



# ОТДЕЛ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

ОФВЭ ПИЯФ

А.Г.Крившич

29 декабря 2012года

## **Состав отдела**

<b>Научных сотрудников</b>	<b>- 5 чел.</b>
<b>Стажер - исследователь</b>	<b>- 0 чел.</b>
<b>Ведущих инженеров</b>	<b>- 4 чел.</b>
<b>Инженеров</b>	<b>- 1 чел.</b>
<b>Рабочих</b>	<b>- 3 чел.</b>
<b>Студентов</b>	<b>- 0 чел.</b>



# Детекторы тепловых нейтронов

1. Монитор тепловых нейтронов
2. Детектор ультра-холодных нейтронов (Серебров А.П.)
3. Введение в эксплуатацию детекторов из GKSS (Hamburg)





# ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОР ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

## Основные характеристики

Для потоков  $I < 1 \times 10^6$  н/см<sup>2</sup>/с (ВВР-М)

1) Газ: 50 мбар <sup>3</sup>He + 950 мбар CF<sub>4</sub>

2) Эффективность: 1 % ( $\lambda = 1.8$  Å)

Для потоков  $I = 1 \times (10^6 \div 10^8)$  н/см<sup>2</sup>/с (ТИК)

1) Газ: 50 мбар N<sub>2</sub> + 950 мбар CF<sub>4</sub>

2) Эффективность: 0.0002 % ( $\lambda = 1.8$  Å)

3) Трансмиссия тепловых нейтронов

95-98%

4) Входное окно

100мм x 100 мм (и другие варианты)

5) Пространственное разрешение (X,Y)

≤ 4 мм

6) Ресурс работы

≥ 5 лет

## Области применения монитора

1. Контроль распределения интенсивности пучка при юстировке нейтронных систем и оборудования на экспериментальных установках реакторов.
2. Измерение параметров пучка в реальном времени в составе новых экспериментальных установок на реакторах (дифрактометры, рефлектометры, спектрометры и др.).



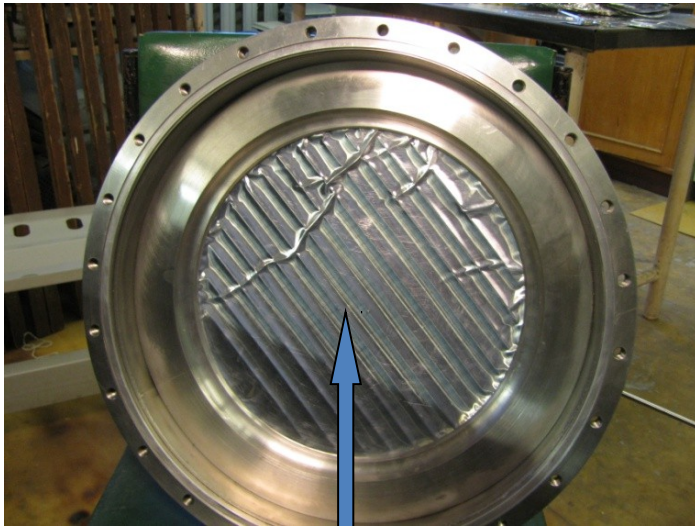
# Детектор Ультра Холодных Нейтронов (А.П.Серебров)

**Назначение:** счет интенсивности ультра-холодных нейтронов

Детектор имеет 2 независимых счетных канала:

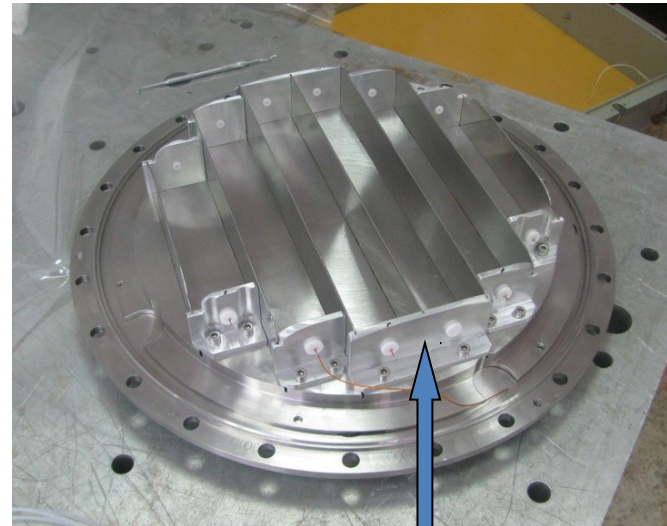
1й канал - пропорциональный счетчик № 1, 3, 5

2й канал - пропорциональный счетчик № 2, 4, 6



Верхняя часть детектора УХН с входным окном (вид изнутри камеры).

Входное окно опирается на металлическую решетку.



Нижняя часть детектора с шестью прямоугольными пропорциональными счетчиками.

Анодные проволоочки натянуты и обжаты в пинах, которые изолированы от корпуса керамическими втулками (Mascor).

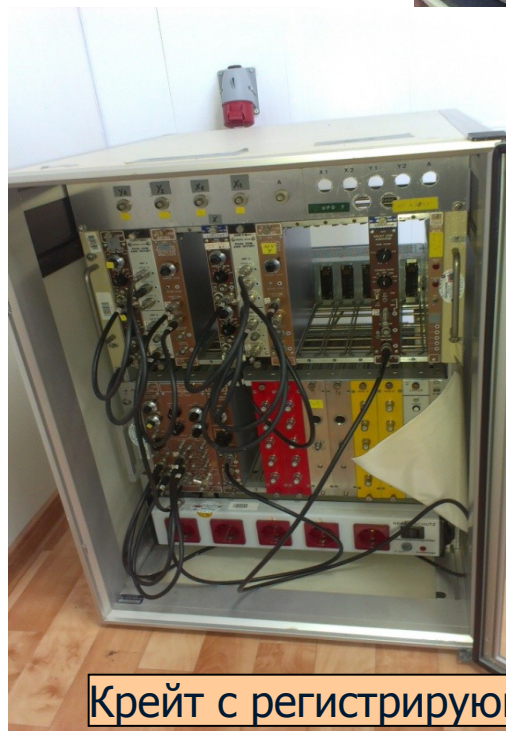
## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТЕКТОРА УХН

- диаметр входного окна 300мм
- толщина входного окна 100 мкм  
(алюминиевая фольга, в т.ч. Выполняет функцию полеформирующего катода)
- геометрия чувствительной области 6 каналов  
(пропорциональные счетчики прямоугольного сечения 46x46 мм)
  
