



# Эксперимент POLFUSION

П. Кравцов

коллаборация PolFusion



## Институты-участники

---



Петербургский институт ядерной физики, Россия



Forschungszentrum Jülich, Germany



Ferrara University, Italy

---



Cologne University, Germany



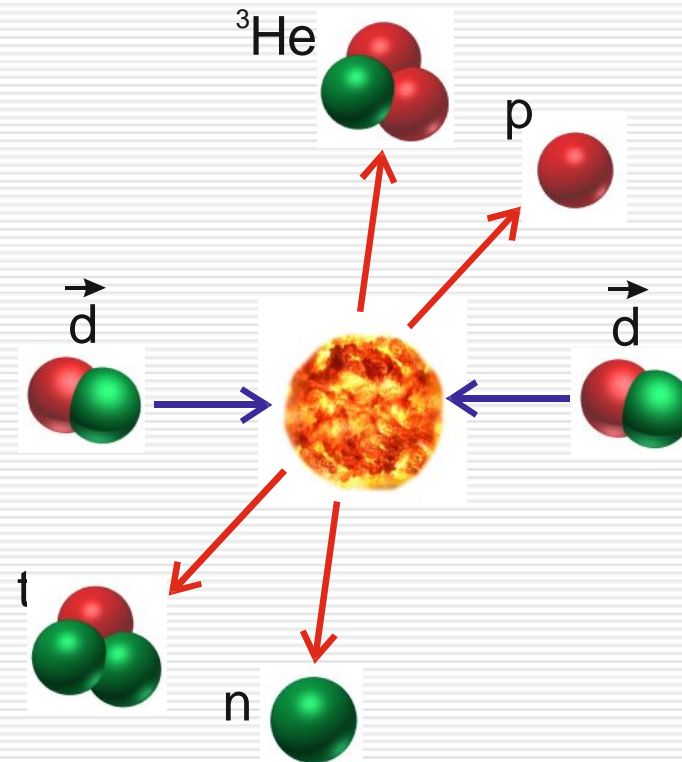
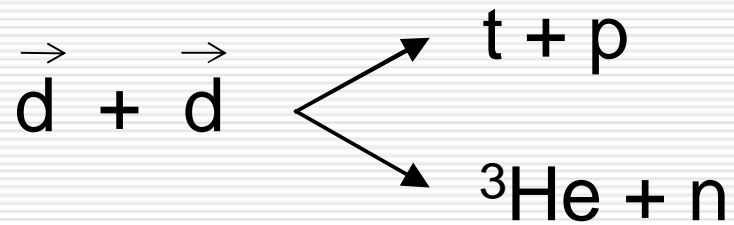
KVI, Gronningen, Netherlands

Финансовая поддержка:  
РНФ



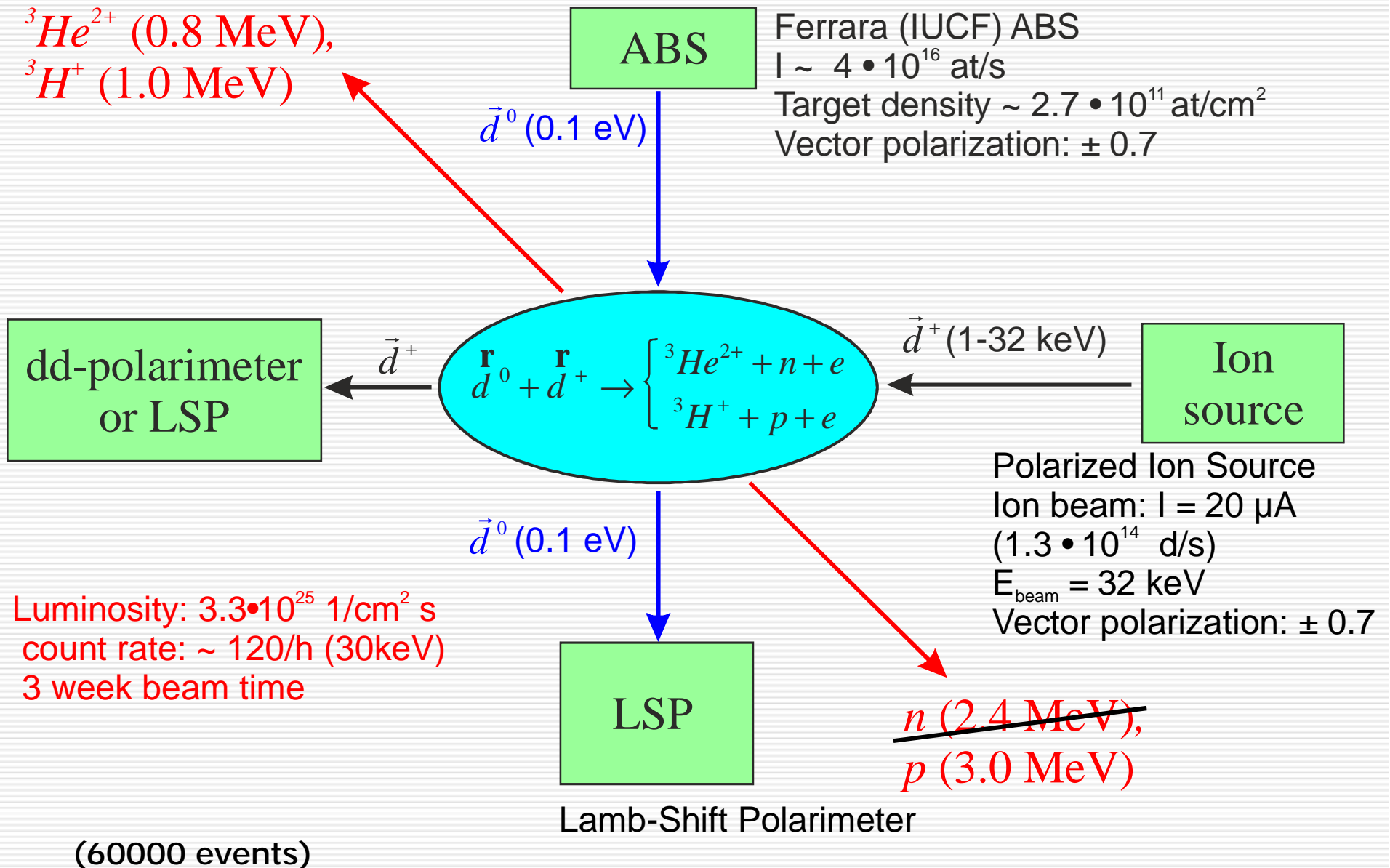
## Цель эксперимента

Исследование основной 4-нуклонной реакции с поляризацией **обеих** исходных частиц при энергиях до 10-100кэВ.





# Схема эксперимента



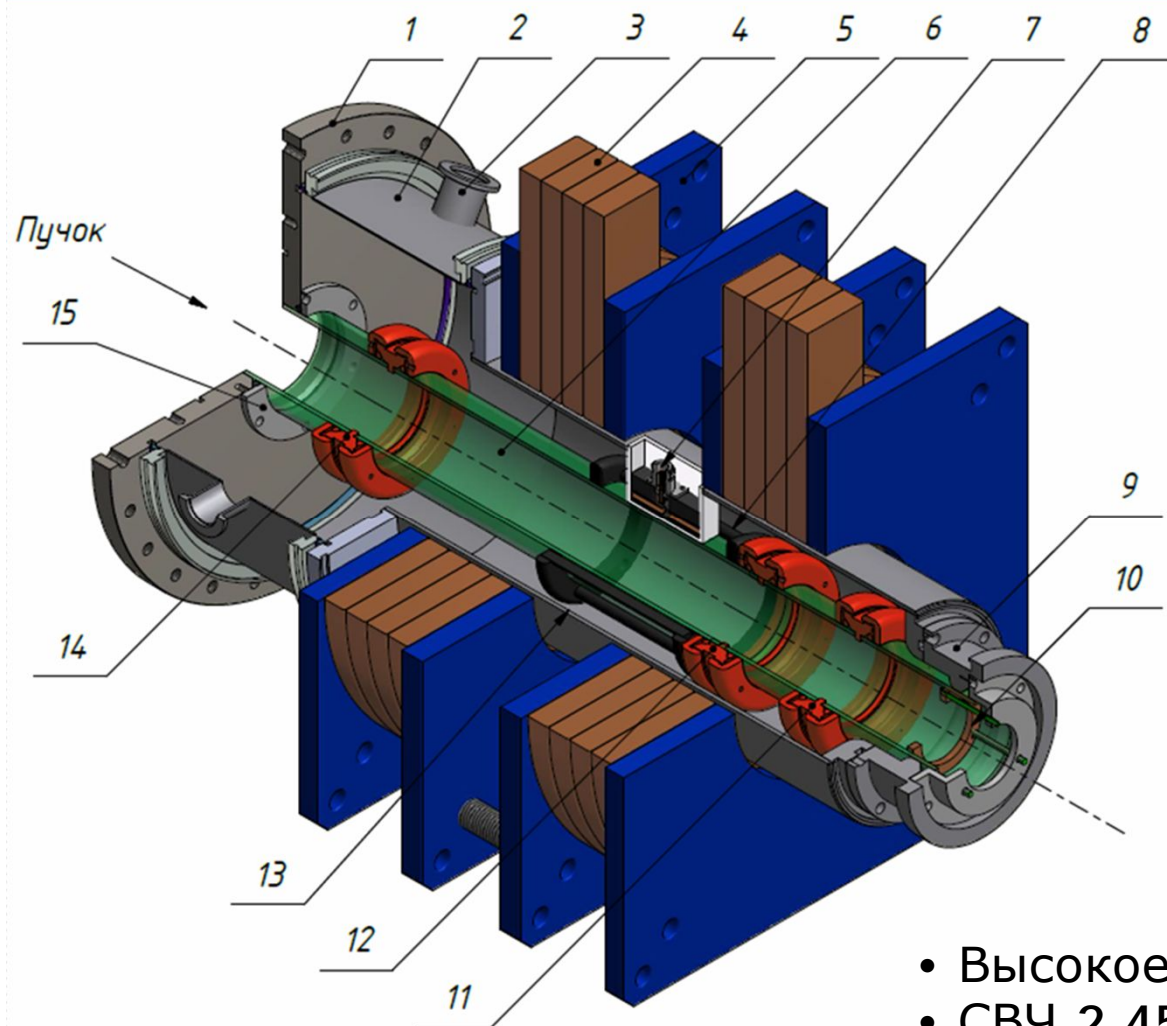


## Поляризованный ионный источник (POLIS)

### POLIS

- ü Получен ионный пучок 20мкА
- ü Блоки питания магнитов
- ü Проблемы с вакуумной системой
- q Нестабильность пучка
- q Новый ионизатор (100кВ)





