



ОТДЕЛ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

ОФВЭ ПИЯФ

А.Г.Крившич

27 декабря 2017 года



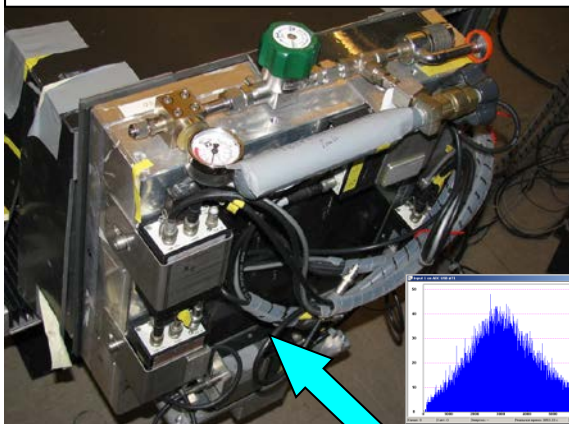


Детекторы нейтронов





Восстановление детекторов
из GKSS



Идет разработка 2D-монитора нейтронных
пучков

For higher beam flux $I=1 \times (10^6 \div 10^8)$ n/s
(реактор ПИК)

1) Gas mixture: 50 mBar N_2 + 950 mBar CF_4

2) Efficiency: 0.0002 % ($\lambda=1.8 \text{ \AA}$)

3) $^{14}N + n \rightarrow p + ^{14}C + 626 \text{ keV}$; $\sigma=1.9 \text{ barn}$ ($\lambda=1.8 \text{ \AA}$)

Развитие
детекторов
тепловых
нейтронов

Идут исследования
детектора нейтронов с
конвертором 10-Бор

В качестве эксперта МАГАТЭ
А.Г.Крившич принял участие
в Совещании МАГАТЭ (Вена
4÷9.09.2017) на тему:
«Стратегия развития
детекторов нейтронов на
ближайшие 10 лет» и
выступил там с докладом:
«Стратегия оснащения
экспериментальных
установок реактора ПИК
детекторами нейтронов».



Proton Arm Spectrometer

R3B эксперимент

Дармштадт, GSI





Протонный Спектрометр (PAS) для R3В эксперимента в FAIR

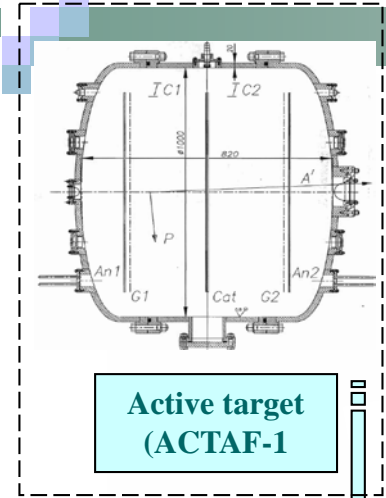
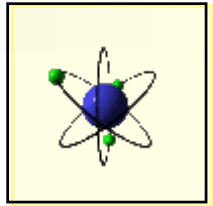
(проект реализуется на базе Отдела Трековых Детекторов ОФВЭ)

Предложенный ПИЯФом проект **Протонного Спектрометра** получил одобрение как немецкой стороны (Council FAIR), так и Российской стороны (экспертный совет ГК «Росатом»).

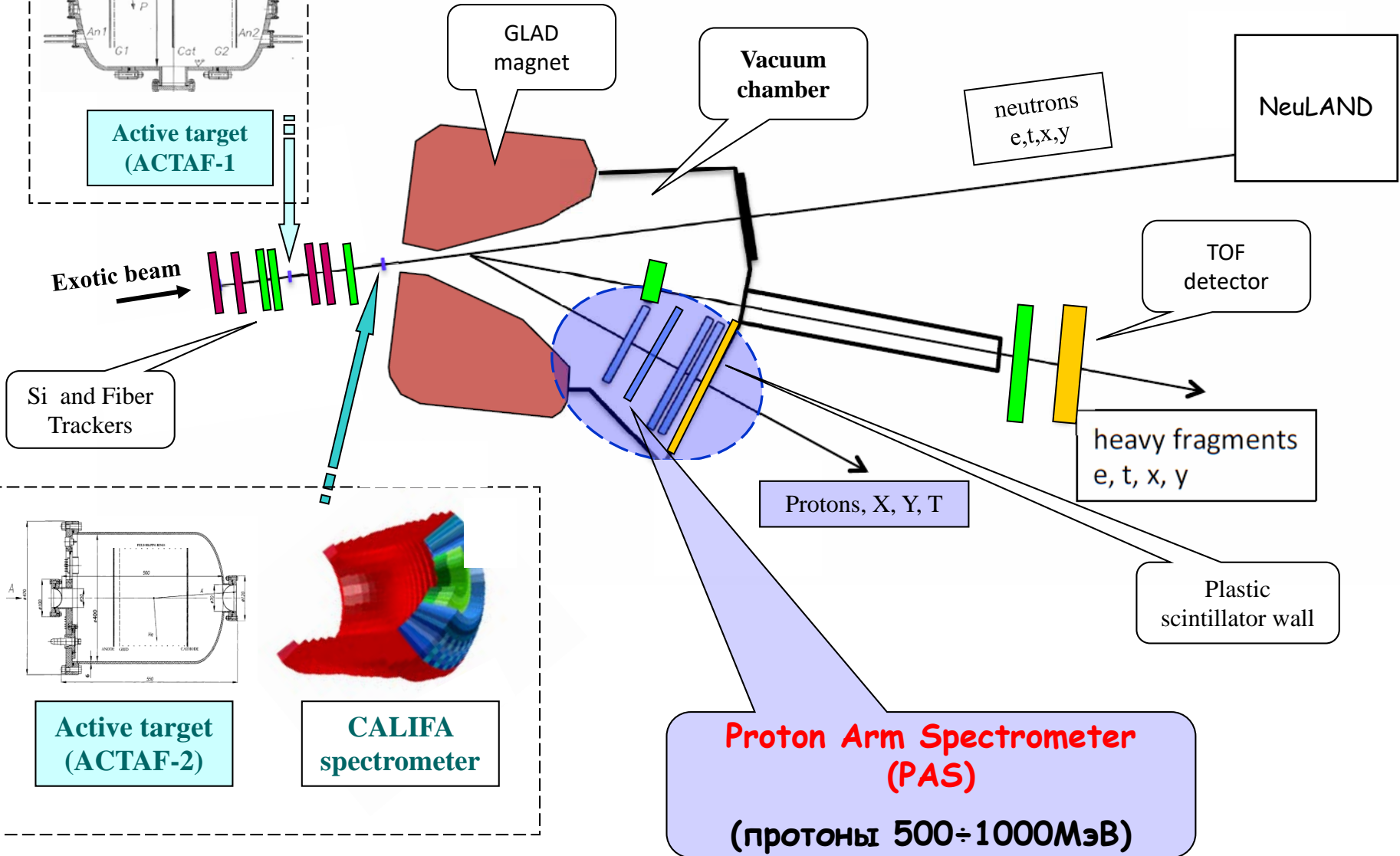
Он получил высший – первый приоритет и теперь его реализация является международным обязательством института.

