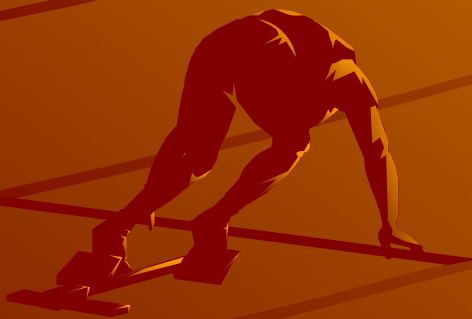


ОТДЕЛ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

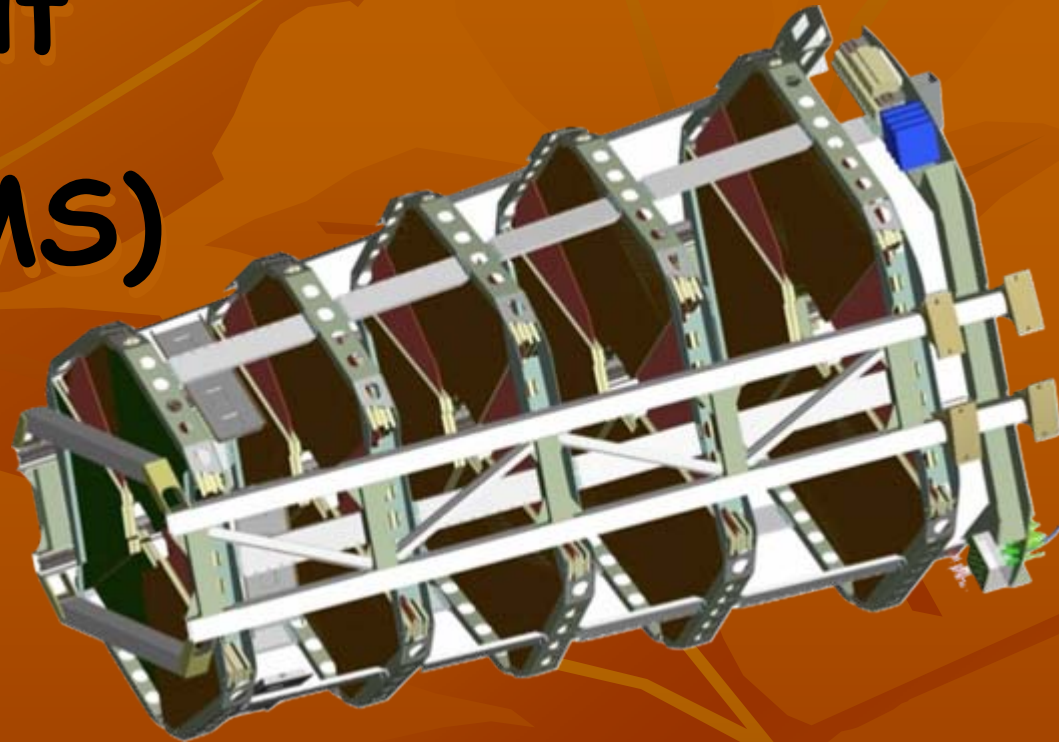
ОФВЭ ПИЯФ

А.Г.Крившич

28 декабря 2009года

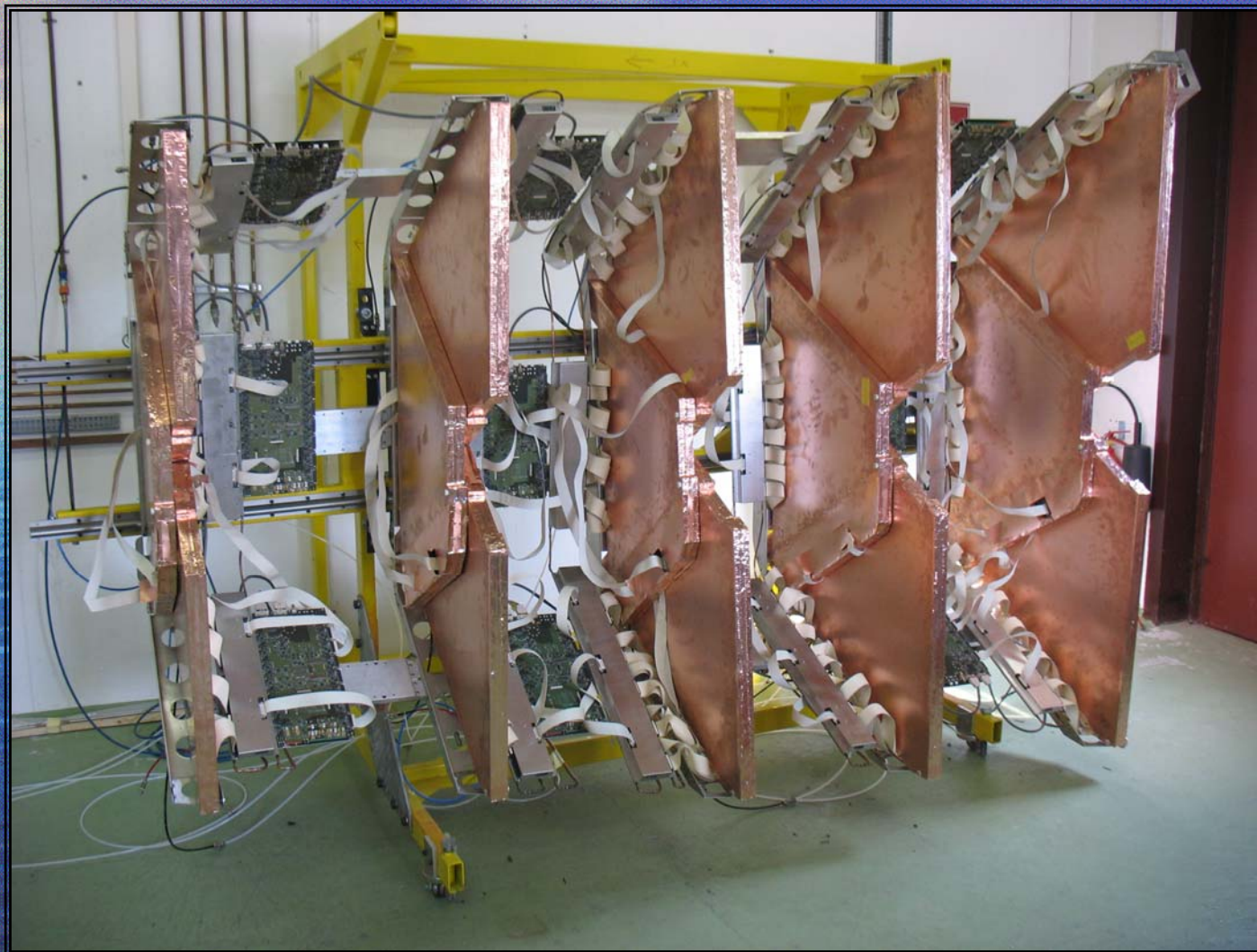


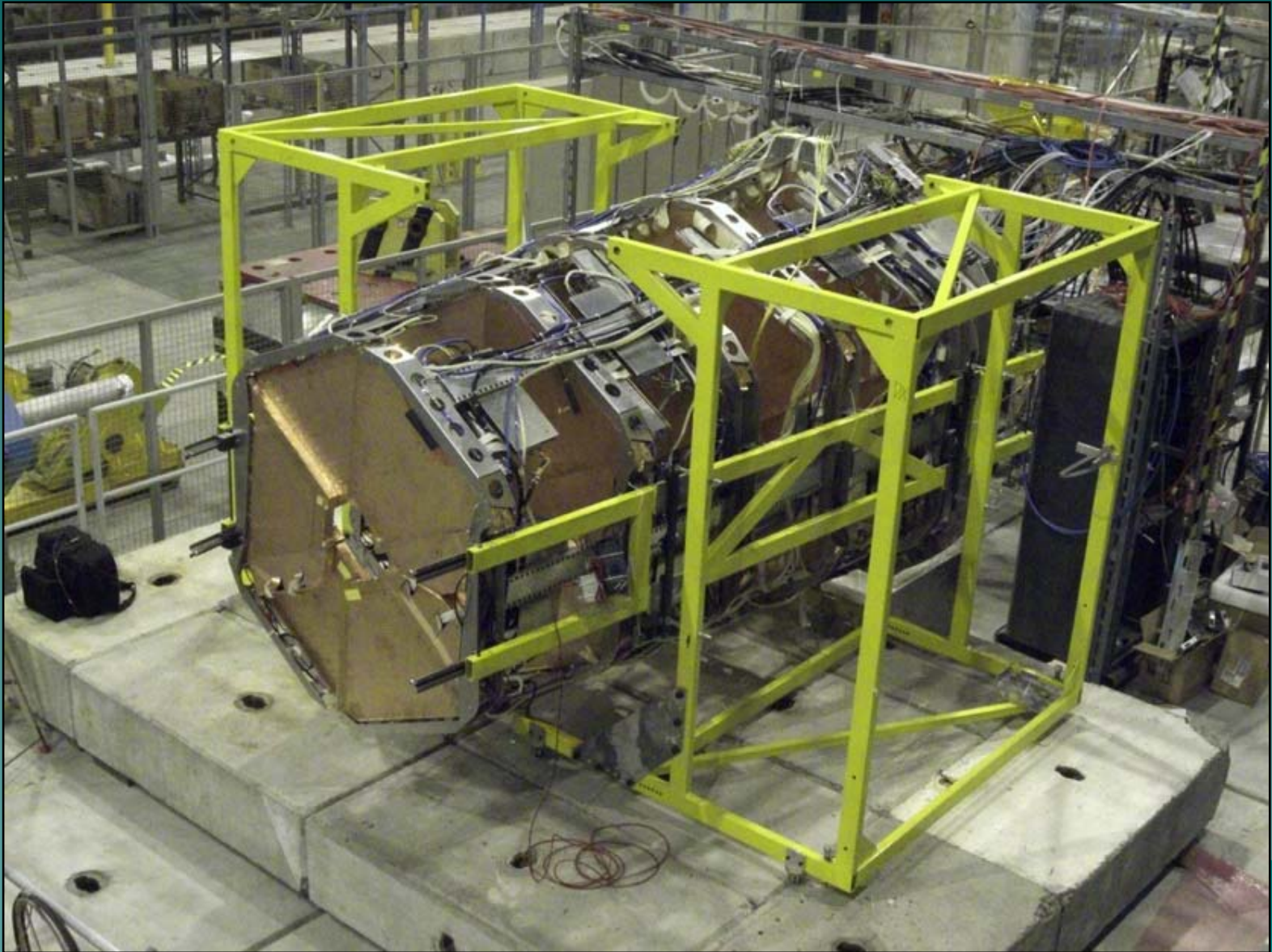
Эксперимент TOTEM (CMS)



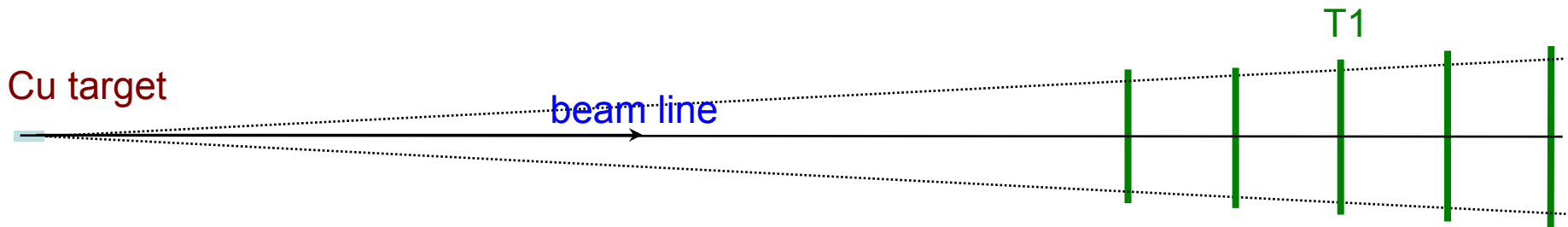
1. Measurement of the total pp cross-section.
2. Study of elastic proton scattering over a wide range in momentum transfer up to $(-t) \approx 10\text{GeV}^2$
3. Measurement of the inelastic pp interaction in the forward region.

