

Лаборатория редких распадов

Состав лаборатории

- Гордеев В.А. Зав.лаб. Д.ф.м.н.
- Елкин Ю.В. С.н.с. К.т.н.
- Комаров Е.Н. С.н.с. К.ф.м.н.
- Шеглов Ю.А. С.н.с. К.ф.м.н.
- Ивочкин В.Г. С.н.с.
- Левченко М.Г. Н.с. К.ф.м.н.
- Воробьев С.И. М.н.с
- Косьяненко С.В. М.н.с.
- Хмелева Н.Т. Вед.инженер
- Виноградова Л.Л. Ст.лабор.иссл.

Участие в проектах

1. ФАМИЛОН (ЛЯП ОИЯИ)
2. μ SR (ЛЯП ОИЯИ, ПИЯФ)
3. МАП 2 (ПИЯФ)
4. L3 (CERN)
5. D-ZERO (FNAL)
6. Методические разработки

РОССИЯ

2005

Эксперимент
ФАМИЛОН

ПИЯФ
С-Петербург

ОИЯИ
Дубна

ИТЭФ,
ИИМ,
МФТИ
Москва

СГПА, СФ АНРБ
Стерлитамак

$$\mu^+ \rightarrow \nu \bar{\nu} e^+$$

$$\mu^+ \rightarrow \alpha e^+$$

$$S_{\mu^+}$$

$$P_{\mu^+}$$



**Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems
Investigations at Phasotron**
(users' request facility)

OPERATION OF PHASOTRON (hours)
03.02-29.04.2003

Fundamental Investigations:

DUBTO - Resonant behaviour of the both the $pp\pi^-$ and $nn\pi^+$ systems, produced in $\pi^4\text{He}$ interaction.

MUON – Investigation of the muon properties and the muon interactions with matter.

FAMILON - The study of the two-particle muon decay on an electron and Goldstone's massless boson.

μ -CATALISIS- Measurements of muon catalyzed fusion cycling rate temperature dependence in a binary mixture D/T in the temperature range 40-300 K.

Applied investigations:

Cancer therapy;

SAD- Energy Amplifier

Machine development:

Upgrade of the Phasotron and its beam channels;

Design of external injection in the Phasotron.

Medicine	667
DUBTO	357
Energy Amplifier (SAD)	65
Nuclear Spectroscopy (YASNAPP)	111
Machine development	198
MUON	238
TOTAL ACTUAL TIME IN 2003	1805
PLANNED TIME IN 2003	2370

$$\mu \rightarrow e + \alpha$$

F.Welczek, Phys.Rev., 1982, 49,1549.

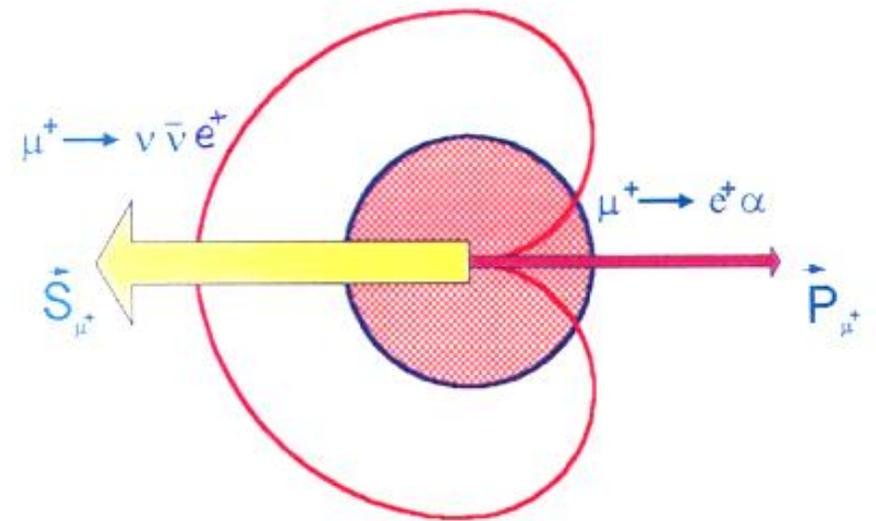
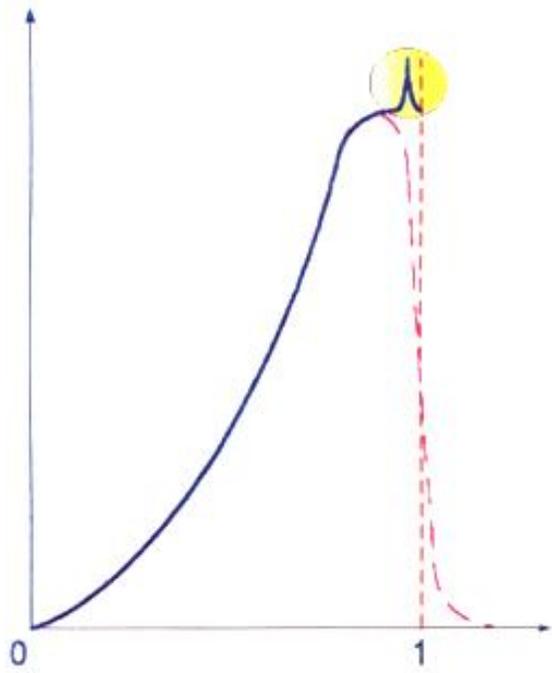
G.Gelmini, S.Nussinov, T.Yanagida, Nucl.Phys.,
1983, B219, 31.

A.Anselm, N.Uraltsev, 1983, ZhETF, 84, 1961.

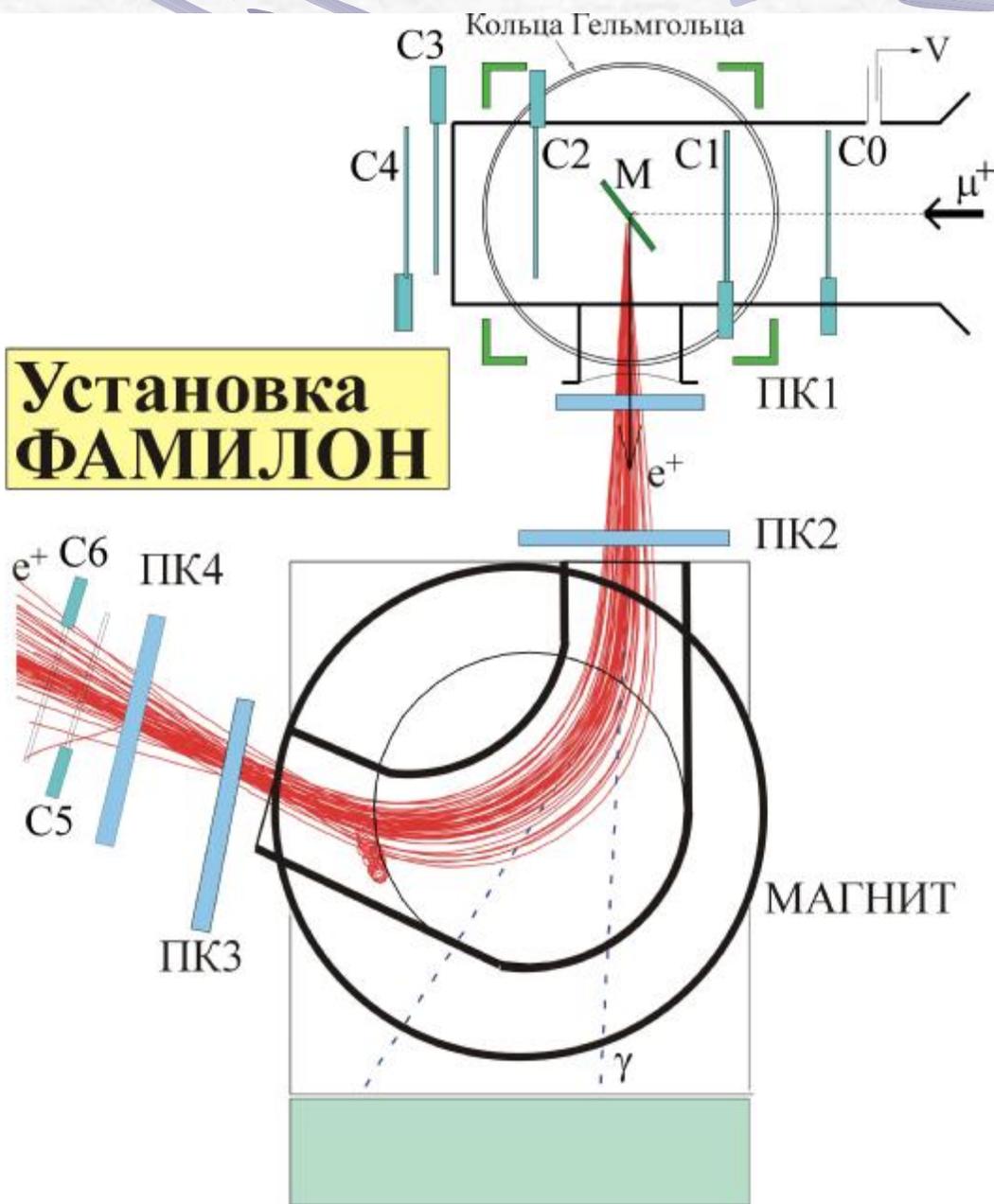
$$s \textcircled{R} d + a$$

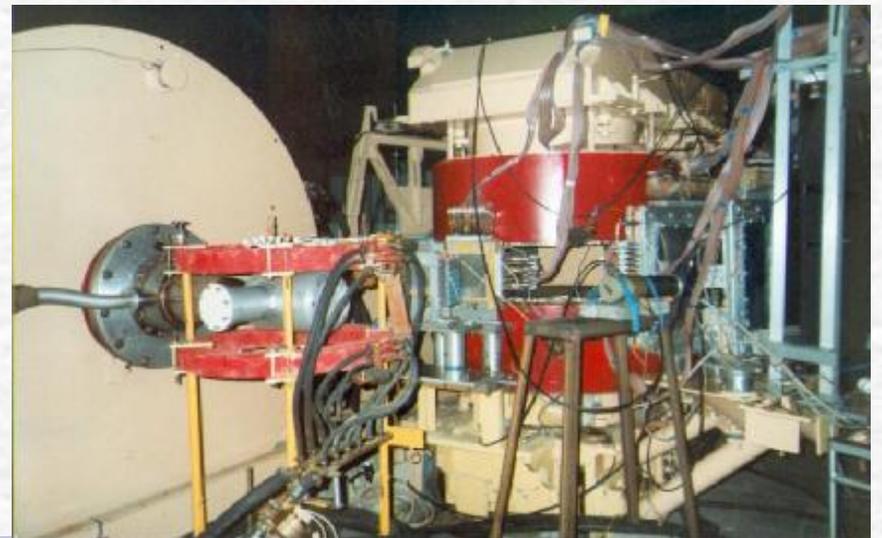
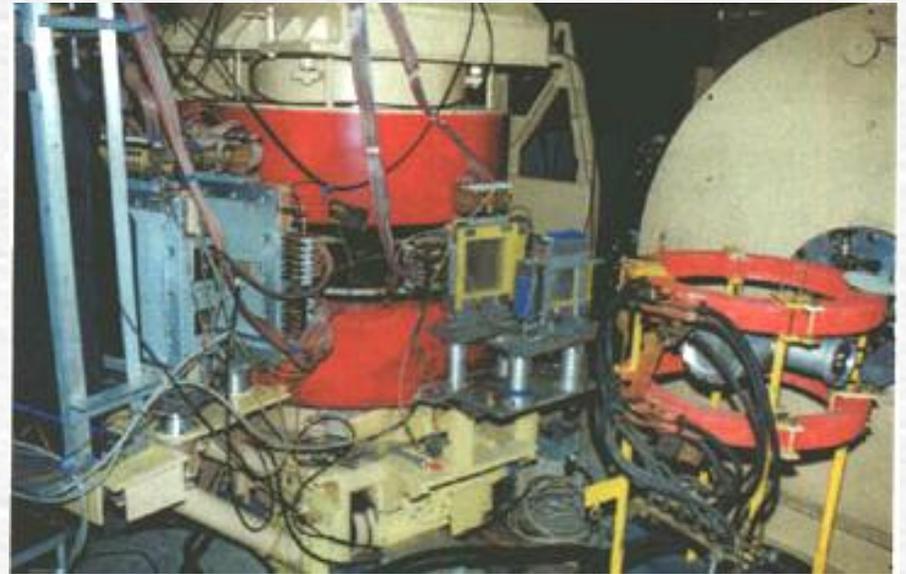
$$m \textcircled{R} e + a$$

$$n_H \textcircled{R} n_L + a$$



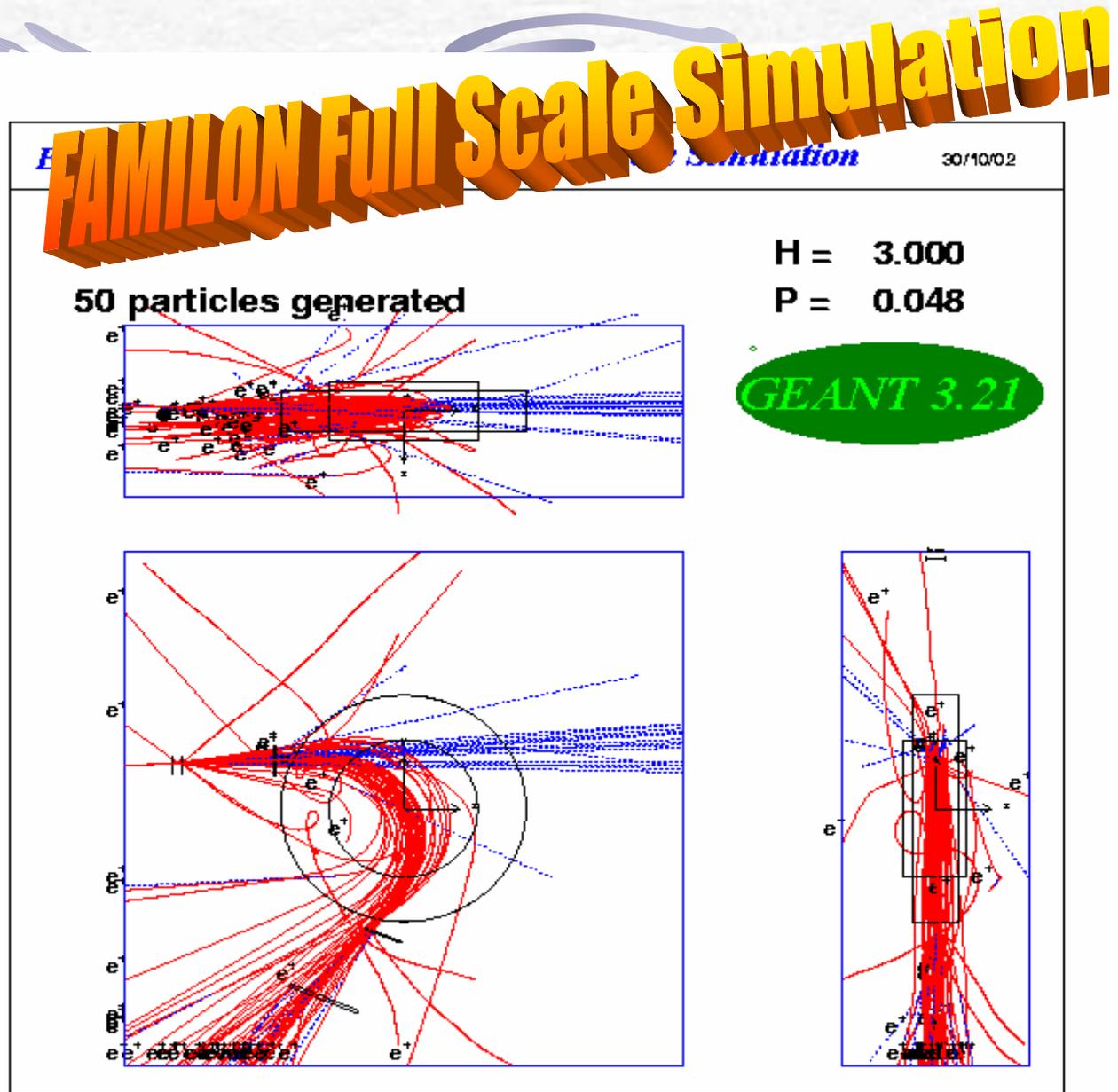
Установка ФАМИЛОН





The aims of simulation procedure were:

1. Optimization of the geometry arrangement of the set-up elements.
2. Analysis of the action of the density substances along the positron trace.
3. Evaluation of the positron momentum measurement precision.
4. Calculation of the positron detection efficiency.



FAMILON: Angle measurement precision

defines the distance between blocks of prop. chambers behind magnet.

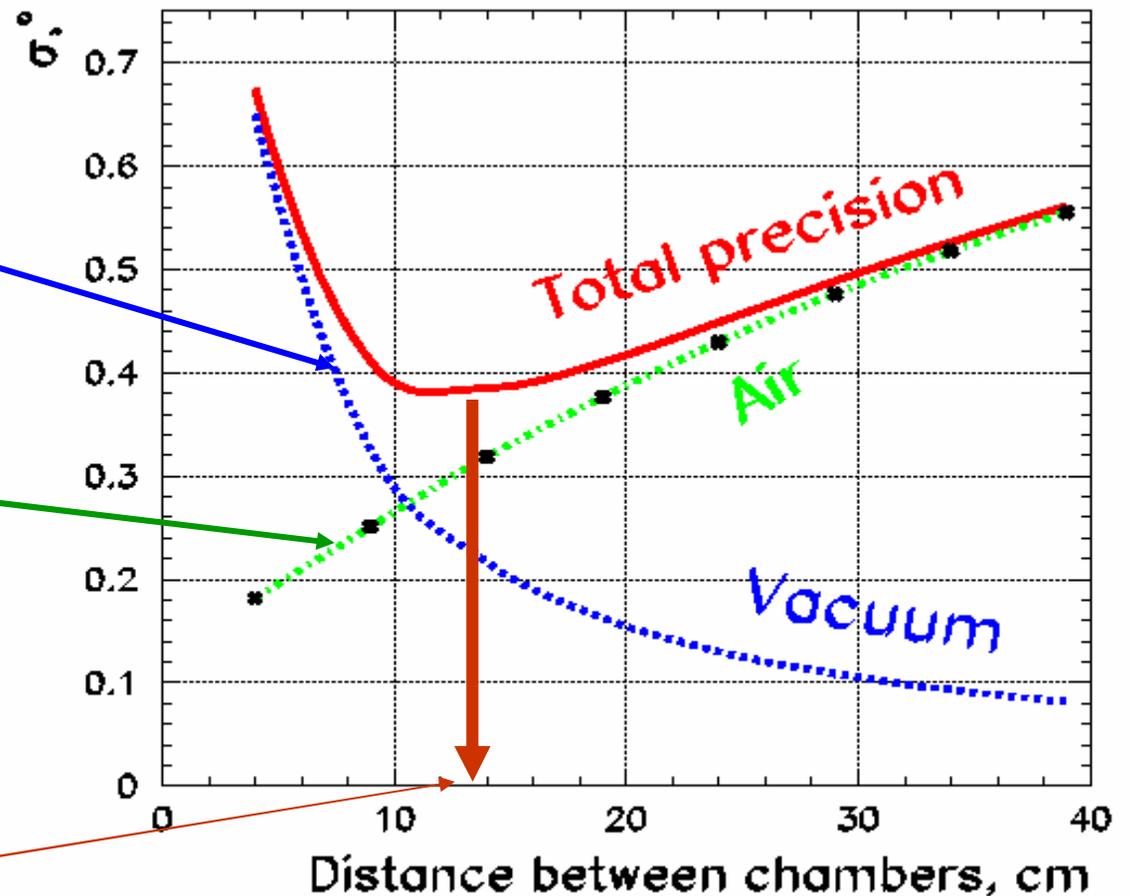
Two factors must be taken into account:

1. Errors in measuring of coordinates due to discrete disposition of sensitive wires in proportional chambers.

2. Positron multiple scattering in air between the chamber samples.

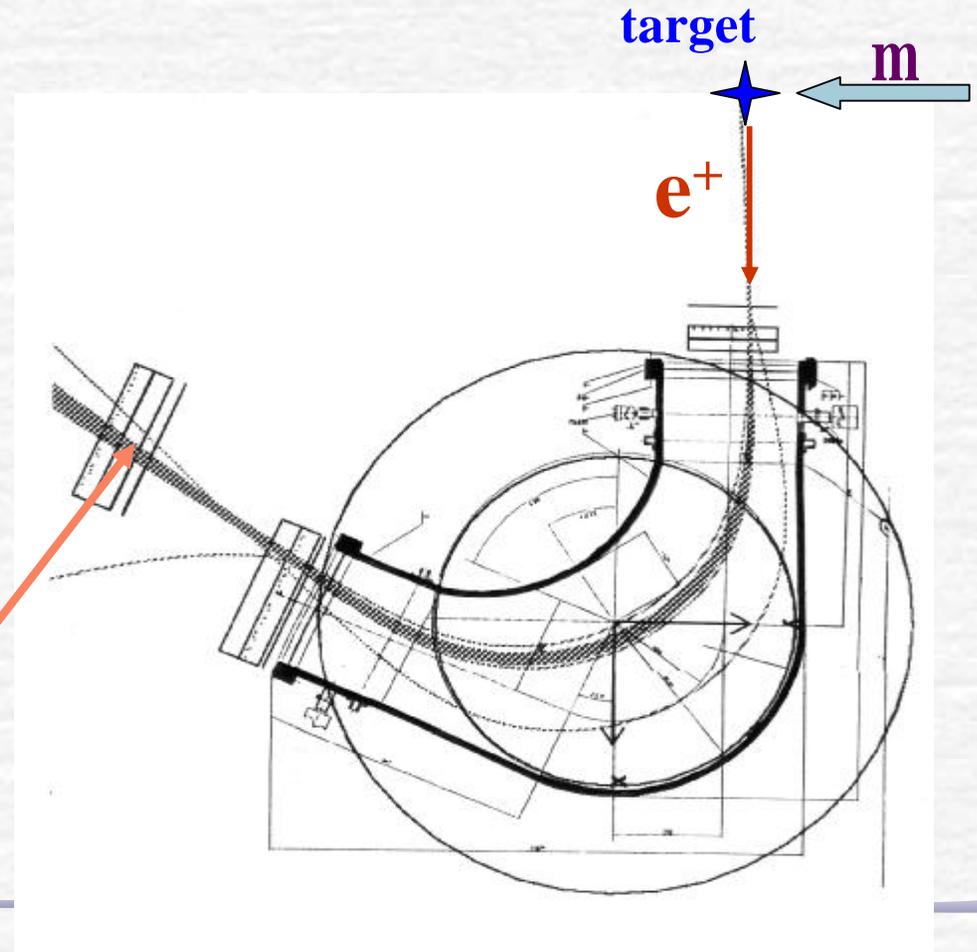
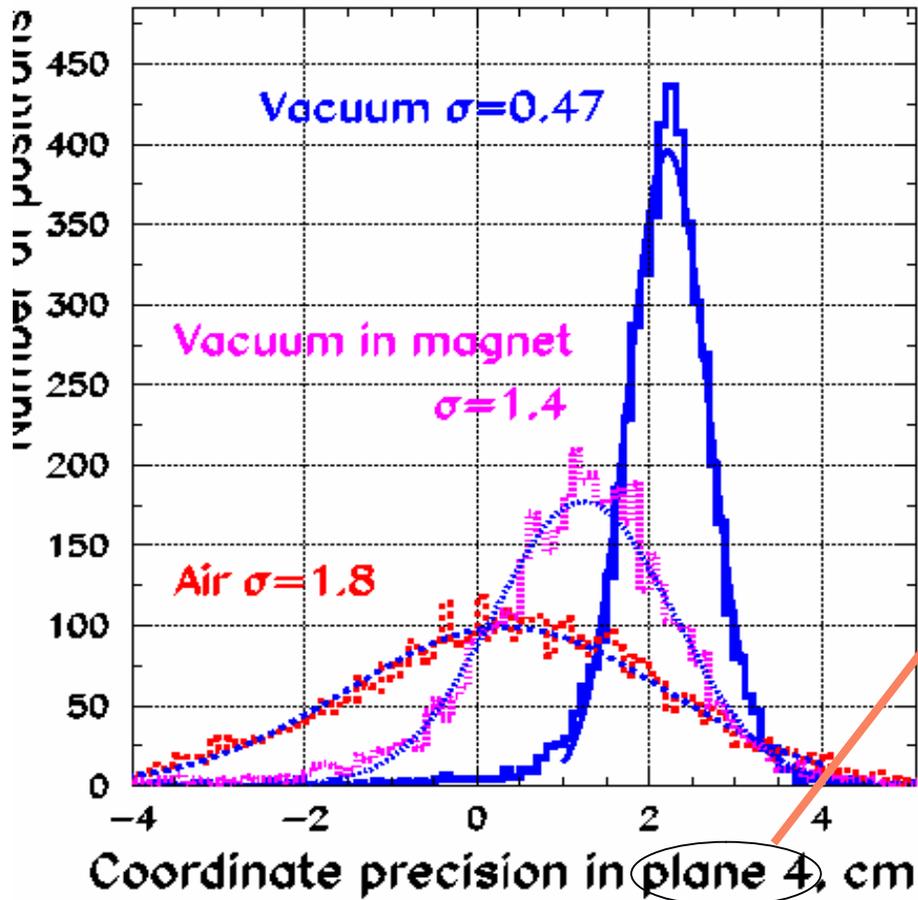
Both factors depends on distance between the samples.

Optimal distance is determined by the minimum of the total precision.



Coordinates measurement precision

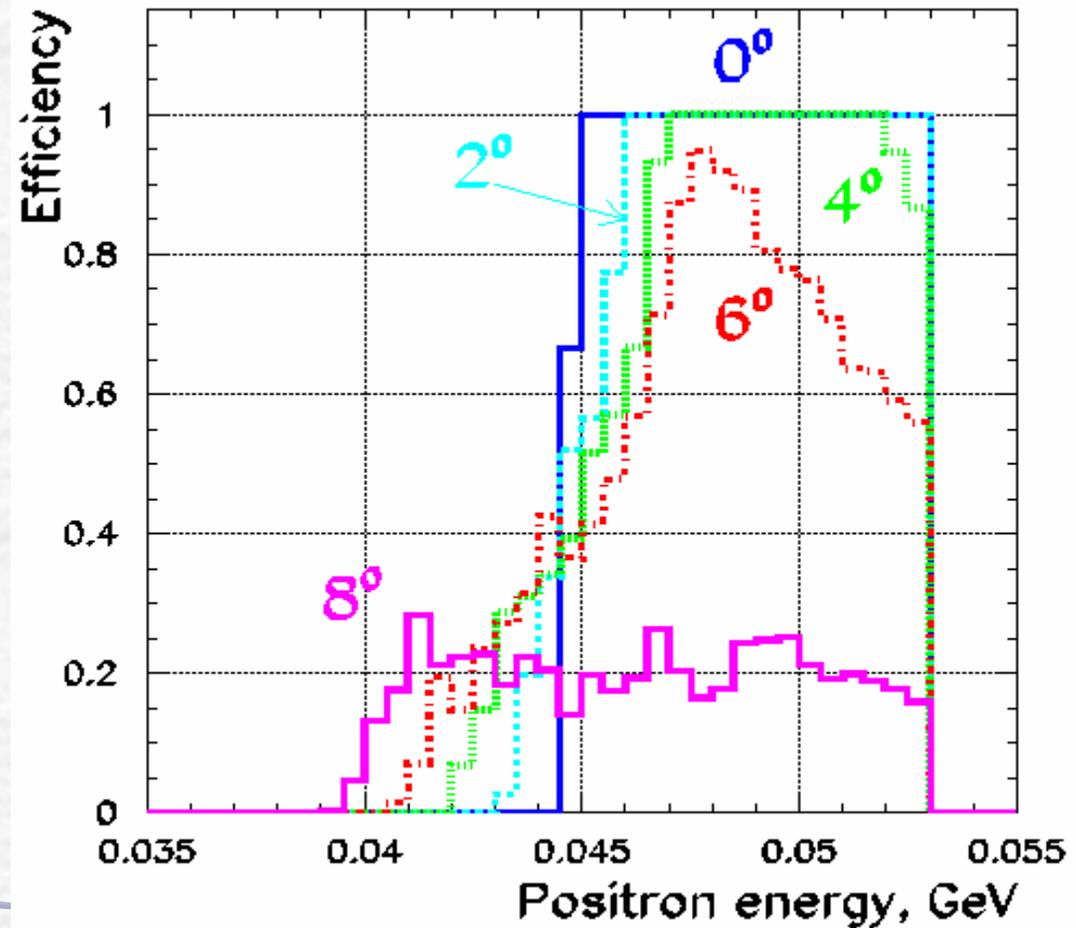
Momentum measurement precision is determined by **coordinate precision**



Motne Kario efficiency evaluation

Efficiency of positron registration ε depends on energy E and angle θ of positron $\varepsilon = F(E, \theta)$.

ε is defined by geometrical disposition of the magnetic spectrometer elements: size of the magnetic field region, scale and location of the proportional chambers and distance between the target and spectrometer.



Predicted relative precision S_p/P of the positron momentum measurement for different Sut-up modification.

