



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ

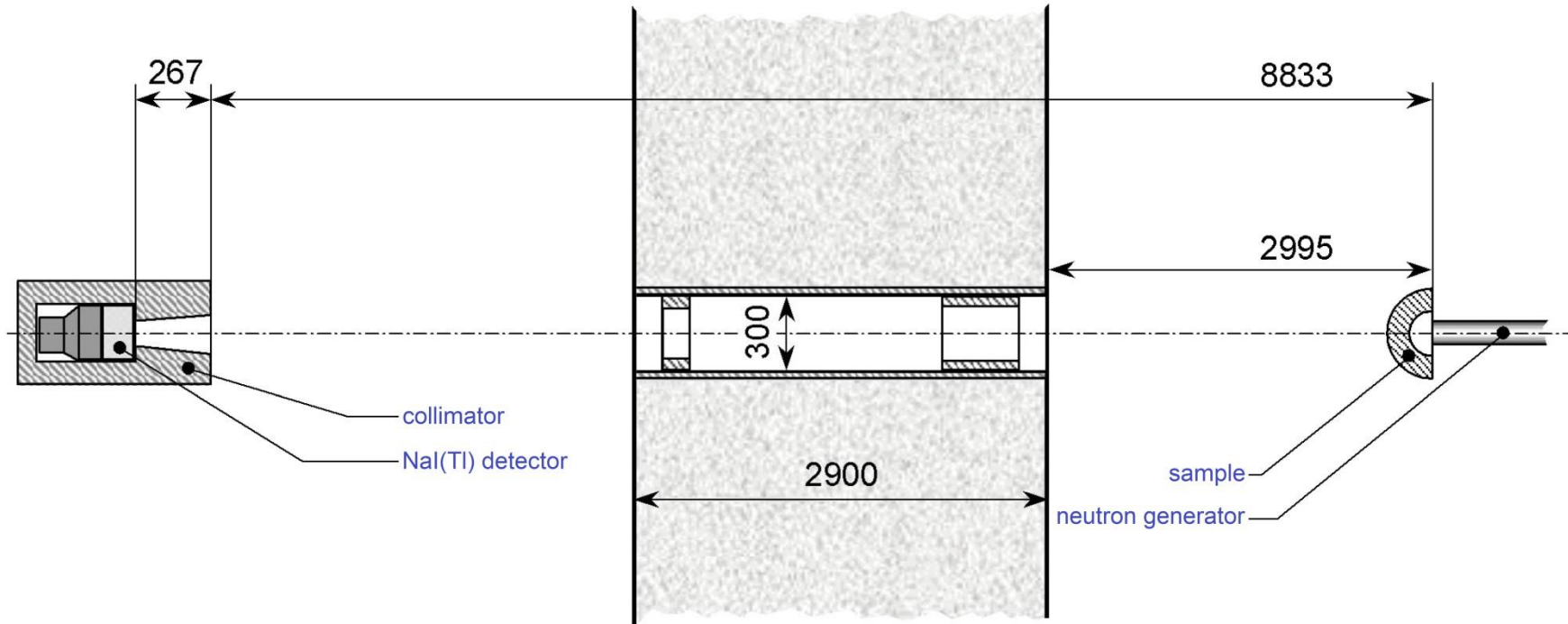
Результаты измерения дифференциального сечения образования мгновенных гамма-квантов в реакциях быстрых нейтронов с ядрами железа

LXXV Международная конференция «ЯДРО-2025. Физика атомного ядра
и элементарных частиц. Ядерно-физические технологии»

Гаганов В.В., Шмаров А.Е.

