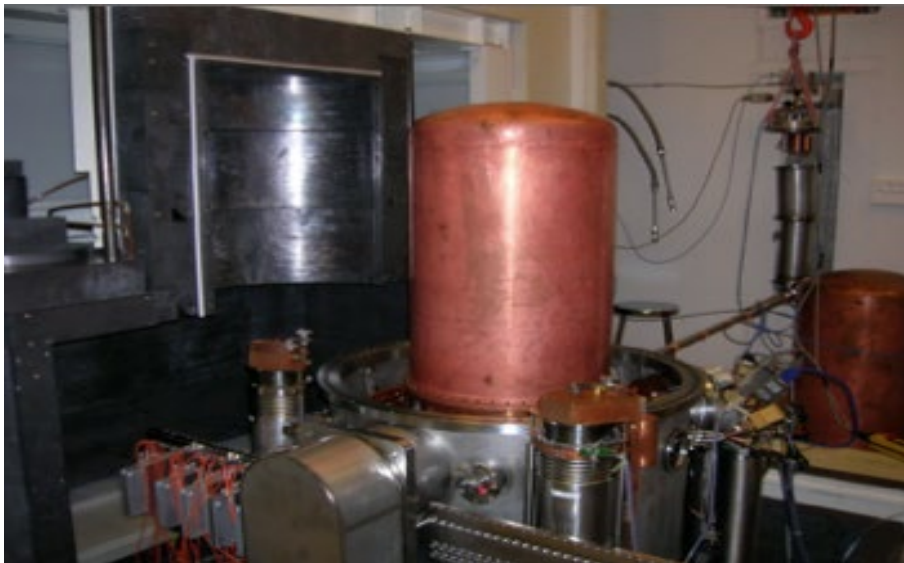
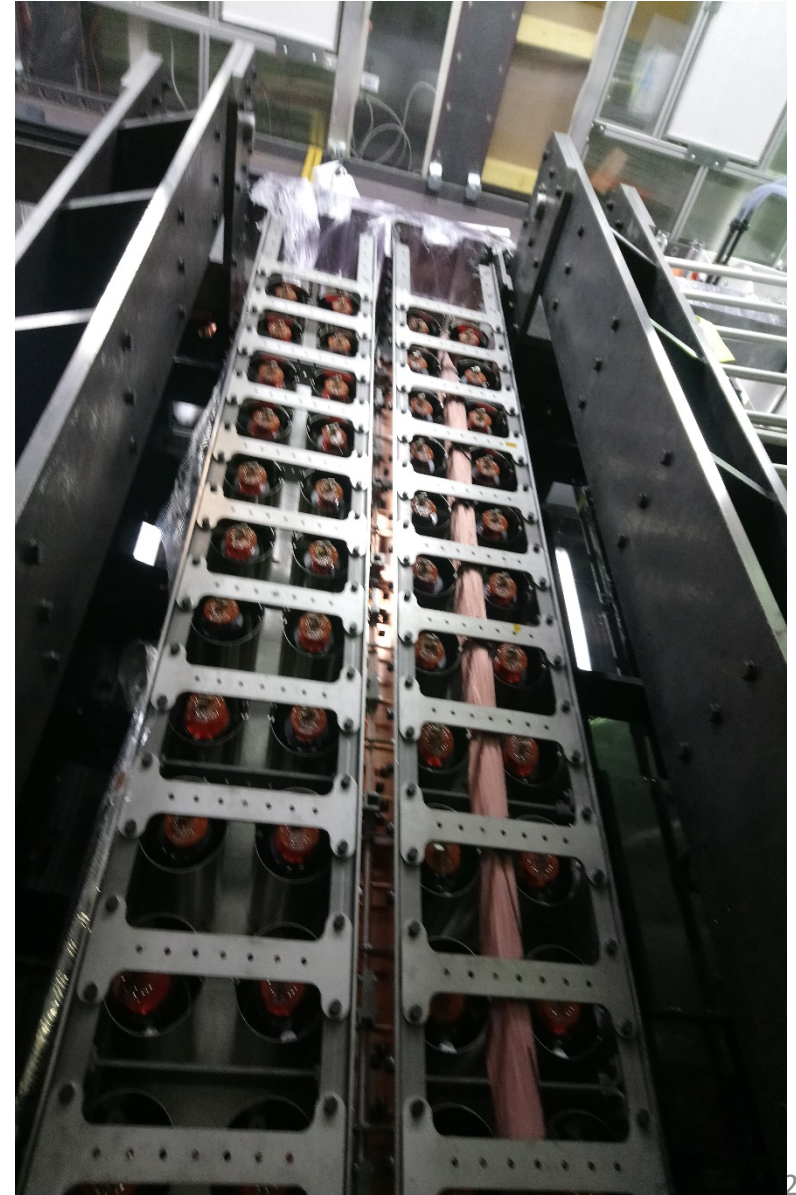