1. Extreme precision (vacuum elsewhere) -	$5 \cdot 10^{-4}$
2. Maximal precision for the available design of proportional chambers (vacuum + 3 plane of the) -	$2.5 \cdot 10^{-3}$
3. Vacuum only in inside of the magnet -	$5 \cdot 10^{-3}$
4. Helium elsewhere -	$3 \cdot 10^{-3}$
5. Air elsewhere -	$9 \cdot 10^{-3}$
6. <i>Vacuum inside of the magnet, helium in the residual volume -</i>	<i>$2.6 \cdot 10^{-3}$</i>

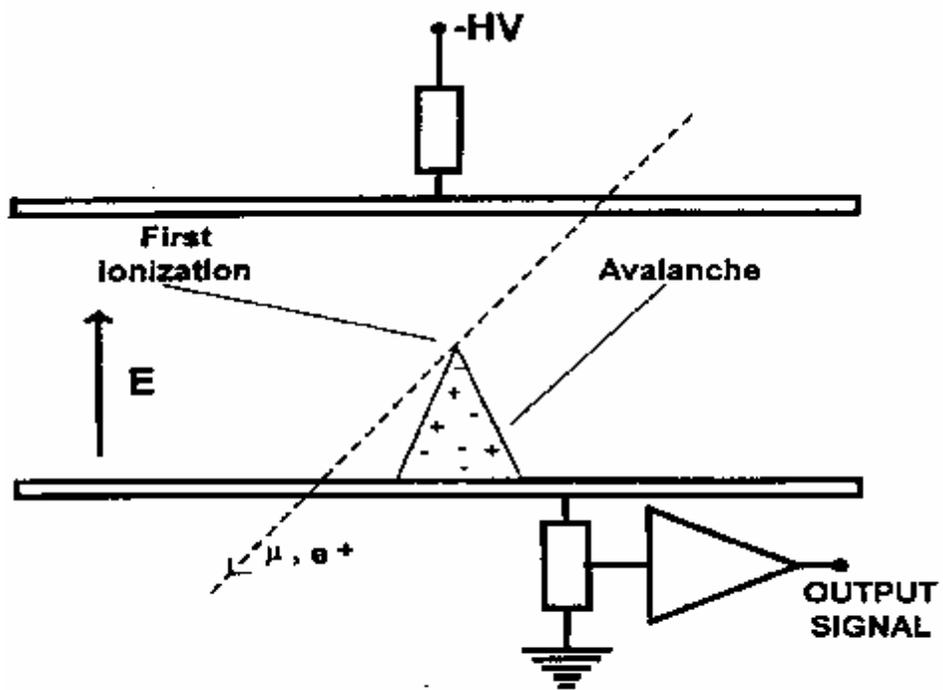


Figure 11: The Plane Parallel Chamber.

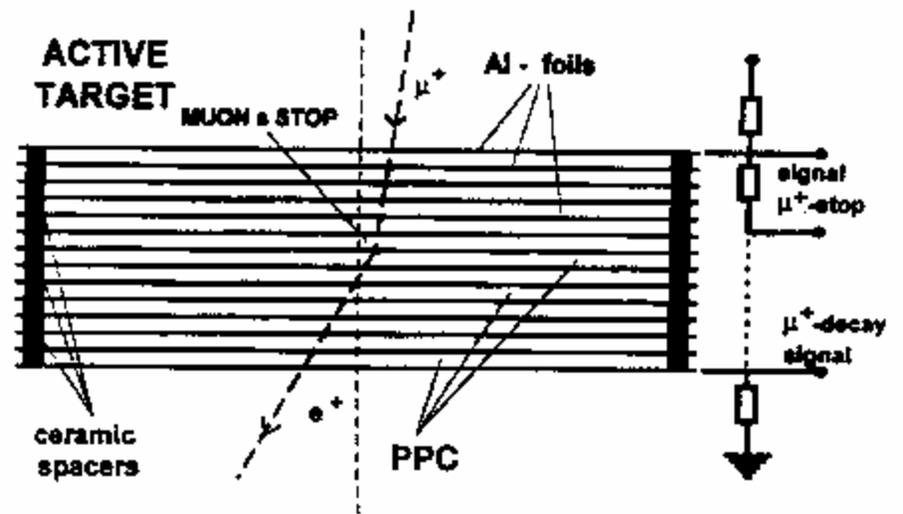
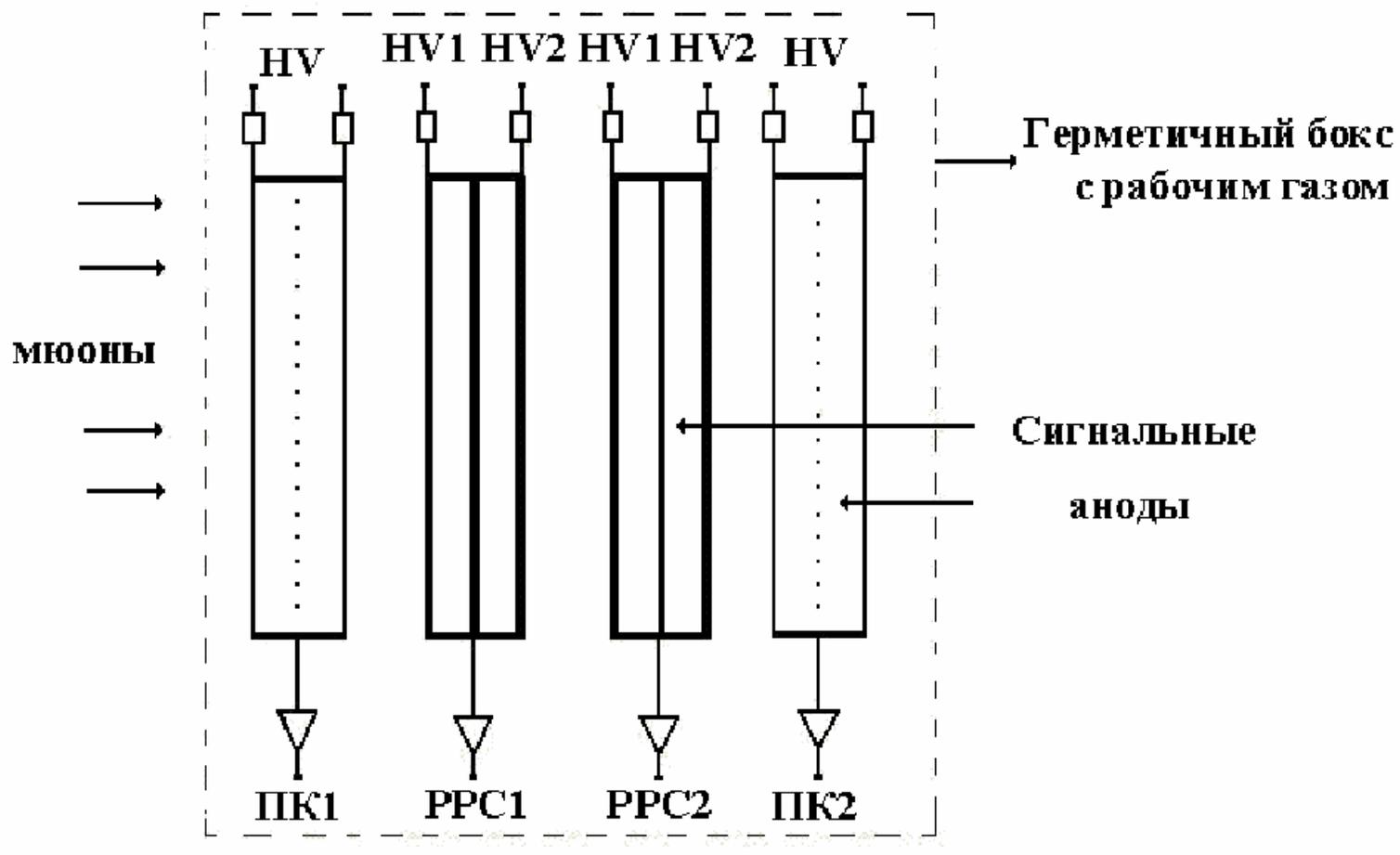
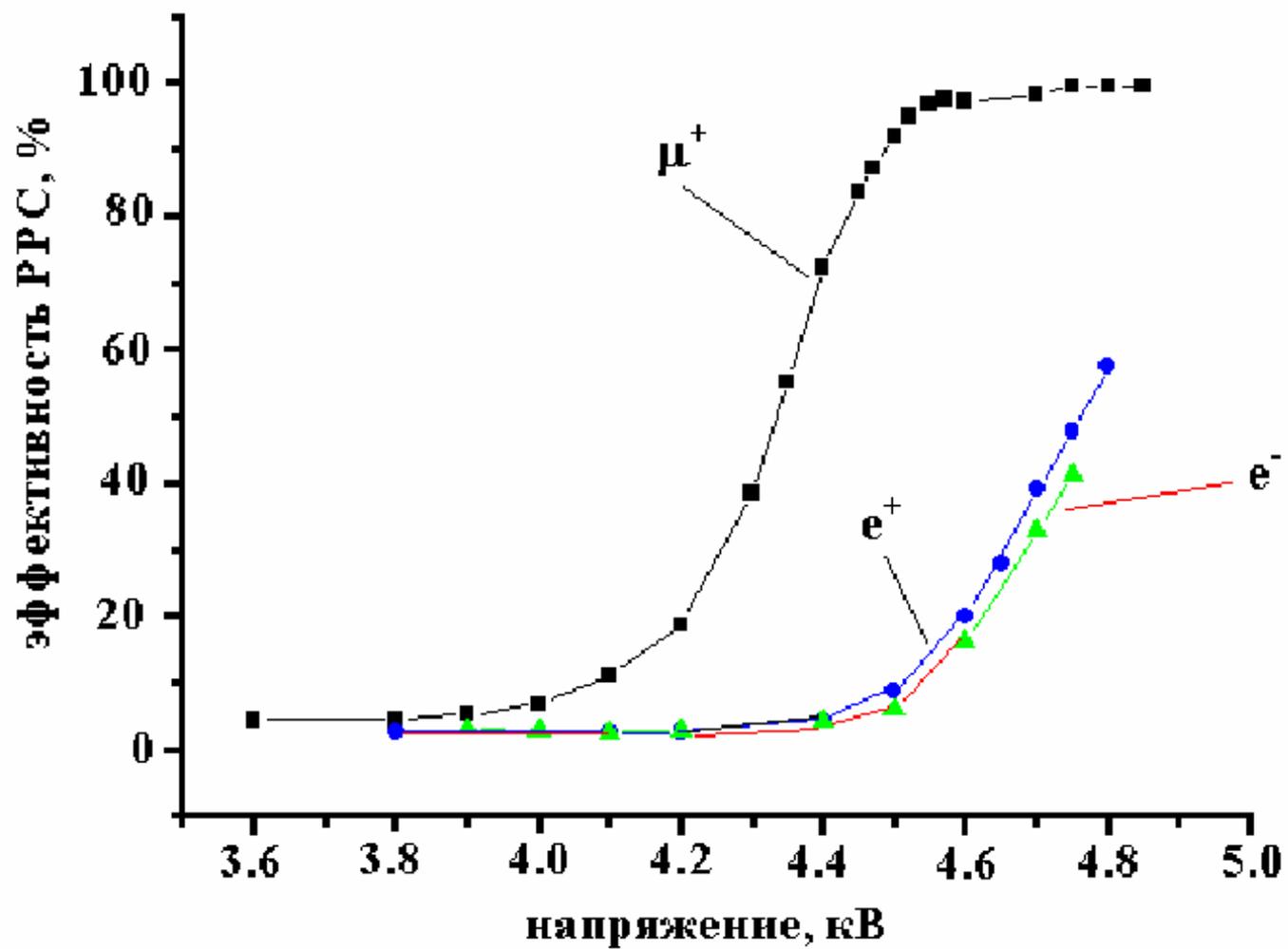
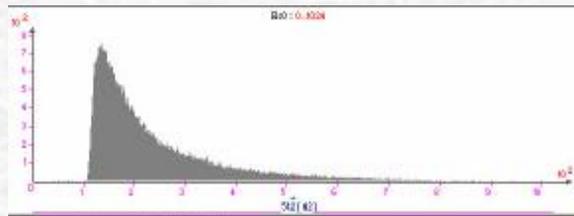


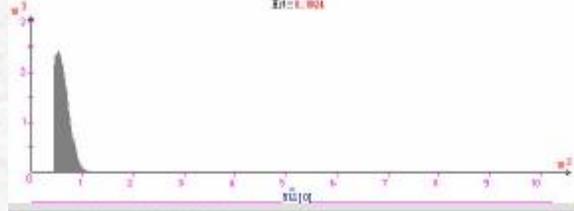
Figure 12: The Multi PPC structure as an Active target.







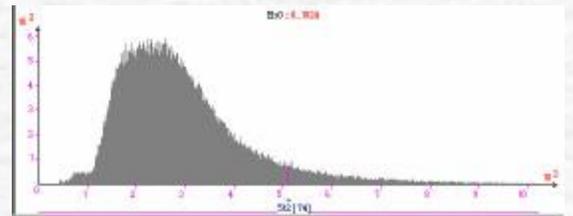
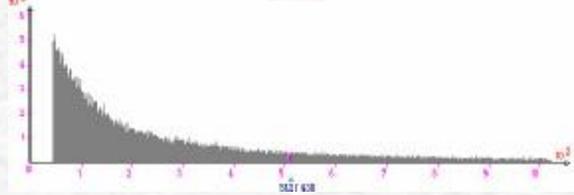
01 d:\vsnr\snr\snr\snr\B0c0_10.h5



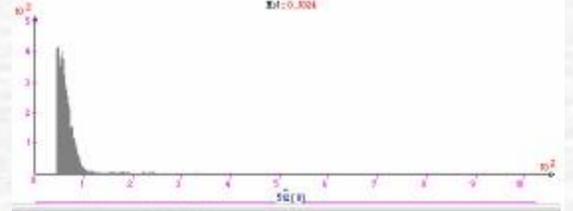
02 d:\vsnr\snr\snr\snr\B0c0_10.h5



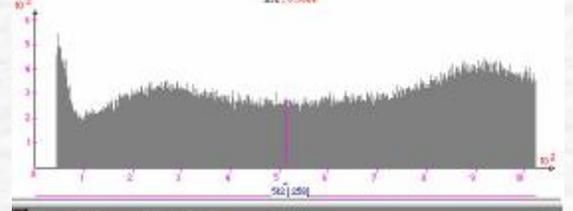
03 d:\vsnr\snr\snr\snr\B0c0_10.h5



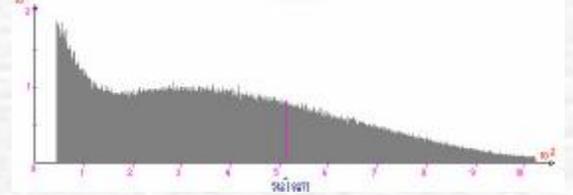
04 d:\vsnr\snr\snr\snr\B0c0_10.h5



05 d:\vsnr\snr\snr\snr\B0c0_10.h5

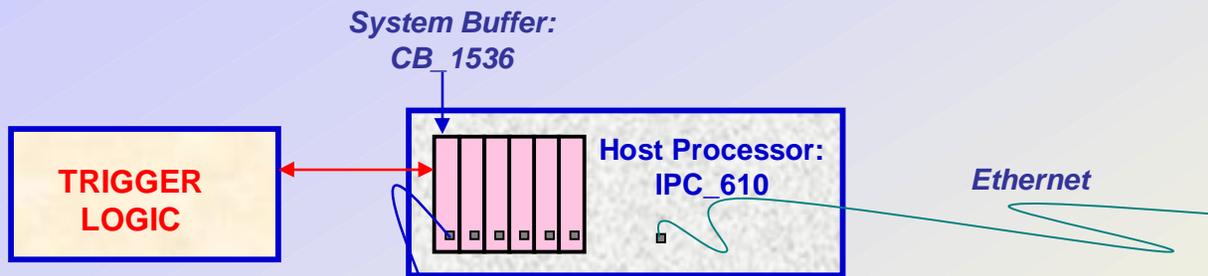


06 d:\vsnr\snr\snr\snr\B0c0_10.h5



CROS3_PWC Архитектура

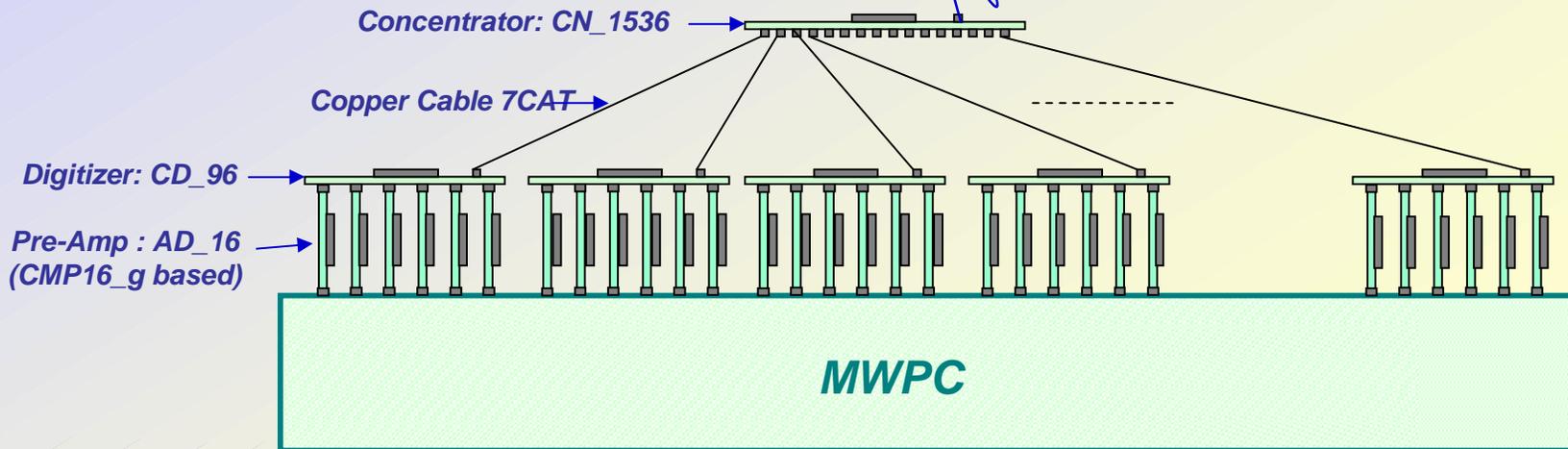
1000 Channel in 2005
Parameters:
Delay 10 – 1280 ns Gate
10 – 640 ns Trigger
Rate ~100KHz



Counting Room

Detector Area

Optical Cable





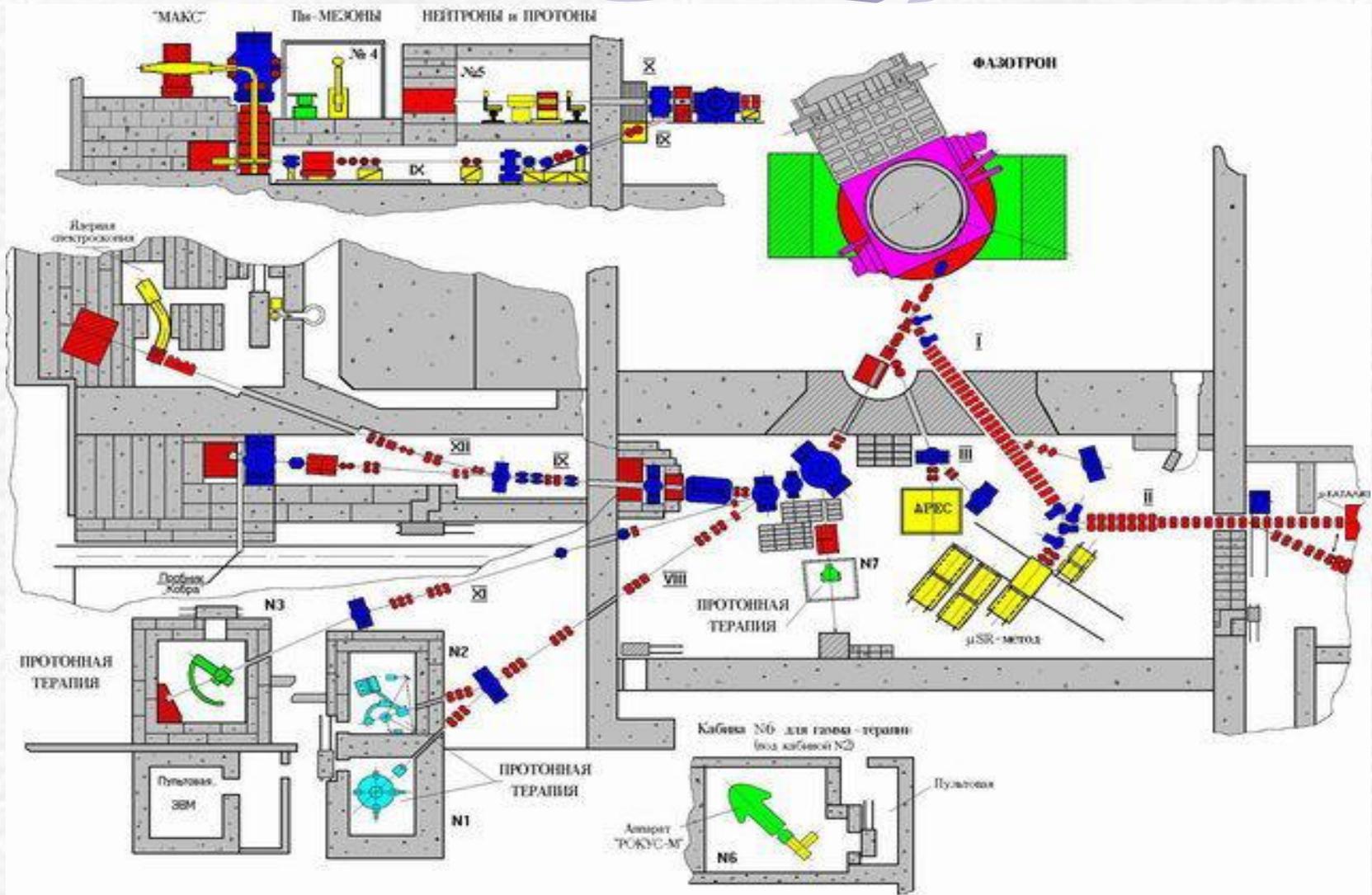


СХЕМА ПУЧКОВ ФАЗОТРОНА ДЛЯ ОНКО

Планы по эксперименту ФАМИЛОН на 2006 год

- ✓ **Формулировка основных задач по проекту на 2006г.**
- ✓ **- Анализ результатов исследований и публикация результатов первого этапа эксперимента ФАМИЛОН на фазотроне ЛЯП ОИЯИ (2002-2005 гг.).**
- ✓ **- Проведение на синхроциклотрона ПИЯФ тестовых и физических измерений (в эксперименте по исследованию квазиупругого рассеяния протонов на ядрах) с использованием системы считывания информации CROS3.**
- ✓ **- Проведение на фазотроне ЛЯП ОИЯИ работ по восстановлению тракта поверхностных мюонов (ликвидация последствий аварии марта 2005 г.).**

μ SR - проекты

1. μ SR - исследования в ПИЯФ по программе В.П.Коптева (С.И.Воробьев)
2. Создание установки на пучке поверхностных мюонов фазотрона ЛЯП ОИЯИ для исследования магнетиков корреляционным μ SR - методом
3. Подготовка проекта по исследованию μ SR - методом производных аминокислот (совместно с НИИЯП БГУ и НИИФХ АНБ, Минск)
4. Участие в подготовке эксперимента по исследованию μ SR - методом магнитных феррожидкостей (совместно с ЛЯП ОИЯИ)

Корреляционный μ SR - метод

- Обычный мюонный эксперимент позволяет оценить среднее соотношение объемов доменов различных сортов по отношению амплитуд прецессии на различных частотах.
- Корреляционный мюонный эксперимент позволяет оценить дисперсию соотношения объемов доменов, вызванную статистическим разбросом размеров.
- В рамках определенной модели это позволяет определить размер доменов.

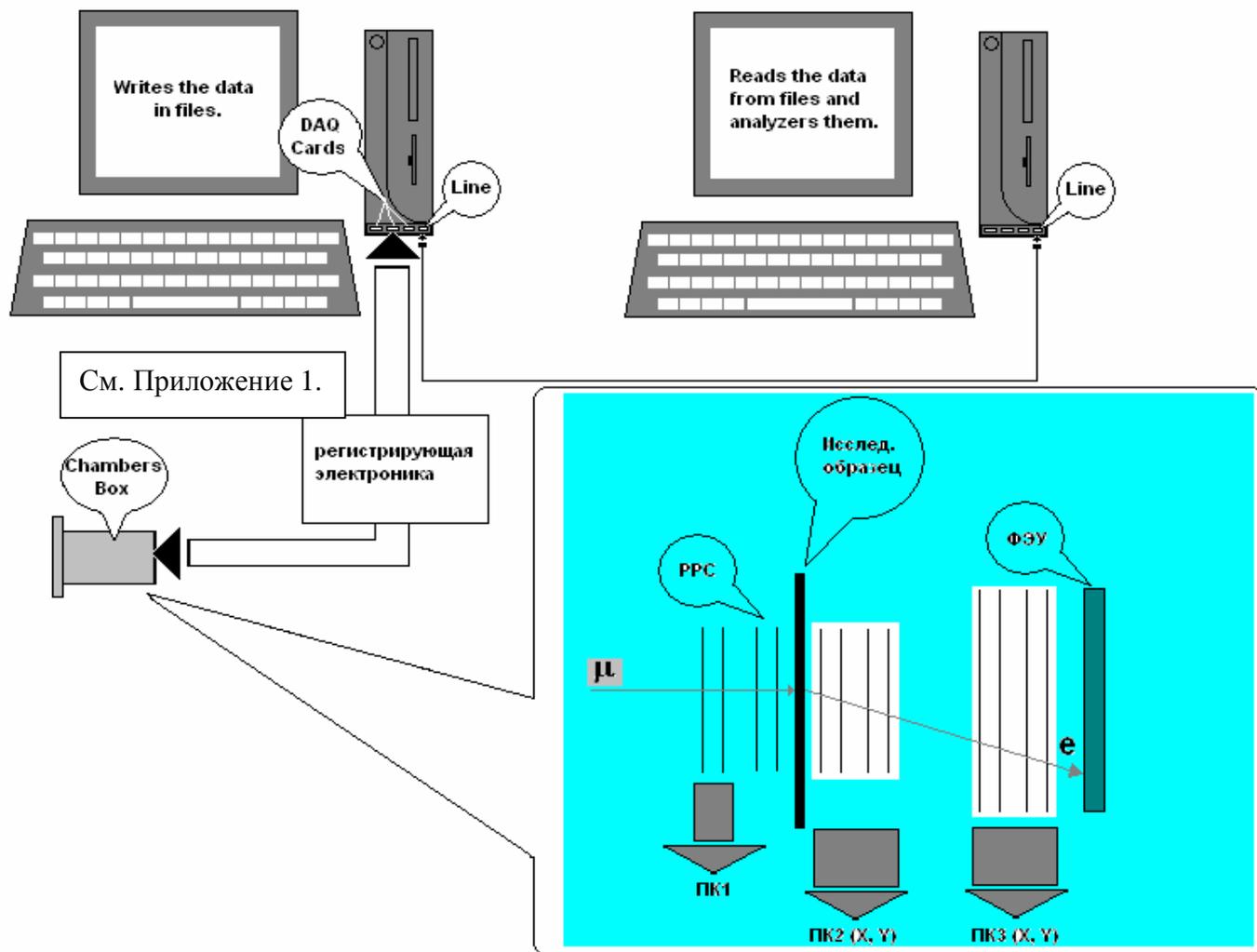


Рис.1. Схема постановки эксперимента.

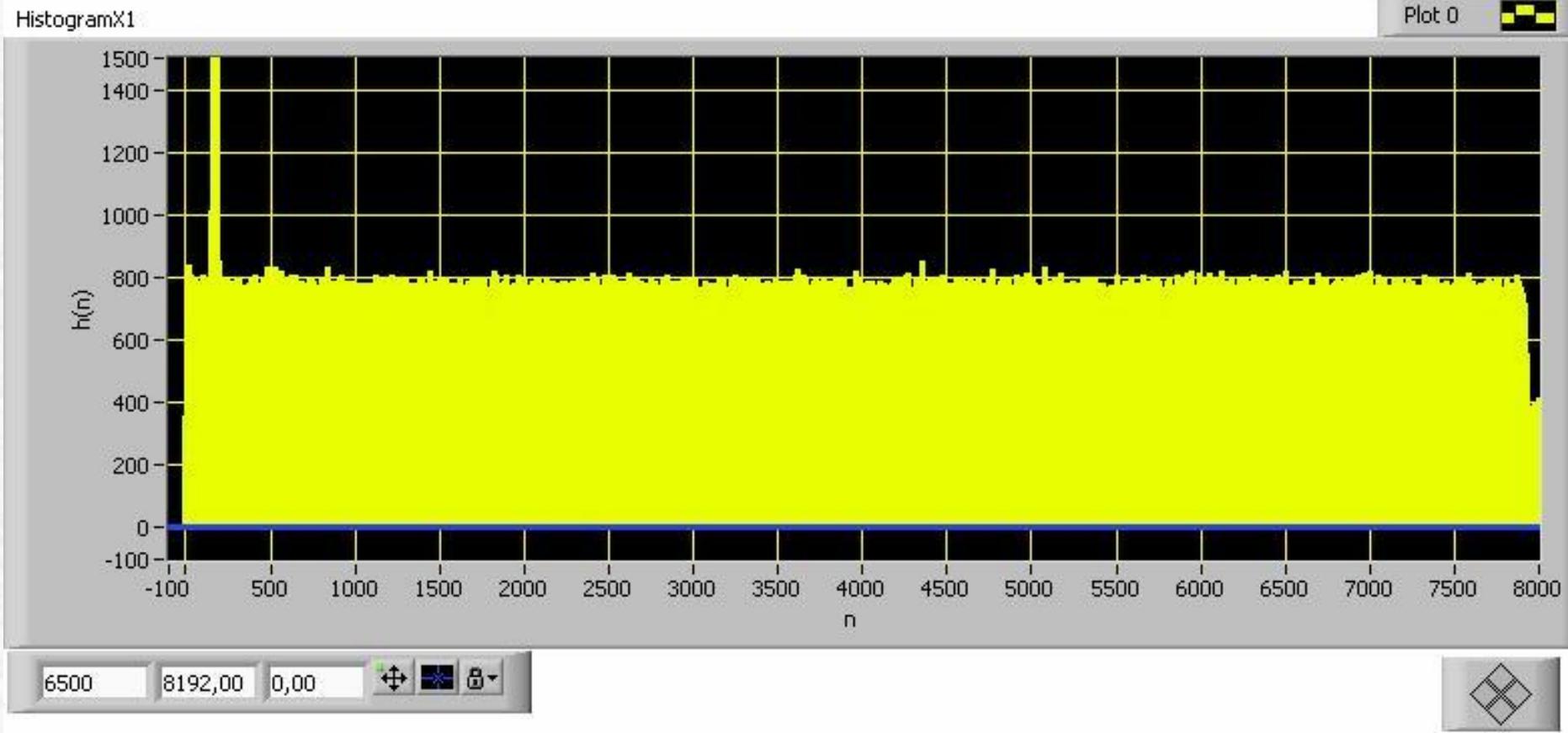


Рис. 8. Работа TDC (то же самое, что и рис. 7).