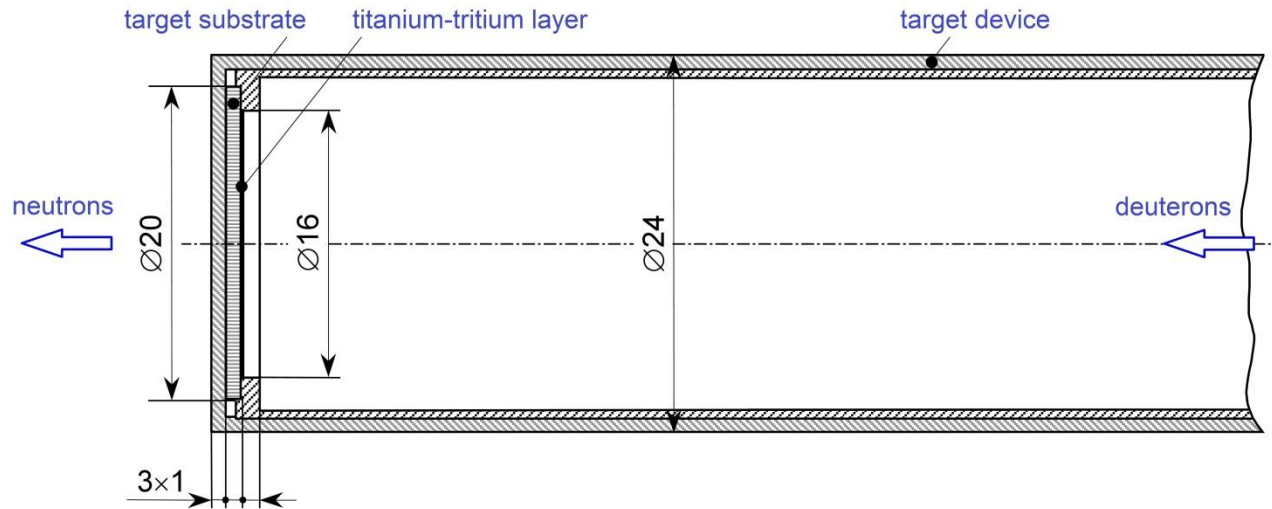
Потребность в надежных данных по гамма-излучению, возникающему под действием быстрых нейтронов, связана с задачами оптимизации защиты ядерных реакторов и диагностики высокотемпературной плазмы в термоядерных установках, с развитием новых методов в прикладных задачах ядерной физики.

Геометрия эксперимента



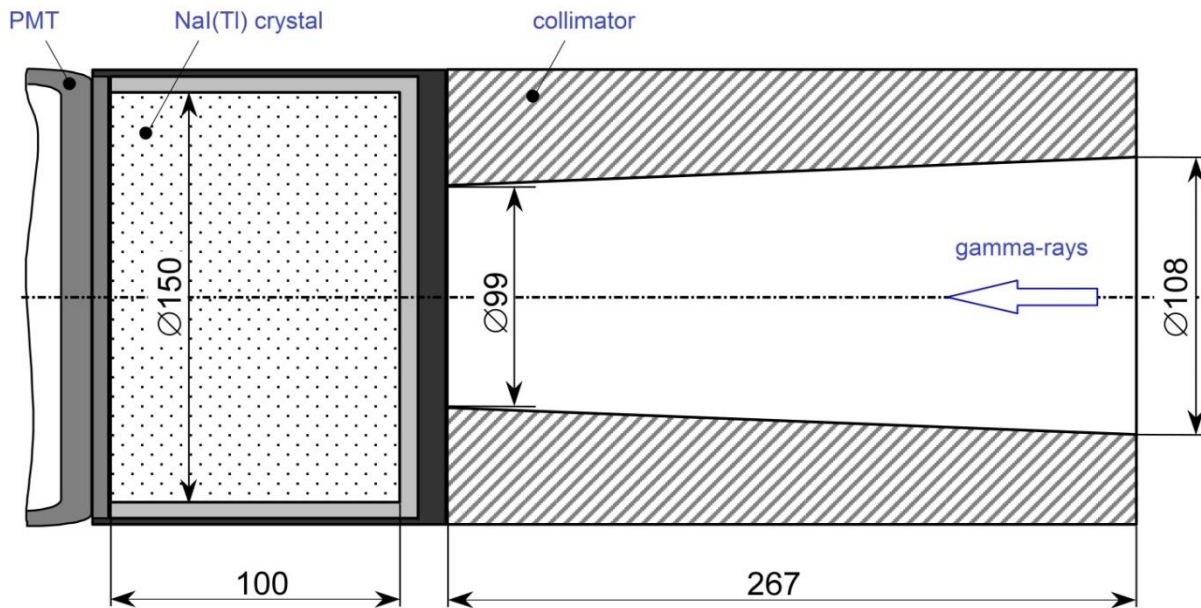
Полусферический образец из железа (Fe-nat):
внешний диаметр 238 мм; толщина 19 мм; масса 11024 г;
содержание примесей менее 2%.

