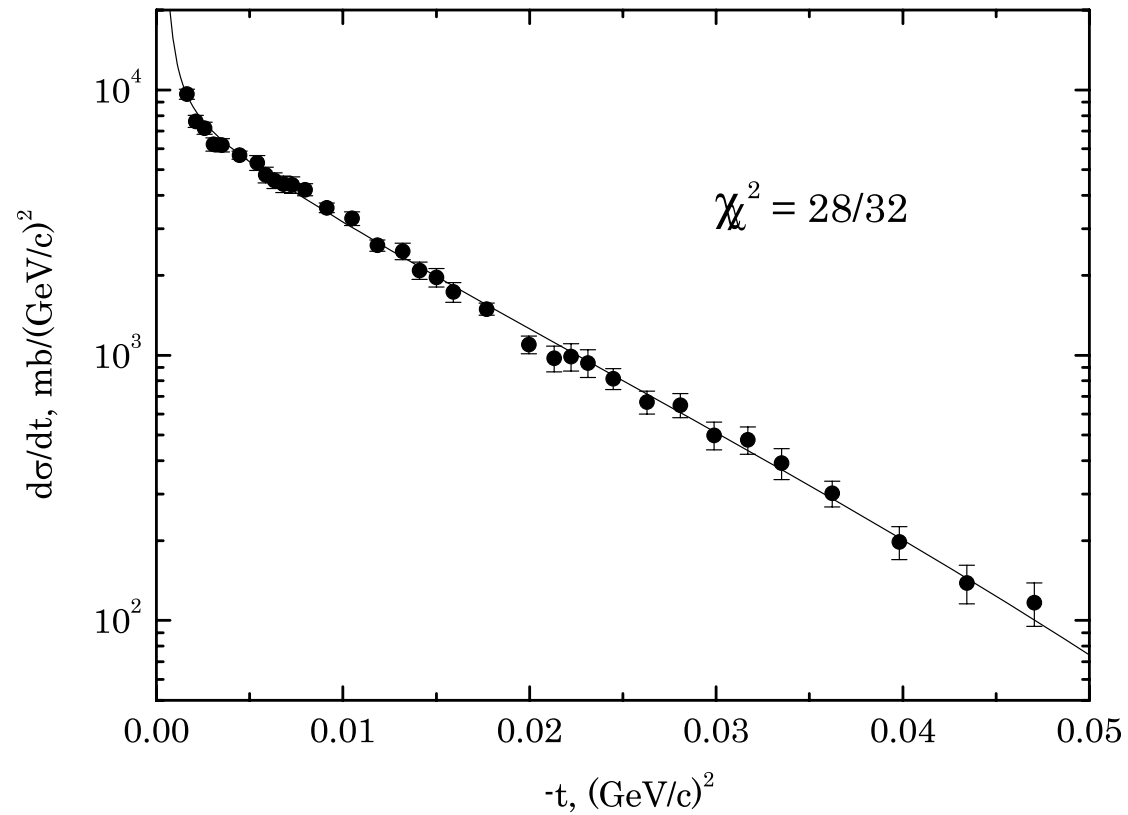


# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



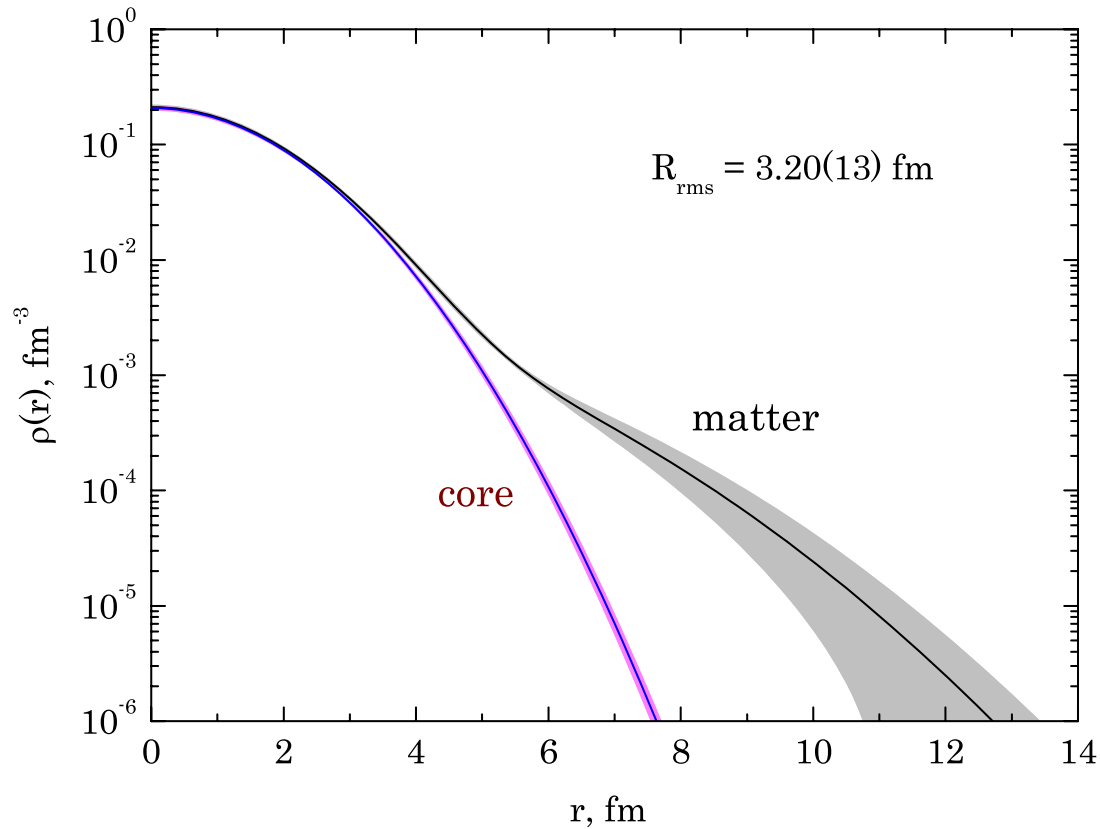


# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



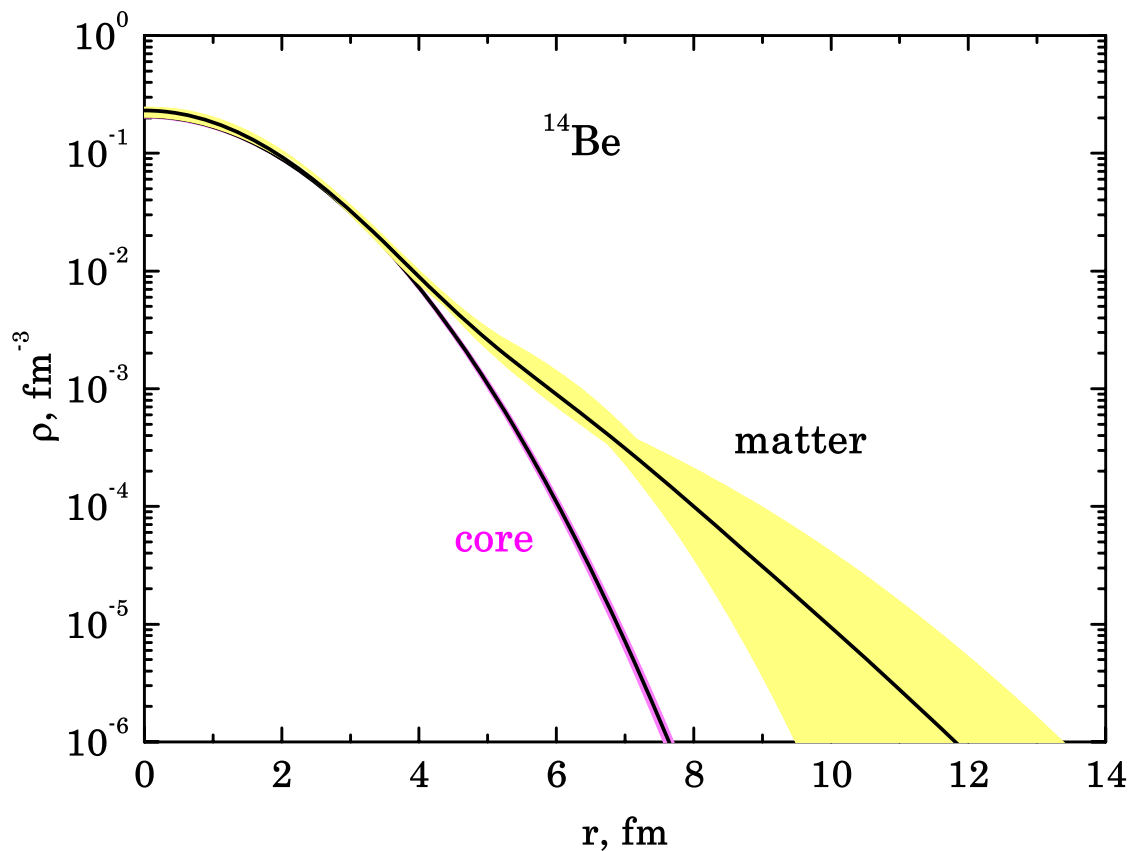
$d\sigma/dt, \quad p^{14}\text{Be}, \quad E_p \approx 700 \text{ MeV}$

