



Эксперимент POLFUSION

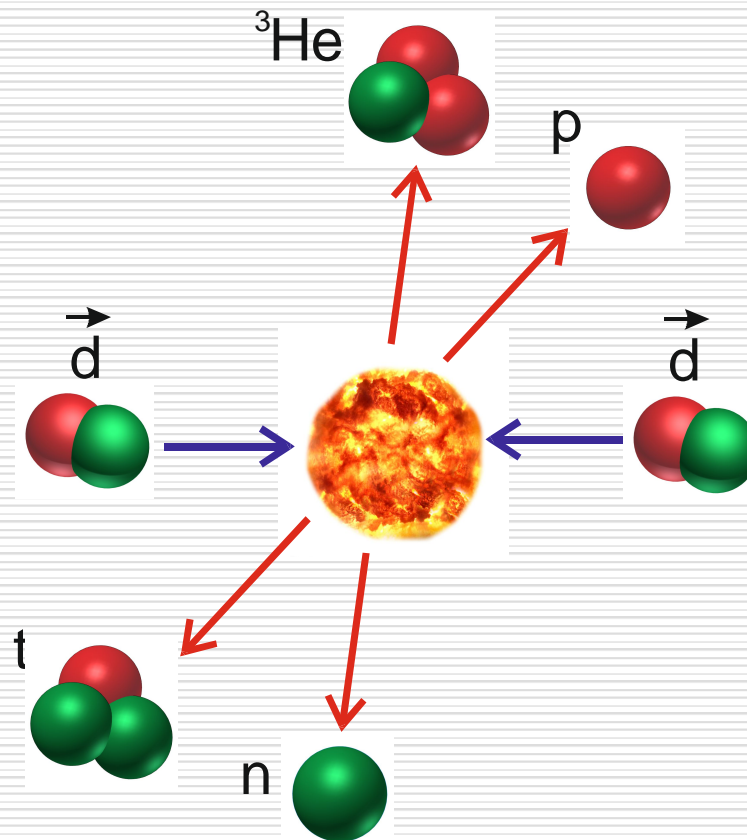
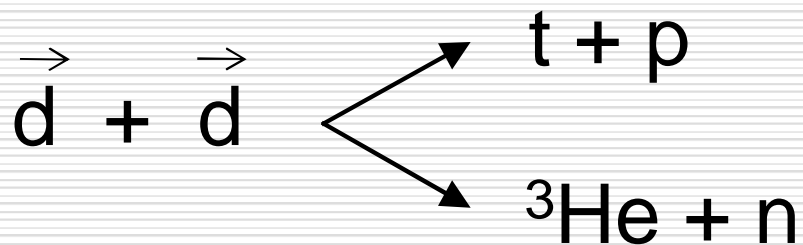
П. Кравцов

коллаборация PolFusion



Цель эксперимента

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





Deuterium Fusion experiments

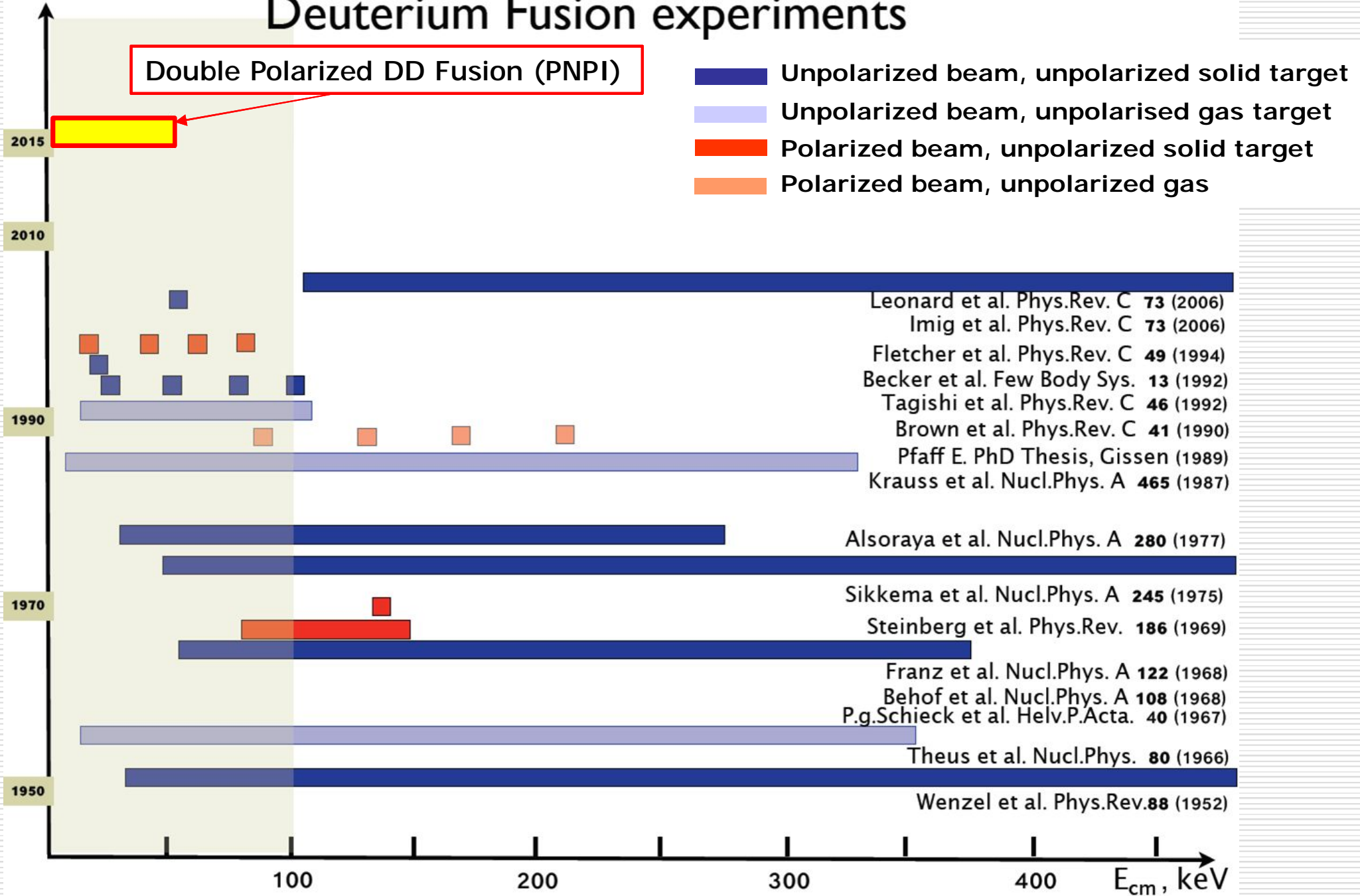




Схема эксперимента

${}^3\text{He}^{2+}$ (0.8 MeV),
 ${}^3\text{H}^+$ (1.0 MeV)

ABS

Ferrara (IUCF) ABS

$I \sim 4 \cdot 10^{16}$ at/s

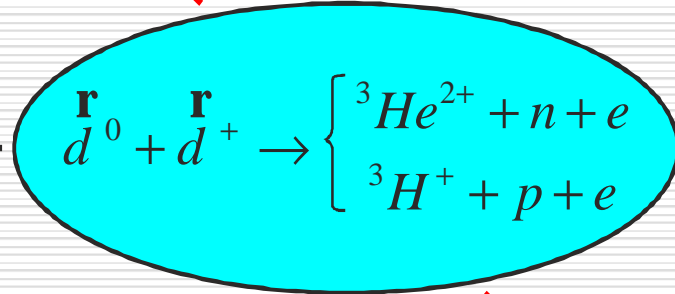
Target density $\sim 2.7 \cdot 10^{11}$ at/cm²

Vector polarization: ± 0.7

\vec{d}^0 (0.1 eV)

dd-polarimeter
or LSP

\vec{d}^+



\vec{d}^+ (1-32 keV)

Ion source

Polarized Ion Source

Ion beam: $I = 20 \mu\text{A}$

($1.3 \cdot 10^{14}$ d/s)

$E_{\text{beam}} = 32$ keV

Vector polarization: ± 0.7

\vec{d}^0 (0.1 eV)

LSP

Lamb-Shift Polarimeter

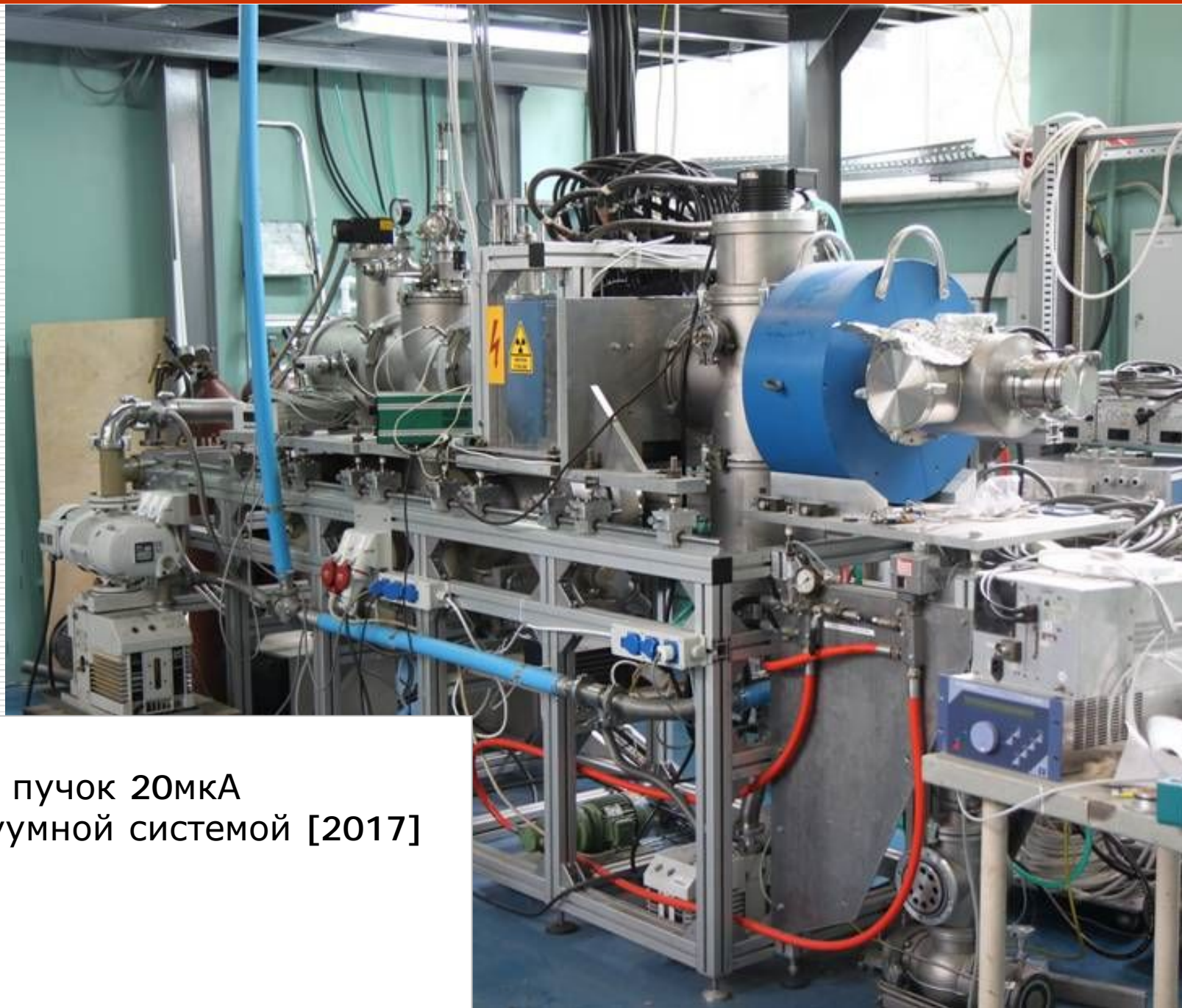
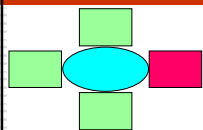
~~n (2.4 MeV),~~
 p (3.0 MeV)

Luminosity: $3.3 \cdot 10^{25}$ 1/cm² s
count rate: $\sim 120/\text{h}$ (30keV)
3 week beam time

(60000 events)