В декабре 2017г. FAIR представил в дирекцию ПИЯФ проект контракта на реализацию проекта (около 700кЕвро).

R^3V трековая система. Блок-схема экспериментальной установки.



10 m



Active target (ACTAF-1)

GLAD magnet

Vacuum chamber

neutrons e, t, x, y

NeuLAND

TOF detector

heavy fragments e, t, x, y

Plastic scintillator wall

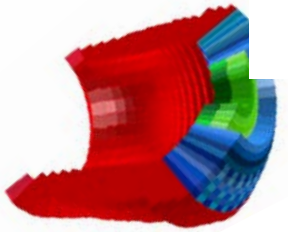
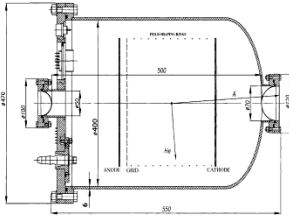
Protons, X, Y, T

Proton Arm Spectrometer (PAS)

(протоны 500 ÷ 1000 МэВ)

CALIFA spectrometer

Active target (ACTAF-2)



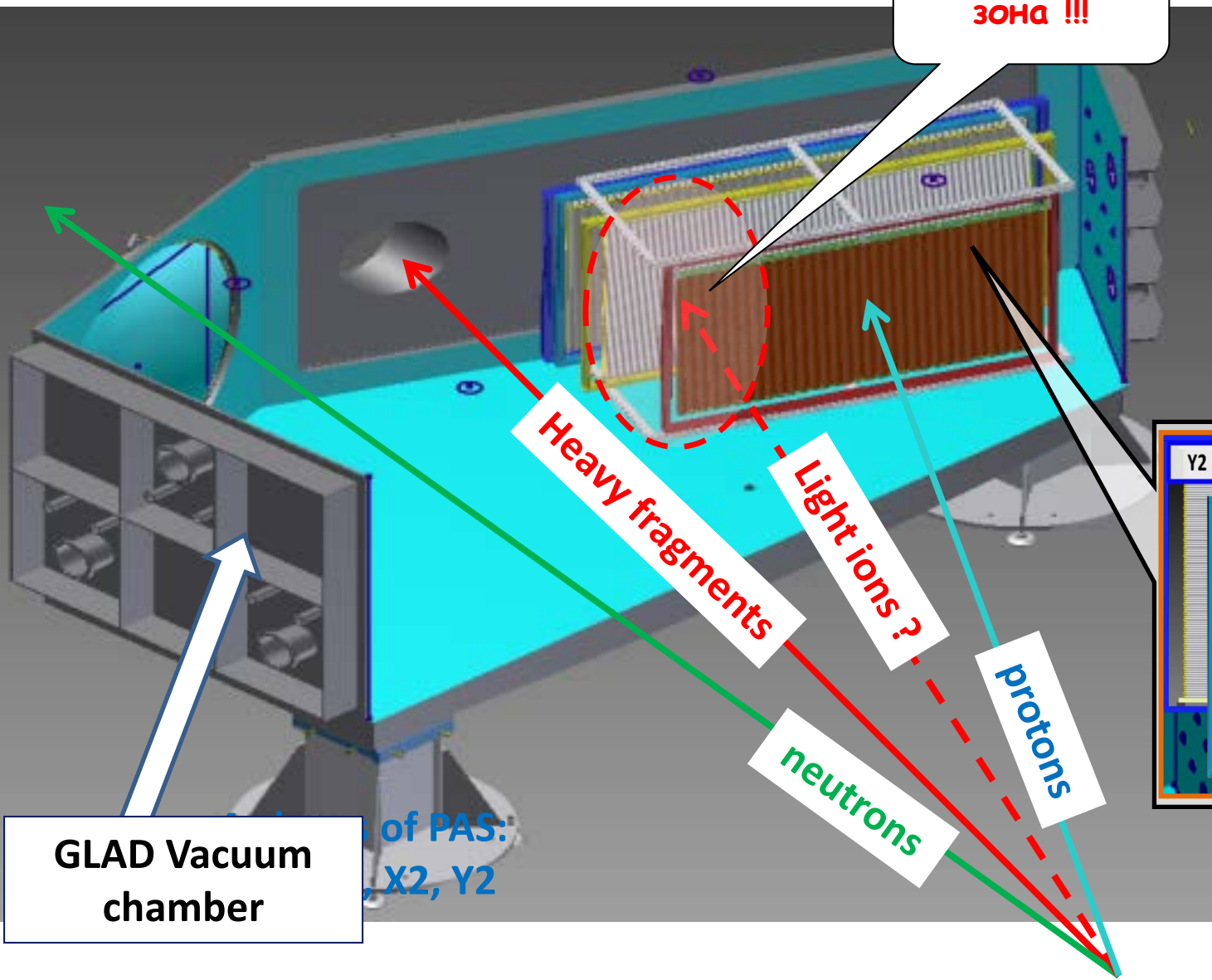
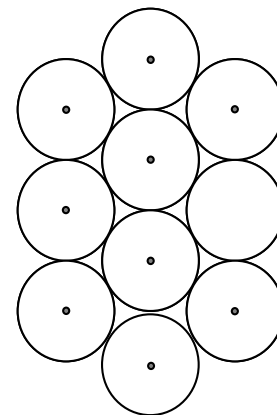
Exotic beam