**Новый метод
измерения низких потоков нейтронов с
использованием йодсодержащих
сцинтилляторов**

**Пономарев Д.В.¹, Розов С.В.¹, Философов
Д.В.¹, Тимкин В.В.¹, Якушев Е.А.¹.**

¹ ЛЯП ОИЯИ

Низкофонные эксперименты



Измерения нейтронов с NaI детектором

NaI содержит в 545 раз больше молей вещества, чем такой же объем ^3He при нормальном давлении.

Йод имеет только один стабильный изотоп: ^{127}I
 $\sigma_\gamma = 6.2(2)$ барн (в 860 раз меньше, чем у ^3He).

Эффективность захвата теплового нейтрона в 1 кг NaI детектора **~50%** (почти все реакции захвата идут на йоде, так как у ^{23}Na : $\sigma_\gamma = 0.9(1)$ барн).

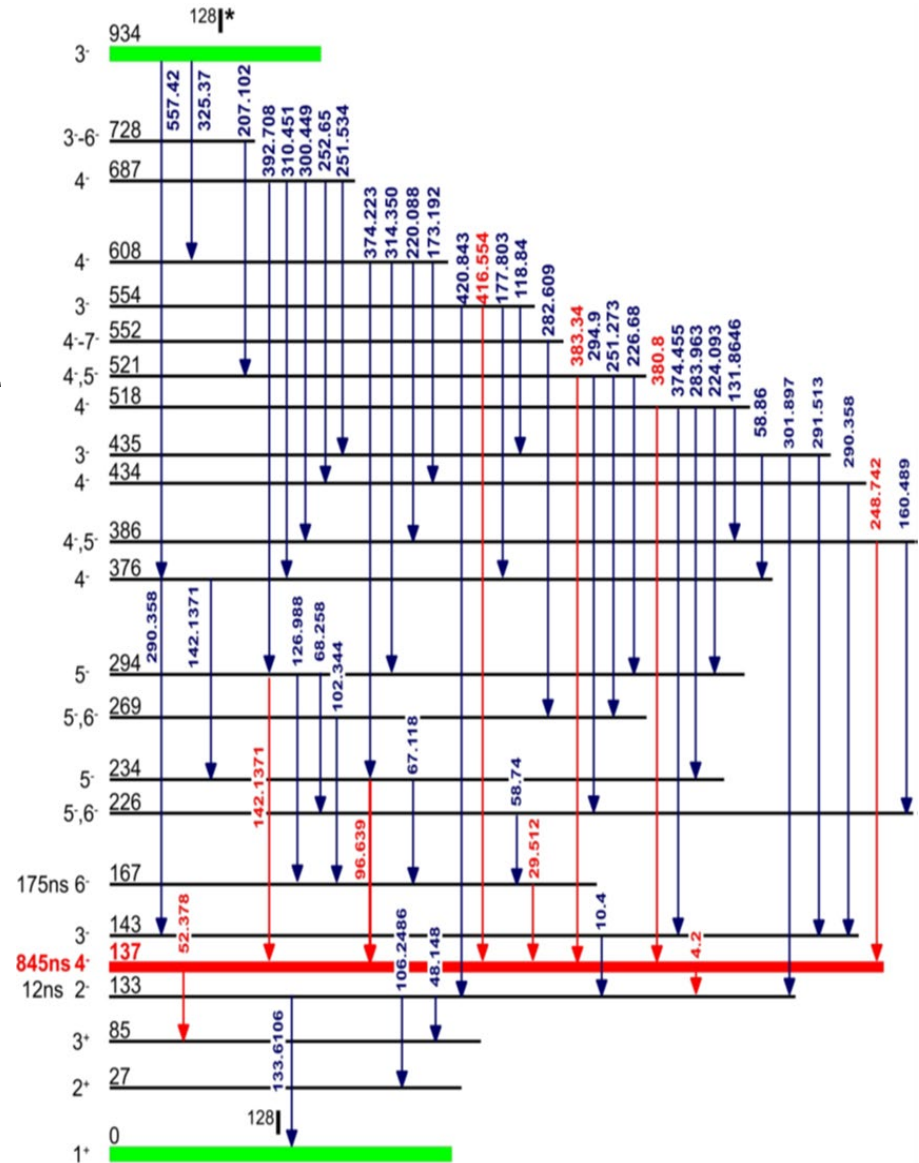
В результате захвата нейтрона образуется ядро ^{128}I с энергией 6.8 МэВ