- Высокое напряжение (100кВ)
- СВЧ 2.45ГГц ~200Вт
- Однородное магнитное поле (875Гс)
- Градиентное магнитное поле
- Подвод гелия для поджига плазмы

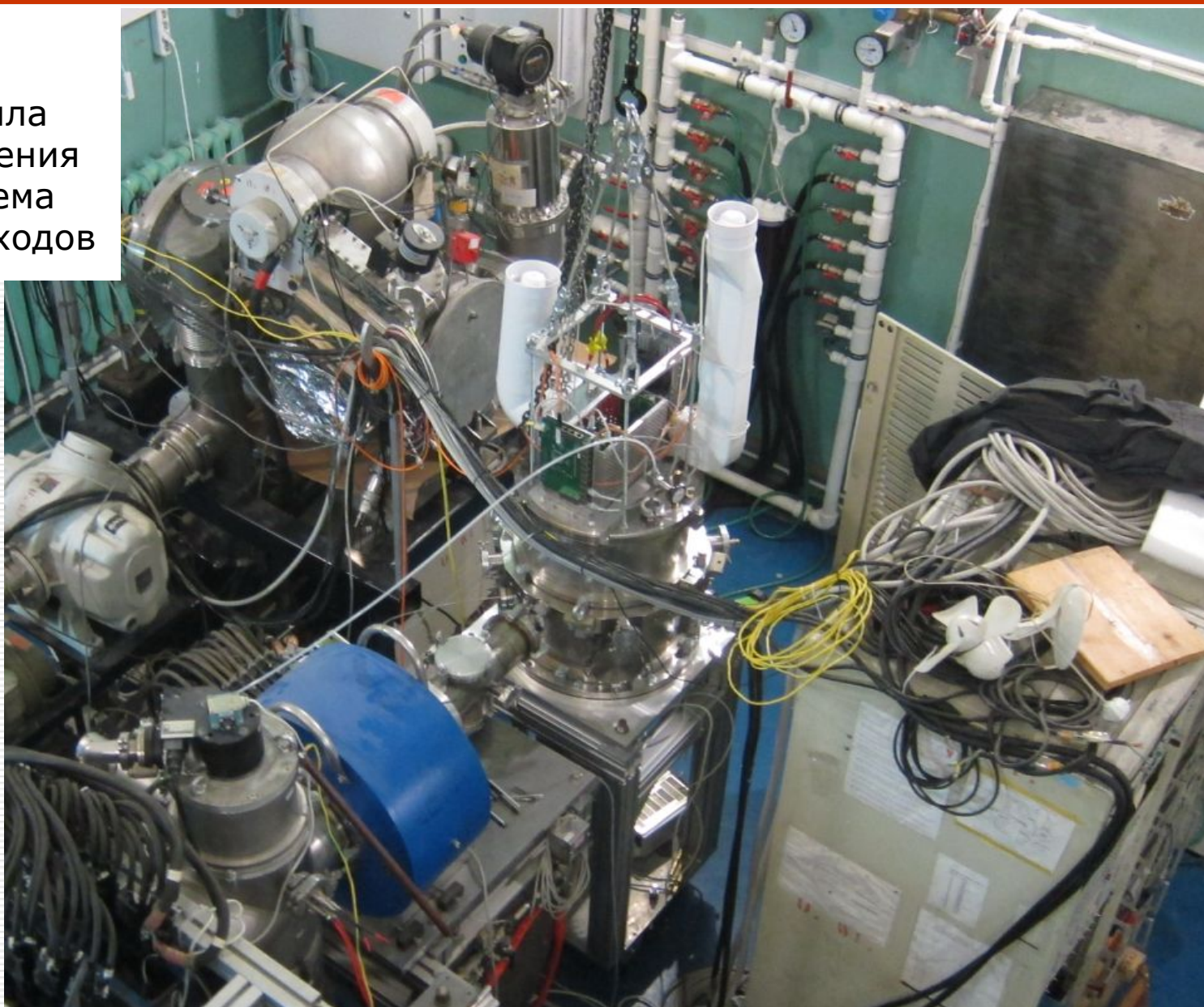




## Источник поляризованных атомов (ABS)

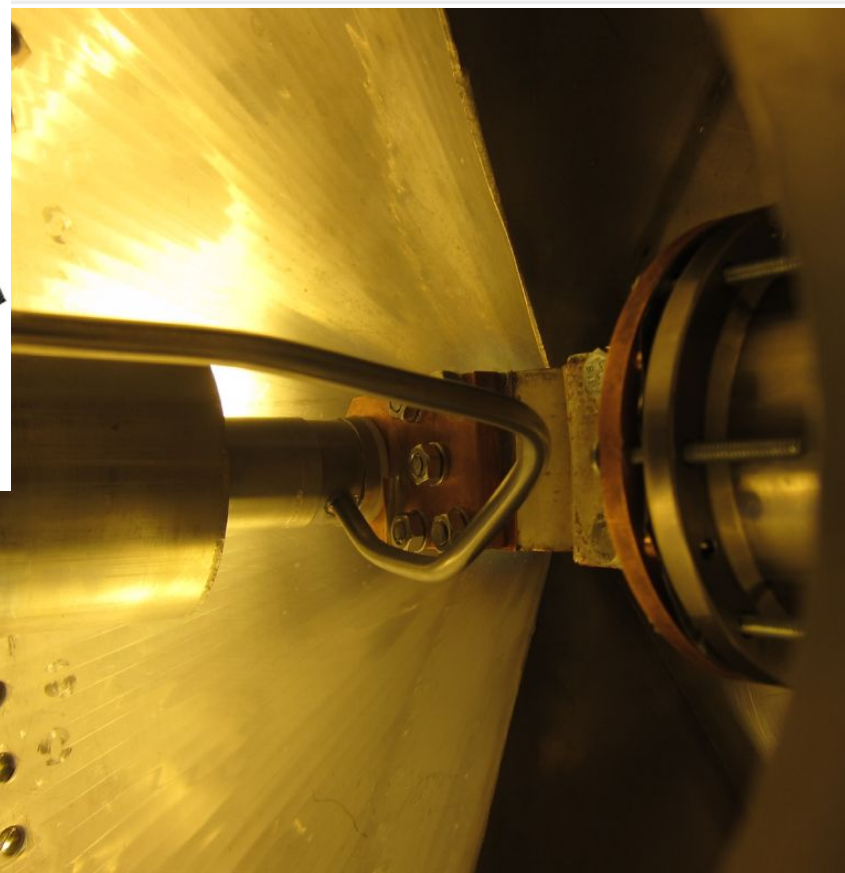
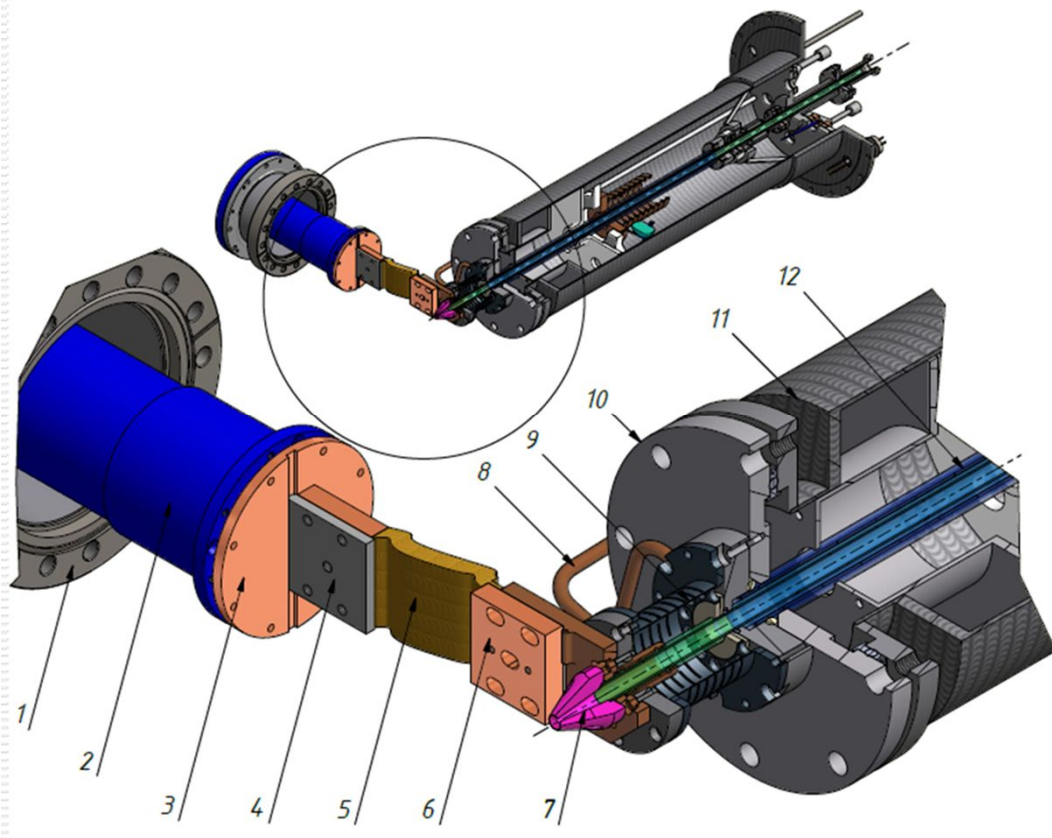
### Ferrara ABS

