



*Национальный исследовательский ядерный
университет “МИФИ”
Кафедра №11
“Экспериментальные методы ядерной физики”*



Отчет по научно-исследовательской деятельности по теме диссертации:
“Исследование энергетической зависимости сечения канала развала легких
нейтроноизбыточных ядер по характеристическому гамма-излучению.”

ФИО аспиранта: Поволоцкий Марк Александрович

Научный руководитель: Пятков Юрий Васильевич, д.ф.-м.н., профессор

Актуальность исследования

- Изучение экзотических нейтроноизбыточных ядер вблизи границ стабильности.
- Необходимость прецизионных данных по сечениям реакций развала.
- Развитие методик исследования ядерных реакций в условиях низких интенсивностей.

Цель диссертации:

Экспериментальное определение энергетической зависимости сечений кулоновского и ядерного развала легких нейтроноизбыточных ядер по каналу с испусканием характеристического γ -излучения.

Экспериментальная проблема и выбранная аппаратура

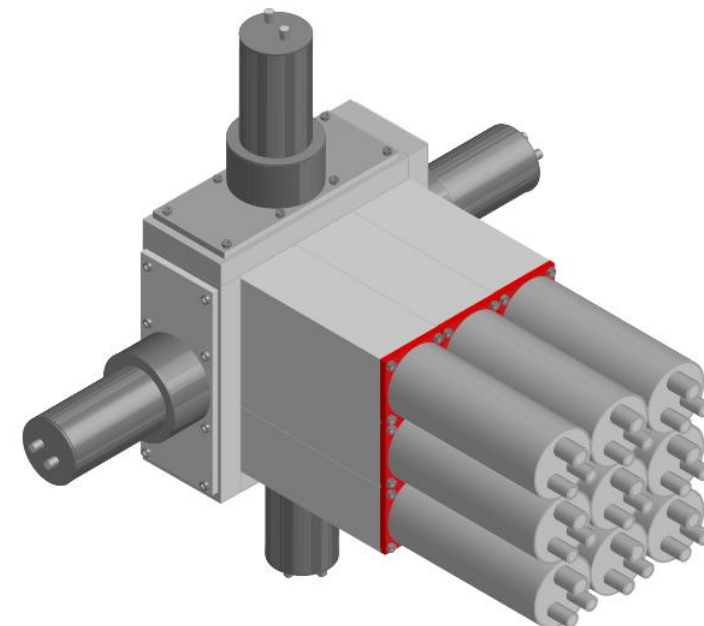
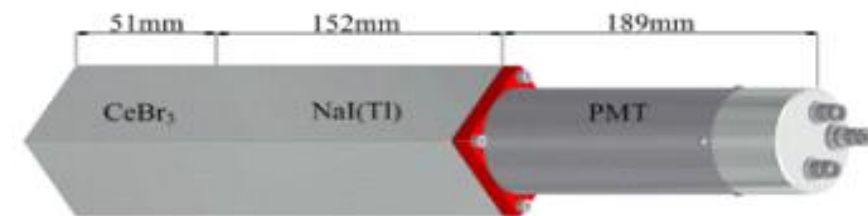
Основная проблема: Необходимость регистрации слабых сигналов γ -квантов от развала на фоне интенсивного комптоновского фона с высокой эффективностью регистрации.

Недостатки традиционных систем (HPGe+BGO):

- Низкая полная эффективность (относительно CeBr_3).
- Техническая сложность эксплуатации (криогеника).

Выбранное решение: Антикмптоновский спектрометр на базе кластера фосвич-детекторов.

- Высокая эффективность объёмных сцинтилляторов.
- Анализ формы импульса для селекции событий.