Si and Fiber Trackers

PAS layout

Опасная зона !!!

Straw Tube Wall (STW) structure



Heavy fragments

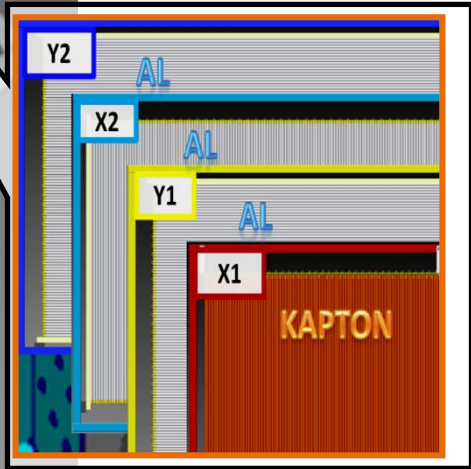
Light ions ?

neutrons

protons

GLAD Vacuum chamber

of PAS:
X2, Y2



GLAD Magnet

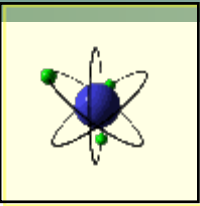
**В ОФВЭ должна быть создана и реализована
на практике**

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ДЕТЕКТОРОВ
ЧАСТИЦ,**

**которая базируется на дрейфовых трубках,
содержащих экстремально малое количество
вещества ($X/X_0 \sim 0,05\%$ на трубку), имеющих
большую длину (до 3-х метров) и работающих
в условиях вакуума.**

**Работа в сложных и интенсивных радиационных
полях (протоны и различные ионы).**

По комплексу рабочих характеристик, которые в результате должны быть достигнуты, PAS будет соответствовать самому высокому мировому уровню.



Proton Arm Spectrometer

	PAS parameters	Value
1	Operation condition	Vacuum
2	Material budget	$X/X_0 \sim 0.05\%$ per tube
3	Gas mixture overpressure	1 Bar
4	Detector active area	up to 1000x2100 mm
5	Number of channels	2000
6	Granularity (drift-tube diameter)	10 mm
7	Space resolution	$\leq 200 \mu\text{m}$
8	Angle resolution	$\leq 0.2 \text{ mrad}$
9	Total count rate for single tube	$\geq 1 \times 10^5 \text{ sec}^{-1}$
10	Efficiency	$\geq 95\%$
11	Gas leakage per one straw	$< 2.5 \times 10^{-5} \text{ l/sec}$

Массовое производство тонкостенных алюминиевых трубок

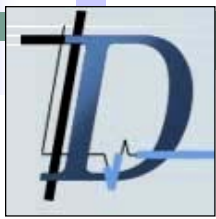
Еще год назад эта ситуация выглядела достаточно бесперспективно, так как технологии производства в России (и в странах СНГ) подобных уникальных тонкостенных труб не существовало. В Европе (Швейцария) могли производить подобные трубки, но не столь малого диаметра.