- ü Диссоциатор
- ü Охлаждение сопла
- ü Система управления
- ü Вакуумная система
- q ВЧ блоки переходов





## Охлаждение сопла диссоциатора



Стабильная температура от 55К

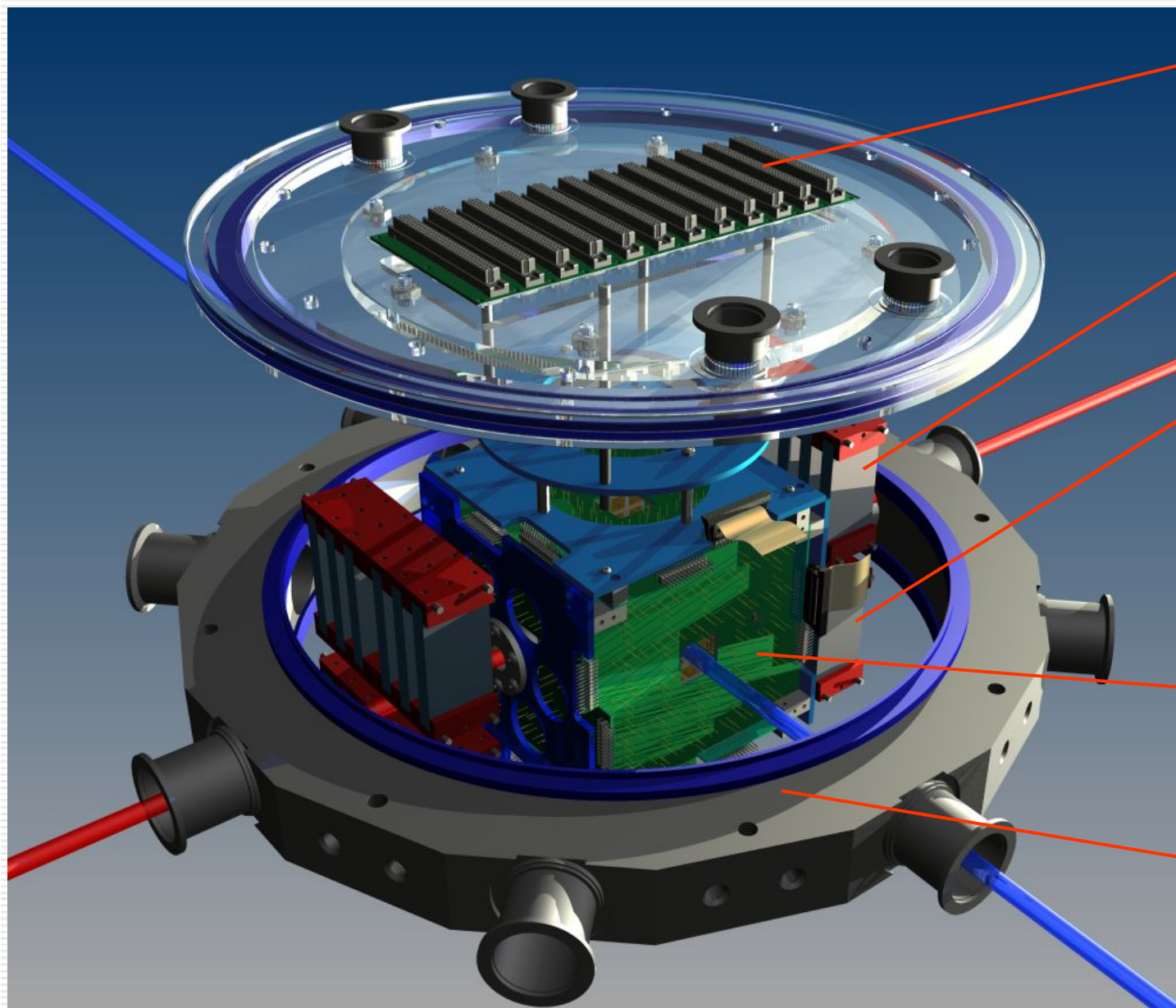




- Новая схема диссоциатора
- Отраженная мощность понижена с 300Вт до 3Вт
- Оптимизация геометрии ВЧ контура
- Питание двух диссоциаторов от одного генератора



## Детекторная система



Разъемы для  
подключения  
электроники

Кольца  
Гельмгольца

Постоянные  
NdFeB  
магниты

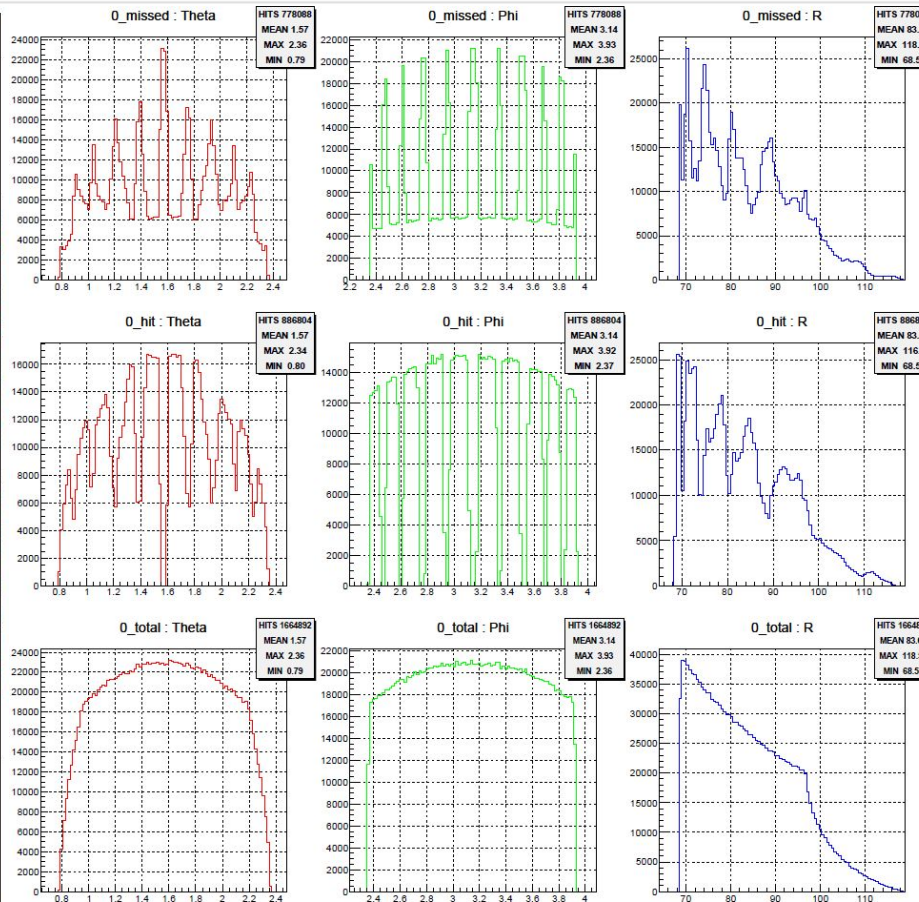
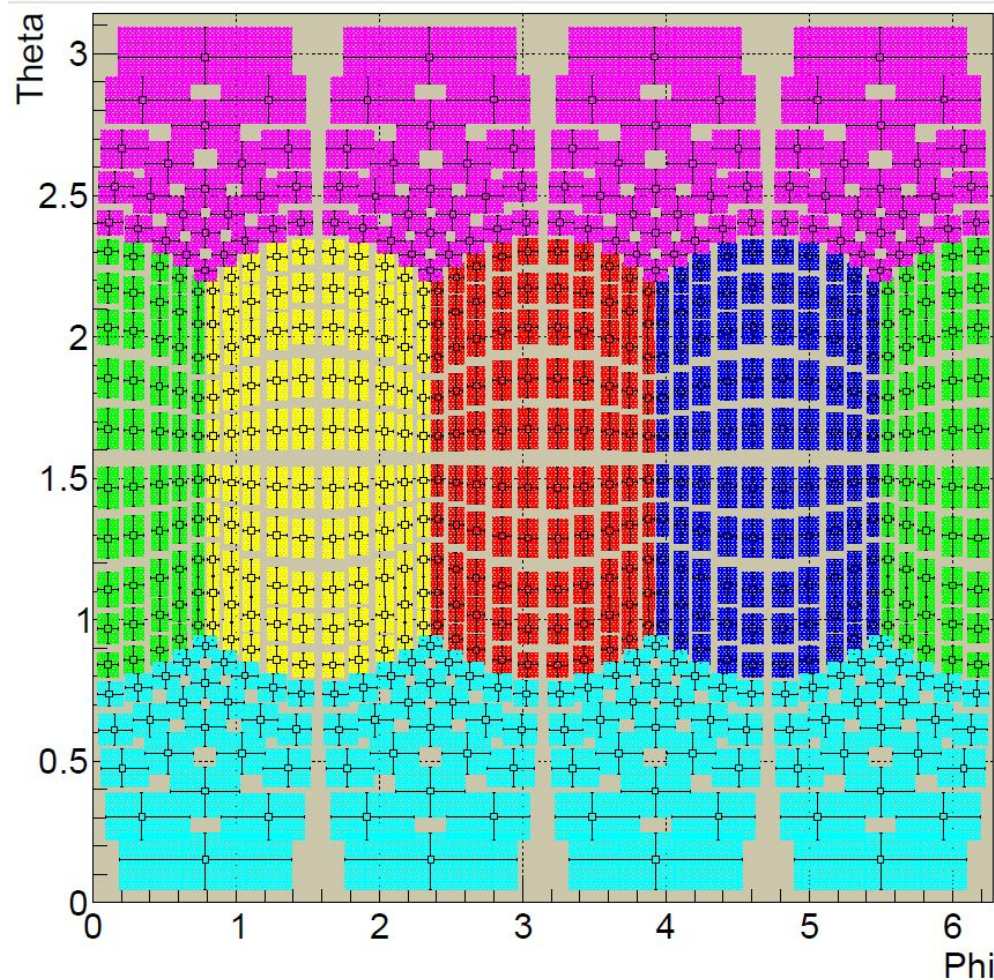
Детекторная  
система