Мишенное устройство нейтронного генератора



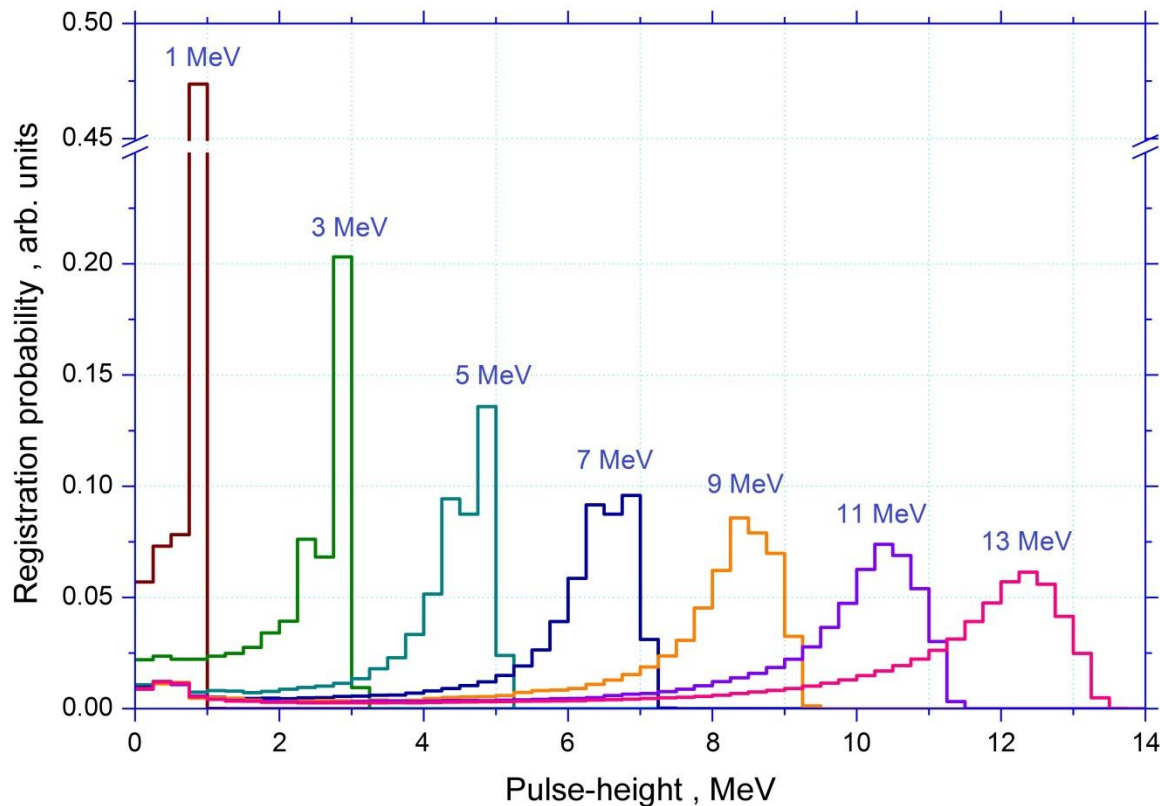
Энергия дейтронов 130 кэВ; средняя энергия нейтронов 14.5 МэВ,
выход 10^8 н/с, частота следования импульсов 500 кГц,
длительность нейтронного импульса 30 нс.

Геометрия сцинтилляционного гамма-детектора



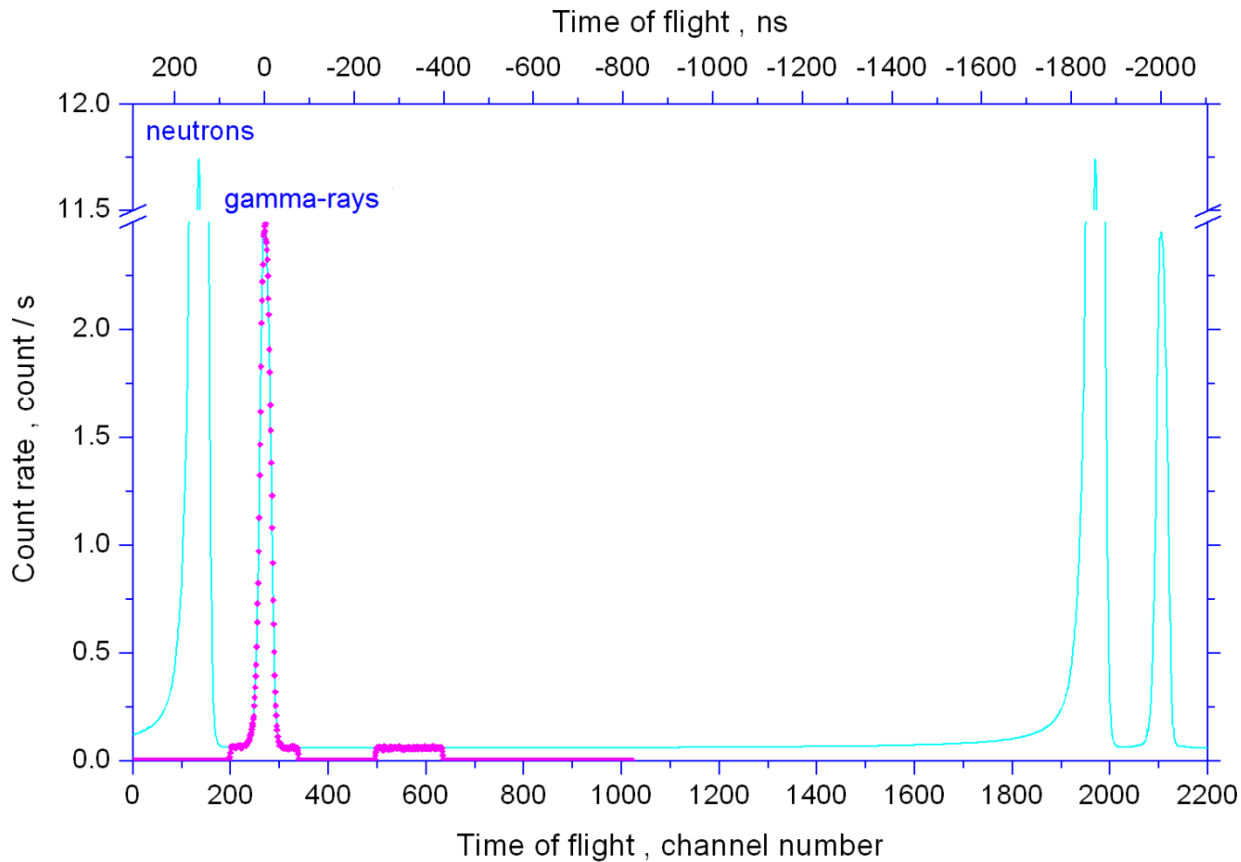
Эффективность, энергетическое разрешение, форма линии
определены в экспериментах с гамма-источниками
 ^{137}Cs - 0.662 МэВ; ^{60}Co - 1.333 МэВ; ^{228}Th - 2.615 МэВ; ^{12}C - 4.439 МэВ.

