

Группа физики экзотических ядер

Д.М.Селиверстов

Состав: 21 сотрудник.

| | | |
|----------------------|---|---------|
| • Вед. научный сотр. | 3 | 1 - 0.5 |
| • Ст. научный сотр. | 6 | |
| • Научный сотрудник | 4 | 2 - 0.5 |
| • Вед. инженер | 6 | 2 - 0.5 |
| • Рабочие | 2 | 1 - 0.5 |

21

6

Направления исследований ГФЭЯ 2008 г.

- 1. Измерения масс экзотических нуклидов в GSI.**
Ю.Н.Новиков, Г.К.Воробьев, С.А.Елисеев
- 2. Эксперименты на ускорителе K-130 в Ювяскюля, Финляндия.**
Ю.Н.Новиков, А.В.Попов, Л.Х.Батист, Г.К.Воробьев, С.А.Елисеев
- 3. Прецизионные измерения масс ядер, ориентированные на определение массы электронного нейтрино.**
Ю.Н.Новиков, Г.К.Воробьев, С.А.Елисеев
- 4. Фрагментация ядер.**
Ф.Г.Лепехин, Л.Н.Андроненко, М.Н.Андроненко, Л.Н.Ткач.
- 5. Разработка и создание прототипов Si(Li)-детекторов для эксперимента EXL, FAIR.**
ОФВЭ: Ю.И.Гусев, В.В.Лысенко
ОНИ: ОПЯД - А.Х.Хусаинов, А.К.Пустовойт
ОАЭР – В.А.Соловей

**6. Разработка методов инкапсулирования ядерных отходов.
(Проект МНТЦ № 2391), завершение.**

Ю.Н. Новиков, В.И. Тихонов, Ю.И. Гусев, В.С. Гусельников,
Т.В. Конева, В.К. Капустин

7. Разработка ПЭТ-сканера на кристаллах BaF_2 .

Ю.И. Гусев, В.Г. Ивочкин, С.В. Косьяненко,
ФТИ им. А.Ф. Иоффе, РАН

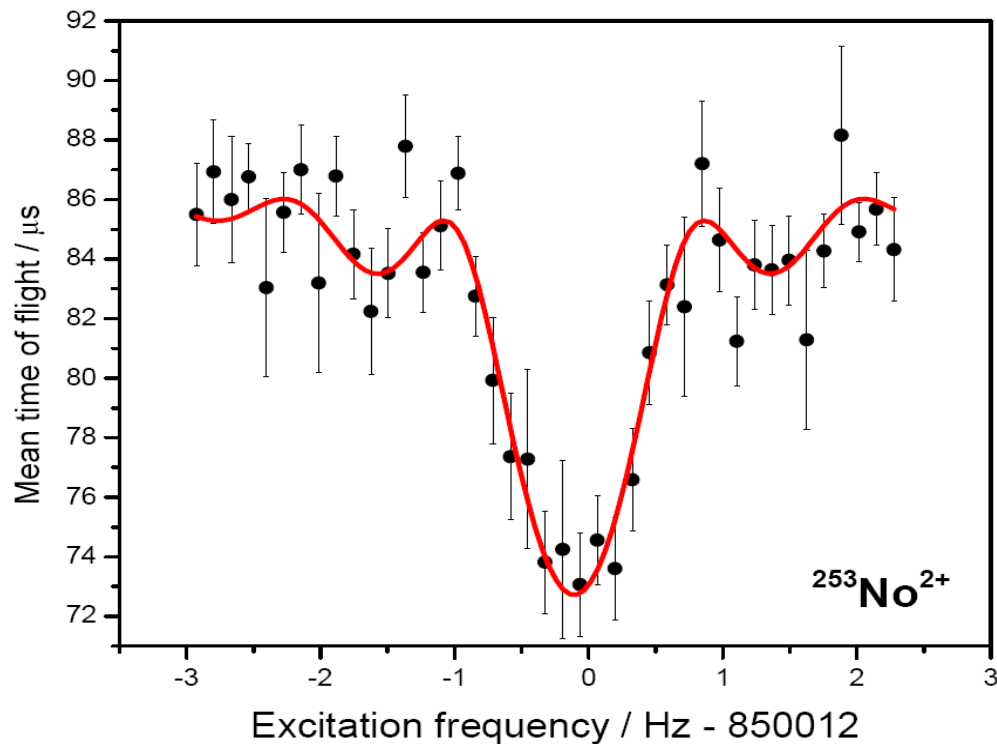
8. Протонная терапия.