^{128}I через несколько энергетических переходов достигает основного состояния

^{128}I имеет изомерное состояние
137.8 кэВ с $T_{1/2} = 0.845(20)$ мкс

~40% переходов идут через 137.8 кэВ

Регистрация задержанных совпадений позволяет отделить нейтронные события от фона

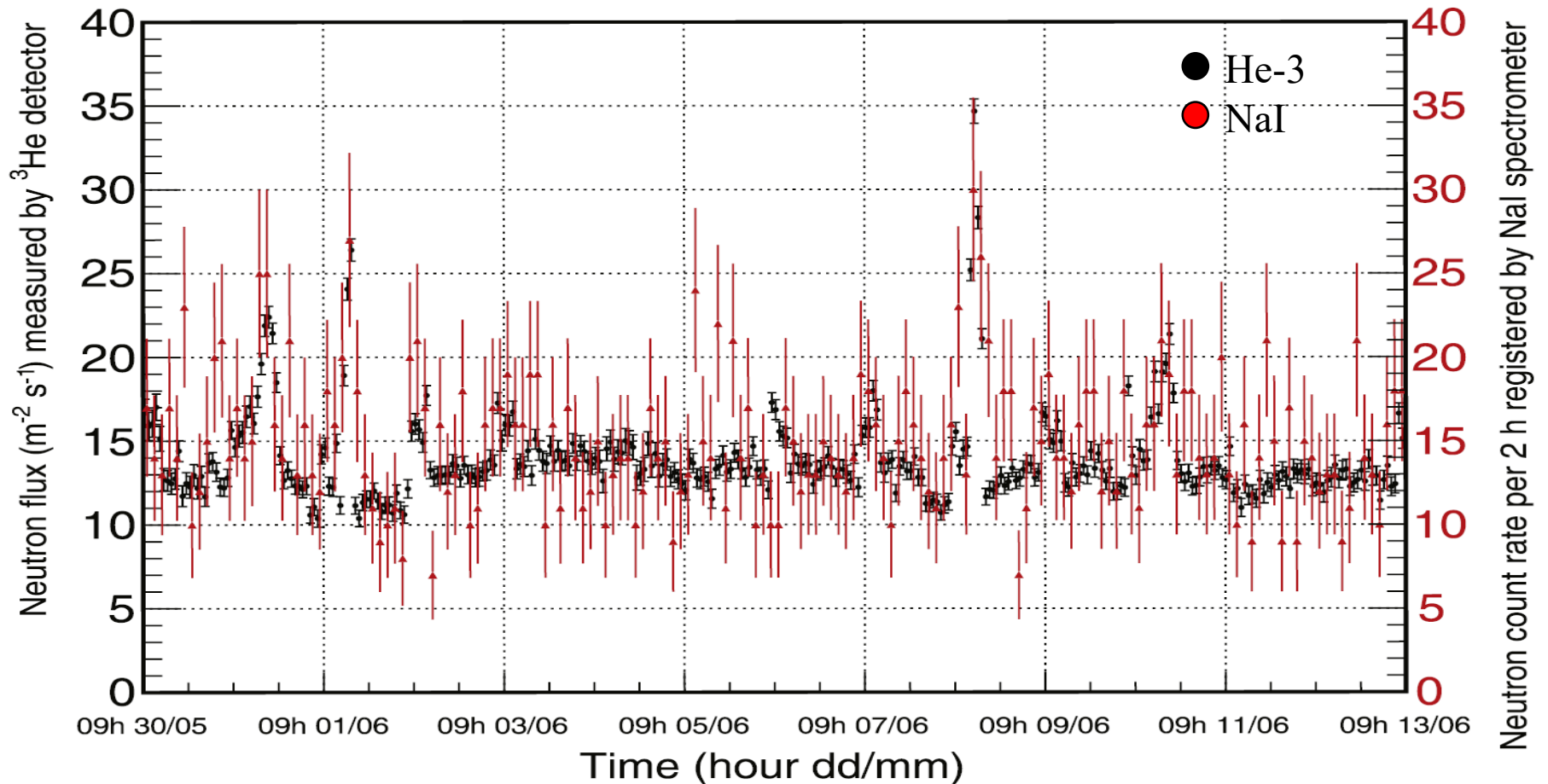


Тест в Дубне в 2016г

NaI(Tl) Ø63 мм x 63 мм

Одновременные измерения с ^3He детектором

Время задержки от 1.8 до 5мкс





Contents lists available at ScienceDirect

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A

journal homepage: www.elsevier.com/locate/nima



Sensitive neutron detection method using delayed coincidence transitions in existing iodine-containing detectors



E. Yakushev^{a,*}, S. Rozov^a, A. Drokhlyansky^b, D. Filosofov^a, Z. Kalaninova^{a,c}, V. Timkin^a,
D. Ponomarev^a

<http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2016.12.022>

Тест в LSM (начало апрель 2017г.)



