



ОТДЕЛ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

ОФВЭ ПИЯФ

А.Г.Крившич

29 декабря 2011года



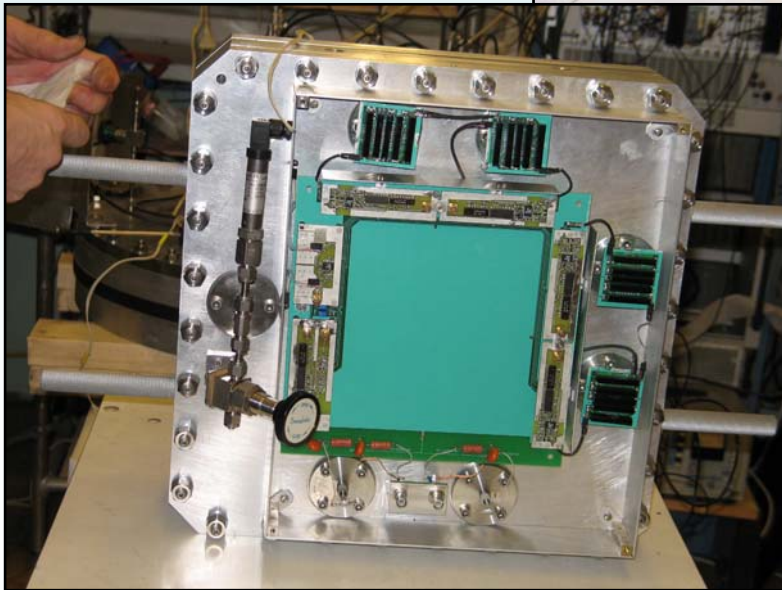
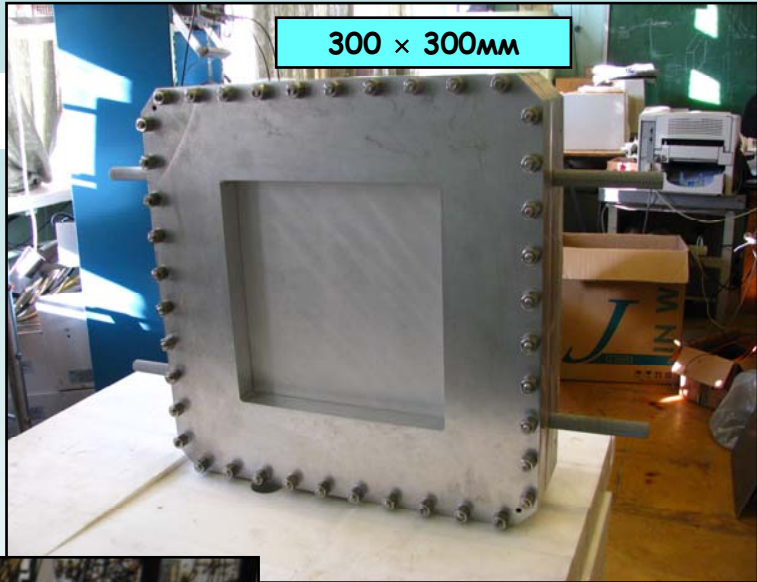
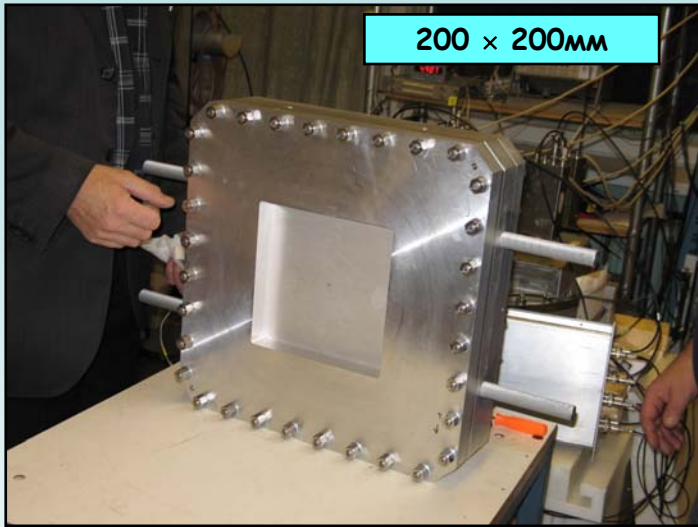


Детекторы тепловых нейтронов



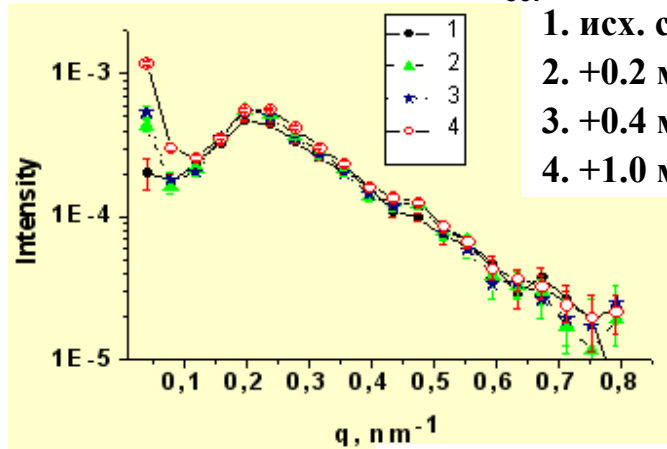


Рабочие экземпляры детекторов тепловых нейтронов



Рассеяние тепловых нейтронов на образцах

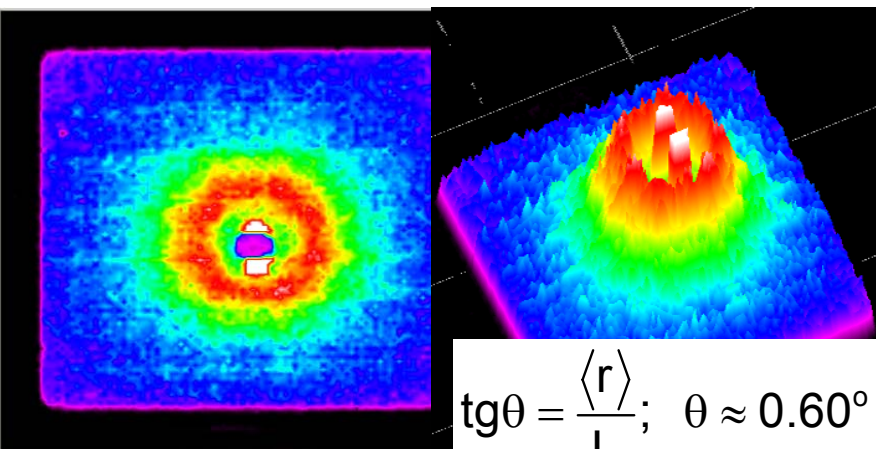
Мембрана-2 (многосчетчиковая система):
 пленки силиксана $O_xC_ySi_z$ с различными
 добавками фуллера C_{60} .