- диаметр анодной проволочки 25 мкм (золоченый вольфрам)
- общее давление рабочего газа 1 атм. абс.
- состав газовой смеси (20-30 мбар)  $^3\text{He}$  + (970-980 мбар)  $\text{CF}_4$
- расчетная собственная эффективность регистрации детектора ~90%  
(Скорость (UCN)= 8 м/с, без учета поглощения во входном окне)

## ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ДЕТЕКТОРОВ НЕЙТРОНОВ, ПРИБЫВШИХ ИЗ GKSS (HAMBURG)



Малоугловой дифрактометр SANS2.  
Первая партия детекторов тепловых нейтронов



Крейт с регистрирующей электроникой

# Параметры и характеристики детекторов GKSS

- **Входное окно** 500 x 500 мм
- **Газовая смесь** 1 бар  $^3\text{He}$  + 1 бар  $^4\text{He}$  + 1 бар  $\text{CF}_4$
- **MWPC состоит из 4х электродов :**
  - **анод (20 мкм)** HV= +4.7 кВ
  - **X, Y катоды (25 мкм)** HV= 0 В
  - **дрейфовый электрод** HV= -1 кВ
- **Пространственное разрешение** ~ 8 мм
- **Максимальная интегральная скорость счета нейтронов** 10-12 кГц
- **Считывание информации** - **метод деления заряда**  
(резистивная проволочка X и Y)
- **Внутренний объем** ~27.7 л
- **Эксплуатация** - при н.у. и в вакууме
- Возможность установки на входное окно дополнительных вакууммируемых объемов для широкоугольной дифракции



# Масс-спектрометр для анализа и отбора конструкционных материалов детекторов частиц.

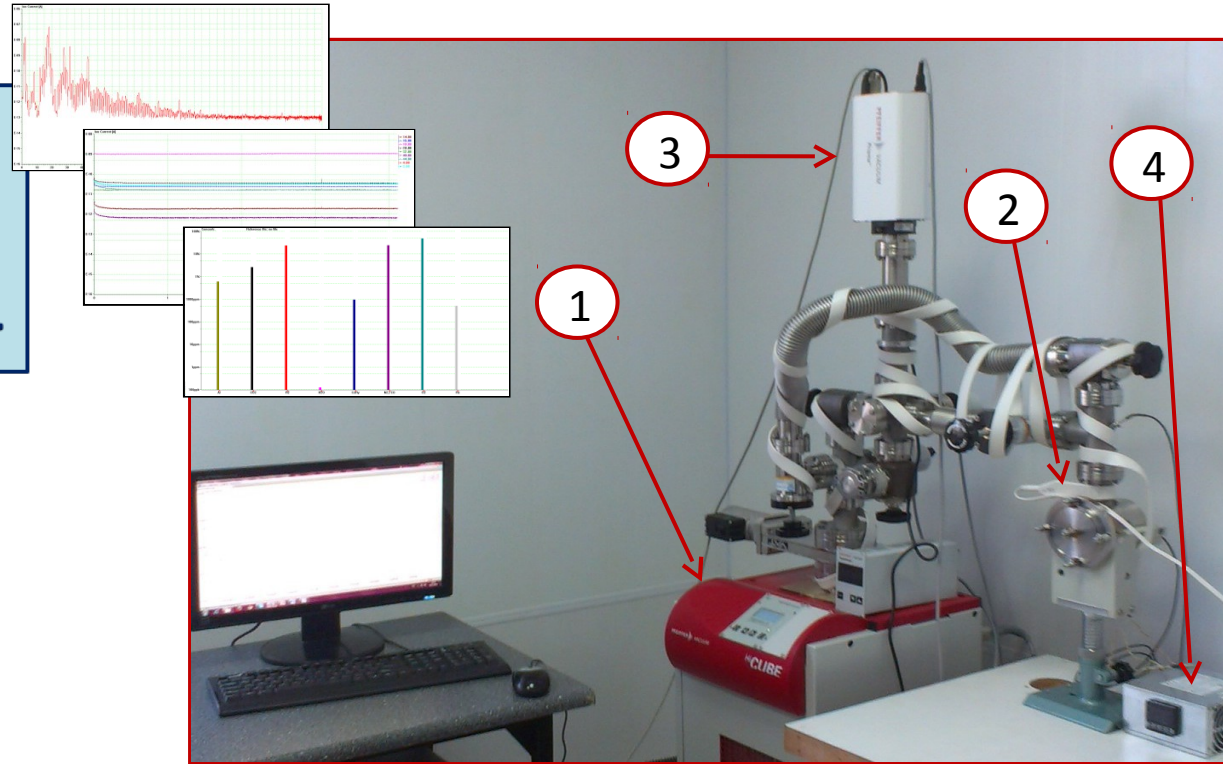
Выбор материалов конструкции является важным этапом в работе по созданию детекторов частиц.



Отбор материалов, гарантирующий низкий уровень газовыделения.