Алгоритм выделения событий

- Регистрация заряда в двух окнах:

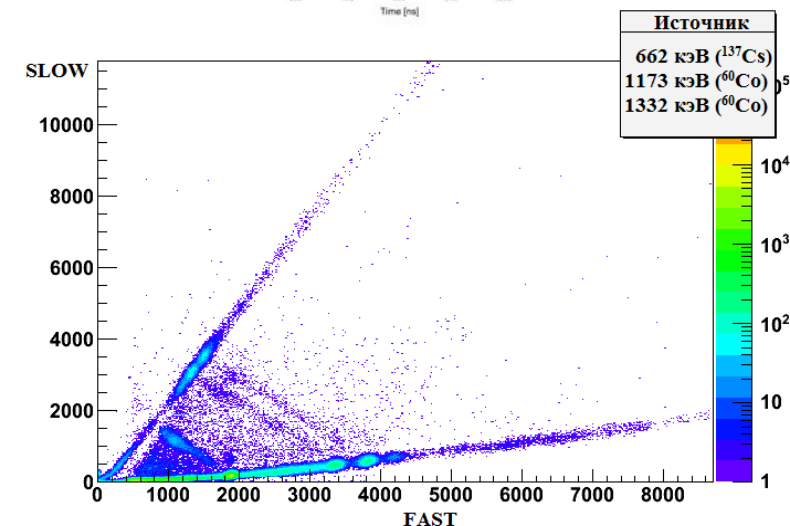
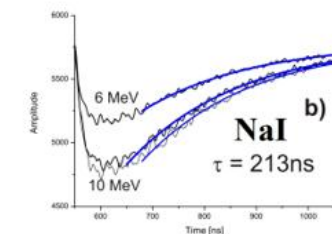
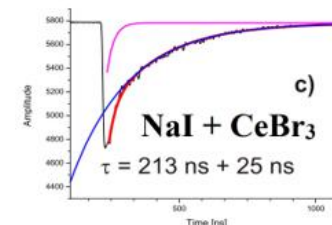
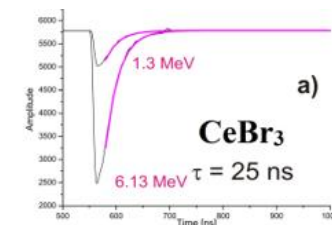
FAST (~30 нс, сигнал от CeBr₃) и SLOW (~400 нс, сигнал от NaI(Tl)).

- Построение 2D-спектра: FAST vs SLOW. События чётко кластеризуются:

- Область 1: Поглощение только в CeBr₃ (нужные события).
- Область 2: Поглощение только в NaI(Tl).
- Область 3: Энерговывделение в обоих кристаллах (комптоновское рассеяние).