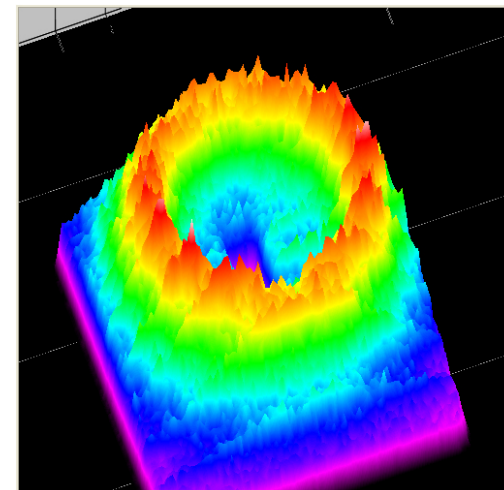
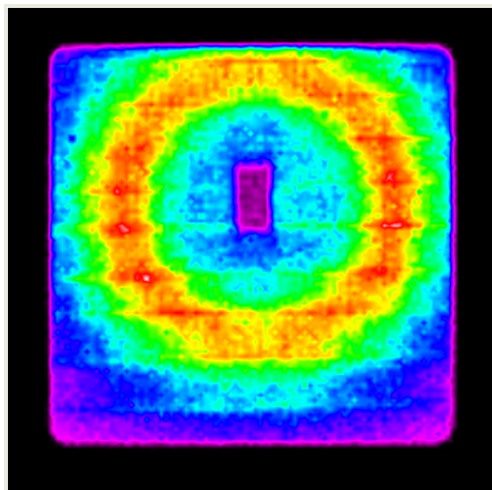
1. исх. силиксан
2. +0.2 мас. % C_{60}
3. +0.4 мас. % C_{60}
4. +1.0 мас. % C_{60}

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

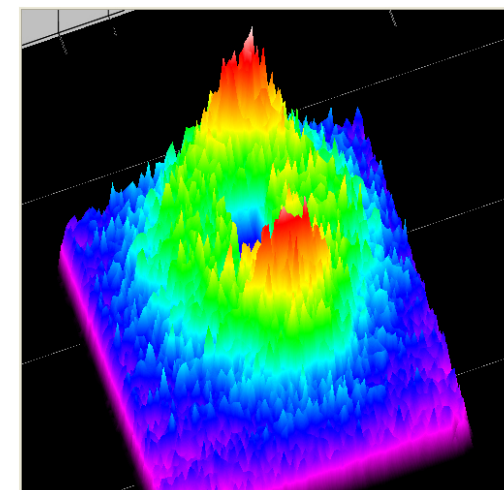
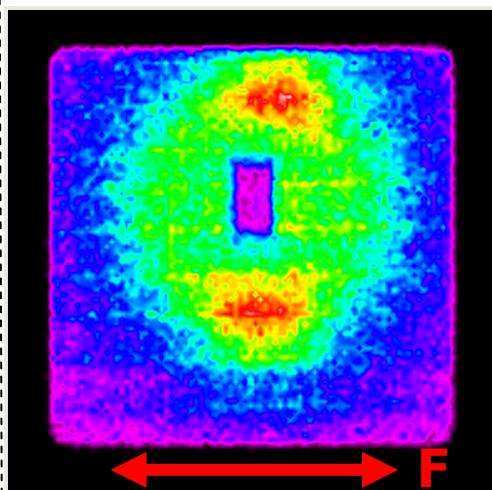
Мембрана-2 с ПЧД 200×200: расстояние
 до детектора $L=253$ см. Характерный
 размер $D=2\pi/q=28$ нм.



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



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.



Типы детекторов нейтронов, которые планируются к применению в различных экспериментальных установках реактора ПИК

		Пропорциональные счетчики	Газонаполненные 2D-детекторы	Сцинтилляторы	пдд
1	Порошковые дифрактометры	3			
2	Кристаллические дифрактометры		6		
3	Спектрометры неупругого рассеяния		3	3	
4	Малоугловые инструменты		10		
5	Прочие установки		2		1
	ИТОГО	3	21	3	1

Аппертура	Пространственное разрешение, мм	Количество
100×100	2	1
200×200	2	3
250×250	2	2
300×300	2	8
400×400	4	1
500×500	4	3
1000×1000	8	2
	ИТОГО	21



ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОР ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ



- НАЗНАЧЕНИЕ:**
- 1) Измерение интенсивности прямого пучка в реальном времени
 - 2) Локализация пучка и измерение его профиля

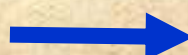
Конверторы нейтронов:

(1) Потoki $I < 1 \times 10^6$ н/см²/с



${}^3\text{He} + n \rightarrow p + T + 764 \text{ кэВ}$
Сечение $\sigma = 5300$ барн ($\lambda = 1.8 \text{ \AA}$)

(2) Потoki $I = 1 \times (10^6 \div 10^8)$ н/см²/с



${}^{14}\text{N} + n \rightarrow p + {}^{14}\text{C} + 626 \text{ кэВ}$
Сечение $\sigma = 1.9$ барн ($\lambda = 1.8 \text{ \AA}$)



ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МОНИТОР ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

Основные характеристики

Для потоков $I < 1 \times 10^6$ н/см²/с (ВВР-М)

1) Газ: 50 мбар ³He + 950 мбар CF₄

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

Для потоков $I = 1 \times (10^6 \div 10^8)$ н/см²/с (ТИК)

1) Газ: 50 мбар N₂ + 950 мбар CF₄

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.).