Д.Л. Карлин, В.В. Лысенко, В.И. Лазарев, М.В. Жидков, Ю.А.
Малов

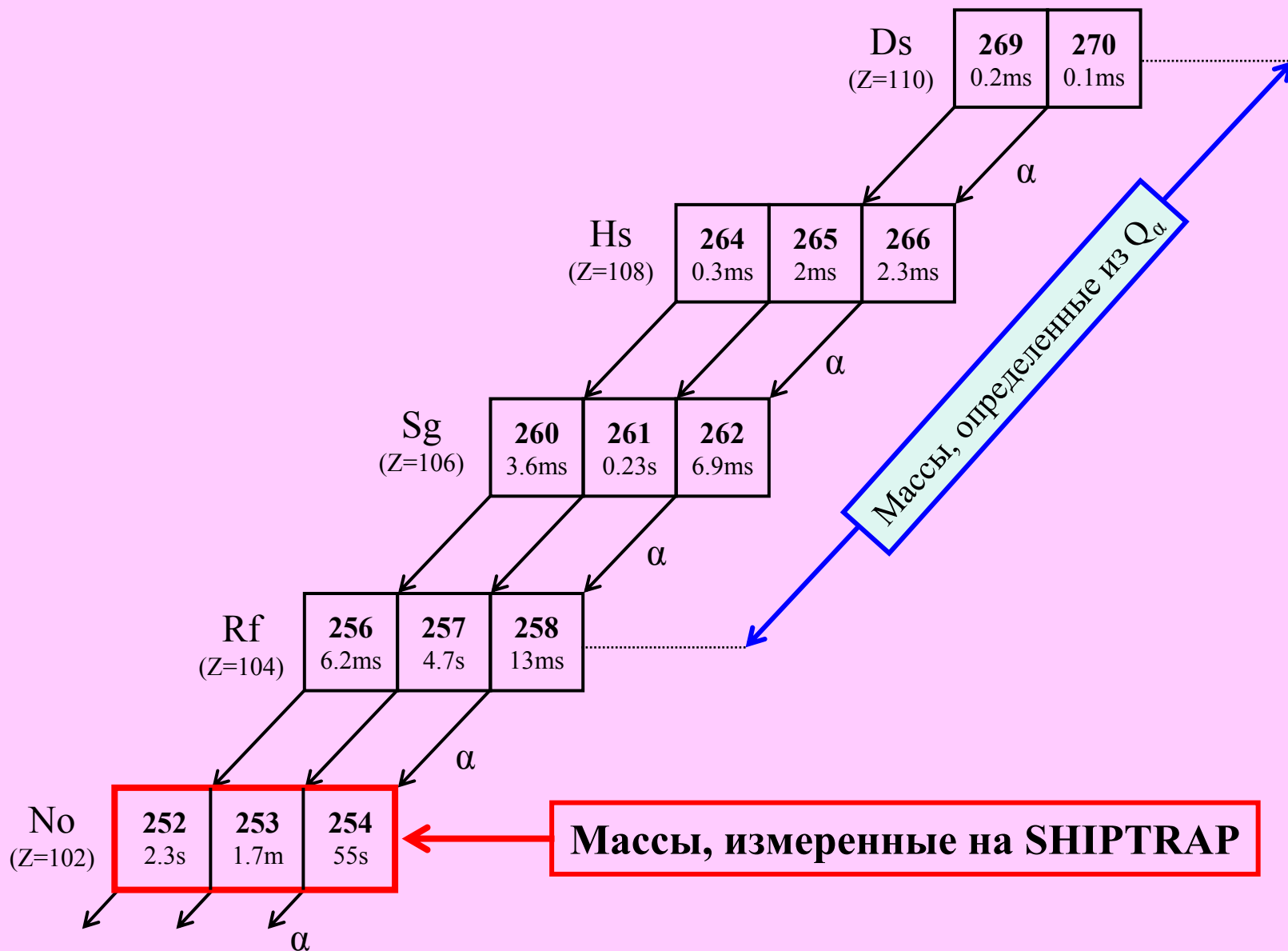
**Прямые прецизионные измерения
масс сверхтяжёлых нуклидов
нобелия на установке SHIPTRAP
в ГСИ**