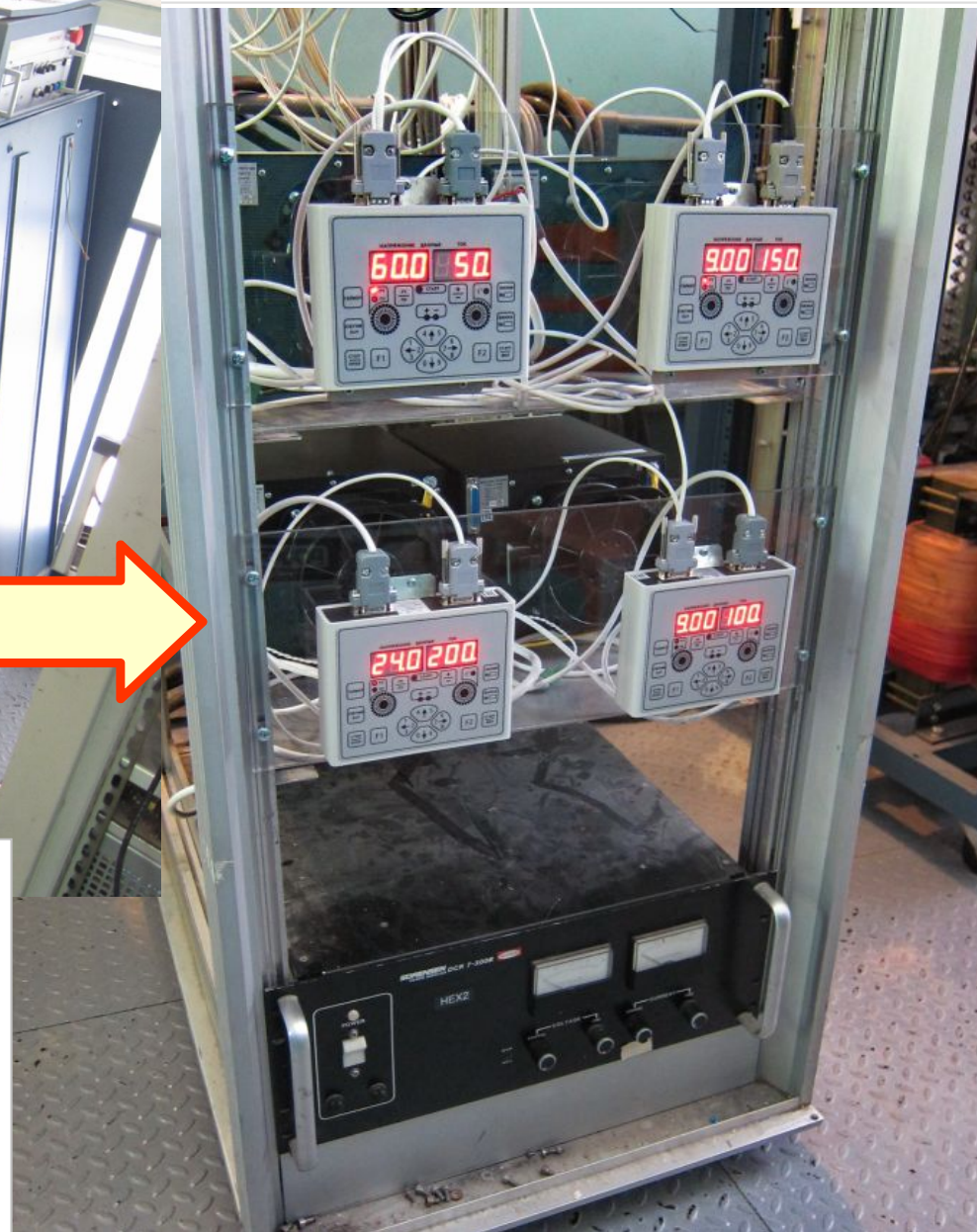
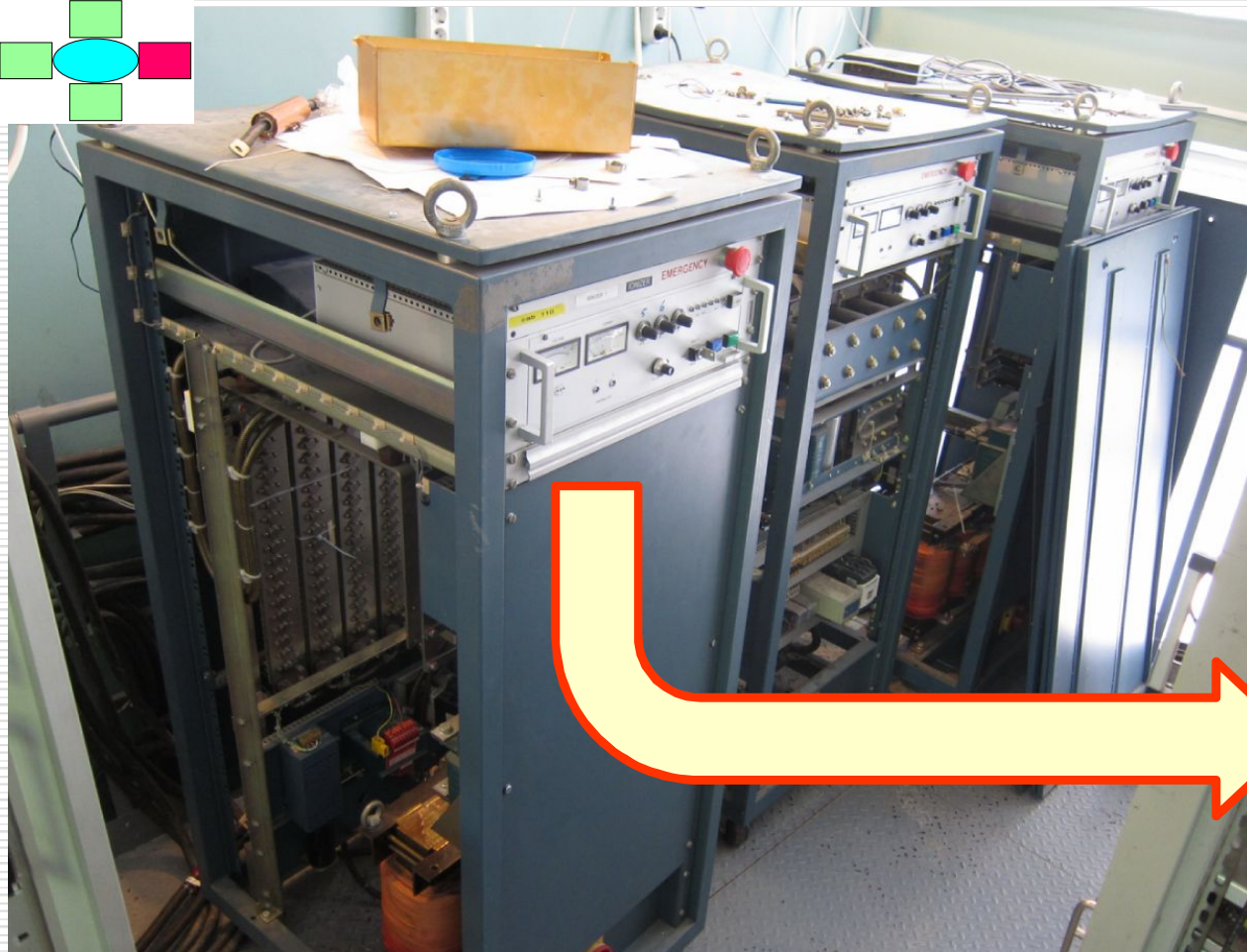
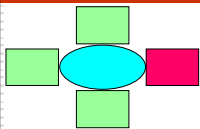


Поляризованный ионный источник (POLIS)



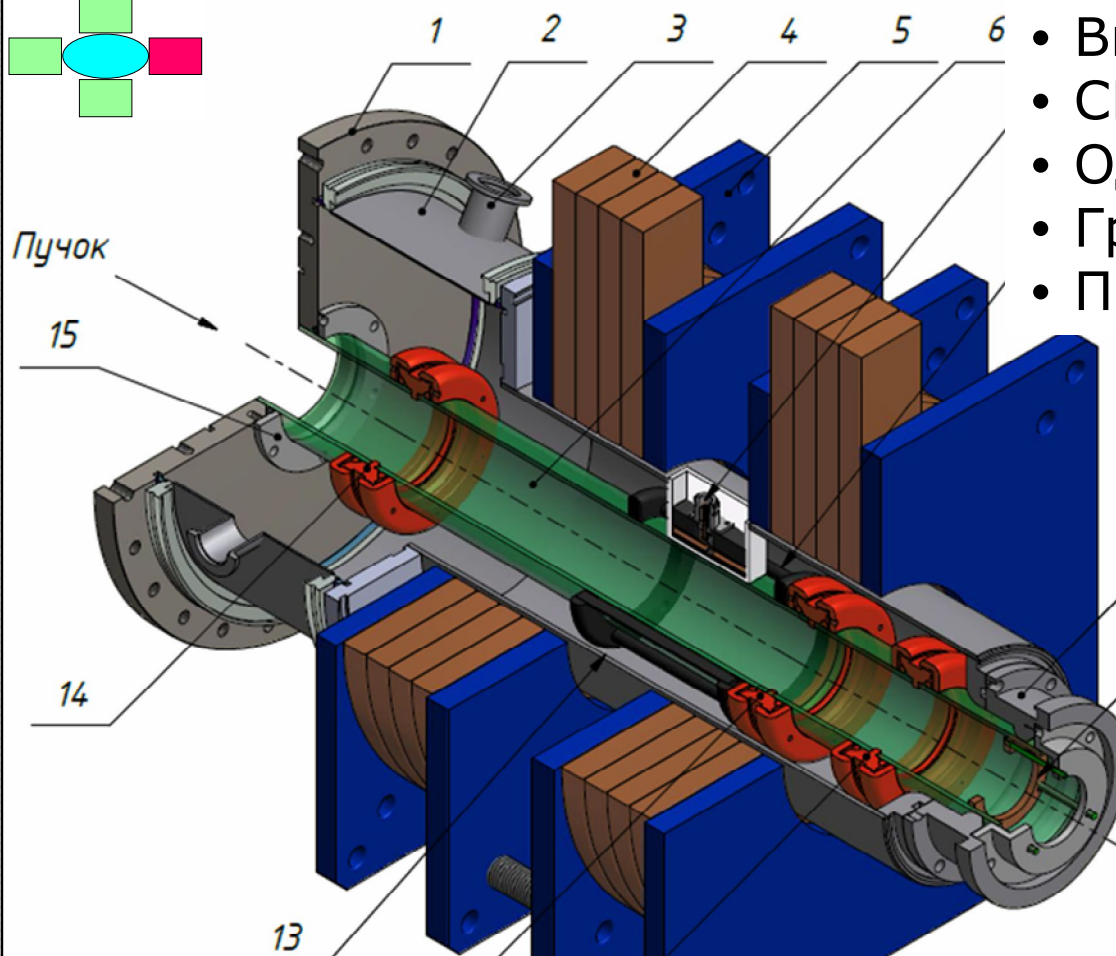
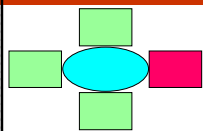
POLIS

- ✓ Получен ионный пучок 20мкА
- ✓ Проблемы с вакуумной системой [2017]

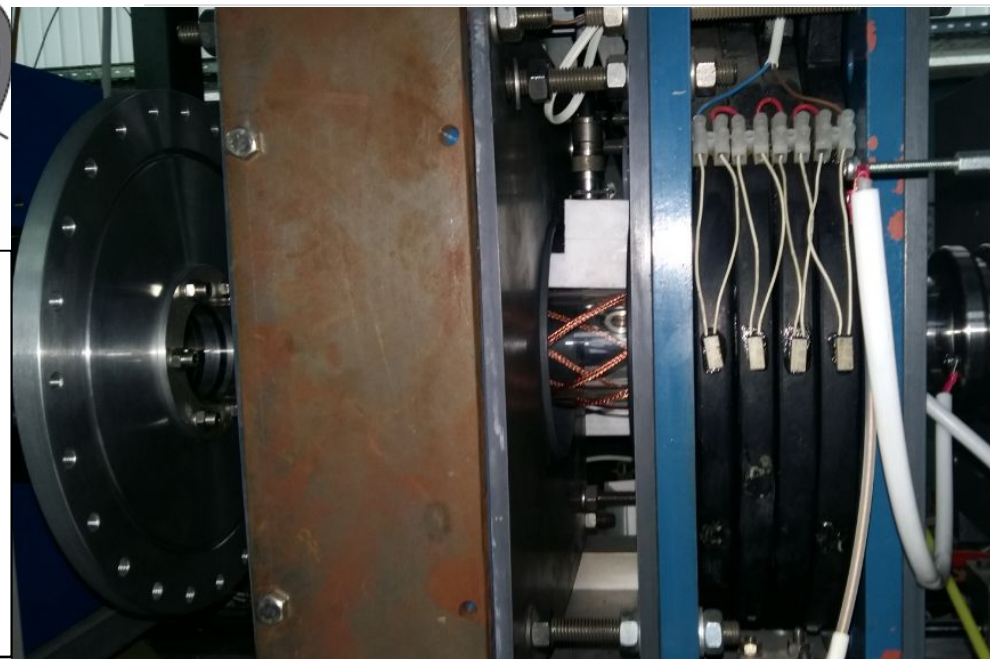


POLIS

- ✓ Получен ионный пучок 20мкА
- ✓ Проблемы с вакуумной системой [2017]
- ✓ Блоки питания магнитов [2017]



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

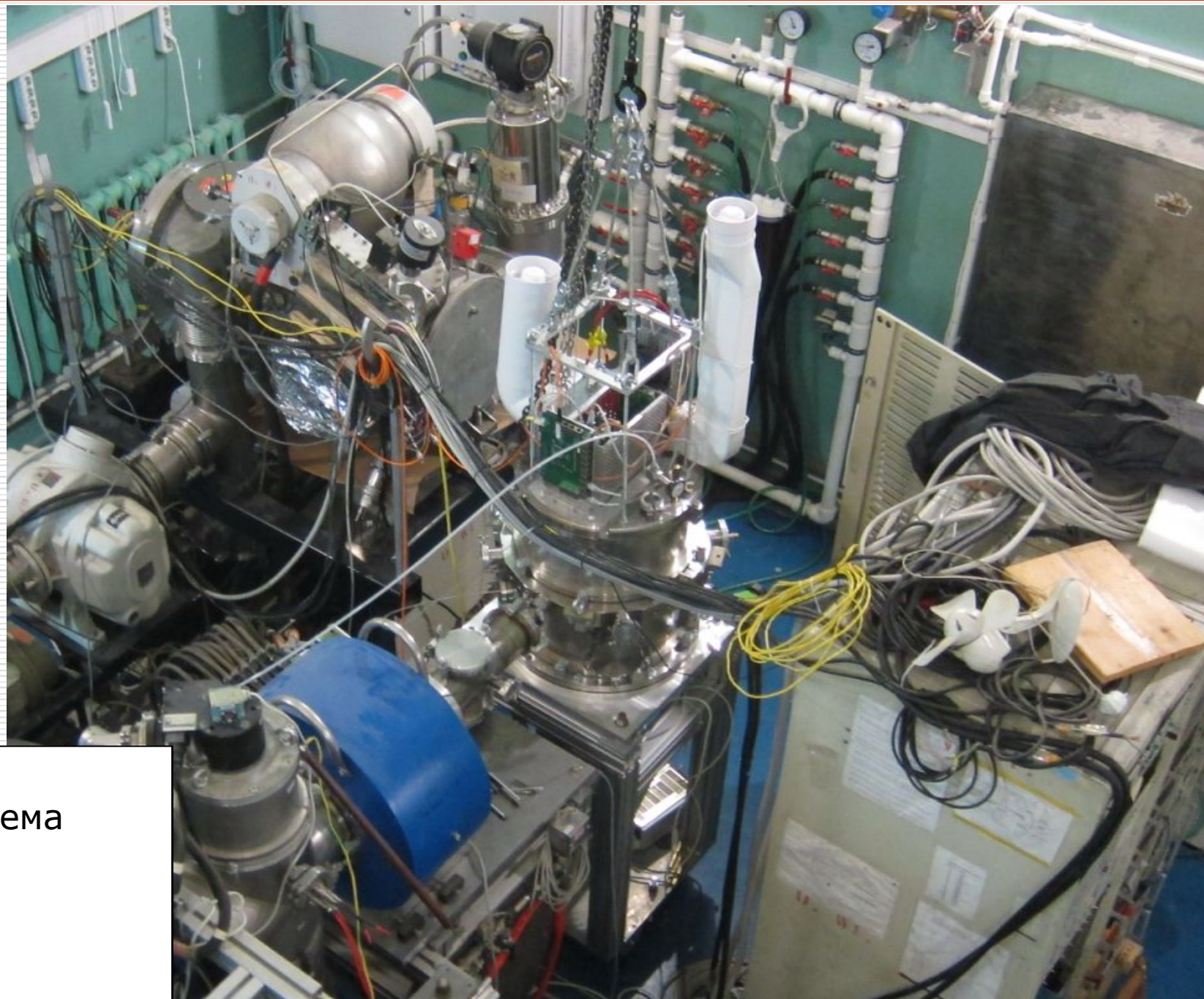
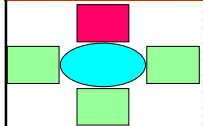