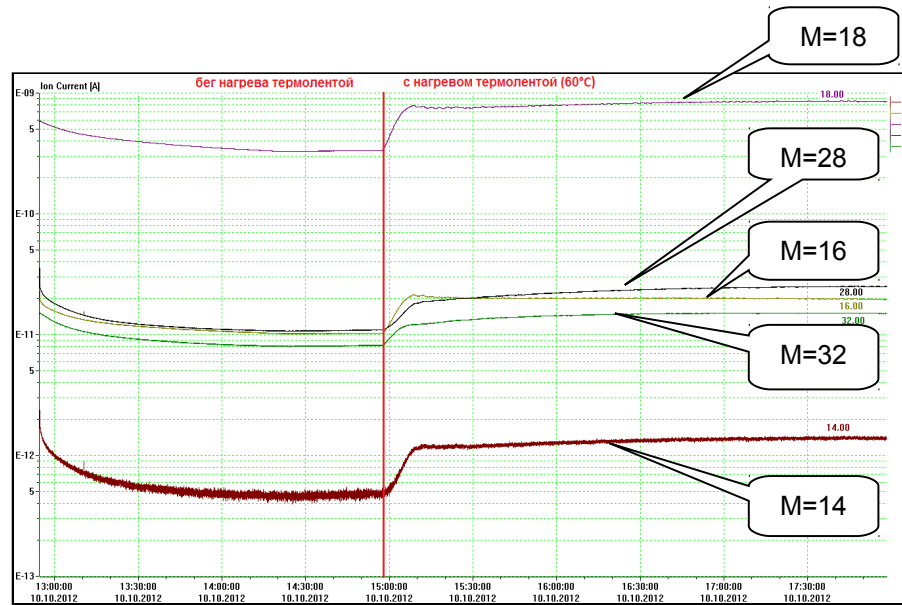
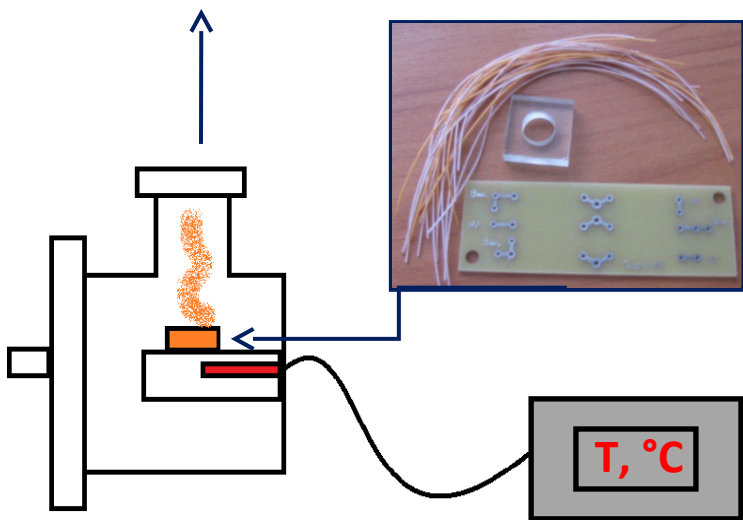


Увеличение радиационной стойкости детектора



Установка состоит из насосной станции (1), системы вакуумных соединений и клапанов, вакуумной камеры для образцов исследуемых материалов (2), масс-спектрометра PRISMA 200 (3), системы нагрева образцов внутри вакуумной камеры, управляемой контроллером (4). Управление масс-спектрометром и сохранение спектров производится через персональный компьютер с необходимым программным обеспечением.

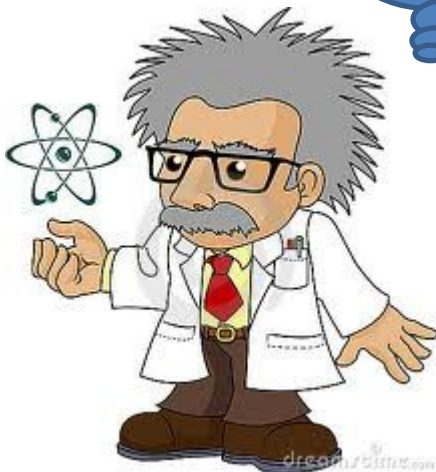
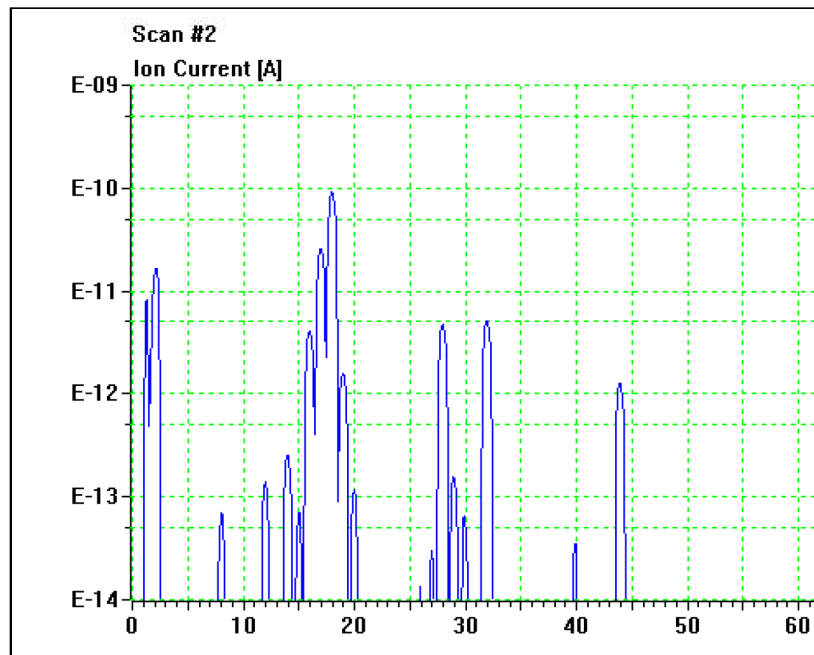
# Mass-spectrometer



t, [часы] + T°C

H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, Si....

Библиотека масс-спектров (NIST, WILEY, НИОХ СО РАН)