**ЦЕРН. Четверть TOTEM телескопа:
CSC камеры с readout электроникой.**





Test beam set-up in H8



Cu target on beam line, same distance as IP

– trigger with scintillators before and after the target

30 CSC:

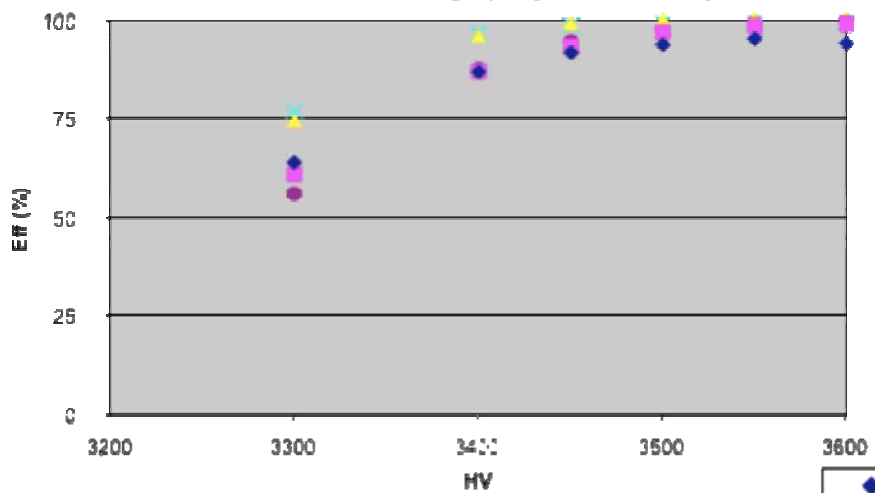
– all CSC with new AFEC except for 4, in different layers and sextants

Read-out:

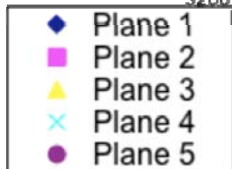
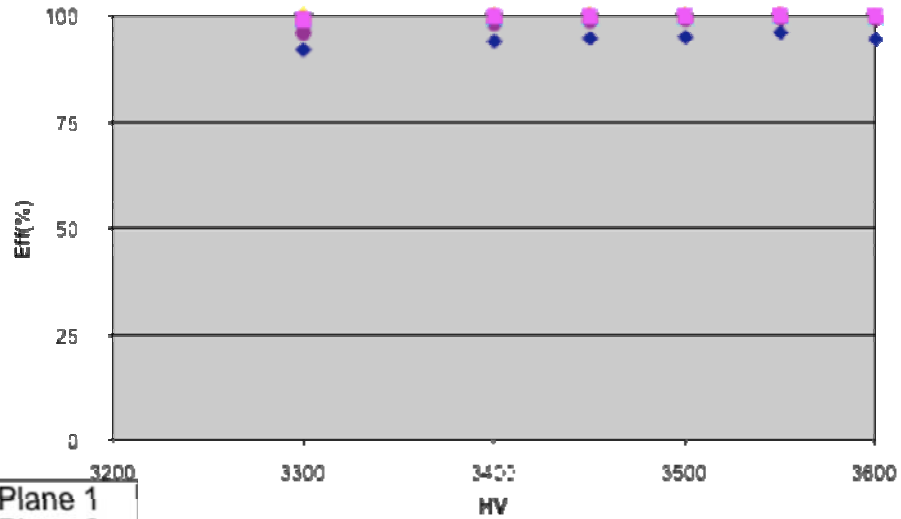
– all fibers (slow control, data, trigger) to control room

Efficiency from muon runs

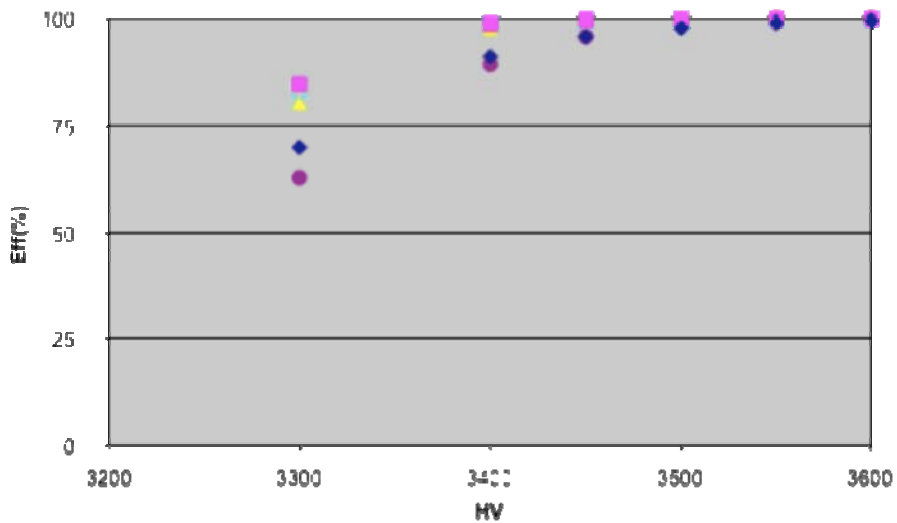
Hit efficiency (triple coinc.)



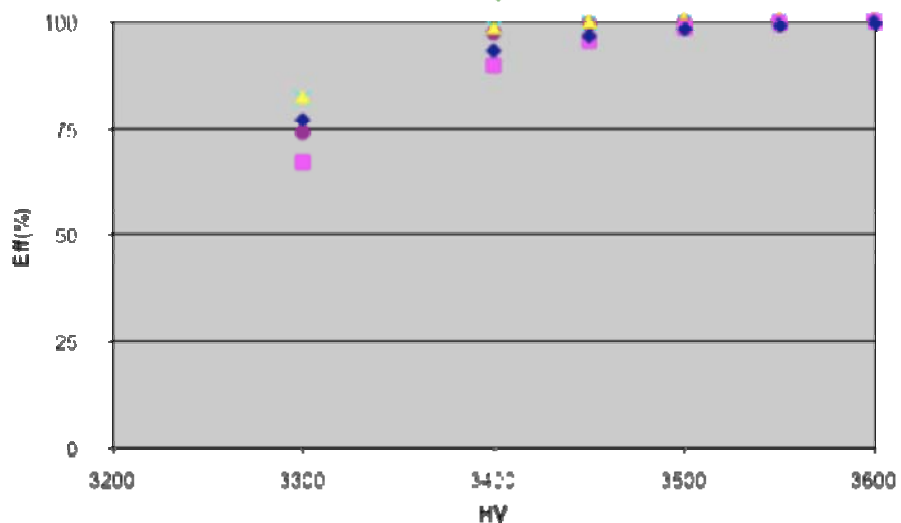
Anode



Strip A



Strip B

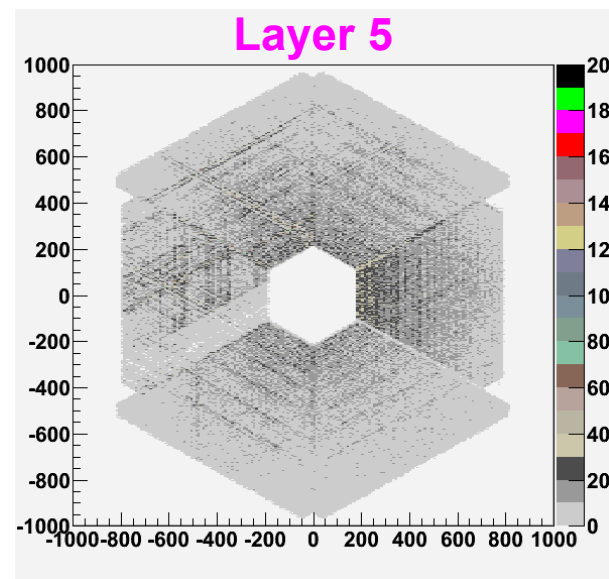
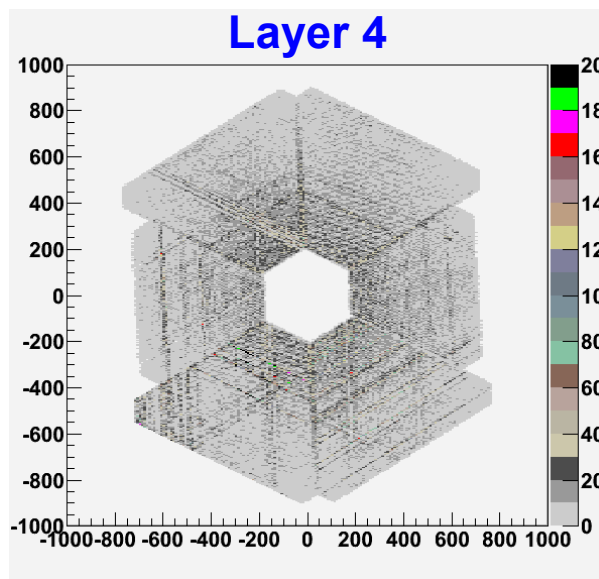
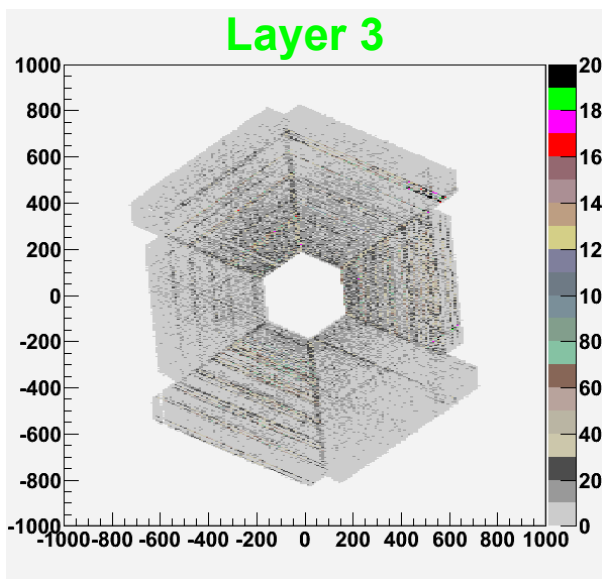
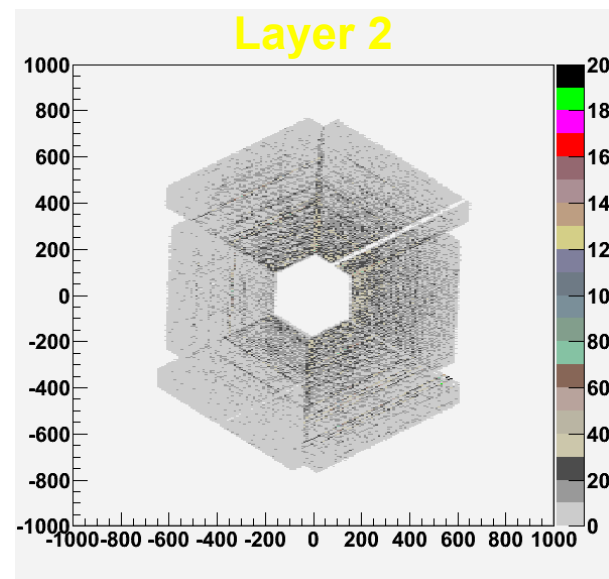
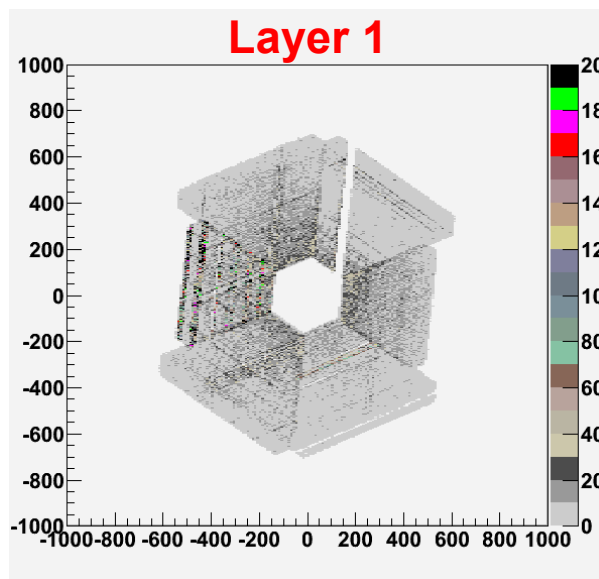