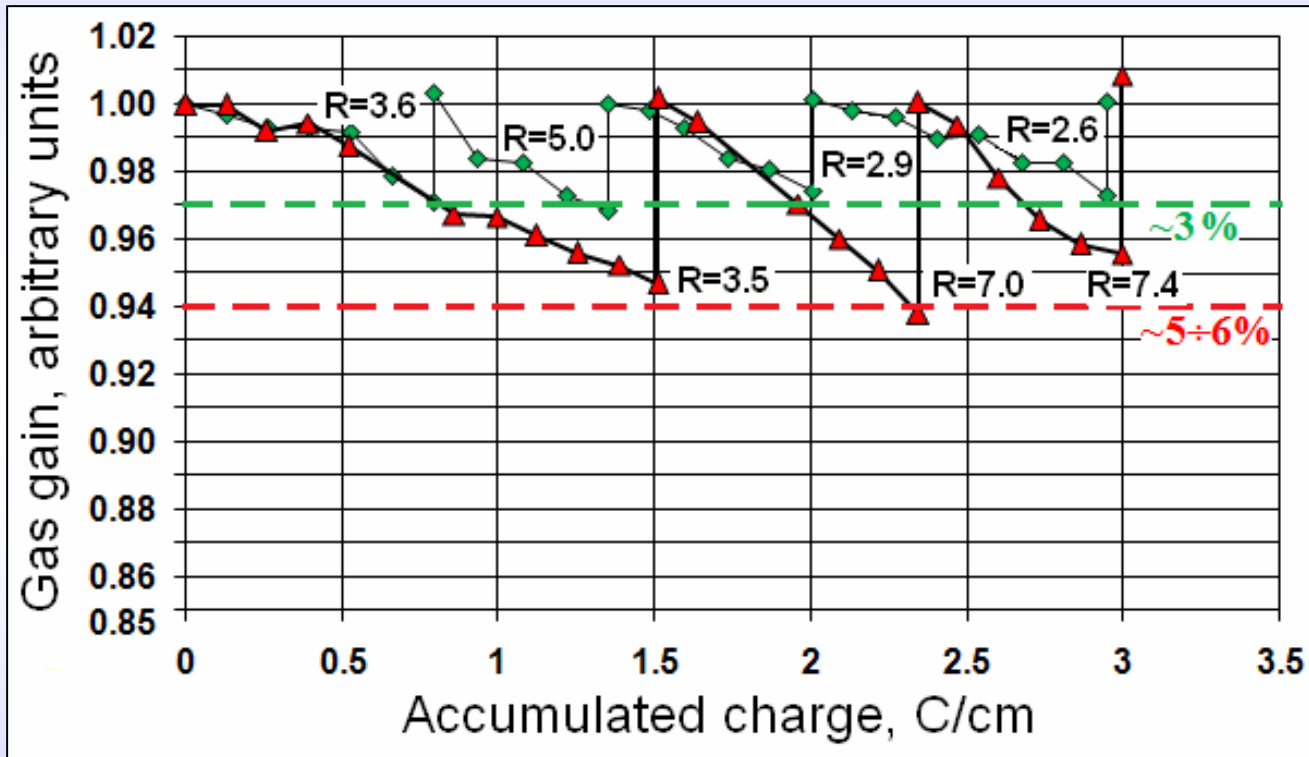


**Исследование процессов
старения газоразрядных
детекторов частиц в
интенсивных полях
излучений**





Метод восстановления состаренных анодов

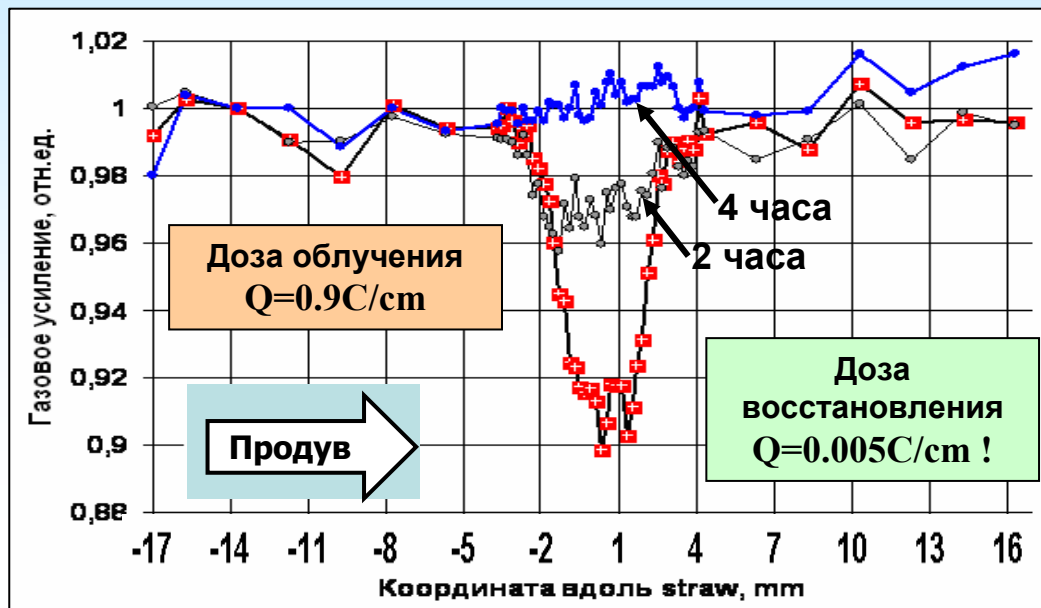
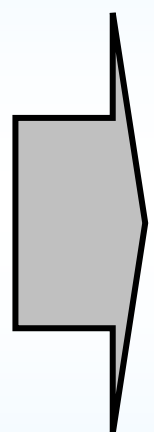


Восстановление рабочих характеристик

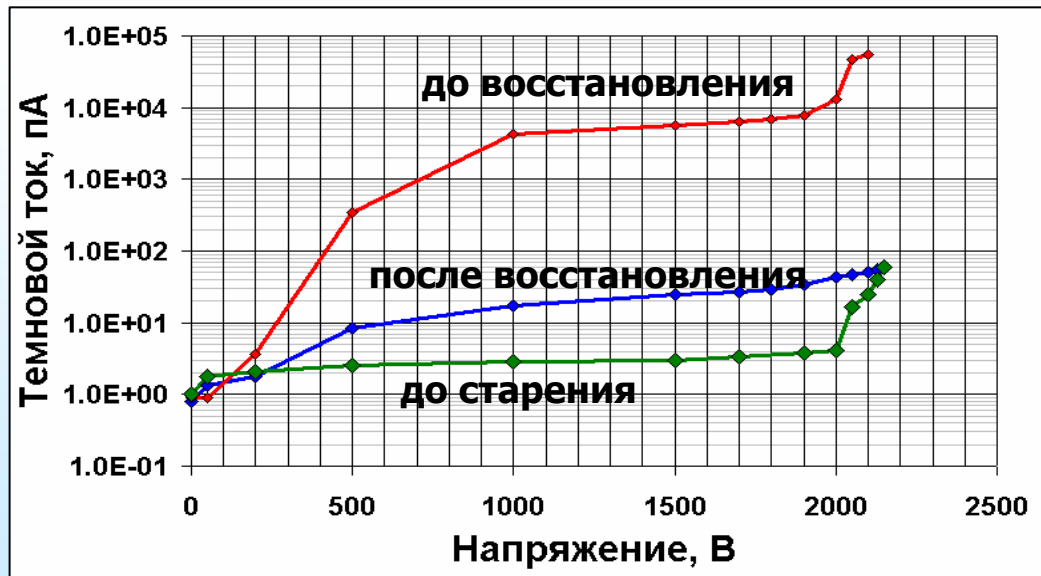


Четыре часа тренировки в коронном разряде:

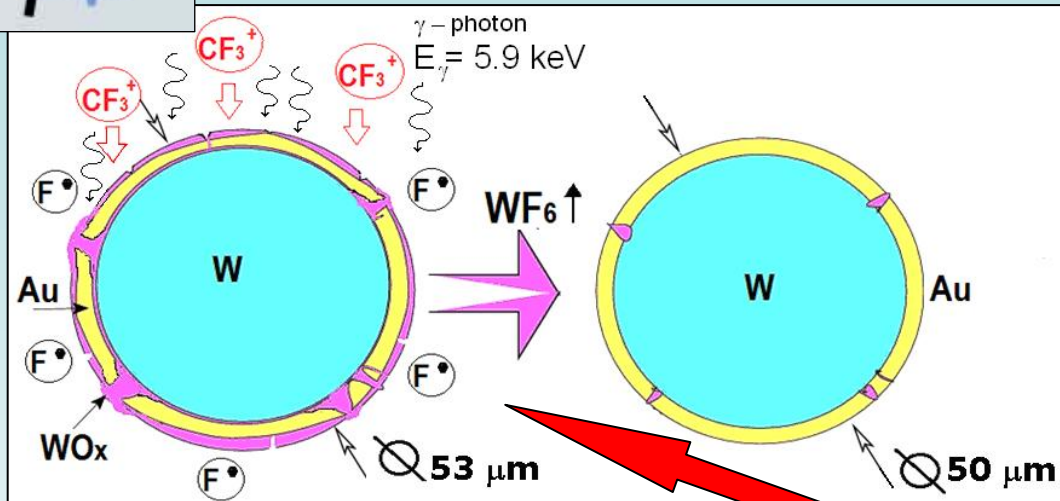
1. Восстановление амплитуды сигнала.



2. Уменьшение темнового тока до исходного уровня.



Метод восстановления состаренных анодов

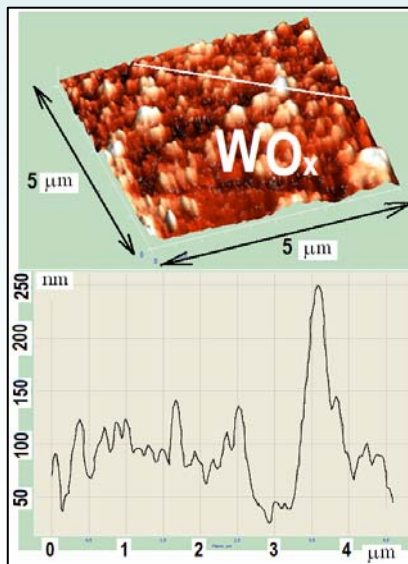
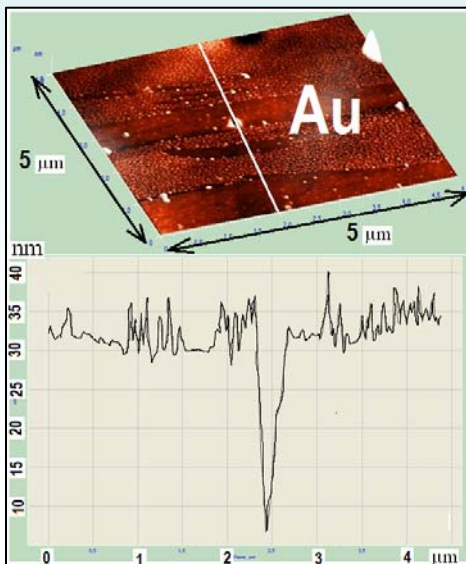


Глеющий разряд

Газовая смесь
 $80\% \text{CF}_4 + 20\% \text{CO}_2$

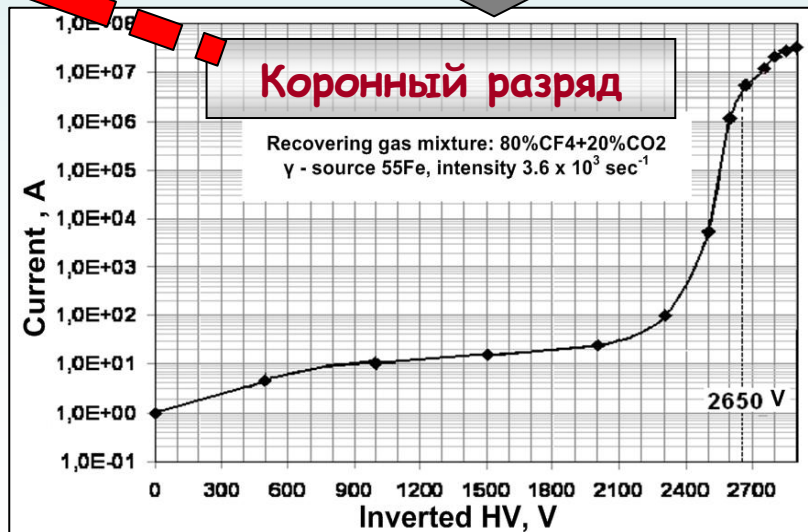
\Rightarrow production of $\text{F}^\bullet, \text{O}^\bullet, \text{CF}_3^+$
 $\text{CF}_4 + e^- \rightarrow \text{CF}_3^+ + \text{F}^\bullet + e^-$
 $\text{CO}_2 + e^- \rightarrow \text{CO}^\bullet + \text{O}^\bullet + e^-$

\Rightarrow etching of $\text{WO}_x \Rightarrow \text{WF}_6 \uparrow$
 $\text{WO}_x + \text{F}^\bullet \rightarrow \text{WF}_6 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + \text{WOF}_4$
 $\text{W} + 6\text{F}^\bullet \rightarrow \text{WF}_6 \uparrow$



Коронный разряд

Recovering gas mixture: $80\% \text{CF}_4 + 20\% \text{CO}_2$
 γ -source ^{55}Fe , intensity $3.6 \times 10^3 \text{ sec}^{-1}$