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



$^{14}\text{Be}$  density, GG-model

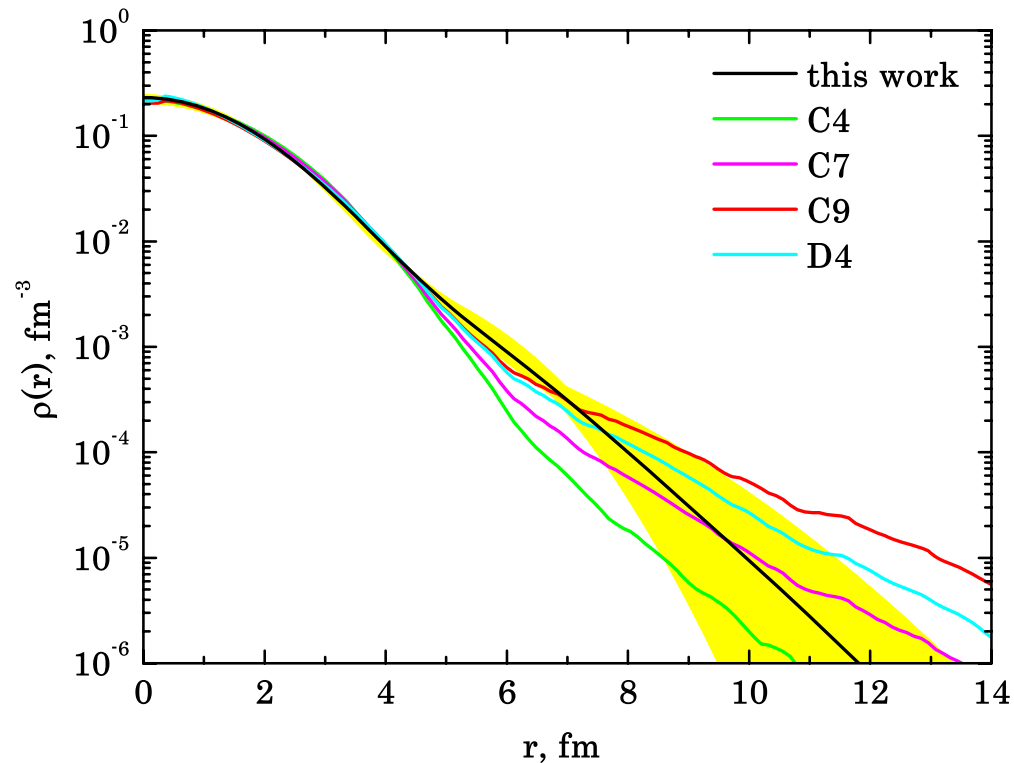
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



$^{14}\text{Be}$  density averaged over a few models.

$R_m = 3.11 \pm 0.14 \text{ fm}$ .  $R_c \approx 2.7 \text{ fm}$ ,  $R_h \approx 5.4 \text{ fm}$ .

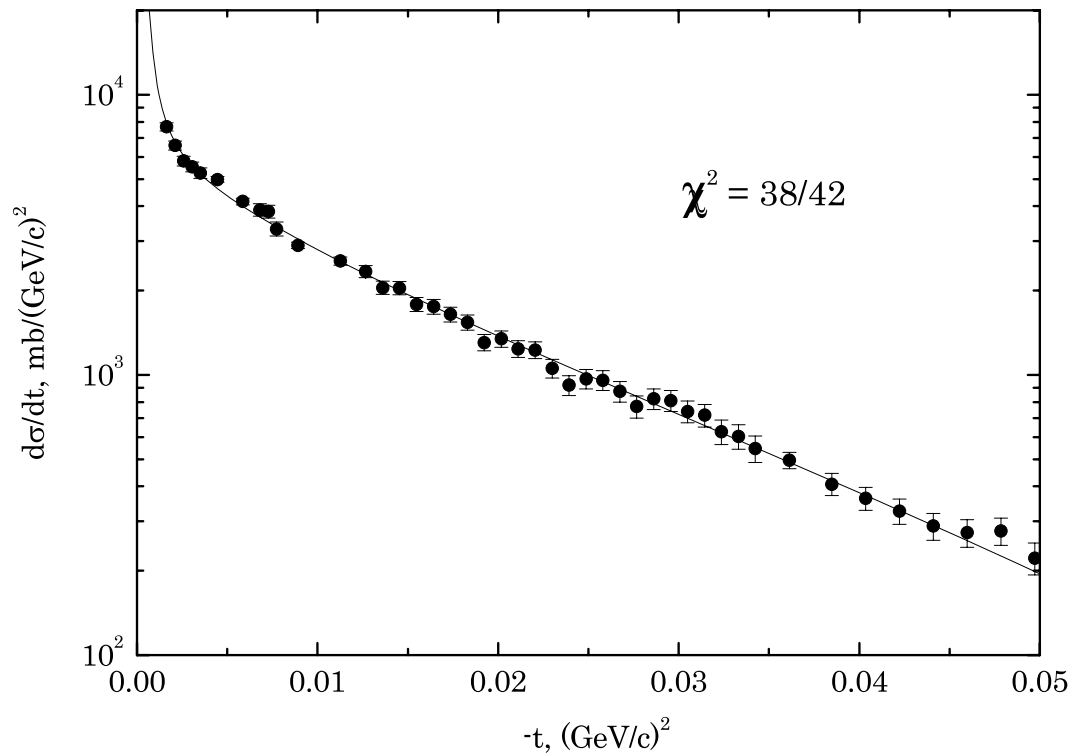
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



Comparisons of theoretical density distributions (few-body) with the experimental one. C7 and D4 densities are in satisfactory agreement with the experimental one.

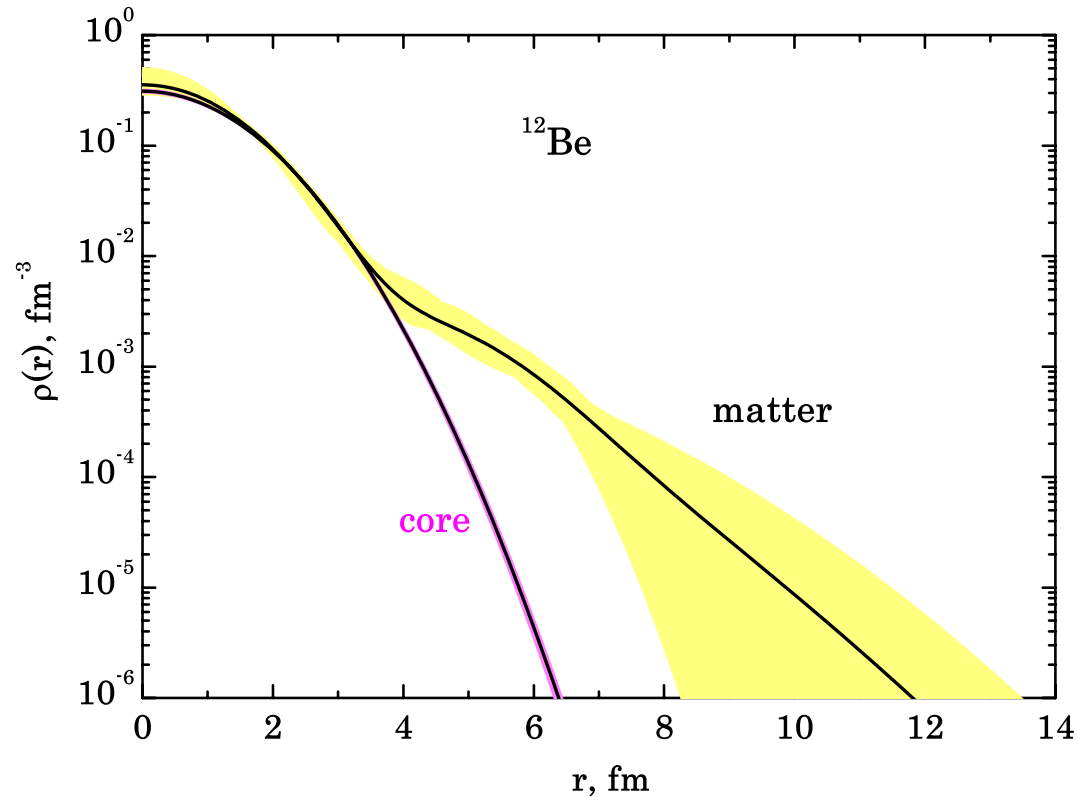


# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



$d\sigma/dt$ ,  $p^{12}\text{Be}$ ,  $E_p \approx 700 \text{ MeV}$

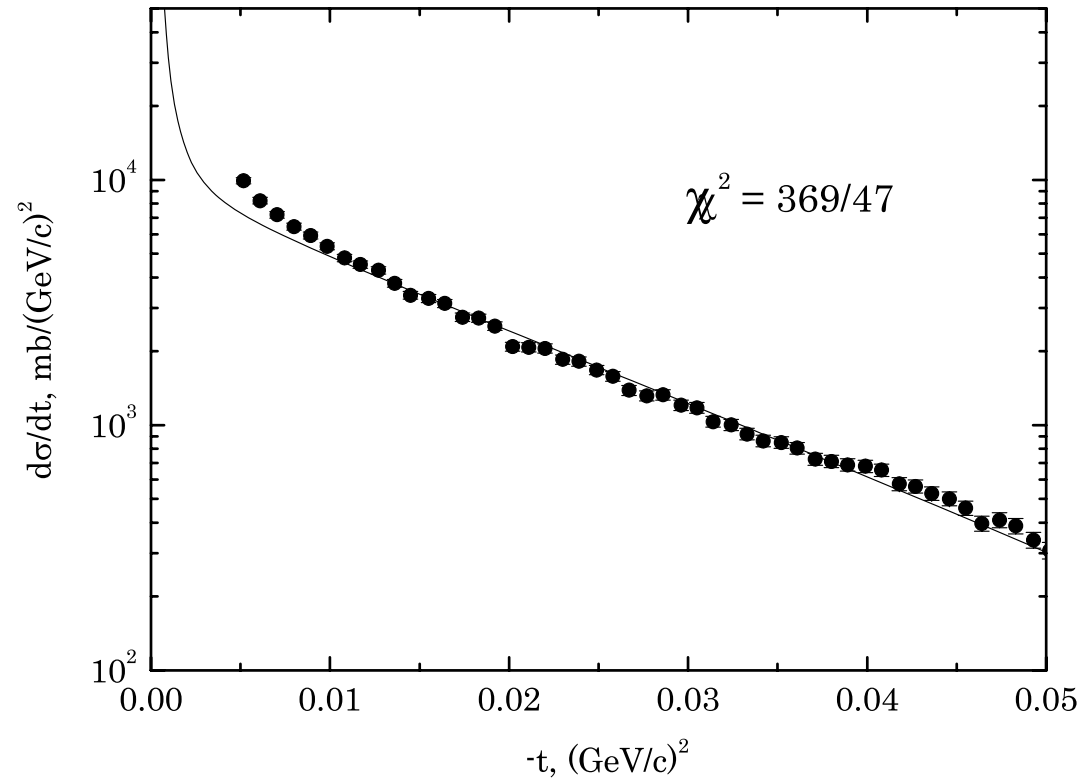
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