POLIS

- ✓ Получен ионный пучок 20мкА
- ✓ Проблемы с вакуумной системой [2017]
- ✓ Блоки питания магнитов [2017]
- ✓ Новый ионизатор (100кВ) [2017]
 - ✓ Стабильный пучок 70 кэВ 2мкА
 - ◇ Фокусировка



Источник поляризованных атомов (ABS)

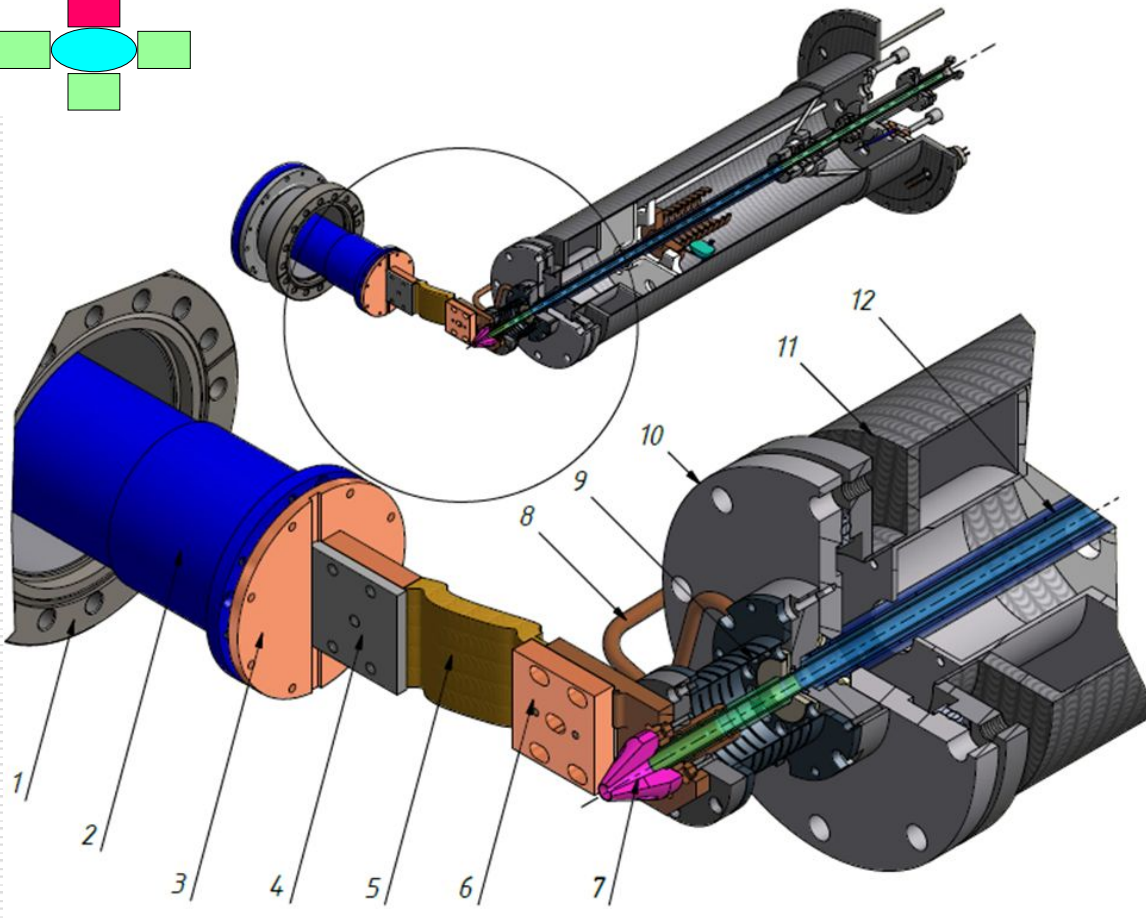
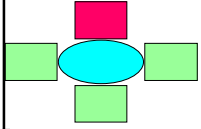


Ferrara ABS

✓ Вакуумная система



Охлаждение сопла диссоциатора

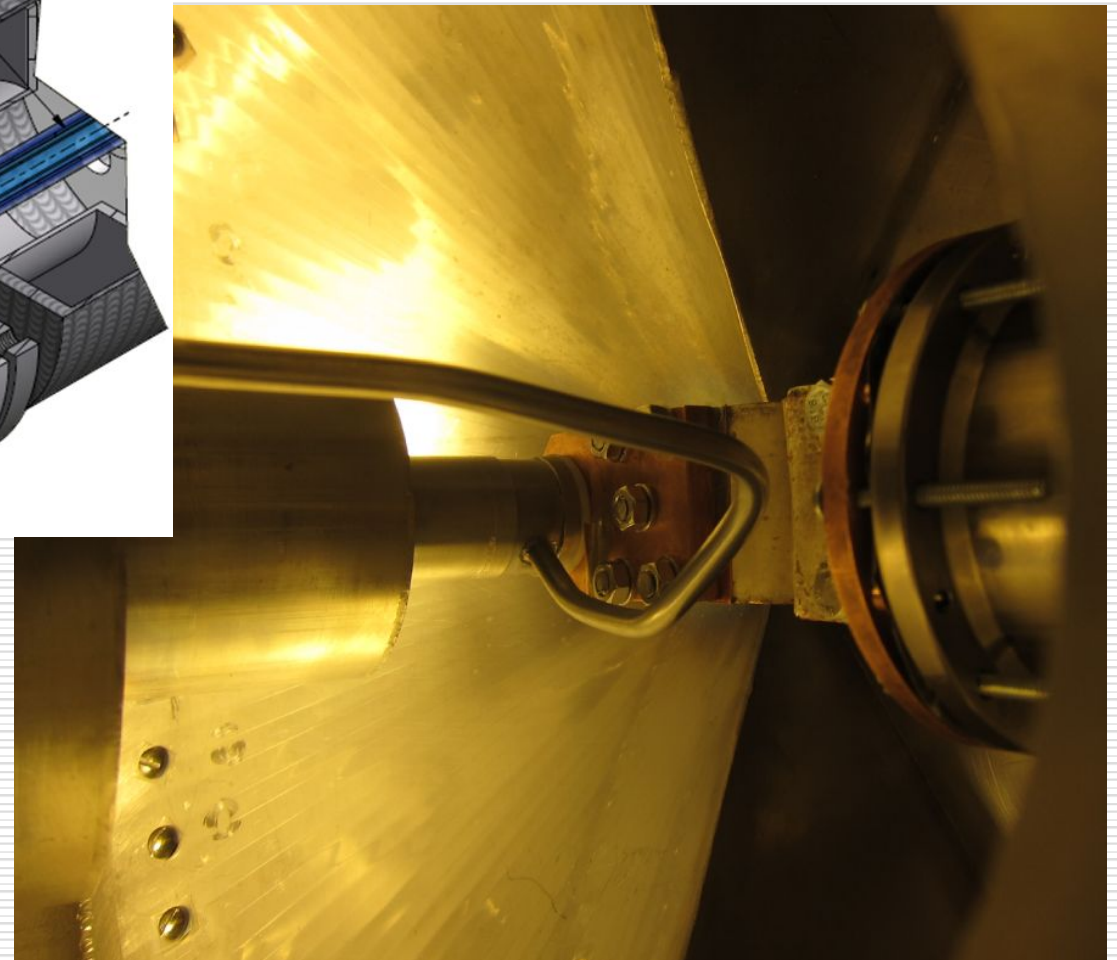


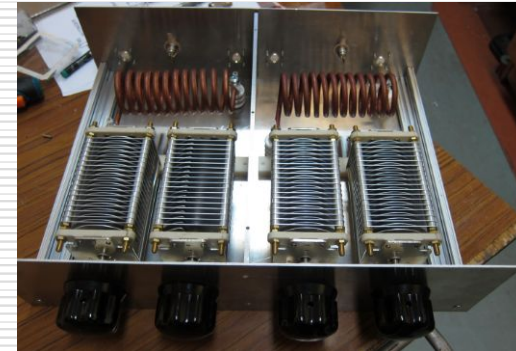
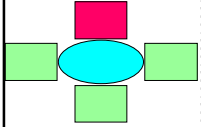
~~Liquid Nitrogen~~

Стабильная температура от 55K

Ferrara ABS

- ✓ Вакуумная система
- ✓ Охлаждение сопла





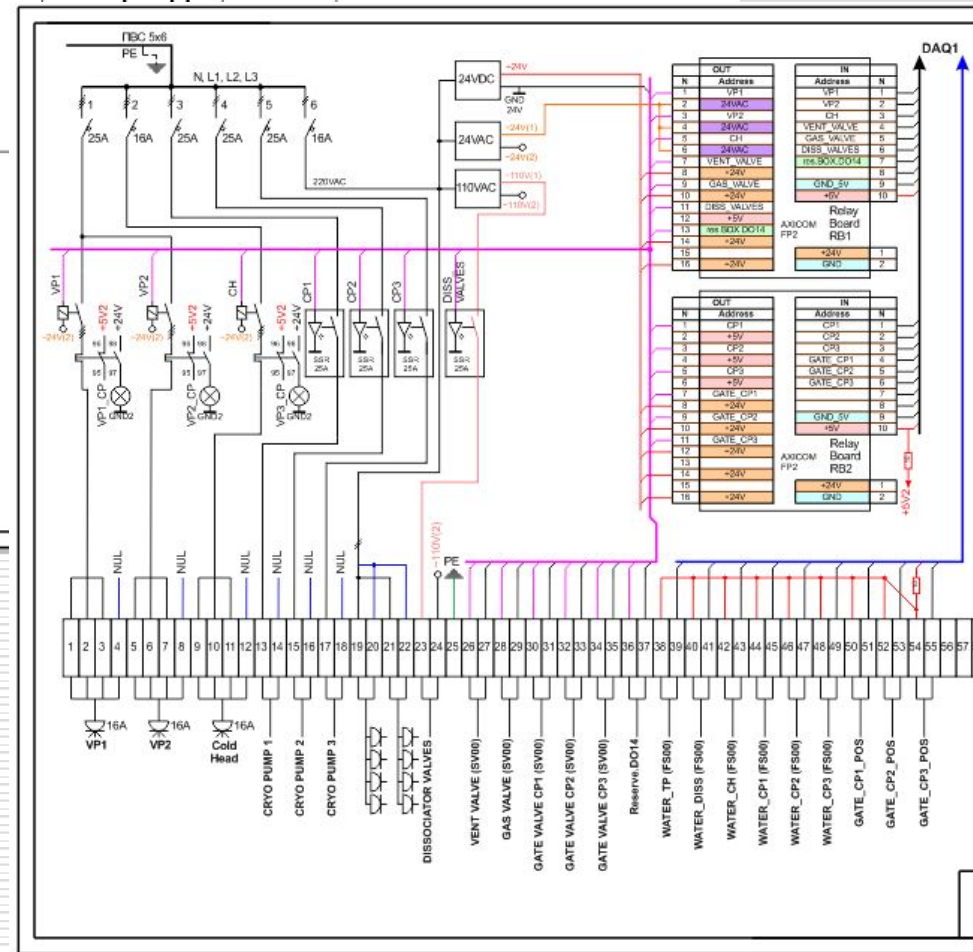
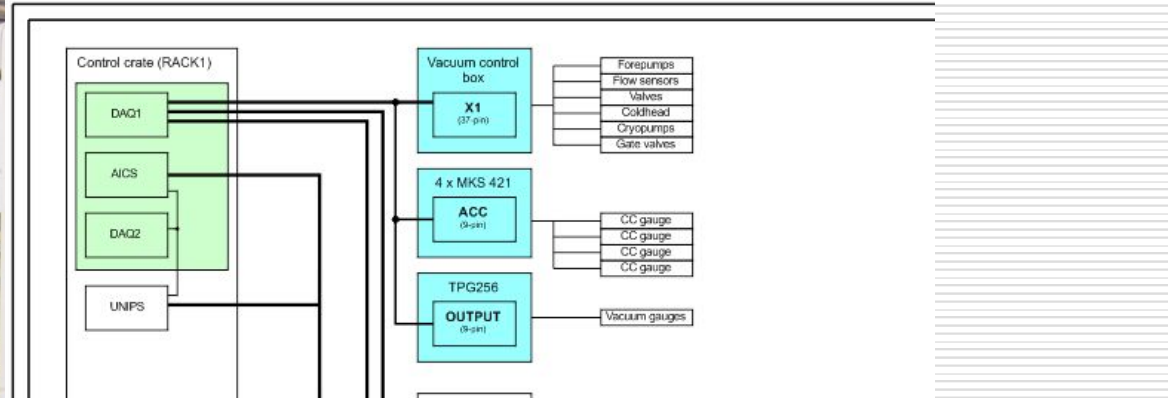
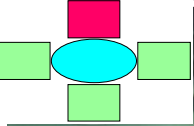
Ferrara ABS

- ✓ Вакуумная система
- ✓ Охлаждение сопла
- ✓ Диссоциатор [2017]