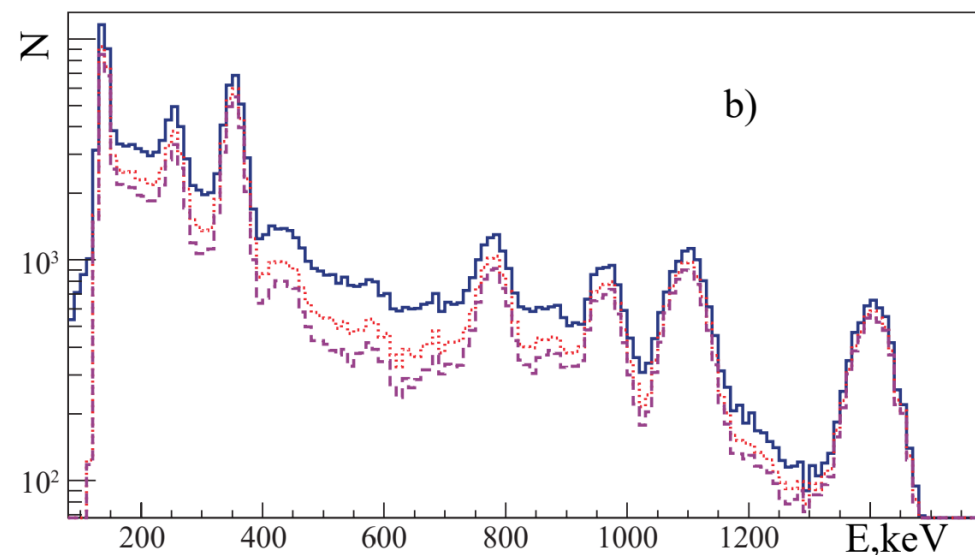
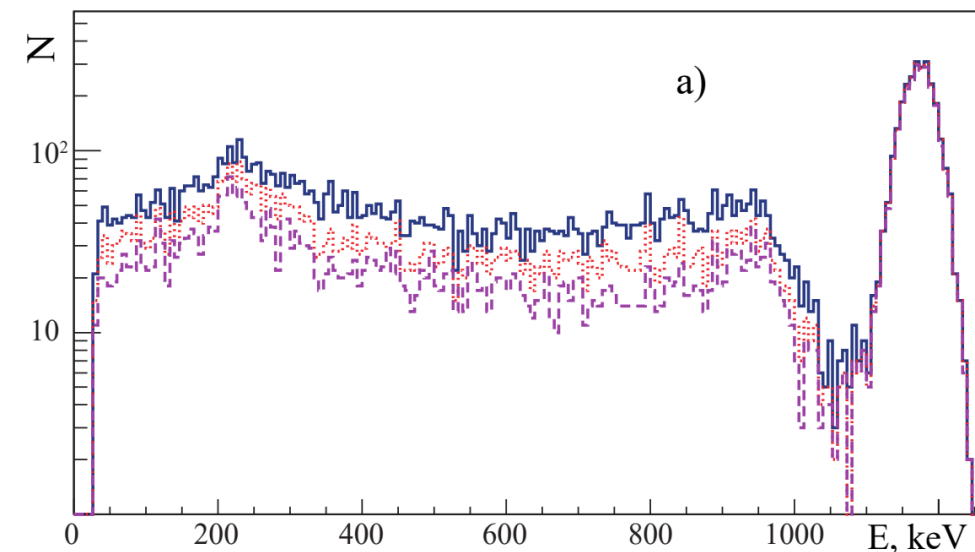
- Многоступенчатая логика veto (для кластера):

- Требуется сигнал только в FAST окне выбранного детектора.
- Отсутствие сигналов выше порога в соседних детекторах кластера.
- Отсутствие сигналов выше порога во внешней защите из CsI(Tl).