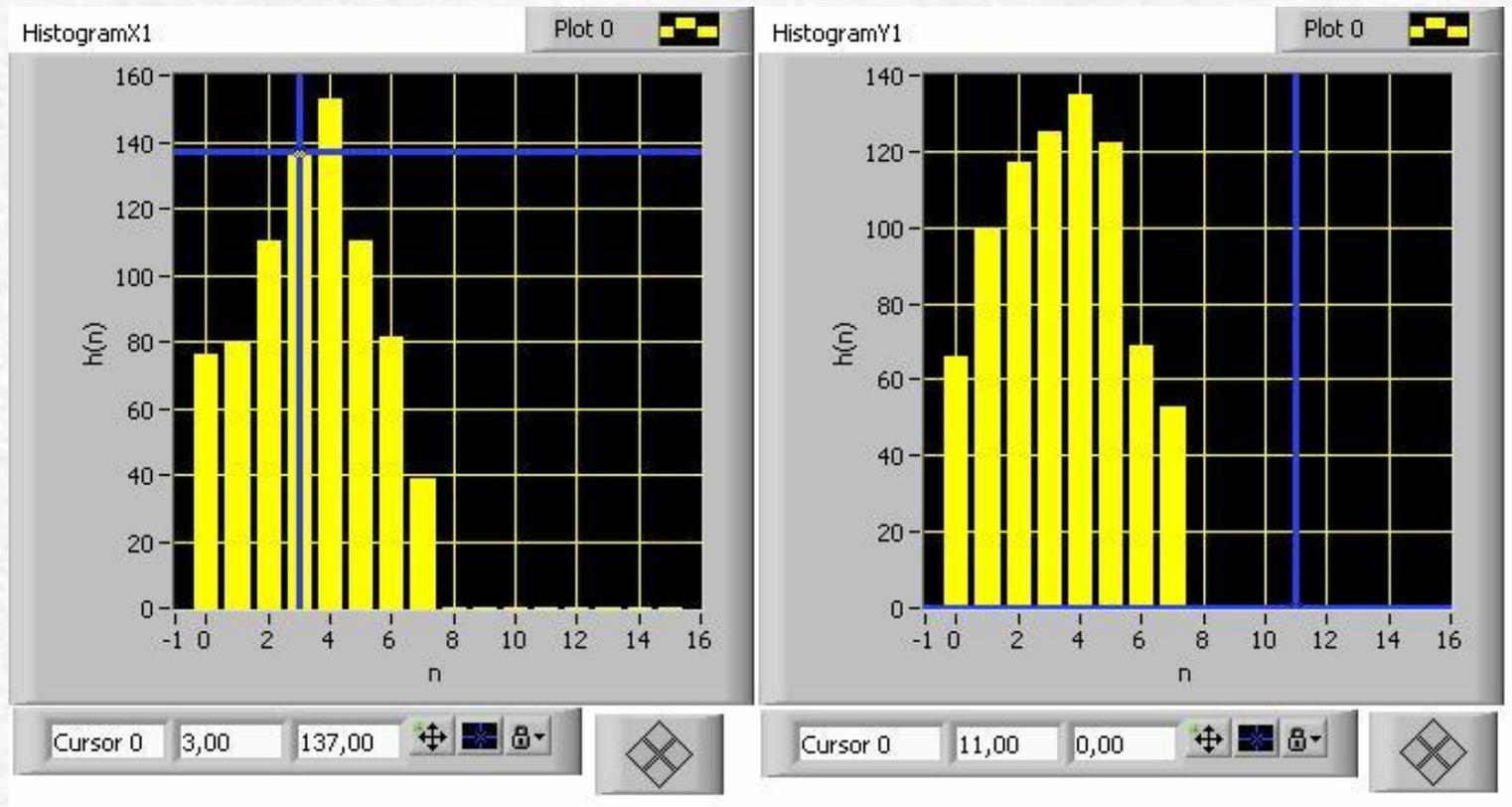
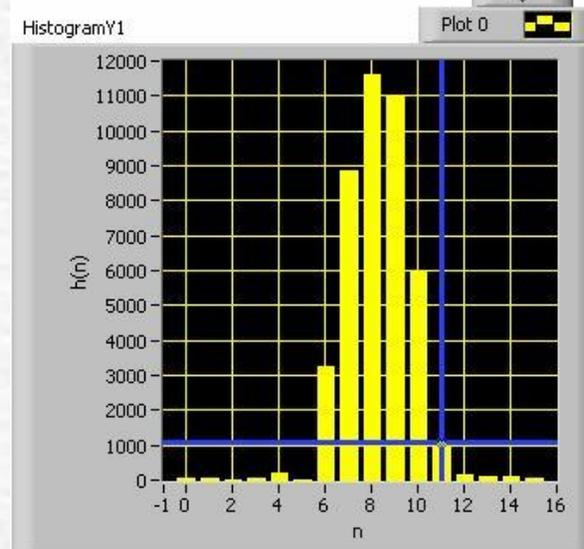
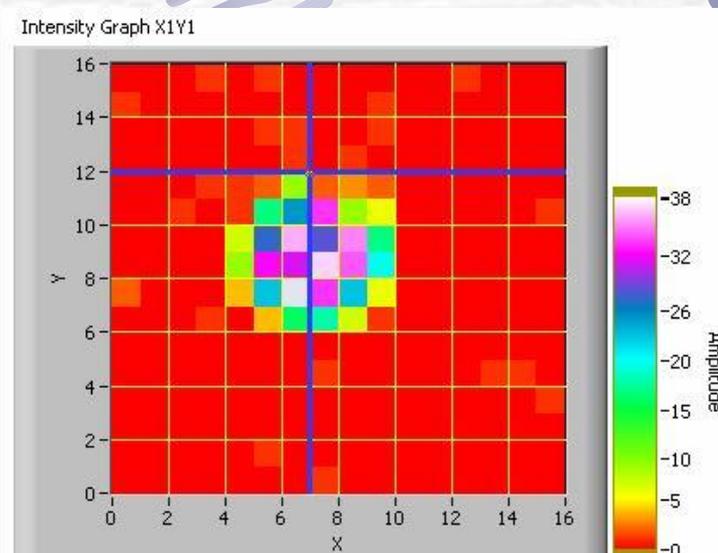
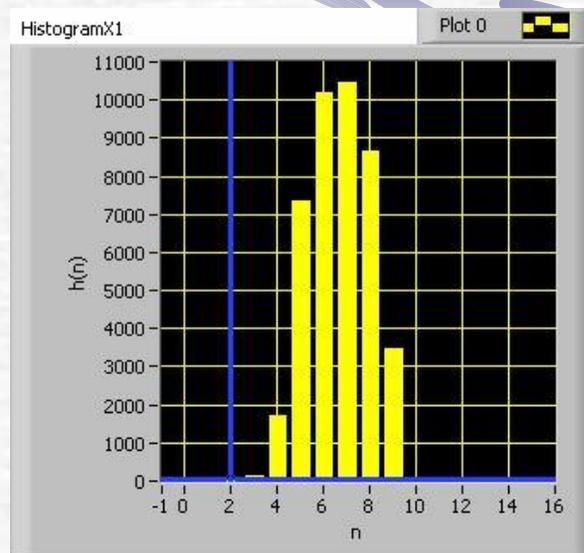
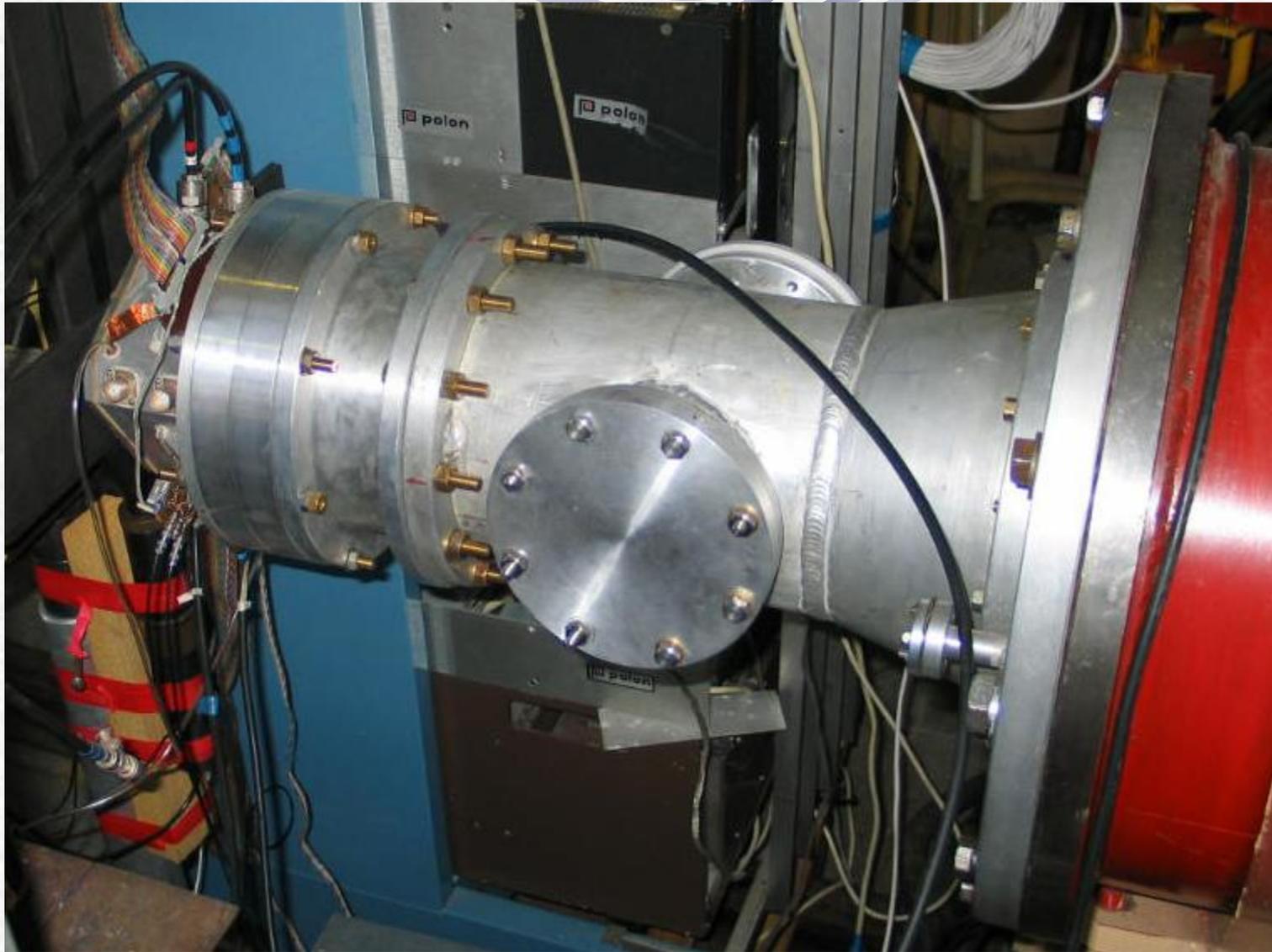


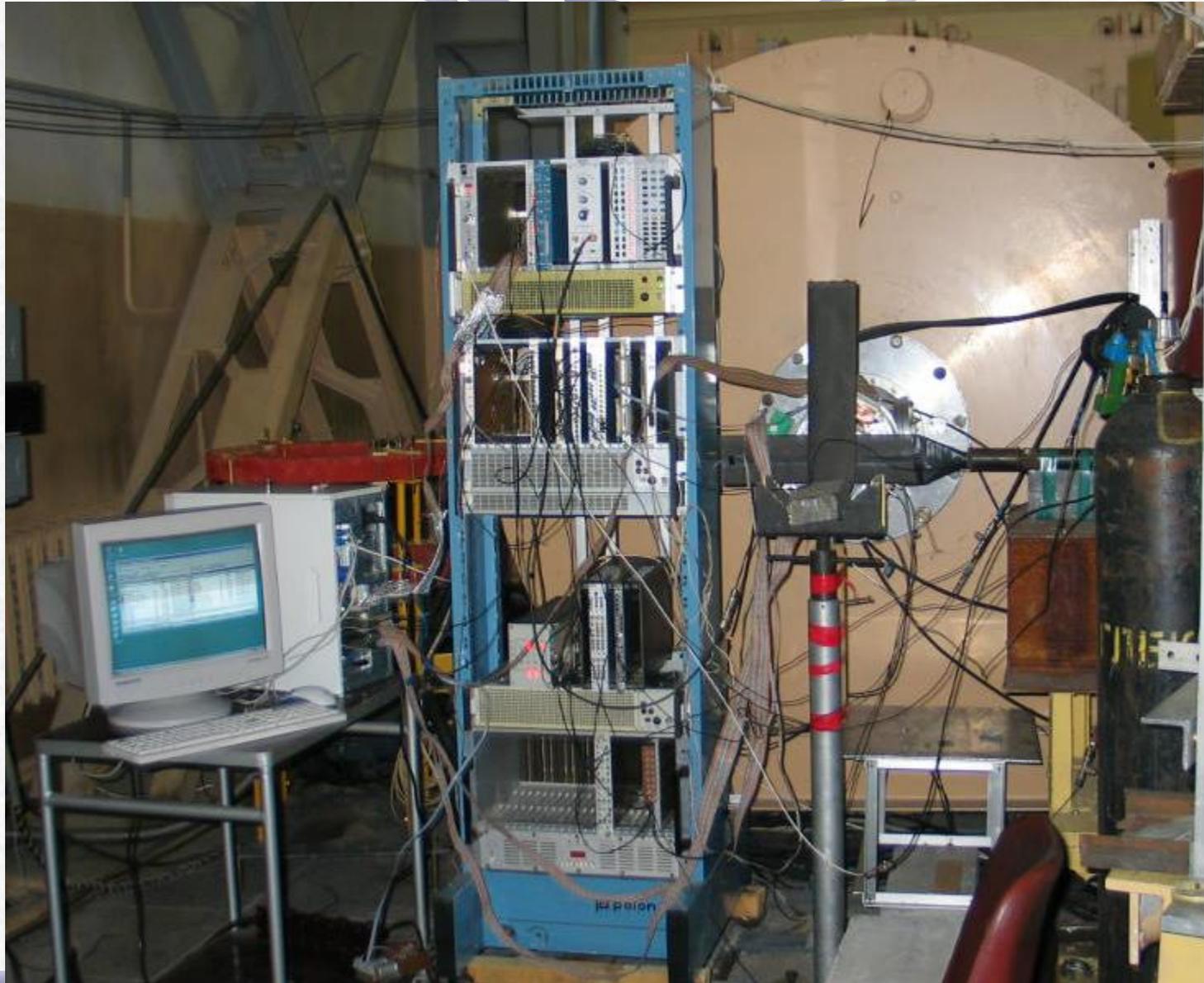
Рис. 10. Координатная система ПК2 (X1, Y1).



Cursor 0 7,00 12,00 0,00

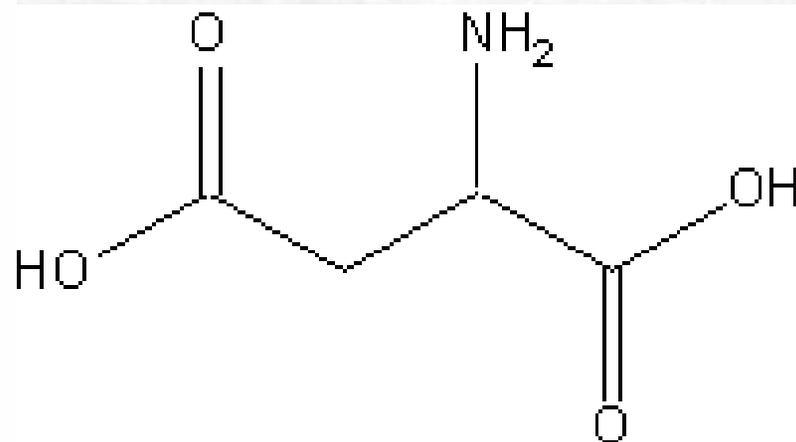
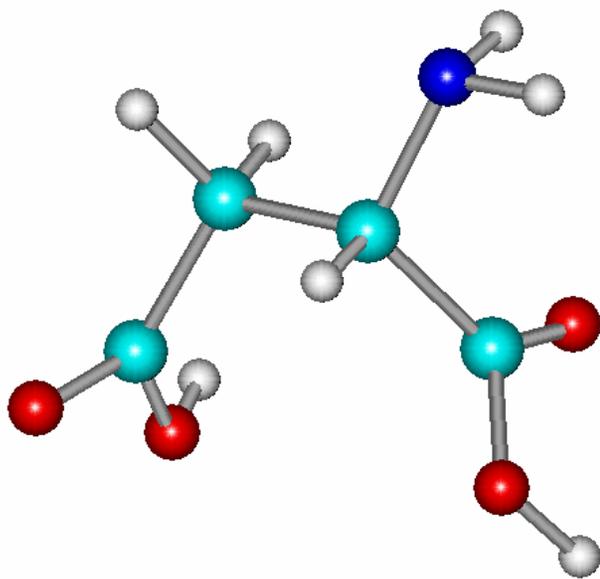
Рис. 11. Координатная система ПКЗ(X_2 , Y_2).



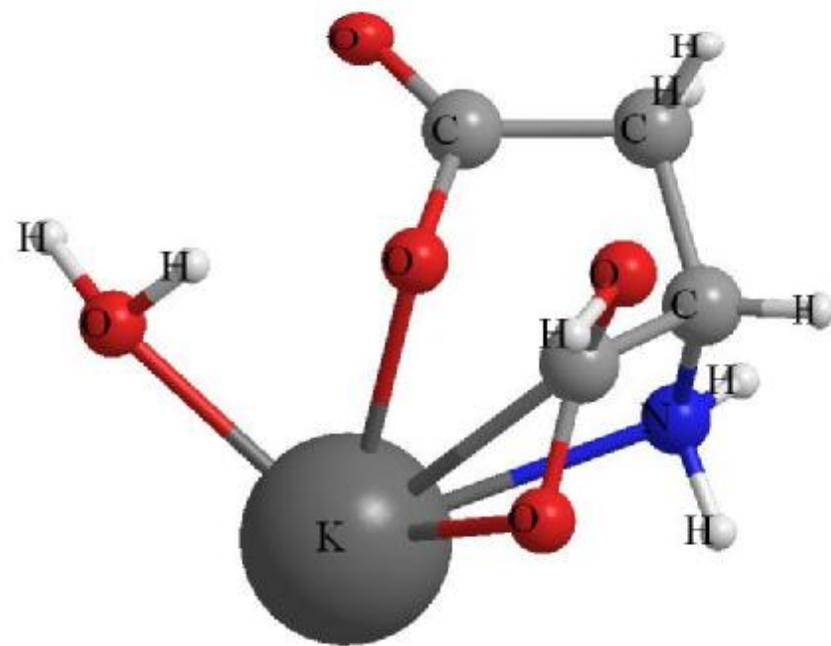
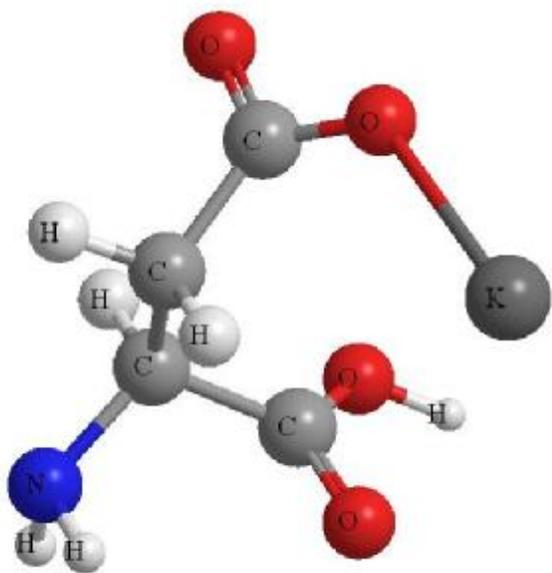


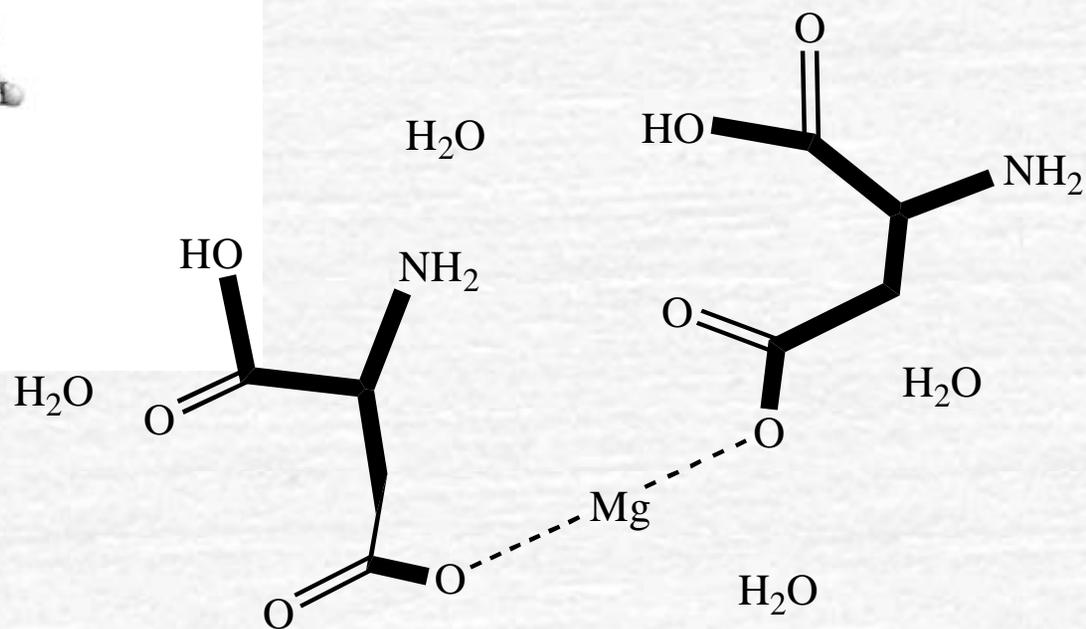
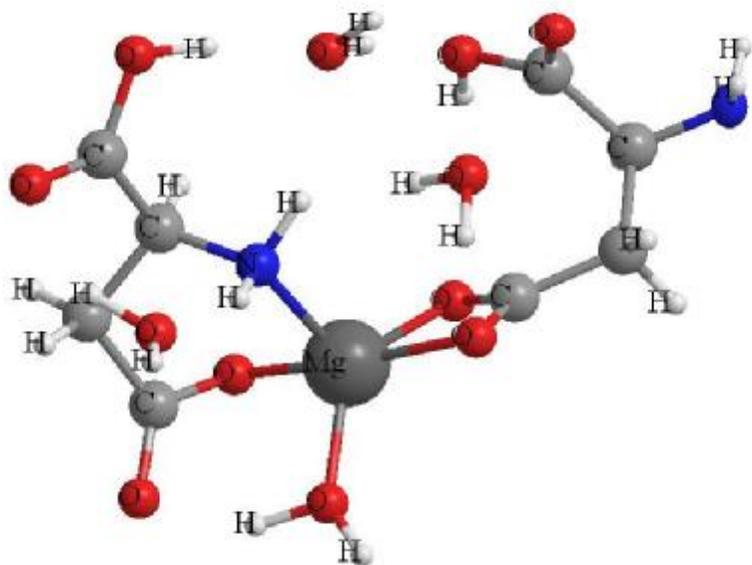
Исследование производных аминокислот μ SR - методом

- Целью данной работы является проведение
- μ SR – экспериментов и расчетов методами
- квантовой химии для оценки влияния свойств
- внешней среды (концентрация раствора,
- ионная сила раствора, кислотность) на
- структуру и состояние производных (солей)
- аминокислот.

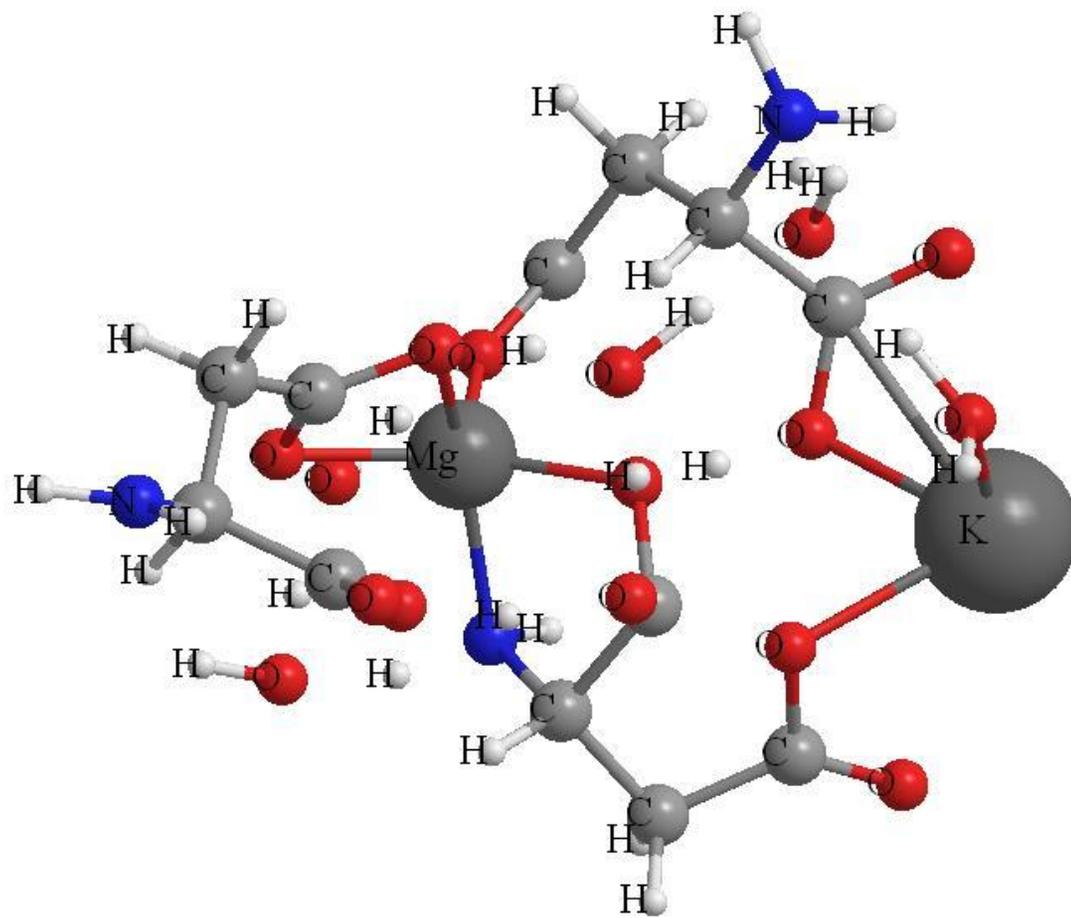


DL-аспарагиновая кислота повышает потребление кислорода и улучшает кровоснабжение сердца с пораженным миокардом. Специфическое свойство аспарагиновой кислоты - ее способность переносить катионы K^+ и Mg^{2+} во внутриклеточное пространство. Основное использование DL-аспарагиновой кислоты - получение на ее основе калиевой и магниевой солей для кардиологического средства "*Аспаркам*".