Pion events: hit distribution

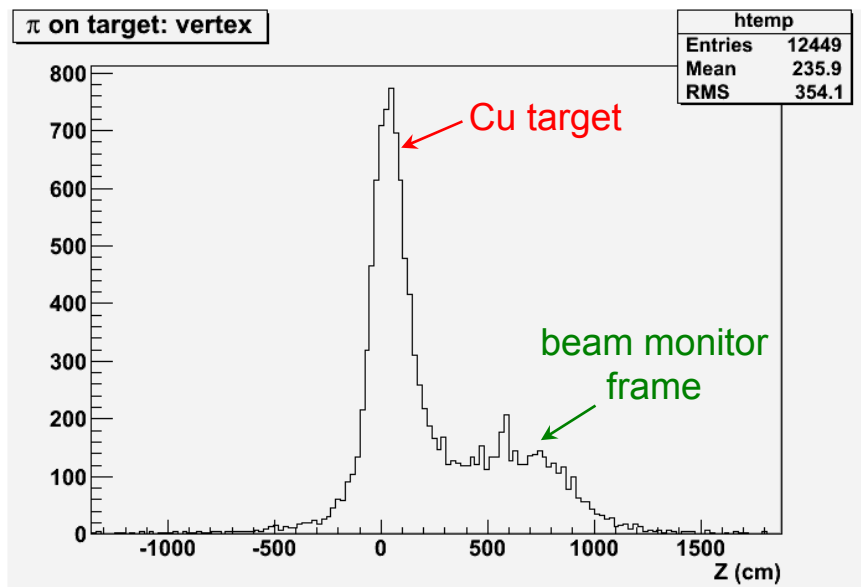
Run 091031_005

HV = 3550V

(no noisy channel suppression)

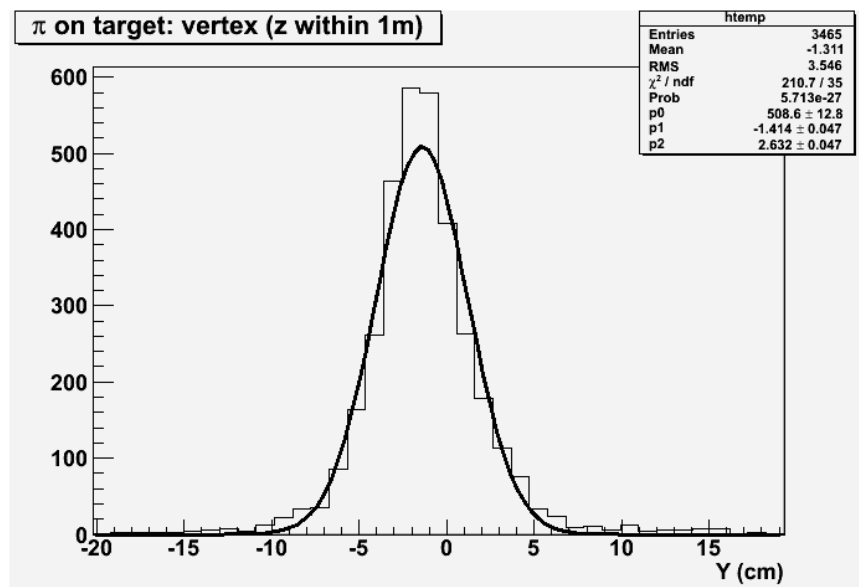
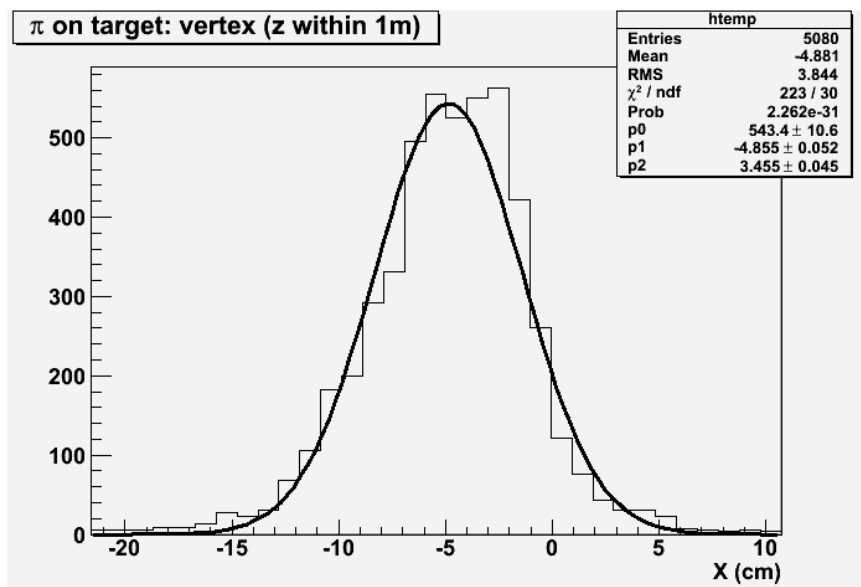


Pion events: vertex distribution



► Very preliminary track selection

- after optimization it will be possible to extract reliable efficiency values on whole detector



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





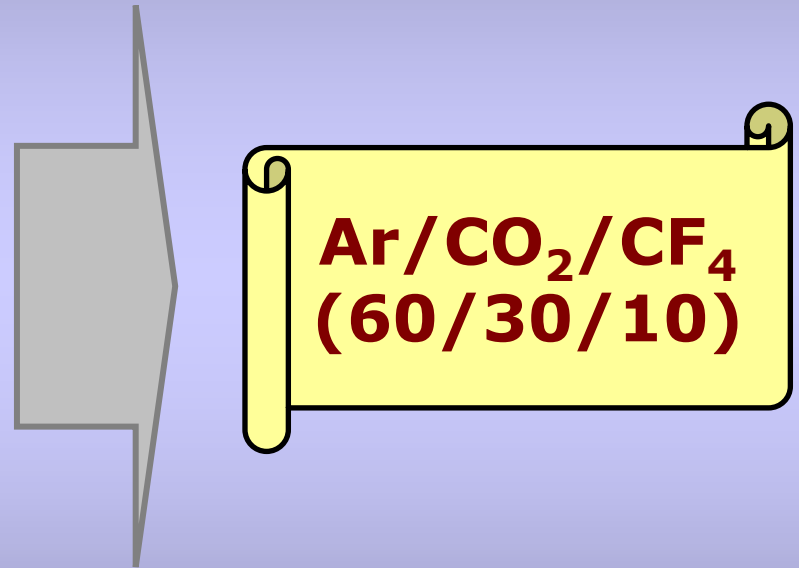
Выбор газовой смеси

Рабочая газовая смесь:

Инертный газ Ar + Гасящая добавка CO_2, CF_4

*Смеси $Ar(Xe)/CO_2/CF_4$ **

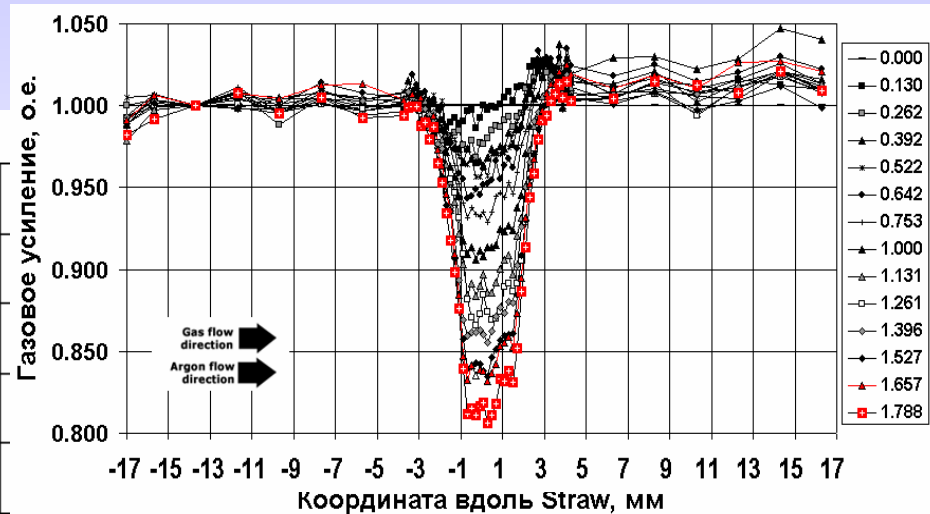
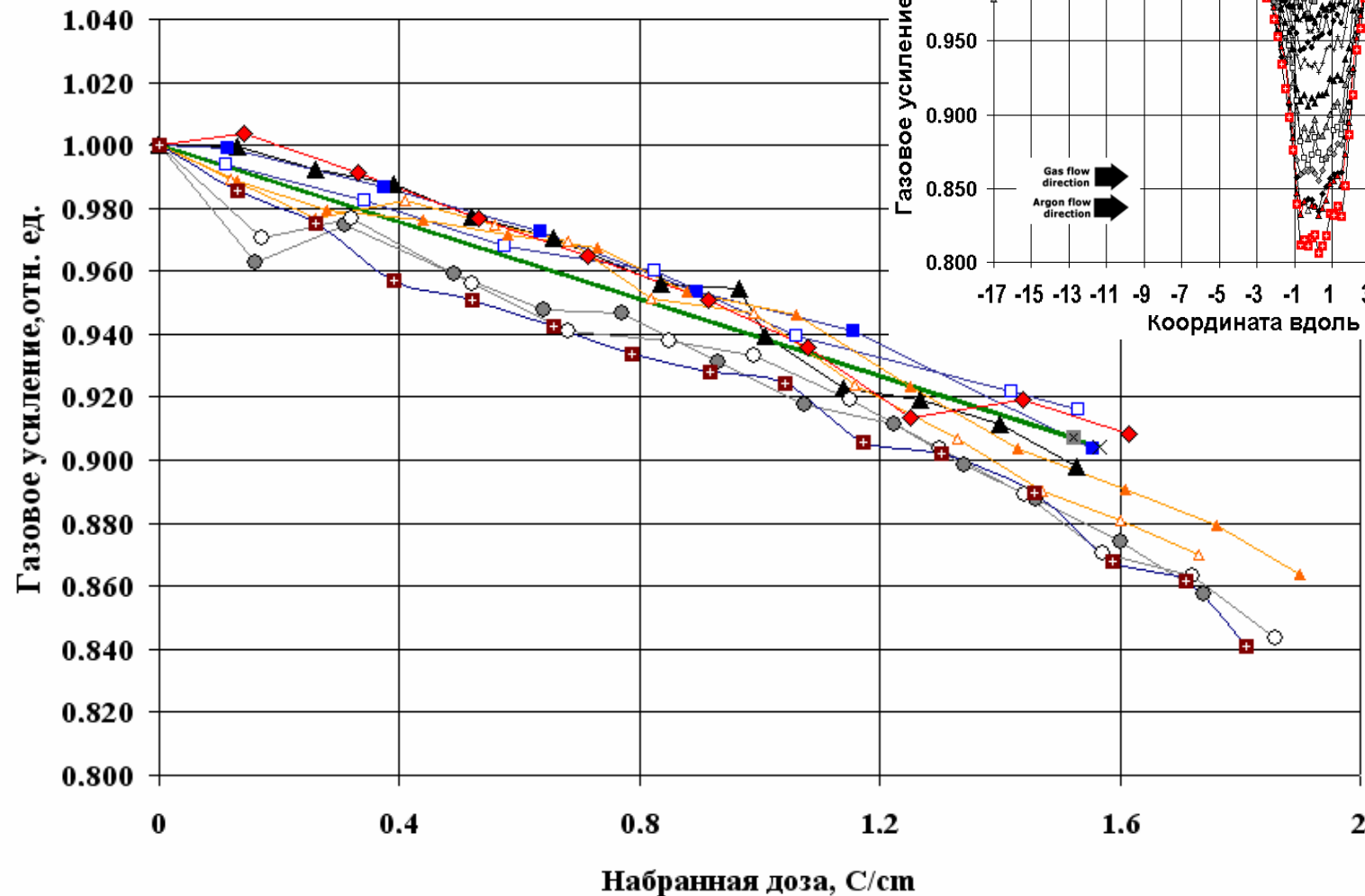
- ❖ Наиболее популярны в современных экспериментах
- ❖ Характер старения не зависит от пропорций компонент смеси



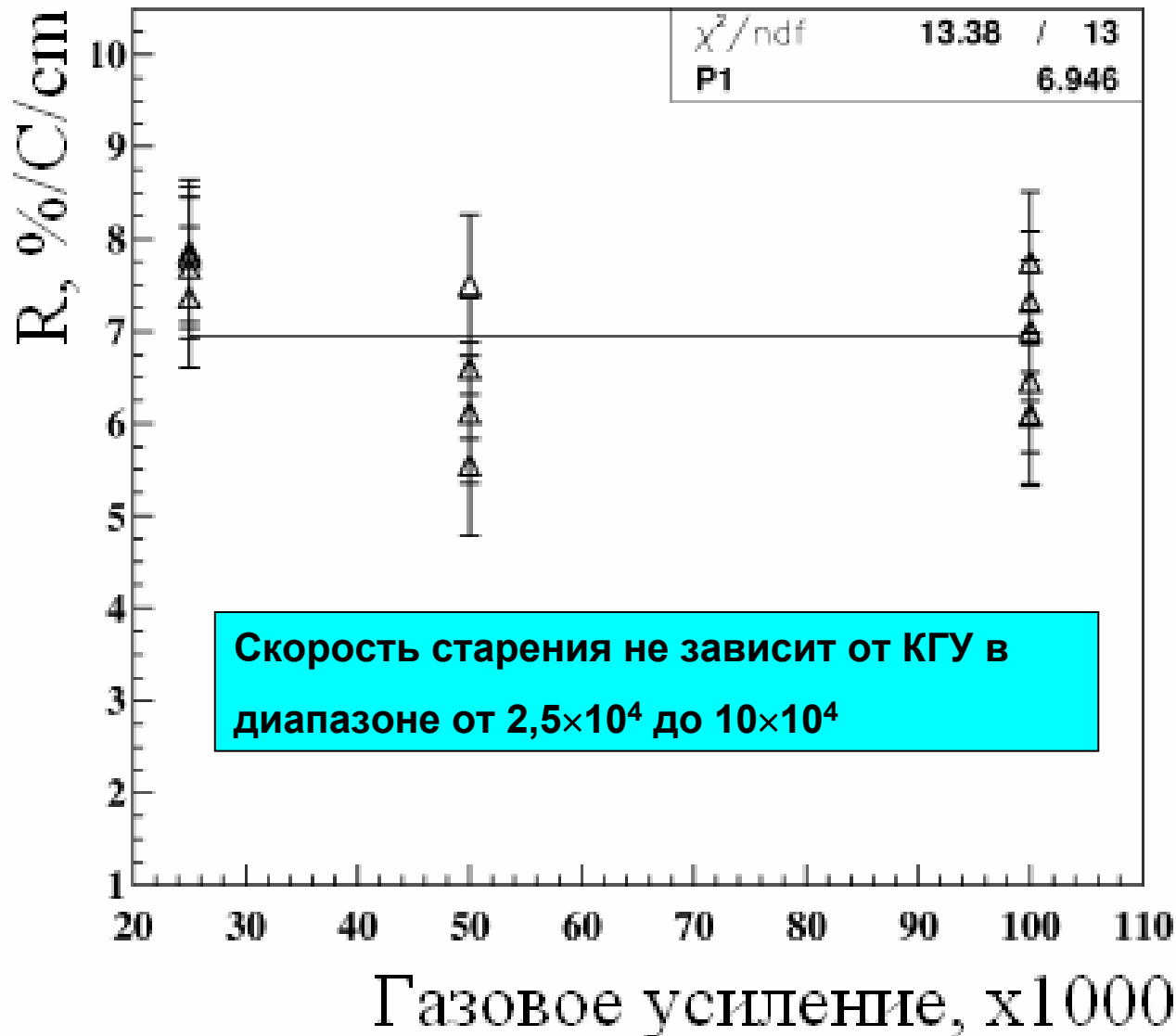
* В отсутствии внешних загрязнений газового объема, основным механизмом старения становится распухание анодной проволоочки.



Скорость старения $R = - \frac{dG}{G} \cdot \frac{1}{Q} \left[\frac{\%}{\text{Кл/см}} \right]$



Скорость старения $R=6.8\pm0.13$ %/Кл/см.

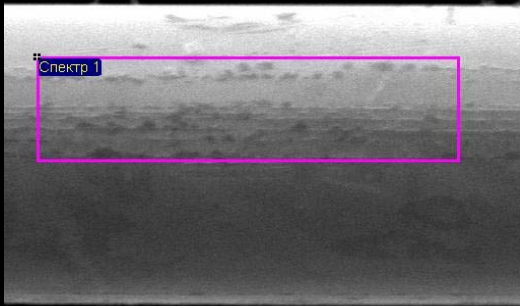


КГУ	R , %/C/cm
100000	6.46 ± 0.76
100000	7.75 ± 0.76
100000	7.32 ± 0.76
100000	7.01 ± 0.76
100000	6.11 ± 0.76
100000	6.09 ± 0.76
50000	6.12 ± 0.76
50000	5.55 ± 0.76
50000	7.5 ± 0.76
50000	6.6 ± 0.76
25000	7.87 ± 0.76
25000	7.37 ± 0.76
25000	7.69 ± 0.76
25000	7.8 ± 0.76

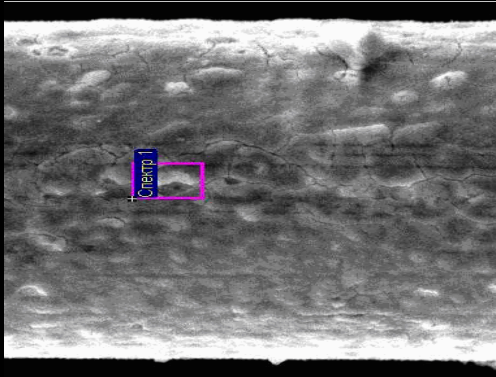
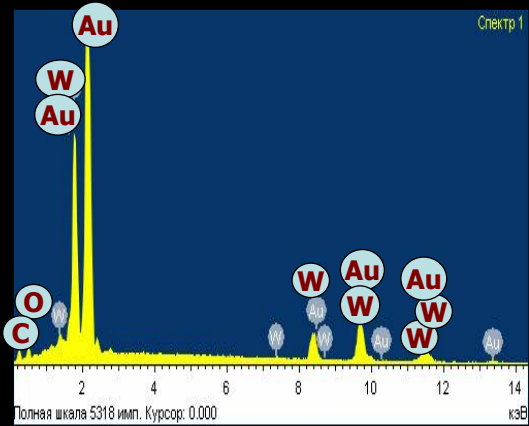


SEM/XEM анализ состаренной анодной проволоочки.