$^{12}\text{Be}$  density distribution.

$$R_m = 2.82 \pm 0.13 \text{ fm}, \quad R_c \approx 2.2 \text{ fm}, \quad R_h \approx 5.4 \text{ fm}.$$

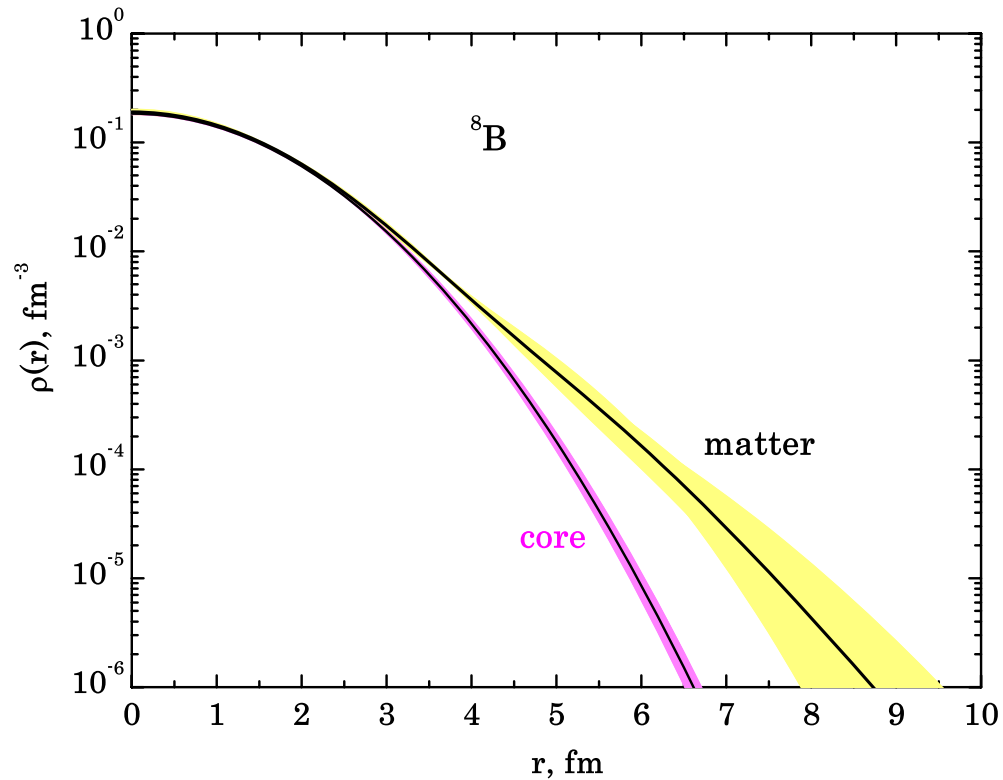
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



$d\sigma/dt$ ,  $p^8\text{B}$ ,  $E_p \approx 700$  MeV

only the information from the proportional chambers is used.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



${}^8\text{B}$  density distributions.  $R_m = 2.6 \pm 0.3$   $\text{fm}$ .



## Лаборатория Физики Элементарных Частиц

We plan to measure small-angle scattering cross sections using IKAR for proton scattering on nuclei of isotopes of B and C (mainly on nuclei of heavy isotopes).

Possible isotopes to be studied are

B: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19

C: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.

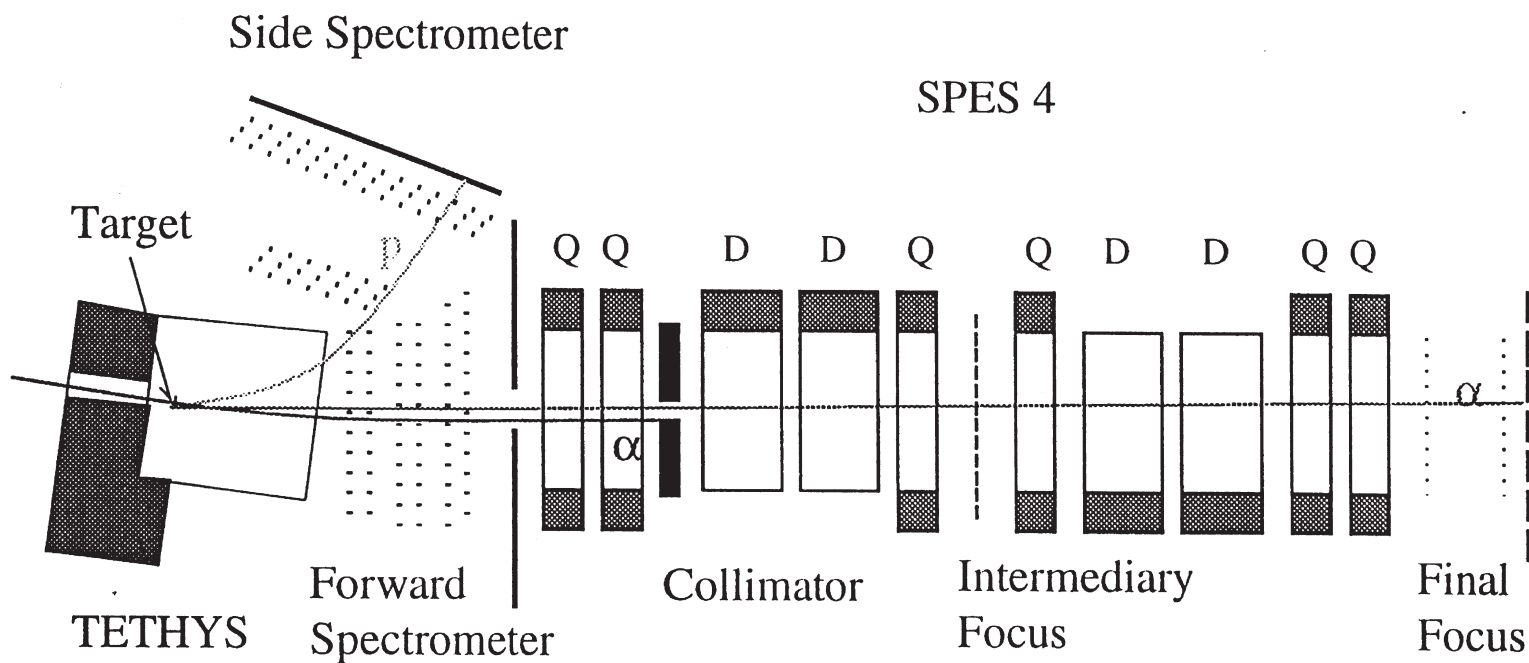
In particular, it is interesting to study the transition from N=8 to N=9:  $^{13,14,15}\text{B}$ ,  $^{14,15,16}\text{C}$ . Also,  $^{19}\text{B}$ ,  $^{19}\text{C}$ .

A proposal has been prepared, and the experiment S-358 has been approved by the GSI scientific council.

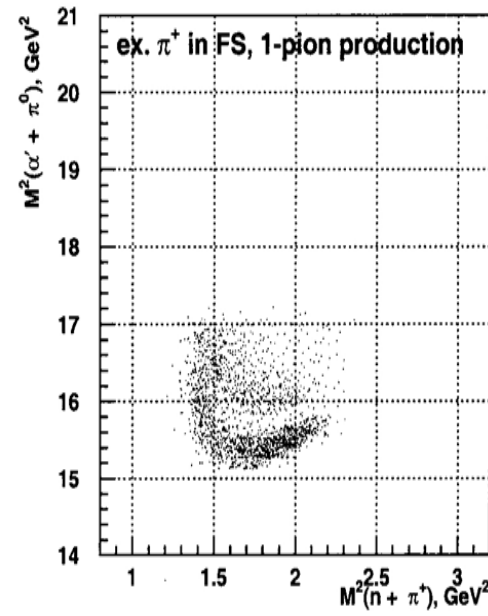
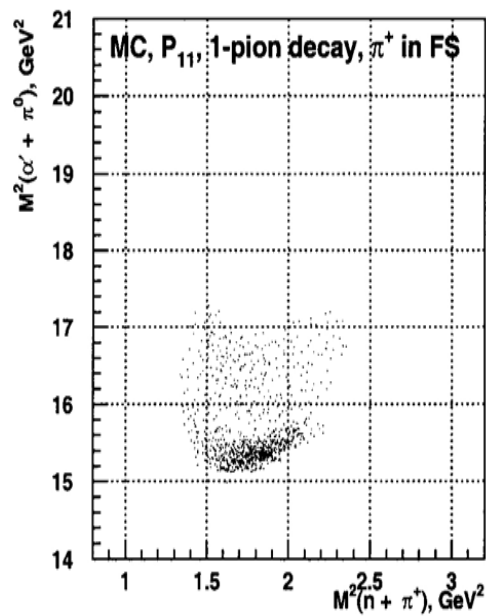
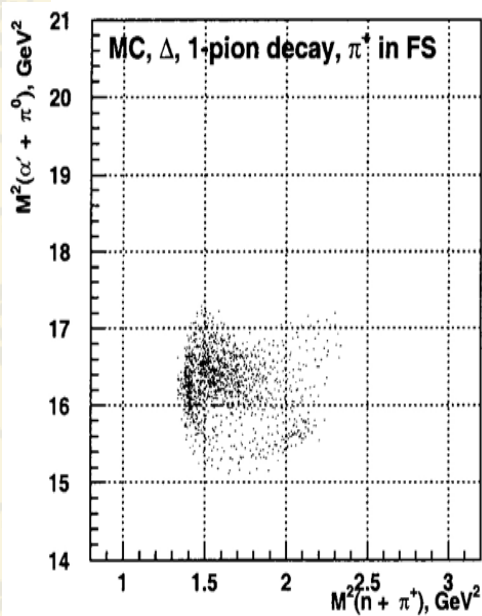
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## Исследование Роперовского резонанса