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

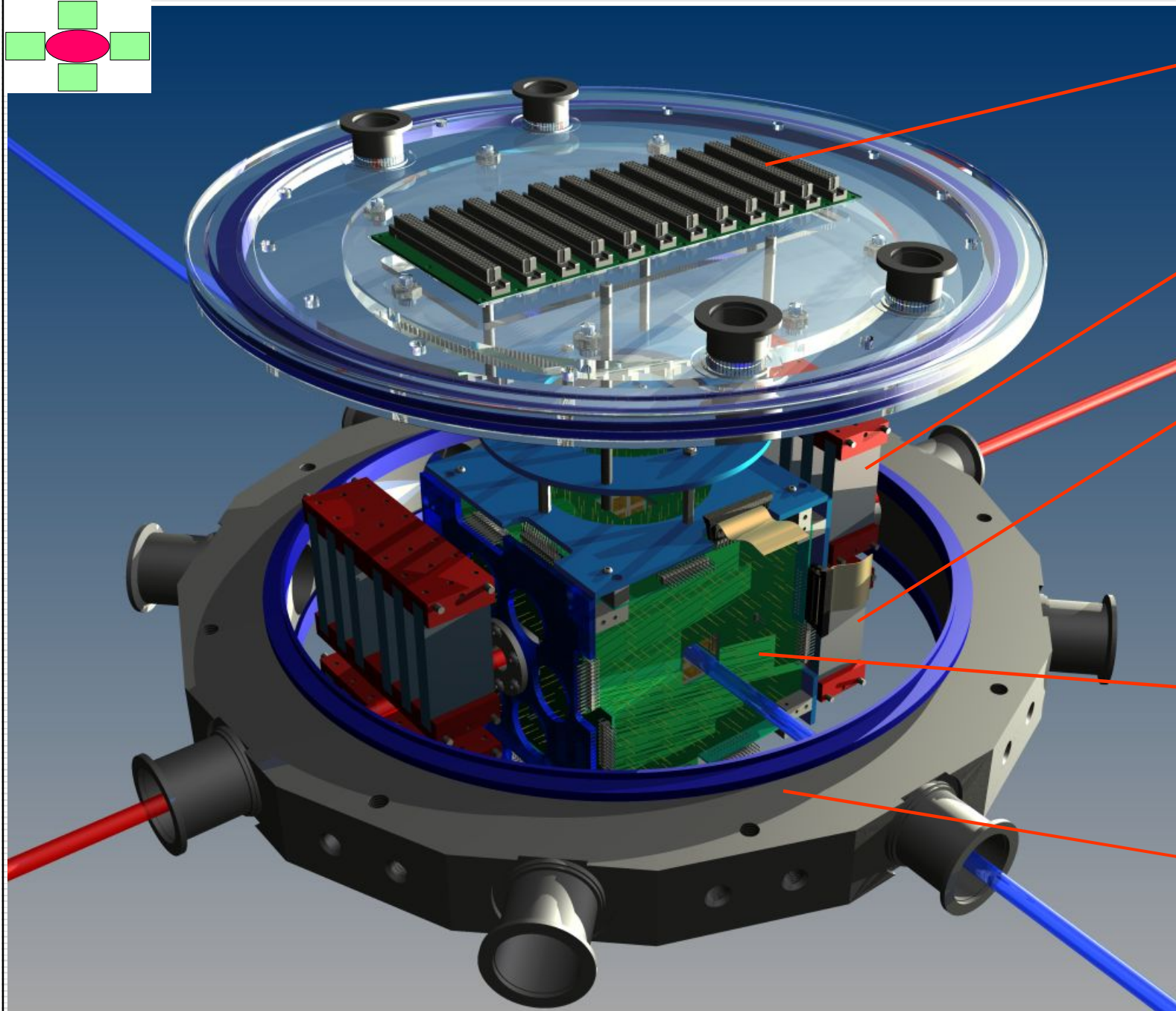
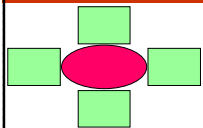


ABS. Система управления



Ferrara ABS

- ✓ Вакуумная система
- ✓ Охлаждение сопла
- ✓ Диссоциатор [2017]
- ✓ Система управления
- ◇ Разработана, не собрана



Разъемы для подключения электроники

Кольца Гельмгольца

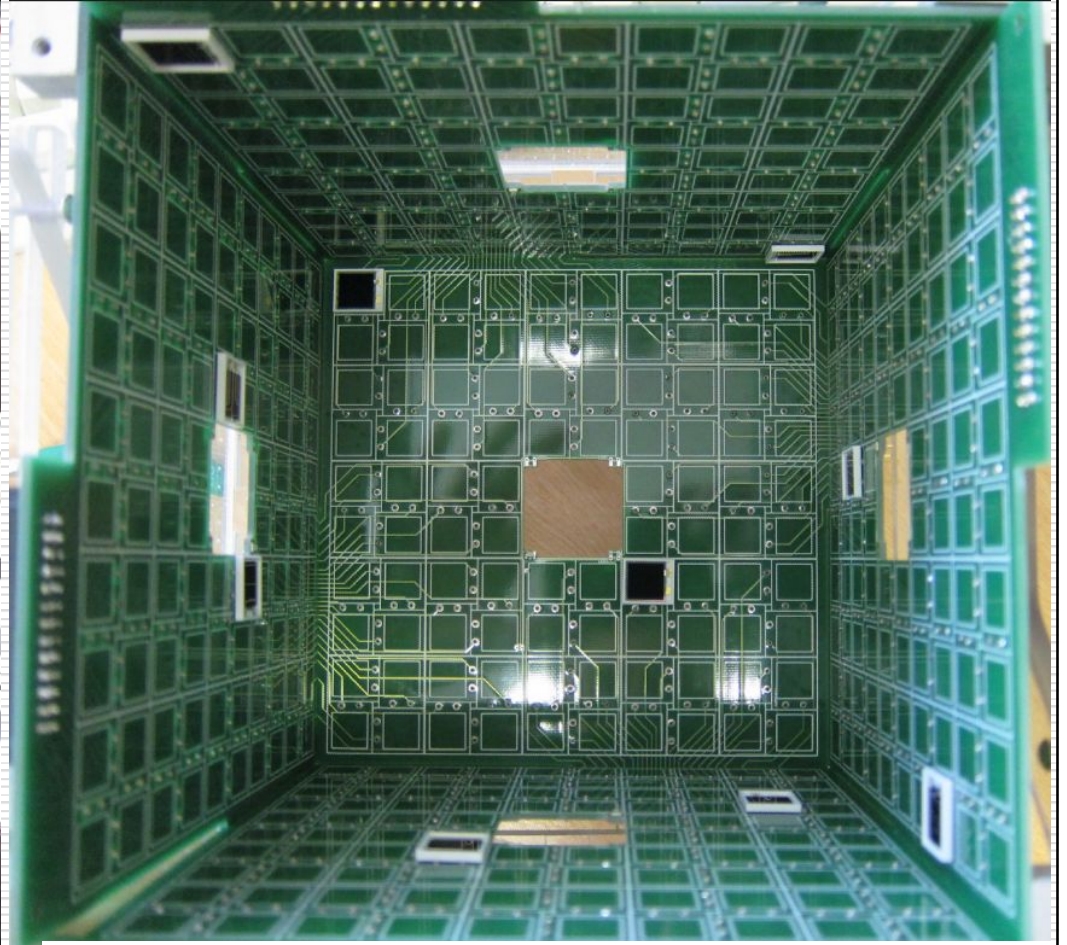
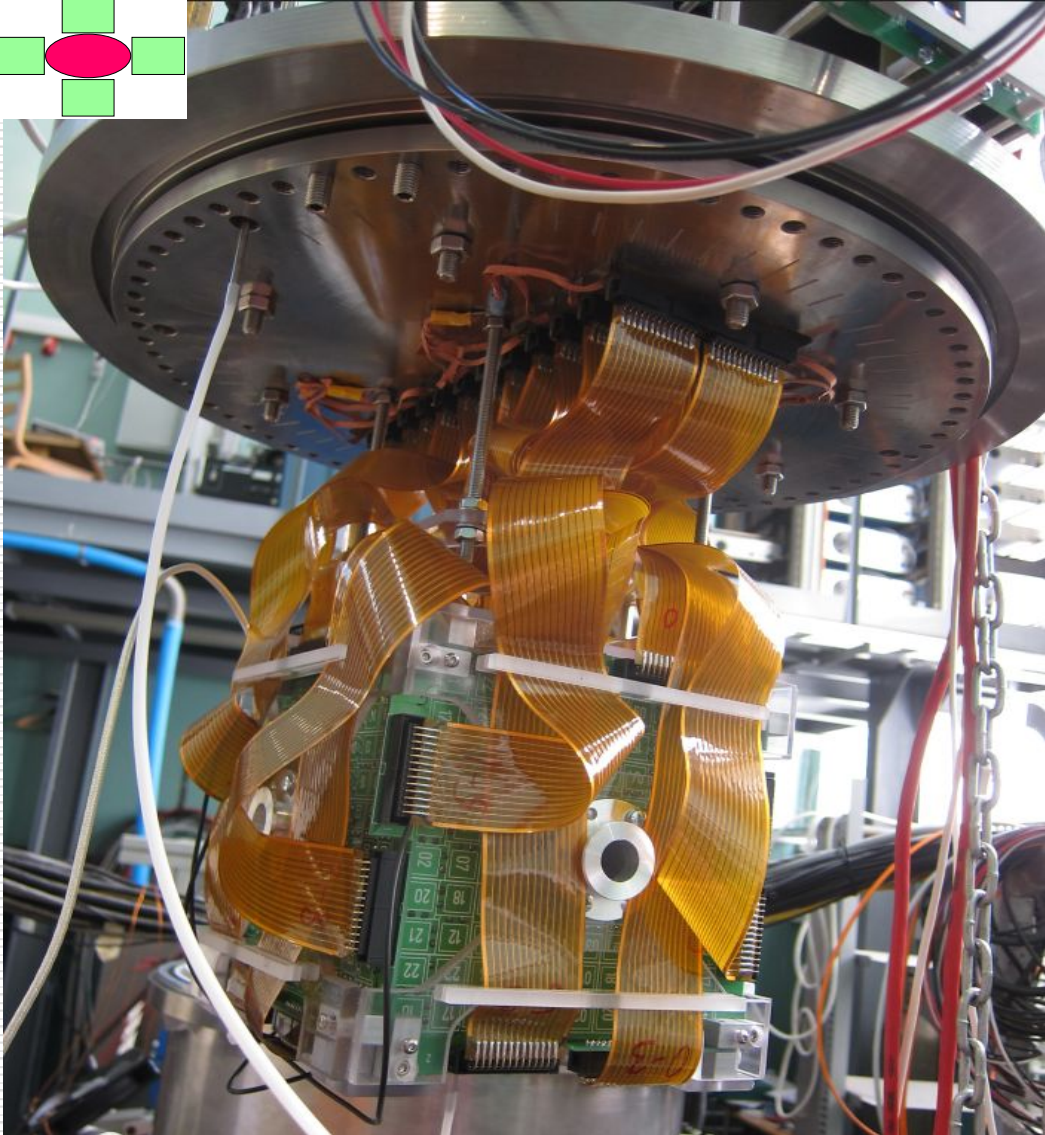
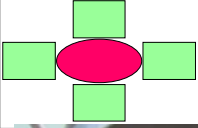
Постоянные NdFeB магниты

