



ОТДЕЛ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

ОФВЭ ПИЯФ

А.Г.Крившич

29 декабря 2016 года





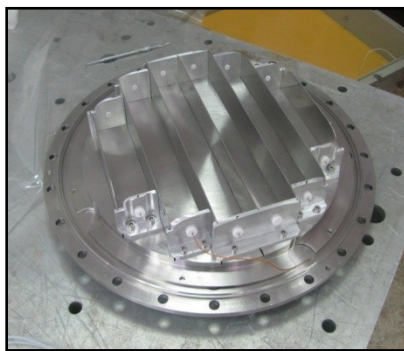
Детекторы нейтронов



Детектор Ультра-Холодных Нейтронов (для А.П.Сереброва)



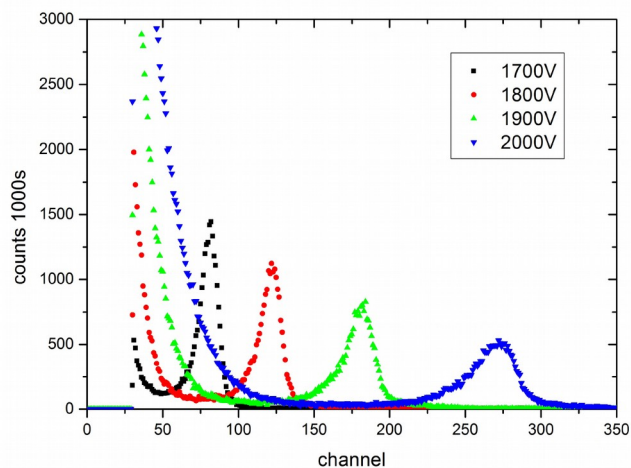
Общий вид детектора



Детектирующий элемент

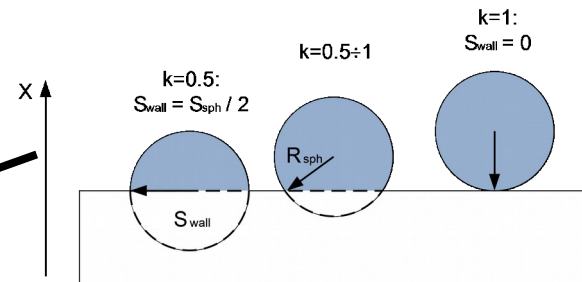
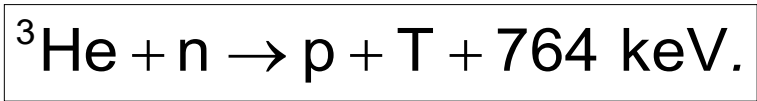
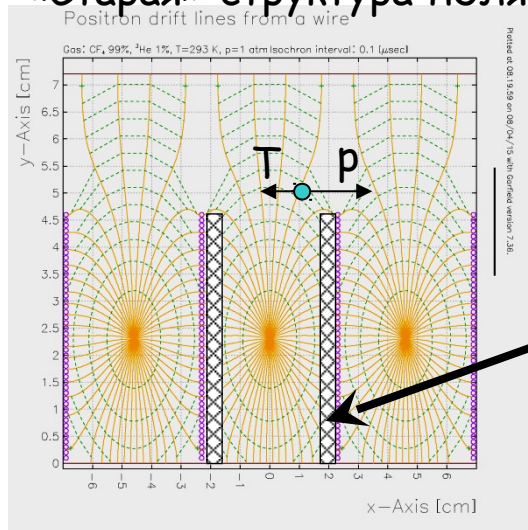