SPES4PI

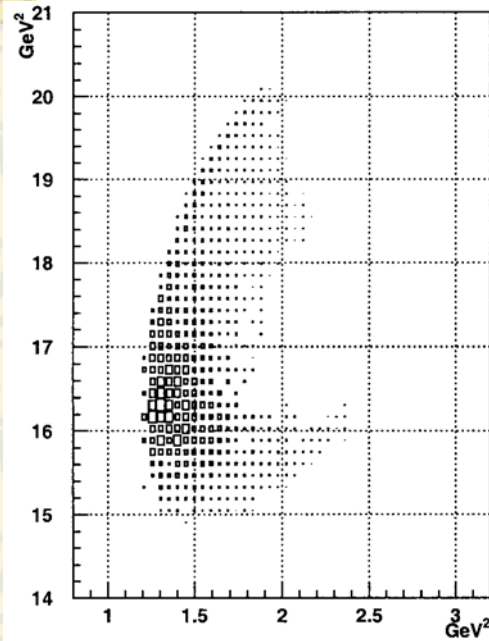


# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

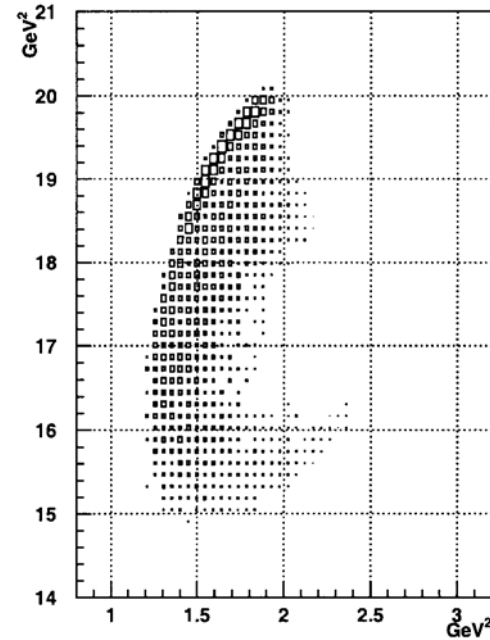


Dalitz plots for the  $p(\alpha\alpha')\pi^+n$  reaction

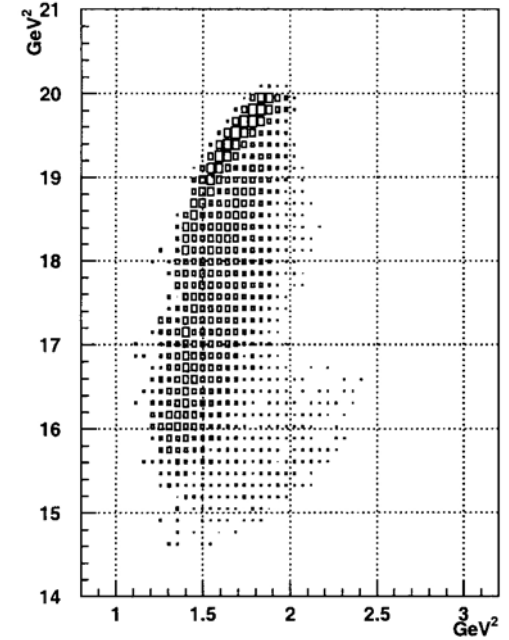
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



MC,  $\Delta$



MC, Roper

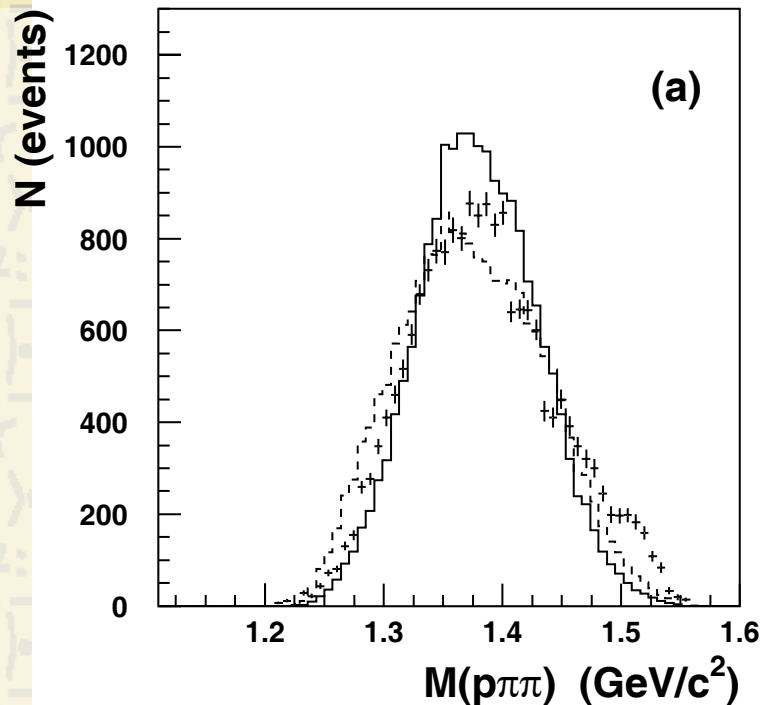


Data

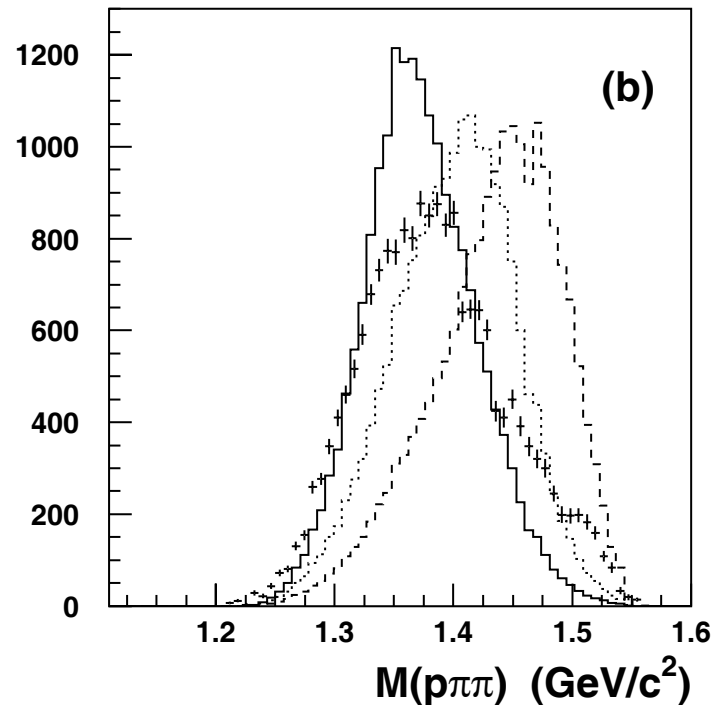
Dalitz plots for the  $p(\alpha\alpha')p\pi^0$  reaction.



# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

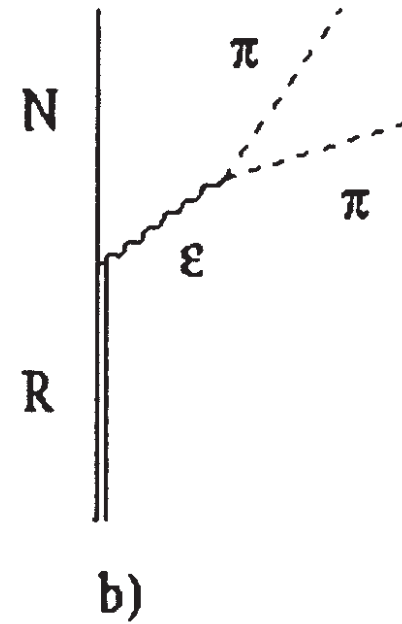
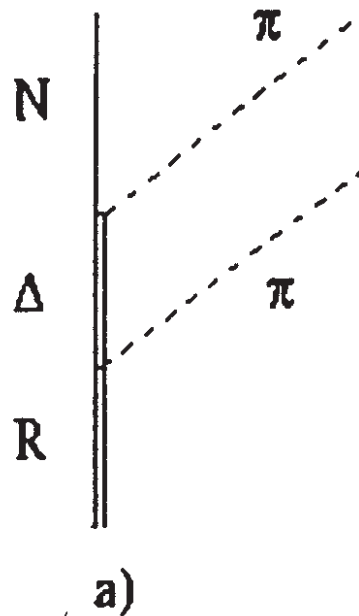


— Roper,  $M=1440$ ,  $\Gamma=350$  MeV/c<sup>2</sup>.  
--- фазовый объём  
+ + экспериментальные данные