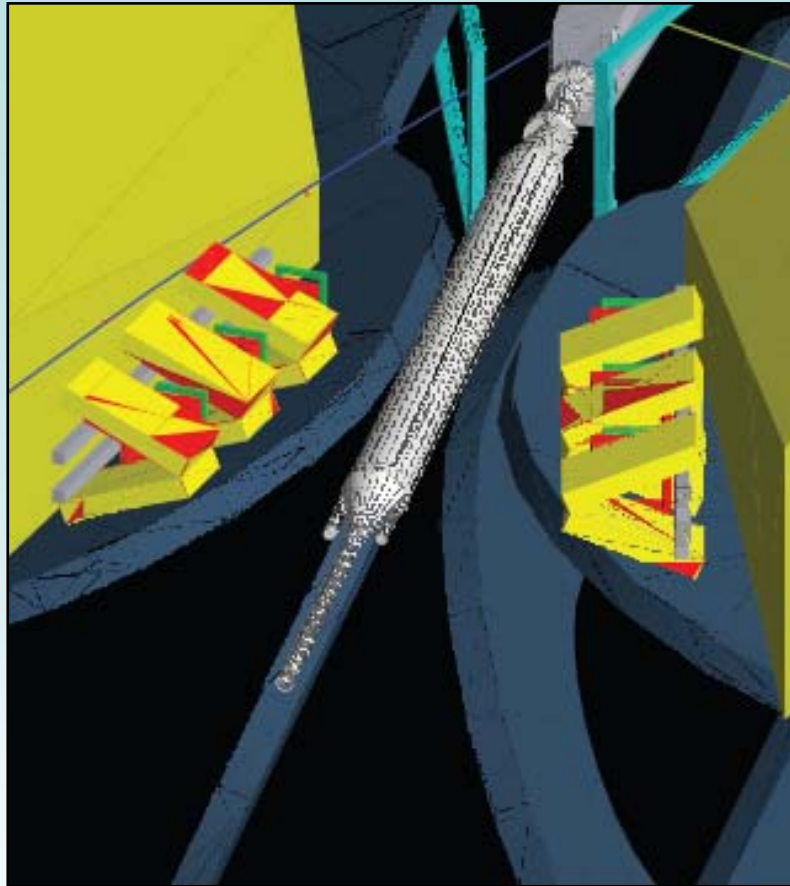




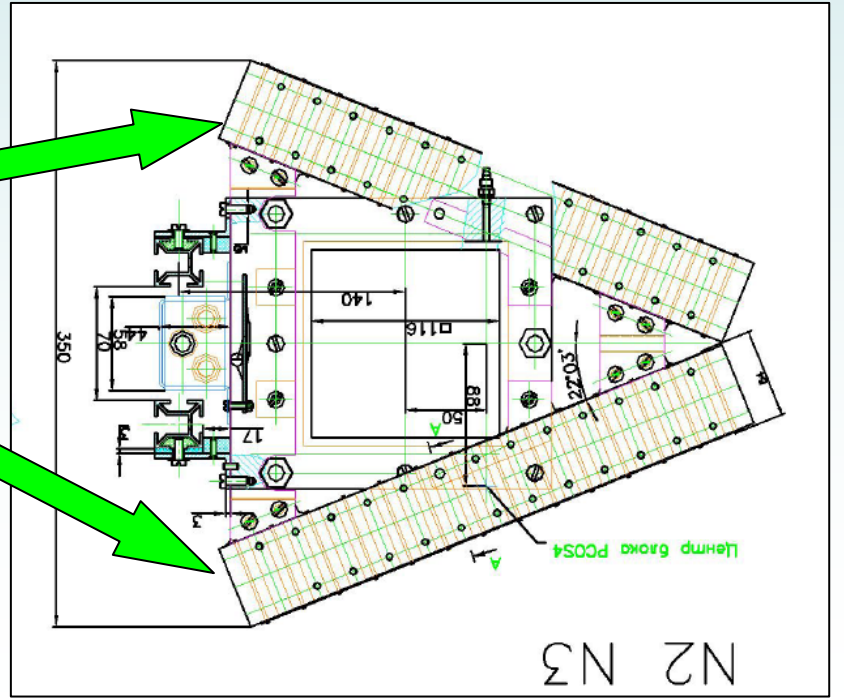
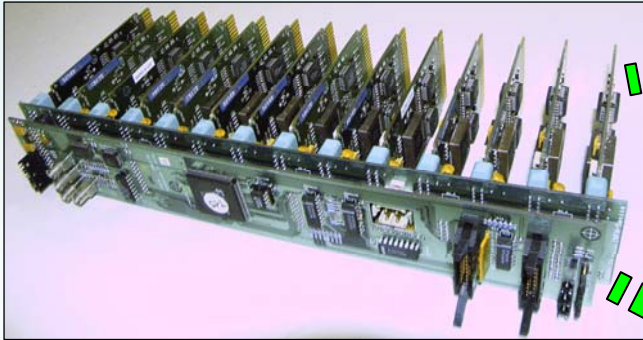
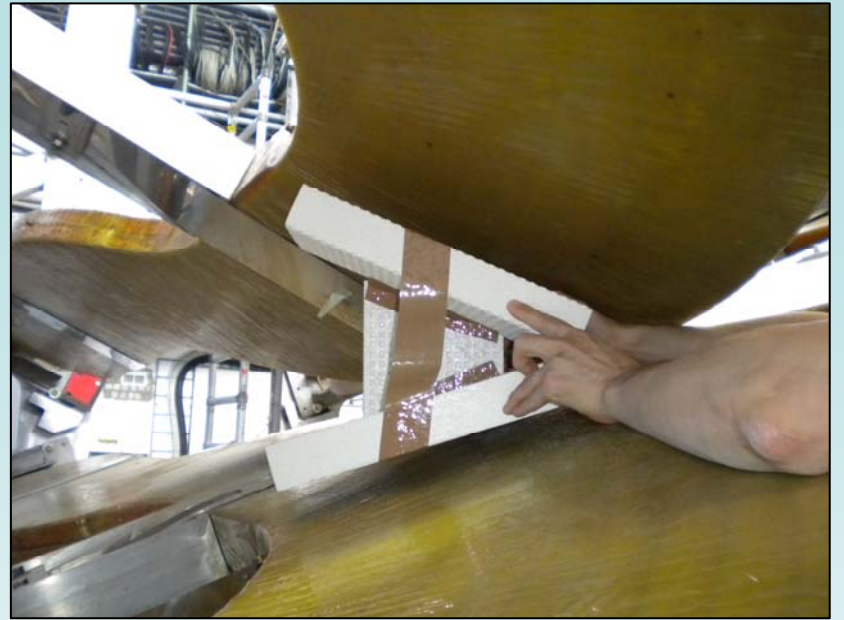
OLYMPUS

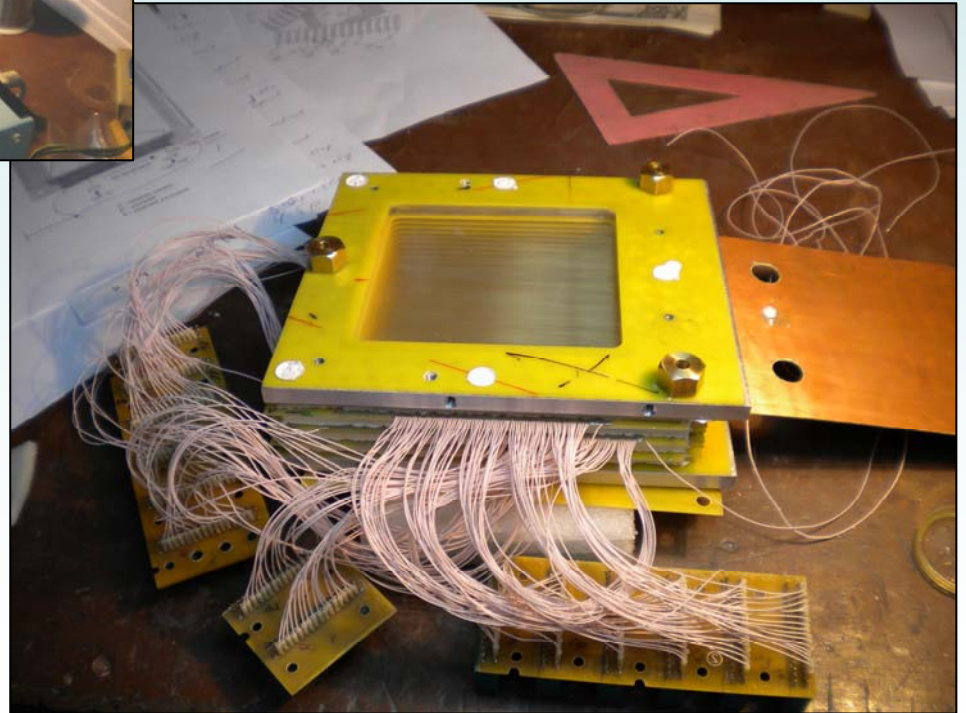
Luminosity Monitor

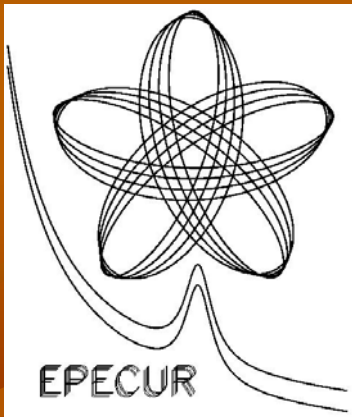
Трековая система на
базе пропорциональных
камер