13 mBar ^3He + 20 mBar CO_2 + 1060 mBar Ar,



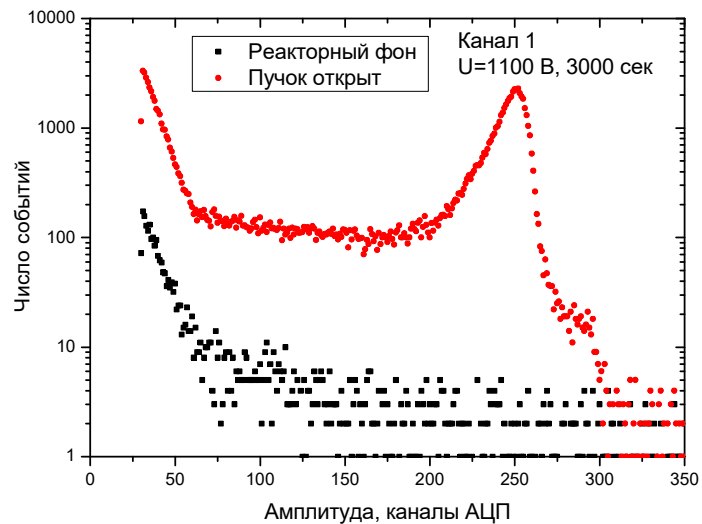
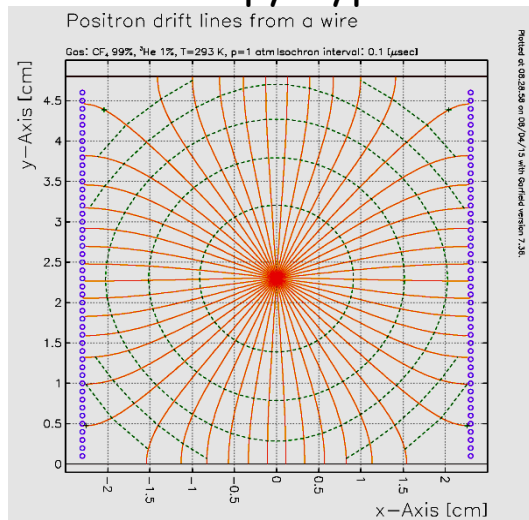
Второй детектор успешно отработал в Гренобле.

«Старая» структура поля



Показали важность «Стеночного эффекта» и оптимизировали.

«Новая» структура поля



Энергетические спектры УХН на реакторе в Гренобле.



Proton Arm Spectrometer


R3B эксперимент

Дармштадт, **GSI**



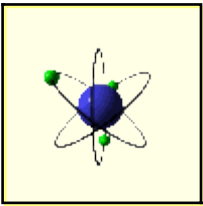
TDR

был рассмотрен и принят экспертным
комитетом FAIR
в августе 2015года.



Сентябрь 2016г. Проект Протонного Спектрометра
Proton Arm Spectrometer - PAS) получил одобрение
как немецкой стороны (Council FAIR), так и
Российской стороны (экспертный совет ГК «Росатом»).