Резонансная кривая времени пролёта ионов нобелия из ловушки

Впервые полученное значение массы ^{253}No составляет
 $M = 253090573 \pm 10 \mu\text{U}$ ($\sigma_m = 4 \times 10^{-8}$, ~ 10 кэВ)



Фрагмент массовой поверхности сверхтяжёлых нуклидов, полученный с использованием прямых измерений масс изотопов нобелия и известных данных α -спектрометрии



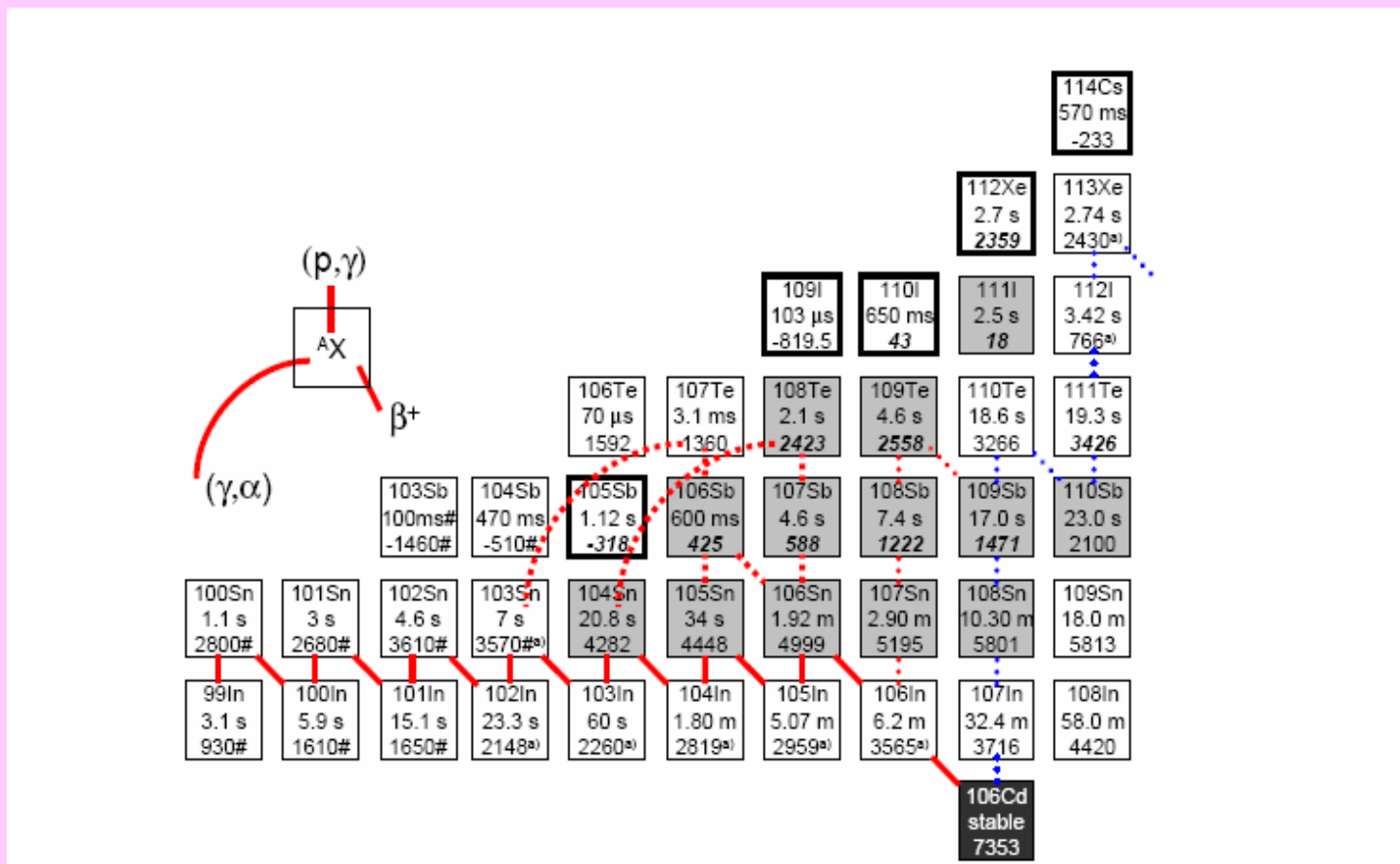
Прямые измерения масс на пути астрофизического r - процесса (эксперименты на установках JYFLTRAP и SHIPTRAP)

В Пеннинг-ловушках с высокой прецизионностью (5×10^{-8}) измерены массы 35 нуклидов, участвующих в процессе быстрого захвата протонов в звёздах в диапазоне массовых чисел $80 < A < 110$. Из них массы для 20 нуклидов измерены впервые.