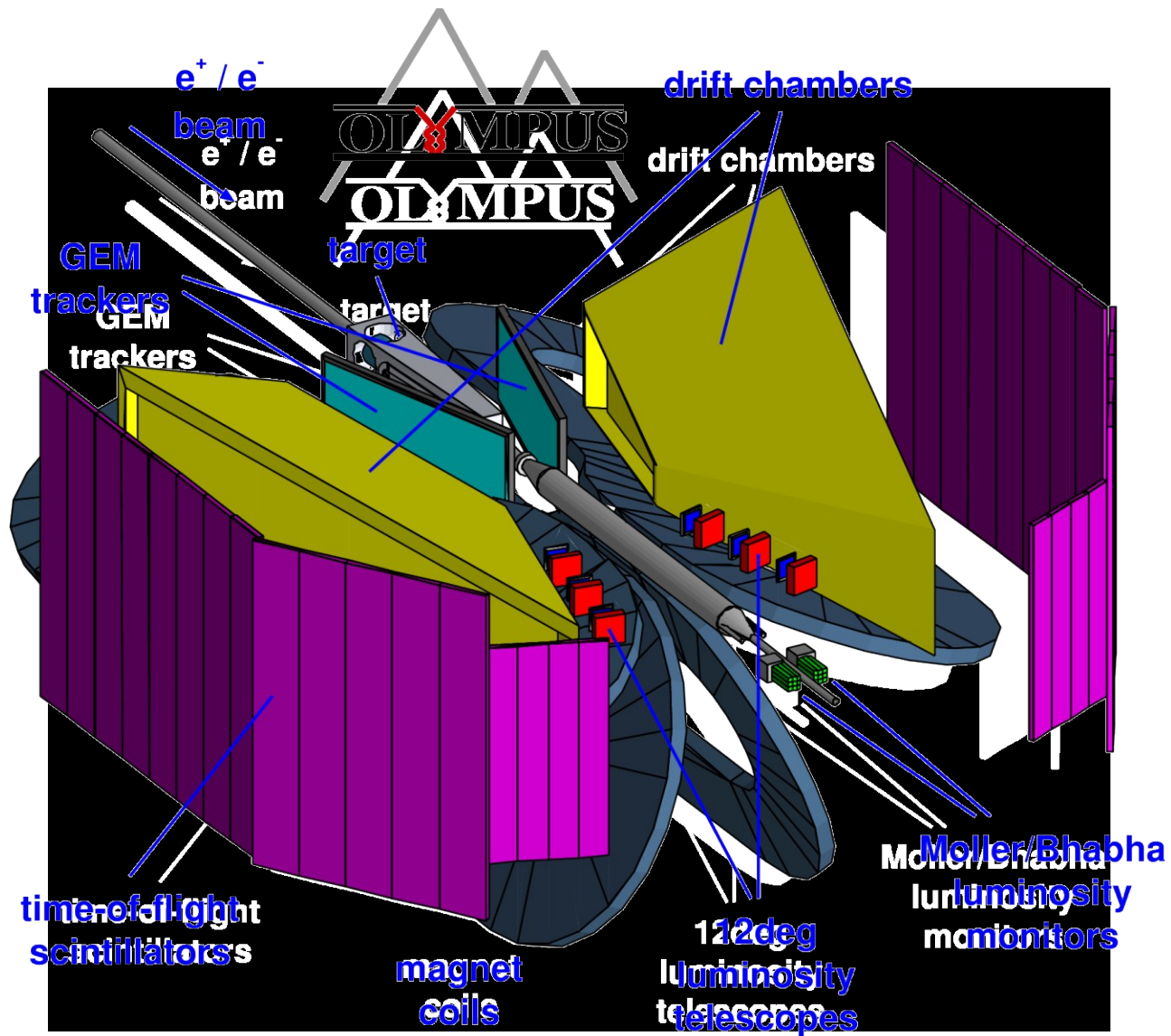


# OLYMPUS

## Luminosity Monitor

**Трековая система на  
базе пропорциональных  
камер**

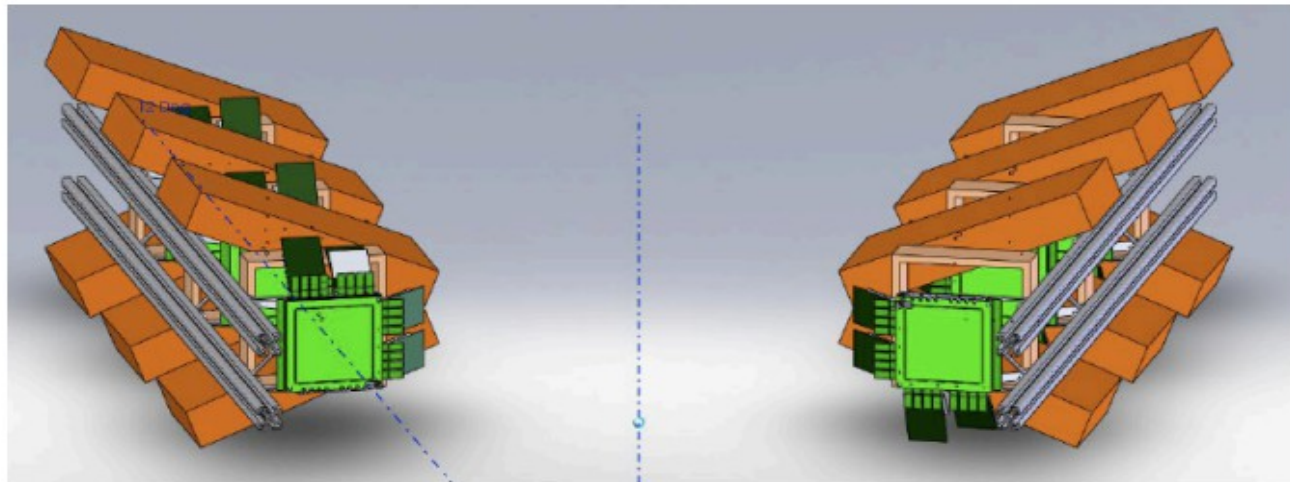
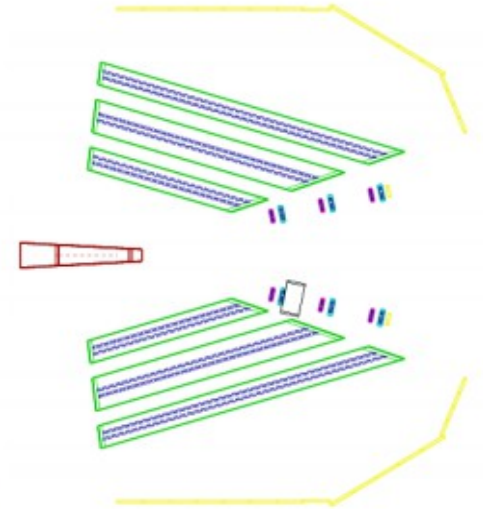
# Экспериментальная установка