Детекторная  
камера





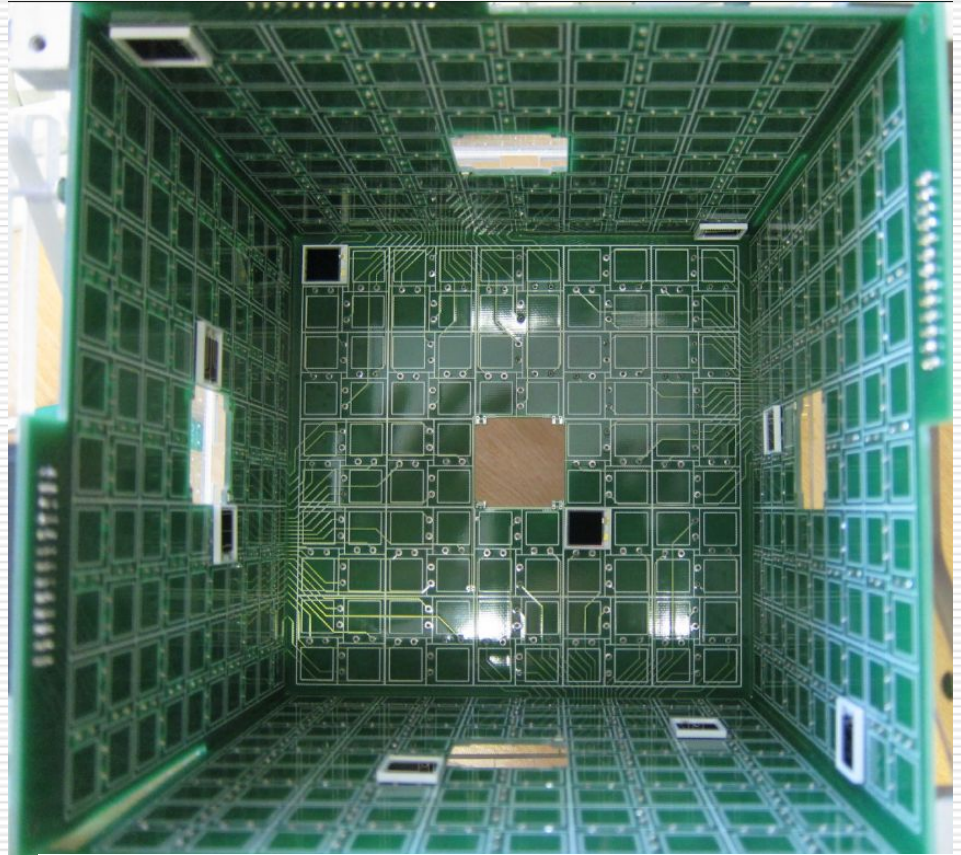
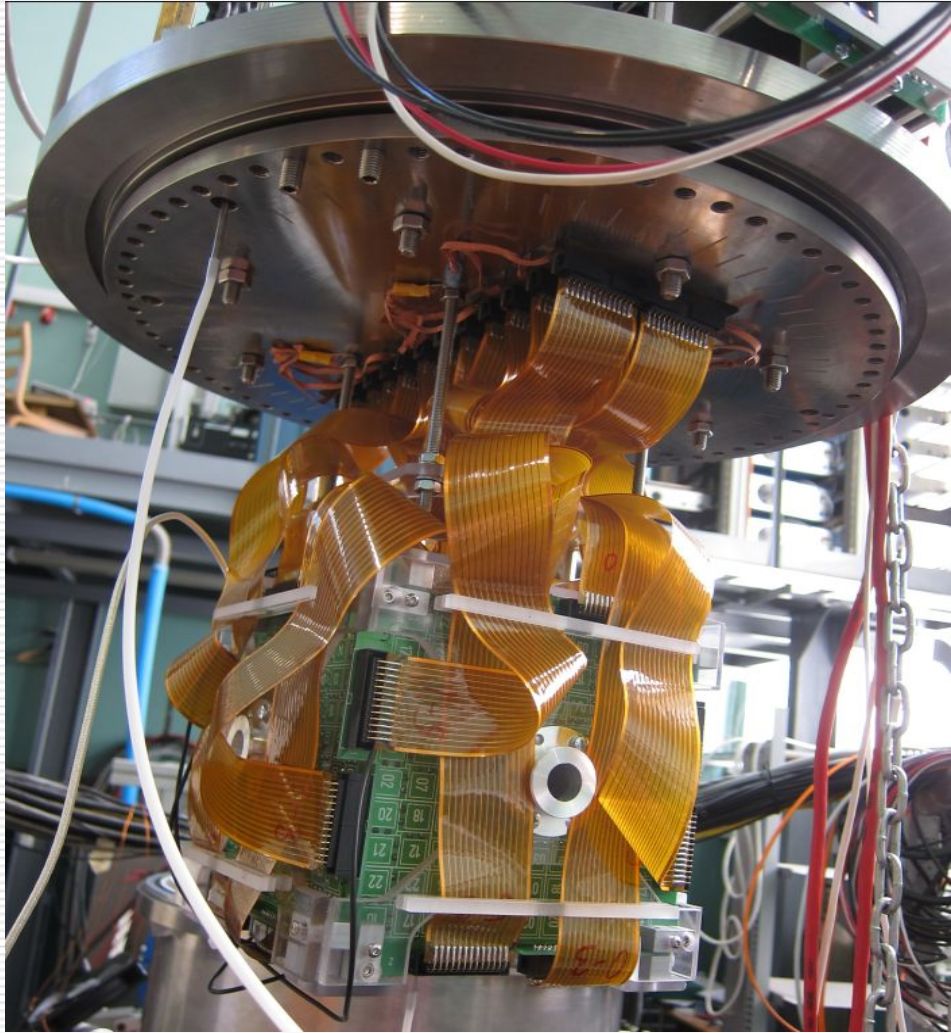
# Моделирование детектора