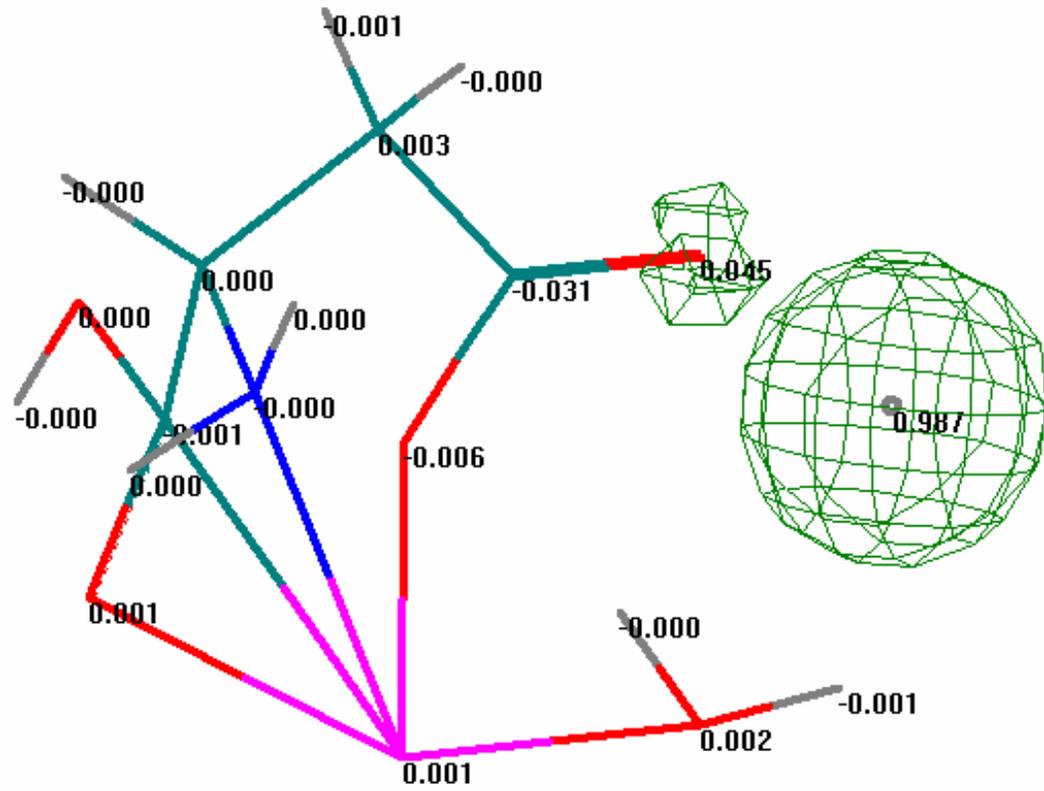
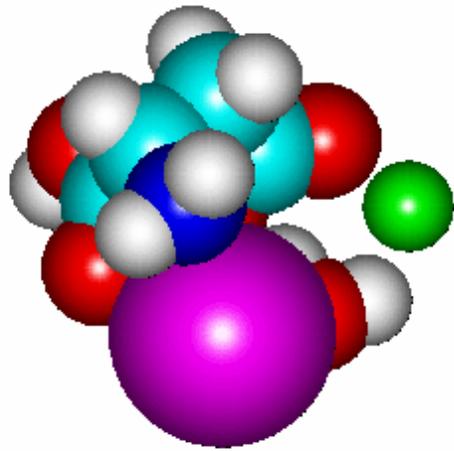


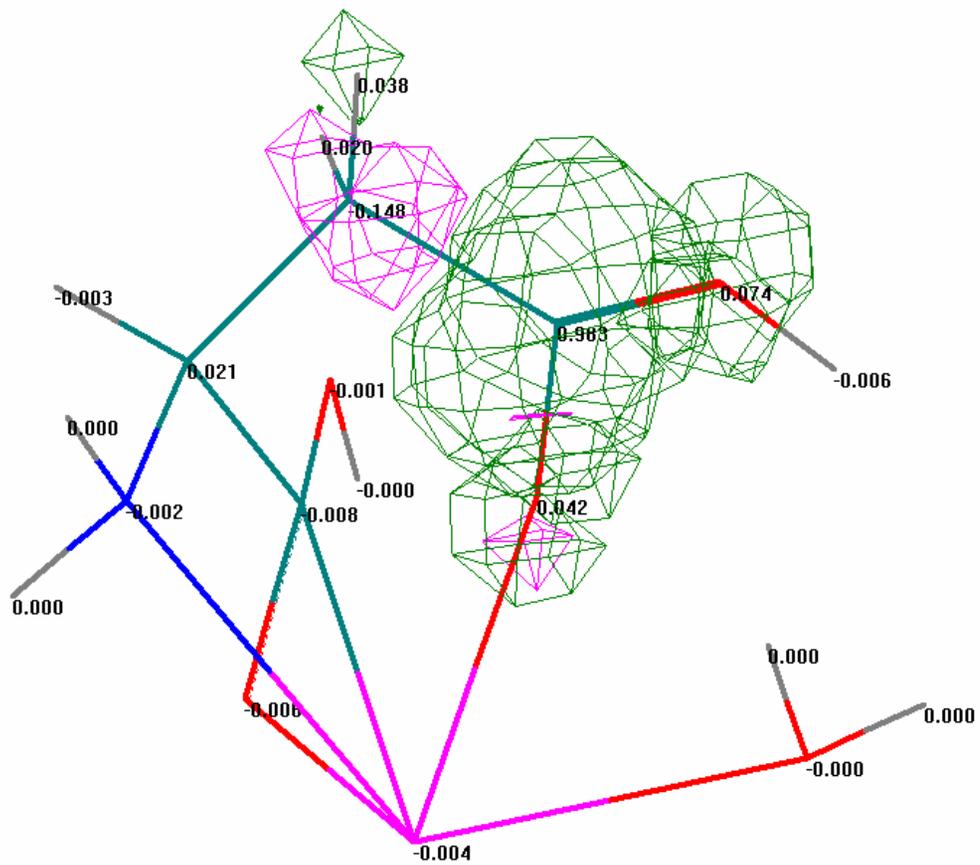
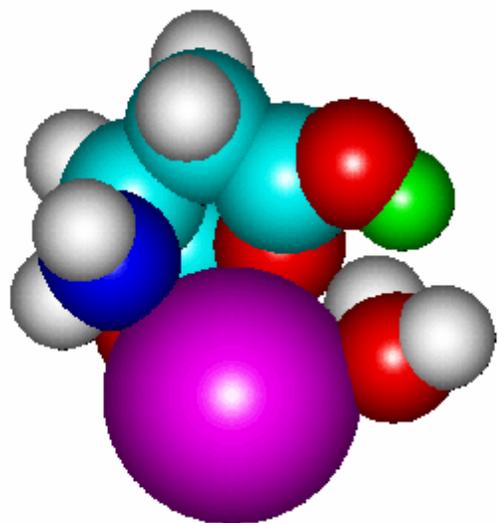


Диаспагинат магния + 4 молекул H_2O (два остатка аспаргиновой кислоты + атом Mg + 4 молекул H_2O)



Аспаркам – К,Мg Аспарагинат +5молекул H₂O (три остатка аспаргиновой кислоты + атом К + атом Mg +5 молекул H₂O)





Исследование феррожидкостей с наночастицами мюонным методом

Изучить возможность применения положительных мюонов для

- Измерения магнитного поля внутри нанокластеров
- Исследования динамических особенностей магнетизма наночастиц
- Изучения особенности феррожидкостей с различными наполнителями (Me-Fe₂O₄, Me - Mg, Zn, Co, ...)

Основная преграда – сложность выделения сигнала от мюонов в кластерах

Состав

Магнитный материал

(или что-то иное)

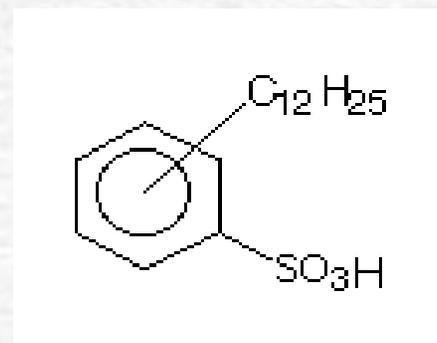
+

Dodecyl
benzenesulphonic
acid

+

Растворитель

(вода, спирт, ...)



Coctab

Dodecyl benzenesulphonic acid

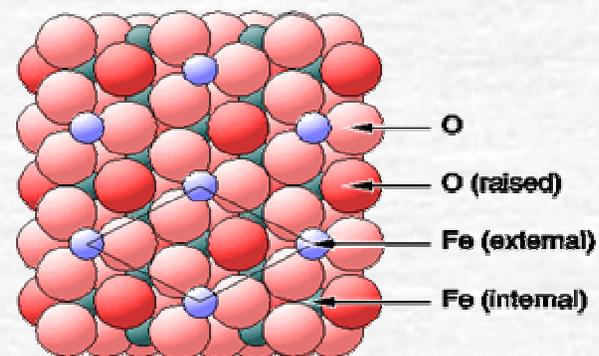
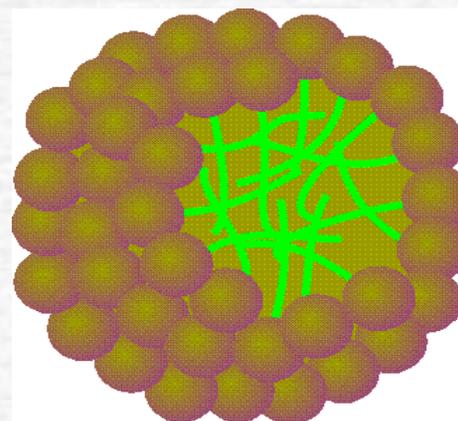
Molecular Mass 326 g/mol Physical Characteristics Viscous brownish liquid,

mp: 10°C, bp: 315°C.

Soluble in water, alcohol, ether.

Current Uses Antistatic agent, emulsifier.

Applications General use.





- 120 K – переход «метал-изолятор»
- E.J.W. Verwey - Nature 144, 327(1939) – упорядочивание Fe^{3+} и Fe^{2+} в различных В-позициях
- P.W.Anderson – волны зарядовой плотности

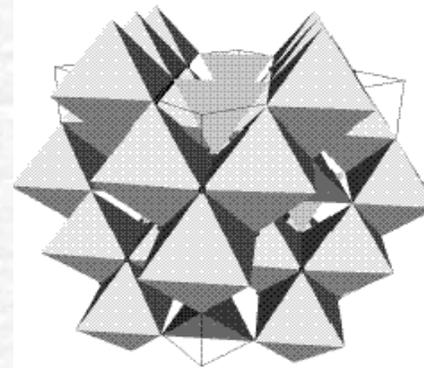
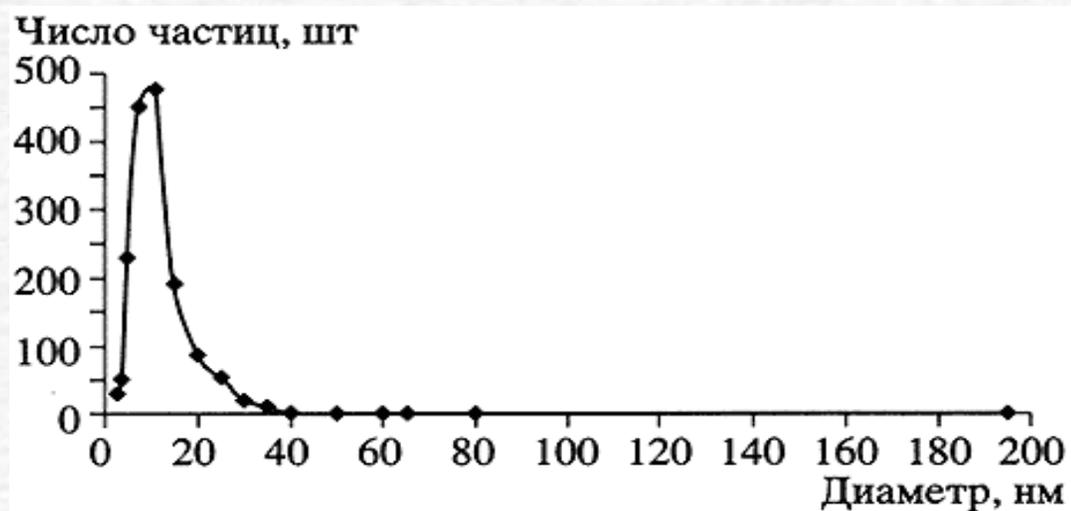
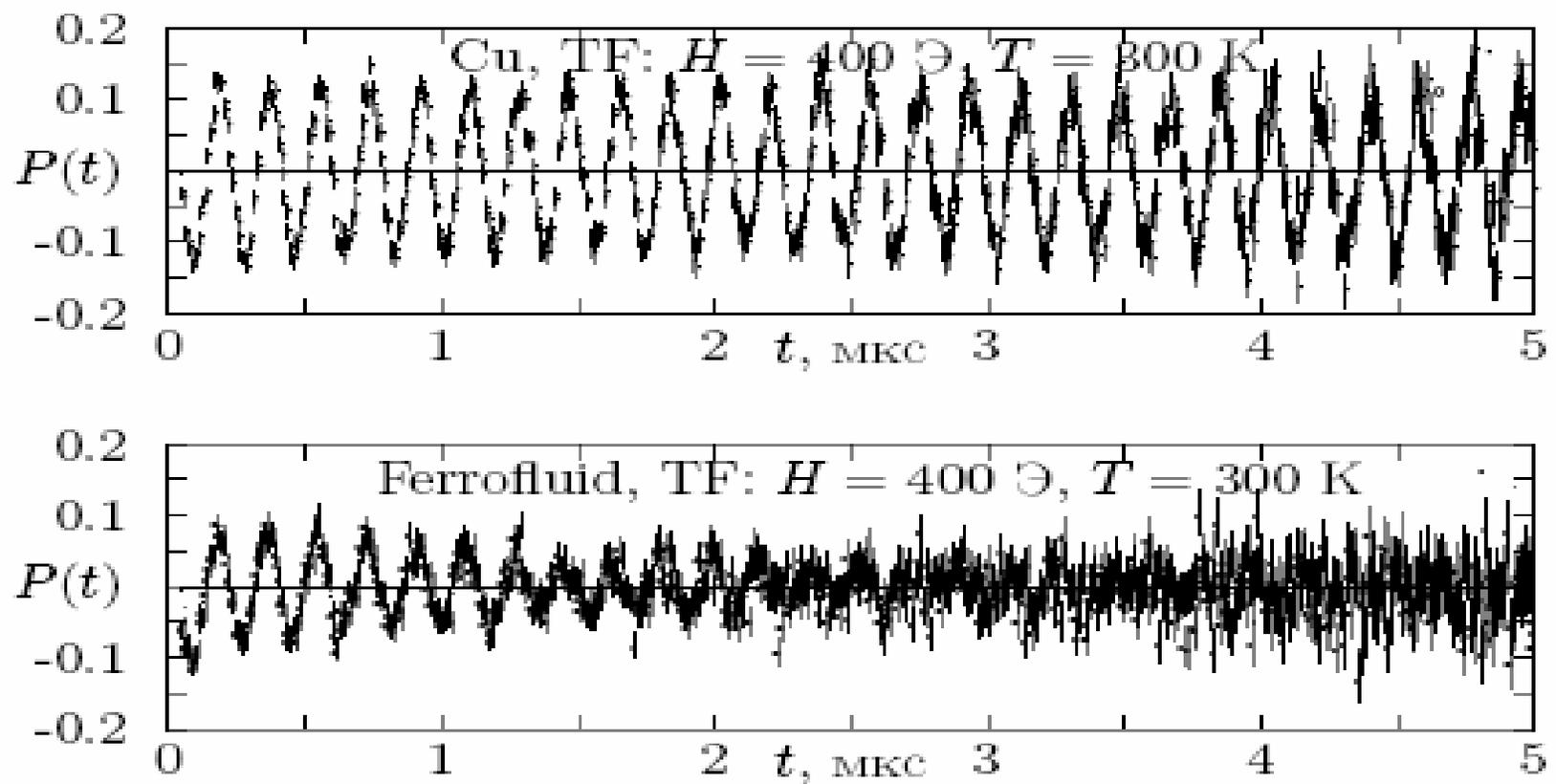


Figure 1: Three-dimensional view of the spinel crystal structure. The A-site cations are bonded with four anions, forming isolated tetrahedra. The B-site cations are bonded with six anions, forming chains of edge-sharing octahedra. The prototypical spinel is MgAl_2O_4 , a well-known red gemstone with a cubic crystal structure.

Распределение по размерам кластеров



Предварительное измерение в PSI



Предварительное измерение в PSI

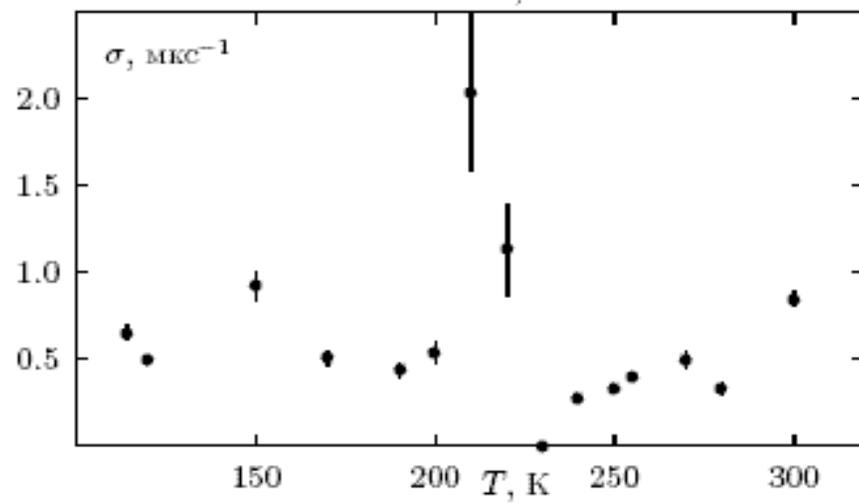
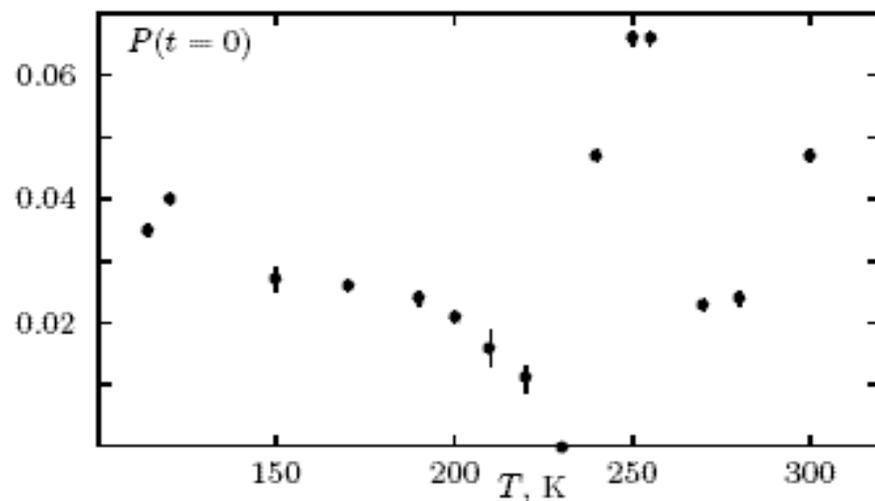
- При увеличении магнитного поля от 100 до 700 Гс происходит увеличение скорости релаксации от 0,3 до 0,8 мкс⁻¹
- Сдвиг частоты – «суперпарамагнетизм»



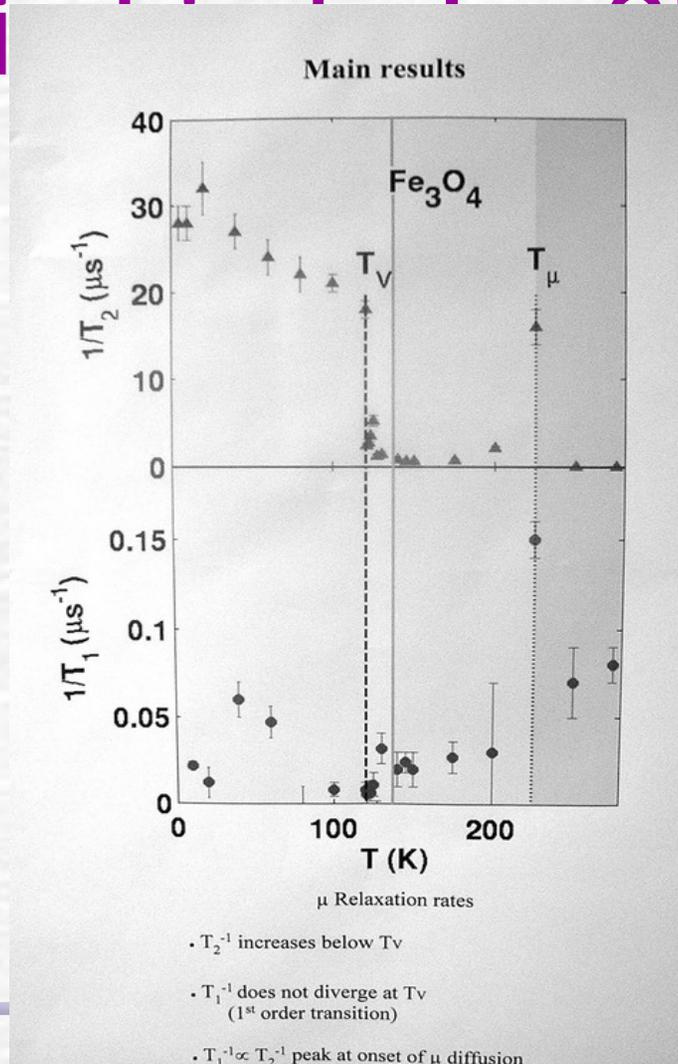
Вещество

- раствор нанодисперсного магнетита Fe_3O_4 в дейтерированной воде, стабилизированного додецилбензолсульфанатовой кислотой ($\text{Fe}_3\text{O}_4/2\text{DBS}/\text{D}_2\text{O}$) с объемной концентрацией магнитных частиц 4.7%.
- средний диаметр частиц $d = 118.9 \text{ \AA}$ со стандартным отклонением $\sigma = 6.7 \text{ \AA}$
- средний диаметр «ядра» из Fe_3O_4 $d = 50 \text{ \AA}$
- 0.244g Fe_3O_4 на 1 мл феррожидкости;
- 3 г ПАВ на 10 г Fe_3O_4

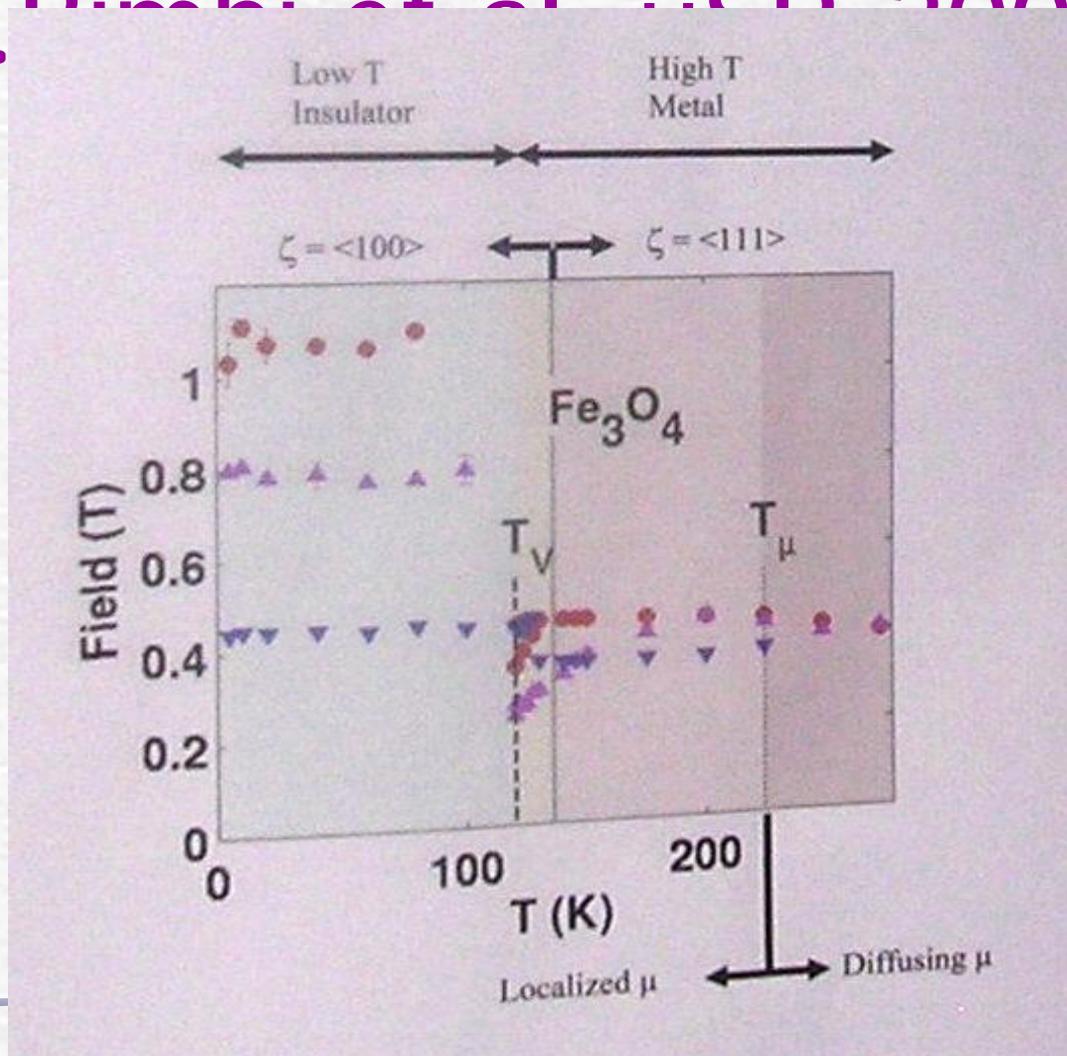
Температурные измерения в Дубне



M. Bi ■■■■■ OR-2005



M. DiBiase et al., EPJ 2005



Предлагаемые измерения

- ☞ Фоновые измерения на образцах без магнитных частиц
- ☞ TF измерения в области 10-200 К (400 Гс)
- ☞ Снятие полевой зависимости при T ниже и выше T_v
- ☞ ZF эксперимент при $T < T_v$
- ☞ «Намагниченность» - проверка

Игра вязкости и магнетизма



Планы по μ SR – исследованиям на 2006 год

1. μ SR - исследования в ПИЯФ по программе В.П.Коптева
2. Подготовка аппаратуры на пучке мюонов С/Ц ПИЯФ для проведения мюониевых экспериментов.
3. Исследование μ SR - методом производных аминокислот (совместно с НИИЯП БГУ и НИИФХ АНБ, Минск)
4. Исследование μ SR - методом магнитных феррожидкостей (совместно с ЛЯП ОИЯИ)

Методические исследования

PPC - детектор

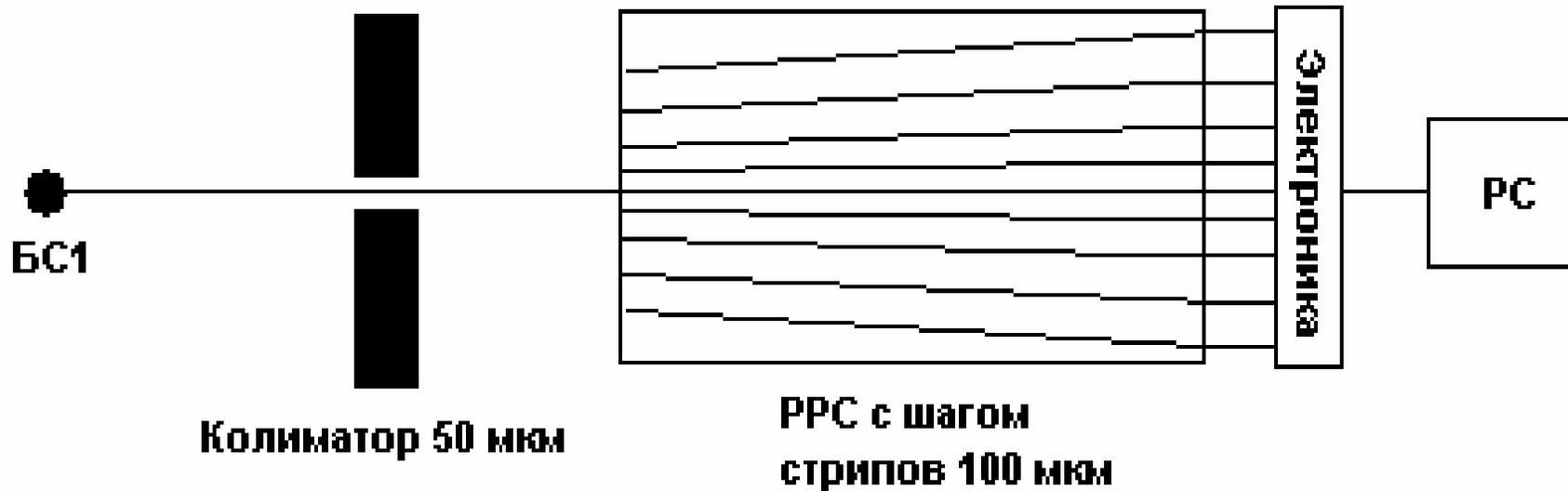


Рис.1 Схема установки для определения пространственного разрешения позиционно чувствительной PPC.



Рис.2 Фотография установки для определения пространственного разрешения позиционно чувствительной РРС.

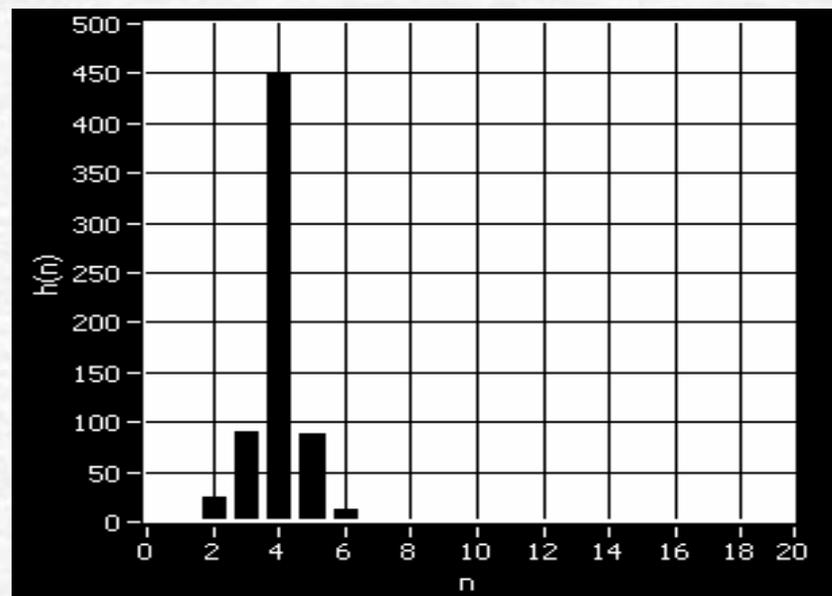


Рис.3 Пространственное разрешение РРС, при ширине коллиматора 50 мкм. Цена деления канала 100 мкм. Рабочий газ CO_2 или $\text{ArCO}_2(90/30)$

Публикации 2005

1. В.А.Гордеев, В.С.Демидов, В.Н.Дугинов и др. Эксперимент ФАМИЛОН. Теоретическое обоснование, постановка эксперимента, моделирование. В сб: Физика атомного ядра и элементарных частиц. Материалы XXXVII и XXXVIII Зимних школ ПИЯФ. Санкт-Петербург, 2005, с.104-126.
2. С.И. Воробьёв, В.А. Гордеев, С.В. Косьяненко, В.Г. Ивочкин, Ю.А. Щеглов. Прототип активной мишени для эксперимента ФАМИЛОН. Сб. трудов: 9 конференция молодых ученых и специалистов, 2005г., г.Дубна.
3. С.В. Косьяненко, С.И. Воробьёв, В.А. Гордеев, В.Г. Ивочкин. Установка для μ SR2 эксперимента. Сб. трудов: 9 конференция молодых ученых и специалистов, 2005 г., г. Дубна.
4. С.И. Воробьёв, В.А. Гордеев, А.А. Жданов, Ю.В. Ёлкин, В.Г. Ивочкин, Е.Н. Комаров, С.В.Косьяненко, Ю.А. Щеглов, Г.В. Щербаков. Плоскопараллельная камера как детектор остановок мюонов для активной мишени проекта ФАМИЛОН. ПТЭ, №5, 2005, с.29-35.
5. В.А.Гордеев. Безнейтринный распад мюона. Эксперимент ФАМИЛОН. Доклад на сессии секции ЯФ ОФН РАН «Физика фундаментальных взаимодействий». Москва, ИТЭФ 5 – 9 декабря 2005 года. Материалы доклада будут представлены для опубликования в журнале Ядерная Физика.
6. Мюоны в веществе.(Материалы совещания по исследованию вещества методом вращения спина мюона. Гатчина, 17-19 октября 2005 г., редакторы В.А.Гордеев, В.Н.Горелкин) Гатчина, ПИЯФ, готовится к печати.