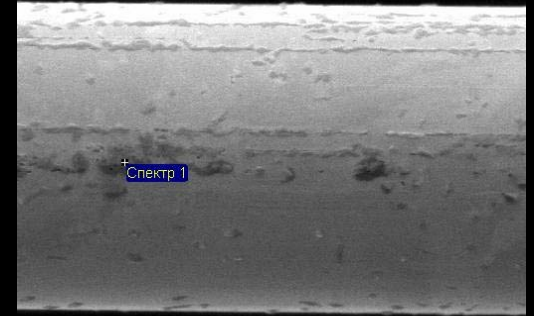
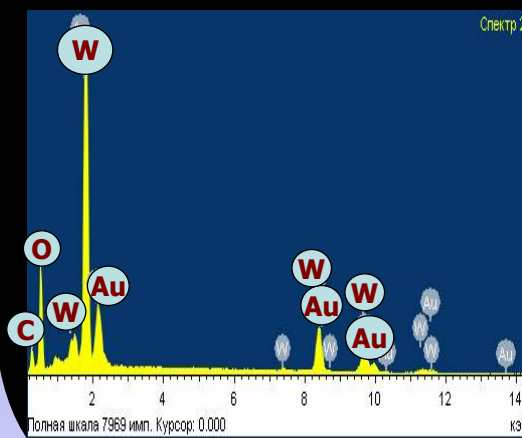
Продув



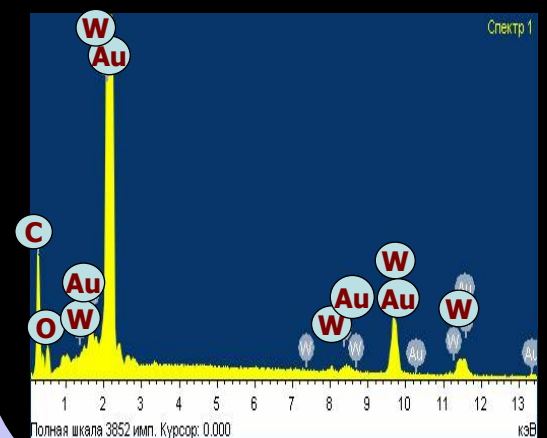
40мкм Электронное изображение 1



30мкм Электронное изображение 1



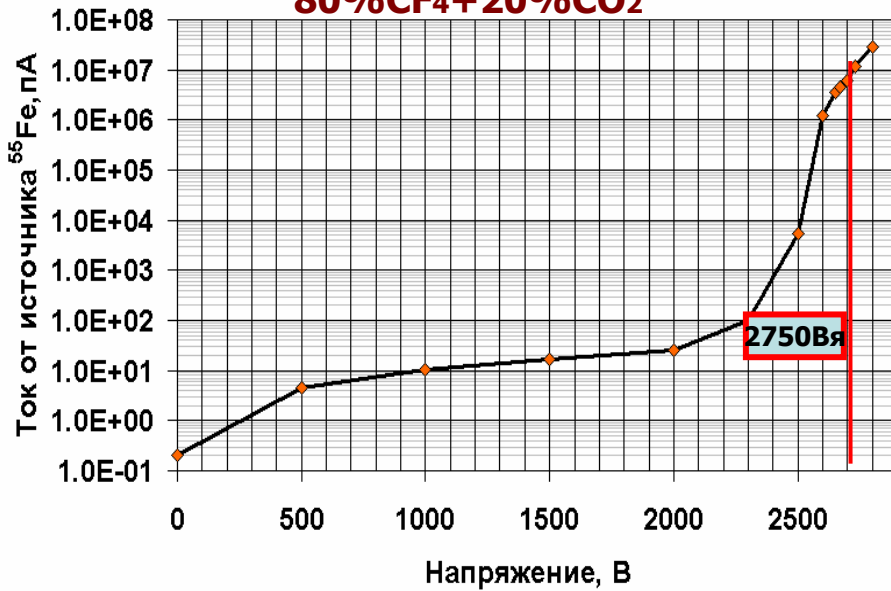
40мкм Электронное изображение 1



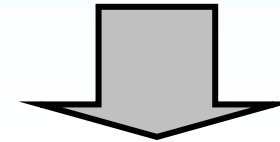


Методика восстановления "straw"

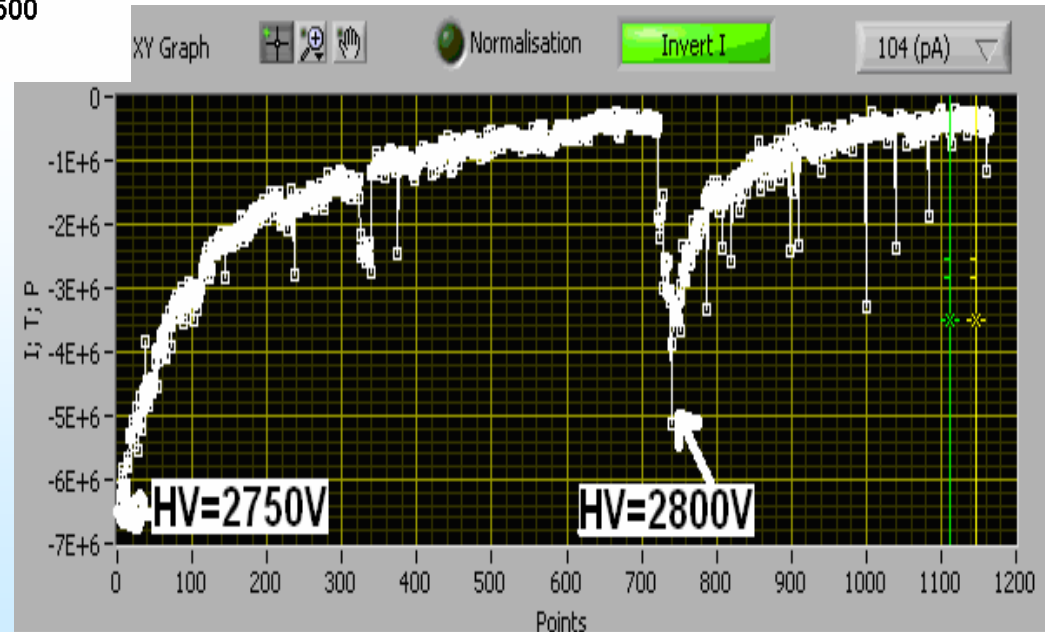
80%CF₄+20%CO₂



Увеличение рабочего напряжения в процессе восстановления



Наиболее эффективно восстановление проходит при токе **>7мкА**

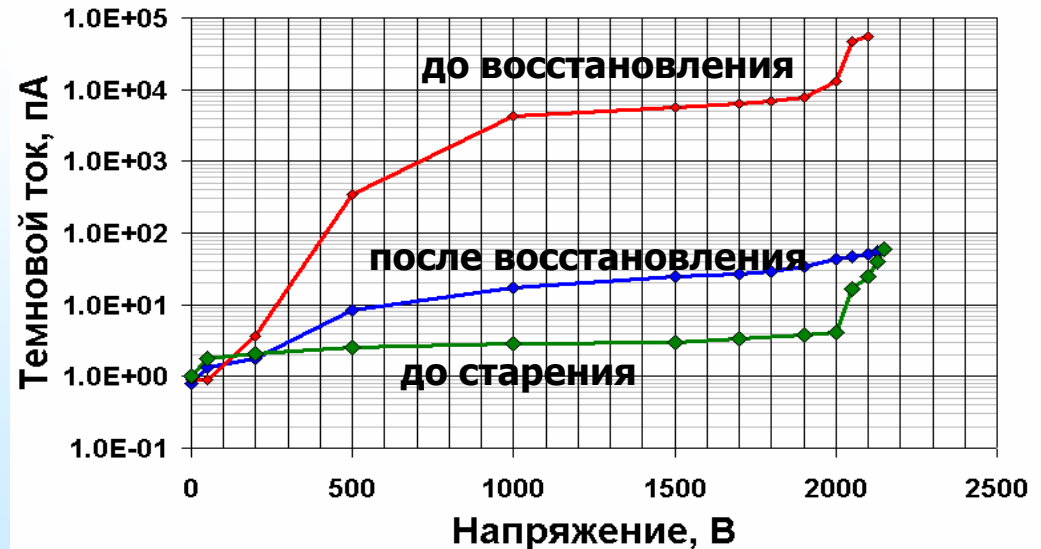
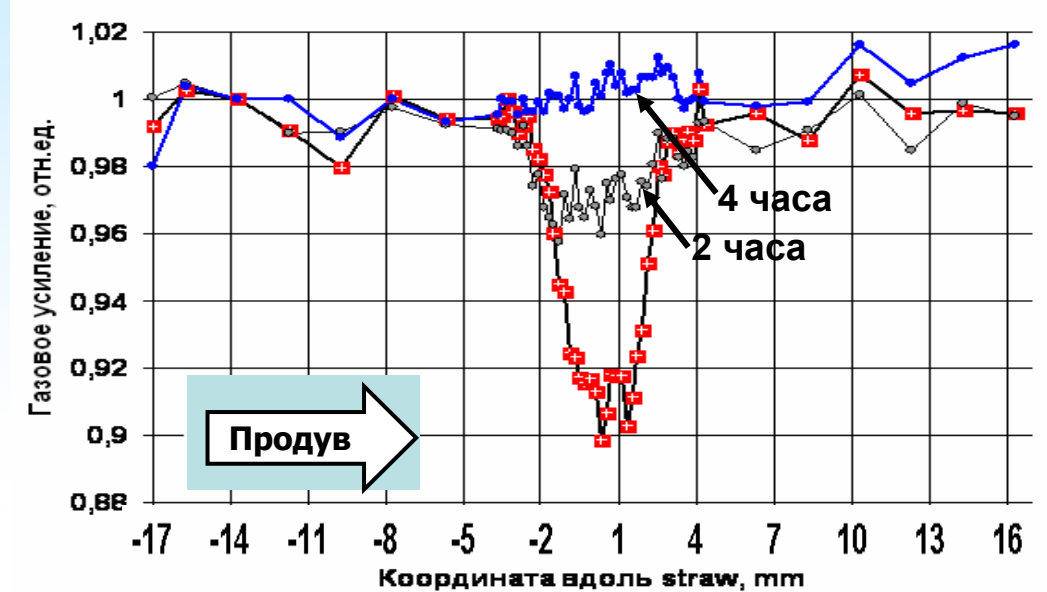
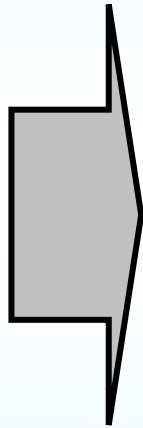