# Luminosity monitors: GEM + MWPC

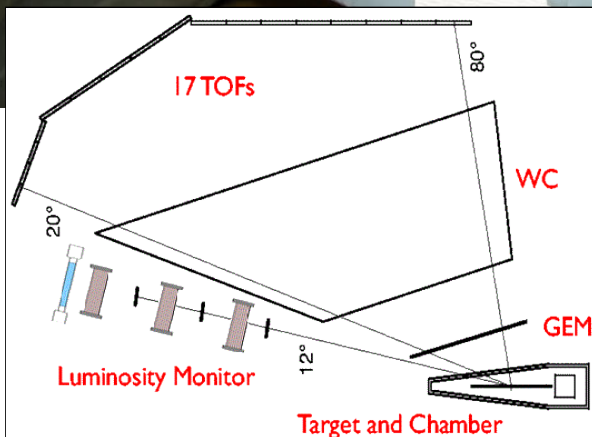
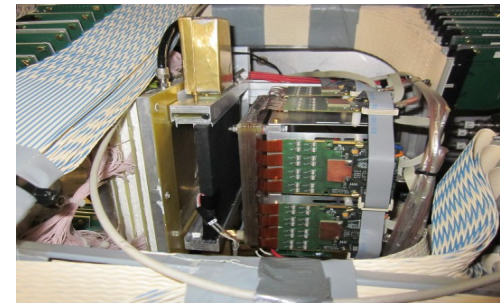
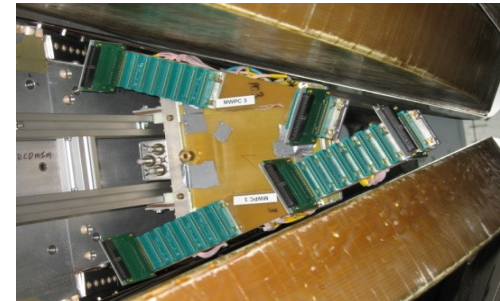
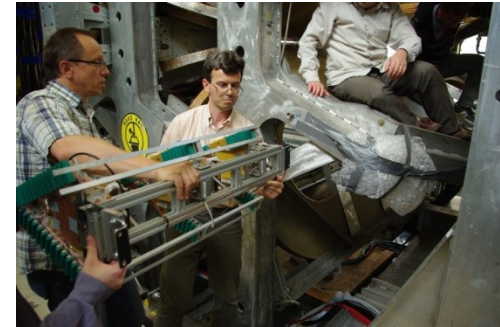
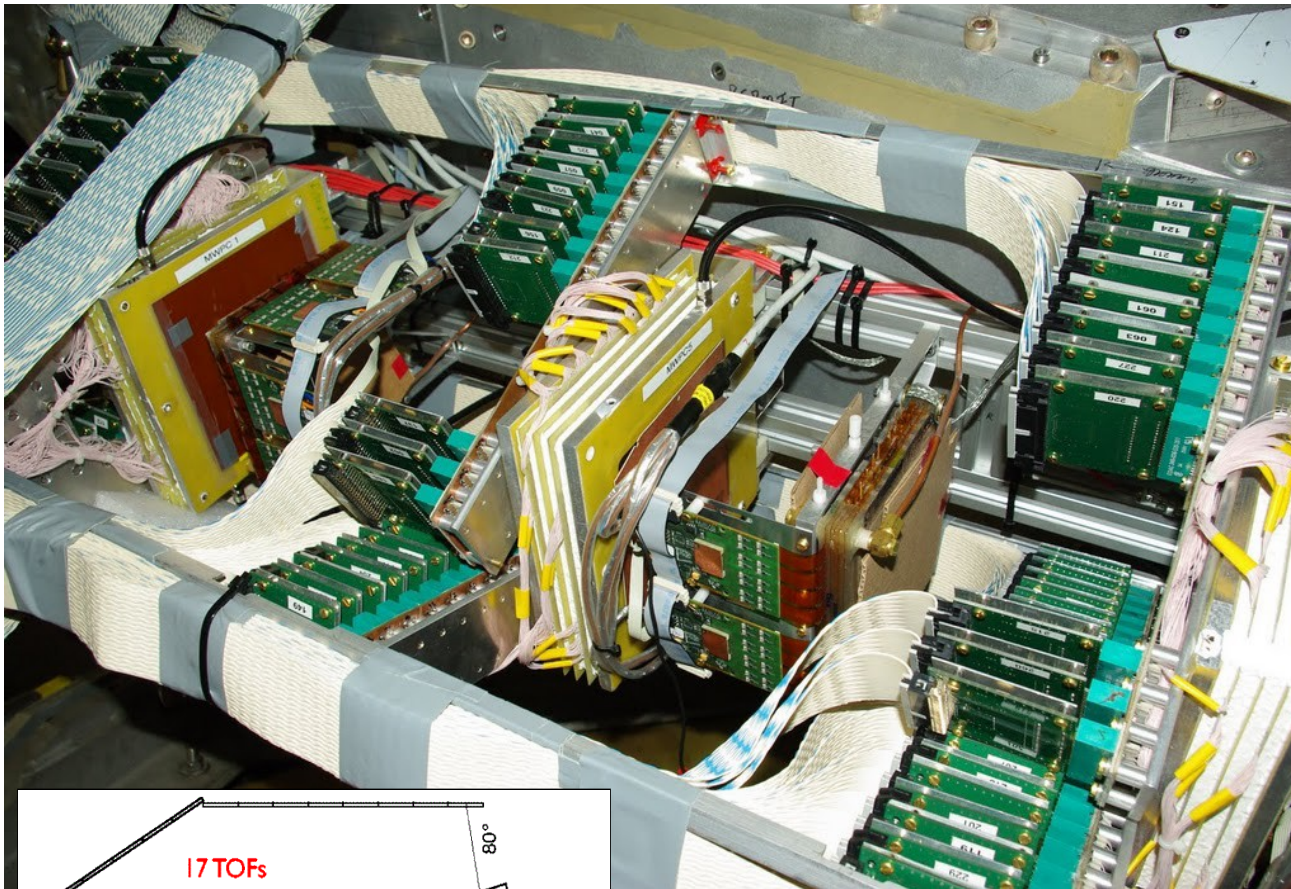
- Forward elastic scattering of lepton at  $12^\circ$  in coincidence with proton in main detector
- Two **GEM + MWPC** telescopes with interleaved elements operated independently
- SiPM scintillators for triggering and timing
- **Sub-percent** (relative) luminosity measurement **per hour at 2.0 GeV, per day at 4.5 GeV**
- High redundancy – alignment, efficiency  
Two independent groups (**Hampton/INFN, PNPI**)