## Детекторная система в сборе

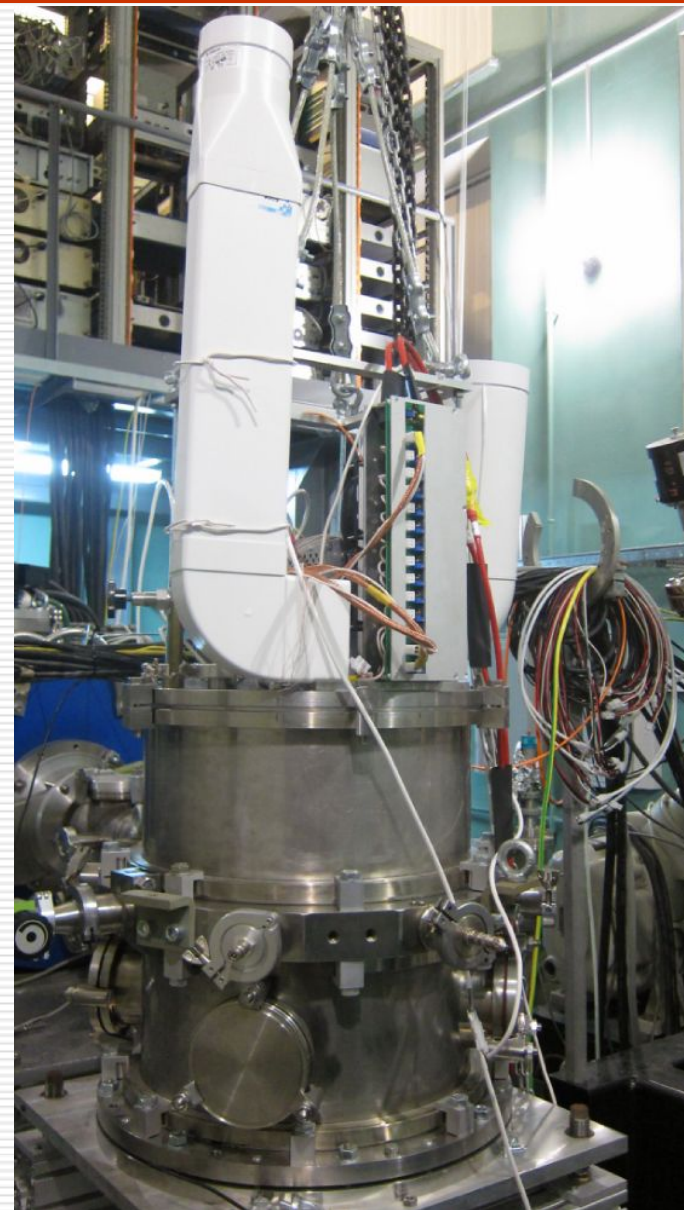
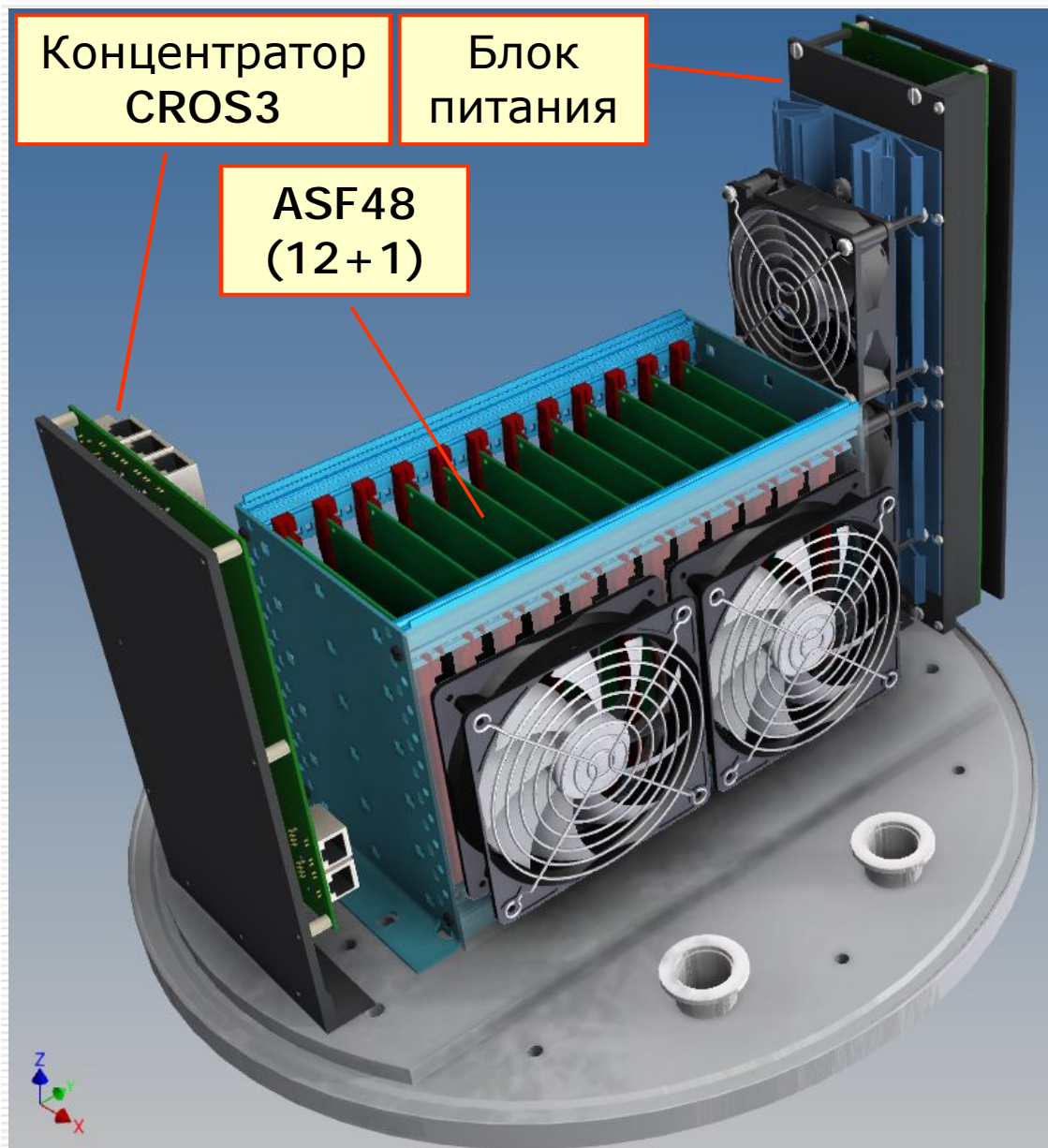


- 4-π детектор с заполнением 51%
- 576 Hamamatsu PIN-диодов (S3590-09)
- активная область диода:  $1 \text{ cm}^2$
- толщина обедненного слоя:  $300 \text{ um}$
- хорошее разрешение ( $< 50 \text{ keV}$ )
- низкое обратное напряжение ( $< 50 \text{ V}$ )



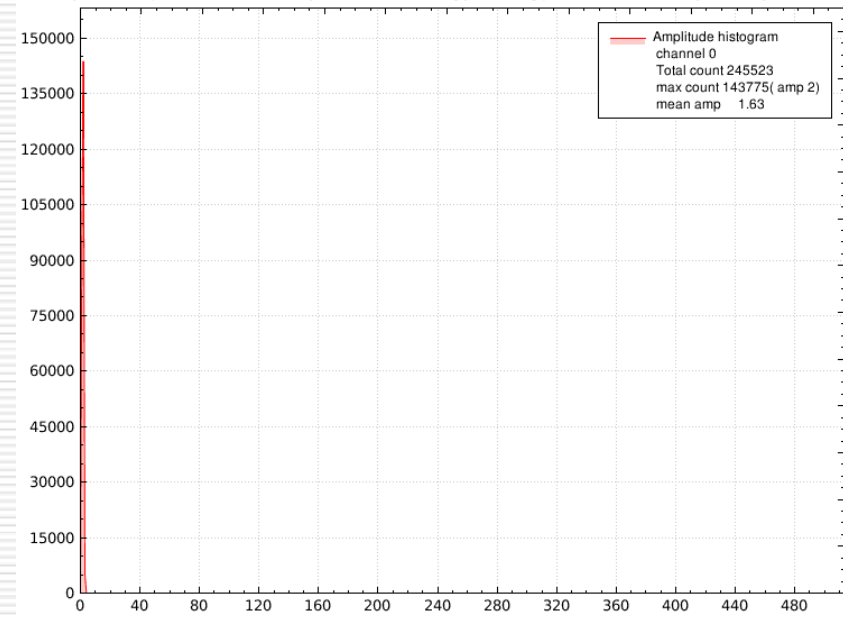
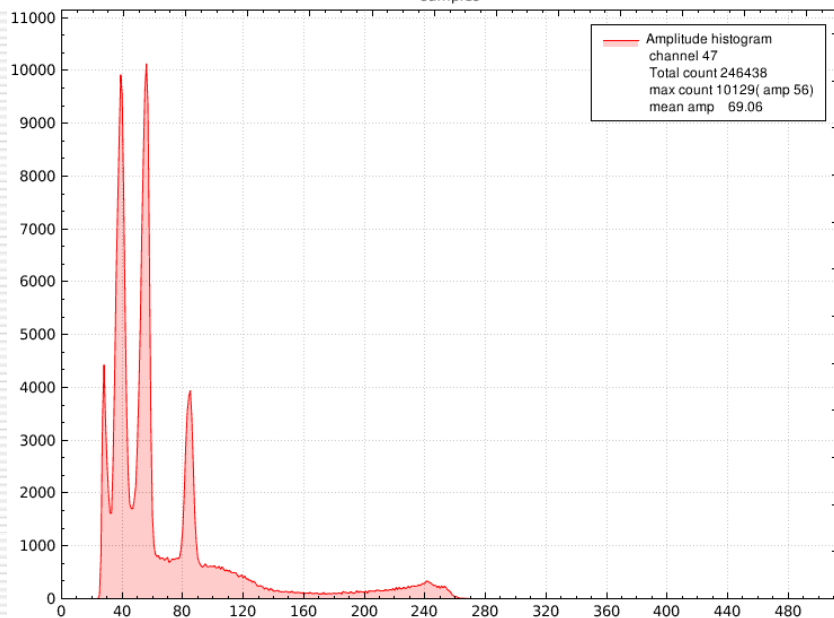
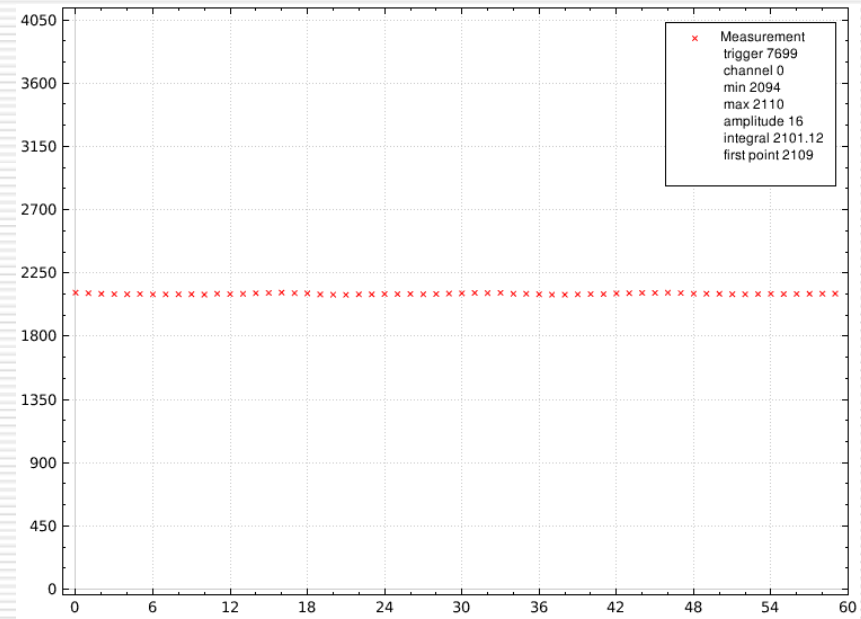
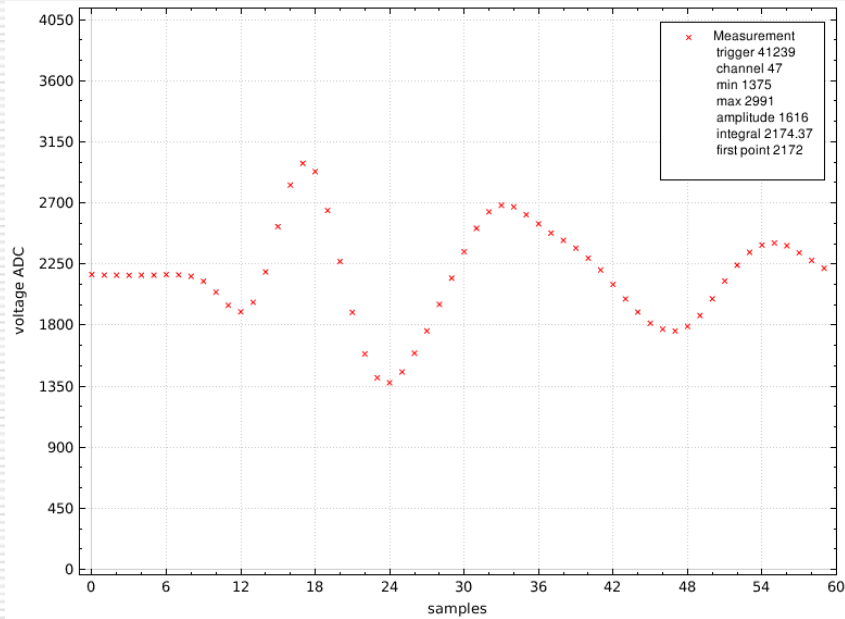