Детекторная система

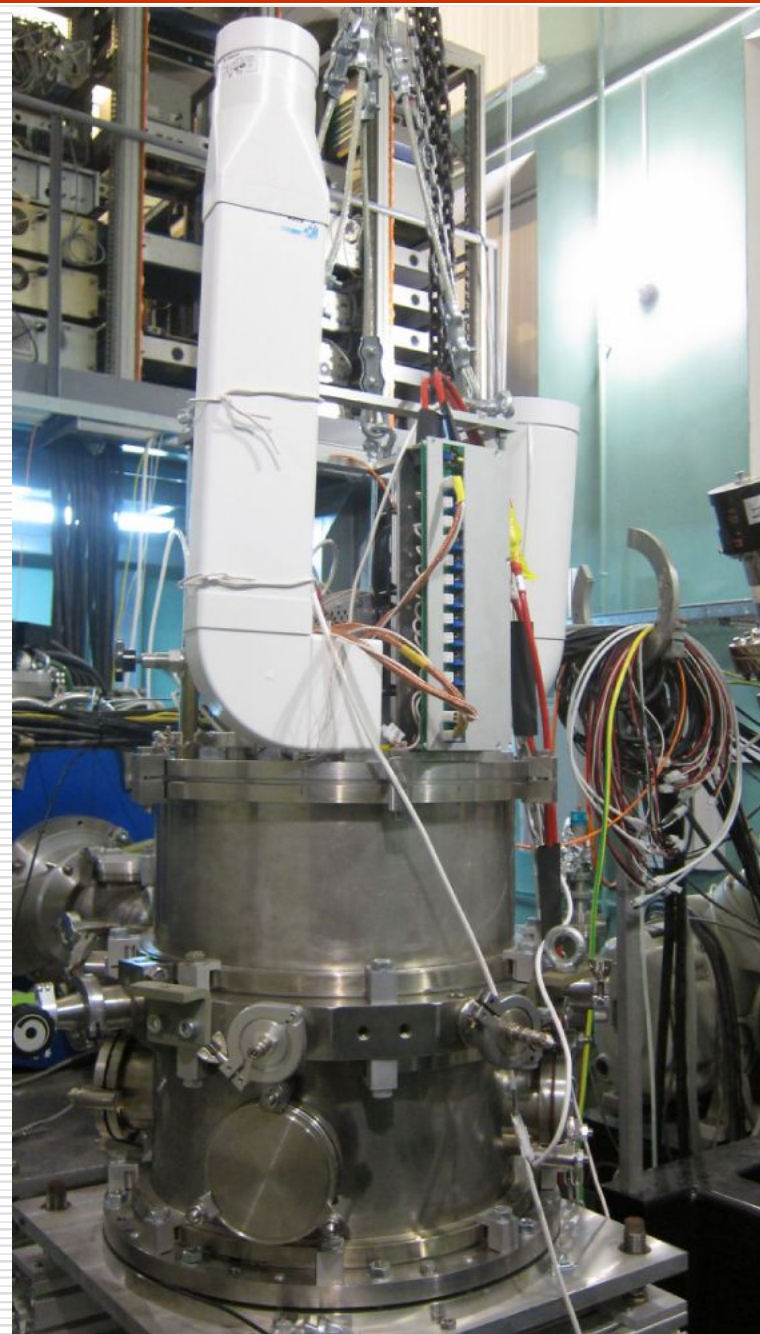
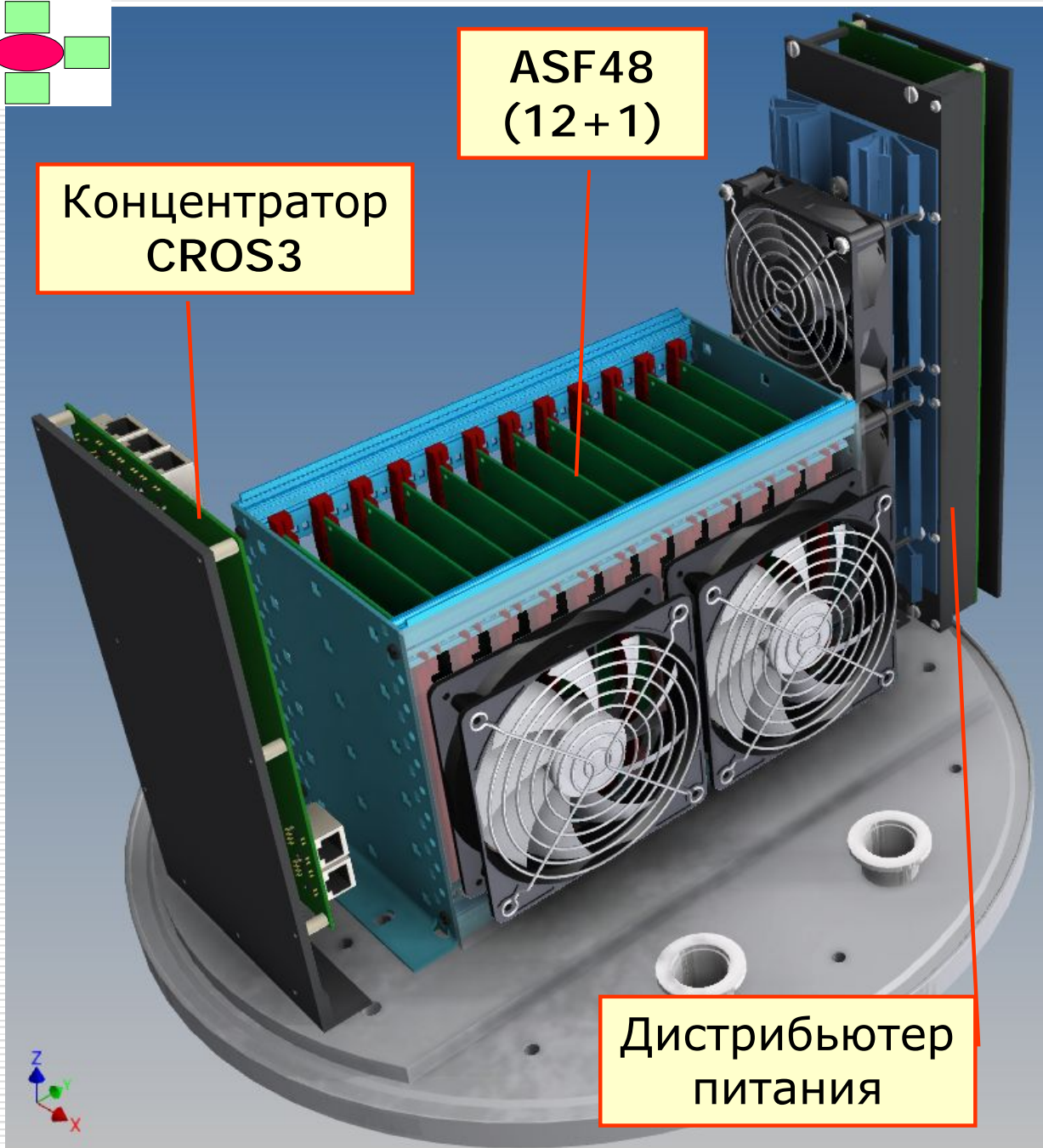
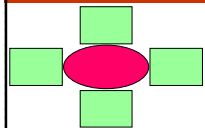
Детекторная камера



Детекторная система в сборе



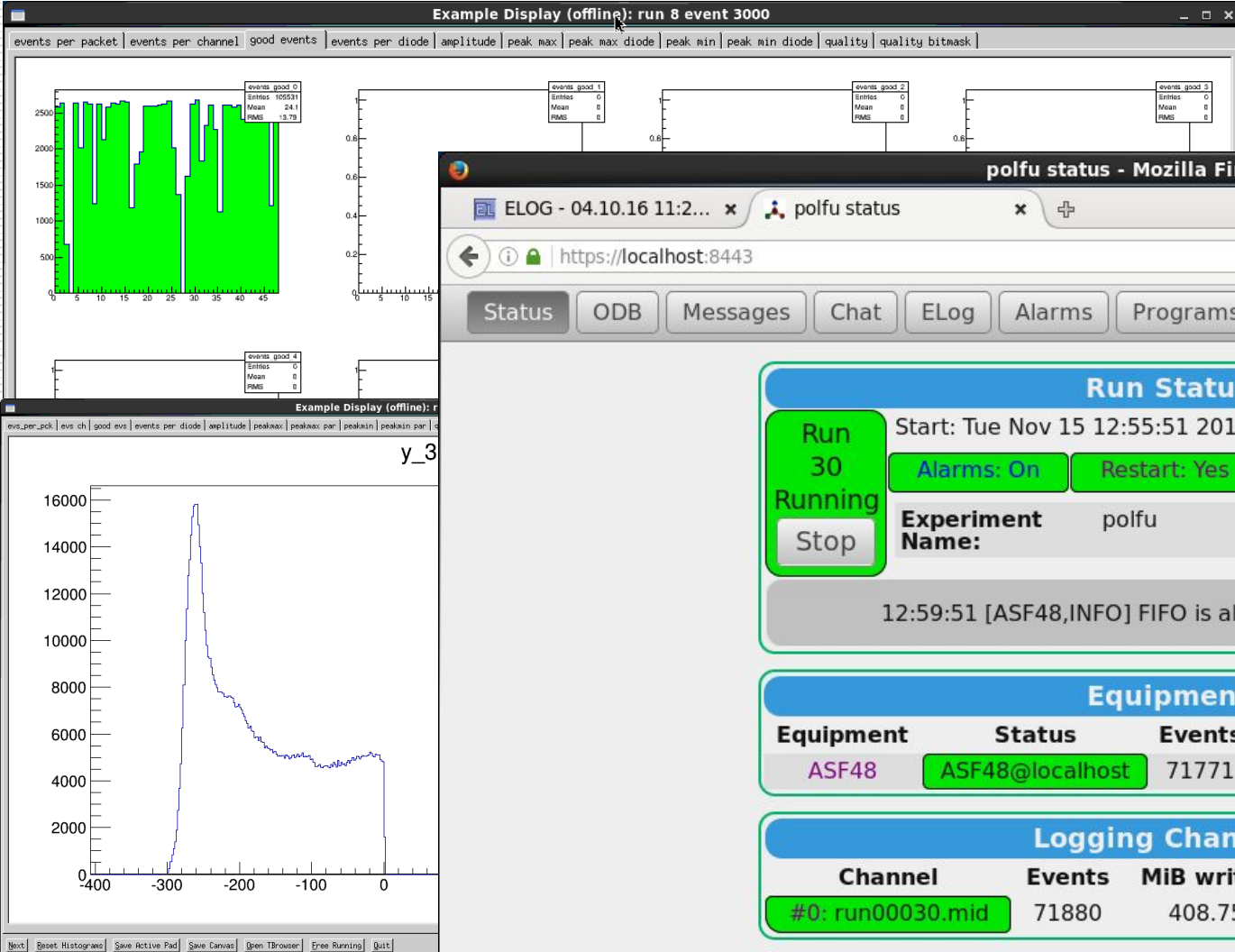
- 4-π детектор с заполнением 51%
- 576 Hamamatsu PIN-диодов (S3590-09)
- активная область диода: 1 см²
- толщина обедненного слоя: 300 μm
- хорошее разрешение (<50keV)
- низкое обратное напряжение (<50V)





Программное обеспечение. Сбор данных.

Software
✓ Сбор данных



polfu status - Mozilla Firefox

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

https://localhost:8443

Search

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



Signal quality

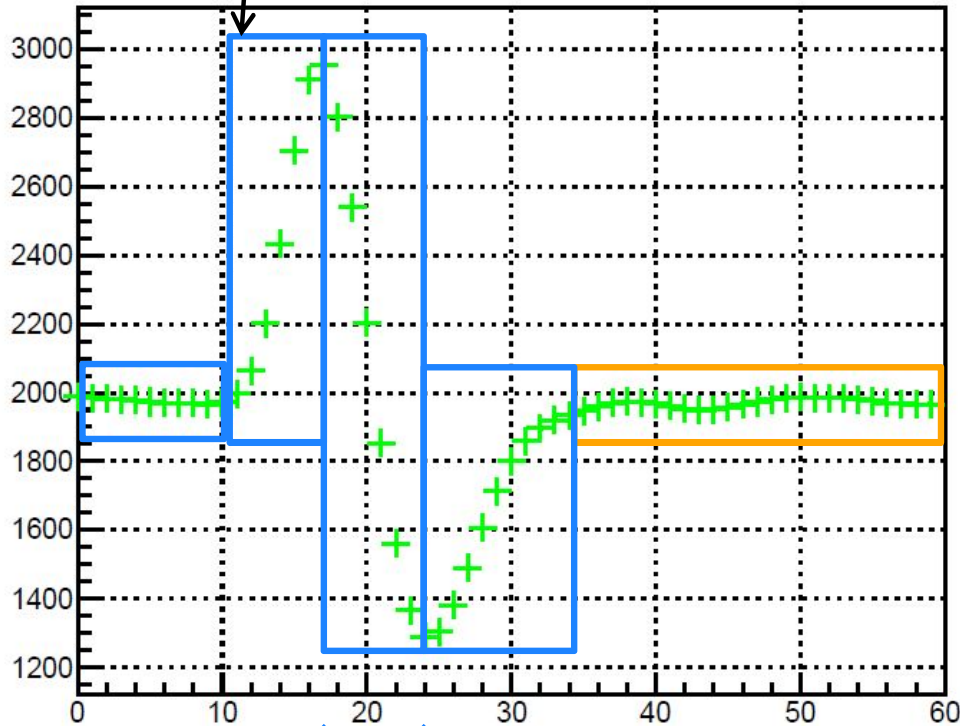
Signal quality checks:

- ADC range clipping
- Signal shape (derivatives)
- Peaks position

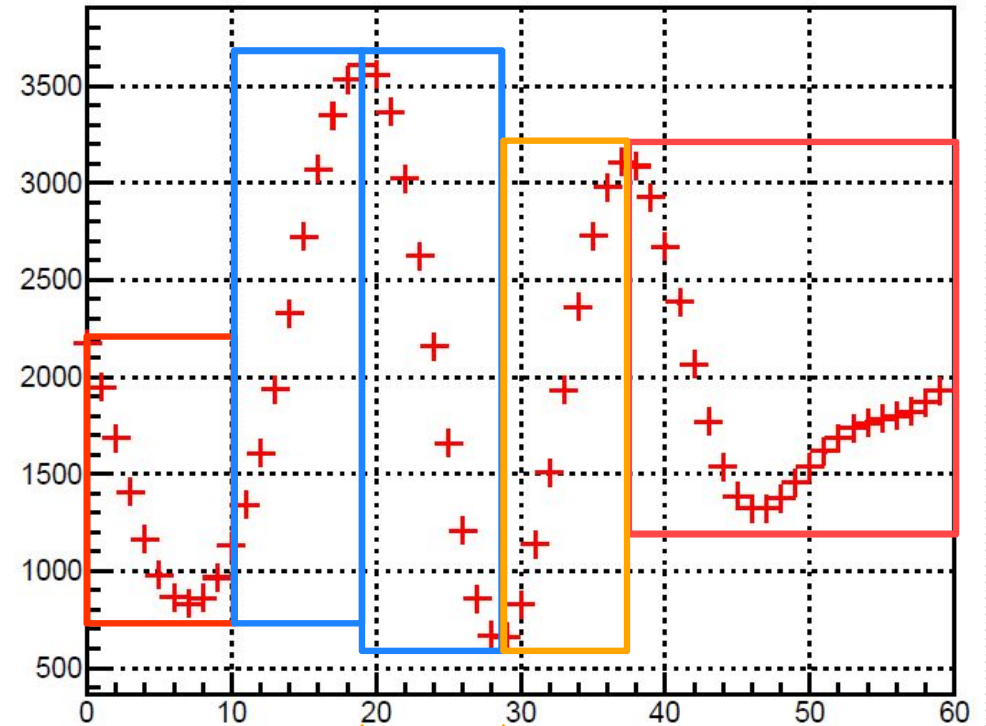
Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов

C03_EVENT_000106_3618975217_(8)