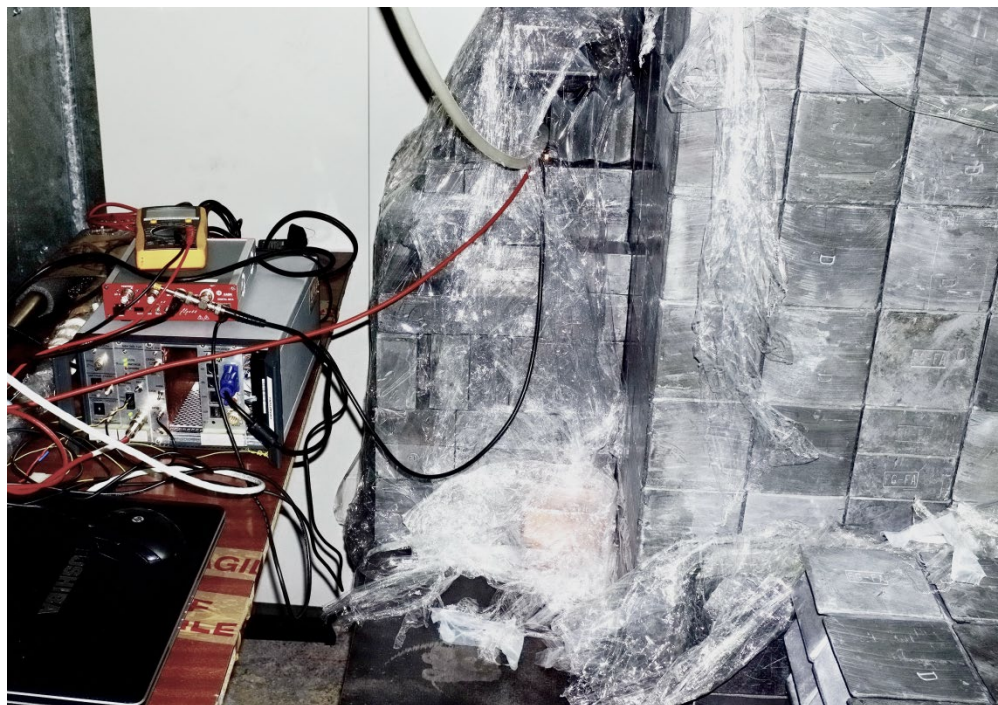
NaI(Tl)
Ø63 мм x 63 мм
~720 грамм

ФЭУ

Hamamatsu R6091

CAEN

Multi channel analyzer DT5780