## Электроника для съема данных (ASF-48)





# Оптимизация электроники





# Сбор данных с детекторной системы

Example Display (offline): run 8 event 3000

events per packet | events per channel | good events | events per diode | amplitude | peak max | peak max diode | peak min | peak min diode | quality | quality bitmask

events good 0  
Entries: 105231  
Mean: 24.1  
RMS: 13.79

events good 1 | events good 2 | events good 3

polfu status - Mozilla Firefox

ELOG - 04.10.16 11:2... x polfu status x

https://localhost:8443

Status ODB Messages Chat ELog Alarms Programs History Sequencer Config Example Help

### Run Status

Run 30 Running Stop

Start: Tue Nov 15 12:55:51 2016 Running time: 0h04m00s

Alarms: On Restart: Yes Data dir: /home/lkst/online/

Experiment Name: polfu

12:59:51 [ASF48,INFO] FIFO is almost full: c40003e2

### Equipment

Equipment	Status	Events	Events[s]	Data[MB/s]
ASF48	ASF48@localhost	71771	303.8	1.725

### Logging Channels

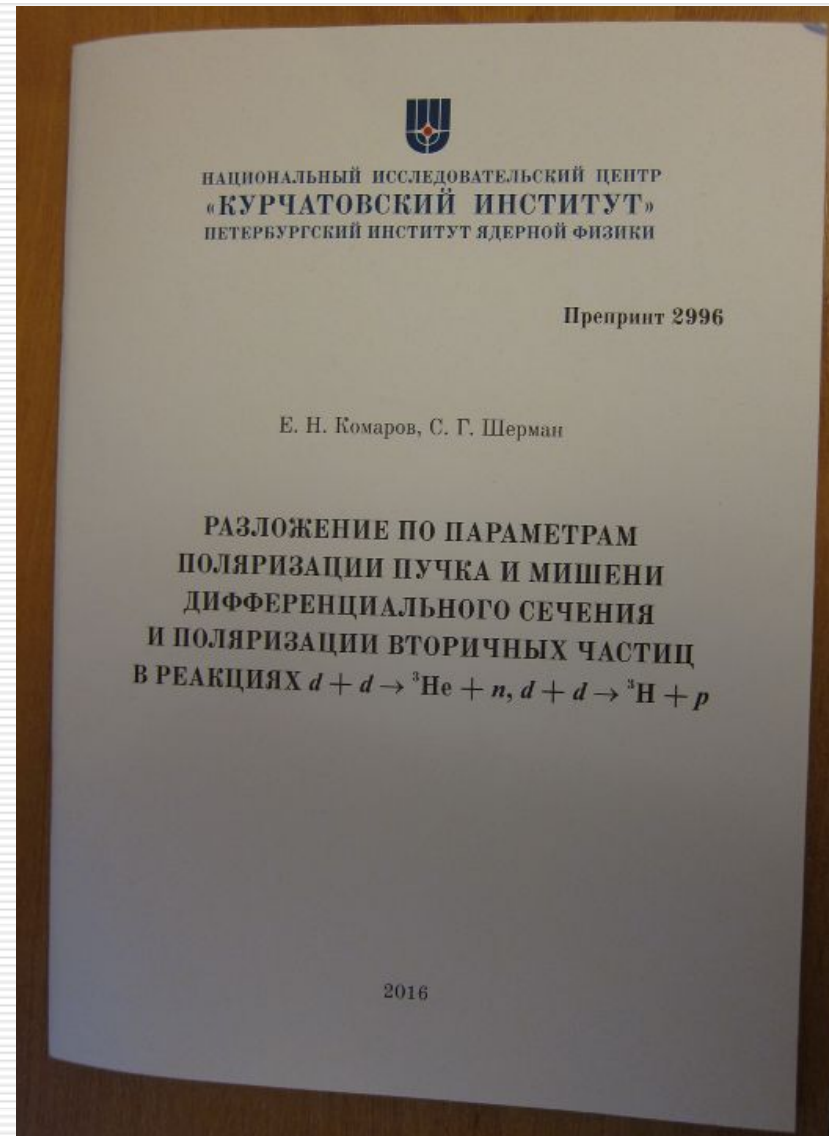
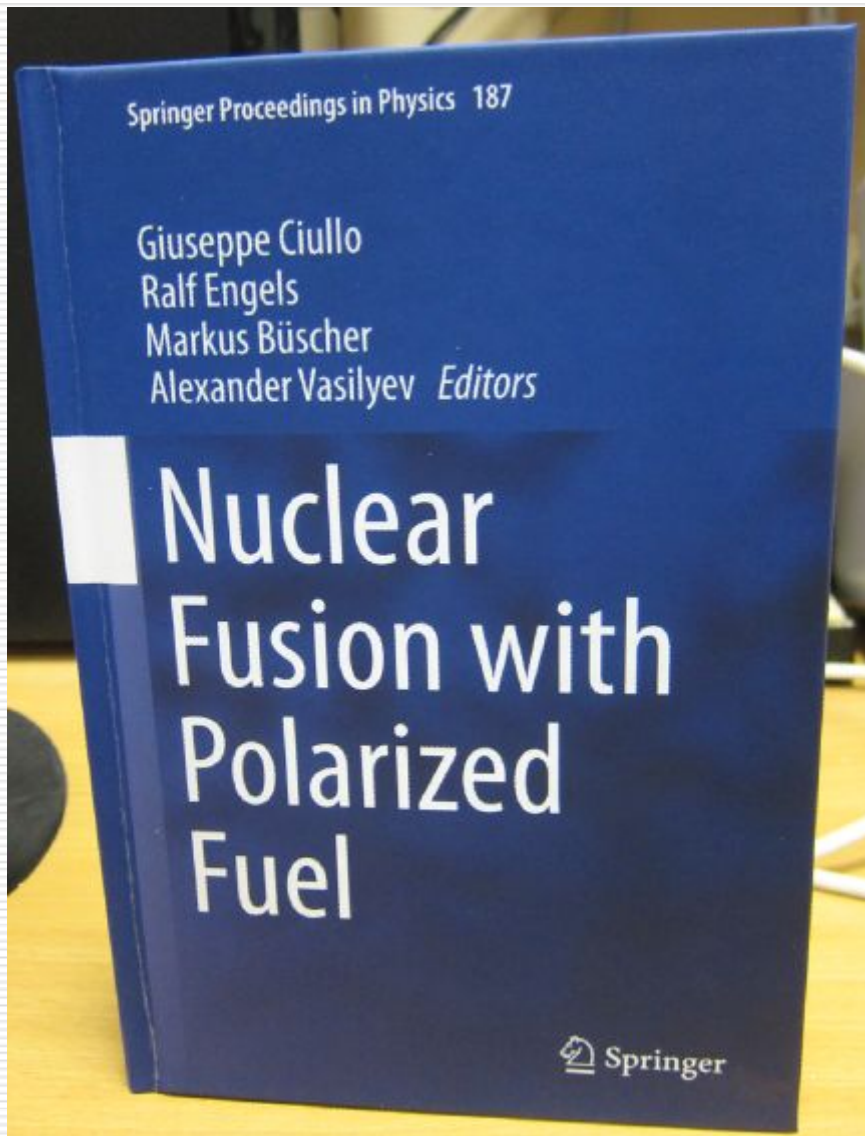
Channel	Events	MiB written	Compr.	Disk level
#0: run00030.mid	71880	408.750	N/A	11.4 %

### Clients

mhttpd [localhost] ASF48 [localhost] Logger [localhost]  
Analyzer [localhost]

Experiment polfu Help Tue Nov 15 12:59:51 2016









### Результаты:

1. Ионный источник: получен пучок  $20 \mu\text{A}$  с энергией до  $30 \text{ keV}$ .
2. Новый ионизатор для ионного источника на  $100 \text{ kV}$  – сборка и настройка.
3. Источник поляризованных атомов: создана новая система охлаждения сопла, модернизирован диссоциатор.
4. Детекторная система собрана, отлажена, проверена. Программное обеспечение для сбора данных - работает.

### Проблемы:

1. Выход из строя части устаревшего оборудования (турбонасосы, источники тока для магнитов).
2. Низкая скорость производства механических деталей.
3. Чрезвычайно сложная организация закупок.

### Планы

1. Получить стабильный пучок в ионном источнике.
2. Закончить настройку нового ионизатора.
3. Провести первый эксперимент с двумя пучками.



Спасибо за внимание!