Результатом анализа измеренных данных является вывод об **отсутствии предсказанного замкнутого цикла r -процесса**, регулирующего производство энергии и химических элементов на его заключительной стадии.

Заключительная стадия р-процесса, полученная по данным измерений на JYFLTRAP

(*в квадратах даны периоды полураспада и энергии отделения протонов (определенные нами даны курсивом), ** путь процесса показан красным цветом, пунктиром показана слабая ветка, которая отвечает замкнутому циклу, *** синим пунктиром показан путь процесса, ушедшего за слабый замкнутый цикл). По существовавшим представлениям р-процесс заканчивался на нуклидах $^{107,108}\text{Te}$.



Поиск новых кандидатов для нейтринных измерений

На установке ISOLTRAP (ISOLDE / CERN) измерены массы ^{194}Hg и ^{194}Au .

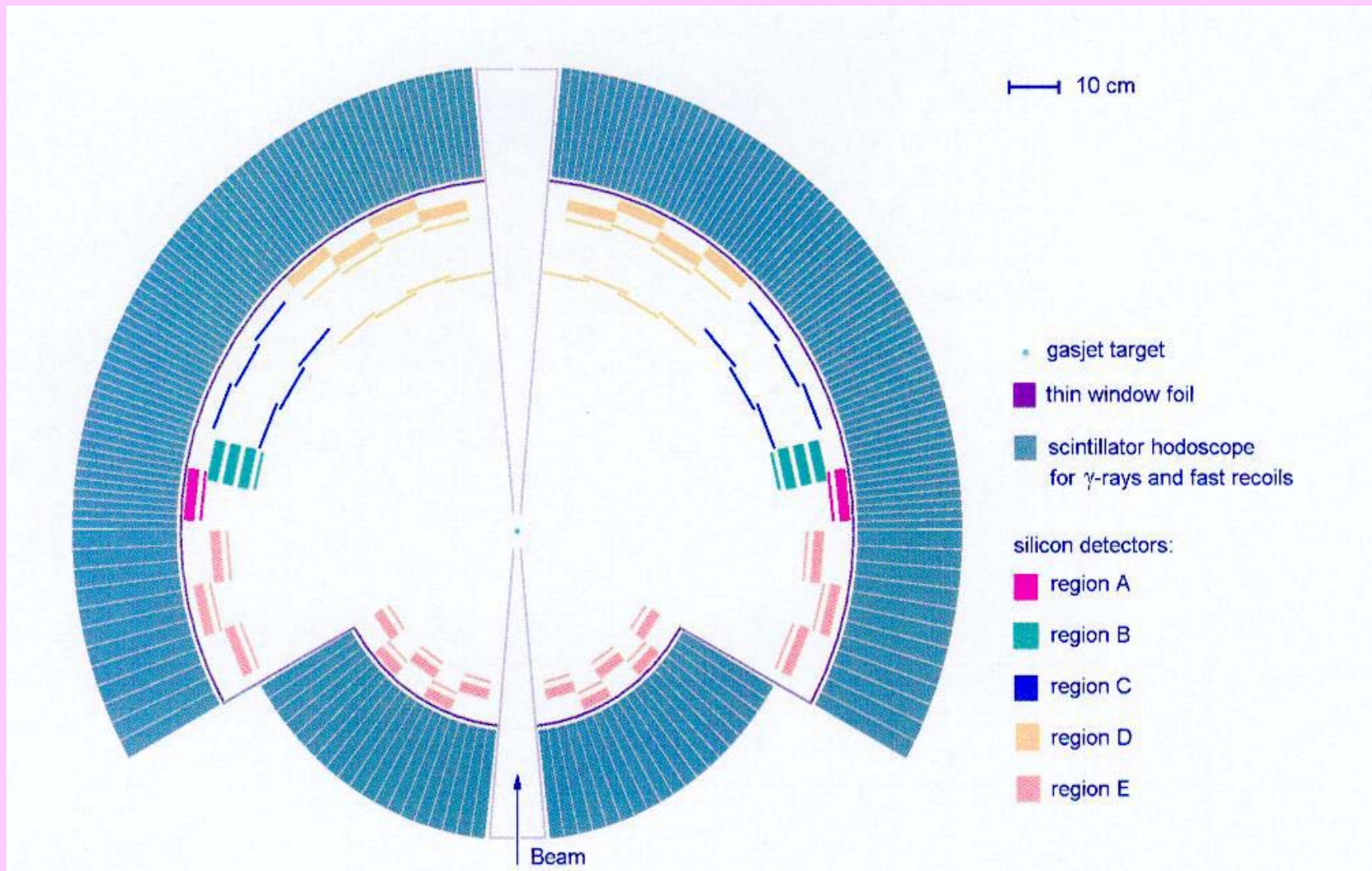
Полученный результат для разности масс $Q_\varepsilon = 28 \pm 3$ кэВ существенно отличается от известного в литературе значения $Q_\varepsilon = 69 \pm 14$ кэВ (за пределами 3σ).