Лаборатория редких распадов

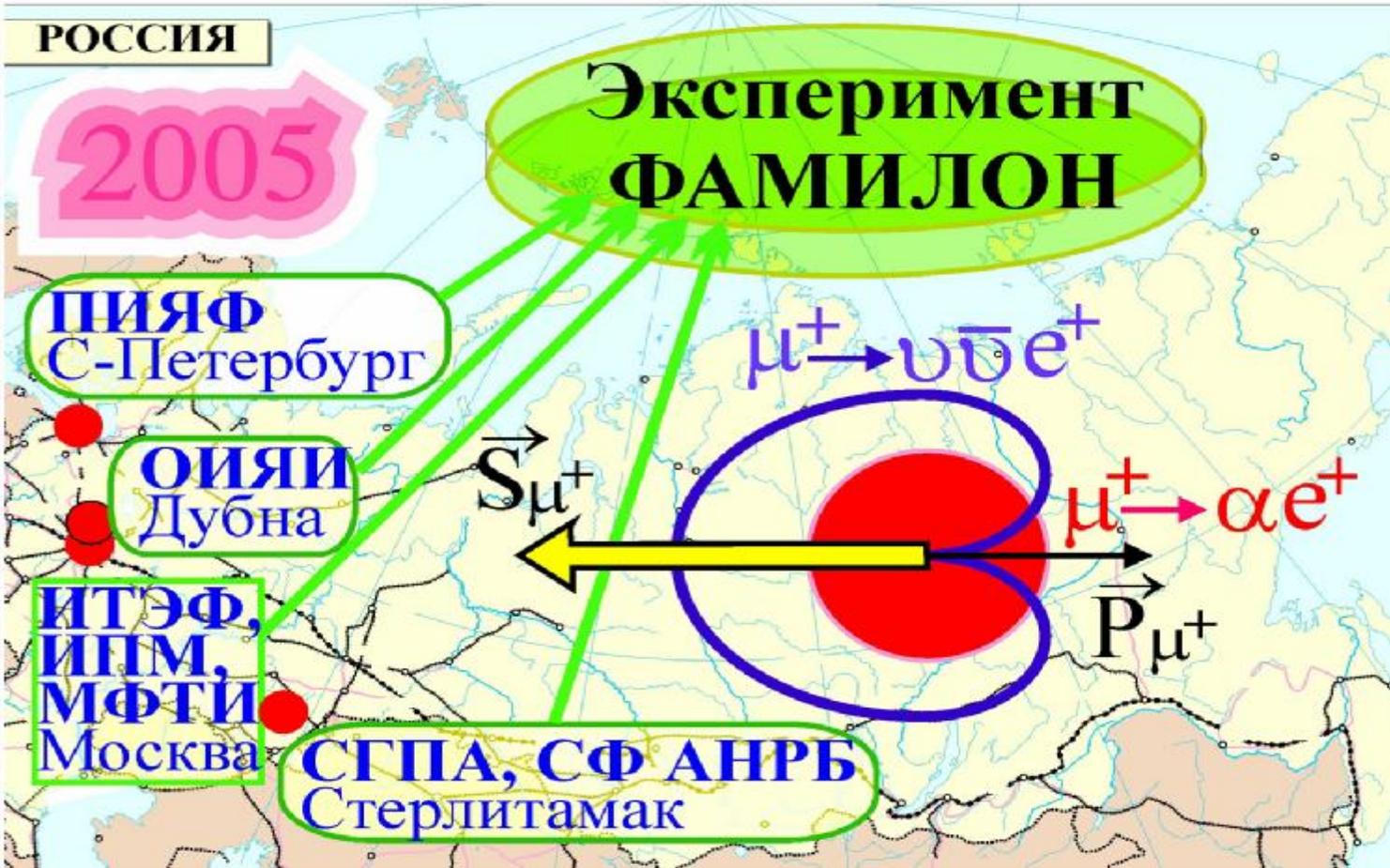
Состав лаборатории

- Гордеев В.А. Зав.лаб. Д.ф.м.н.
- Елкин Ю.В. С.н.с. К.т.н.
- Комаров Е.Н. С.н.с. К.ф.м.н.
- Шеглов Ю.А. С.н.с. К.ф.м.н.
- Ивочкин В.Г. С.н.с.
- Левченко М.Г. Н.с. К.ф.м.н.
- Воробьев С.И. М.н.с
- Косьяненко С.В. М.н.с.
- Хмелева Н.Т. Вед.инженер
- Виноградова Л.Л. Ст.лабор.иссл.



Участие в проектах

1. ФАМИЛОН (ЛЯП ОИЯИ)
 2. μ SR (ЛЯП ОИЯИ, ПИЯФ)
 3. МАП 2 (ПИЯФ)
 4. L3 (CERN)
 5. D-ZERO (FNAL)
 6. Методические разработки
- 



**Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems
Investigations at Phasotron**
(users' request facility)

Fundamental Investigations:

- DUBTO - Resonant behaviour of the both the $pp\pi^-$ and $nn\pi^+$ systems, produced in $\pi^4\text{He}$ interaction.
- MUON – Investigation of the muon properties and the muon interactions with matter.
- FAMILON - The study of the two-particle muon decay on an electron and golston's massless boson.
- μ -CATALISIS- Measurements of muon catalyzed fusion cycling rate temperature dependence in a binary mixture D/T in the temperature range 40-300 K.

Applied investigations:

Cancer therapy;
SAD- Energy Amplifier

Machine development:

Upgrade of the Phasotron and its beam channels;
Design of external injection in the Phasotron.

OPERATION OF PHASOTRON (hours)
03.02-29.04.2003

Medicine	667
DUBTO	357
Energy Amplifier (SAD)	65
Nuclear Spectroscopy (YASNAPP)	111
Machine development	198
MUON	238
TOTAL ACTUAL TIME IN 2003	1805
PLANED TIME IN 2003	2370

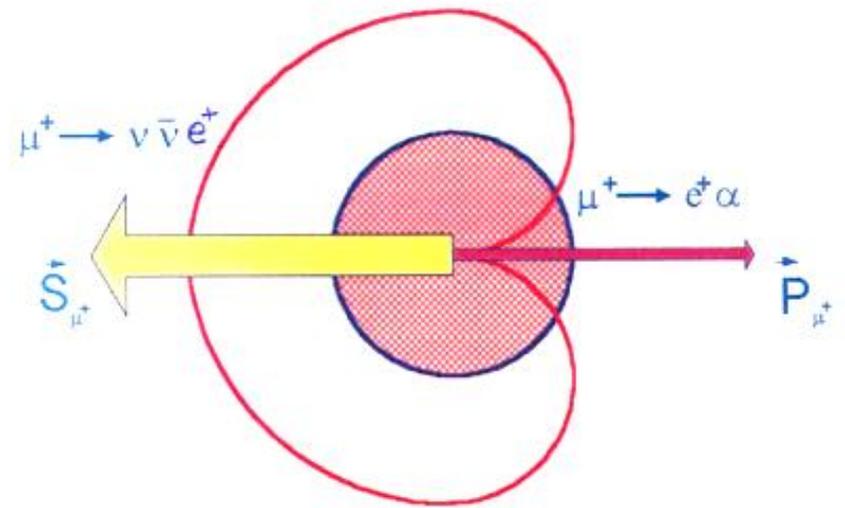
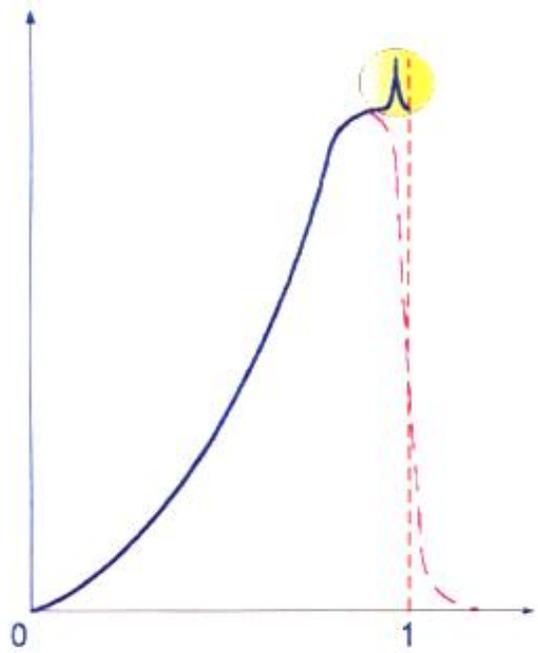

$$\mu \rightarrow e + \alpha$$

F.Welczek, Phys.Rev., 1982, 49,1549.

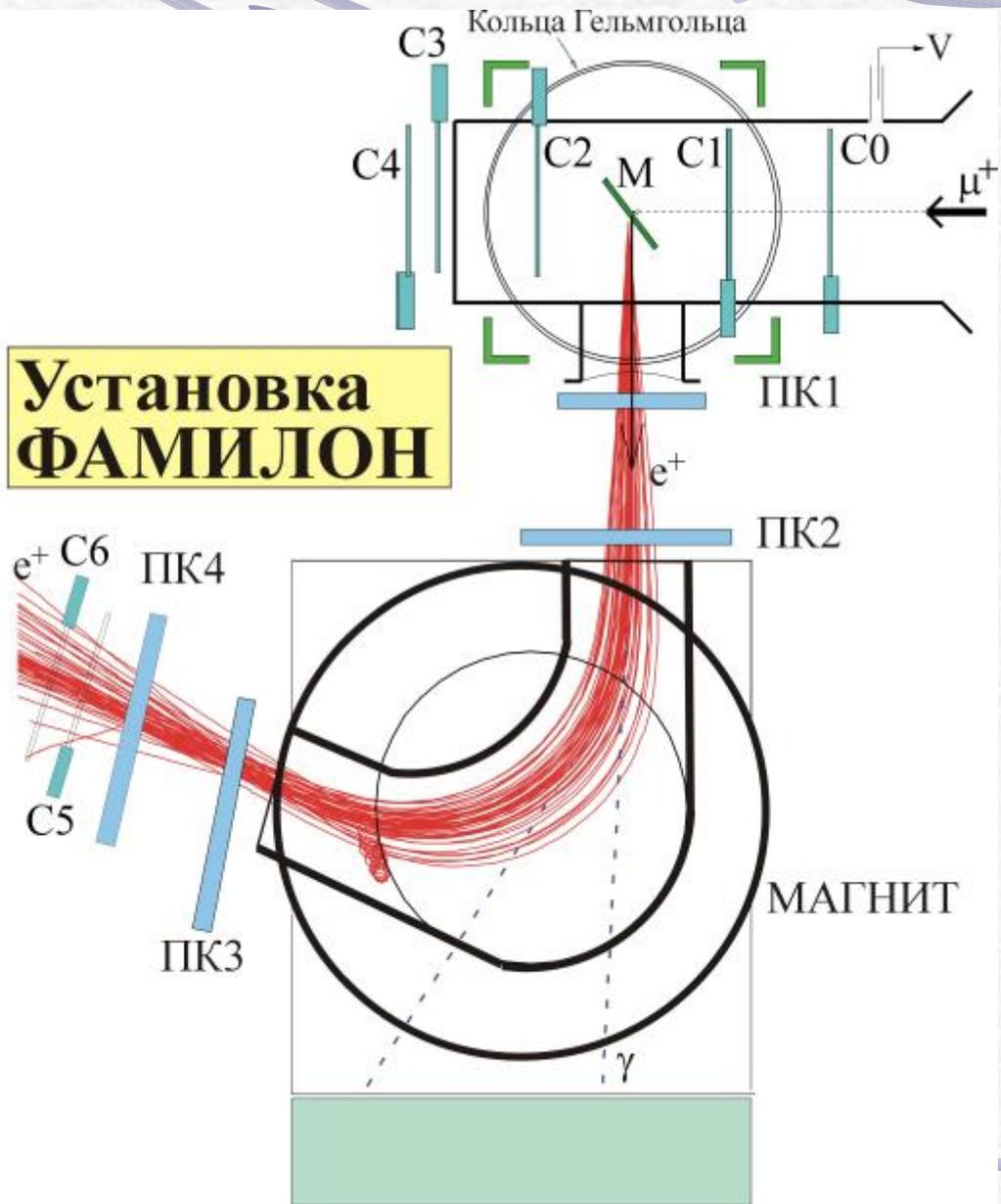
G.Gelmini, S.Nussinov, T.Yanagida, Nucl.Phys.,
1983, B219, 31.

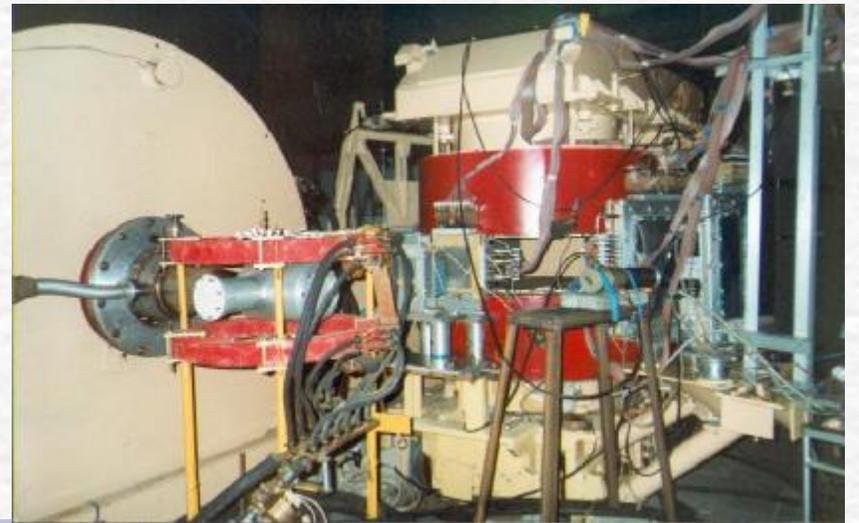
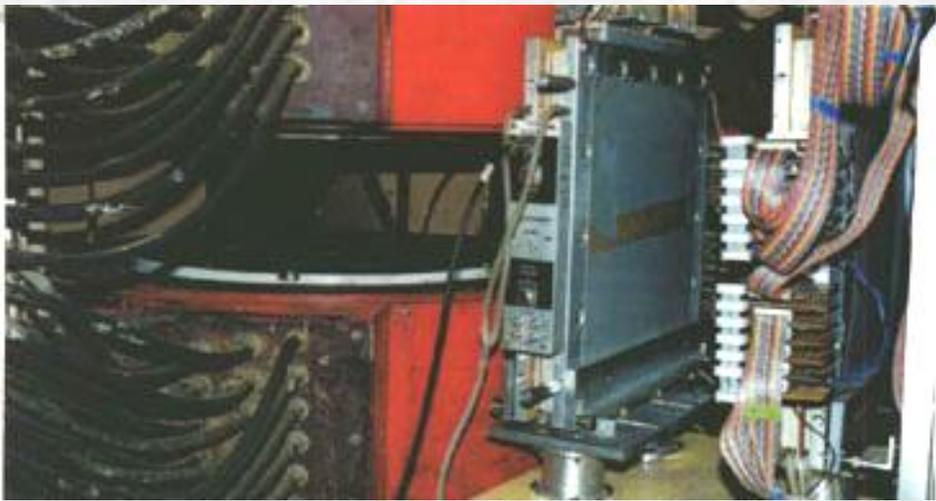
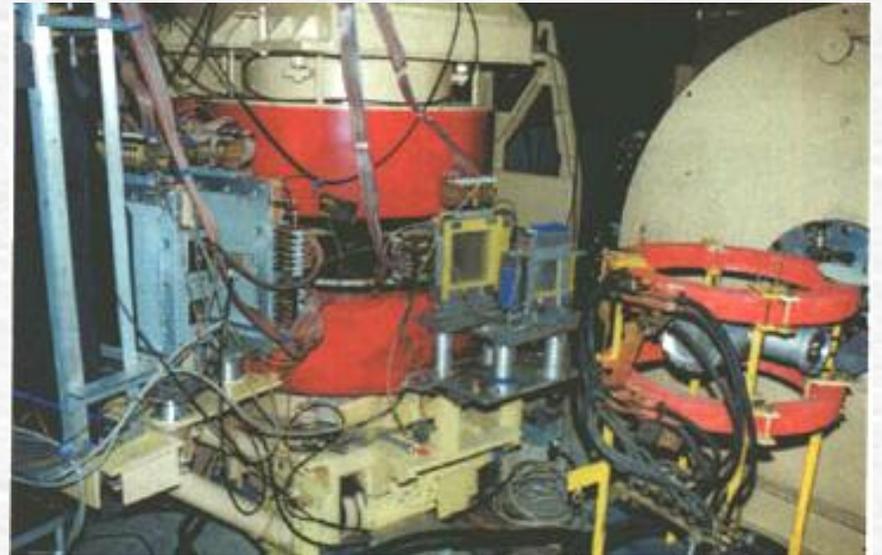
A.Anselm, N.Uraltsev, 1983, ZhETF, 84, 1961.

$$s \textcircled{R} d + a \quad m \textcircled{R} e + a \quad n_H \textcircled{R} n_L + a$$

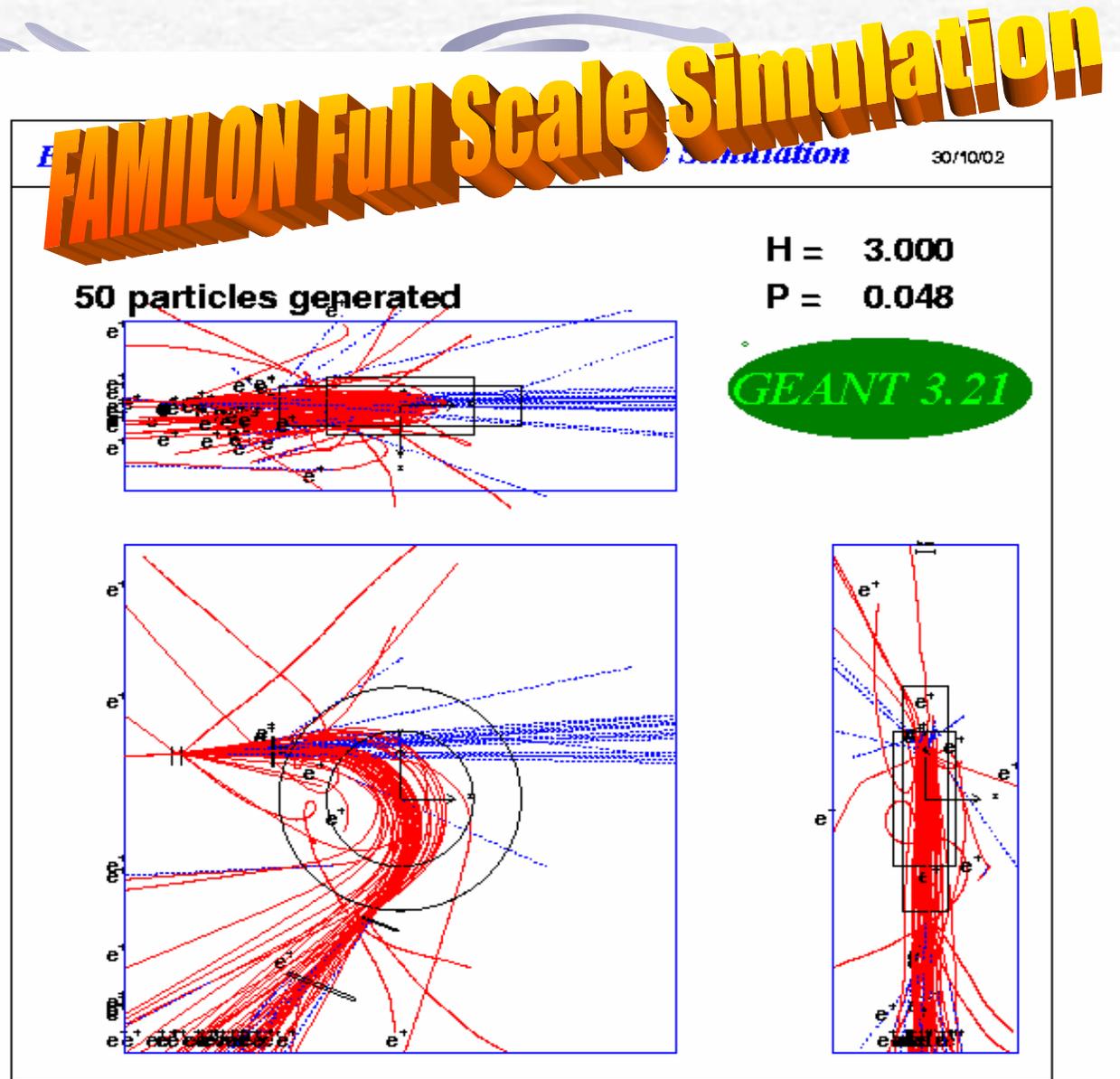
Установка ФАМИЛОН





The aims of simulation procedure were:

1. Optimization of the geometry arrangement of the set-up elements.
2. Analysis of the action of the density substances along the positron trace.
3. Evaluation of the positron momentum measurement precision.
4. Calculation of the positron detection efficiency.



FAMILON: Angle measurement precision

defines the distance between blocks of prop. chambers behind magnet.

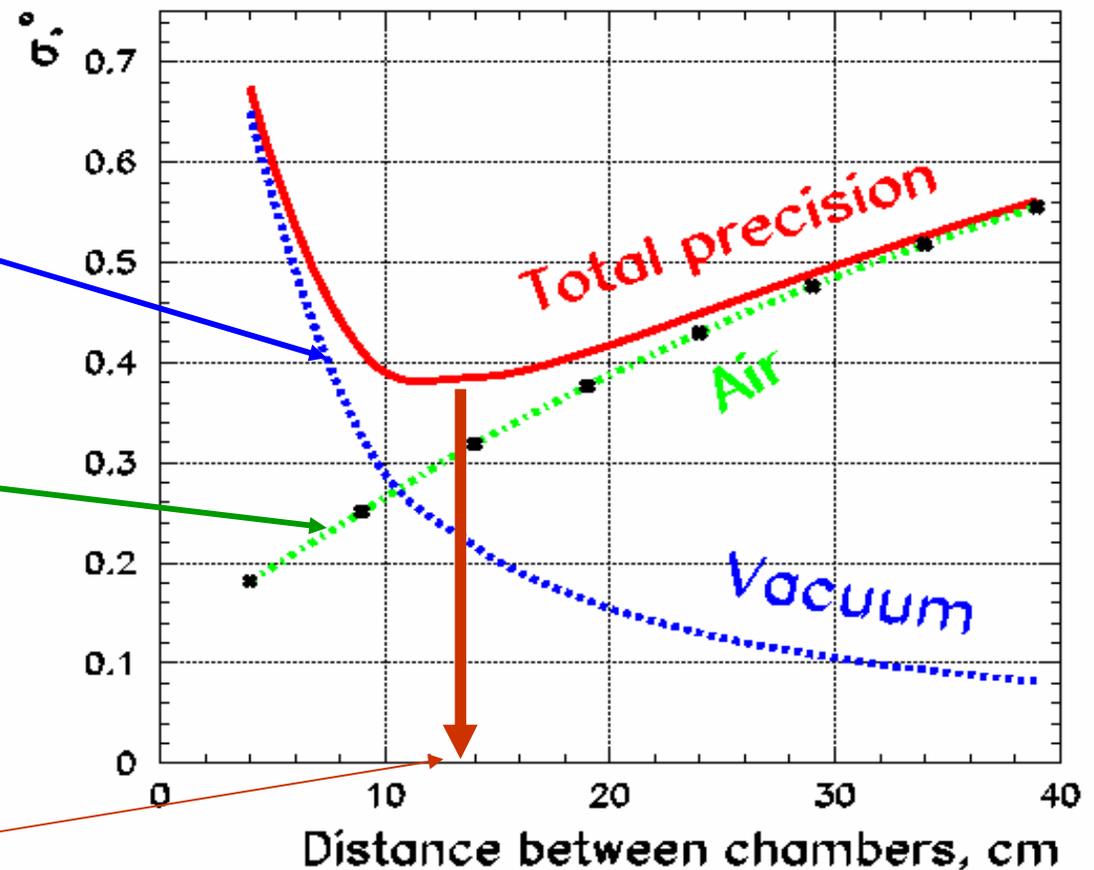
Two factors must be taken into account:

1. Errors in measuring of coordinates due to discrete disposition of sensitive wires in proportional chambers.

2. Positron multiple scattering in air between the chamber samples.

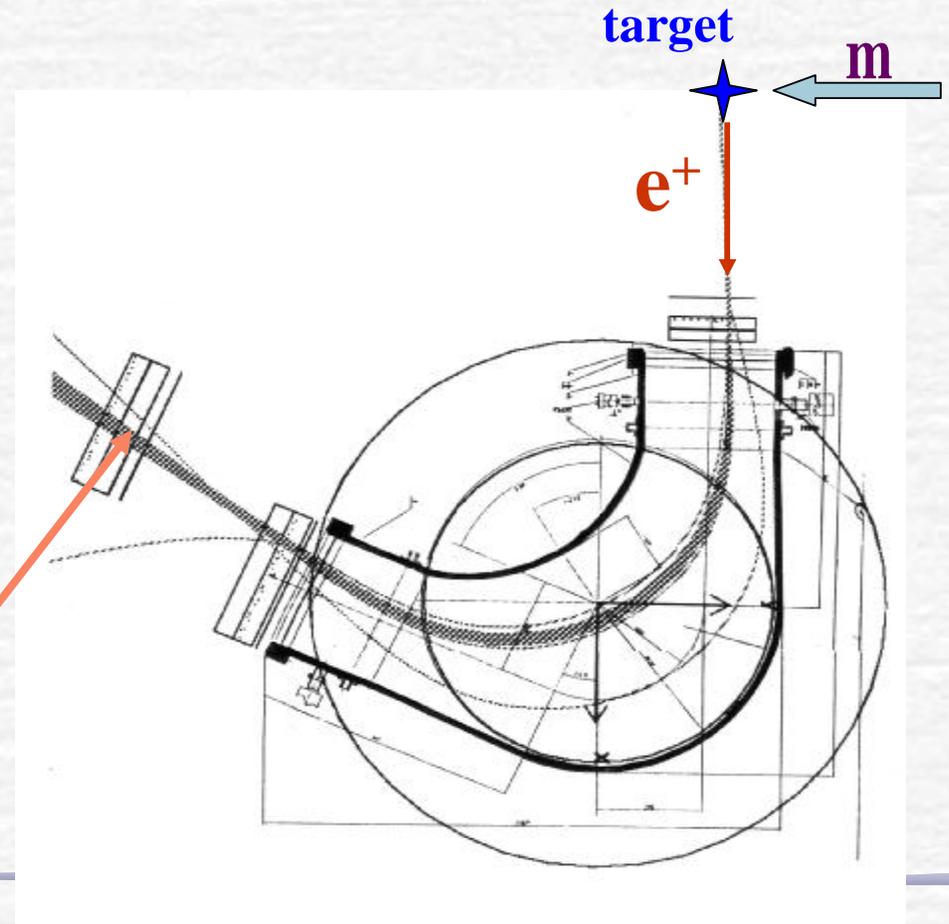
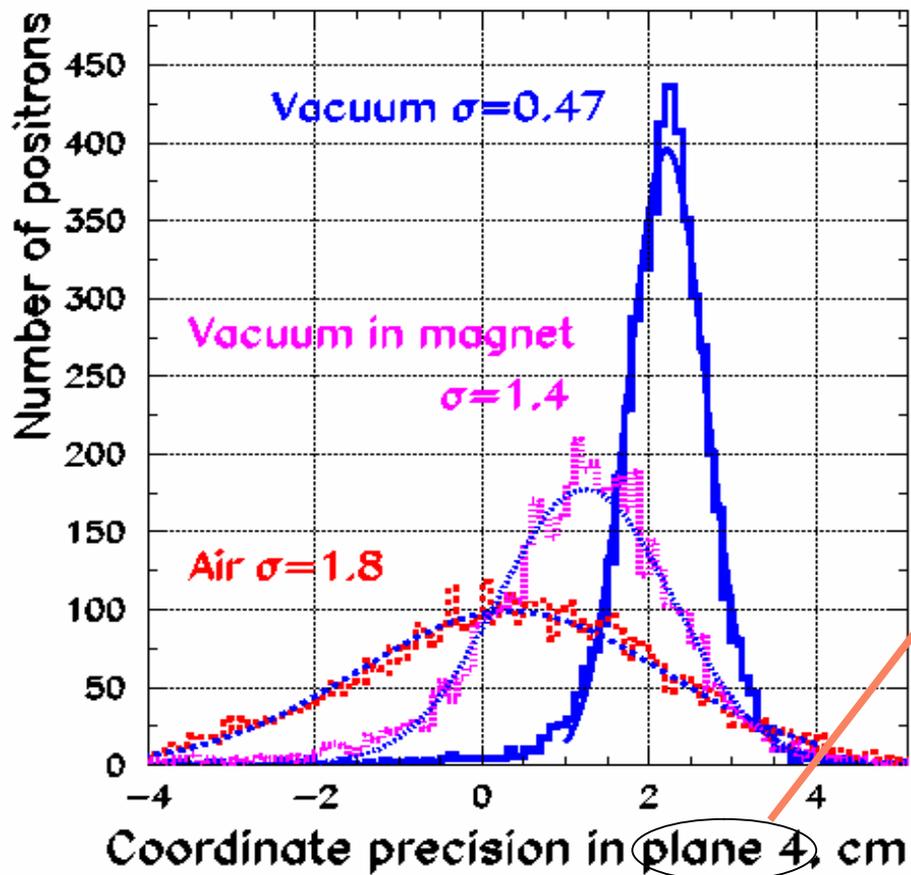
Both factors depends on distance between the samples.