**Designed to fit into forward cone**



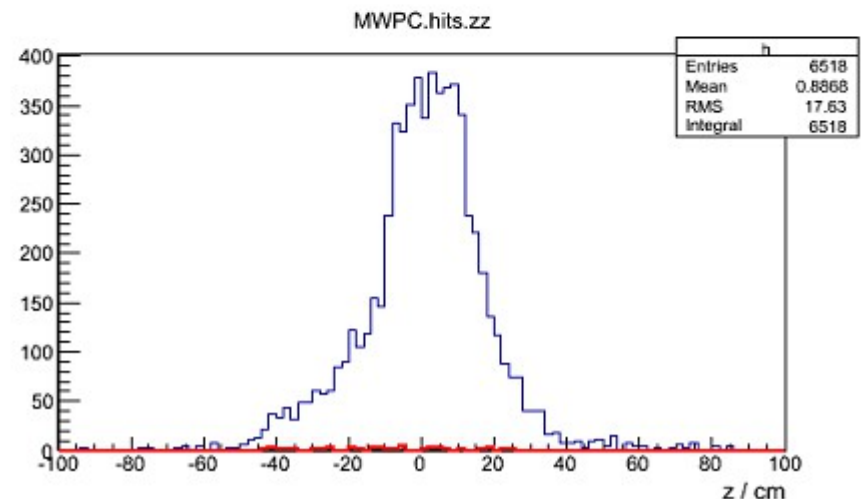
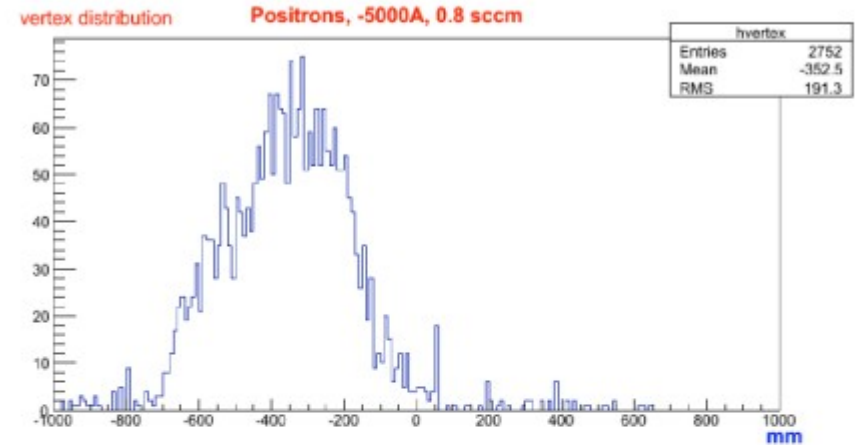
# ep - elastic Luminosity Monitor



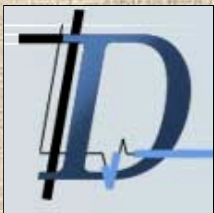
- 6 проп.камер (XUV-плоскости), ~2700 каналов CROS3
- 6 модулей GEM (2D XY-readout)
- 4 сцинтилляционных счётчика на SiPM
- Скорость счёта при номинальной светимости ~10Hz

# 12 degree Tracking Telescopes

- GEM data first data taking period
- straight line tracks (ignoring magnetic field)  
**preliminary!**
- MWPC data first data taking period
- Reconstructed vertex distribution
- Monte Carlo lookup table
- red: empty target run  
**preliminary!**







**Исследование процессов  
старения газоразрядных  
детекторов частиц в  
интенсивных полях  
излучений**

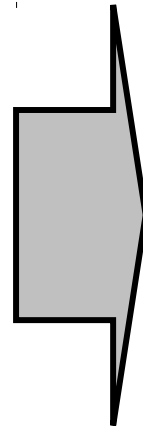




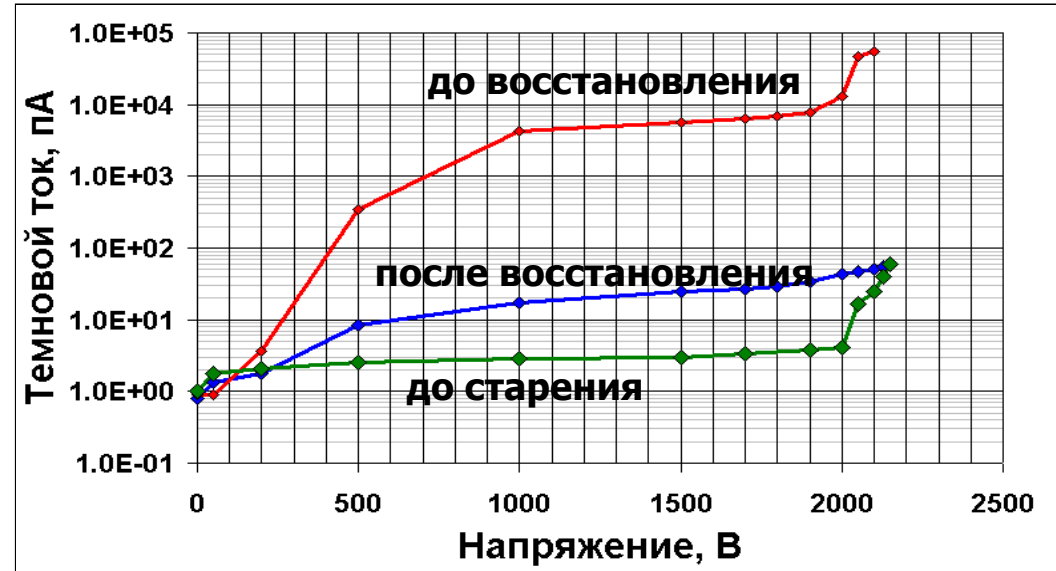
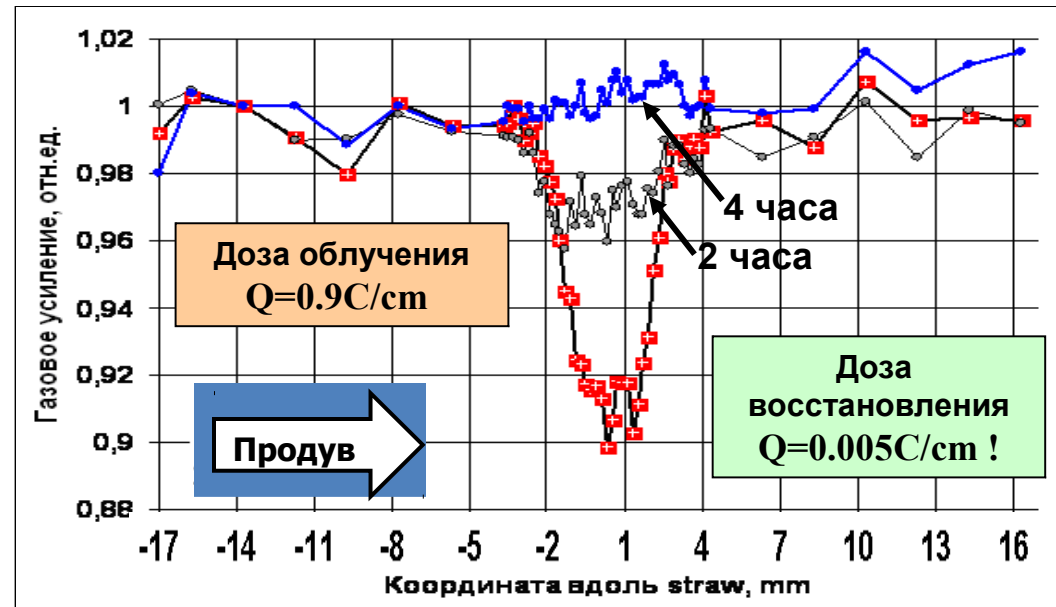
# Восстановление рабочих характеристик