Основные характеристики спектрометра

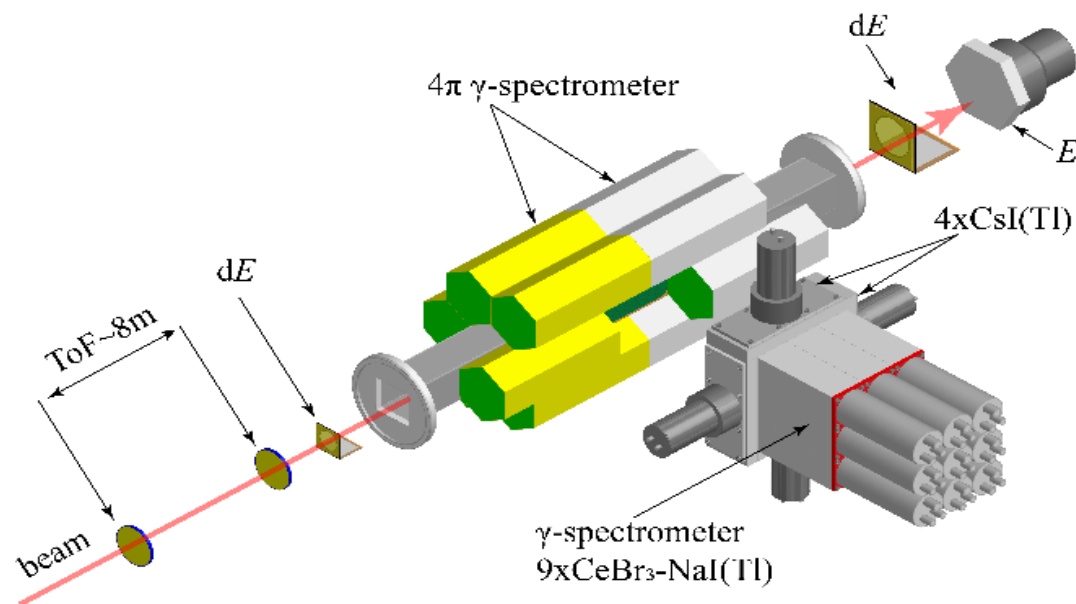
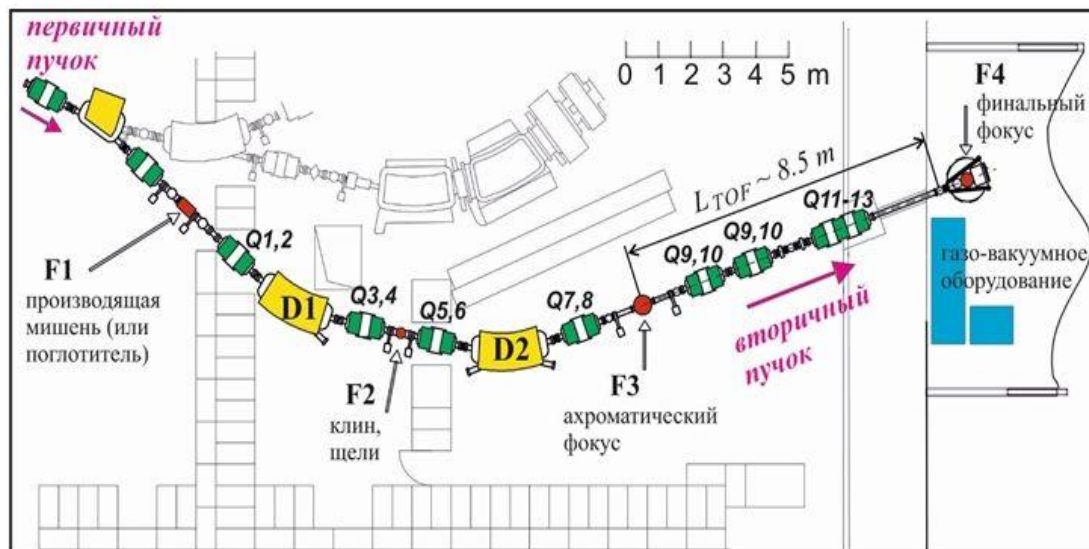
- **Энергетическое разрешение (FWHM):** ~30 кэВ при 1 МэВ.
- **Полная эффективность в пике (ϵ):** 21.8% для 1.17 МэВ (^{60}Co) на расстоянии 10 см.
- **Подавление комптоновского фона:** до 65% для γ -линий ^{60}Co .
- Эффективность более чем в 20 раз выше, чем у стандартного HPGe-детектора при аналогичной геометрии.



План эксперимента на фрагмент-сепараторе АКУЛИНА

Состав установки МУЛЬТИ:

- 12-детекторный 4π-спектрометр CsI(Tl) ($\Omega \approx 4\pi$).
- Антикмптоновский γ-спектрометр (кластер фосвич-детекторов).
- Широкоапертурный ΔE-E телескоп переднего угла.