Элементы функции отклика гамма-детектора

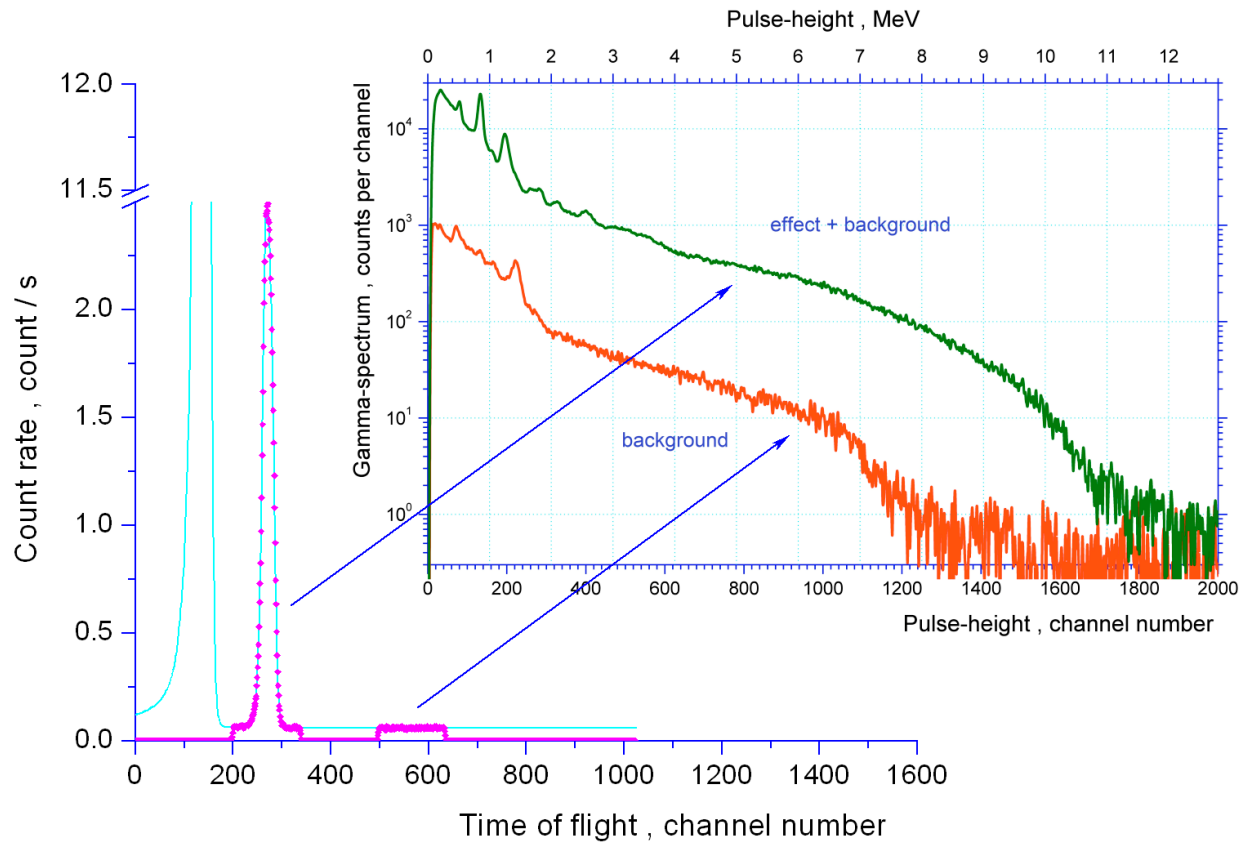


Матрица функции отклика для гамма-квантов с энергиями до 14 МэВ с шагом 0.25 МэВ рассчитана с применением метода Монте-Карло.