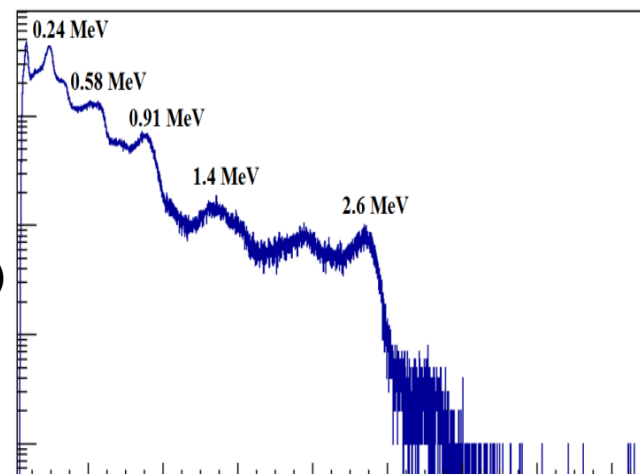
Защита

Cu+Pb

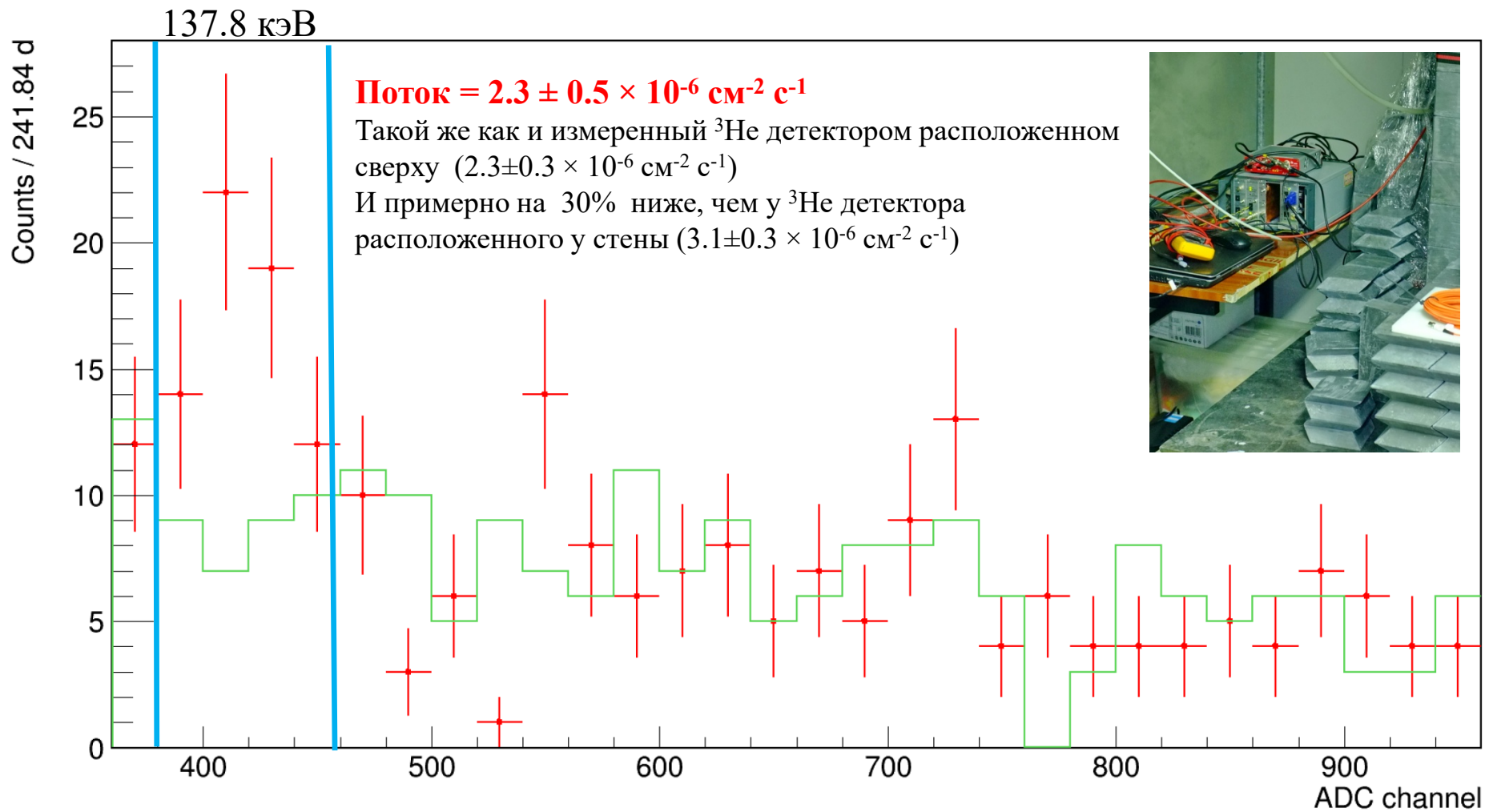
Калибровки

γ: Th + K(в NaI)

Нейтроны: AmBe (20 н/с)