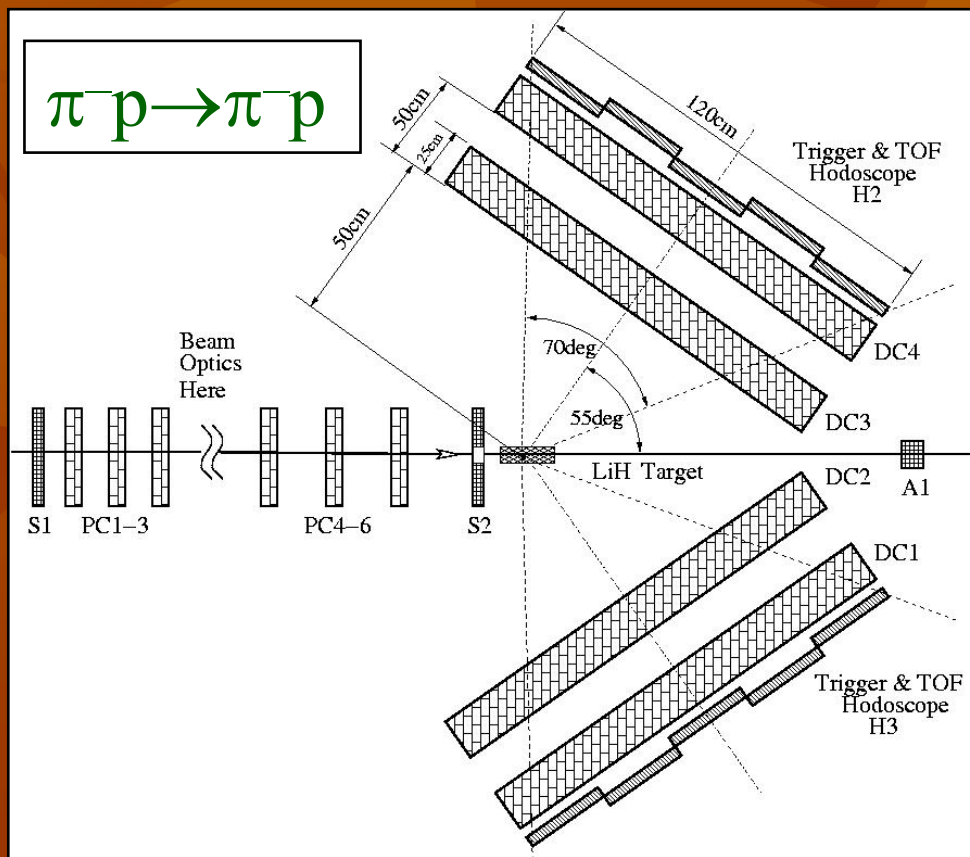
**3D simulation of MWPC
positioning inside of
experimental set-up
(D.Hasell)**







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

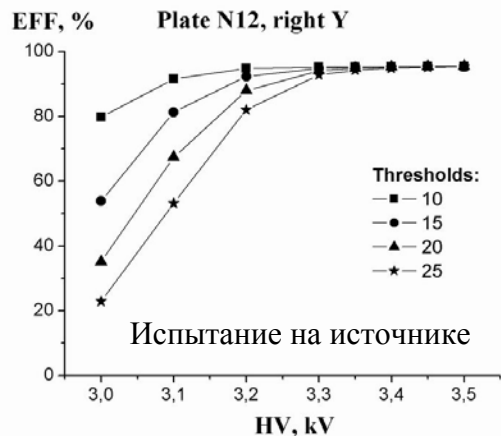
100-канальная плата
предусилителей,
оцифровки и
USB интерфейса

Однокоординатная
камера-прототип с шагом
проволочек 2 мм.

← пучок

Магнитная линза

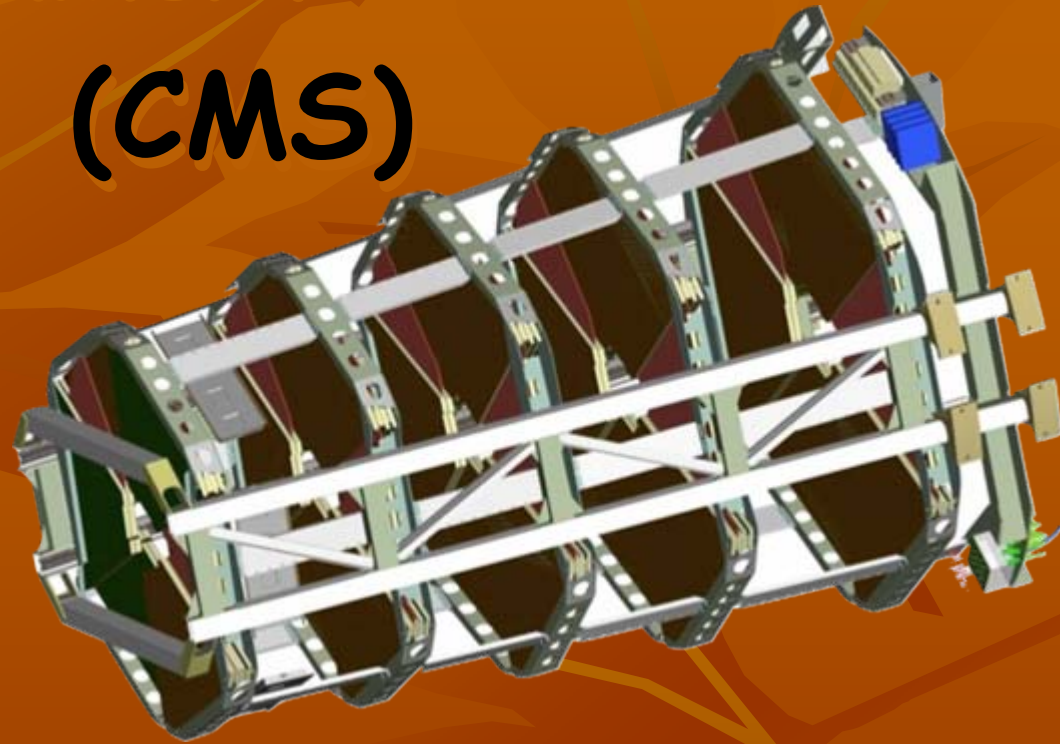
Двухкоординатные камеры с шагом проволочек 1 мм.