Сейчас в Санкт-Петербурге была найдена фирма, которая согласилась разработать необходимую технологию. **Сейчас все готово для начала массового производства - около 3000метров трубок длиной L=100см и 210см.**

Входной контроль:

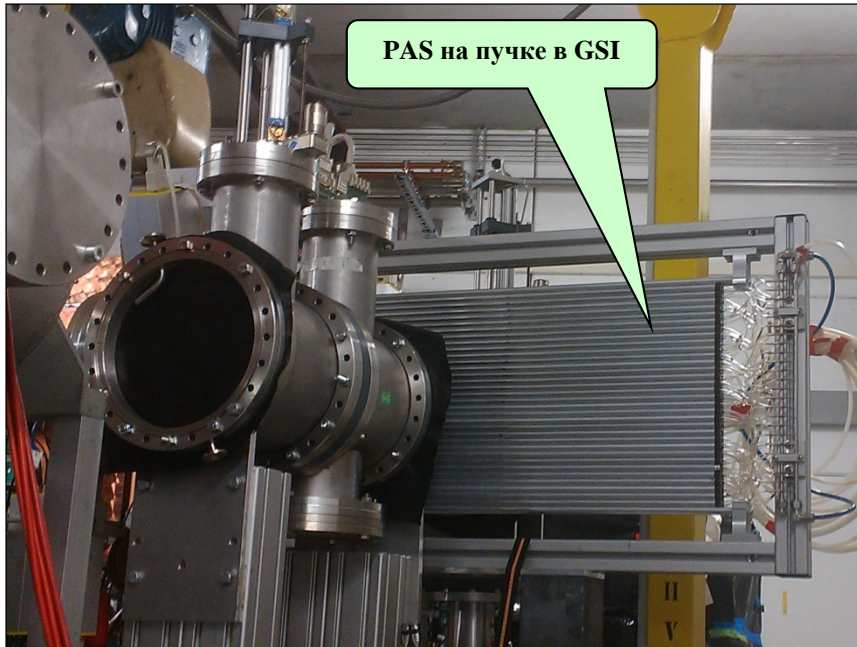
1. Внутренний диаметр - 9,5-9,7мм
2. Наружный диаметр - 10,1-10,2мм.
3. Толщина стенки - 0,2÷0,25мм
4. Прямолинейность - лучше 0,15мм.
5. Брак по давлению (3Атм) - 10%
6. Качество внутренней поверхности - электронном микроскопе.



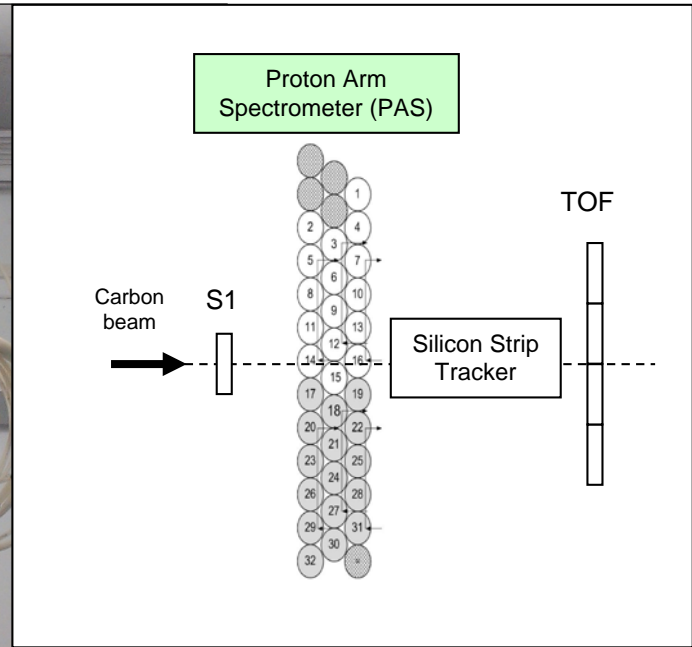


Прототип X-координаты (Длина - 100см)