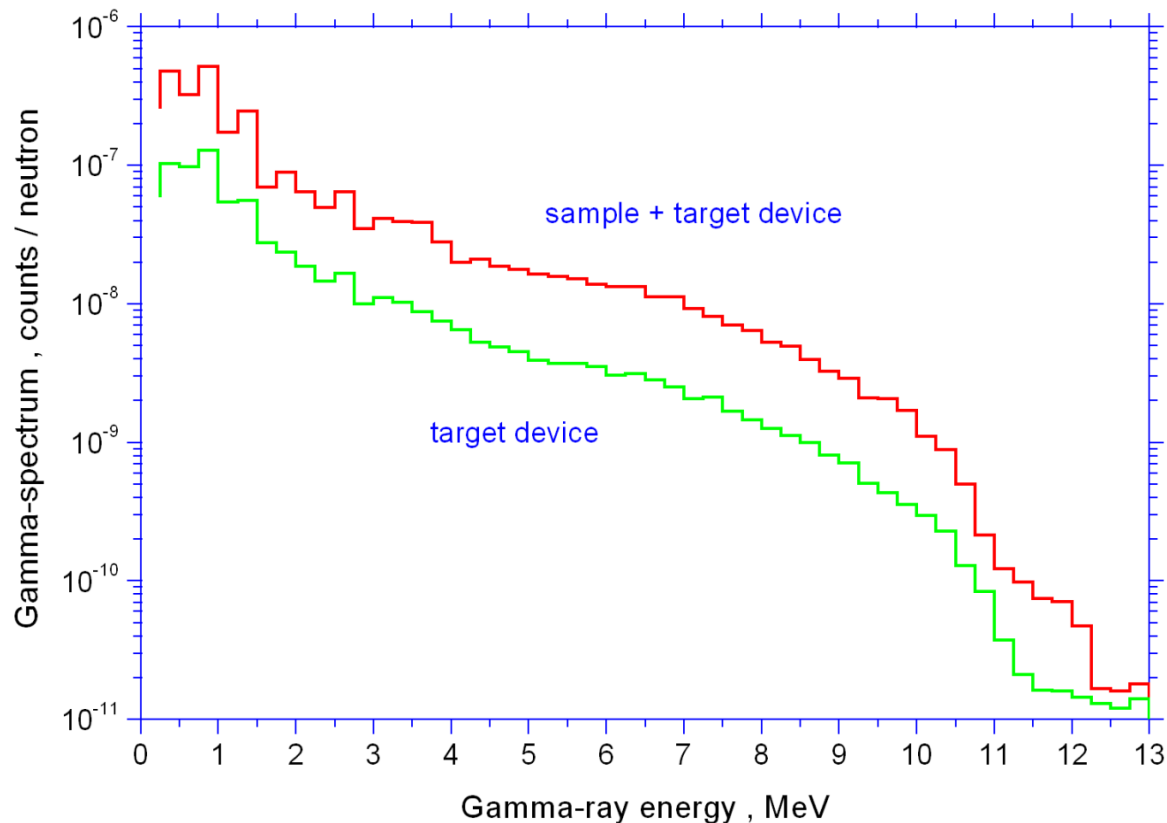
Схема измерений с разделением по времени пролета