План эксперимента на фрагмент-сепараторе АКУЛИНА

- **Основные цели:**

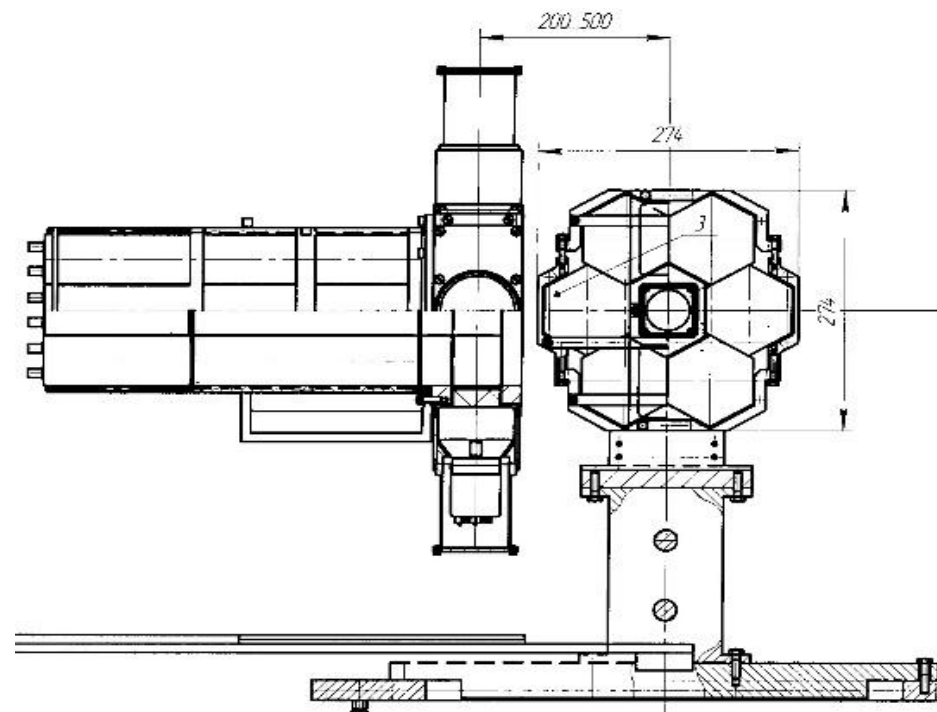
- Тестирование антикомптоновского спектрометра совместно с широкоапертурного телескопа переднего угла и 4 π -спектрометром МУЛЬТИ.
- Расширение возможностей установки: одновременное измерение полных сечений и сечений отдельных каналов (развал, мало-нуклонные перебросы).
- Получение новых данных по энергетической зависимости сечений для легких нейтроноизбыточных ядер бериллия.

- **Физическая мотивация:**

- Исследование структурных особенностей (гало, скин) на основе анализа сечений.

Планируемые параметры и ресурсы эксперимента

- Первичный пучок: ^{15}N (или ^{18}O).
- Энергия: 50 МэВ/нуклон.
- Исследуемые вторичные пучки: $^{10,11,12}\text{Be}$, ^{14}B , ^{15}C .
- Мишень: ^{28}Si



План работ и перспективы

Итоги 1-го полугодия:

- **Изучение методической базы:** Детальный анализ принципов антикомптоновской γ -спектроскопии на основе фосвич-детекторов и изучение конструкции установки МУЛЬТИ.
- **Подготовка к эксперименту:** Активное участие в подготовительных работах — сборка, настройка и калибровка ключевых элементов установки:
 - Широкоапертурного $\Delta E-E$ телескопа переднего угла.
 - Антикомптоновского γ -спектрометра на базе кластера фосвич-детекторов.
- **Начало моделирования:** Создание базовой Geant4-модели для отработки методик анализа.

План работ на следующий период:

- **Развитие моделирования** — переход к модели полной установки для оценки эффективности и фона.
- **Дополнительная подготовка аппаратуры** — участие в финальных калибровочных измерениях спектрометра и отладка алгоритмов отбора событий.
- **Участие в эксперименте** — монтаж, наладка и проведение измерений на сепараторе АКУЛИНА по утверждённому протоколу.
- **Обработка и анализ данных** — применение разработанных методик для выделения сигналов, расчёта сечений и интерпретации результатов.

Перспективная цель:

- Получение первых экспериментальных данных по энергетической зависимости сечения развала для ядер-кандидатов (^{14}B , ^{17}C) и подготовка к публикации результатов.

Спасибо за внимание