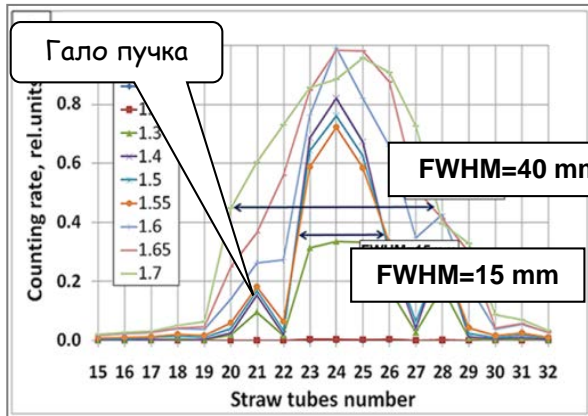
Число каналов - 96



PAS на пучке в GSI



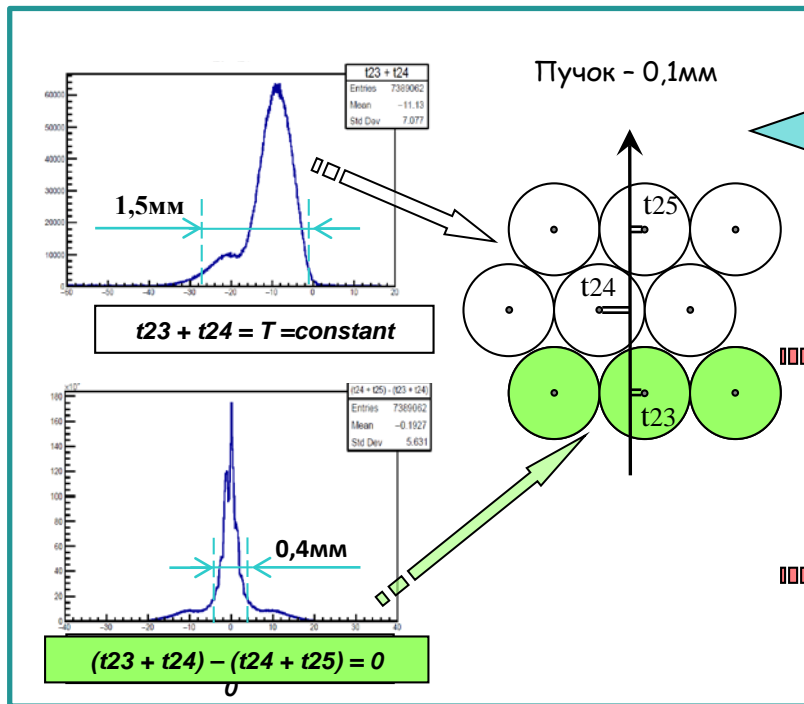
Preliminary results of PAS prototype testing at GSI. Carbon beam.



Было показано, что углеродный пучок имеет **большое галло**, в котором присутствуют **частицы с различными ионизирующими способностями**, которые имеют свое пространственное распределение и дают различный счет в различных straws.

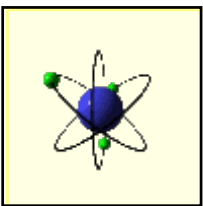
Невозможно осуществить правильный отбор треков частиц

Необходимы специальные АЛГОРИТМЫ отбора !!!



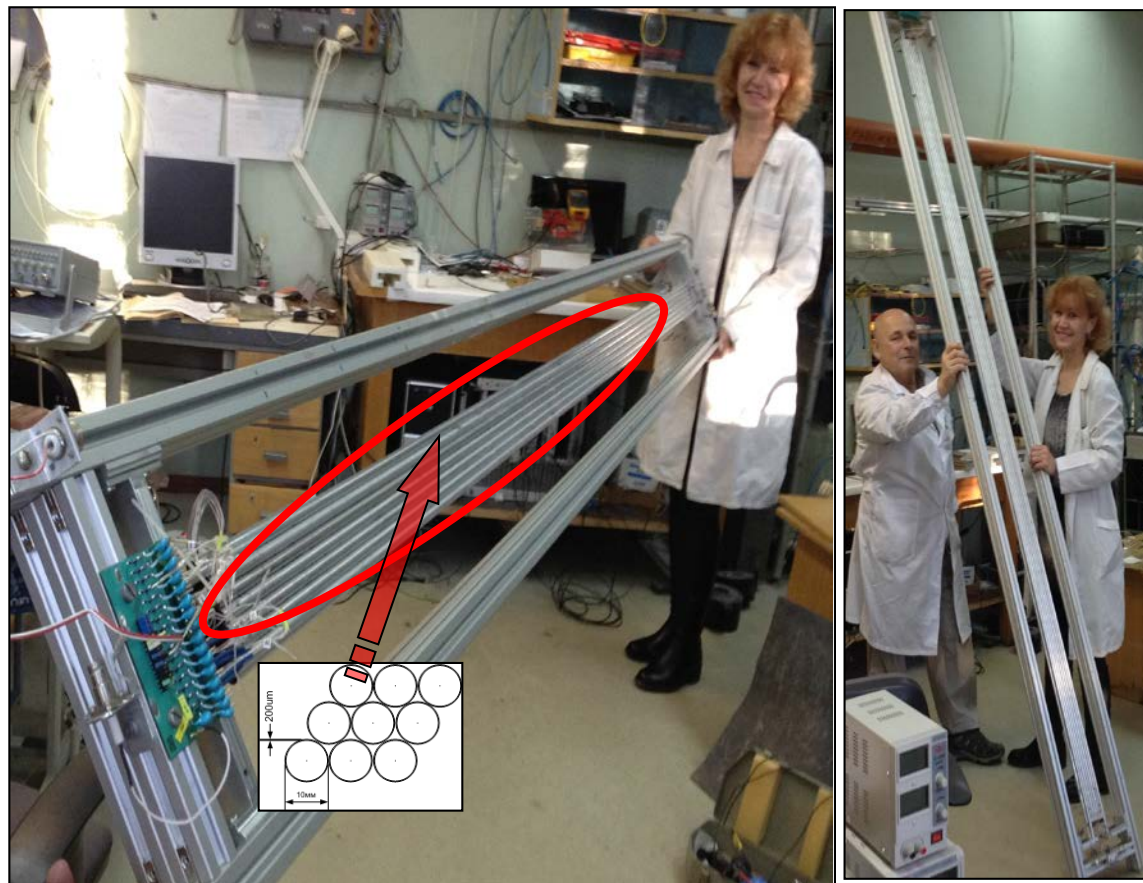
Для получения правильной временной информации с PAS нужен отбор частиц по энергии и массе (TOF):

Нужны ресурсные исследования майларовых дрейфовых трубок в сложных радиационных полях (протоны и ионы, фрагменты и т.д.).