Полученное значение позволяет использовать нуклид ^{194}Hg для измерения коротковолновой длины осцилляции нейтрино L_{32} .

Фрагментация

1. Проведено исследование механизма фрагментации релятивистских ядер серы с энергией $200 \text{ А} \times \text{ГэВ}$ в ядерной фотоэмульсии. Просмотрено 1436 событий с двумя и более двухзарядными фрагментами
2. Установлено новое электронное оборудование для автоматизированного считывания координат трека в память РС. Ф.Г. Лепехин, Л.Н.Ткач, В.В.Добырн, В.А.Котиков.
План на 2009 год:
 - Завершение обработки и анализа процесса фрагментации ядра серы.
 - Расчеты температуры делящихся ядер в рамках изоскейлинг анализа продуктов низкоэнергетического деления ядер. Л.Н.Андроненко

Эксперимент EXL, FAIR



Schematic view of the detector set-up of the EXL recoil and gamma array ERGA (cross section through the mid plane)

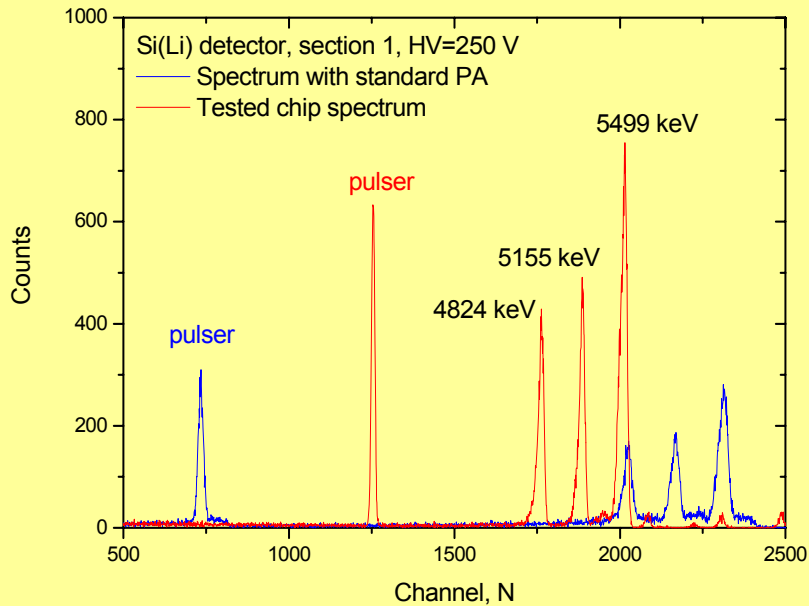
Разработка и создание прототипов Si(Li)-детекторов для эксперимента EXL, FAIR



Создан и протестирован десяти-
пиксельный Si(Li)-детектор

- Размеры 65 мм × 65 мм
- Толщина 6 мм

Параметры Si(Li)-детектора



α - спектр стандартного источника с пикселя №1 при HV=250 В

| Section number | I mkA | FWHM _{gen} , keV | FWHM (keV) $E_{\alpha}=5155\text{keV}$ |
|----------------|----------|------------------------------|---|
| 1 | 0.8 | 32.9 | 43.59 |
| 2 | 2.0 | 37.0 | 49.21 |
| 3 | 3.0 | 44.5 | 59.8 |
| 4 | 3.3 | 54.2 | 67.25 |
| 5 | 5.5 | 67.0 | 75.9 |
| 6 | 4.1 | 45.9 | 62.08 |
| 7 | 4.8 | 56.6 | 77.4 |
| 8 | 5.0 | 59.7 | 76.5 |
| 9 | 5.1 | 54.8 | 76.6 |
| 10 | 5.5 | 63.4 | 79.6 |

Разработка методов инкапсулирования ядерных отходов.