Optimal distance is determined by the minimum of the total precision.



Coordinates measurement precision

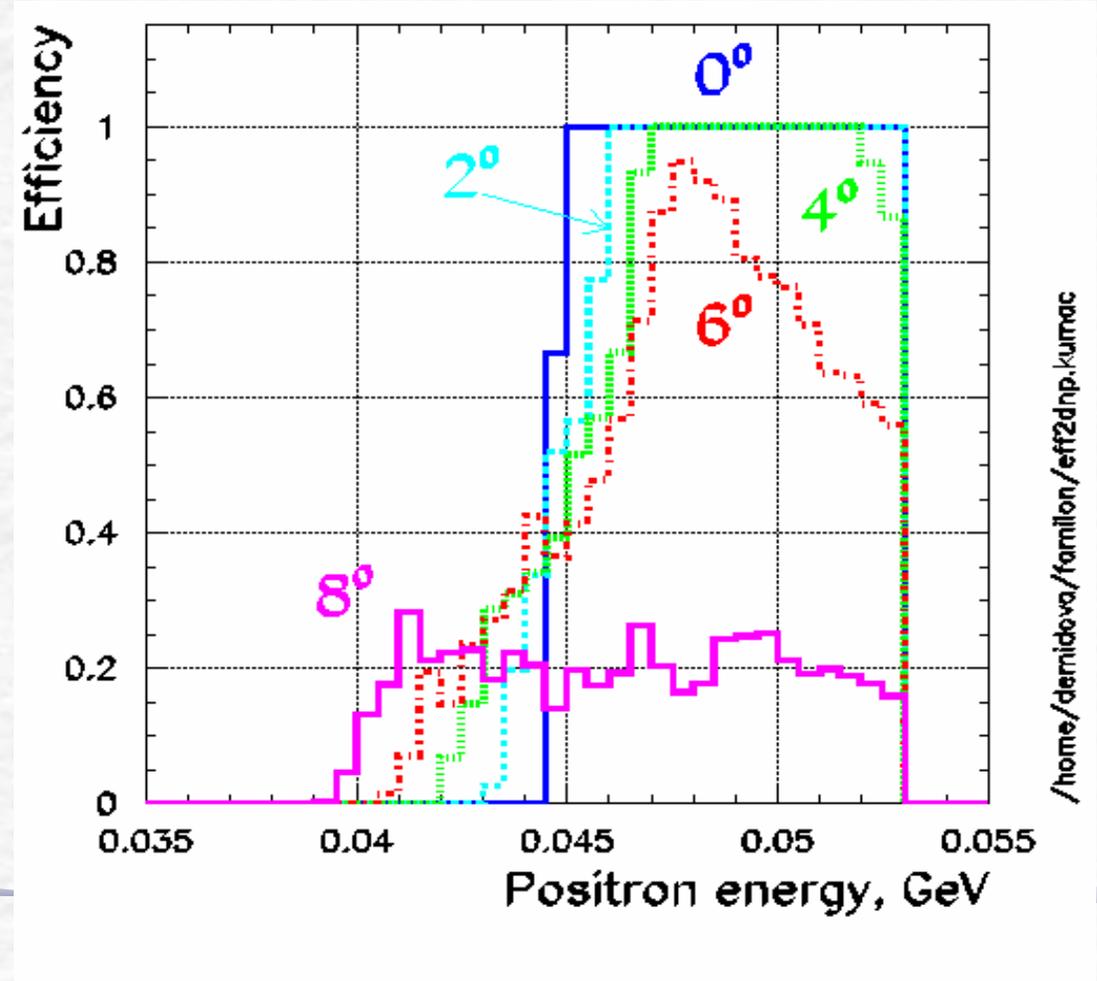
Momentum measurement precision is determined by coordinate precision



Motne Kario efficiency evaluation

Efficiency of positron registration ε depends on energy E and angle θ of positron $\varepsilon = F(E, \theta)$.

ε is defined by geometrical disposition of the magnetic spectrometer elements: size of the magnetic field region, scale and location of the proportional chambers and distance between the target and spectrometer.



Predicted relative precision S_p/P of the positron momentum measurement for different Sut-up modification.

1. Extreme precision (vacuum elsewhere) -	$5 \cdot 10^{-4}$
2. Maximal precision for the available design of proportional chambers (vacuum + 3 plane of the) -	$2.5 \cdot 10^{-3}$
3. Vacuum only in inside of the magnet -	$5 \cdot 10^{-3}$
4. Helium elsewhere -	$3 \cdot 10^{-3}$
5. Air elsewhere -	$9 \cdot 10^{-3}$
6. <i>Vacuum inside of the magnet, helium in the residual volume -</i>	<i>$2.6 \cdot 10^{-3}$</i>

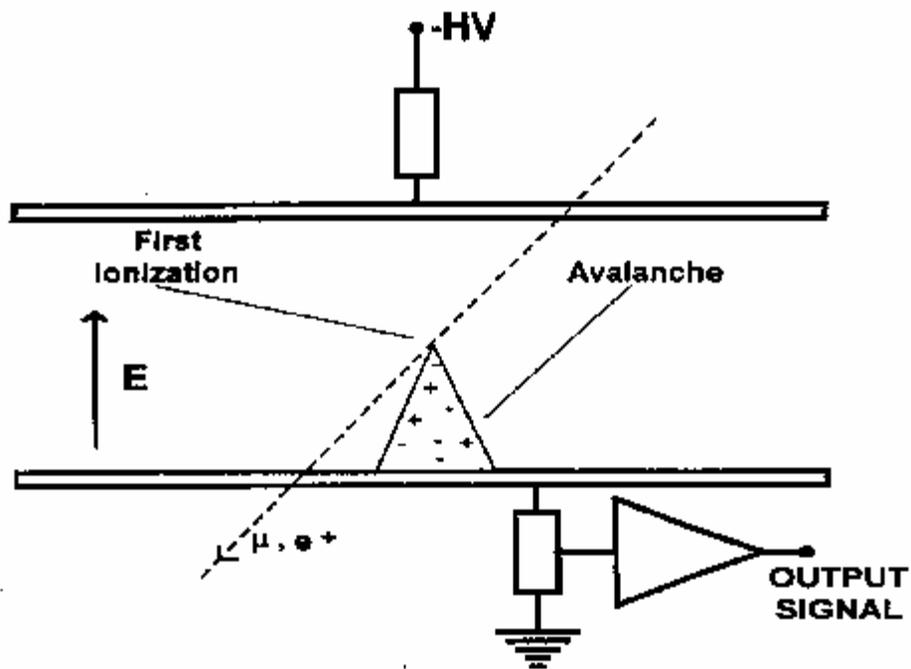


Figure 11: The Plane Parallel Chamber.

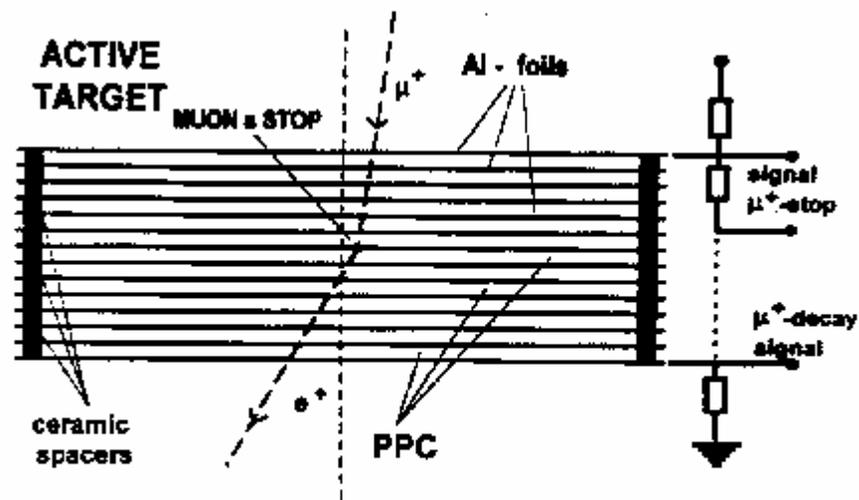
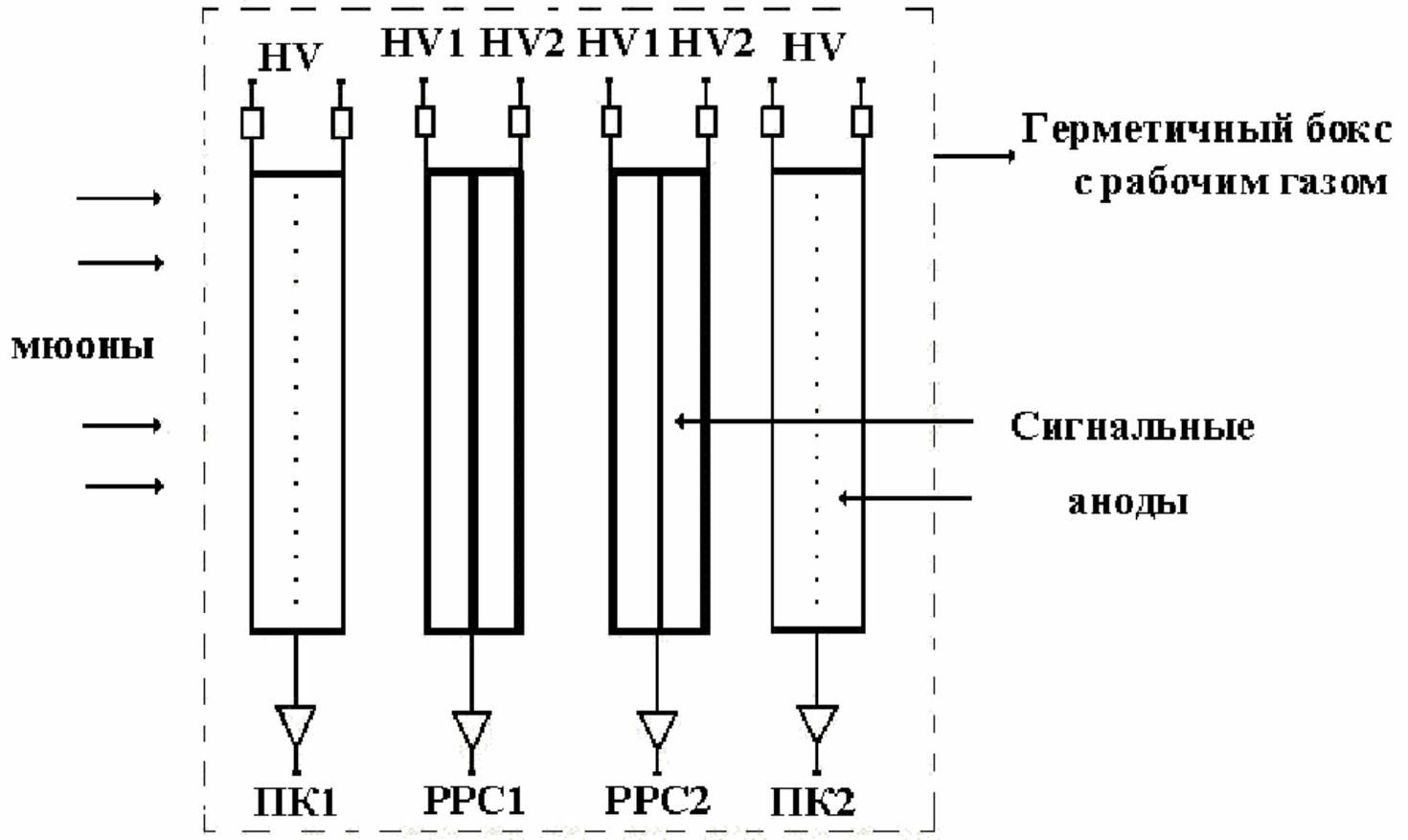
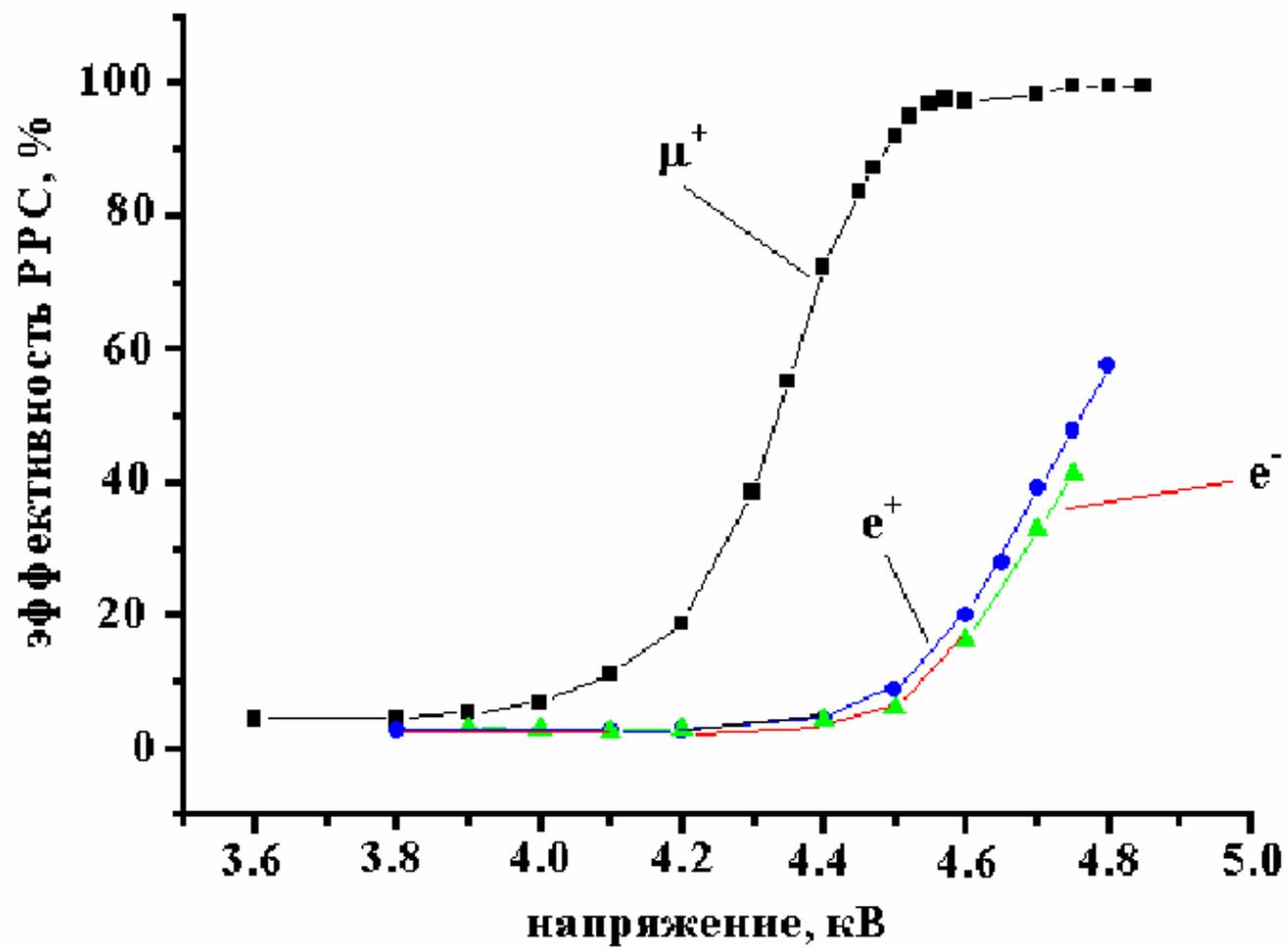
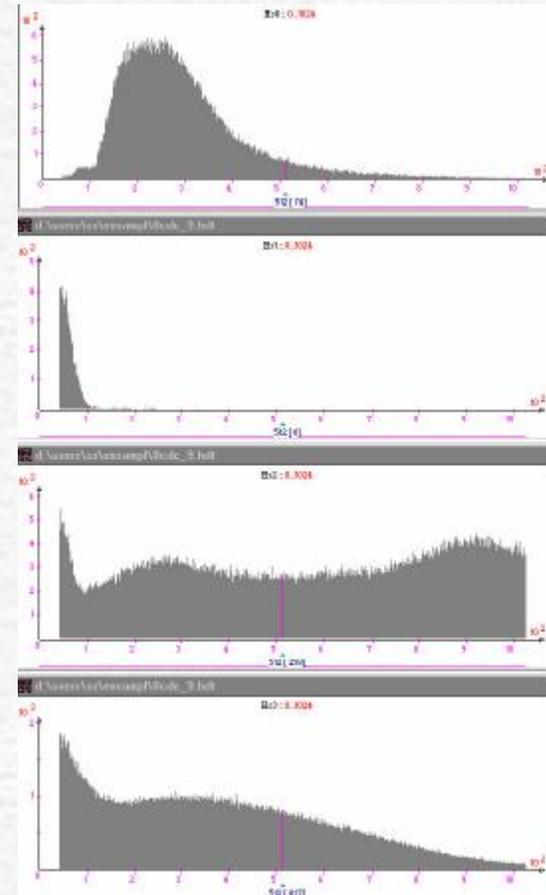
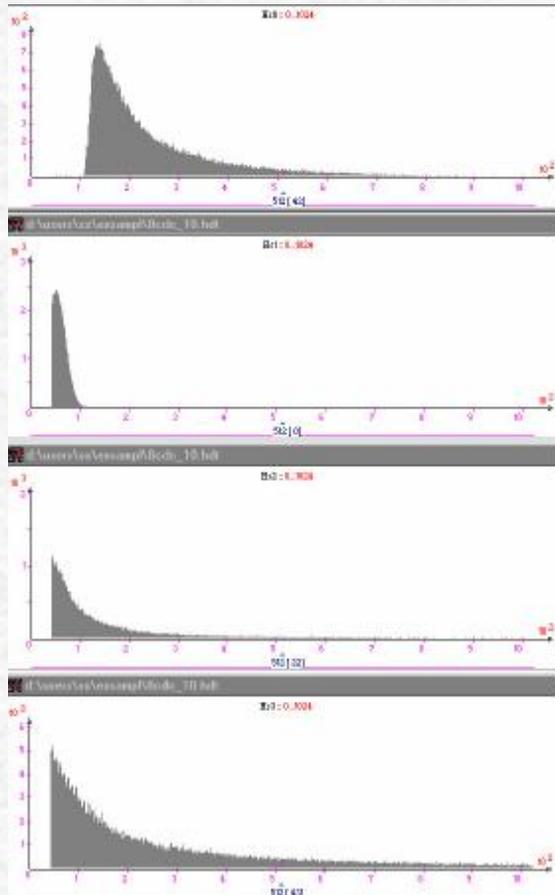


Figure 12: The Multi PPC structure as an Active target.

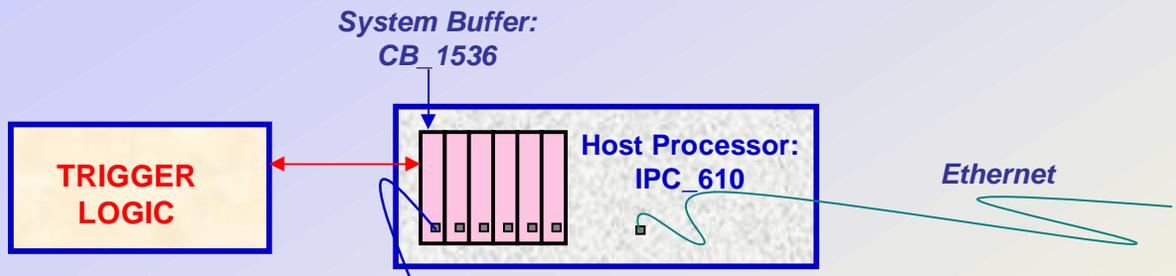






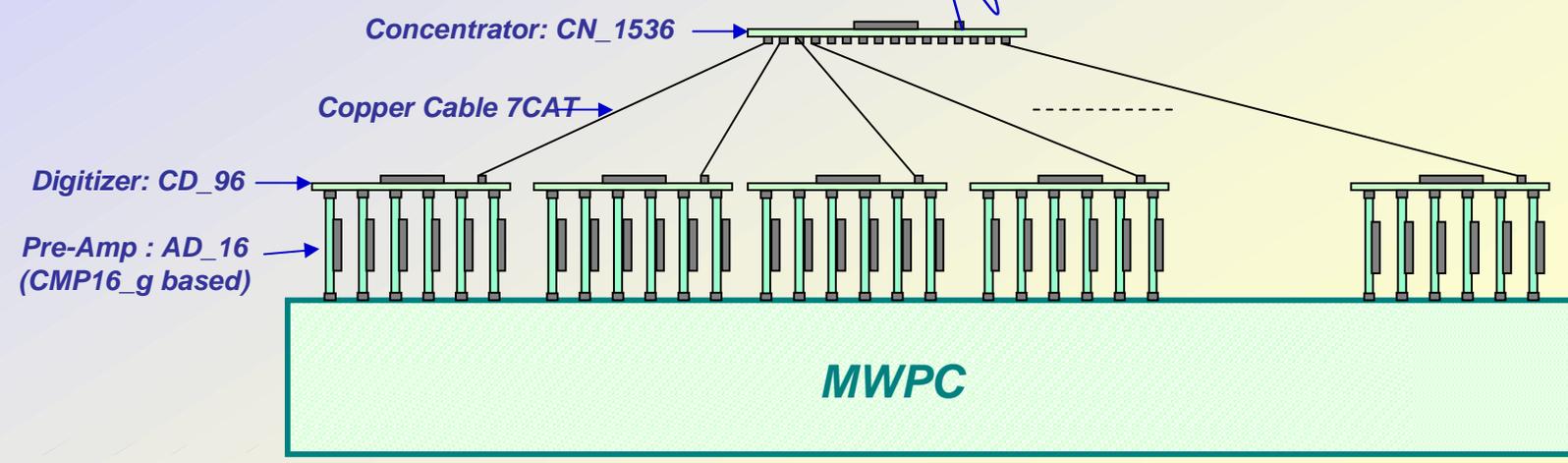
CROS3_PWC Архитектура

1000 Channel in 2005
Parameters:
Delay 10 – 1280 ns Gate
10 – 640 ns Trigger
Rate ~100KHz



Counting Room

Detector Area





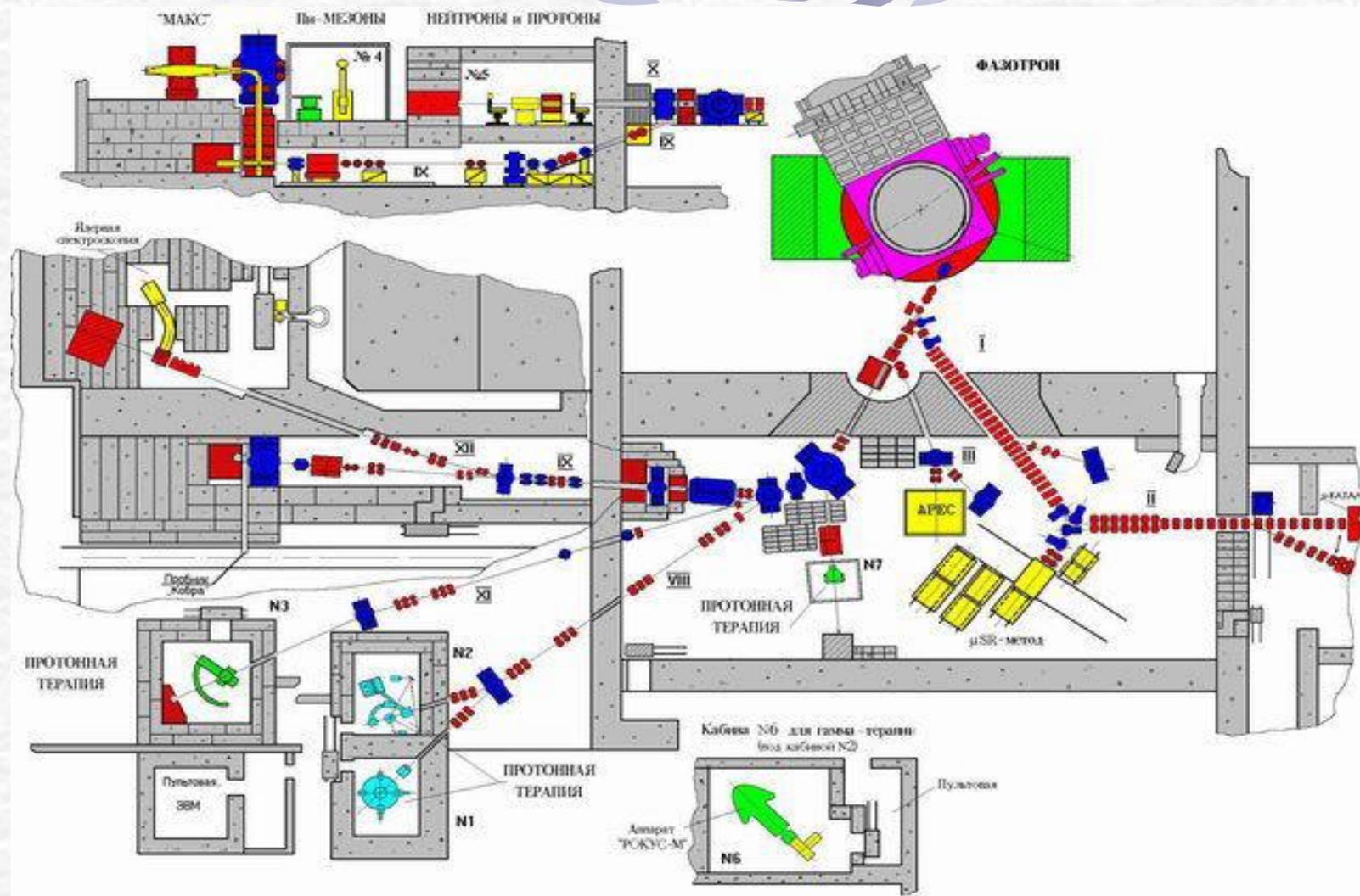


СХЕМА ПУЧКОВ ФАЗОТРОНА ЛЯВ ОНИИ

Планы по эксперименту ФАМИЛОН на 2006 год

- **Формулировка основных задач по проекту на 2006г.**
- **- Анализ результатов исследований и публикация результатов первого этапа эксперимента ФАМИЛОН на фазотроне ЛЯП ОИЯИ (2002-2005 гг.).**
- **- Проведение на синхроциклотрона ПИЯФ тестовых и физических измерений (в эксперименте по исследованию квазиупругого рассеяния протонов на ядрах) с использованием системы считывания информации CROS3.**
- **- Проведение на фазотроне ЛЯП ОИЯИ работ по восстановлению тракта поверхностных мюонов (ликвидация последствий аварии марта 2005 г.).**

μ SR - проекты

1. μ SR - исследования в ПИЯФ по программе В.П.Коптева (С.И.Воробьев)
2. Создание установки на пучке поверхностных мюонов фазотрона ЛЯП ОИЯИ для исследования магнетиков корреляционным μ SR - методом
3. Подготовка проекта по исследованию μ SR - методом производных аминокислот (совместно с НИИЯП БГУ и НИИФХ АНБ, Минск)
4. Участие в подготовке эксперимента по исследованию μ SR - методом магнитных феррожидкостей (совместно с ЛЯП ОИЯИ)

Корреляционный μ SR - метод

- Обычный мюонный эксперимент позволяет оценить среднее соотношение объемов доменов различных сортов по отношению амплитуд прецессии на различных частотах.
- Корреляционный мюонный эксперимент позволяет оценить дисперсию соотношения объемов доменов, вызванную статистическим разбросом размеров.
- В рамках определенной модели это позволяет определить размер доменов.

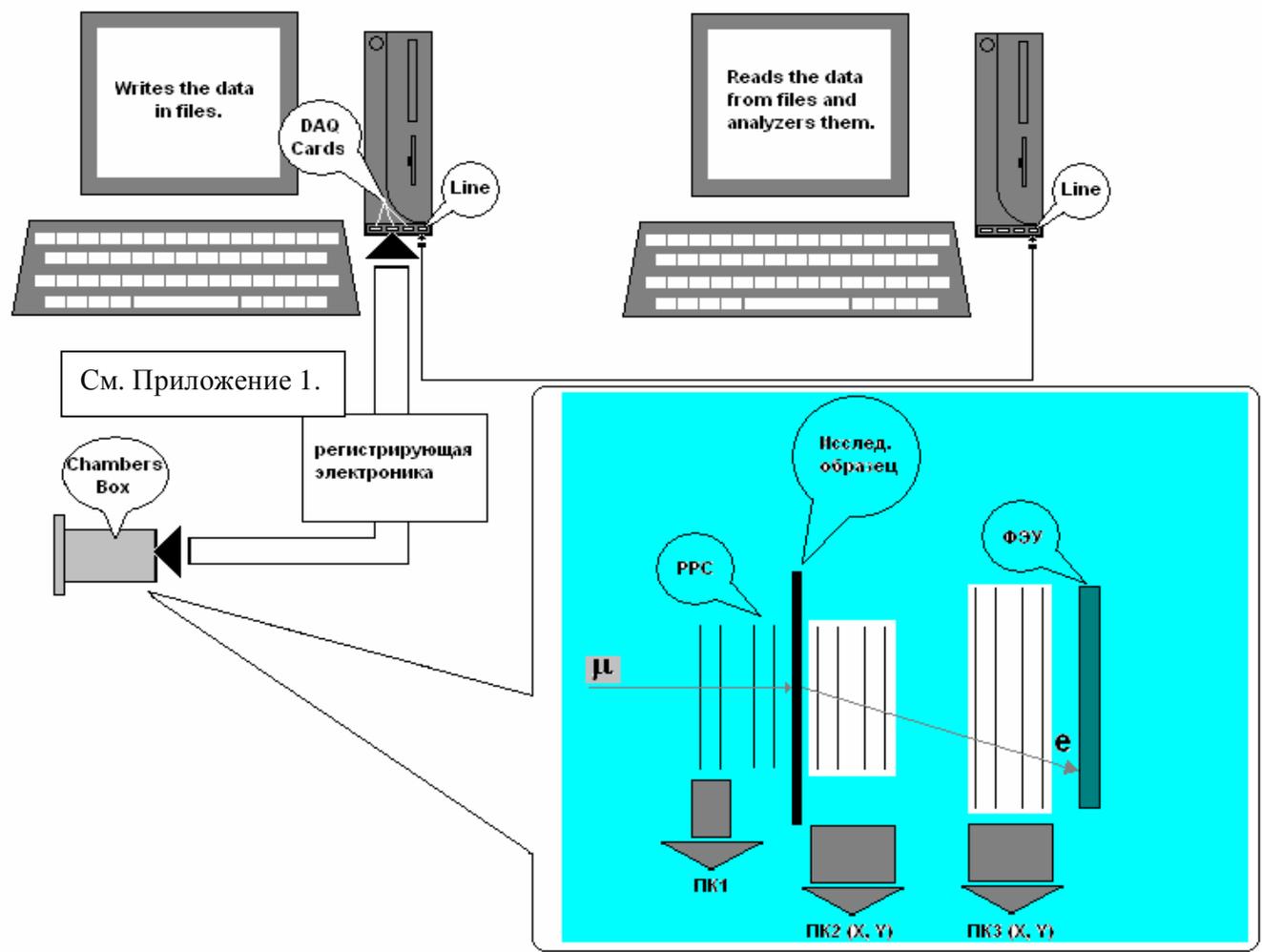


Рис.1. Схема постановки эксперимента.