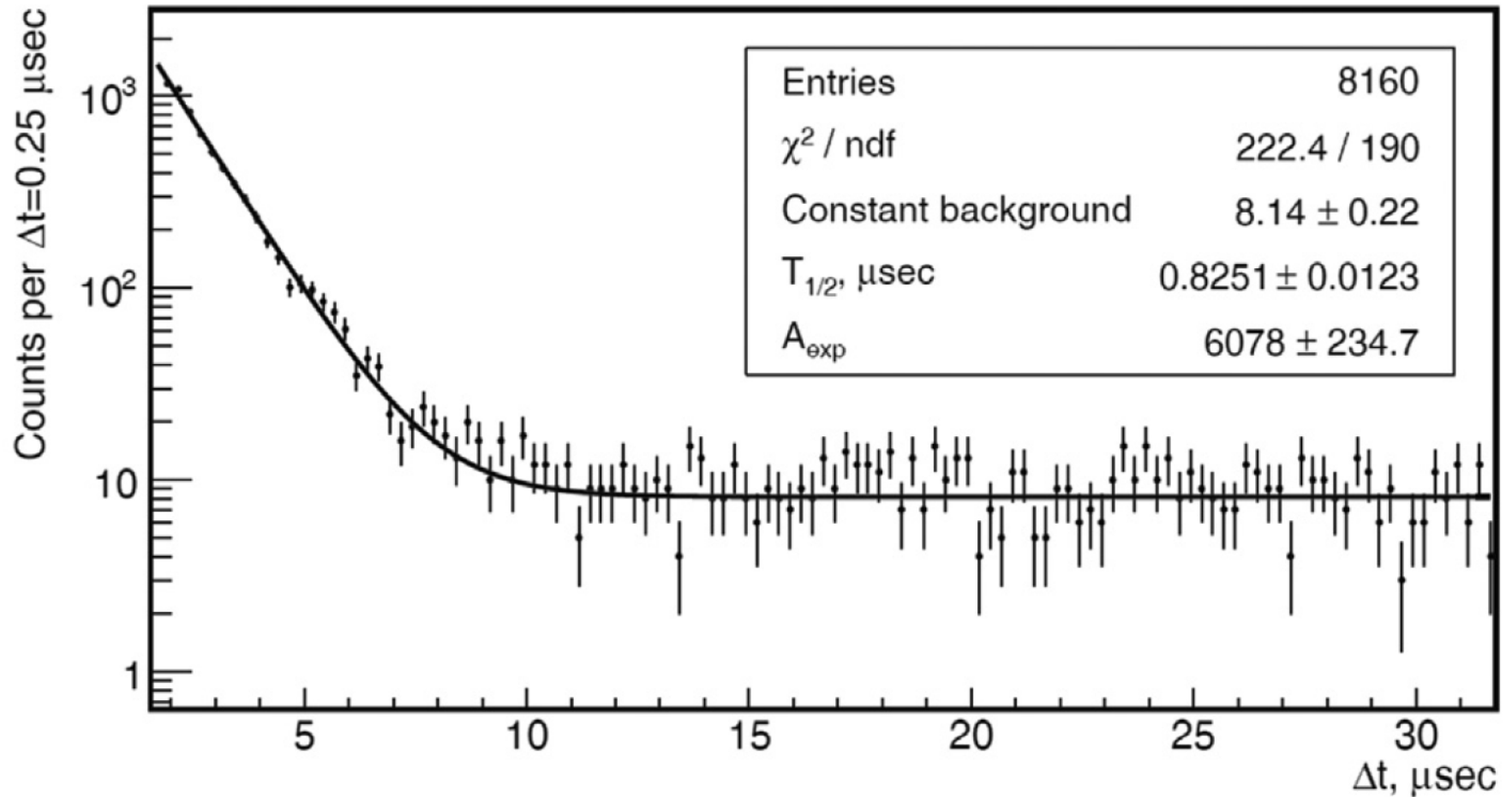
Результаты после 241.84 дня измерений