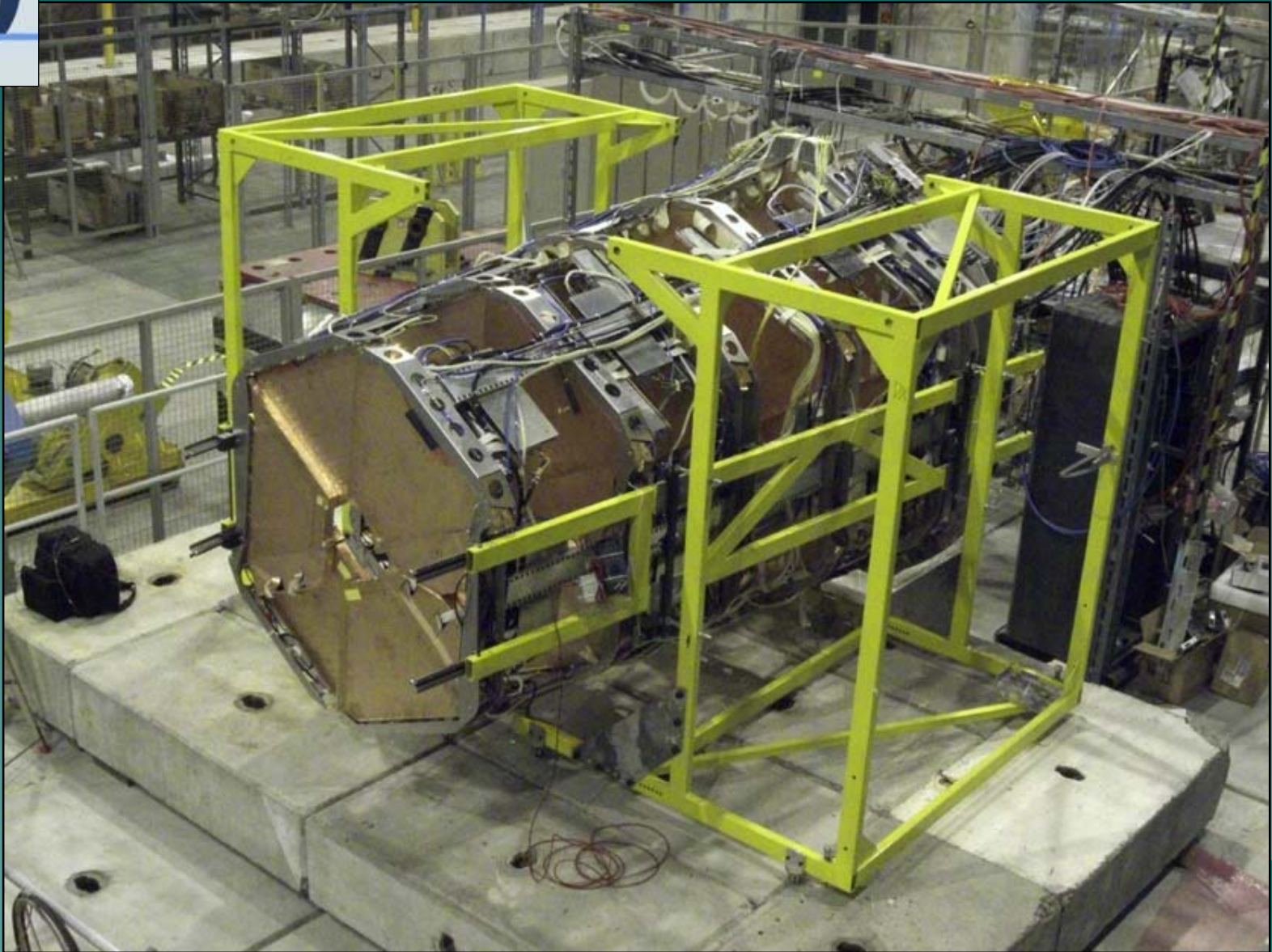
Расположение пропорциональных камер в первом фокусе магнито-оптического канала.



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.



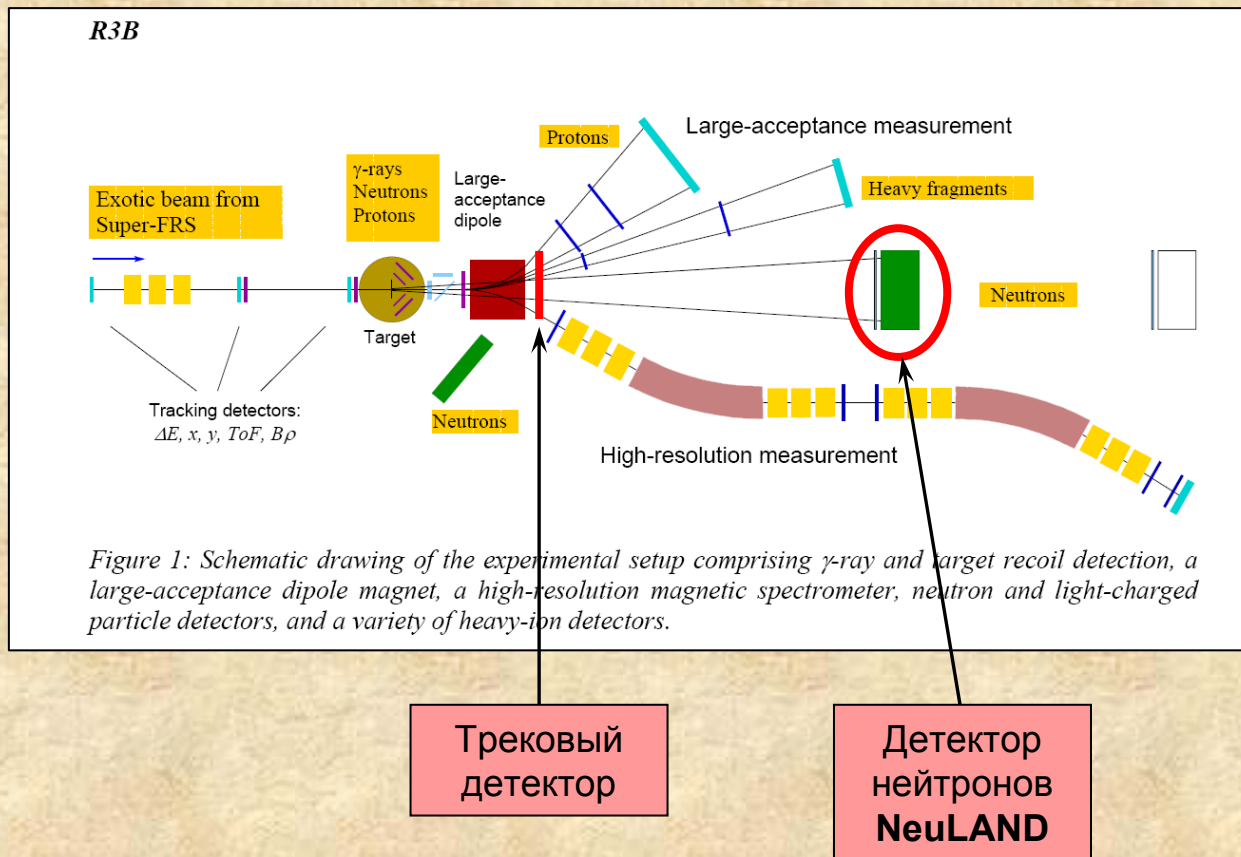


Эксперимент R3B (GSI)