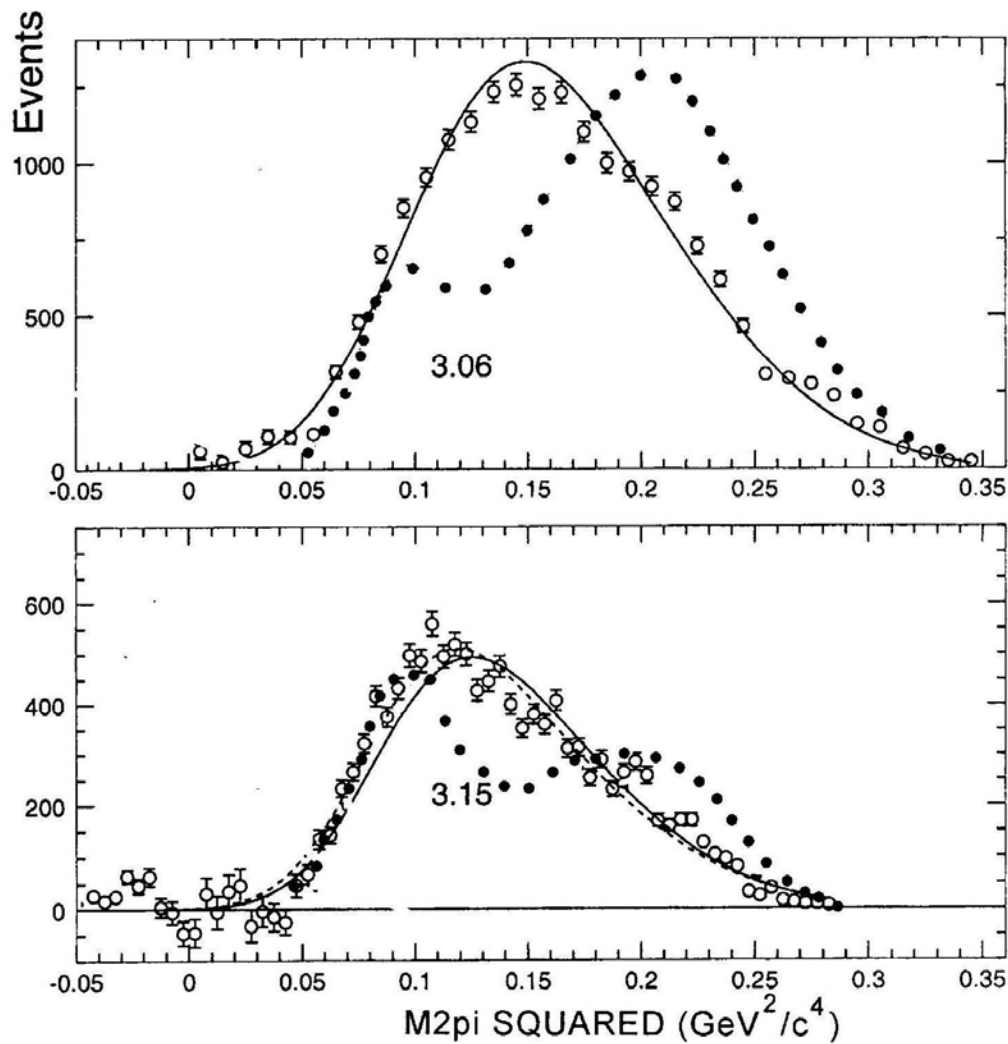
— Roper,  $M=1390$ ,  $\Gamma=190$  MeV/c<sup>2</sup>.  
... Roper,  $M=1485$ ,  $\Gamma=284$  MeV/c<sup>2</sup>.  
--- D<sub>13</sub>,  $M=1520$ ,  $\Gamma=120$  MeV/c<sup>2</sup>.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



Возможные способы распада роперовского резонанса

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

**PDG (2008):**  $M_R = 1420-1470$  MeV,  $\Gamma_R = 200-450$  MeV.

Decay of the Roper resonance:  $N^* \rightarrow N\pi$  (55-75%);  $N \rightarrow \pi\pi$  (30-40%);

Two-pion decay of Roper:  $N^* \rightarrow \Delta\pi \rightarrow N\pi\pi$  (20-30%);  $N^* \rightarrow N\sigma \rightarrow N\pi\pi$  (5-10%)

**Our data do not support  $M_R = 1485$  MeV**

**A.Sarantsev et al.  $M_R = 1436 \pm 15$   $\Gamma = 335 \pm 40$  MeV**

**P.Morsch  $M_R \approx 1390$   $\Gamma \approx 190$  MeV**

**CELSIUS-WAZA  $M_R \approx 1360$   $\Gamma \approx 150$  MeV**

**BES J/ $\Psi$  decay  $M_R \approx 1360$   $\Gamma \approx 180$  MeV**

**Our data:**

$Br_{\pi N} = 0.29 \pm 0.06$     $Br_{2\pi N} = 0.71 \pm 0.06$  (Preliminary, P.Morsch)

**New data:**

**$pp$  inclusive data +  
 $\pi N \rightarrow N\pi$     $\pi N \rightarrow N\pi\pi$  :**

$Br_{\pi N} = 0.25 \pm 0.25$     $Br_{2\pi N} = 0.75 \pm 0.25$   
(Morsch, Zupransky, Phys.Rev. 2004)

**$pp \rightarrow pp\pi$ ,  $pp \rightarrow pp\pi\pi$ ,  
 $E_p = 650-1450$  MeV**

$Br_{\pi N} \approx 0.3$     $Br_{2\pi N} \approx 0.7$

(Clement et al., arXiv , 2008)



# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Two-pion  
decay

**PDG:**

$$R(\Delta\pi/N\sigma) = 4 \pm 2$$

**A.V. Sarantsev et al.**,  $\gamma p \rightarrow p\pi^0\pi^0$   
(TAPS at Mainz, Crystal Ball at Bonn)  
+  $\gamma p \rightarrow p\pi^0$ ,  $\pi N \rightarrow N\pi$ ,  $\pi^- p \rightarrow n\pi^0\pi^0$   
Phys. Lett. **B 659** (2007) 94:

$$R(\Delta\pi/N\sigma) = 0.83 \pm 0.15$$

**CELCIUS-WASACollaboration** (Uppsala).

$pp \rightarrow NN\pi$ ,  $pp \rightarrow NN\pi\pi$   $E_p = 650 - 1450$  MeV

**T. Skorodko et al.**, Eur.Phys. J. **A35** (2008) 317:

$$R(\Delta\pi/N\sigma) = 0.22(2)$$

Our statement:  $N\sigma$  is the dominant two-pion decay channel

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Dillig and Scott:

the Roper resonance wave function contains a very strong, ~50%, component of the  $\sigma$ -meson field.

Therefore, in the Roper decay, the  $N\sigma$  channel should be very strong.

Kukulin et al. also predict that the  $N\sigma$  decay channel should be the dominant one.

## SELEX

First observation of the Cabibbo-suppressed decays  $\Xi_c^+ \rightarrow \Sigma^+ \pi^- \pi^+$  and  $\Xi_c^+ \rightarrow \Sigma^- \pi^+ \pi^-$  and measurement of their branching ratios.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## D-Zero

1. Работа с электроникой
2. Участие в сменах
3. Анализ данных
4. Работа по созданию МС генераторов событий, включающих БФКЛ- эффекты

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

В 2008 г. коллаборацией D0 опубликован ряд статей с результатами анализа данных, полученных во втором сеансе измерений (Run II).

Было получено самое сильное ограничение на существование возбуждённых состояний электрона при  $E^* < 800$  ГэВ.

Наиболее точные измерения распределений струй по  $p_t$  (от 50 до 600 ГэВ).

Проведены наиболее точные измерения отношения сечений рождения  $t$  и  $t_{\text{bar}}$  (в направлении пучка протонов).

Новые измерения массы  $t$ -кварка. D0+CDF:  $M_t = 172.6 \pm 1.4$  ГэВ.

Наблюдён процесс рождения пар  $Z$ -бозонов. Это очень редкий процесс (как и в случае Хиггса). Экспериментальное сечение соответствует СМ.

Теватрон вышел на проектную светимость, и в настоящее время за 1 месяц работы набирается интегральная светимость больше чем во всём Run I.

Сейчас интегральная светимость  $\sim 5 \text{ fb}^{-1}$ , к концу 2009 г.  $\sim 7 \text{ fb}^{-1}$ . 2010 - ?

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## First direct observation of the doubly-strange b barion $\Omega_b^-$

The **STANDARD MODEL**

d	u	$M_d=6$ MeV, $M_u=3$ MeV,
s	c	$M_s=100$ MeV, $M_c=1.2$ GeV,
b	t	$M_b=4.4$ GeV, $M_t=173$ GeV

$\Xi_b^-$  (dsb) – first direct observation by D0 in 2007.

In 2008, D0 observed  $\Omega_b^-$   
 $\Omega_b^-$  (bss)



# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

$$\Omega_b^- \rightarrow J/\Psi + \Omega^-$$

$$J/\Psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$$

$$\Omega^- \rightarrow \Lambda K^-$$

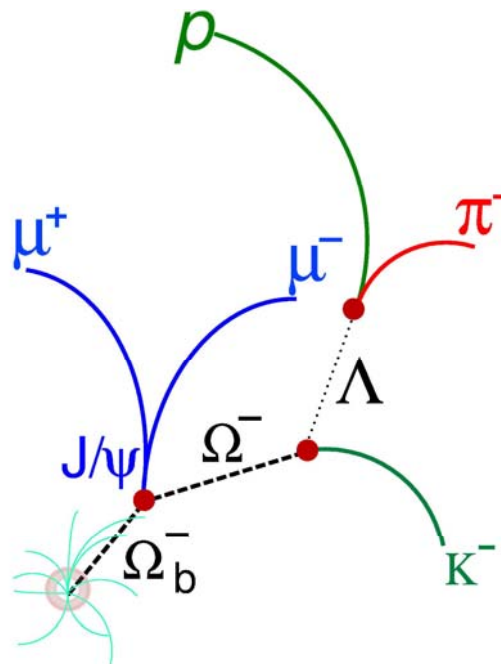
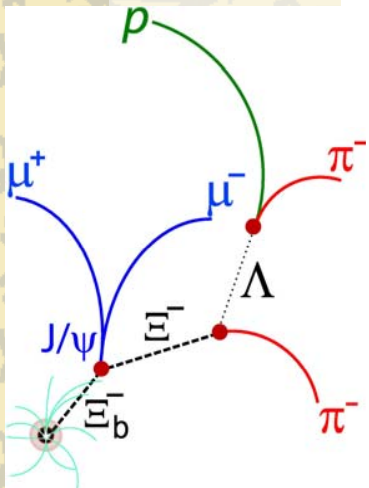
$$\Lambda \rightarrow p \pi^-$$