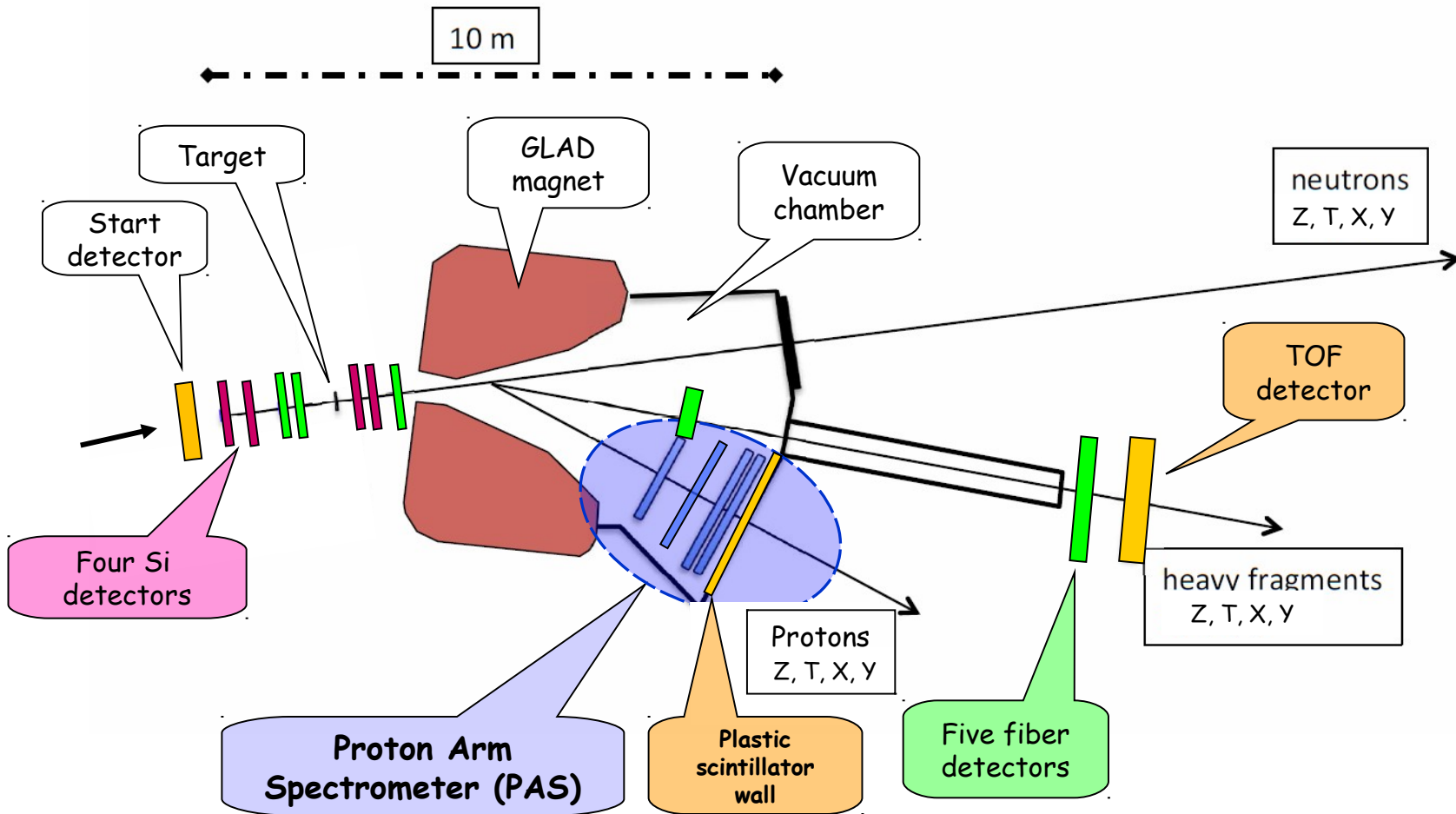
Он получил высший - первый приоритет и теперь
его реализация является **международным
обязательством института.**



R^3V трековая система.

Блок-схема экспериментальной установки.

10 m



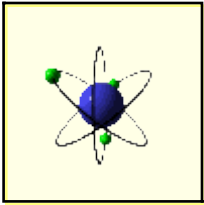
**В ОФВЭ должна быть создана и реализована
на практике**

**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	Geometrical acceptance	more than ± 80 mrad (gap of the dipole magnet)
2	Detector active area	up to 1000×2700 mm
3	Granularity (tube diameter)	10 mm
4	Space resolution	$\leq 200 \mu\text{m}$
5	Angle resolution	≤ 0.2 mrad
6	Efficiency	$\geq 95\%$
7	Total count rate for single tube	$\geq 1 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$.
8	Radiation drift length	less of 0.2%
9	Operation area	vacuum

Проблемы, которые надо будет решать,
кардинально противоречат друг другу:

- обеспечение минимальной толщины стенок детектора;
- необходимость работы в условиях вакуума;
- создание регистрирующей электроники, работающей в вакууме и имеющей «Digitizing rate» 1000MHz

Измерение первой координаты - X1.

Материал дрейфовых трубок - майлар, 60мкм.

1. Необходима специализированная технология:

работа дрейфовых трубок под избыточным давлением газовой смеси (2-3атм) в вакууме.

2. Работа в сложных по составу интенсивных радиационных полях

(Протоны с энергией $E_p = 500 \div 1000 \text{ МэВ}$ и различные ионы).

2.1. Комплексные ресурсные испытания «майларовых» дрейфовых трубок.

2. 2. Оптимизация структуры материала (толщина пластика, толщина алюминиевого напыления и т.д.), подбор оптимальной по составу газовой смеси.

Проект «Разработка и создание в ОФВЭ технологии детекторов частиц на базе **майларовых дрейфовых трубок** с экстремально малым количеством вещества, которые работают в условиях вакуума, для эксперимента R3B (FAIR, Германия)»,

по своему смыслу является **R&D проектом**, на реализацию которого необходимо **около 3,5млн.руб.**

Без выполнения этого этапа будет невозможно в принципе начать в ПИЯФ разработку и создание полномасштабного протонного спектрометра.