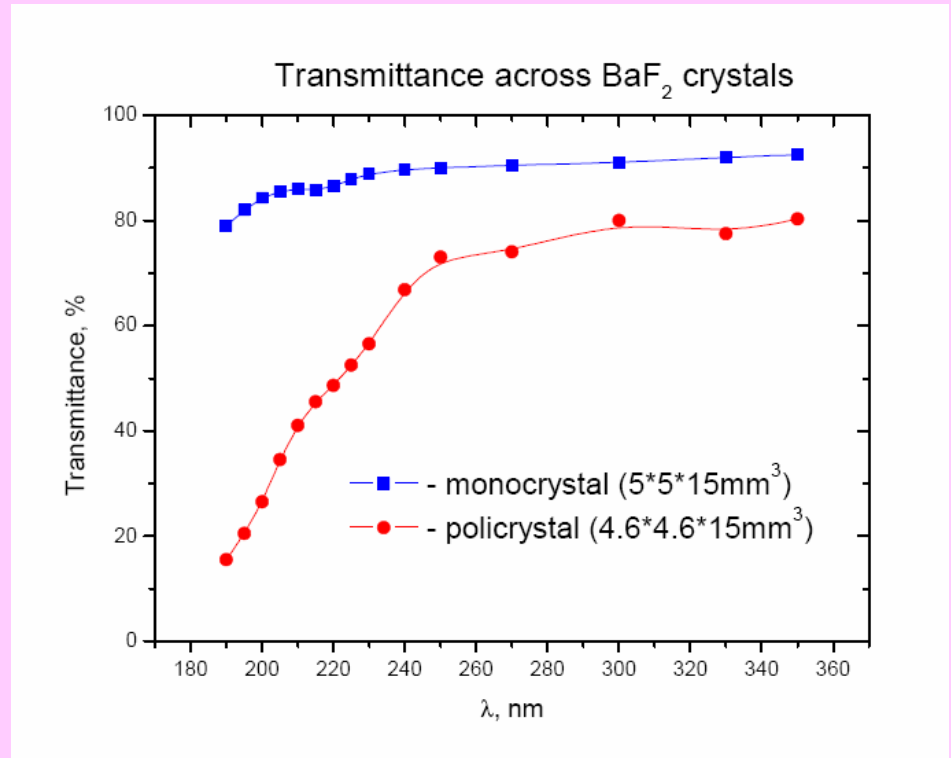
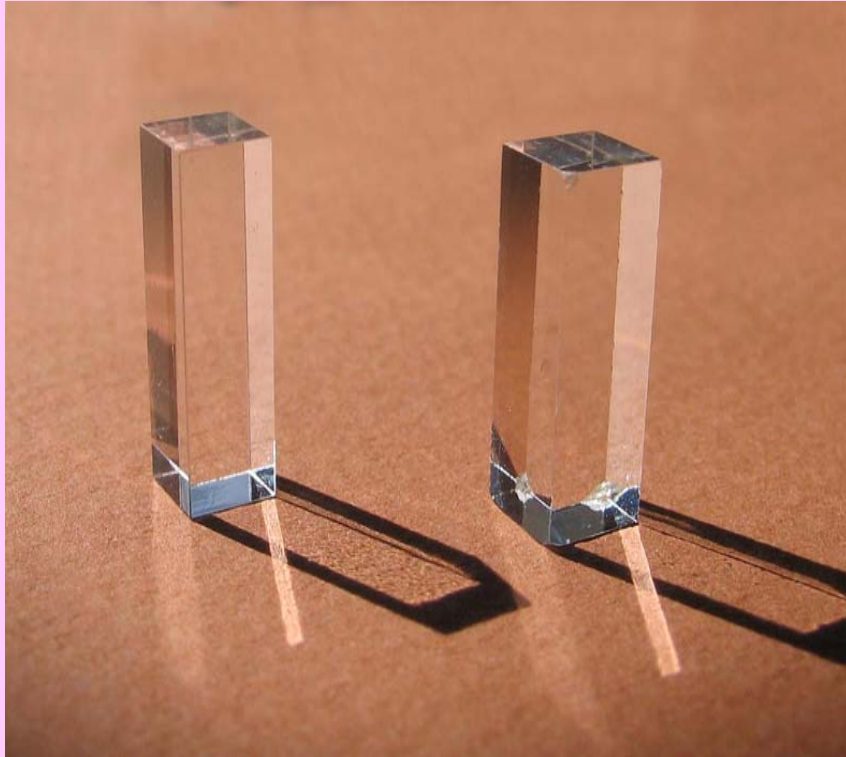
(Проект МНТЦ № 2391), завершение