$$J/\Psi (c\bar{c}) \quad M=3.097 \text{ GeV}$$

$$\Omega^- (sss) \quad M=1.672 \text{ GeV}, \tau = 82 \text{ ps.}$$

$$\Lambda (uds) \quad M=1.116 \text{ GeV}, \tau = 263 \text{ ps.}$$

$$M(\mu\mu)=2.75-3.40 \text{ GeV}$$

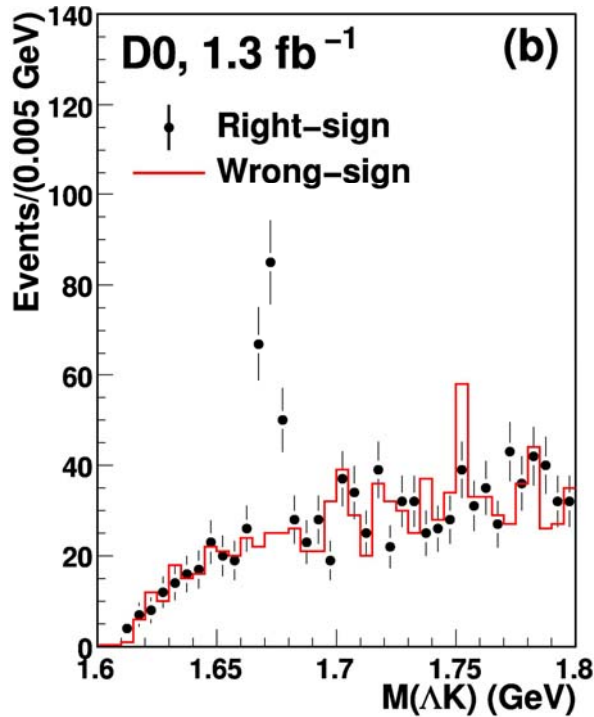


$$\lambda(\Omega_b^-) = \sim \text{mm}$$

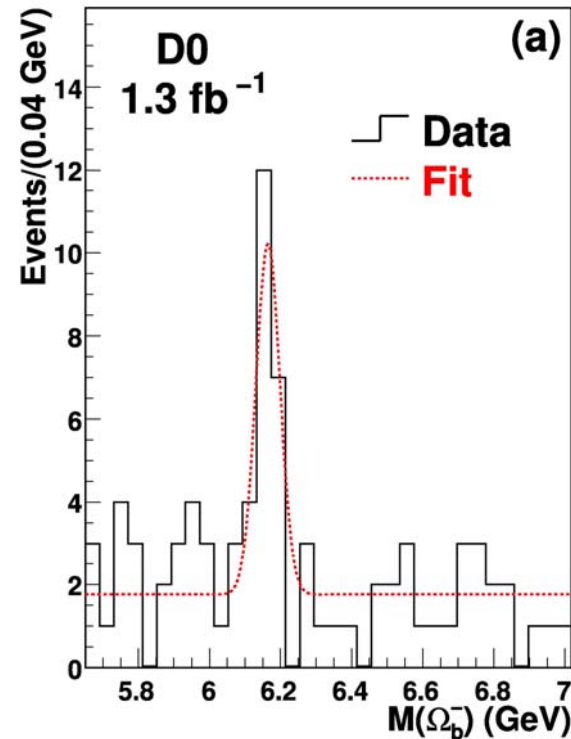
$$\lambda(\Omega^-) = \sim 1.5 \text{ cm}$$

$$\lambda(\Lambda) = \sim 5 \text{ cm}$$

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



$$M(\Omega^-) = 1.672 \text{ GeV}/c^2$$

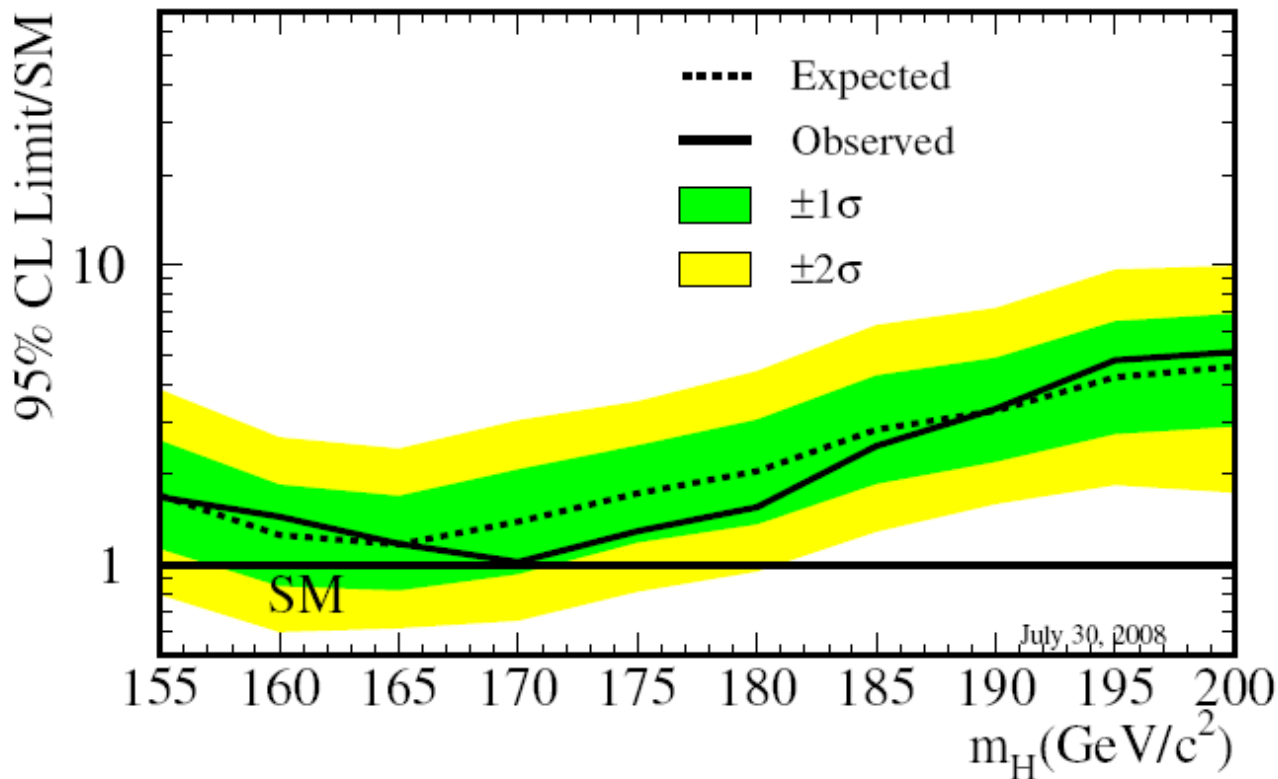


$$M(\Omega_b^-), \text{ theory: } 5.9 - 6.1 \text{ GeV}/c^2, \\ \text{experiment: } 6.165 (016) \text{ GeV}/c^2$$

18 events, significance  $5.4 \sigma$ , probability of background fluctuation -  $< 7 \cdot 10^{-8}$

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Tevatron Run II Preliminary,  $L=3 \text{ fb}^{-1}$



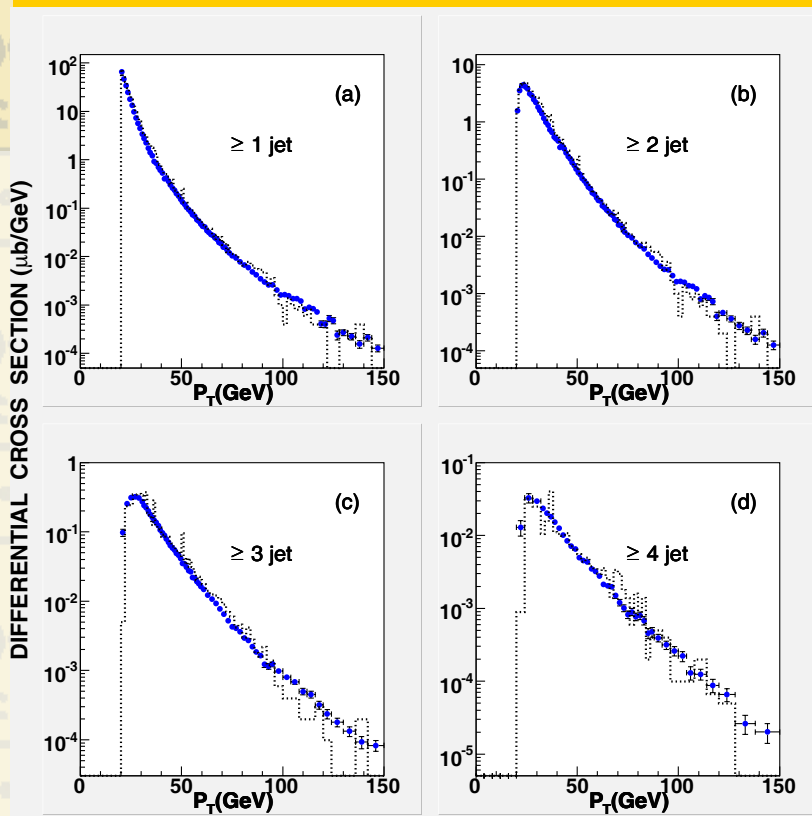
D0+CDF exclude a Higgs boson with a mass of  $\sim 170 \text{ GeV}$  at the 95% confidential level.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Физики ПИЯФ:

- продолжена работа в группе ICD по калибровке ICD детектора
- продолжена работа в QCD группе по анализу множественного рождения струй с малыми поперечными энергиями
- начата работа по поиску квантовой гравитации
- принимали участие в работе групп по t- кварку и бозона Хиггса в оценке вклада фоновых событий в рамках СМ
- продолжены разработки генераторов событий

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



Г. Обрант

Данные свидетельствуют о большом ( $\sim 50\%$ ) вкладе в сечение множественных партонных взаимодействий

Распределения по поперечному импульсу лидирующей струи для одно-, дважды-, трижды- и четырежды инклюзивным событиям: (a), (b), (c) и (d), соответственно. Гистограммы показывают результаты моделирования PYTHIA.