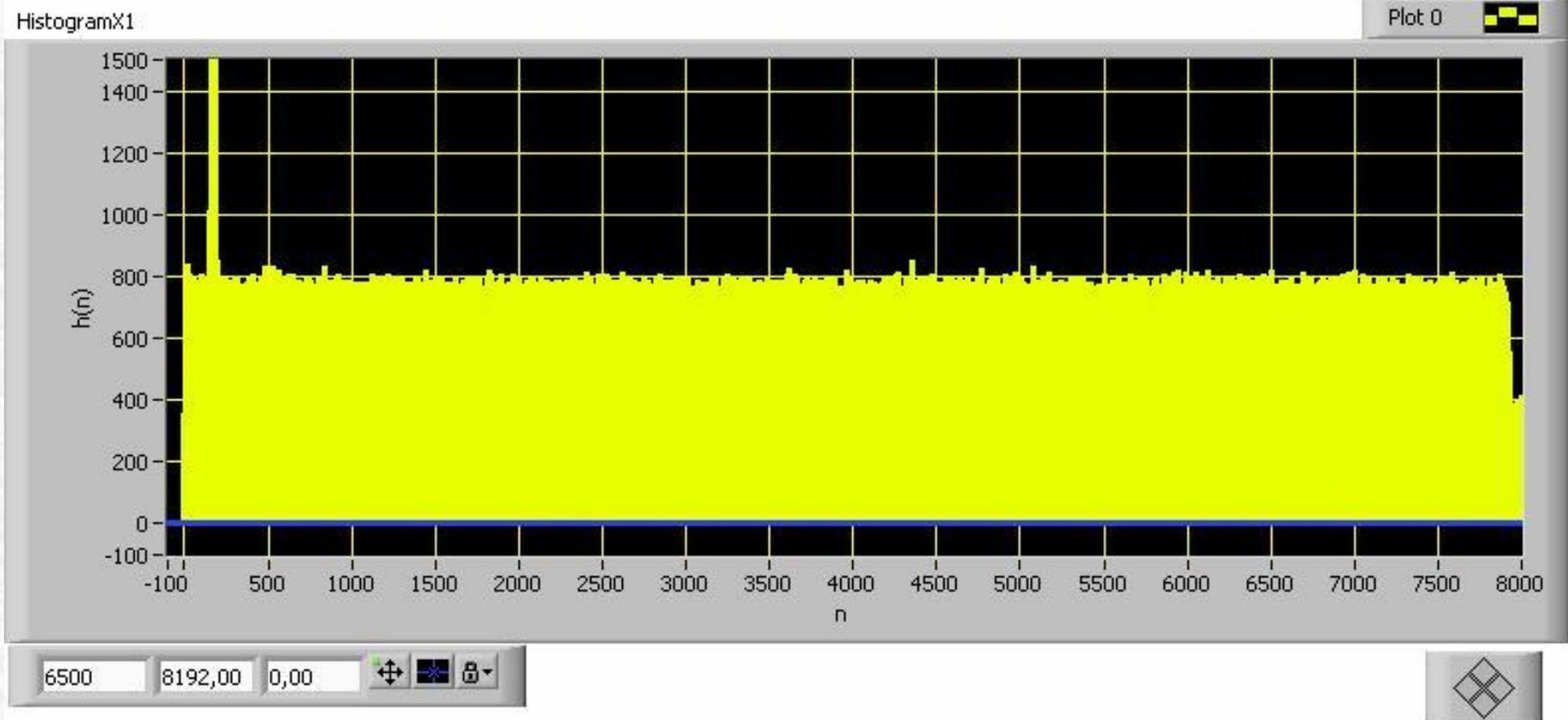


Рис. 8. Работа TDC (то же самое, что и рис. 7).

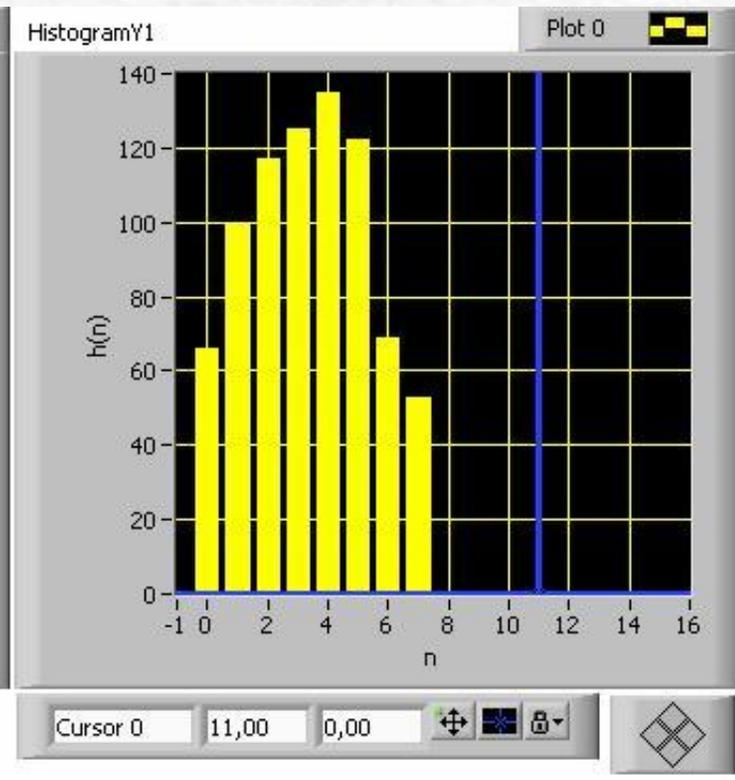
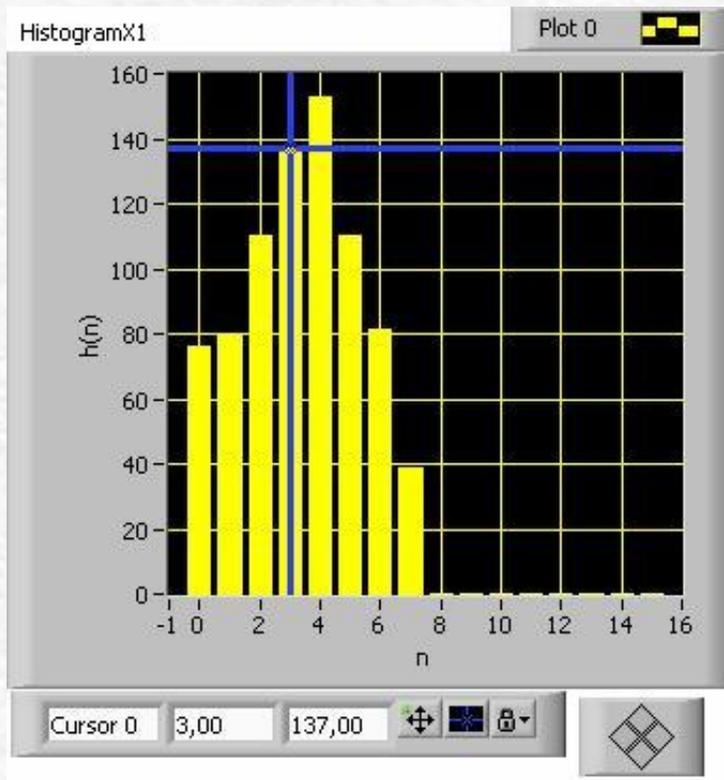
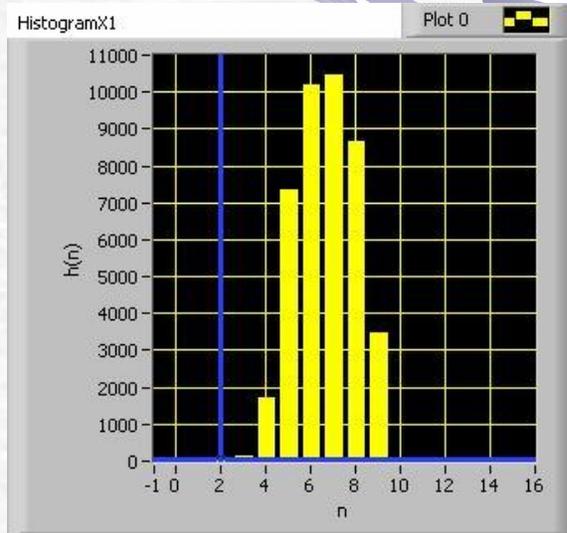
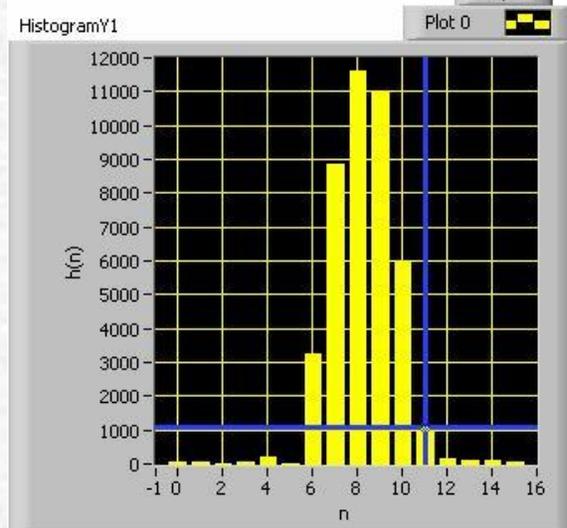


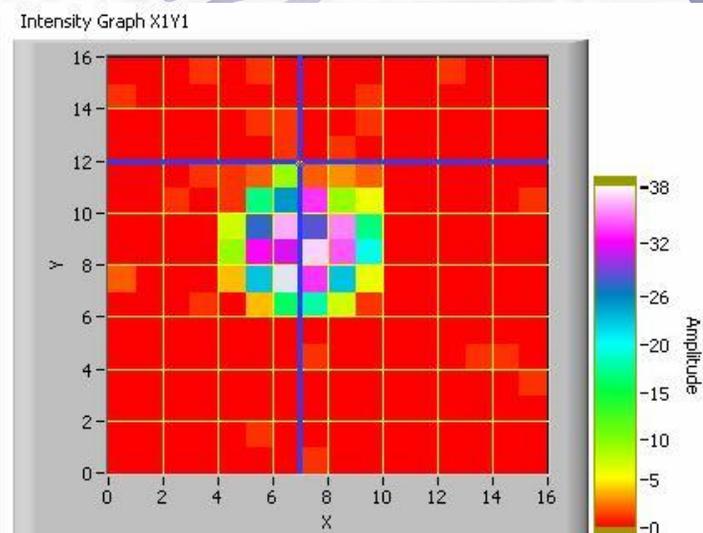
Рис. 10. Координатная система ПК2 (X1, Y1).



Cursor 0 2,00 63,00

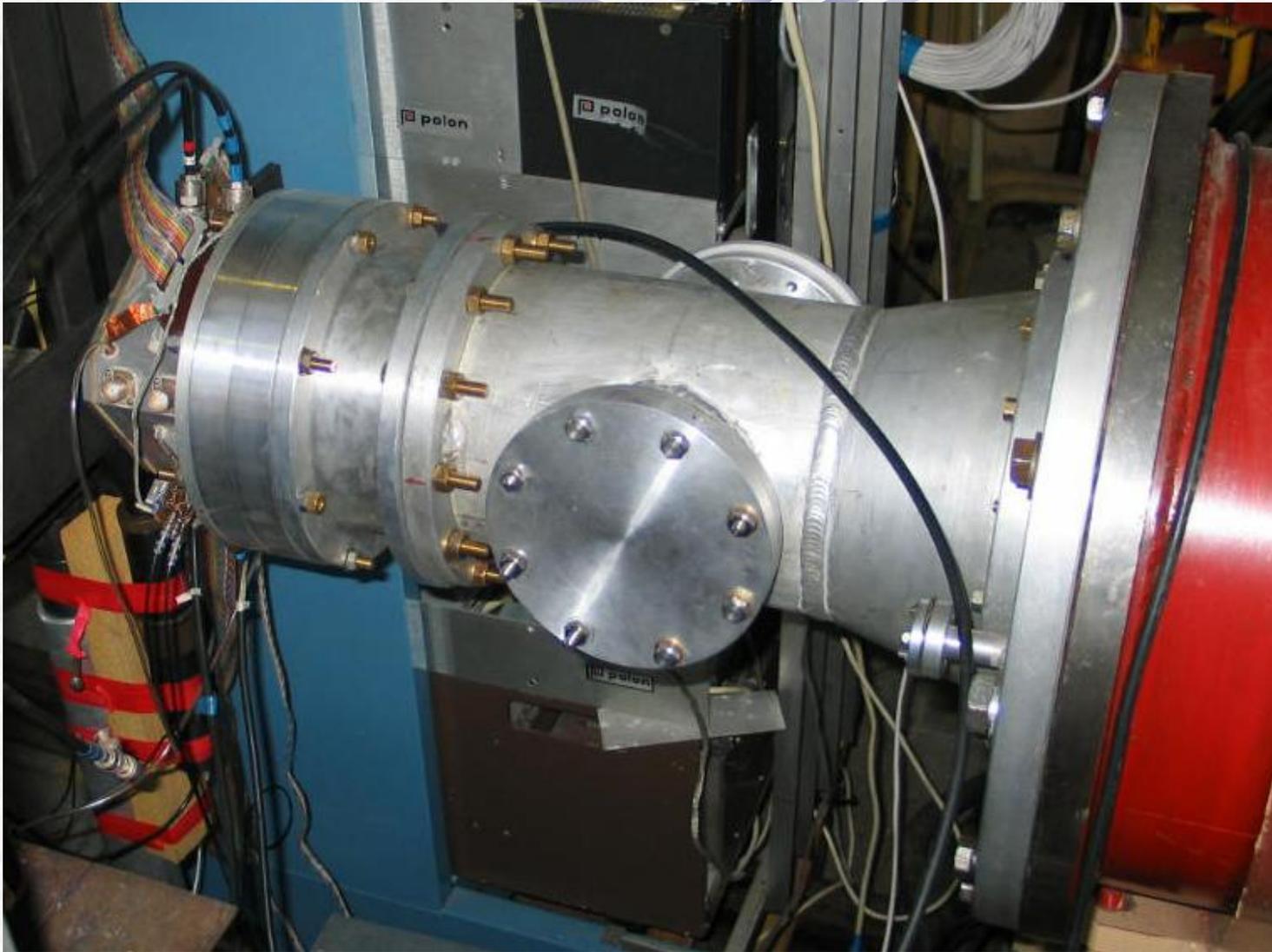


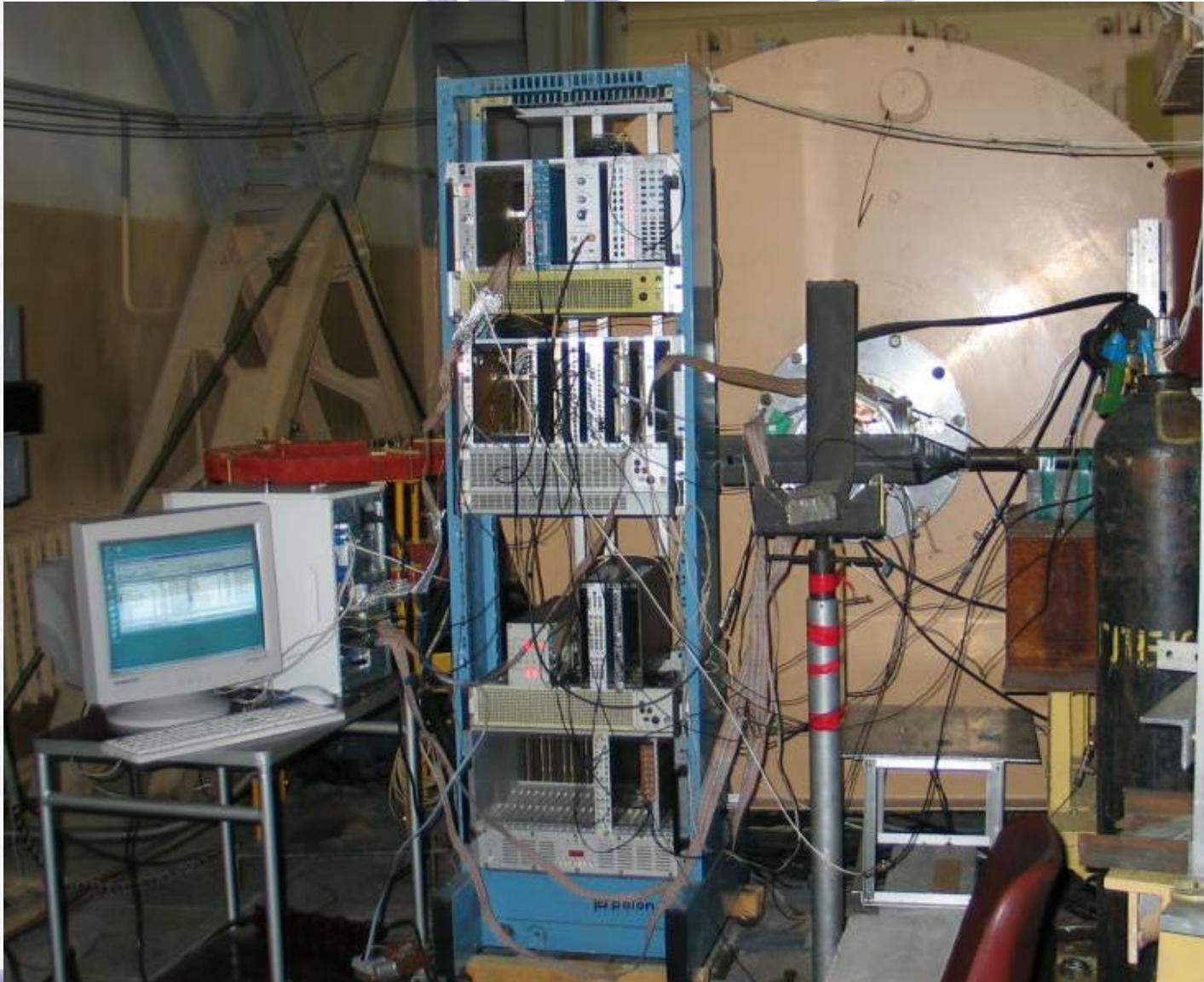
Cursor 0 11,00 1080,00



Cursor 0 7,00 12,00 0,00

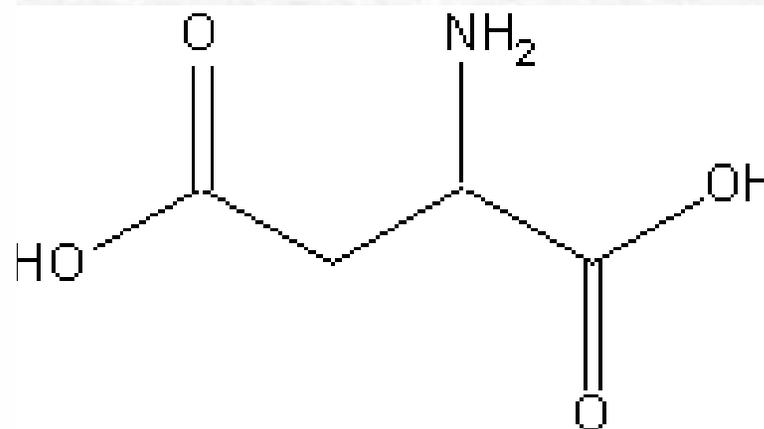
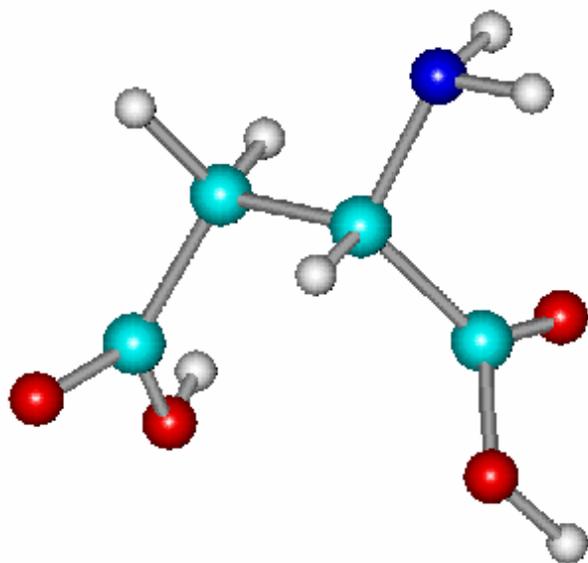
Рис. 11. Координатная система ПКЗ(X2, Y2).



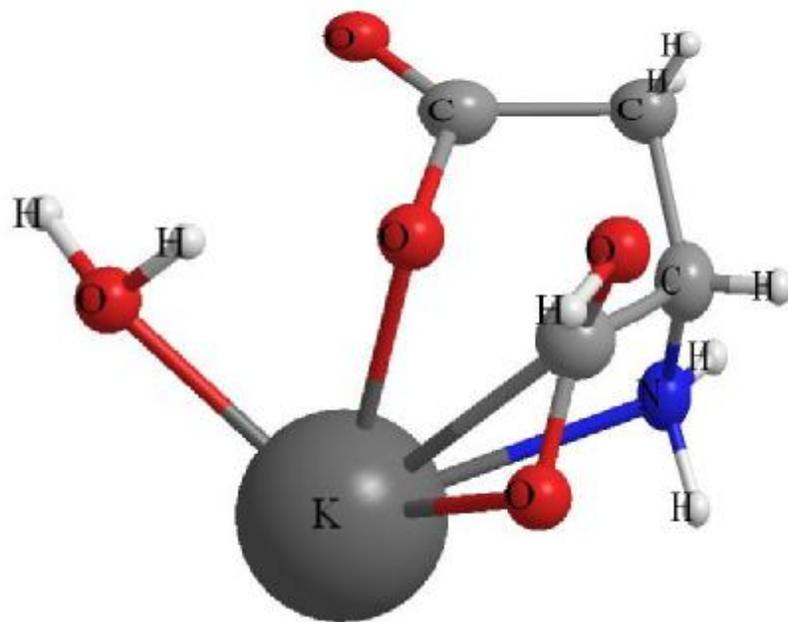
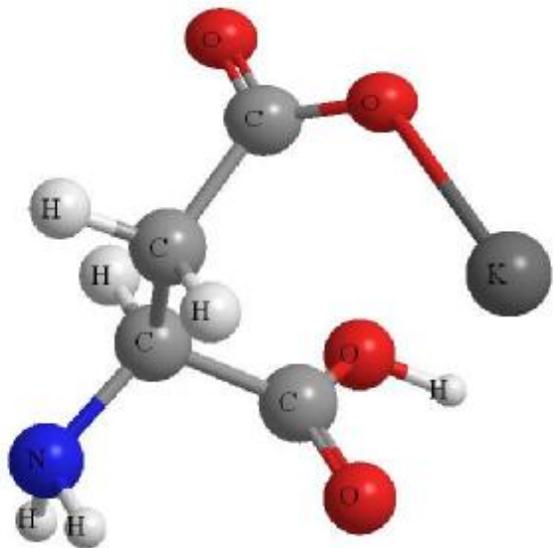


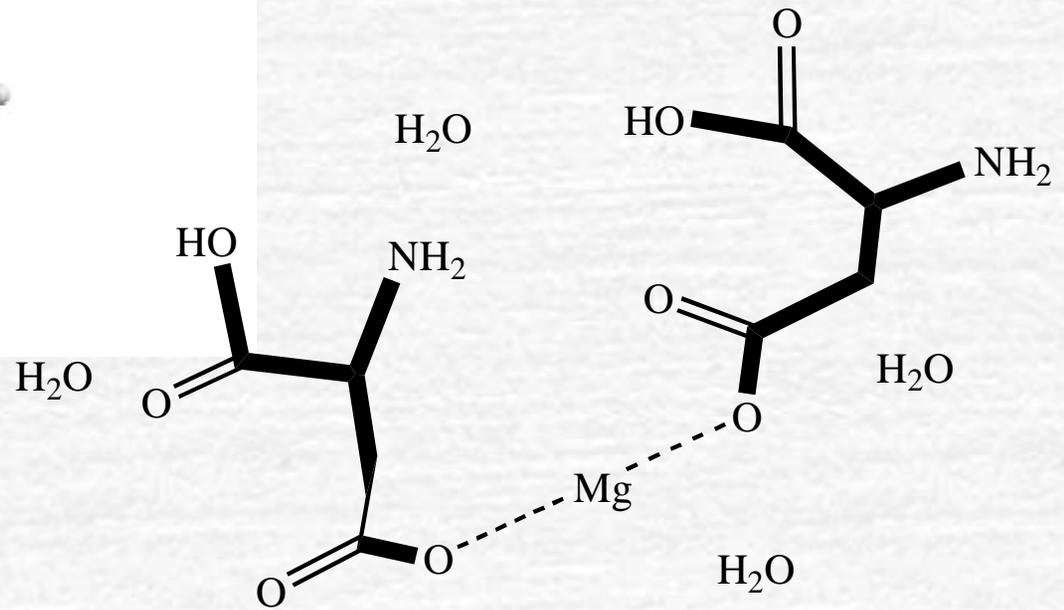
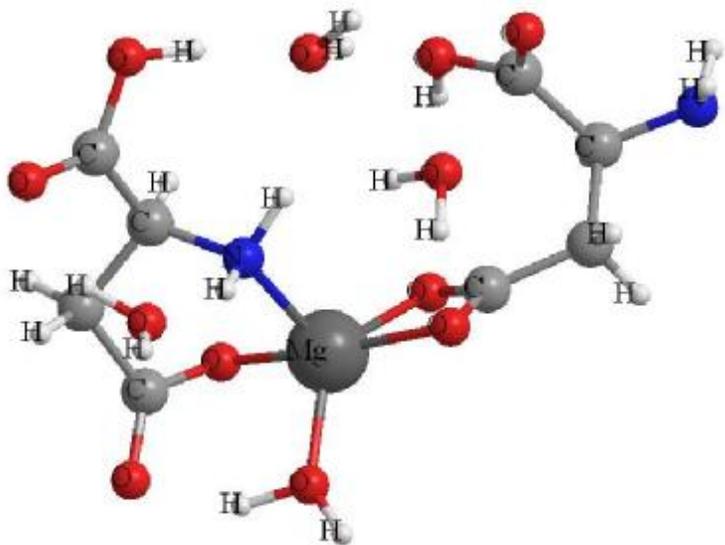
Исследование производных аминокислот μ SR - методом

- ☞ Целью данной работы является проведение
- ☞ μ SR – экспериментов и расчетов методами
- ☞ квантовой химии для оценки влияния свойств
- ☞ внешней среды (концентрация раствора,
- ☞ ионная сила раствора, кислотность) на
- ☞ структуру и состояние производных (солей)
- ☞ аминокислот.

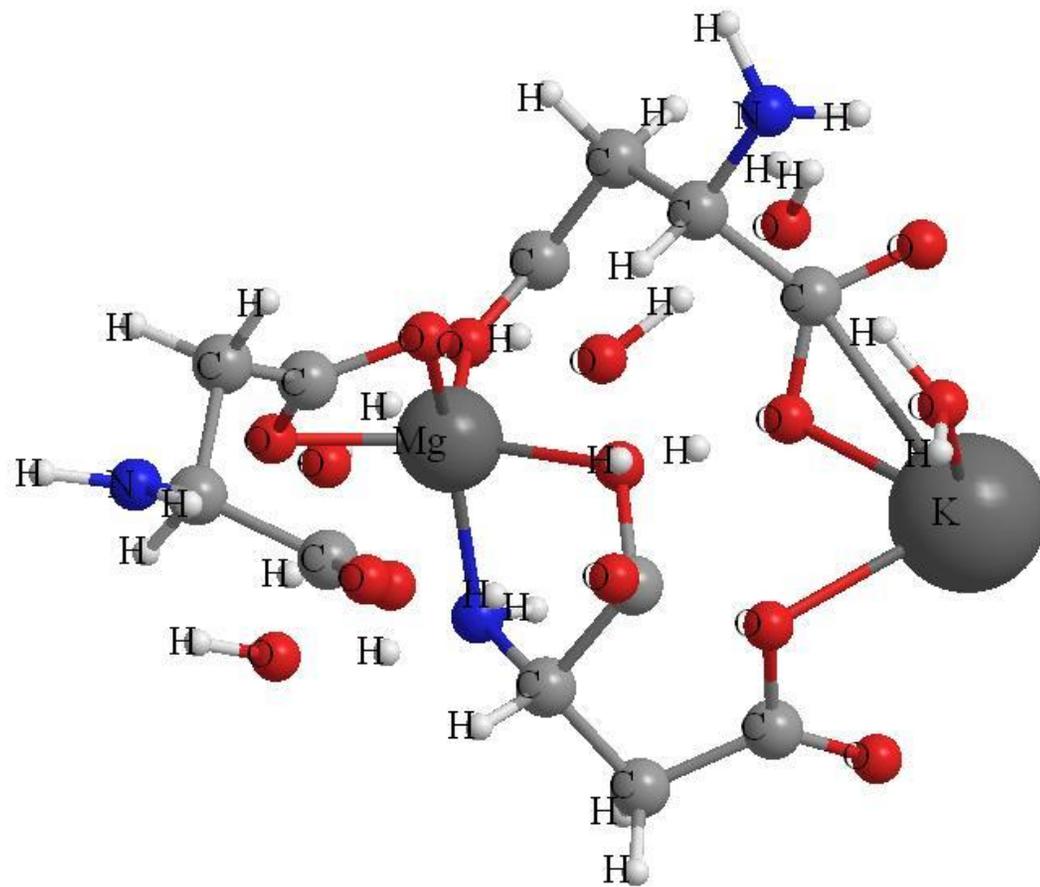


DL-аспарагиновая кислота повышает потребление кислорода и улучшает кровоснабжение сердца с пораженным миокардом. Специфическое свойство аспарагиновой кислоты - ее способность переносить катионы K^+ и Mg^{2+} во внутриклеточное пространство. Основное использование DL-аспарагиновой кислоты - получение на ее основе калиевой и магниевой солей для кардиологического средства "*Аспаркам*".