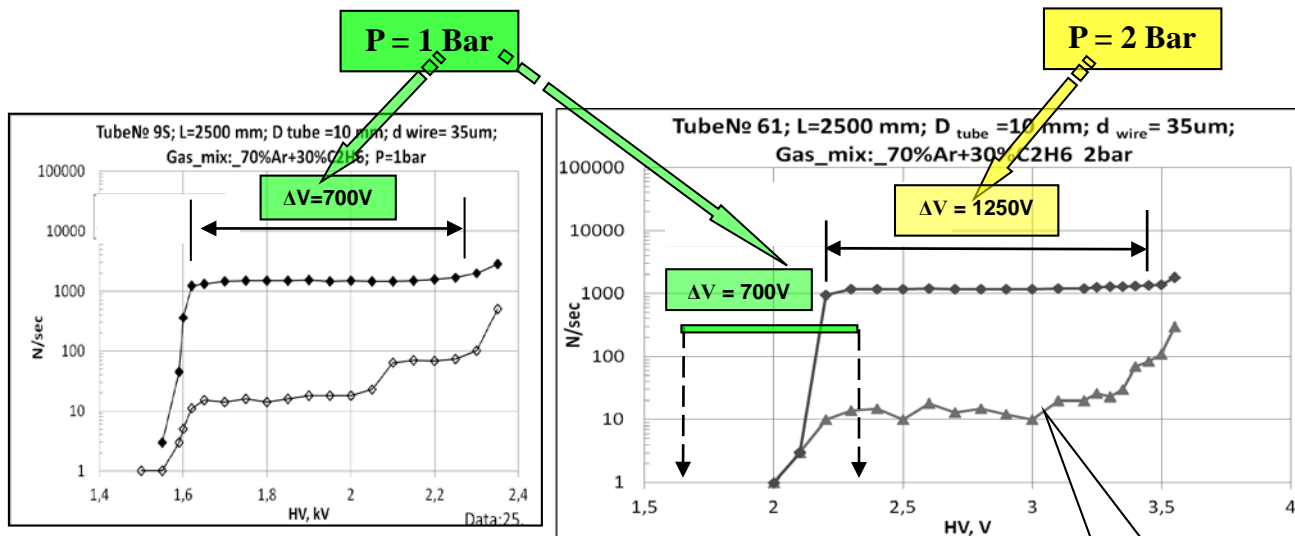
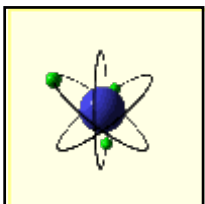


Прототип Y-координаты (длина - 250 см)

Число каналов - 16.

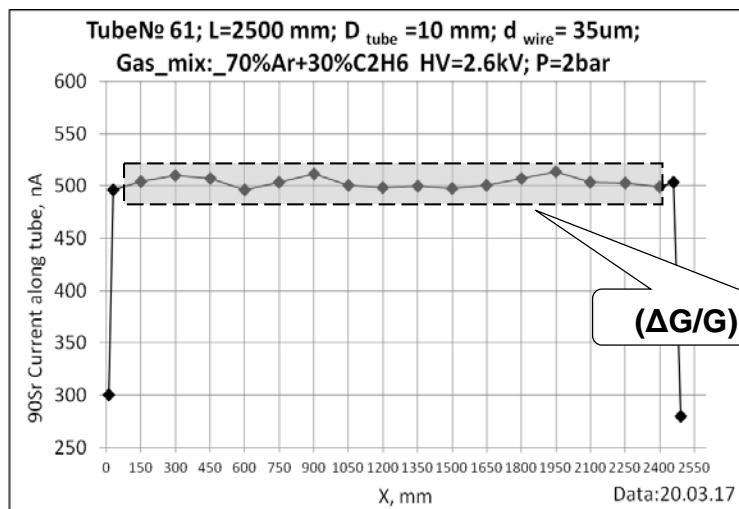


Рабочие характеристики. Длина = 250см



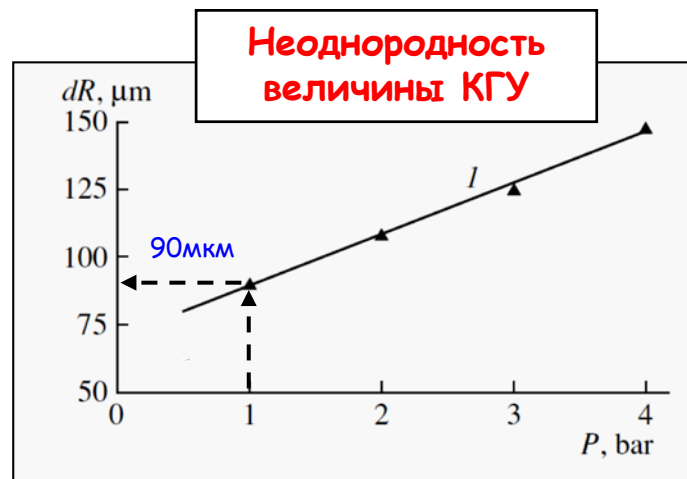
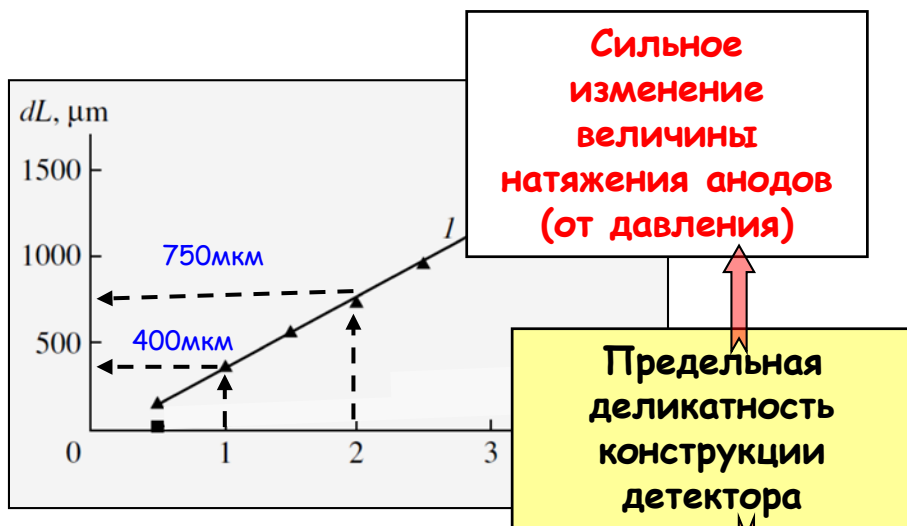
Счетные характеристики при давлениях P=1 Атм и P=2 Атм