Восстановление рабочих характеристик

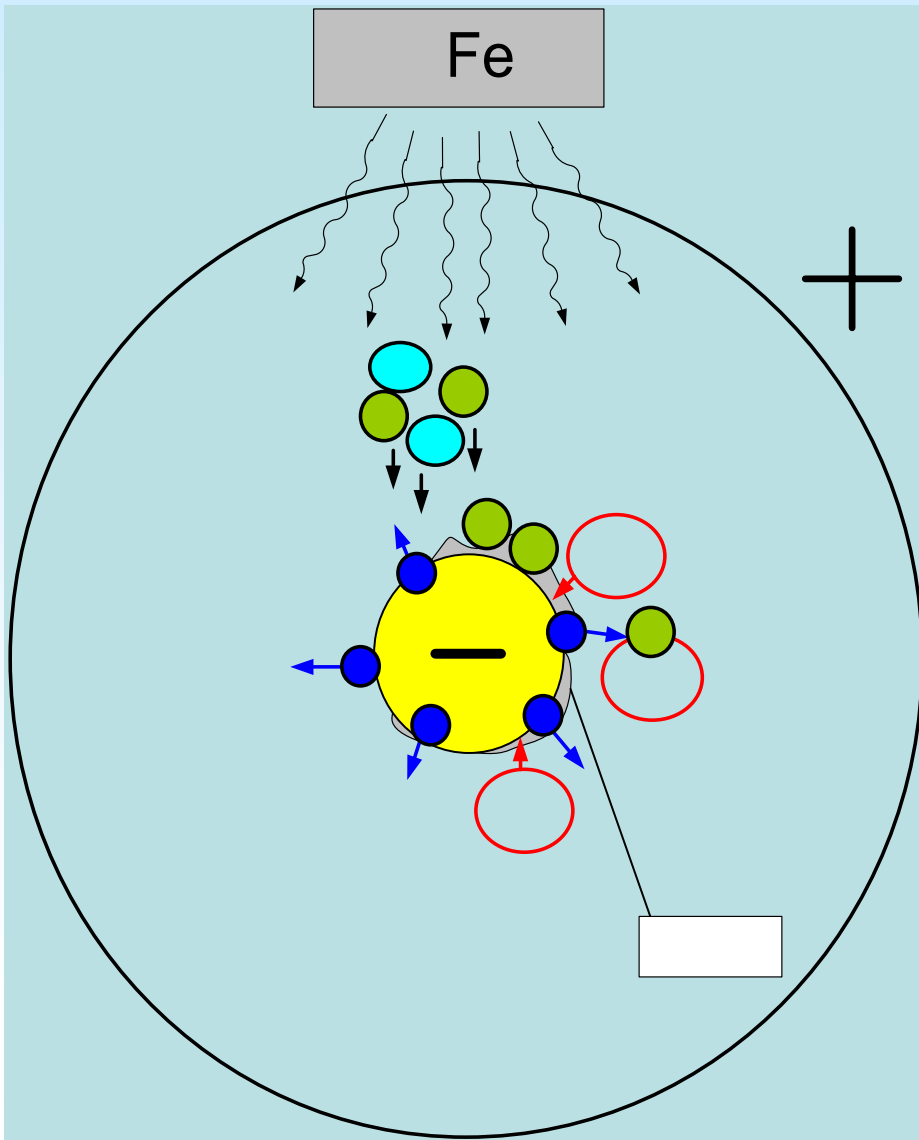
Четыре часа тренировки в тлеющем разряде:

1. Восстановление амплитуды сигнала.
2. Уменьшение темнового тока до исходного уровня.





Механизм восстановления



➤ **80%CF₄+20%CO₂=>тлеющий разряд**
 NIMA591(2008) 363

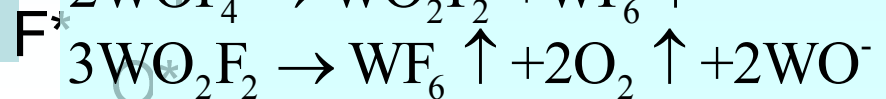
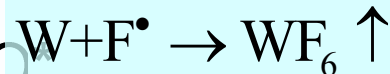
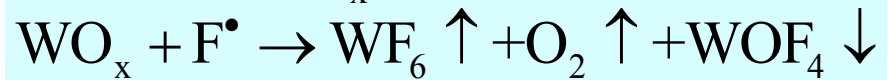
Инверсия напряжения=>**травление**
 образований на анодной проволочки

Облучение ⁵⁵Fe => Образование

F[•], O[•] >> CF₃⁺, CF₃⁻, CO⁻ ... (в 10⁶ раз)
Ионизация (E_{CF4} = 15.2 eV и E_{CO2} = 13.8
эВ и диссоциация (E ≈ 5eV):

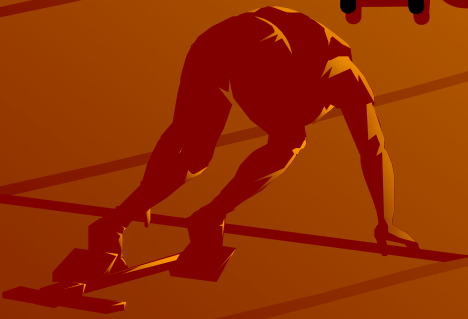


Травление:



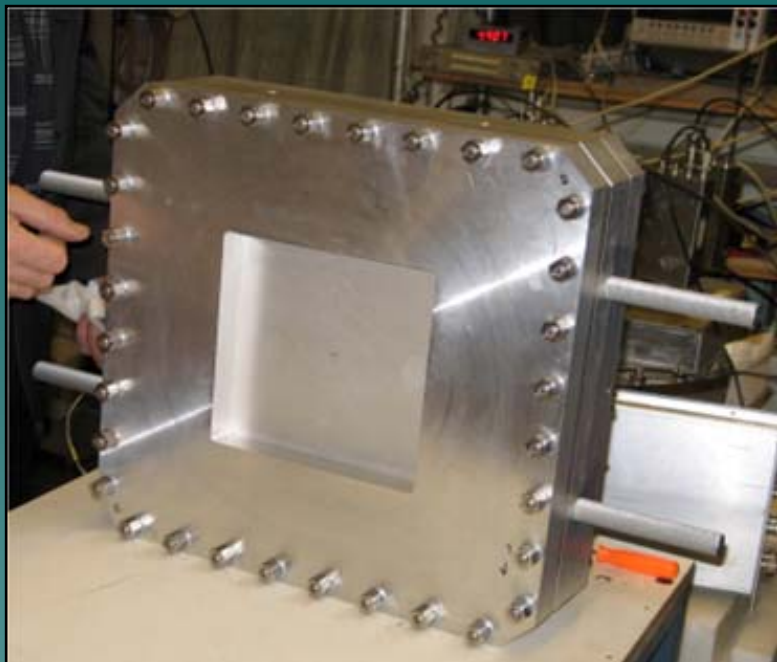


Детекторы тепловых нейтронов



Внешний вид детекторов и их характеристики

Детектор 200 мм × 200 мм



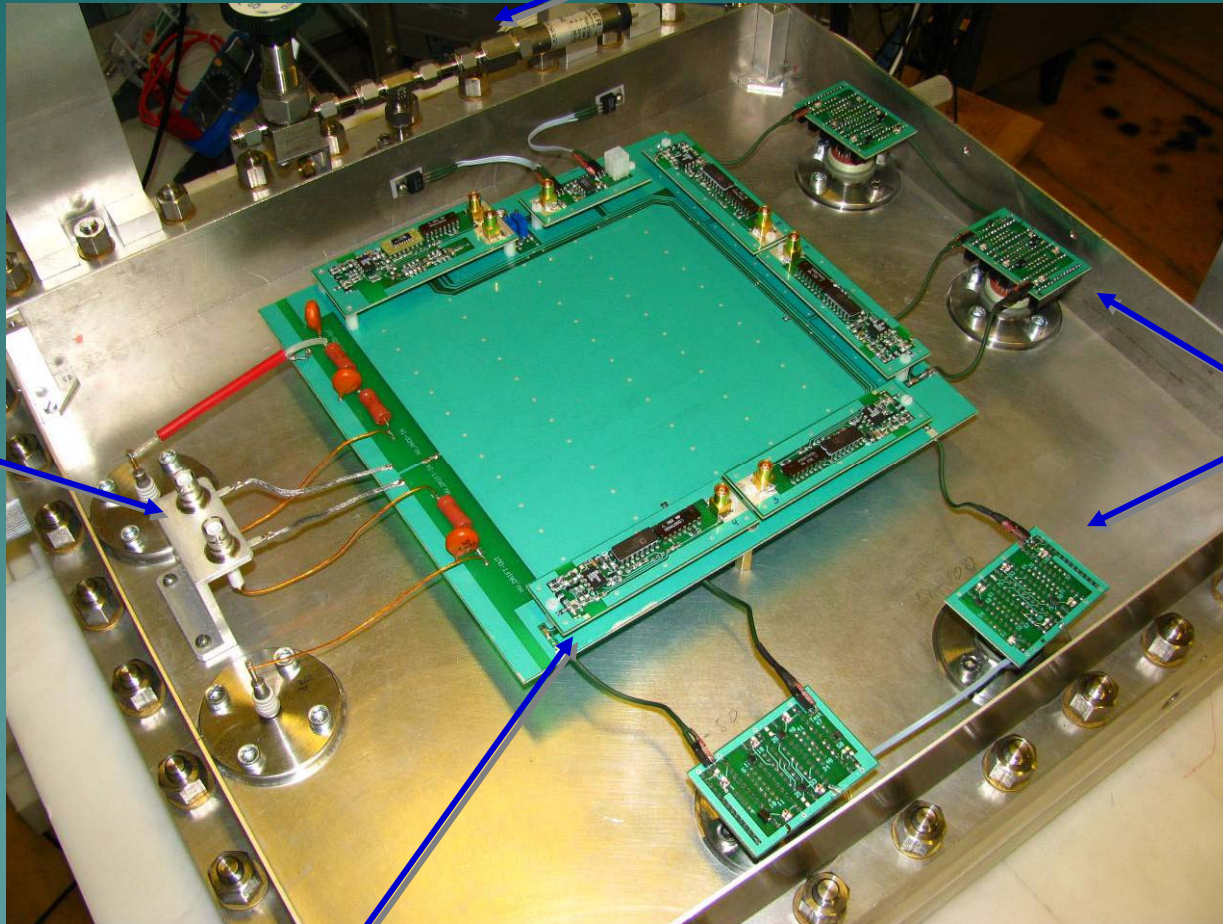
Детектор 300 мм × 300 мм



Основные характеристики детекторов	200×200	300×300
Газовая смесь $^3\text{He}/\text{CF}_4$, атм.	4/2	2/2
Эффективность регистрации, % (λ)	70 (3Å)	70 (9Å)
Пространственное разрешение X×Y (FWHM), мм ²	2×1.5	2×1.5
Дифференциальная нелинейность DNL, %	≤ ±12	≤ ±10
Герметичность $\Delta\rho/\rho$, %/год	<10	<3