2008 год – Завершение работ по Проекту МНТЦ № 2391

2009 год:

1. Исследование структуры углеродной матрицы – продукта пиролиза дифталцианинов металлов.
2. Исследование возможностей практического использования пиролизованых дифталцианинов U, Pu или Th для изготовления тепловыделяющих элементов ядерного реактора.
В.И. Тихонов, В.К. Капустин
3. Создание углеродных матриц для хранения долгоживущих радиоактивных отходов (РАО) на основе полиамидов.
В.С. Гусельников, Т.В. Конева,
РИ, ИВС РАН, ПИЯФ (ОД).

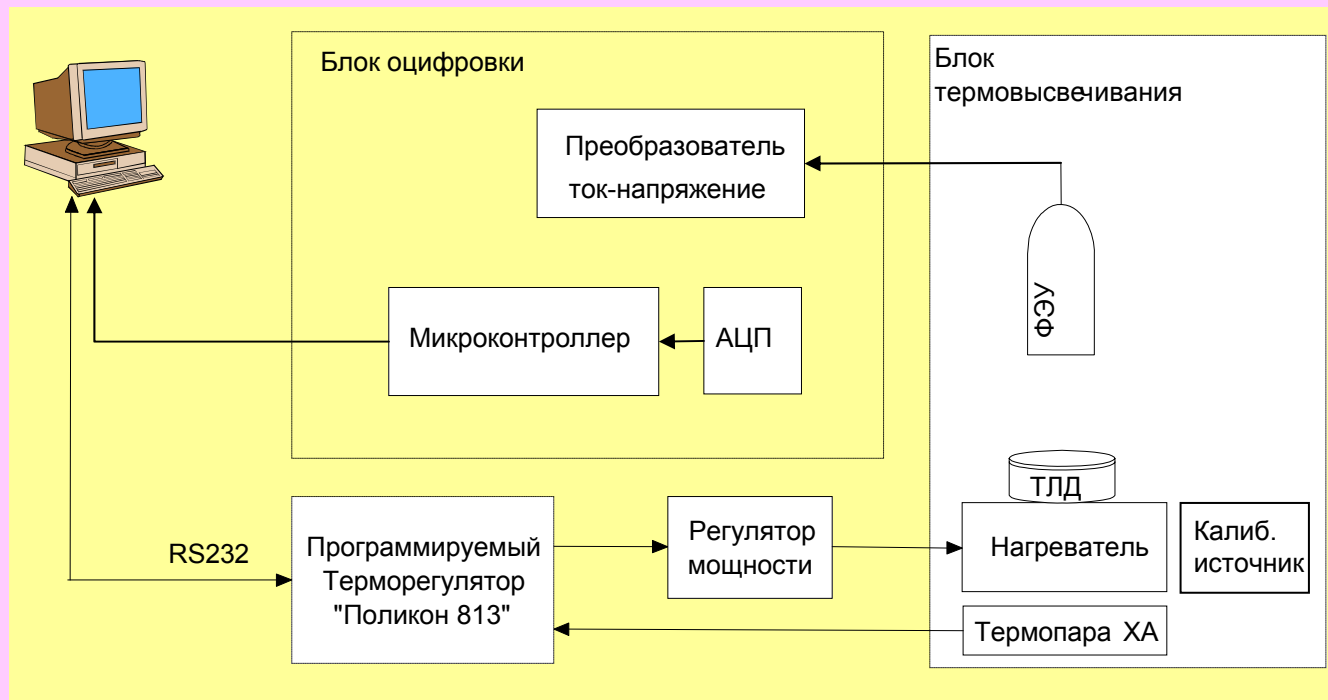
Разработка ПЭТ-сканера на кристаллах BaF_2



Сравнительный внешний вид (левое фото) и результаты измерения прозрачности монокристалла и керамики из BaF_2 , планируемой для создания ПЭТ томографа. Размеры образцов $5 \times 5 \times 15 \text{ мм}^3$

Протонная терапия

1. Создание установки термолюминесцентной дозиметрии



Функциональная схема измерительного тракта термолюминесцентного считывателя

Размер ТЛД: диаметр 2 мм.