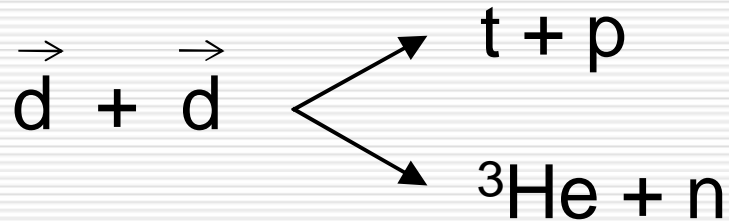
# BACKUP





## Цели и задачи эксперимента

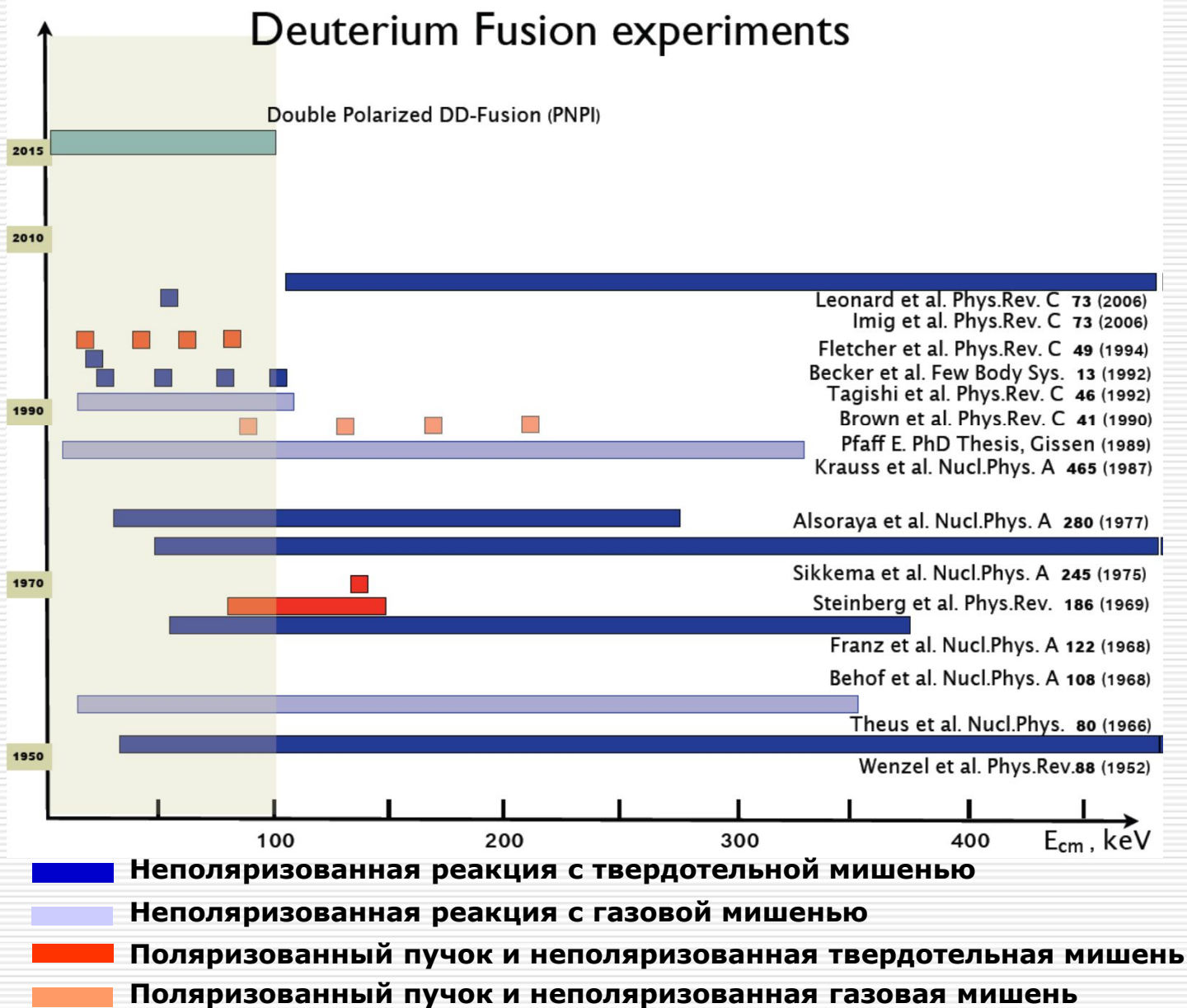
Исследование основной 4-нуклонной реакции с поляризацией **обеих** исходных частиц при низких энергиях (до 100кэВ).



- Систематические измерения спин-корреляционных коэффициентов
- Измерение сечения реакции поляризованного синтеза  
[R.M. Kulsrud *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **49**, 1248 (1982)]  
 ${}^3\text{He} + d \rightarrow {}^4\text{He} + p$  : Factor  $\sim 1.5$  at 430 keV  
[Ch. Leemann *et al.*, *Annals of Phys.* **66**, 810 (1971)]
- Измерение подавления нейтронного канала реакции  
Quintet suppression factor  
[H. Paetz *gen. Schieck*, *Eur. Phys. J. A* **44**, 321–354 (2010)]  
[Deltuva and Fonseca, *Phys. Rev. C* **81** (2010)]
- Измерение углового распределения продуктов реакции
- Исследование возможности практического использования поляризованного топлива  
Persistence of the Polarization in a Fusion Process  
[J.-P. Didelez and C. Deutsch. *Few-Body Conference, Bonn* (2009)]