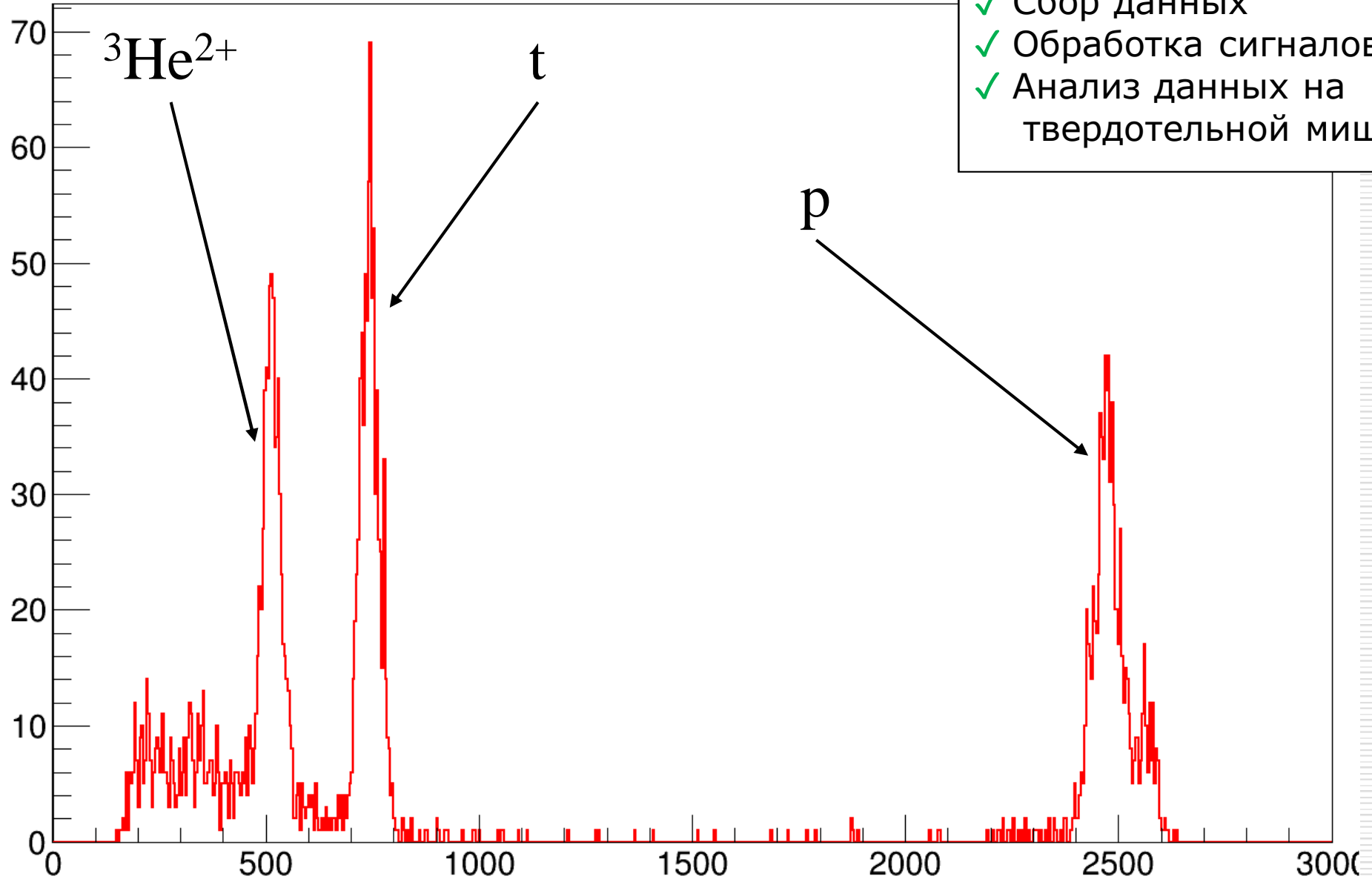


C03_EVENT_000107_1168469592_(934)





Integral amplitude spectrum

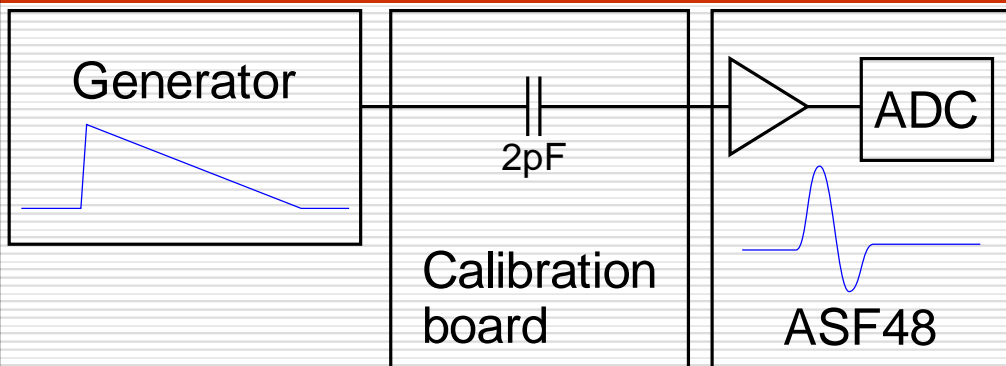


Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на твердотельной мишени

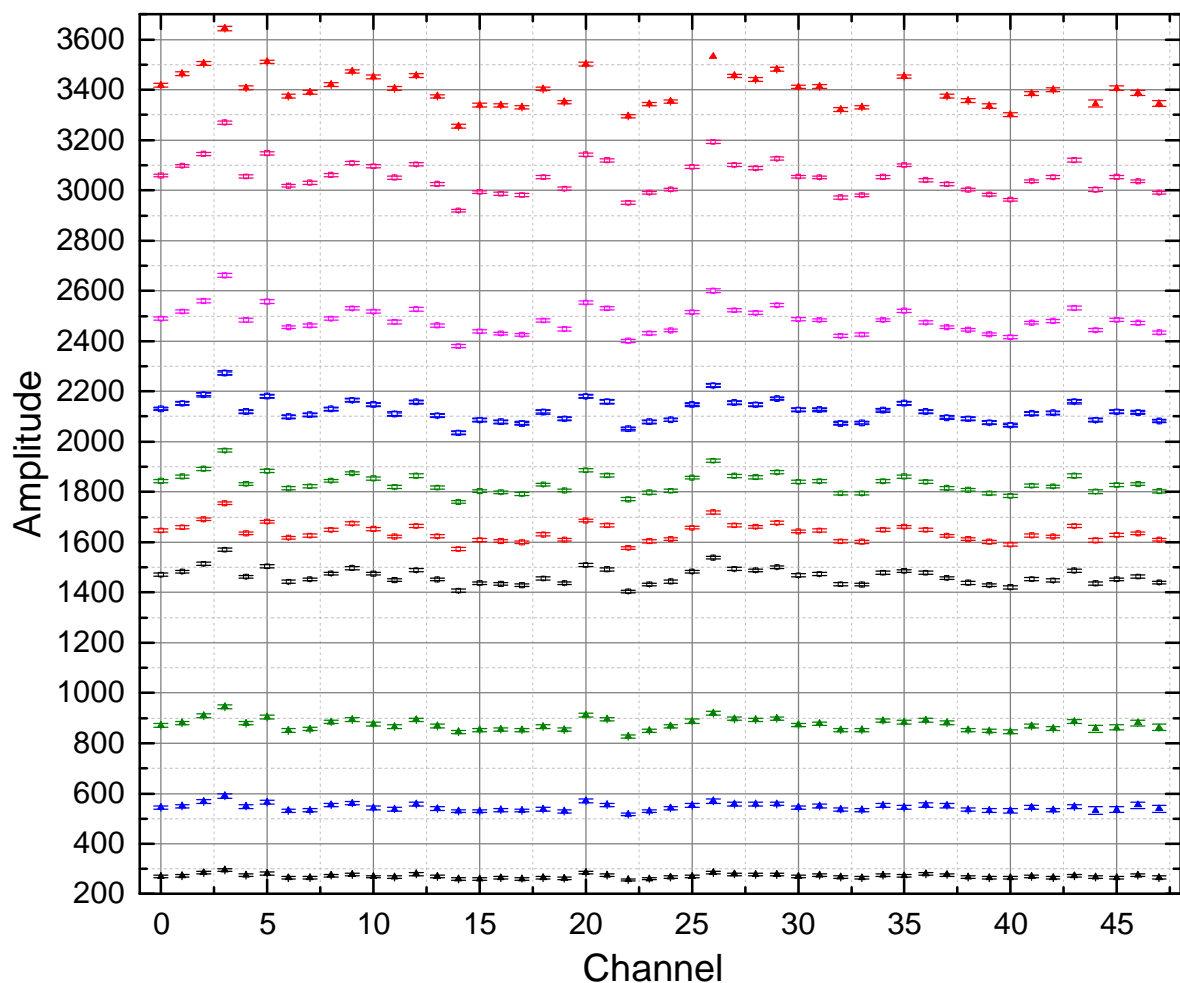


ADC calibration setup

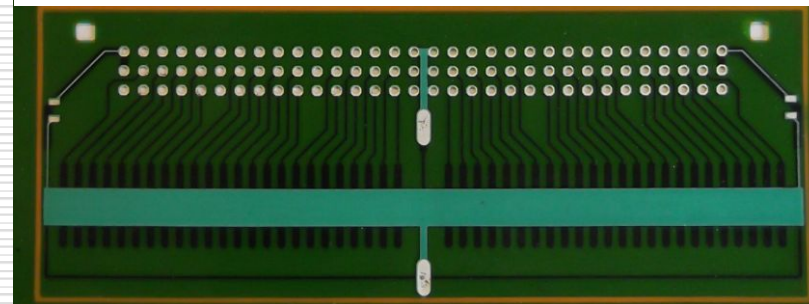


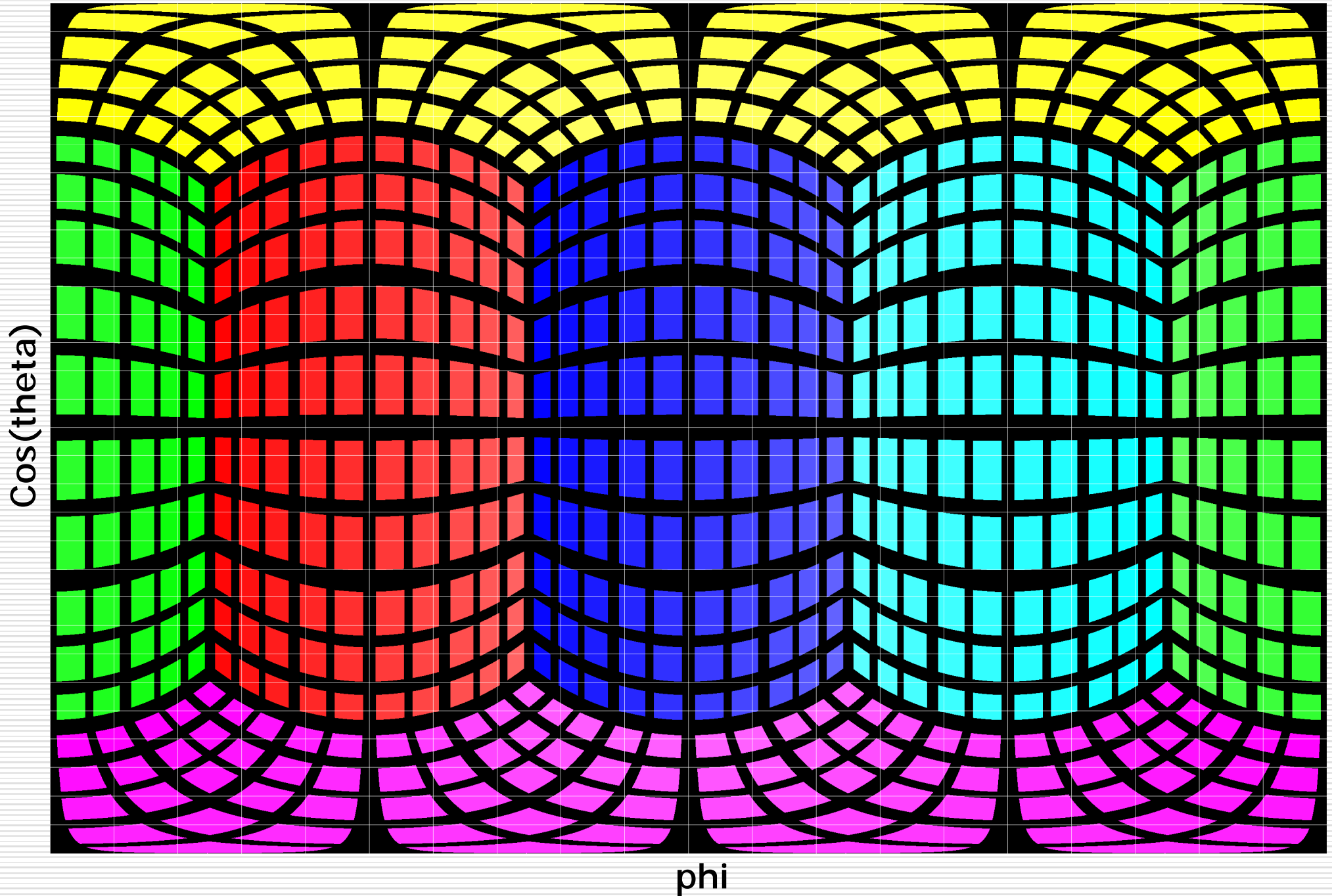
Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на твердотельной мишени
- ✓ Калибровка



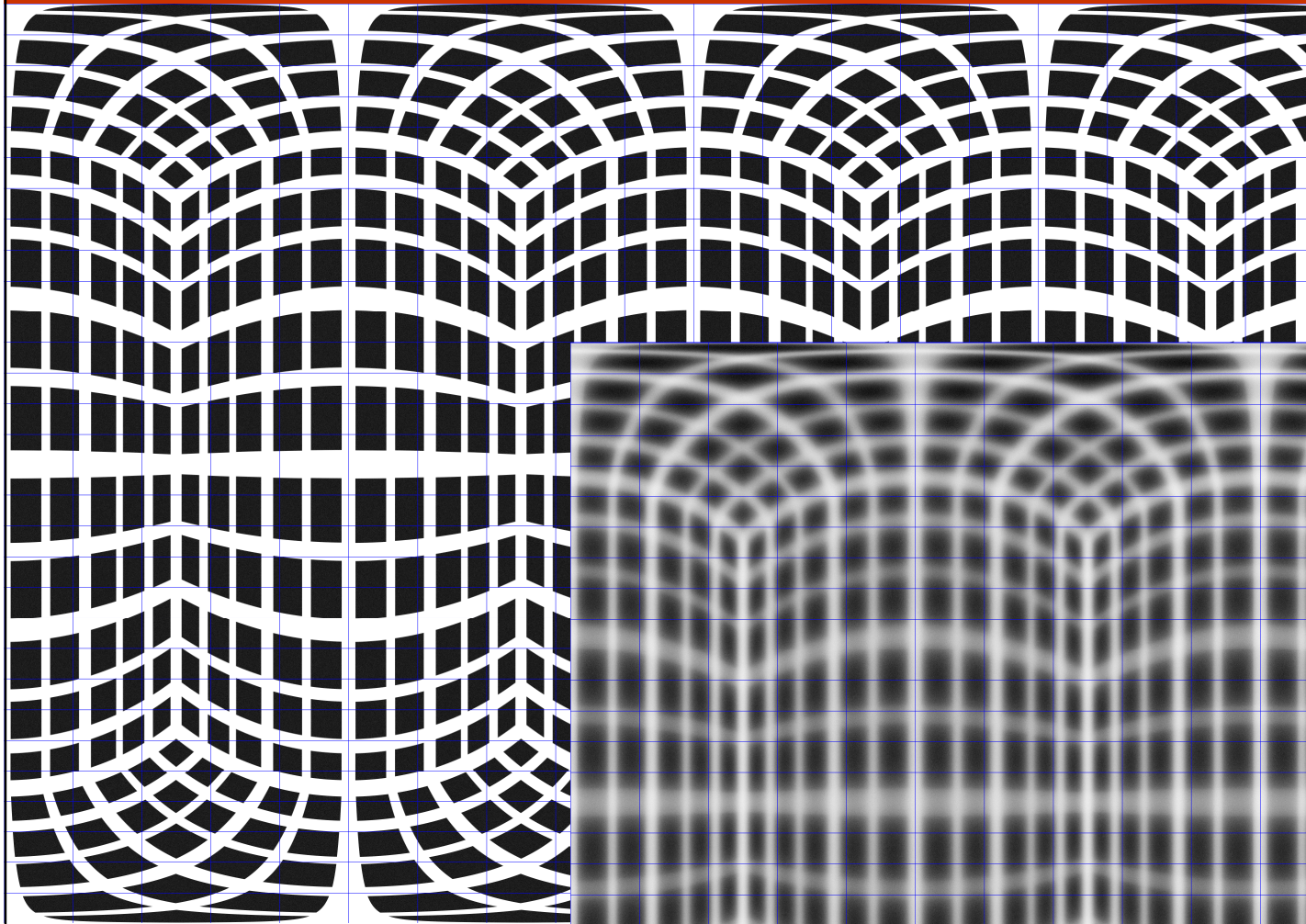
Simultaneous calibration
48 channels
Calibration energy range:
400 keV – 4 MeV
Calibration uncertainty:
2%