Измерение координат - Y_1, X_2, Y_2 .

Материал дрейфовых трубок:

- алюминий с ультратонкими стенками - 200мкм;
- длина - до 3метров (Y_1 и Y_2).

Проблемы:

- Не было производителя;
- нет требуемой жесткости, чтобы обеспечить необходимую пространственную форму;
- возникает существенное провисание анодной проволоочки в гравитационном поле Земли.

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.

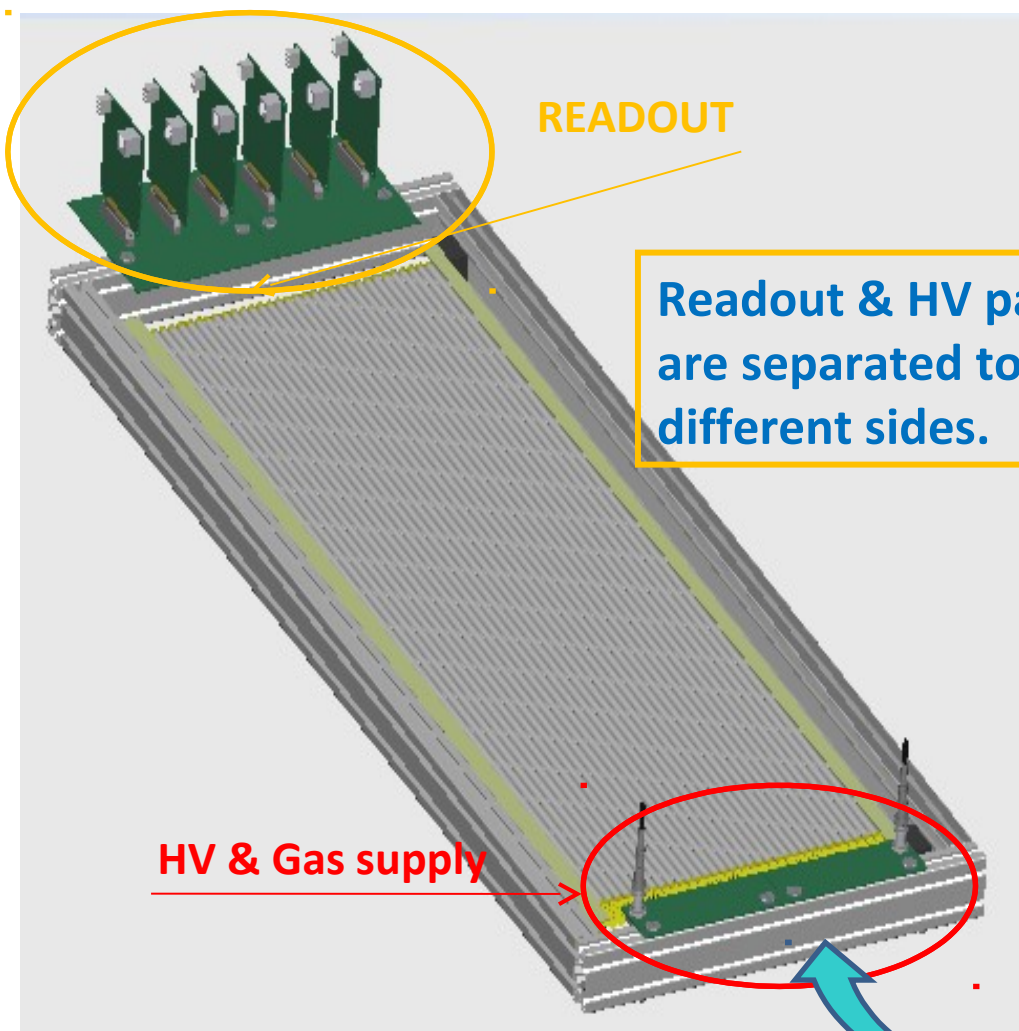
Сейчас в Санкт-Петербурге была найдена фирма, которая согласилась разработать необходимую технологию. Сейчас отладка технологии вступила в завершающую стадию.