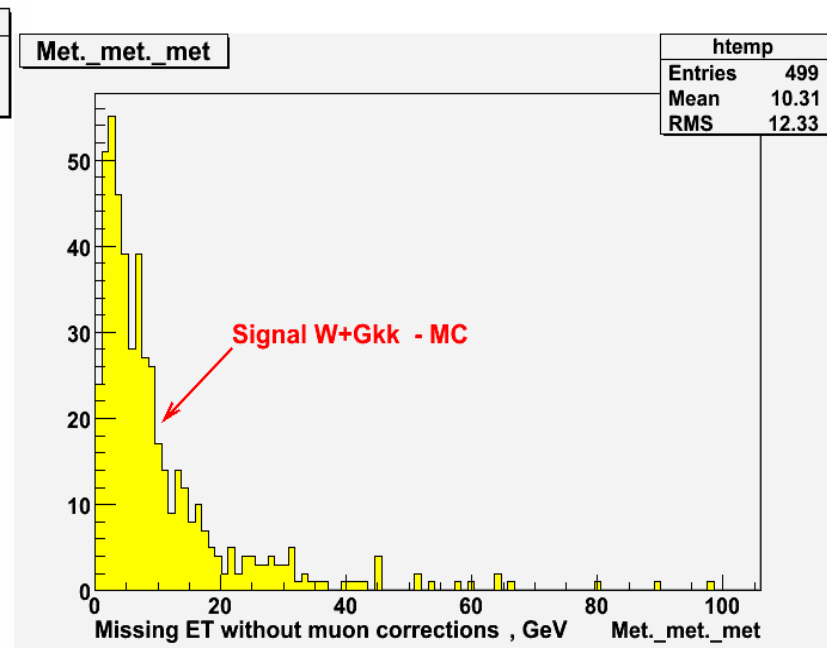
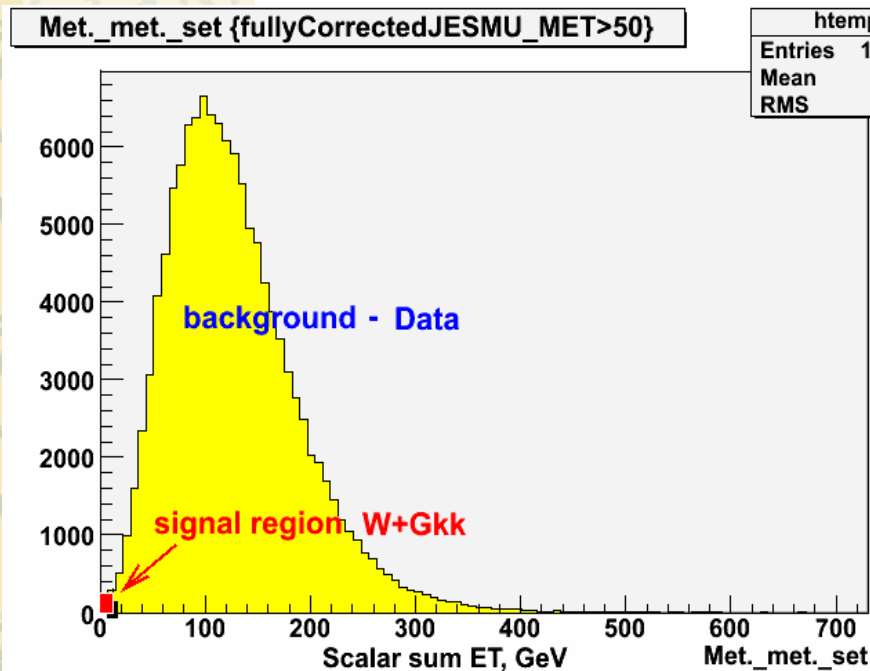
# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Щеглов. Поиск квантовой гравитации

$pp \rightarrow W(Z) + g \quad W \rightarrow \mu + \nu \quad g - \text{Kaluga-Klein graviton}$

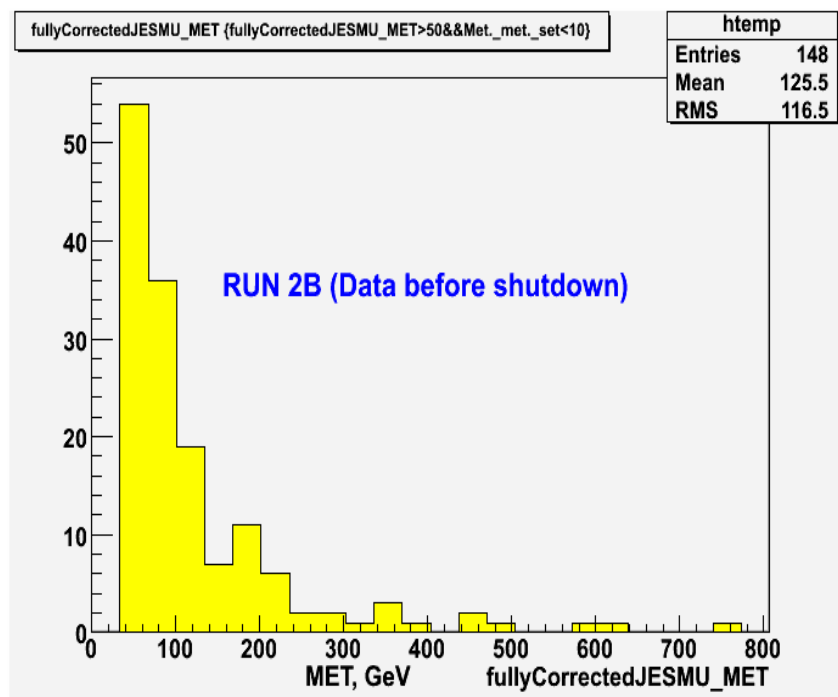
Отбор: малая суммарная энергия в калориметре, большой поперечный импульс  $\mu$  – мезона, большая недостающая поперечная энергия.

$pp \rightarrow W(Z) + g$  modernized generator has been included to Pythia 8.





# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



MET distribution of the data for  $p_t(\mu) > 15$  GeV,  
 $\Sigma E_t$  (calorimeter)  $< 15$  GeV.

In 2009, simulations of the MET spectrum for the signal,  
simulations of the background processes.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

**В.Ким**, А.Орешкин, А.Мурзин, В.Евстюхин, Е.Ежилов.

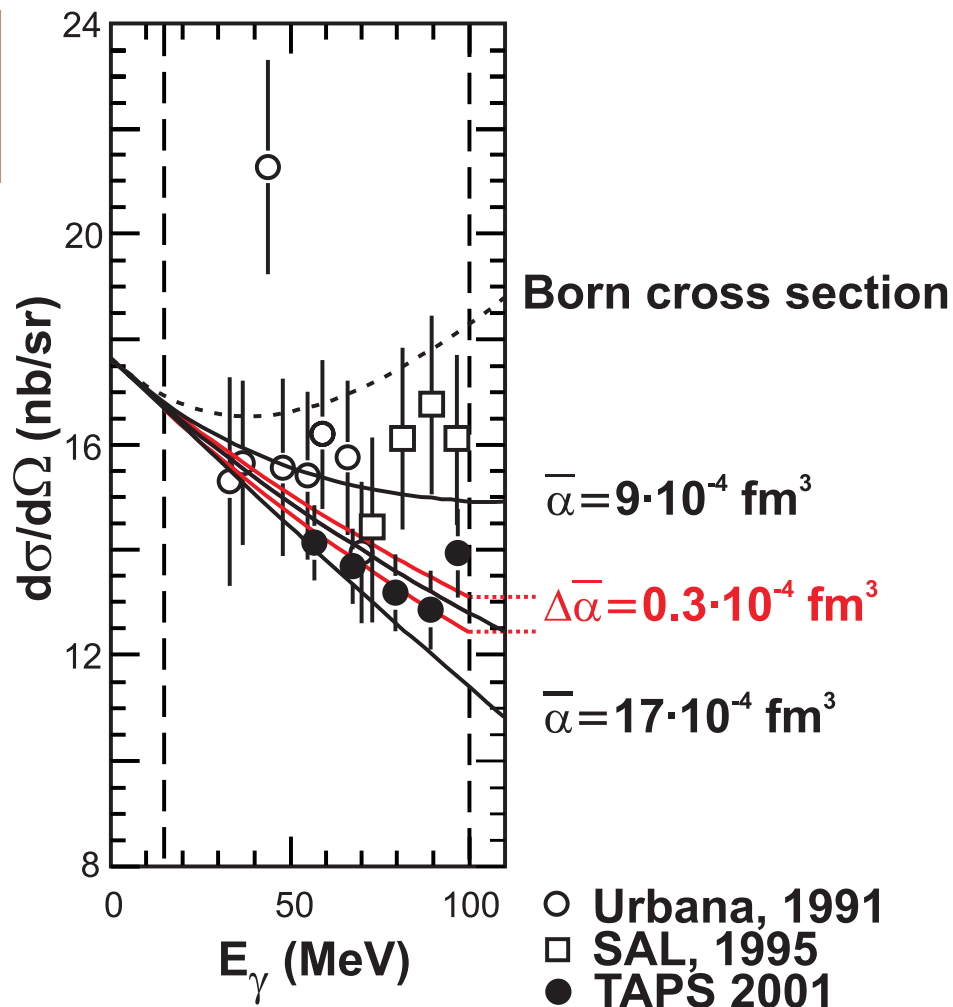
- Создание версии генератора событий GoZo для описания жёсткой дифракции
- Создание версии генератора ULYSSES для pp-соударений
- Создание версии генератора HARDPING для pA-соударений
- Поиск БФКЛ-эффектов и гравитона в двухструйных событиях (D0 CMS)
- Работа по QCD поправкам для распада Хиггса на t-кварки
- Участие в сменах в эксперименте О.Миклухо.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## Поляризуемость нуклона