Придетекторная электроника

Датчик давления

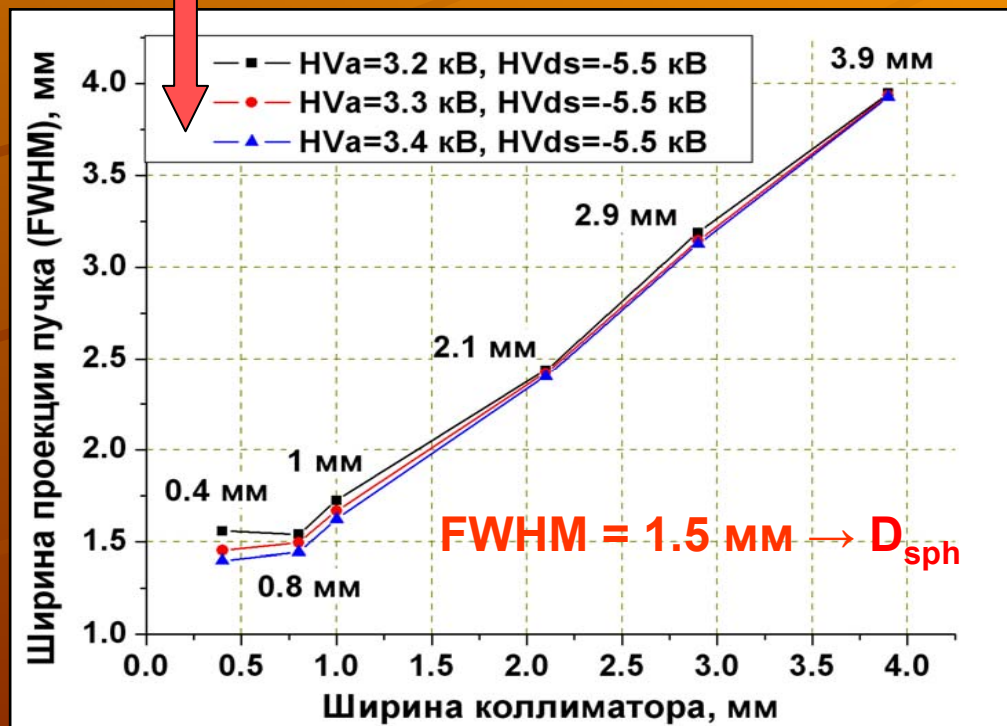
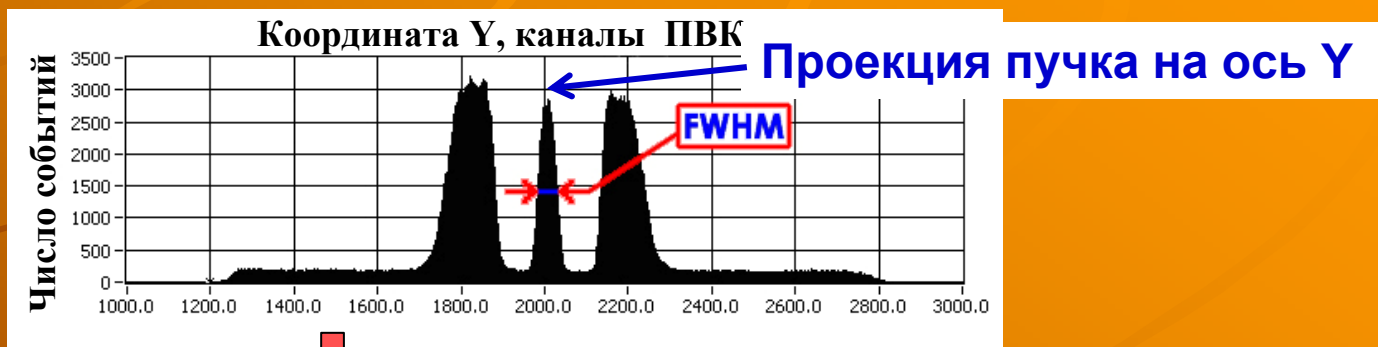


HV

Линии задержки

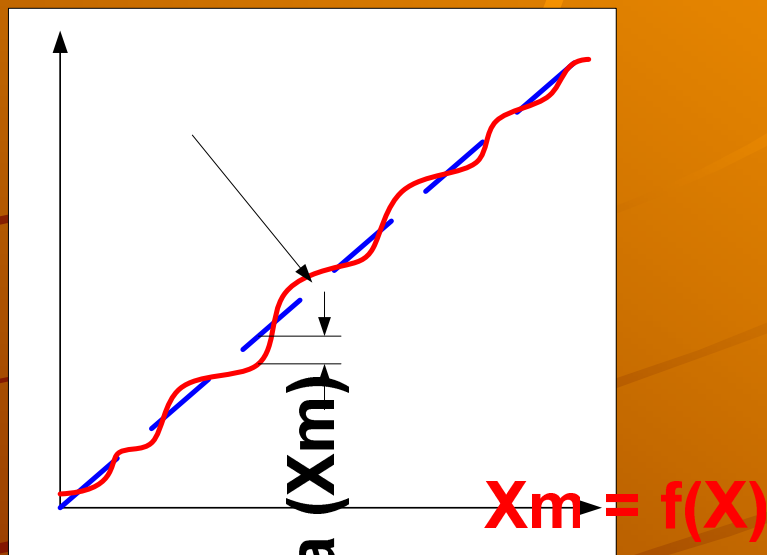
Предусилитель

Пространственное разрешение при регистрации нейтронов

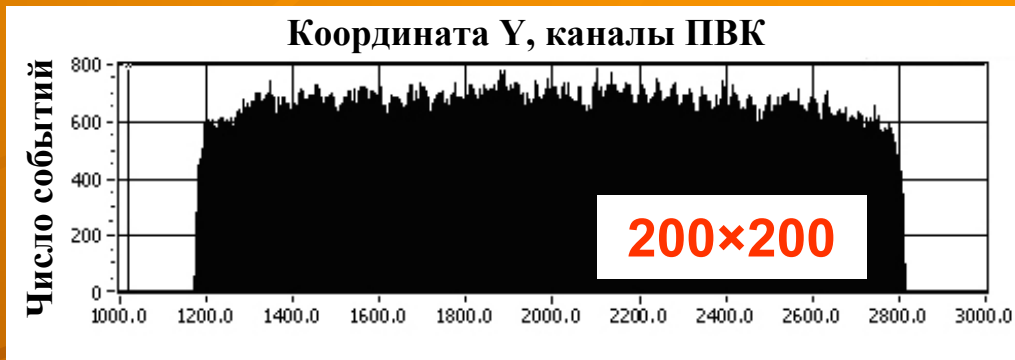


Ошибка определения координат (дифференциальная нелинейность)

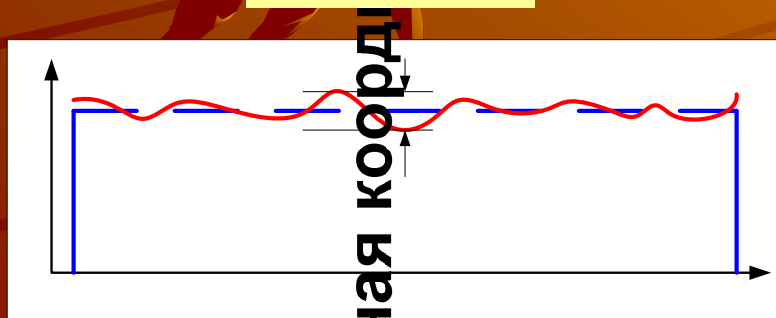
Координатные спектры вдоль непрерывной координаты Y, полученные при равномерном облучении детекторов



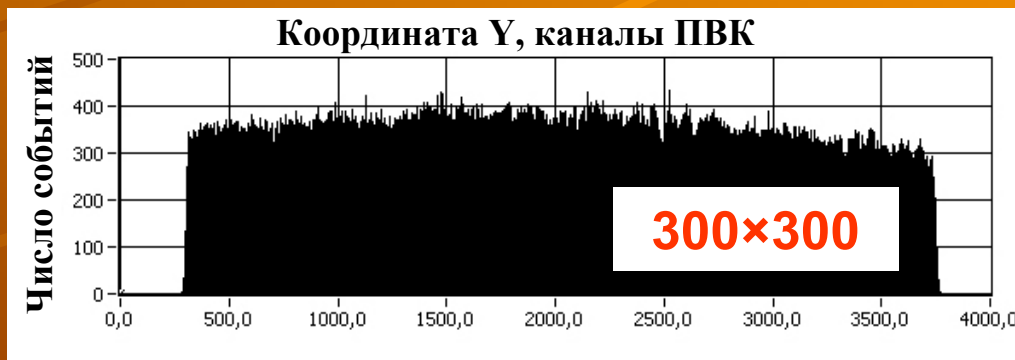
$$DNL = \frac{dX_m}{dX}$$



DNL ≤ ± 12%



$$DNL = \frac{N_{MAX} - N_{MIN}}{\langle N \rangle}$$



DNL ≤ ± 10%

Герметичность детекторов и чистота рабочей смеси

Стабильность характеристик детектора:

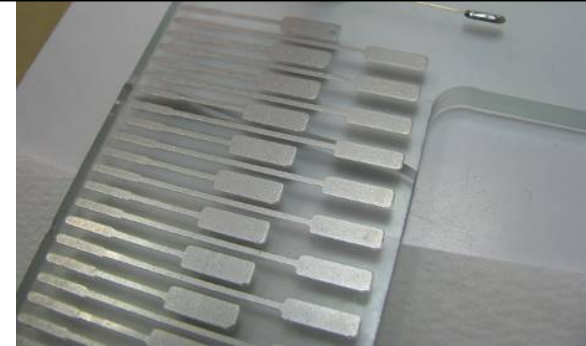
1. Минимальные утечки рабочей смеси
2. Минимальное газовыделение материалами детектора в его объем

$$\rho_{\text{отн}} = \frac{\rho(^3\text{He})}{\rho(^3\text{He при н.у.})}$$

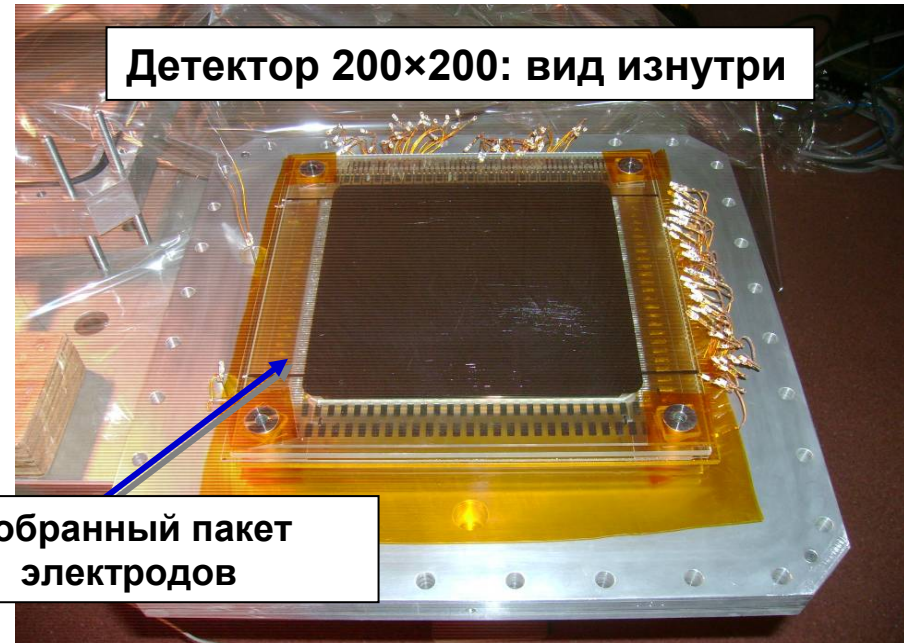
Утечки рабочей смеси из объема детектора:

- **200×200: $\Delta\rho_{\text{отн}}/\rho_{\text{отн0}} < 10\%$ в год**
↓ **Эффективности на 7.5% за 5 лет**
- **300×300: $\Delta\rho_{\text{отн}}/\rho_{\text{отн0}} < 3\%$ в год**
Эффективность не изменяется
первые 5 лет