Результаты измерений в двух временных окнах



Восстановленный спектр гамма-квантов из образца

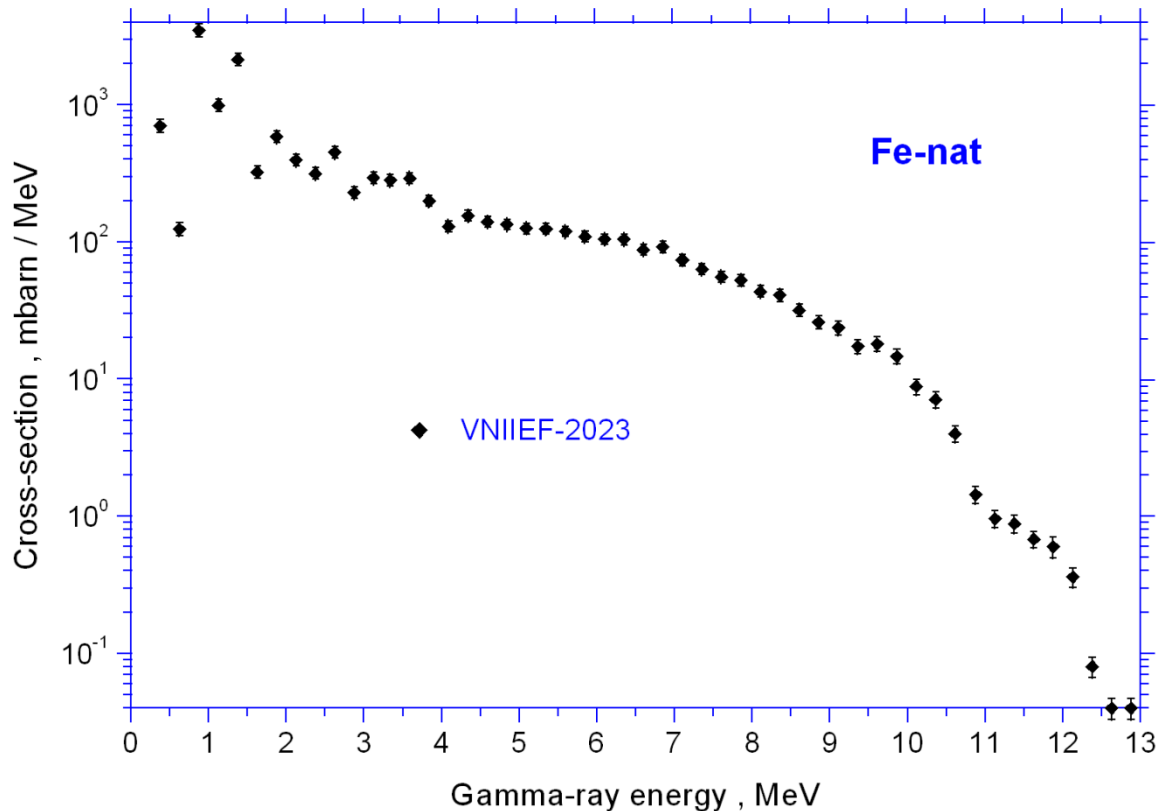


Восстановленный спектр представляет собой суммарное распределение гамма-квантов из образца и из мишенного устройства.

Спектр гамма-квантов, образованных нейтронами в мишенном устройстве измерен в эксперименте без образца.

Поправки, учитывающие гамма-образование на рассеянных нейтронах, рассчитаны методом Монте-Карло на основе данных библиотеки ENDF/B-V.

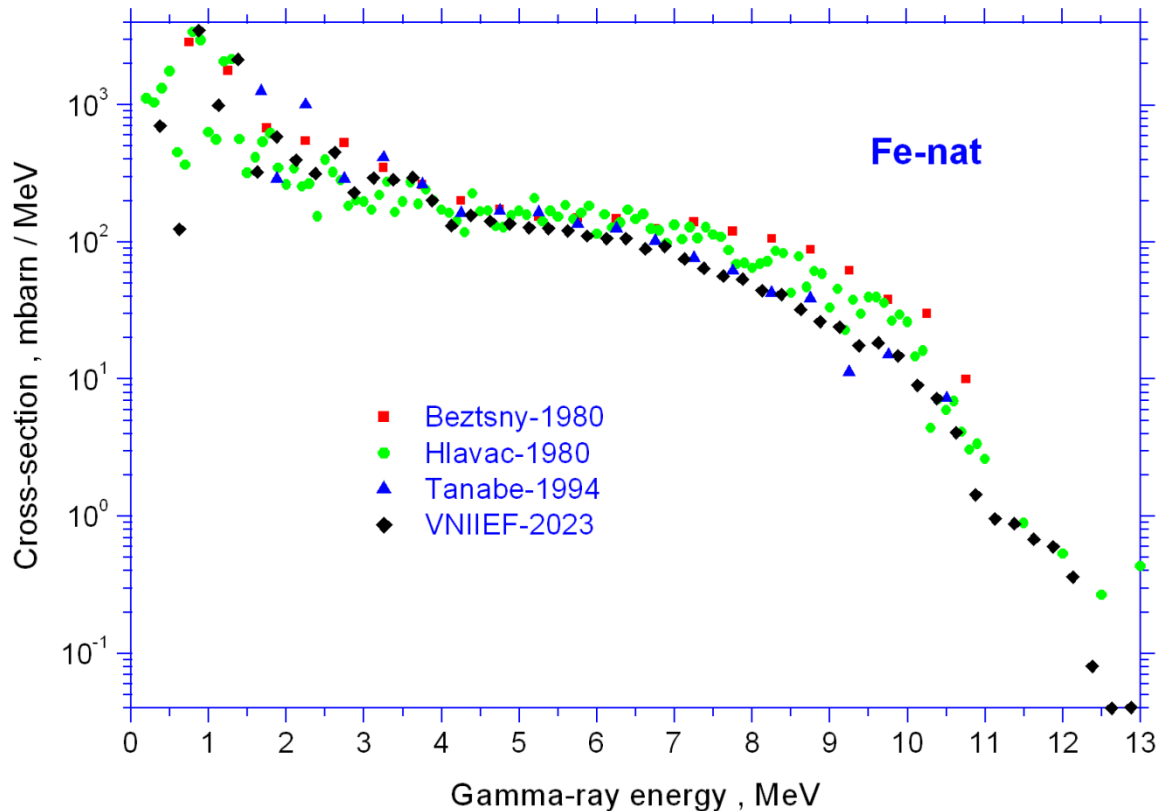
Дифференциальное сечение гамма-образования