Комптоновское  
рассеяние  
 $E_e = 20-100$  МэВ  
 $I_e = 10$  мкА

**2007 - ~700 ч.,  
 $I_c \sim 1$  мкА**

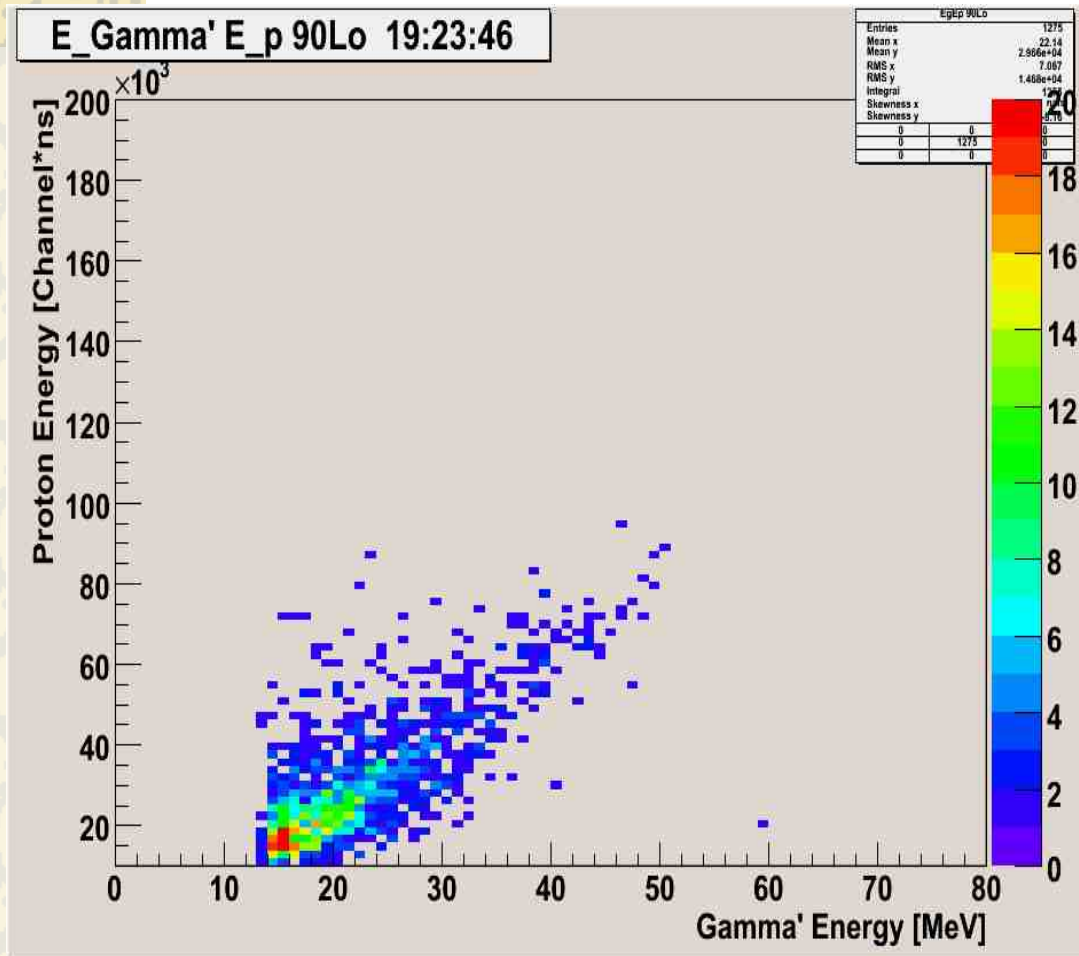


# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



Ionization chambers and gamma detectors

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



Proton energy –  
gamma energy  
correlation.

NaI – detector  
calibration –  
ep ( $e^{12}\text{C}$ ) –  
scattering.



# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

В 2008 г. проведен анализ данных, набранных в 2007 г. при  $E_\gamma=30-60$  МэВ. Для оценки возможных систематических ошибок в 2008 г. была запущена Монте-Карловская программа (GEANT 3.21) для симуляции эксперимента. Осуществлено изменение конфигурации экспериментальной установки – гамма детекторы придвинуты ближе к ионизационной камере, что увеличило телесный угол гамма-детекторов и скорость набора данных в  $\sim 2$  раза. Спроектированы, изготовлены и установлены перед гамма-детекторами сцинтилляционные счетчики анти-совпадений. Изготовлена установка для калибровки  $\gamma$ -детекторов на пучках электронов. Были проведены соответствующие измерения при  $E_e = 20-50$  МэВ. Принято решение о проектировании и создании новой ионизационной камеры с бóльшей светосилой, что позволит повысить скорость набора данных почти в 10 раз. Начата работа по проектированию такой камеры. Проведена модернизация электроники, что позволило улучшить энергетическое разрешение детектируемых протонов отдачи в 1.6 раза.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Эксперимент **MuSun**



$$\lambda_c \approx 10^{-3} \lambda_0 \quad \lambda_0 \approx 455160 \text{ s}^{-1} \quad \tau \approx 2 \mu\text{s}$$

Измерения скорости распада с точностью  $\sim 10^{-5}$

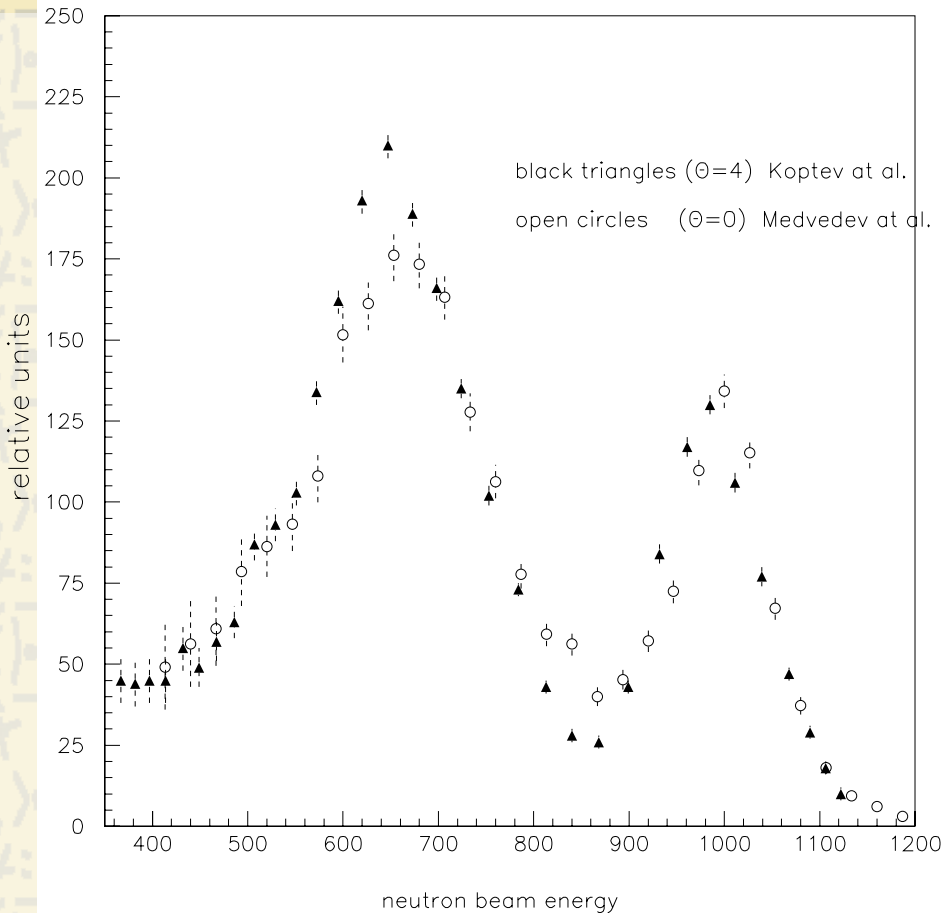
Оптимизирована электроника:  $\sigma_E \approx 30$  кэВ

Чистота газа по азоту  $\sim 2.5$  ppb

Успешно проведены тестовые измерения :  
набрана статистика в 3 раза больше мировой



# Лаборатория Физики Элементарных Частиц



В.В. Саранцев и др.

$pd \rightarrow nX$   $E_p = 1$  ГэВ

$E_n = ?$

$np \rightarrow pp\pi^-$   $\theta = 0^\circ$

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

Грачёв В.Т. и отдел радиоэлектроники, УО, группы В.С.Козлова, Б.В.Бочина и др.

## Стенд для измерения характеристик пропорциональных камер на пучке протонов синхроциклотрона

Перемещение камеры до 1.5 м с высокой точностью

Сбор информации системой КРОСЗ.

Измерение амплитудных и временных спектров.

Положение и интенсивность пучка протонов контролируется с помощью профилометра на основе пропкамеры.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

## Публикации 2008 г:

1. Две публикации (Phys. Rev. C и Яд. Физ.) по результатам эксп. SPES4-п
2. Одна публикация по результатам эксперимента SELEX
3. Две публикации по результатам эксперимента L3
4. Сорок две публикации в журналах по результатам эксперимента D0 (и ряд статей в препринтах, посланных в печать).
5. Пять публикаций по методике эксперимента ATLAS
6. Одна публикация по методике эксперимента CMS
7. Три публикации по теории (В.Ким и др.)
8. Четыре препринта (В.Ким и др.)
9. Четыре выступления В.Кима на международных конф. и раб. совещаниях
10. Два выступления В.Орешкина

The slide features a decorative background on the left side with a pattern of particle tracks and symbols. A yellow horizontal bar spans the top, containing the title. A green curved line starts from the top right, loops over the title, and ends at a black circle with four white dots on the left side of the yellow bar.

# Лаборатория Физики Элементарных Частиц

The end