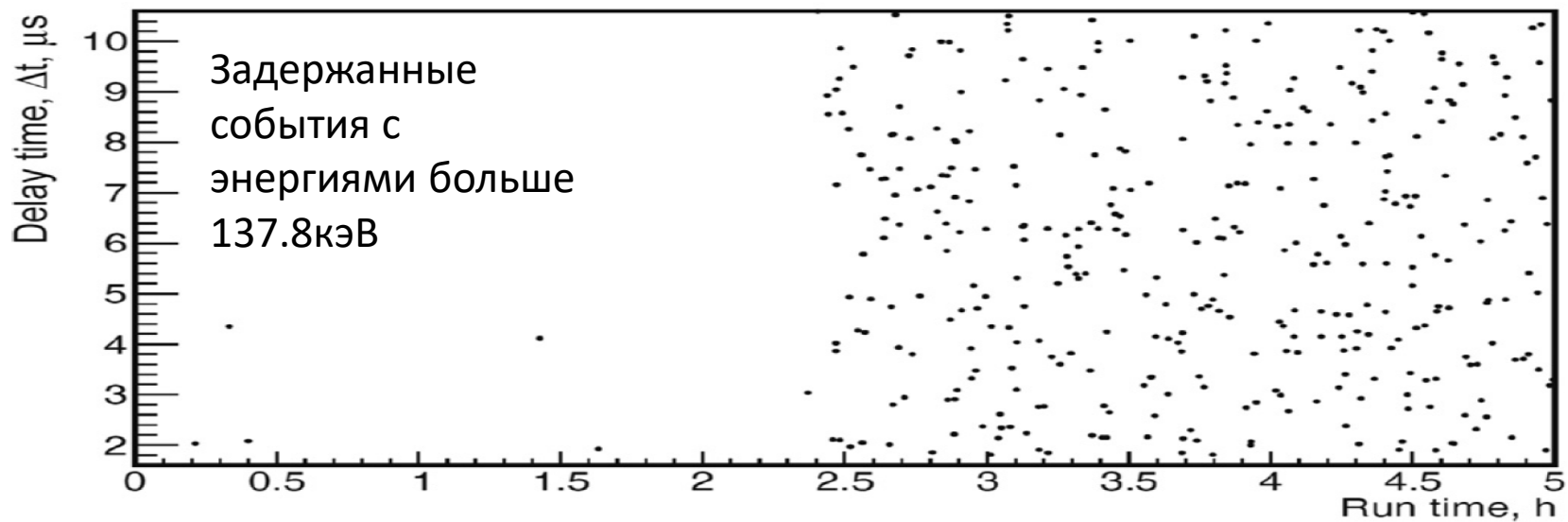
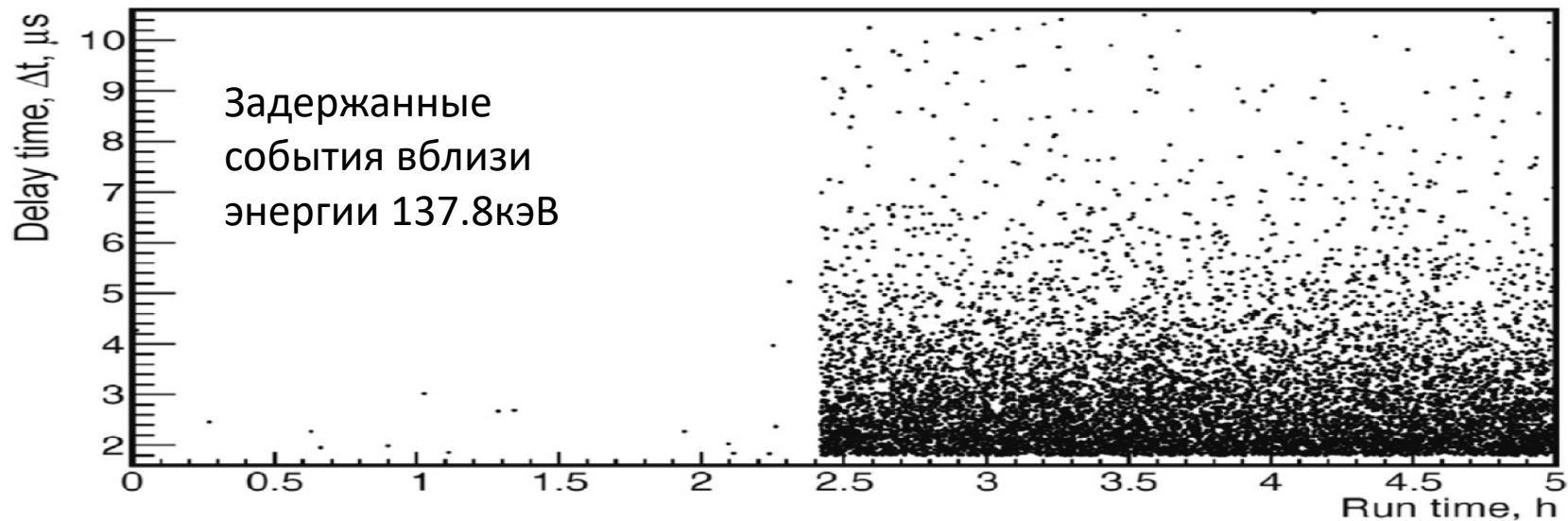
Заключение