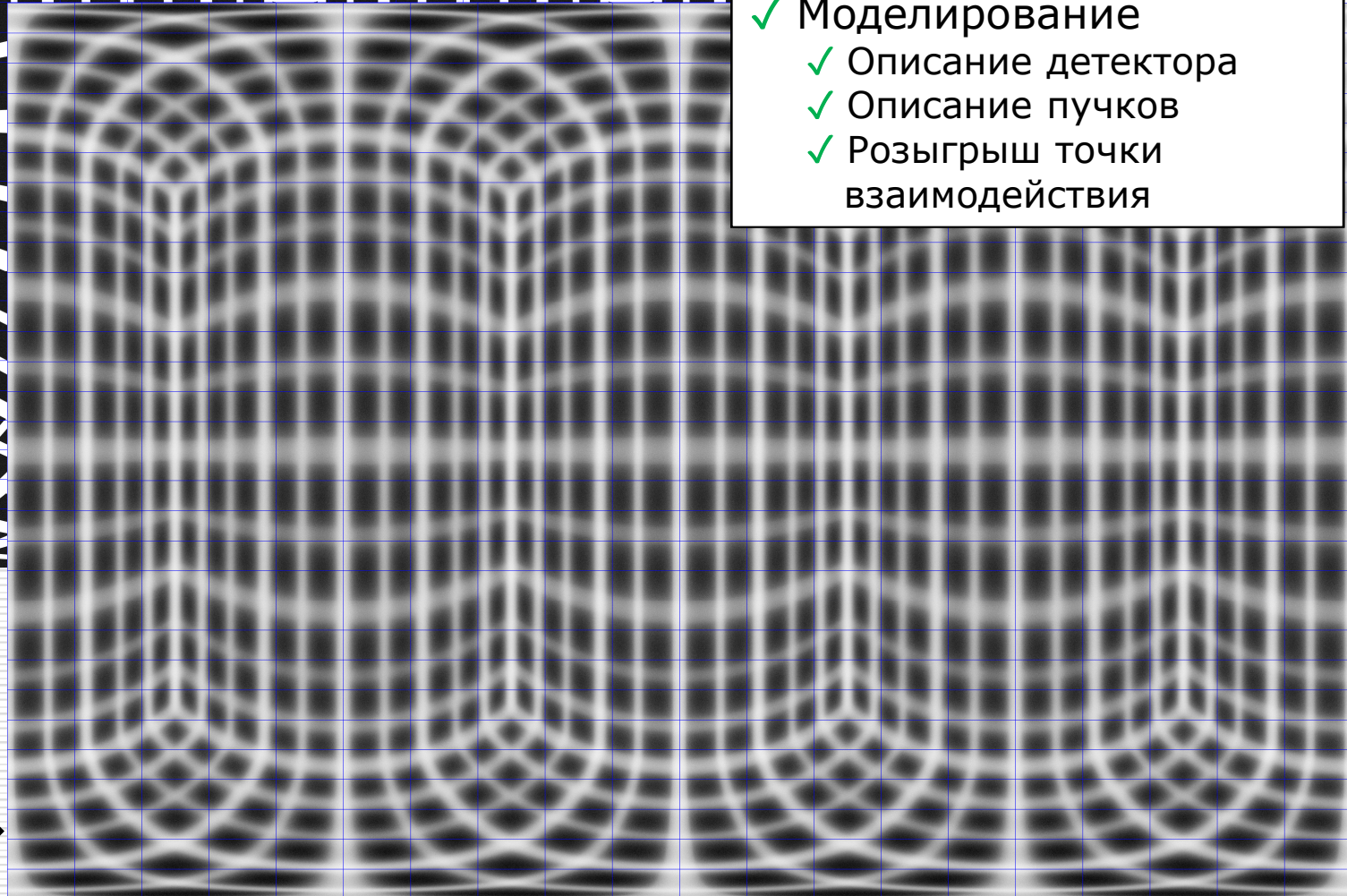
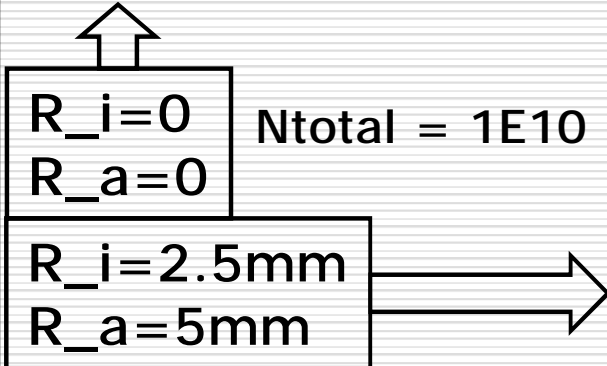


Моделирование детектора. Влияние размеров пучков.



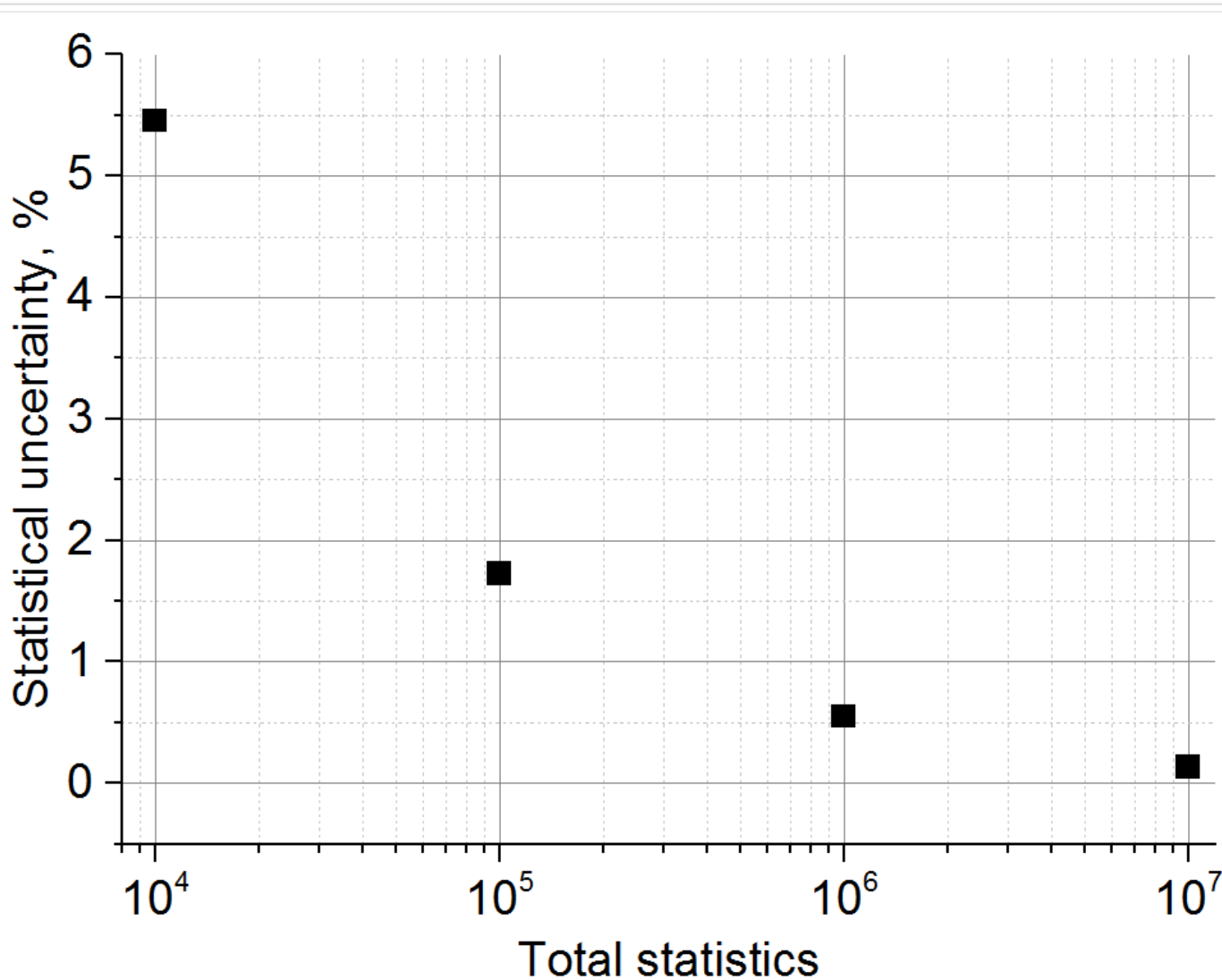
Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на твердотельной мишени
- ✓ Калибровка
- ✓ Моделирование
 - ✓ Описание детектора
 - ✓ Описание пучков
 - ✓ Розыгрыш точки взаимодействия



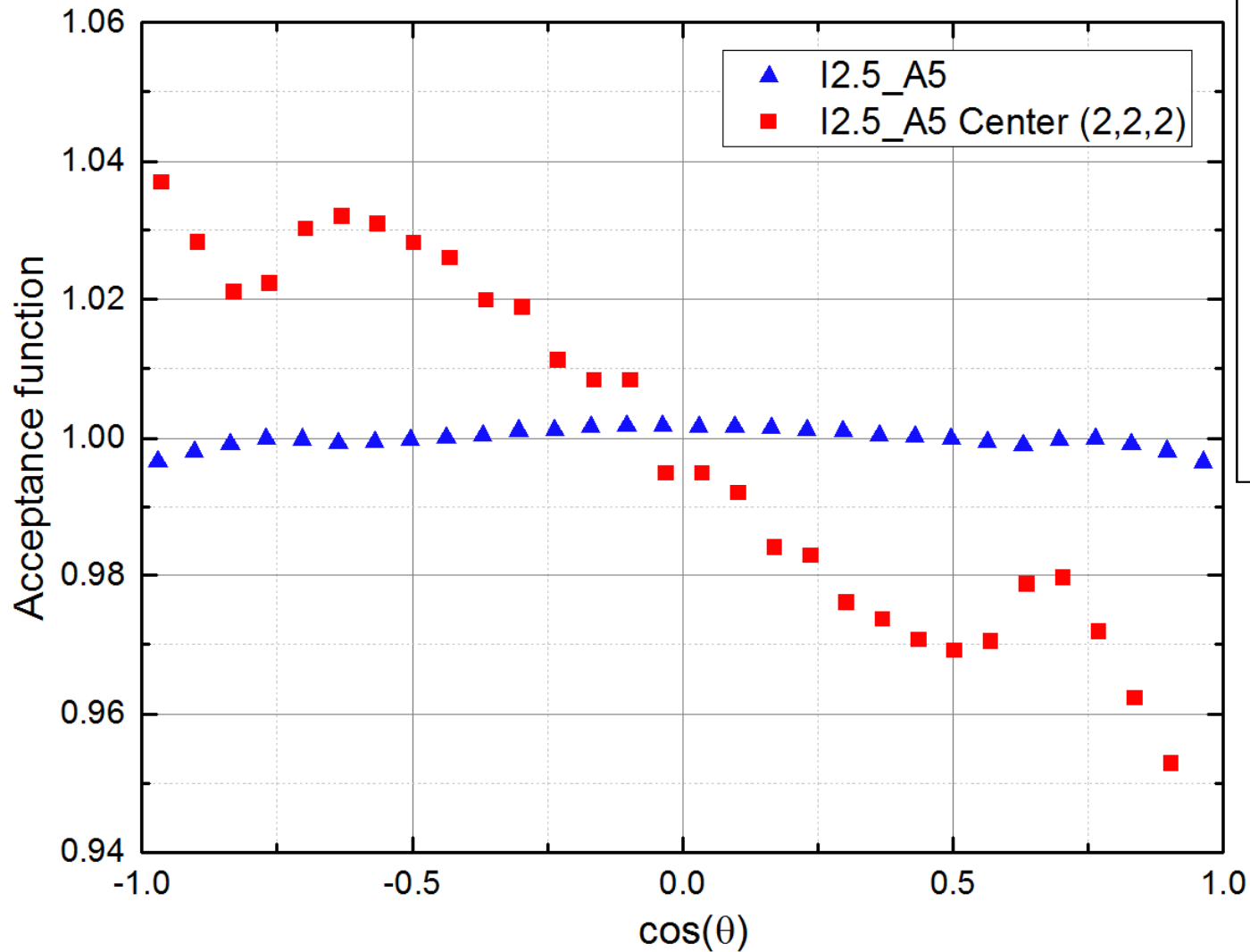


Grid 30(cos(theta)) x 20 (phi)
Single theta point uncertainty



Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на твердотельной мишени
- ✓ Калибровка
- ✓ Моделирование
 - ✓ Описание детектора
 - ✓ Описание пучков
 - ✓ Розыгрыш точки взаимодействия
 - ✓ Unfolding и анализ погрешностей