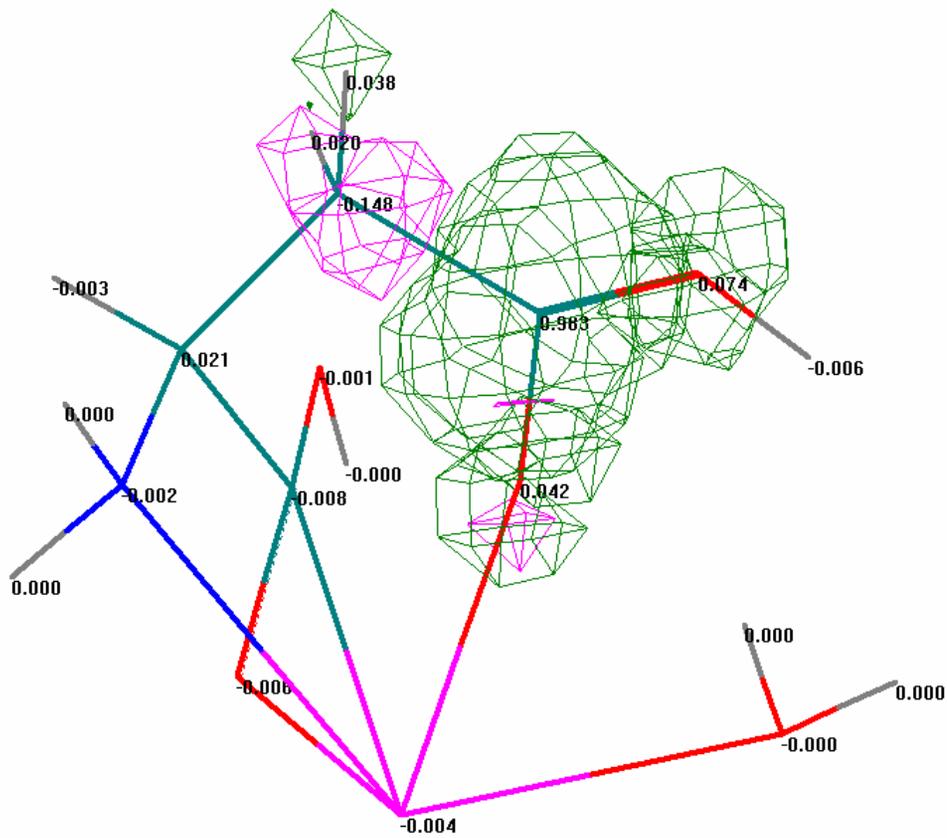
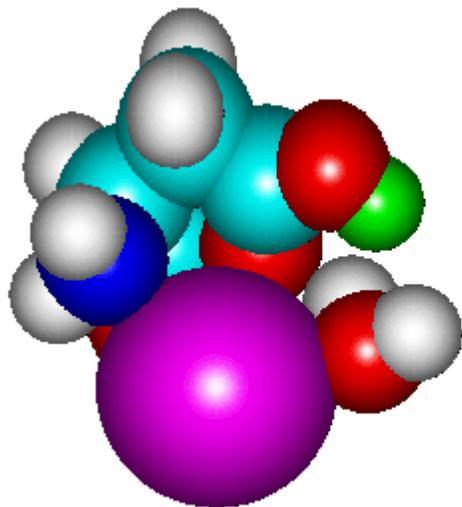




Диаспарагинат магния + 4 молекул H_2O (два остатка аспаргиновой кислоты + атом Mg + 4 молекул H_2O)



Аспаркам – К, Mg Аспарагинат + 5 молекул H_2O (три остатка аспаргиновой кислоты + атом К + атом Mg + 5 молекул H_2O)



Исследование феррожидкостей с наночастицами мюонным методом

Изучить возможность применения положительных мюонов для

- Измерения магнитного поля внутри нанокластеров
- Исследования динамических особенностей магнетизма наночастиц
- Изучения особенности феррожидкостей с различными наполнителями (Me-Fe₂O₄, Me - Mg, Zn, Co, ...)

Основная преграда – сложность выделения сигнала от мюонов в кластерах

Состав

Магнитный материал

(или что-то иное)

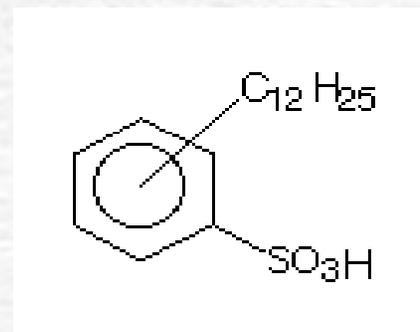
+

Dodecyl
benzenesulphonic
acid

+

Растворитель

(вода, спирт, ...)



Coctab

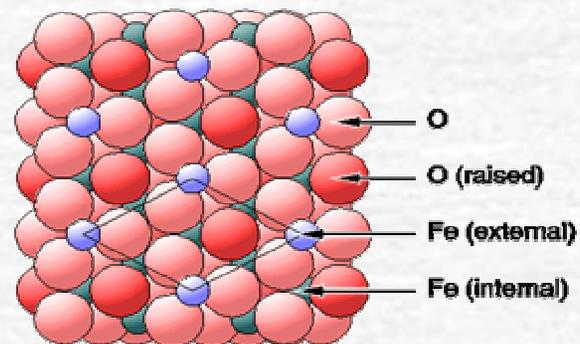
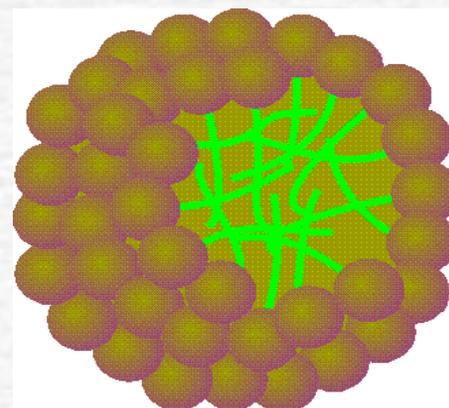
Dodecyl benzenesulphonic acid

Molecular Mass 326 g/mol Physical Characteristics Viscous brownish liquid, mp: 10°C, bp: 315°C.

Soluble in water, alcohol, ether.

Current Uses Antistatic agent, emulsifier.

Applications General use.





- 120 K – переход «метал-изолятор»
- E.J.W. Verwey - Nature 144, 327(1939) – упорядочивание Fe^{3+} и Fe^{2+} в различных В-позициях
- P.W.Anderson – волны зарядовой плотности

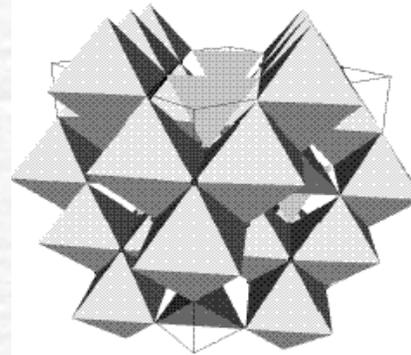
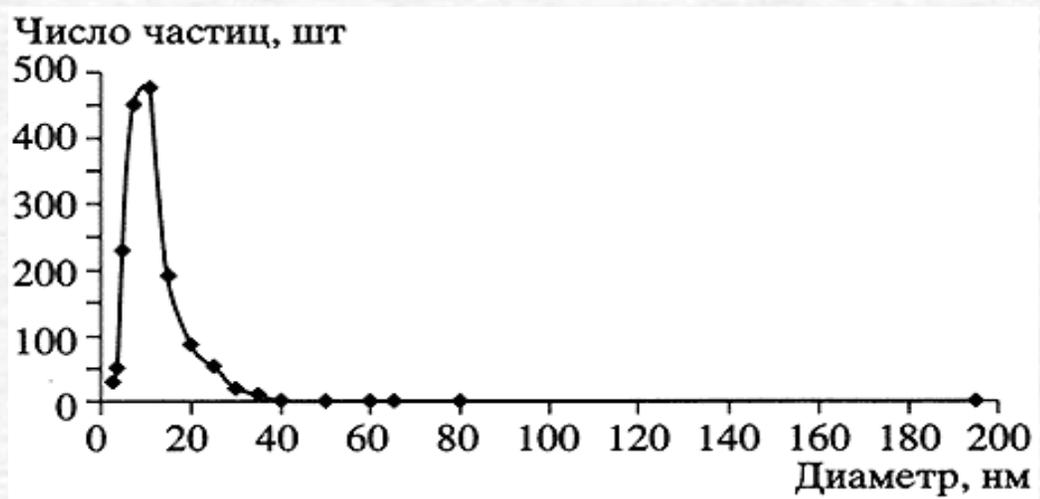
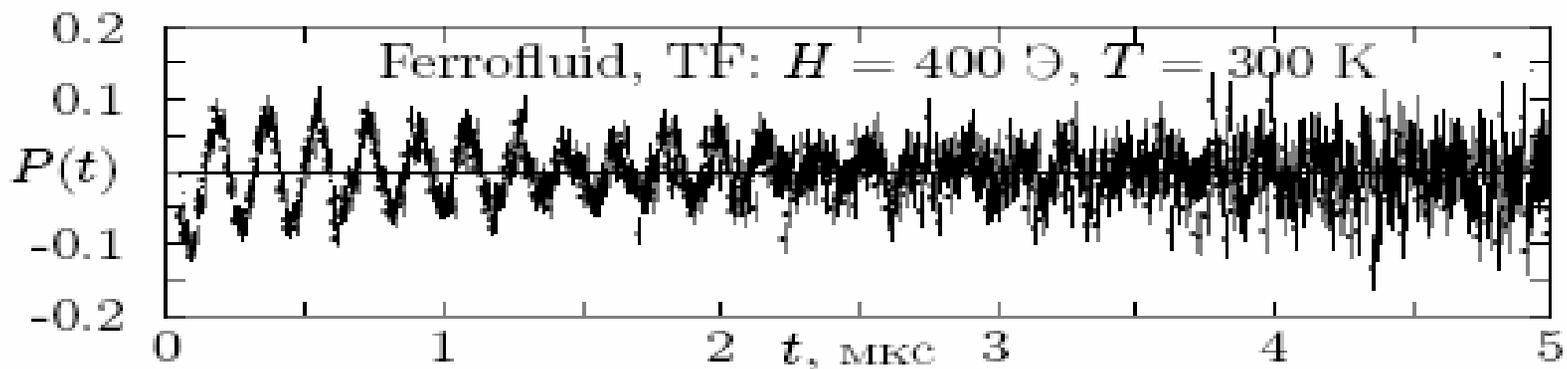
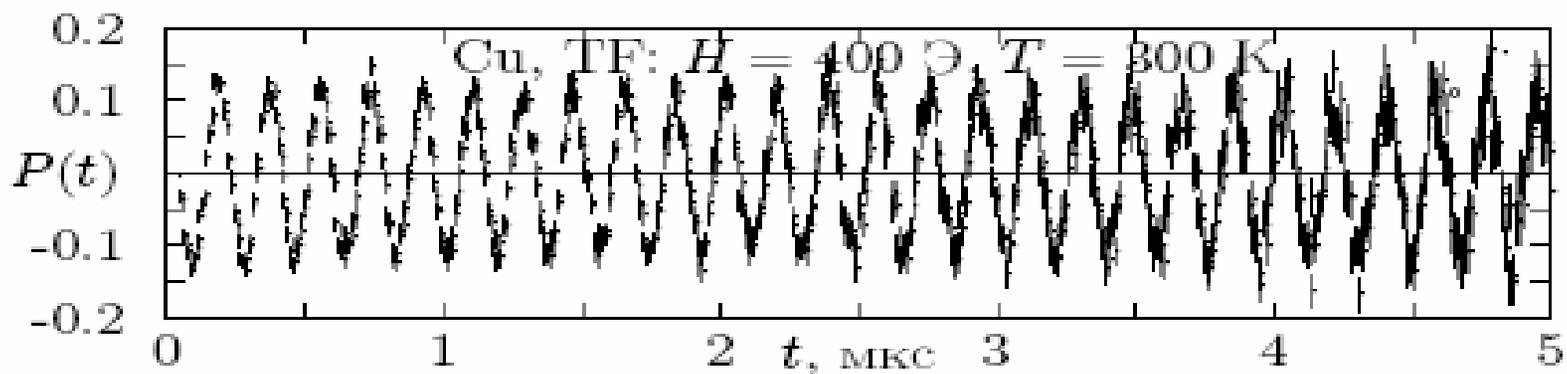


Figure 1: Three-dimensional view of the spinel crystal structure. The A-site cations are bonded with four anions, forming isolated tetrahedral. The B-site cations are bonded with six anions, forming chains of edge-sharing octahedra. The prototypical spinel is MgAl_2O_4 , a well-known red gemstone with a cubic crystal structure.

Распределение по размерам кластеров



Предварительное измерение в PSI



Предварительное измерение в PSI

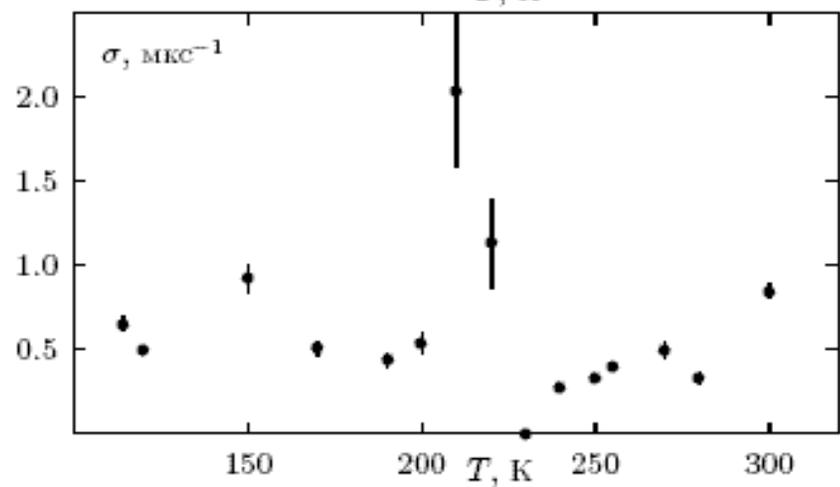
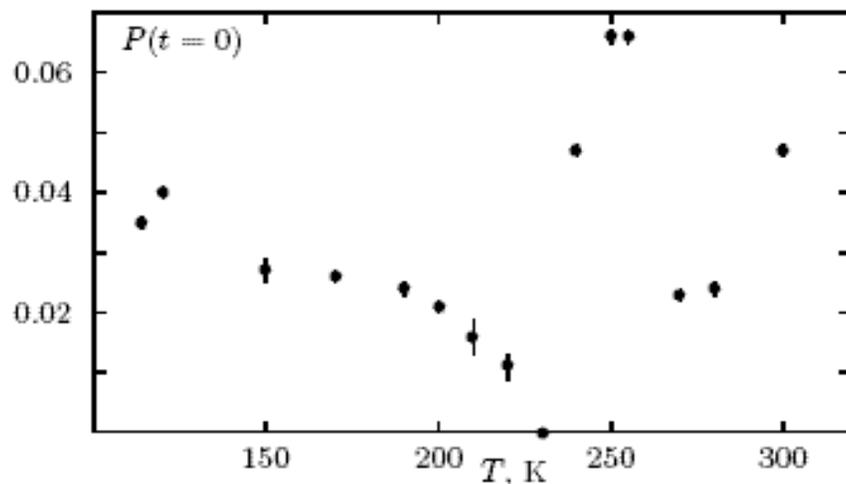
- При увеличении магнитного поля от 100 до 700 Гс происходит увеличение скорости релаксации от 0,3 до 0,8 мкс⁻¹
- Сдвиг частоты – «суперпарамагнетизм»



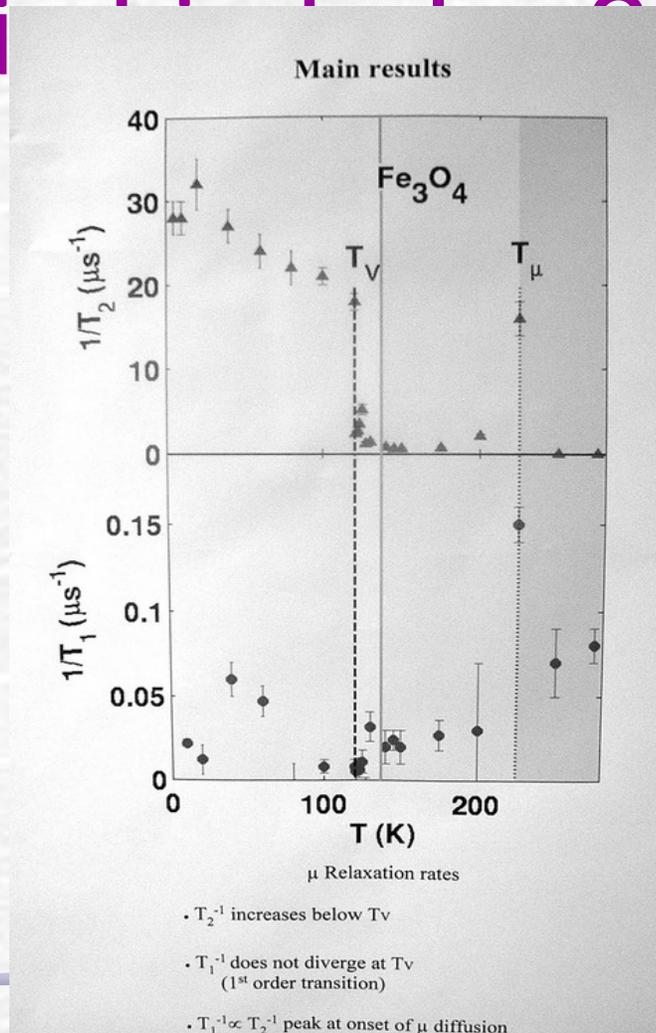
Вещество

- раствор нанодисперсного магнетита Fe_3O_4 в дейтерированной воде, стабилизированного додецилбензолсульфанатовой кислотой ($\text{Fe}_3\text{O}_4/2\text{DBS}/\text{D}_2\text{O}$) с объемной концентрацией магнитных частиц 4.7%.
- средний диаметр частиц $d = 118.9 \text{ \AA}$ со стандартным отклонением $\sigma = 6.7 \text{ \AA}$
- средний диаметр «ядра» из Fe_3O_4 $d = 50 \text{ \AA}$
- 0.244g Fe_3O_4 на 1 мл феррожидкости;
- 3 г ПАВ на 10 г Fe_3O_4

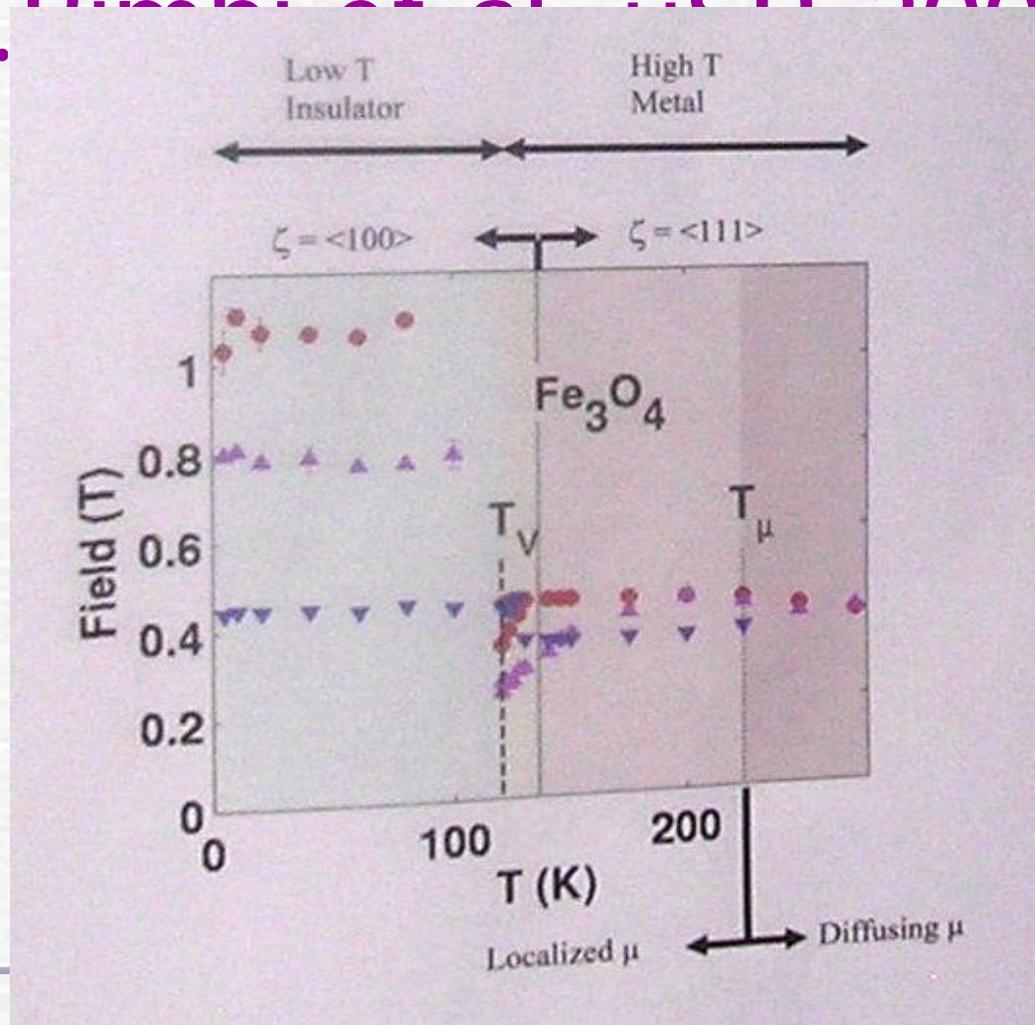
Температурные измерения в Дубне



M. Bi ■■■■■ OR-2005



M. DiBiase et al., CD 2005



Предлагаемые измерения

- ☛ Фоновые измерения на образцах без магнитных частиц
- ☛ TF измерения в области 10-200 К (400 Гс)
- ☛ Снятие полевой зависимости при T ниже и выше T_V
- ☛ ZF эксперимент при $T < T_V$
- ☛ «Намагниченность» - проверка

Игра вязкости и магнетизма



Планы по μ SR – исследованиям на 2006 год

1. μ SR - исследования в ПИЯФ по программе В.П.Коптева
2. Подготовка аппаратуры на пучке мюонов С/Ц ПИЯФ для проведения мюониевых экспериментов.
3. Исследование μ SR - методом производных аминокислот (совместно с НИИЯП БГУ и НИИФХ АНБ, Минск)
4. Исследование μ SR - методом магнитных феррожидкостей (совместно с ЛЯП ОИЯИ)

Методические исследования

PPC - детектор

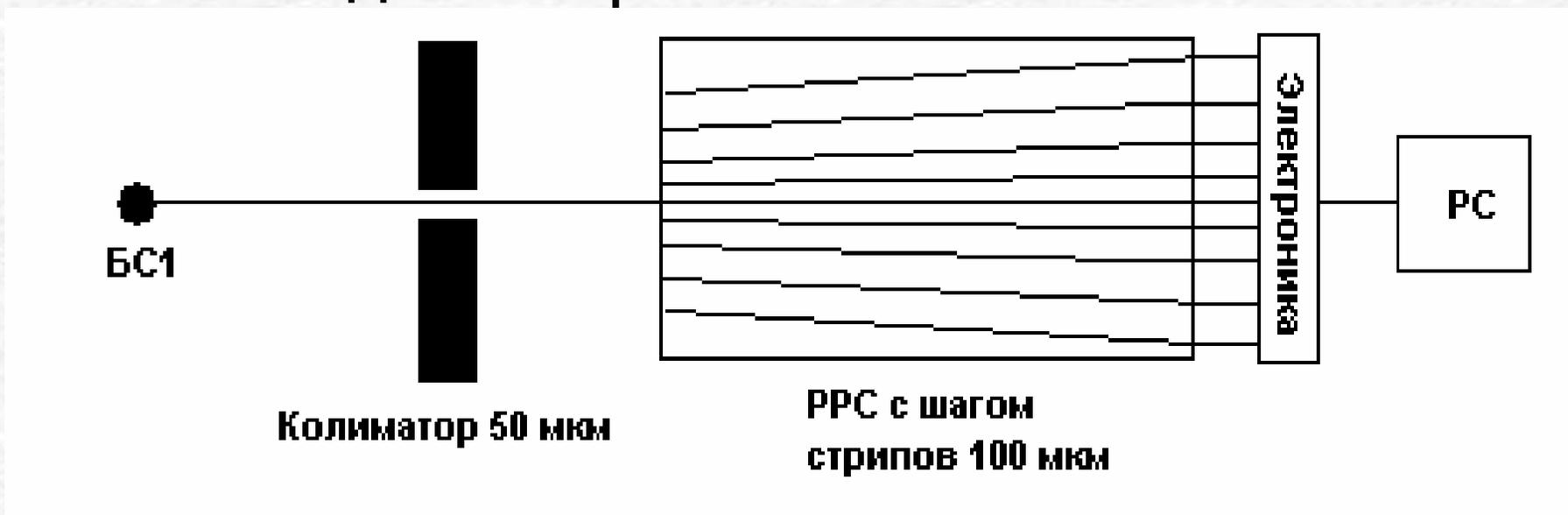


Рис.1 Схема установки для определения пространственного разрешения позиционно чувствительной PPC.



Рис.2 Фотография установки для определения пространственного разрешения позиционно чувствительной РРС.

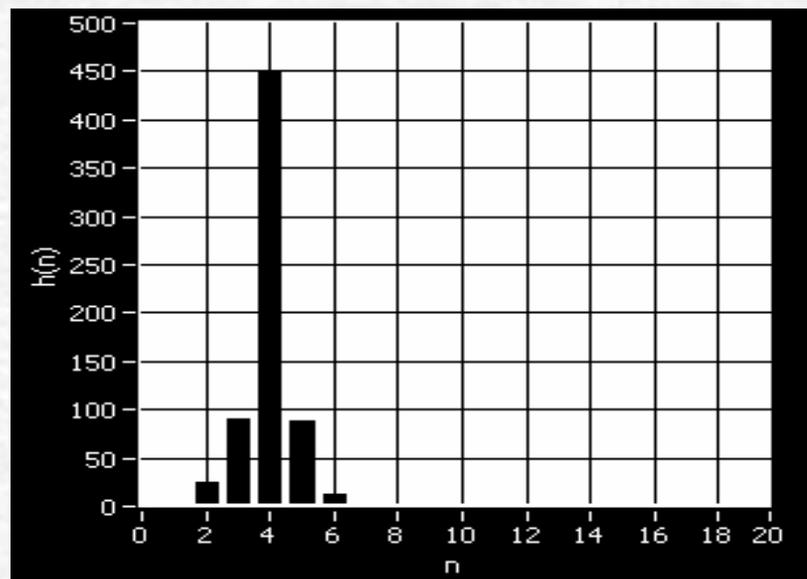


Рис.3 Пространственное разрешение РРС, при ширине коллиматора 50 мкм. Цена деления канала 100 мкм. Рабочий газ CO₂ или ArCO₂(90/30)

Публикации 2005

1. В.А.Гордеев, В.С.Демидов, В.Н.Дугинов и др. Эксперимент ФАМИЛОН. Теоретическое обоснование, постановка эксперимента, моделирование. В сб: Физика атомного ядра и элементарных частиц. Материалы XXXVII и XXXVIII Зимних школ ПИЯФ. Санкт-Петербург, 2005, с.104-126.
2. С.И. Воробьёв, В.А. Гордеев, С.В. Косьяненко, В.Г. Ивочкин, Ю.А. Щеглов. Прототип активной мишени для эксперимента ФАМИЛОН. Сб. трудов: 9 конференция молодых ученых и специалистов, 2005г., г.Дубна.
3. С.В. Косьяненко, С.И. Воробьёв, В.А. Гордеев, В.Г. Ивочкин. Установка для μ SR2 эксперимента. Сб. трудов: 9 конференция молодых ученых и специалистов, 2005 г., г. Дубна.
4. С.И. Воробьёв, В.А. Гордеев, А.А. Жданов, Ю.В. Ёлкин, В.Г. Ивочкин, Е.Н. Комаров, С.В.Косьяненко, Ю.А. Щеглов, Г.В. Щербаков. Плоскопараллельная камера как детектор остановок мюонов для активной мишени проекта ФАМИЛОН. ПТЭ, №5, 2005, с.29-35.
5. В.А.Гордеев. Безнейтринный распад мюона. Эксперимент ФАМИЛОН. Доклад на сессии секции ЯФ ОФН РАН «Физика фундаментальных взаимодействий». Москва, ИТЭФ 5 – 9 декабря 2005 года. Материалы доклада будут представлены для опубликования в журнале Ядерная Физика.
6. Мюоны в веществе. (Материалы совещания по исследованию вещества методом вращения спина мюона. Гатчина, 17-19 октября 2005 г., редакторы В.А.Гордеев, В.Н.Горелкин) Гатчина, ПИЯФ, готовится к печати.