Все электроды изготовлены из кварцевого стекла



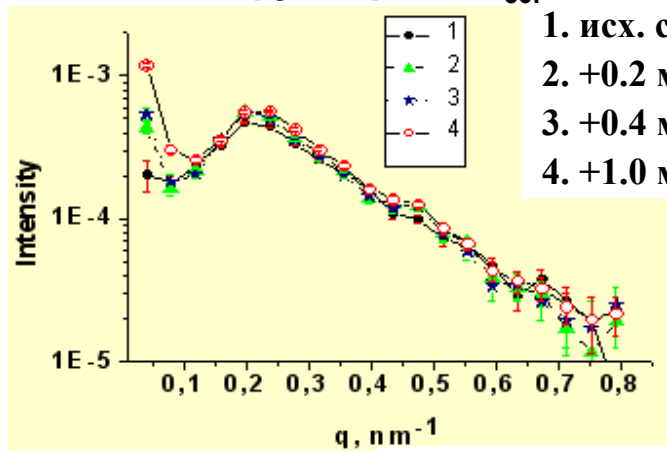
Детектор 200×200: вид изнутри



Собранный пакет электродов

Рассеяние тепловых нейтронов на образцах

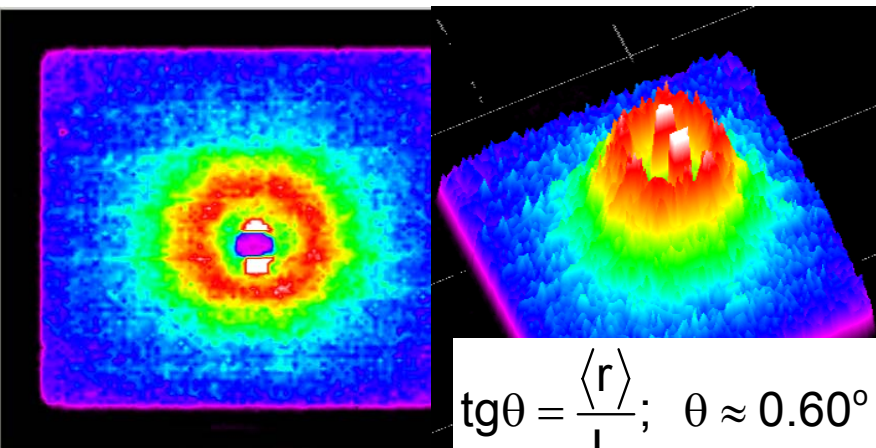
Мембрана-2 (многосчетчиковая система):
 пленки силиксана $O_xC_ySi_z$ с различными добавками фуллера C_{60} .



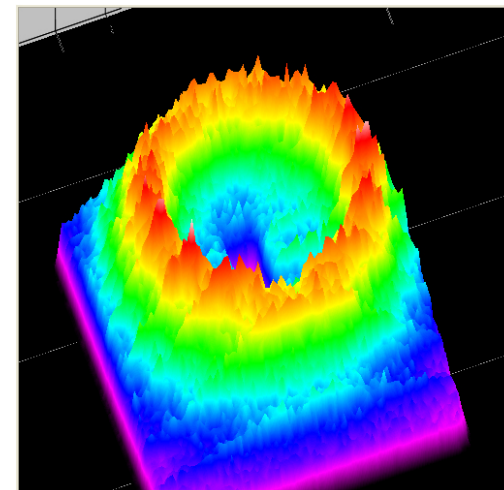
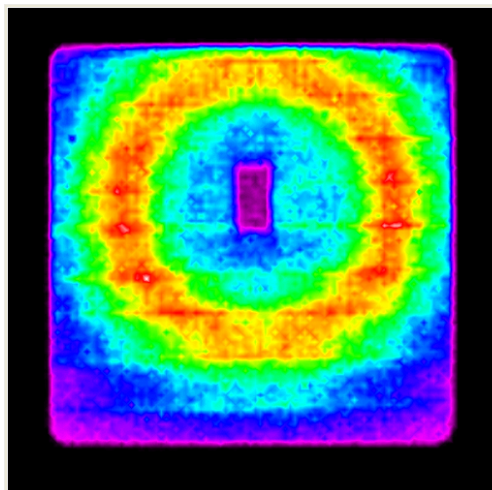
1. исх. силиксан
2. +0.2 мас. % C_{60}
3. +0.4 мас. % C_{60}
4. +1.0 мас. % C_{60}

$$q = \frac{4\pi}{\lambda} \sin \frac{\theta}{2}; \quad \theta \approx 0.62^\circ$$

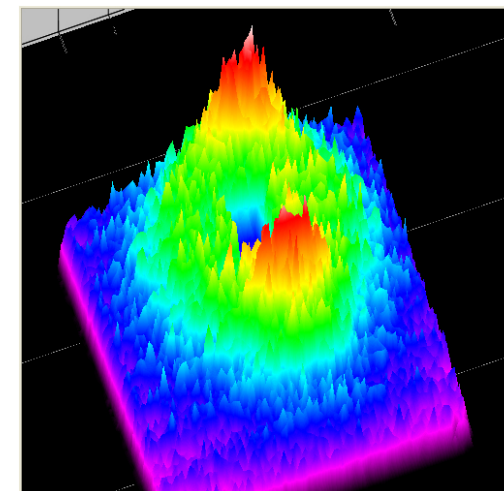
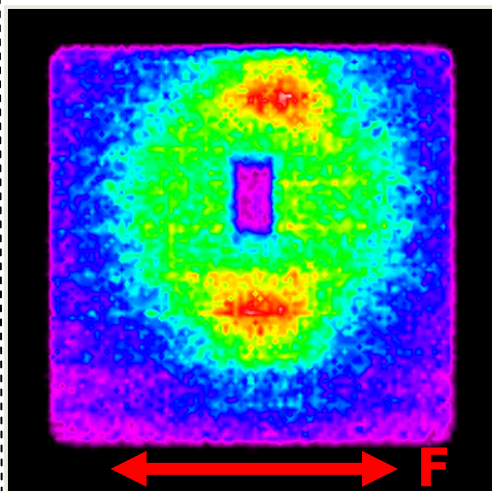
Мембрана-2 с ПЧД 200×200: расстояние до детектора $L=253$ см. Характерный размер $D=2\pi/q=28$ нм.



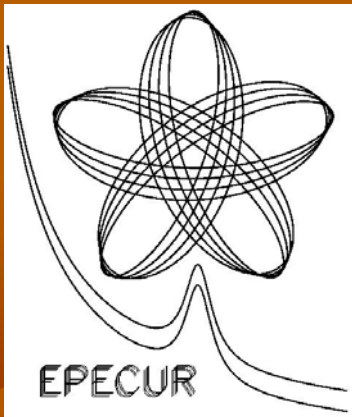
$$\text{tg} \theta = \frac{\langle r \rangle}{L}; \quad \theta \approx 0.60^\circ$$



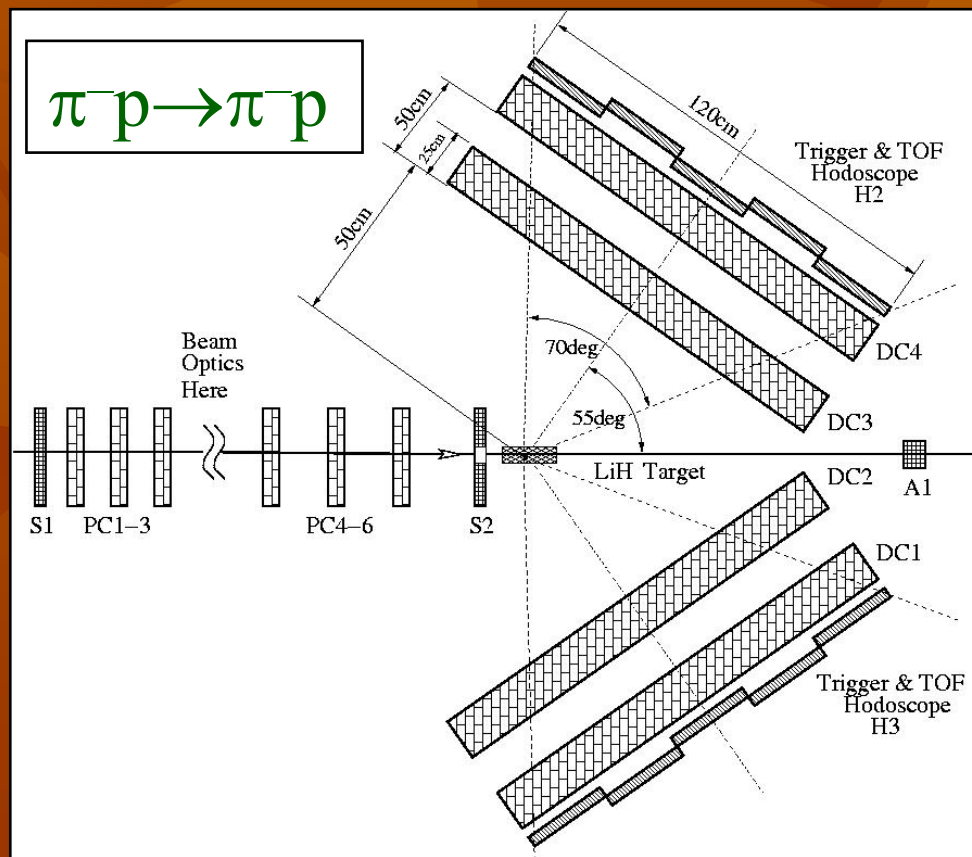
Фторопласт (Teflon), расстояние до детектора 10 см. Характерный размер решетки $D=2\pi/q=0.56$ нм.



Растянутая пленка фторопласта: деформация решетки в выделенном направлении F.



ЭПЕКУР*



*Эксперимент по поиску ПЕНТАКварка в Упругом Рассеянии (и Реакции $\pi p \rightarrow K_S^0 \Lambda$)

Пропорциональные камеры, шаг 1 мм

Изготовлено и испытано:

- 6 двухкоординатных камер 200x200 мм
- потенциальные электроды – алюминиевая фольга 40 мкм.
- Газ – «магическая» смесь
- 3200 каналов электроники

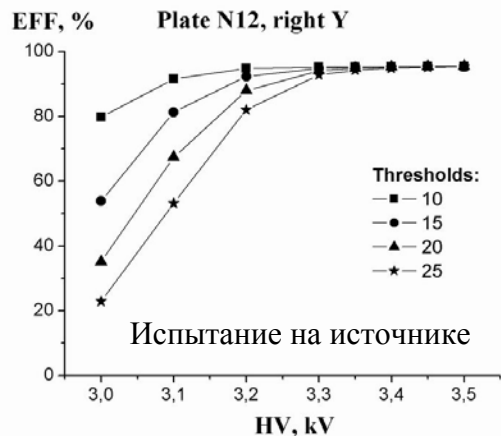
100-канальная плата
предусилителей,
оцифровки и
USB интерфейса

Однокоординатная
камера-прототип с шагом
проволочек 2 мм.

← пучок

Магнитная линза

Двухкоординатные камеры с шагом проволочек 1 мм.



Расположение пропорциональных камер в первом фокусе магнито-оптического канала.



ОФВЭ, С НОВЫМ 2009 ГОДОМ.

**45 лет – это время
МОЛОДОСТИ И СИЛЫ.**