Установка ТЛД состоит из двух независимых устройств:

1. Блок отжига ТЛД для подготовки к облучению.
2. Блок измерения термолюминесцентного излучения.



Устройство для отжига ТЛД

2. Произведена реконструкция прибора – фиксатора головы пациента, позволяющая получить точность ± 0.5 мм для процесса облучения.

Д.Л. Карлин, В.В. Лысенко, Ю.А.Гавриков, М.В. Жидков,
В.Я.Герценштейн, Ю.А.Малов.

Публикации 2008 г.

1. **G. Vorobjev et al.** “Precise mass measurements of exotic nuclei – the SHIPTRAP Penning trap mass spectrometer”. Proc. AIP Conference 961, 319-324. (2008)
2. **G. Vorobjev, S. Eliseev et al.** “The MAXEBIS at GSI as a test ion source for charge breeding and for HTRAP”. RSI 79, 1 (2008).
3. **G. Vorobjev, S. Eliseev et al.** “First Penning trap mass measurements beyond the proton drip-line”. Phys. Rev. Lett. 100, 012501 (2008).
4. **A. Popov et al.** “Off-line studies of the laser ionization of Yttrium at IGISOL facility” NIM B266, 681-700 (2008).
5. **L. Batist, S. Eliseev, Yu. Novikov, A. Popov, D. Seliverstov, G. Vorobjev et al.** “Mass measurements in the vicinity of the rp - process and the vp -process paths with JYFLTRAP and SHIPTRAP”. Phys. Rev. 78C, 054310 (2008).
6. **L. Batist et al.** “Orbital Electron Capture and β^+ Decay of H-like ^{140}Pr ions”. Acta Phys. Pol. B39, 501 (2008)
7. **M. Block and Y. Novikov.** “Path for mass mapping of superheavies is open”. Nucl. Phys. News 18 №4 (2008).
8. **A.S.Denisov, Y.A.Gavrikov, Y.M.Ivanov, V.G.Ivochkin, S.V.Kosyanenko, L.P.Lapina, A.A.Petrinin, V.V.Skorobogatov, V.M.Suvorov, et al** “Double volume reflection of a proton beam by a sequence of two bent crystals” Phys. Lett. B 658, 109 (2008)
9. **L. Batist, S. Eliseev, Yu. Novikov, A. Popov, D. Seliverstov, G. Vorobjev et al.** “Mass measurements and Implication for the Energy of the High – spin isomer in ^{94}Ag ”. Phys. Rev. Lett. 101, 142503 (2008)
10. **Ф.Г.Лепехин** “Множественное рождение двухзарядных фрагментов при фрагментации релятивистских ядер”. Я.Ф. 72. 1-7 (2008).
11. **V. I. Tikhonov, P. N. Moskalev, V. K. Kapustin** “The carbon matrices made of pyrolysed phthalocyanines as a base for encapsulation of the long-lived nuclides of iodine, technetium and minor actinides” Proc. of 11-th International Conference on Environmental remediation and Radiative Waste Management. Brussels, Belgium, 2008.

Выступления на конференциях 2008г.

1. **С. А. Елисеев** “A new cryogenic gas – filled stopping chamber for SHIPTRAP” Spring Conference of the German Physical Society. Germany, March, 2008.
2. **Д.М.Селиверстов** “Перспективы получения радиофармацевтических препаратов” конференция РНЦРХТ “От лучей Рентгена – к инновациям XXI века”, Санкт-Петербург, Октябрь 2008г.
3. **Д.М.Селиверстов.** “Photosensors for PET scanner on the base of BaF₂ crystals”. International Conference” New Development in Photodetection Aix bes-Bains, France June 2008.
4. **Ю. Н. Новиков.** “Trap assisted neutrino Physics”. FAIR workshop. Matalaskanas, Spain September 2008.
5. **С. А. Елисеев** “Project FANTOME” Symposium on neutrino Physics. Milos, Greece. May 2008.