**Четыре часа тренировки в коронном разряде:**

**1. Восстановление амплитуды сигнала.**

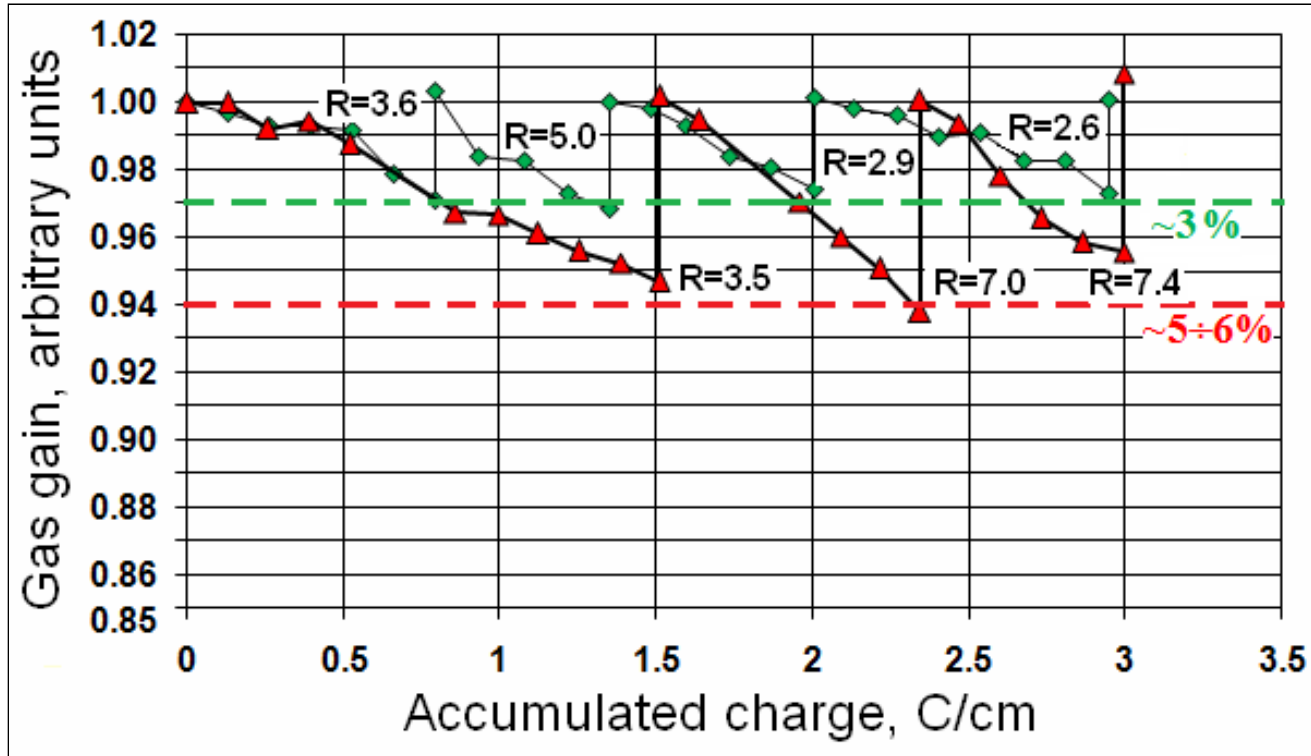


**2. Уменьшение темнового тока до исходного уровня.**





# Метод восстановления состаренных анодов

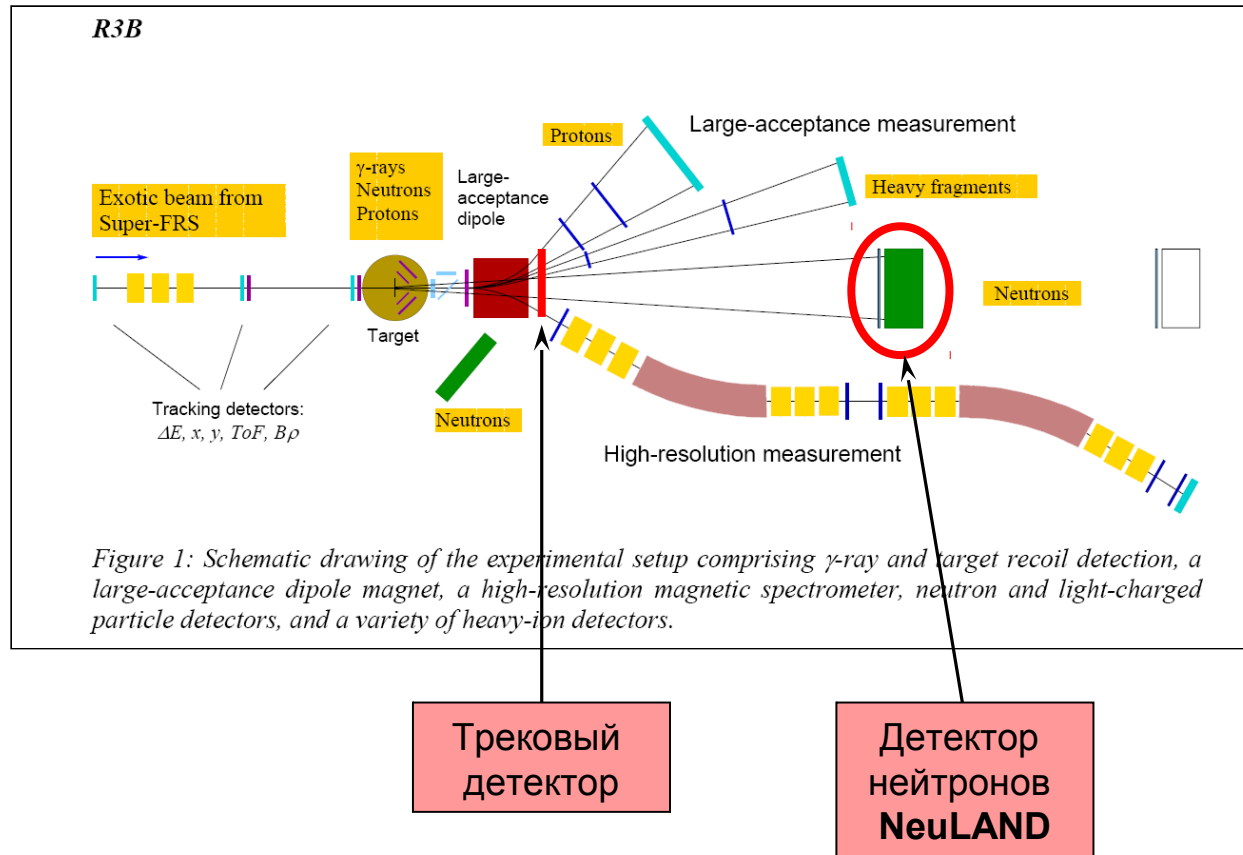




# Эксперимент R3B (GSI)



# БЛОК-СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ R3B







## Схематический общий вид детектора NeuLAND

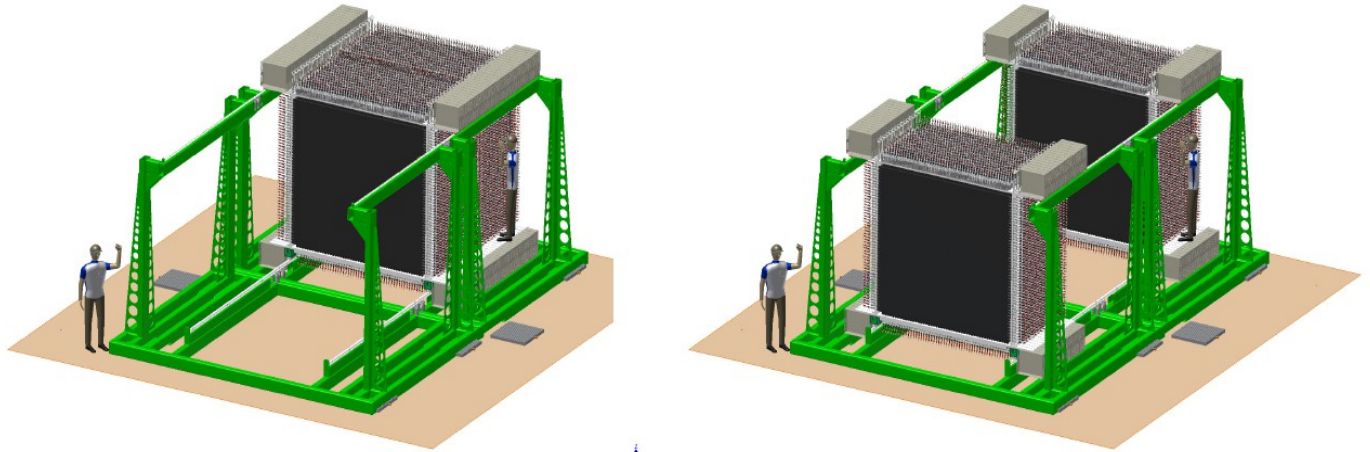


Figure 5.9.: The two NeuLAND frames, arranged for moving double planes. On the left hand side, the front-sides of both frames are put to closest distance, on the right part the half of double planes have been moved to the second frame.

### **Ответственность ПИЯФ:**

**Вклад в детектор – 16%, включающий в себя:**

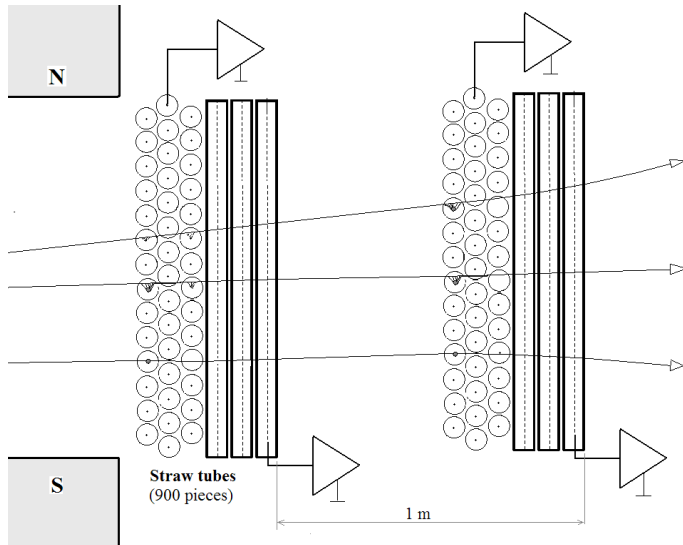
- **Высоковольтная система для ФЭУ;**
- **Сцинтилляторы;**
- **Сборка, тестирование, запуск.**



# Координатный детектор на базе пропорциональных счетчиков - трубок

## Назначение

Определение импульса частиц на выходе анализирующего магнита.



### Ответственность ПИЯФ (обсуждается):

1. Детектор – разработка и изготовление.
2. Регистрирующая электроника.
3. Высоковольтная система.