Dark count rate



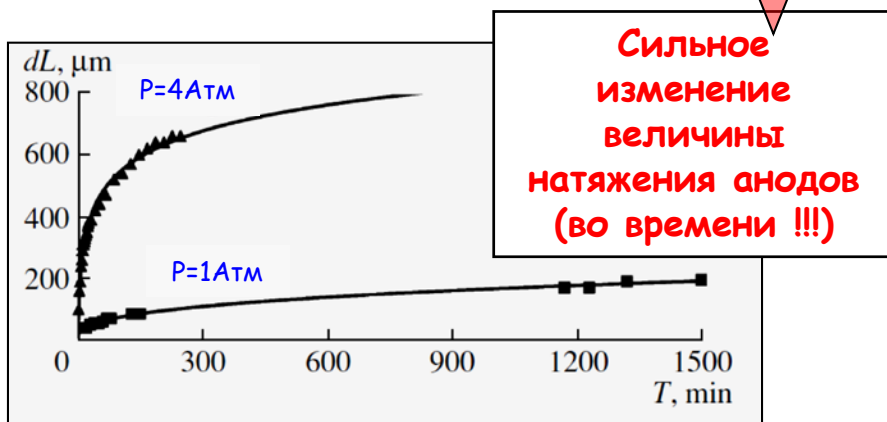
Однородность величины КГУ вдоль трубки

Straw tube (X1 координата). Проблемы.



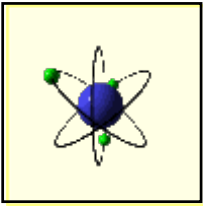
Удлинение трубки длиной 1,55метра как функция от избыточного давления:

Радиус трубки как функция избыточного давления



Временная нестабильность длины трубки в зависимости от величины избыточного давления (1) 4Атм и (2) 1Атм.

1. Проблемы - Избыточное давление + материал
2. Необходимо серьезное R&D
3. Эту технологию надо иметь в ОФВЭ.



Работа PAS в условиях вакуума

Надежная работа PAS в условиях вакуума может быть обеспечена только в результате проведения комплекса **R&D исследований**:

- Создание новой технологии работы дрейфовых трубок в вакууме содержащих **экстремально малое количество вещества** ($X/X_0 \sim 0,05\%$ на трубку),
- Разработка методики **охлаждения front-end electronics** в вакууме.
- Минимизация газовых утечек из детектора в вакуумный объем, величина которых не должна превышать **2.5×10^{-6} l/sec на отдельную трубку**.
Необходим предварительный отбор каждой готовой трубки по величине фактических утечек.
- Нужны **ресурсные исследования майларовых дрейфовых трубок в сложных радиационных полях** (протоны и ионы, фрагменты и т.д.).

Необходимо целевое финансирование на уровне 3 млн.руб.