1. Количество - 60 шт. (275см)
- 300 шт. (110см)
2. Внутренний диаметр - 9,5-9,7мм
3. Наружный диаметр - 10,1-10,2мм.
4. Толщина стенки - 0,2÷0,25мм
5. Прямолинейность - лучше 0,15мм.
6. Брак по давлению (3Атм) - 10%

Вывод: все внутри спецификации (ОК)



PAS прототип для тестирования в GSI



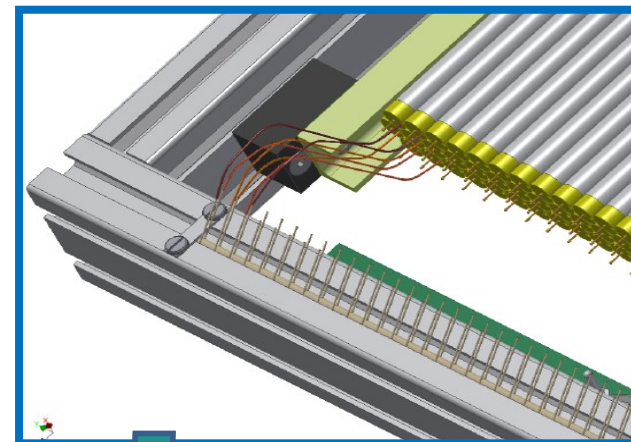
READOUT

Readout & HV parts
are separated to
different sides.

HV & Gas supply

Prototype aperture:
1000 × 300 [mm]

Inlet and outlet gas collectors
located on one side.



Consist of **96** tubes

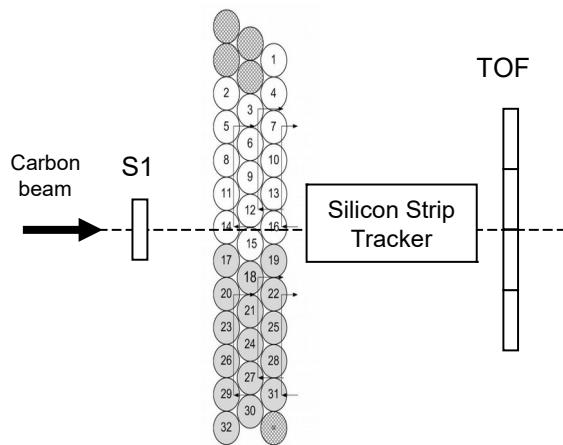
PAS на пучке в GSI



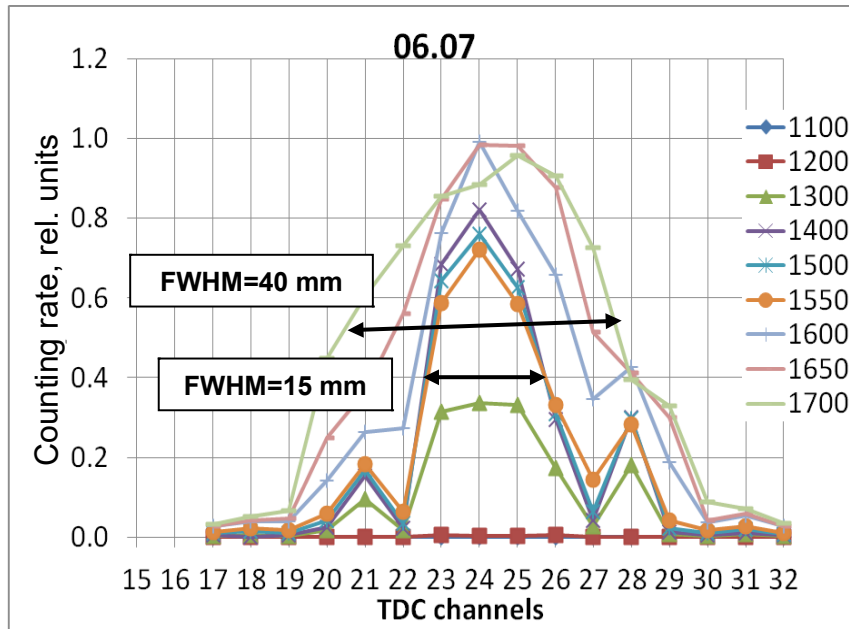
Prototype lab testing at GSI



Proton Arm Spectrometer (PAS)