### Технические характеристики:

1. Пространственное разрешение - менее 0,2мм.
2. Эффективность – более 95% для частиц (ядер) с  $Z=1$  до  $Z=92$ .
3. Эффективность для multi-hit events - ???.
4. Детектор прозрачный  $\sim 0,2\text{г/см}^2$
5. Загрузка – до  $1 \times 10^4$  1/сек на один модуль.
6. Апертура - 50×100см (full-acceptance mode на выходе магнита).
7. Угловое разрешение – лучше 0,5мрад.
8. Работа в вакууме.
9. Детектор – пропорциональные счетчики (трубки) диаметром 10÷25мм.

## Публикации и премии в 2012 году

Г.Е. Гаврилов, Д.А. Аксёнов, В.М. Вахтель, А.Г. Крившич, Д.А. Майсузенко, Фетисов, Н.Ю. Швецова.  
«Новый метод восстановления состаренной анодной проволоки коронным разрядом»,  
Ядерная физики и инжиниринг, 2012 №5-6.

### Премии

1. Степендия Губернатора Ленинградской области.  
**Ильин Д.С.** (молодые ученые) «Детекторы тепловых нейтронов».  
**Гаврилов Г.Е.** «Исследование возможности  
восстановления газоразрядных детекторов в газовой плазме».
2. Конкурс «Лучшая научная работа среди молодых ученых ПИЯФ».  
**Первое место. Майсузенко Дмитрий Андреевич** - за работу:  
"Многokратное увеличение срока эксплуатации газоразрядных  
детекторов элементарных частиц".



**Спасибо за внимание**