- Разработан новый метод регистрации нейтронов.
- Проведены тестовые измерения нейтронов в ОИЯИ и подземной лаборатории.
- Для прецизионных измерений нужен низкофонный детектор большего размера.
- Разработанный метод позволяет регистрировать как нейтроны, так и гамма-фон.
- С помощью большого детектора (100кг) возможно измерение потока нейтронов на уровне 10^{-8} н см⁻² с. Чувствительность при этом будет сравнима с ³He детектором.
- Планируются измерения потоков нейтронов низкофонным детектором в LSM и на Калининской АЭС.
- По результатам измерений опубликовано две работы:
 1. Sensitive neutron detection method using delayed coincidence transitions in existing iodine-containing detectors. E. Yakushev, S. Rozov, A. Drokhlyansky, D. Filosofov, Z. Kalaninova, V. Timkin, D. Ponomarev, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 848, 162-165, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.12.022>
 2. Measuring Low Neutron Fluxes at the Modane Underground Laboratory Using Iodine-Containing Scintillators. D.V. Ponomarev, Z. Kalaninova, D.V. Medvedev, S.V. Rozov, I.E. Rozova, V.V. Timkin, D.V. Filosofov, K.V. Shakhov, E.A. Yakushev, Nuclear Instruments and Experimental Techniques 62 (3), 309-311, 2019 <https://doi.org/10.1134/S0020441219030084>

Измеренный период полураспада уровня 137.8кэВ



Измерения с нейтронным источником



Энергетический спектр измеренный NaI детектором