Относительная погрешность сечения гамма-образования для гамма-квантов с энергиями менее 2 МэВ: 10-12%;
от 2 до 9 МэВ: 9%;
более 9 МэВ: 15-20%.

Шмаров А.Е., Гаганов В.В.,
Малькин А.Г. Дифференциальные сечения гамма-образования ... // ВАНТ серия: Теоретическая и прикладная физика. 2023. N 1.

Сравнение с результатами других экспериментов

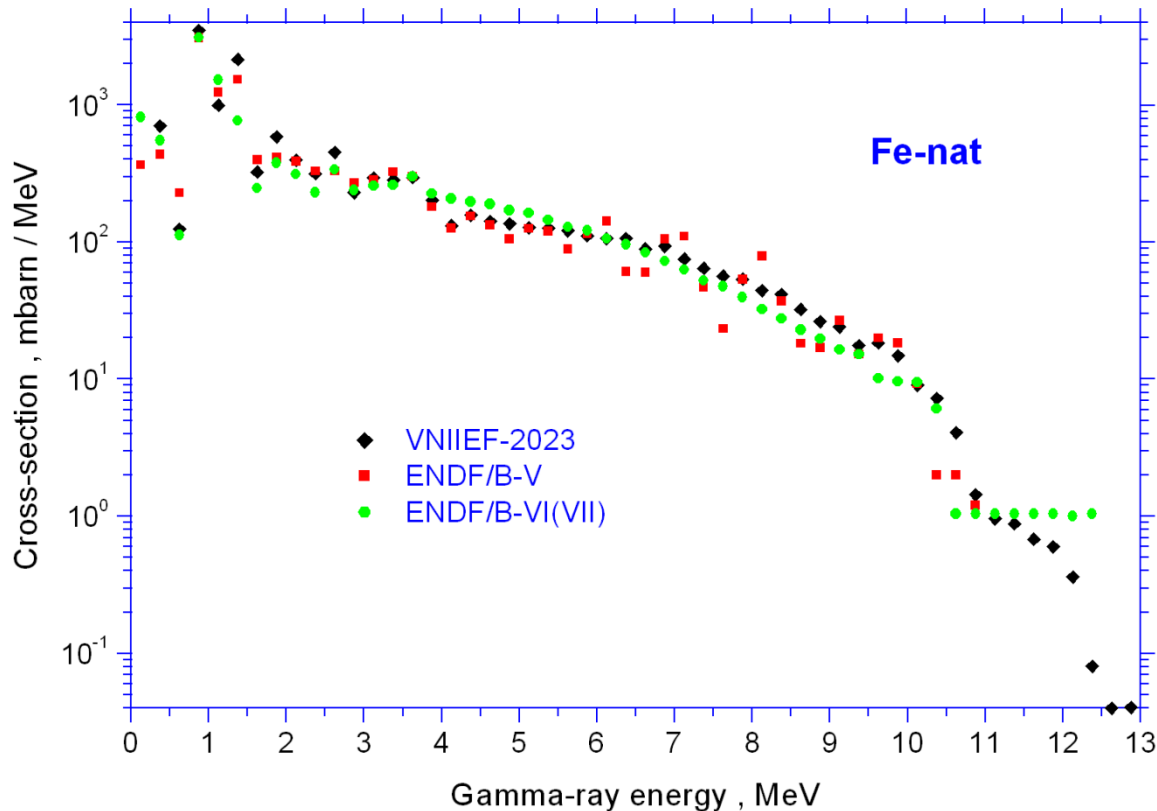


Безотосный В.М., Горбачев В.М.,
Суров Л.М., Швецов М.С.
Групповые и полные сечения
образования гамма-квантов ... //
Атомная энергия, 1980, т.49 N4.