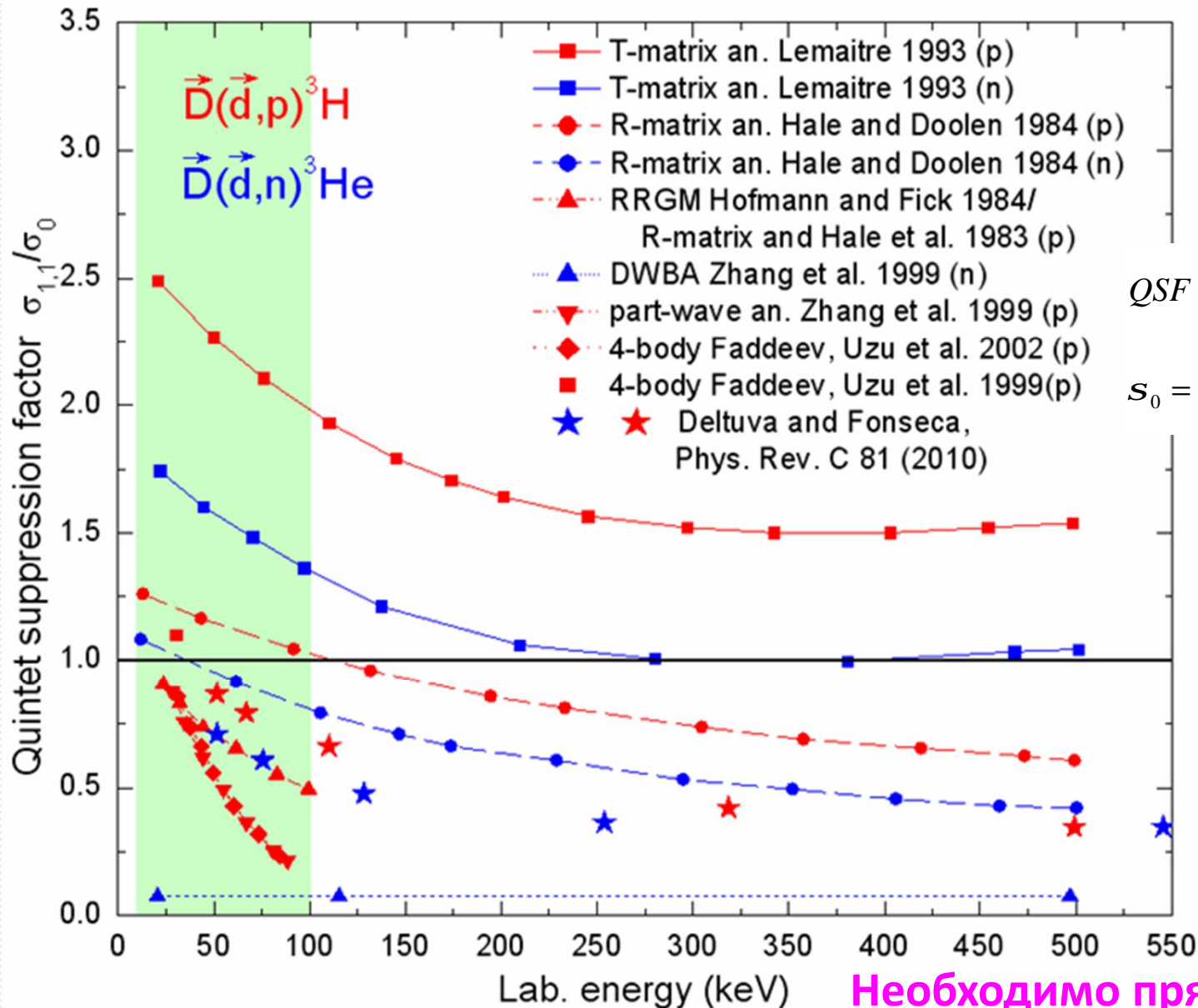


# Эксперименты с dd реакцией



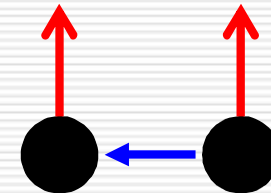


# The Quintet suppression factor



$$QSF = \frac{s_{1,1}}{s_0}$$

$$s_0 = \frac{1}{9} (2s_{1,1} + 4s_{1,0} + s_{0,0} + 2s_{1,-1})$$

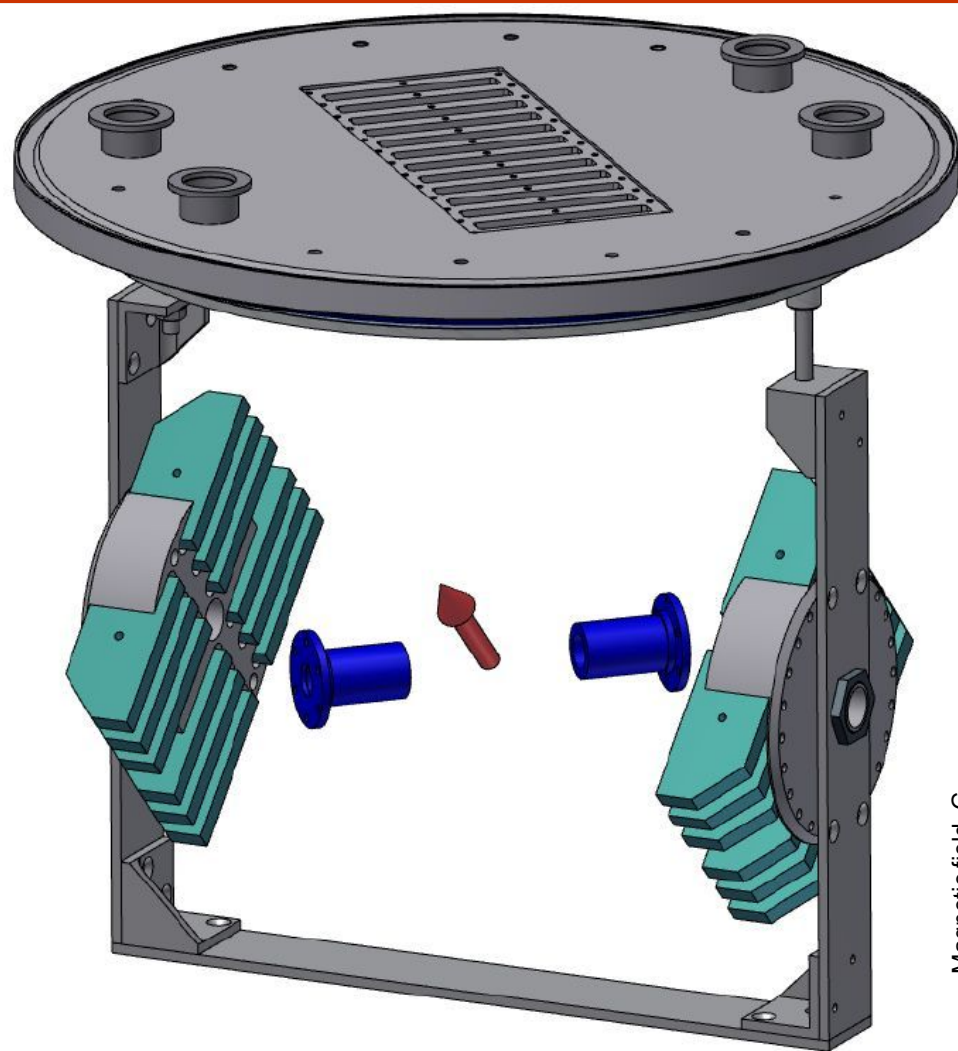


Необходимо прямое измерение!



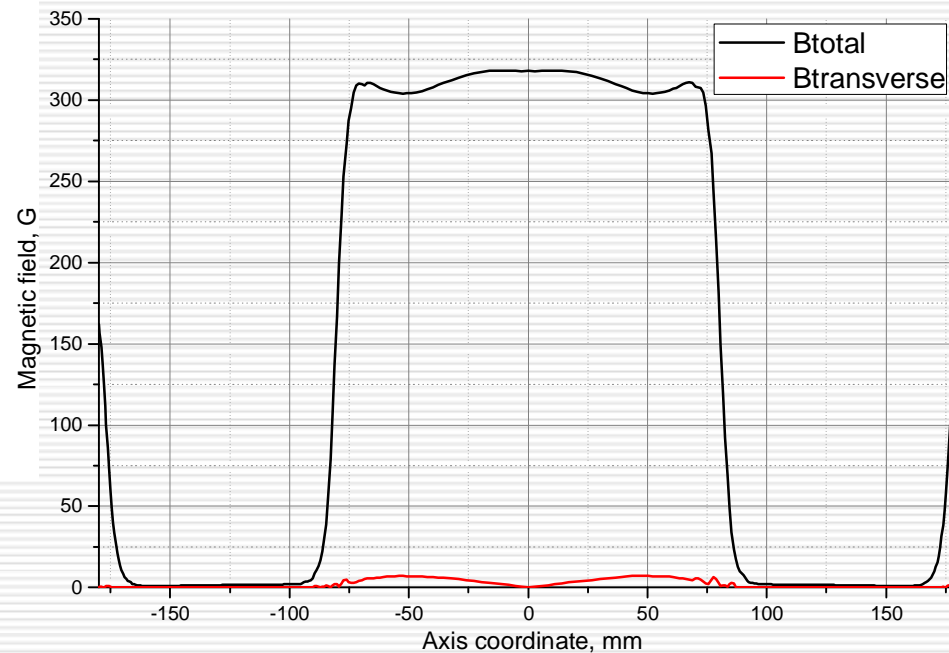


## Магнитная система детектора



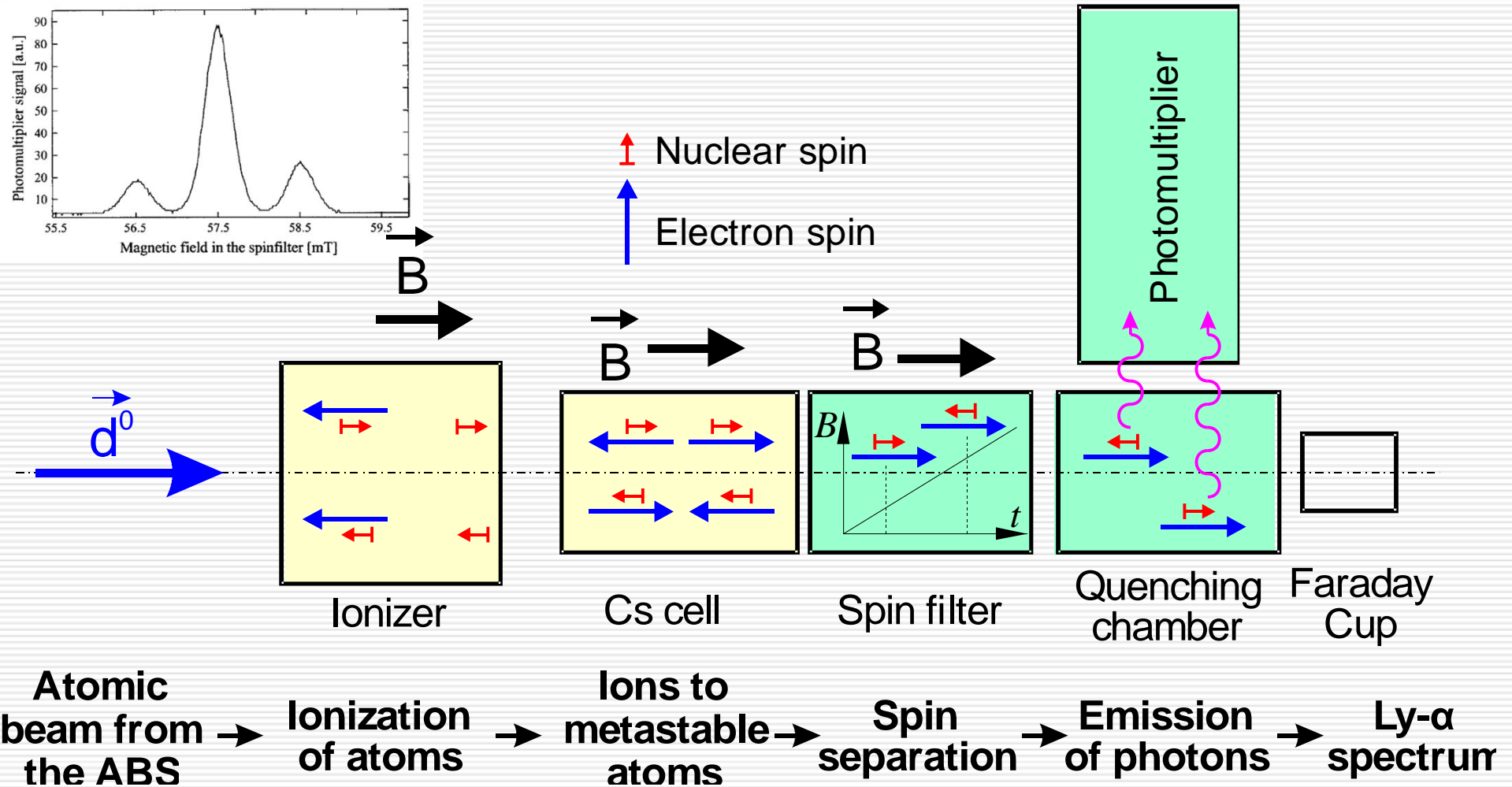
$$B = 300 \text{ G} = 2.5 \text{ Вс}$$

Магнитное поле  
сконструировано из 24-х  
постоянных магнитов  
80x40x10 мм<sup>3</sup> с магнитным  
полем на поверхности 1.25 Т  
(N40) -NdFeB





# Поляриметр на Лэмбовском сдвиге



R.Engels et al.  
Precision Lamb-shift polarimeter for polarized atomic and ion beams  
Rev. Sci. Instrum., Vol. 74, No. 11, 4607 (2003)



# Измерения с твердотельной мишенью

..readout\_data/test/b15\_1\_FarAmpDif