БЛОК-СХЕМА ЭКСТЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ R3B





ДЕТЕКТОР БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ NeuLAND

(New Large Area Neutron Detector)

Назначение

Время-пролетный (ToF) спектрометр быстрых нейтронов с энергией от 100 до 1000 МэВ (кинетическая энергия нейтронов в СЦМ – до 4,5 МэВ).

Технические характеристики:

1. Пространственное разрешение - 1,5 см (вдоль сцинтиллятора).
2. Временное разрешение – 150 ps.
3. Эффективность – более 95% для one-hit events.
4. Эффективность – более 60% для four-hit events.
5. Multi-neutron hit reconstruction.
6. Загрузка нейтронами – до 1×10^4 нейтронов/сек на один модуль.
7. Апертура - 250×250 см (full-acceptance mode на расстоянии 15,5 м).
8. Сцинтилляторы: размеры модуля - 5×5×250 см; количество модулей – 3000; количество каналов (фотоумножителей) – 6000.



Результаты испытаний полноразмерных модулей сцинтилляторов и секций детектора NeuLAND

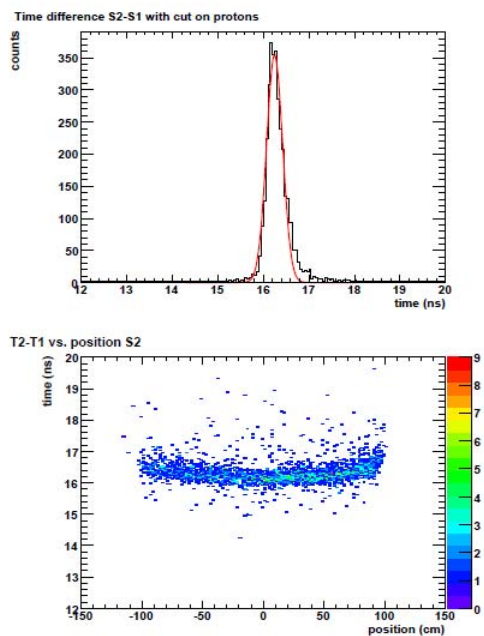


Figure 3.1.: The measured time difference of the two scintillator bars S1 and S2 is shown in the upper panel. The Gaussian fit corresponds to a width of $\sigma_t = 176$ ps. The two-dimensional plot in the lower panel shows the time difference of the two scintillator bars S1 and S2 depending on the position along the scintillator bar.

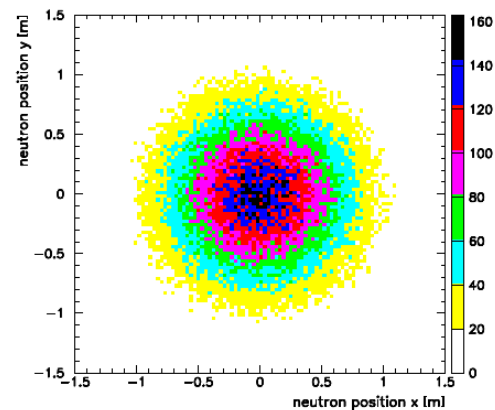


Figure 8.2.: Spatial distribution of neutrons from quasifree scattering of deuterons at 250 AMeV on protons in 10 m distance to the target.



Схематический общий вид детектора NeuLAND

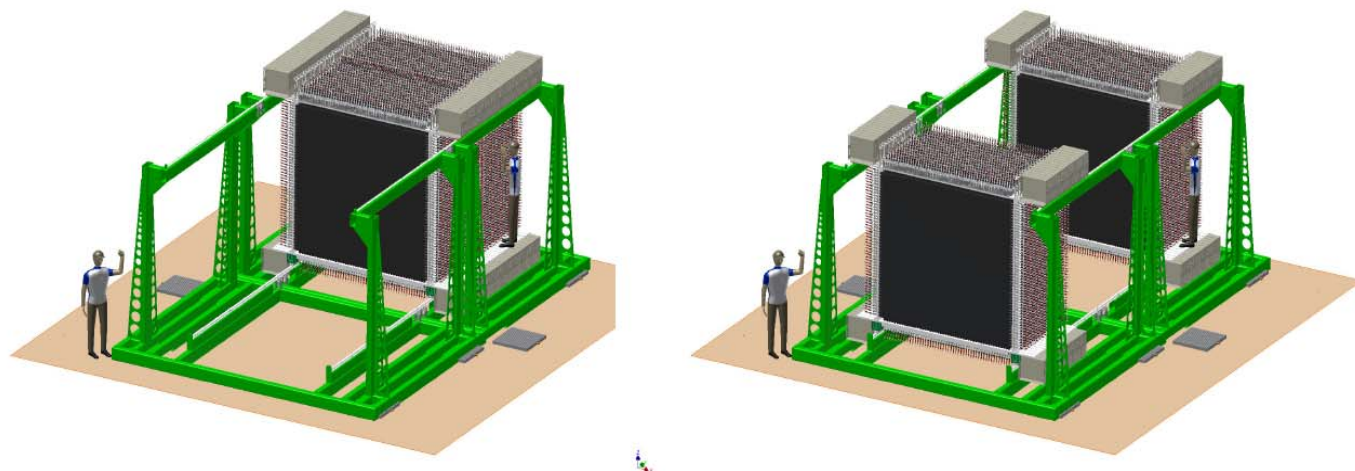


Figure 5.9.: The two NeuLAND frames, arranged for moving double planes. On the left hand side, the front-sides of both frames are put to closest distance, on the right part the half of double planes have been moved to the second frame.

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.

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. Multi-neutron hit reconstruction - ???.
5. Загрузка частицами – до 1×10^4 1/сек на один модуль.
6. Апертура - 50×100 см (full-acceptance mode на выходе магнита).
7. Работа в вакууме.
8. Детектор – пропорциональные счетчики (трубки) диаметром $10 \div 25$ мм.

Ответственность ПИЯФ (обсуждается):

1. Детектор – разработка и изготовление.
2. Регистрирующая электроника.



ОФВЭ,
С НОВЫМ 2012 ГОДОМ.