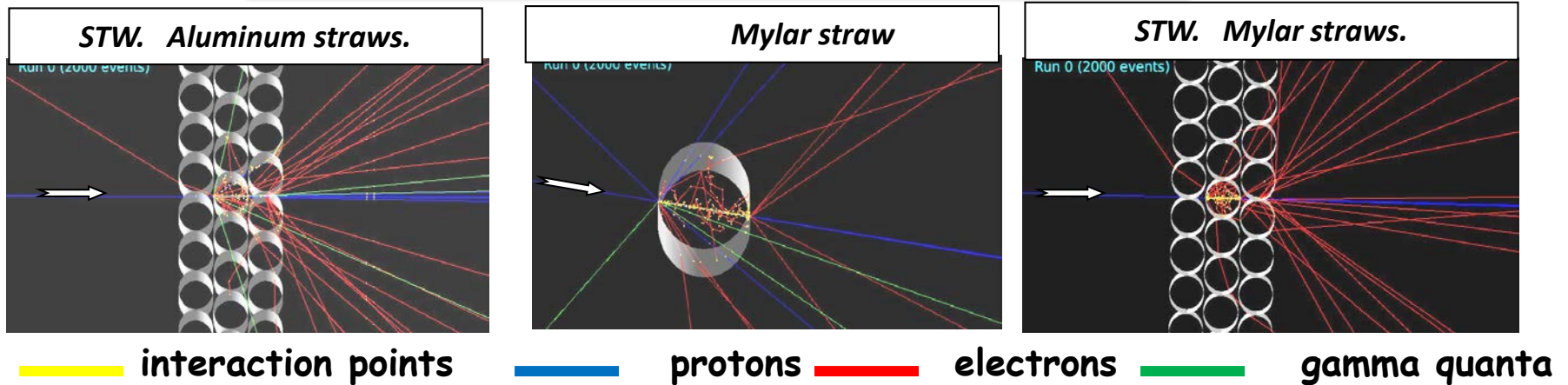
MC simulations with

GEANT4

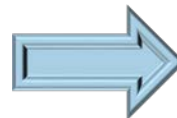
PAS

- Construction of the full 3D model of PAS, import into GEANT4;
- Particles track analysis, beam struggling;
- Secondary particles
- Energy losses (dE/dx), spectra.
- Angle & energy distributions

Preliminary results of GEANT4 simulation for PAS



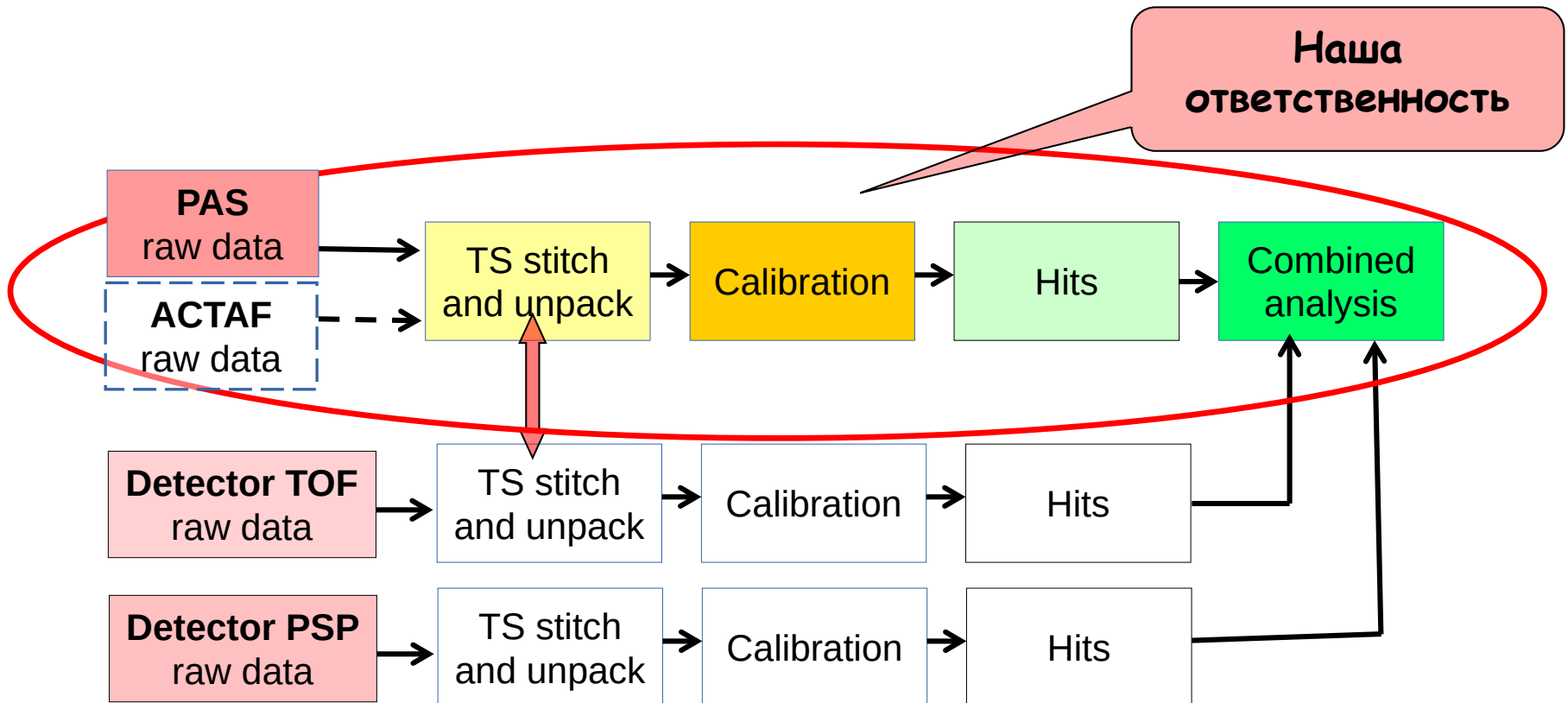
Протоны создают вторичные частицы, некоторые из которых генерируют неправильные события



*Одна из целей симуляции – создание **СПЕЦИАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ** отбора правильных событий*

R3B Root: Synchronization

- Экспериментальные данные с различных детекторов надо научиться **анализировать совместно** (via timestamp technique)



Планы на 2018г.

1. Заключение с ФАИР договор на создание PAS.
2. Завершить проектирование PAS. Согласовать проект с GSI.
4. Разработать и приступить к запуску технологии по созданию алюминиевых дрейфовых трубок и их сборка в STW.



С НОВЫМ 2018 ГОДОМ