Carbon beam profile



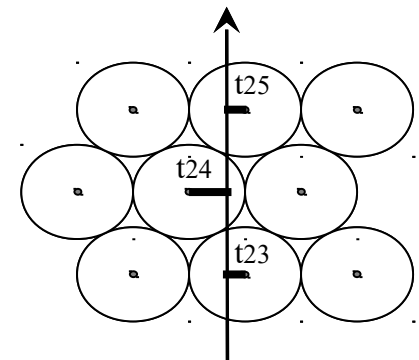
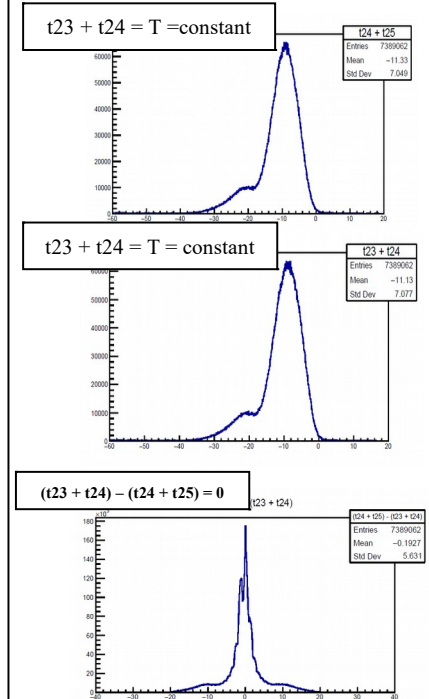
Заключение.

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.

Это означает, что:

- для получения правильной временной информации с PAS **нужен отбор частиц по энергии и массе;**
- **нужны ресурсные исследования майларовых дрейфовых трубок в сложных радиационных полях (протоны и ионы, фрагменты и т.д.).**

Измерены временные спектры и начата обработка алгоритма отбора данных





Финансирование в 2016 году

290тыс.руб.

Планы на 2017г.

1. Заключение с ФАИР договор на создание PAS.
2. Создать прототип детектора длиной 2750мм.
3. Завершить проектирование PAS. Согласовать проект с GSI.
4. Разработать и приступить к запуску технологии по созданию майларовых дрейфовых трубок.

Дефицит Финансирования PAS

Полная стоимость PAS	599 kEuro
НЕ производственные расходы	38%
Прямые затраты на PAS	370 kEuro

Стоимость регистрирующей электроники (Число каналов -2000)	Cost matrix	ОРЭ	GSI
Front-end electronic, kEuro	80	80	-
TDC electronics, kEuro	13	113	26
Итого, kEuro	93	193	

Дефицит бюджета	kEuro	млн.руб.
По электронике (Readout)	100	7,0
R&D по «майларовым» трубкам	45	3,5
Итого, kEuro	145	10,5



Публикации и доклады

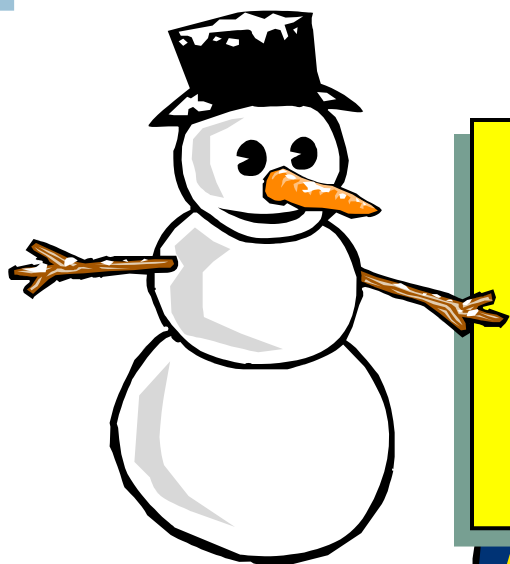
- | | |
|---|-----|
| 1. Опубликовано статей (реферативные журналы) | - 4 |
| 2. Принято к публикации | - 2 |
| 3. Доклады на конференциях | - 5 |
| 4. Доклады на семинарах | - 2 |





Состав ОТД

Научных сотрудников	- 5
Ведущих инженеров	- 4
Старших инженеров	- 1
Рабочих	- 4
Итого:	- 14 человек



С НОВЫМ 2017 ГОДОМ