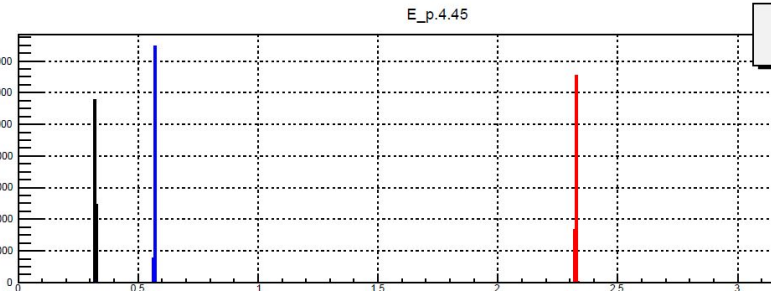
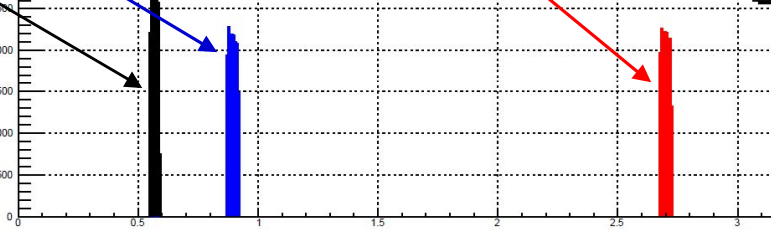
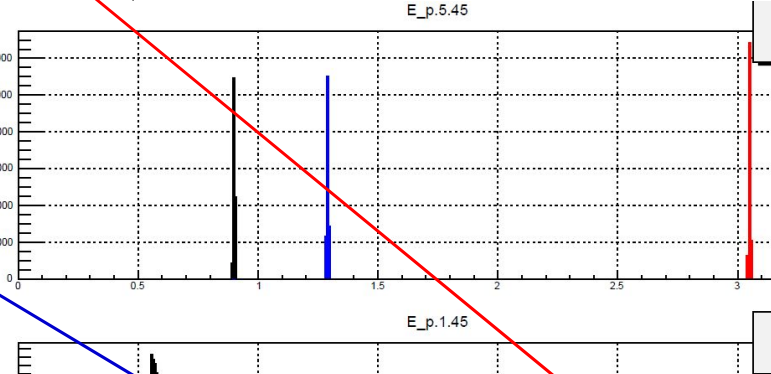
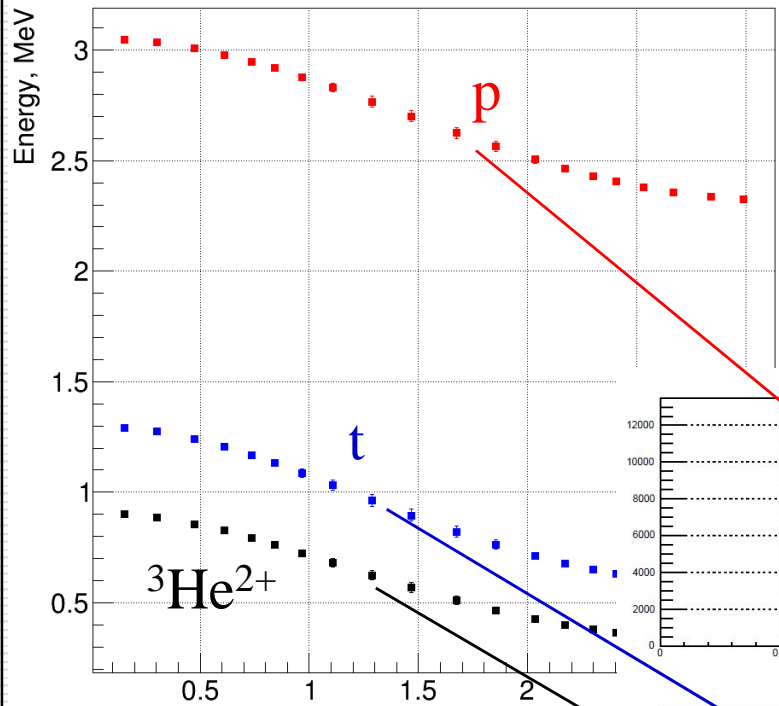
Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на твердотельной мишени
- ✓ Калибровка
- ✓ Моделирование
 - ✓ Описание детектора
 - ✓ Описание пучков
 - ✓ Розыгрыш точки взаимодействия
- ✓ Unfolding и анализ погрешностей
- ✓ Функция акцептанса



Angular energy dependence

All particles



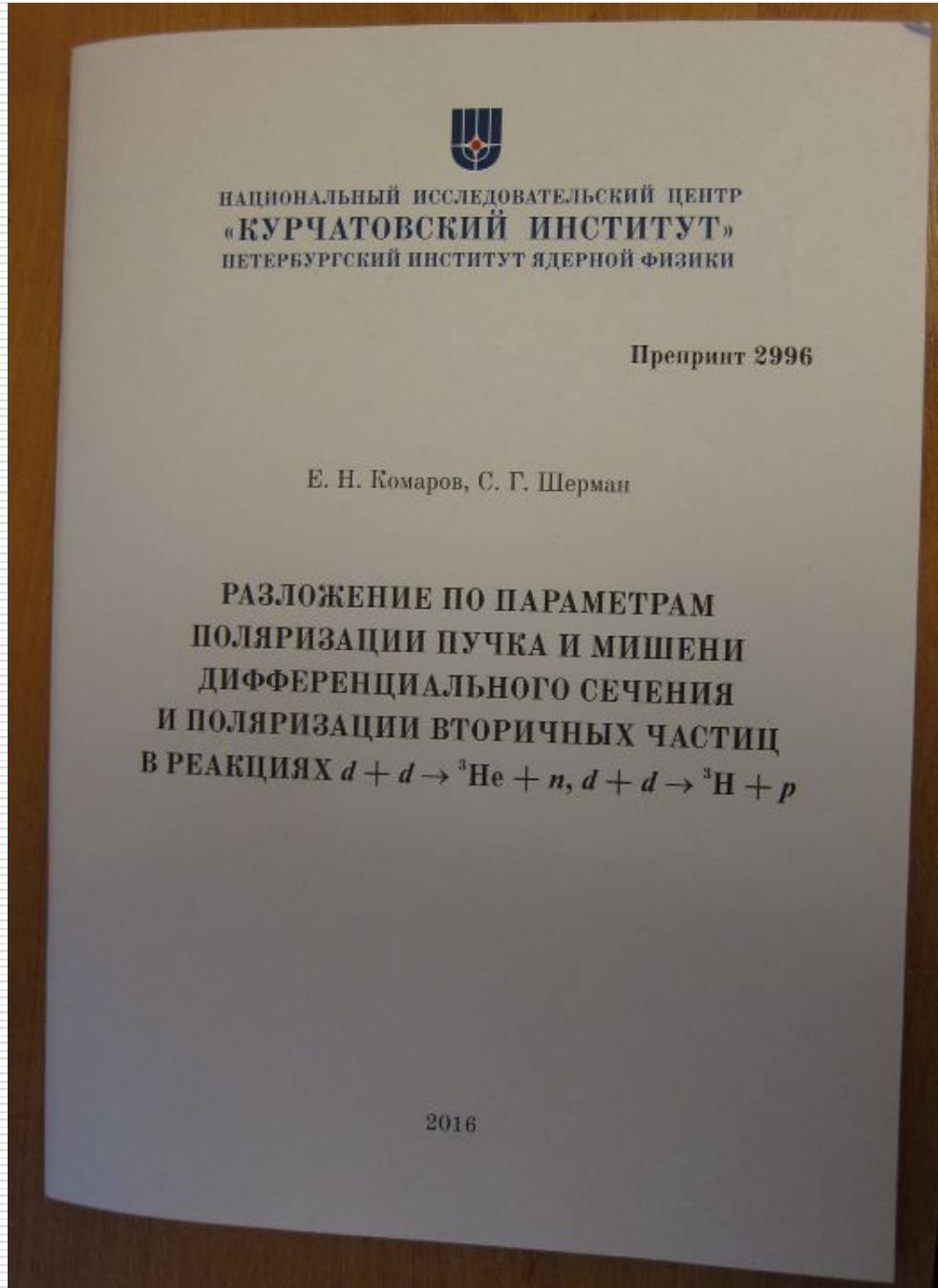
Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на твердотельной мишени
- ✓ Калибровка
- ✓ Моделирование
 - ✓ Описание детектора
 - ✓ Описание пучков
 - ✓ Розыгрыш точки взаимодействия
 - ✓ Unfolding и анализ погрешностей
 - ✓ Функция акцептанса
 - ✓ Кинематика рассеяния

$E_d = 100 \text{ keV}$

Theta 1.47

HITS 16450
Theta 2.99



Software

- ✓ Сбор данных
- ✓ Обработка сигналов
- ✓ Анализ данных на
твердотельной мишени
- ✓ Калибровка
- ✓ Моделирование
- ✓ Физический анализ



ATENEO
ACCREDITATO
DAL MIUR

Sezioni

Unife firma l'accordo di cooperazione scientifica **PREFER, 'Polarization REsearch for Fusion Experiments and Reactors'**

Gli scorsi 2 e 3 ottobre scienziati provenienti da varie nazioni (Francia, Germania, Grecia, Italia, Stati Uniti d'America e Russia), si sono riuniti a Ferrara per partecipare al Workshop "Polarized Fuel for Nuclear Fusion", con l'obiettivo di concentrare i propri sforzi e studi per ottenere combustibile polarizzato per la ricerca nella fusione nucleare e per coinvolgere ricercatori interessati a tale argomento. La possibilità di avere disponibile combustibile polarizzato potrebbe essere la chiave di volta per la produzione di energia dalla fusione nucleare.

Gli scienziati che sono intervenuti appartengono a comunità scientifiche diverse, alcuni si interessano di fisica nucleare e subnucleare principalmente esperti nel campo dei bersagli nucleari polarizzati, altri lavorano con laser di potenza per l'accelerazione di particelle, o sono coinvolti nella fisica della fusione nucleare.



Un momento della firma del documento

P. Kravtsov.

The status of the double polarized dd-fusion experiment

P. Kravchenko.

Developing simulation and analysis tools for the double polarized dd-fusion experiment



Спасибо за внимание!

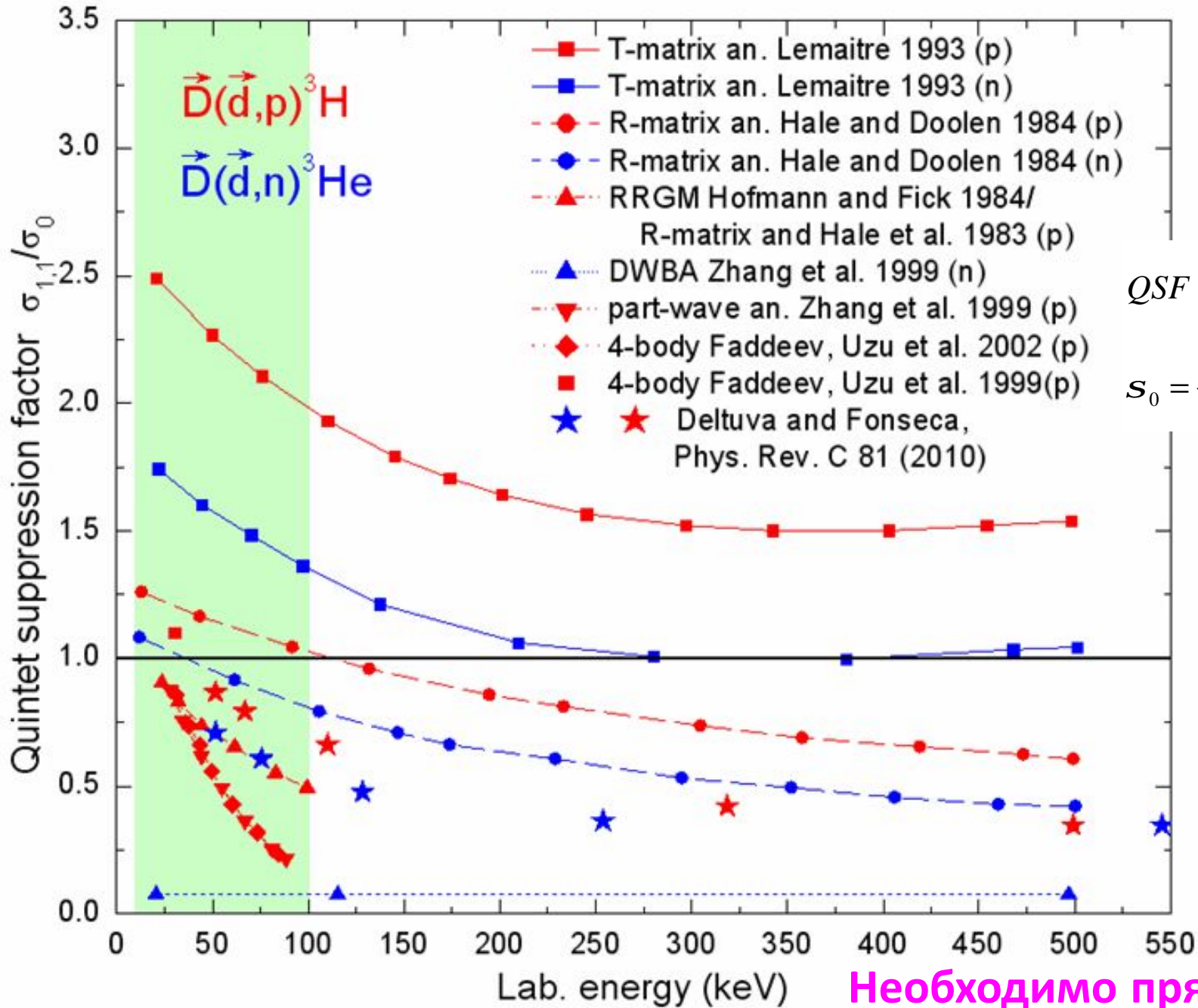




BACKUP

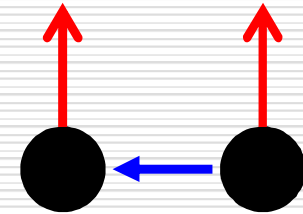


The Quintet suppression factor



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

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



Необходимо прямое измерение!



Quality and amp.