Hlavac S., Oblozinsky P.
A multidetector setup for (n, x n
gamma) studies at 14 MeV //
Nuclear Instruments and Methods,
1983, vol.206 N1-2, P.127.

Tanabe E., Shin K., Nakamura T.
Measurement of gamma-ray
production cross section of Iron ... //
Journal of Nuclear Science and
Technology, 1994, vol.31, N11.

Сравнение с оцененными данными библиотеки ENDF

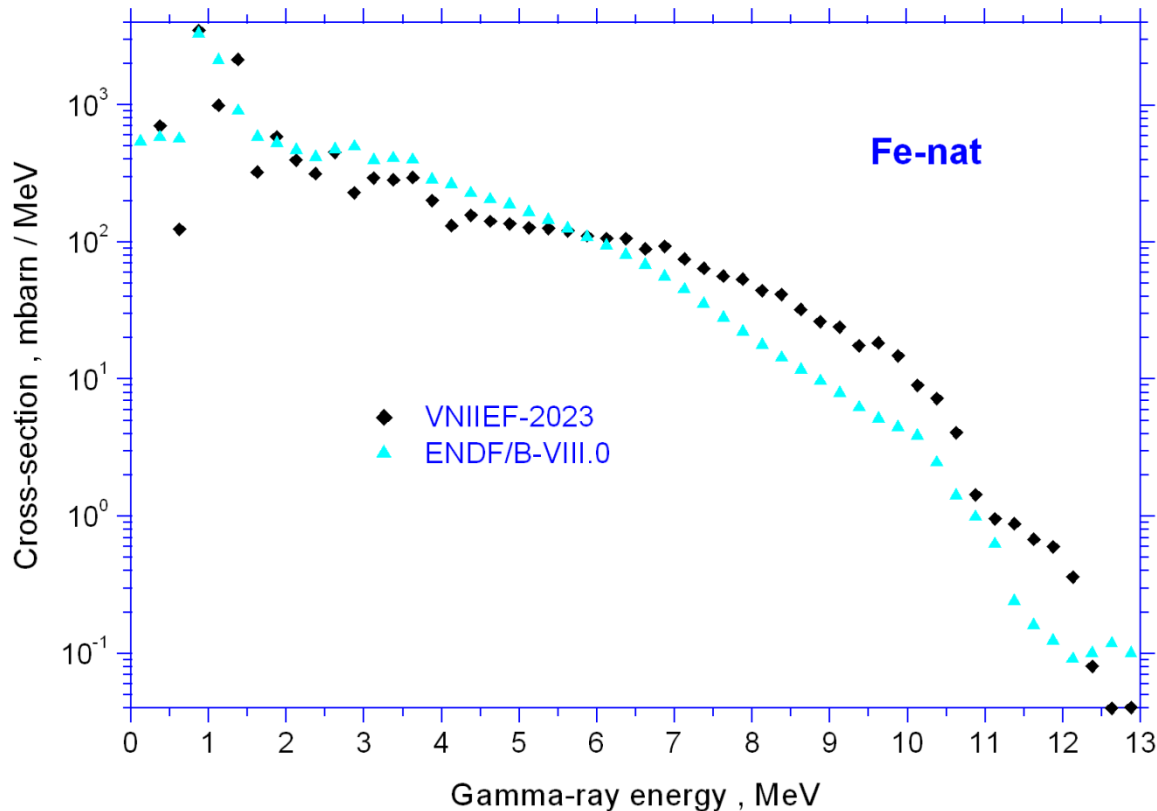


Новые результаты практически совпадают с данными библиотеки ENDF/B-V в диапазоне энергий от 2 до 6 МэВ.

Переоценка констант для железа, выполненная в следующей версии библиотеки, ENDF/B-VI, ухудшила ситуацию - отклонения приняли систематический характер.

Сечения гамма-образования в ENDF/B-VII.1 воспроизводят данные предыдущей версии библиотеки; отклонения имеют систематический характер.

Сравнение с оцененными данными библиотеки ENDF



При формировании данных по сечениям в библиотеке ENDF/B-VIII.0 отклонение от экспериментальных данных существенно увеличилось.

В редакции интегральных экспериментов получены новые результаты по дифференциальному сечению образования мгновенных гамма-квантов в реакциях нейтронов с энергией 14.5 МэВ на ядрах железа.

Новые данные удовлетворительно согласуются с результатами других экспериментов, могут быть использованы для наполнения новых версий библиотек оцененных данных и для анализа состояния оценок в существующих библиотеках.



Спасибо за внимание!