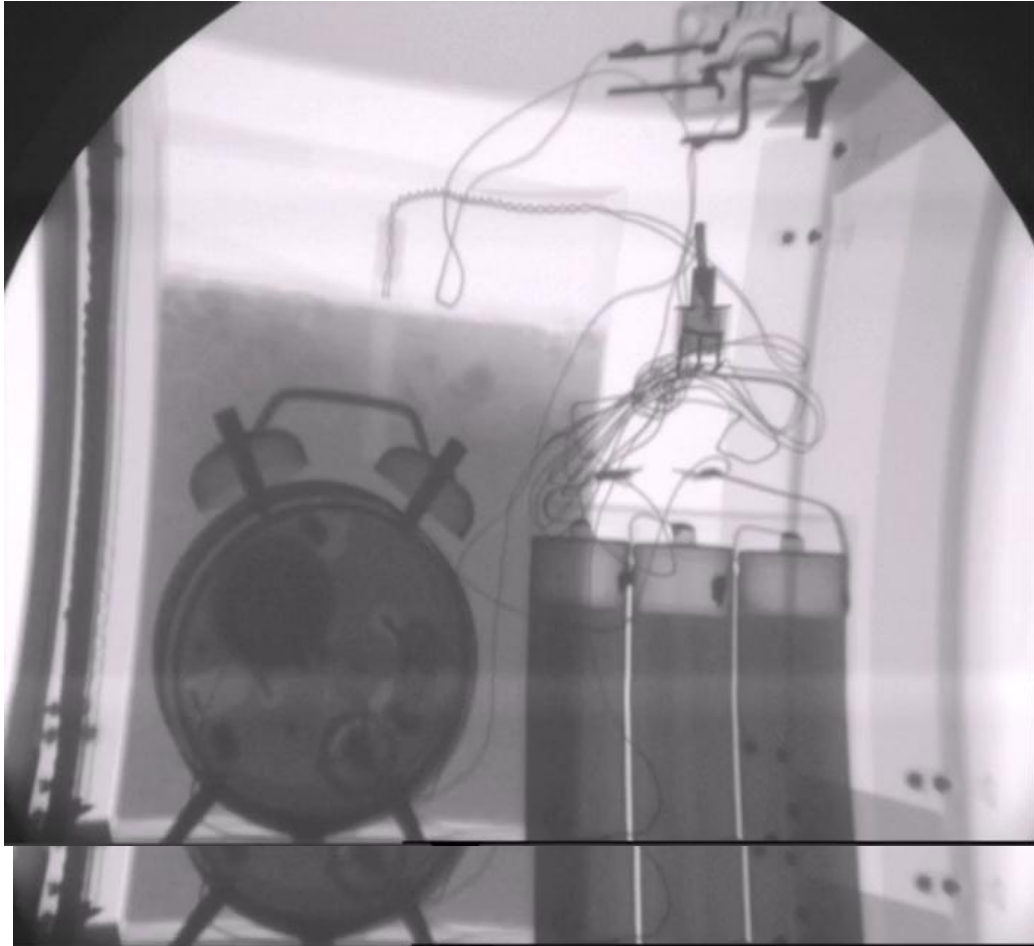


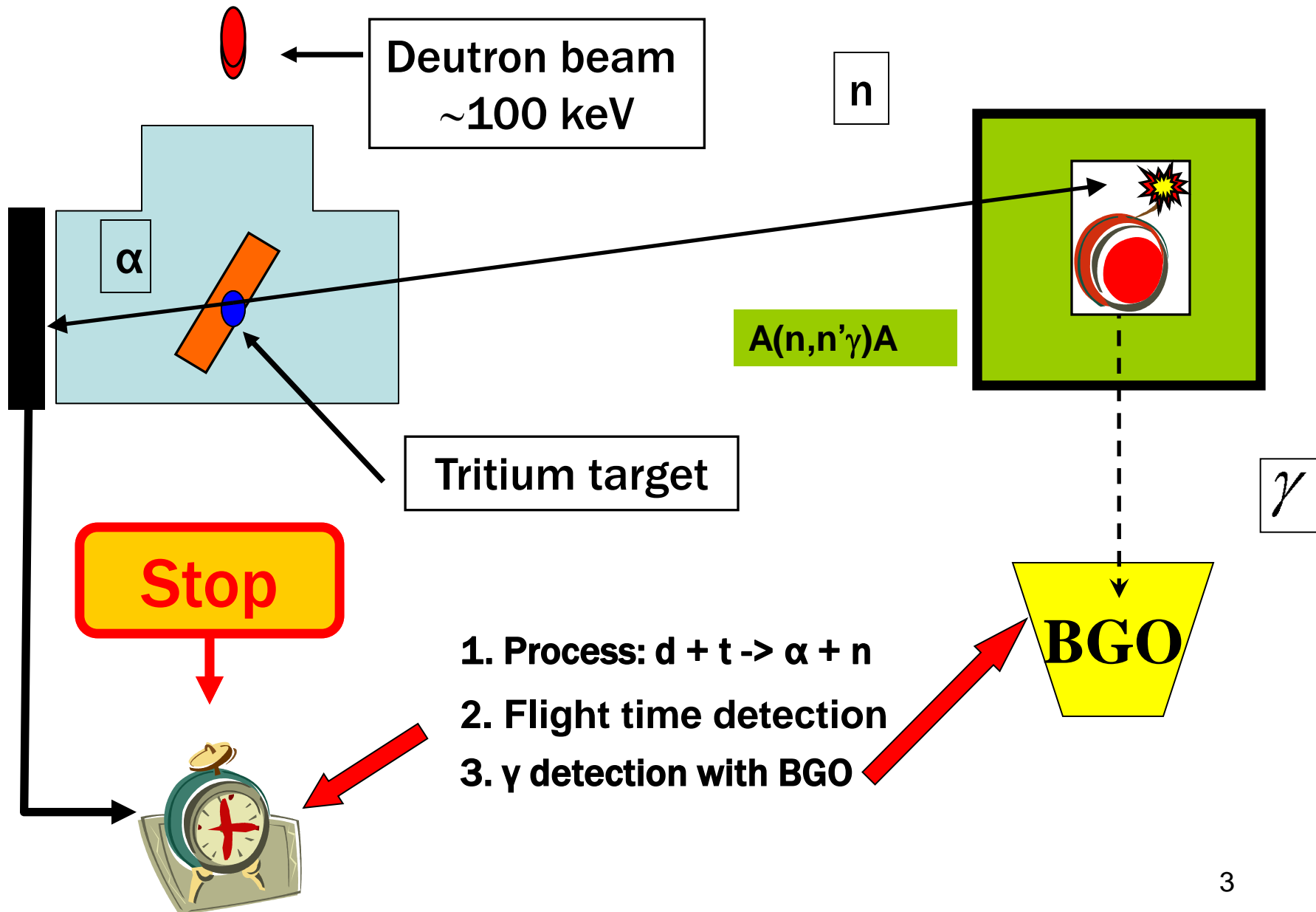
Детекторы взрывчатых и наркотических веществ на основе метода меченых нейтронов

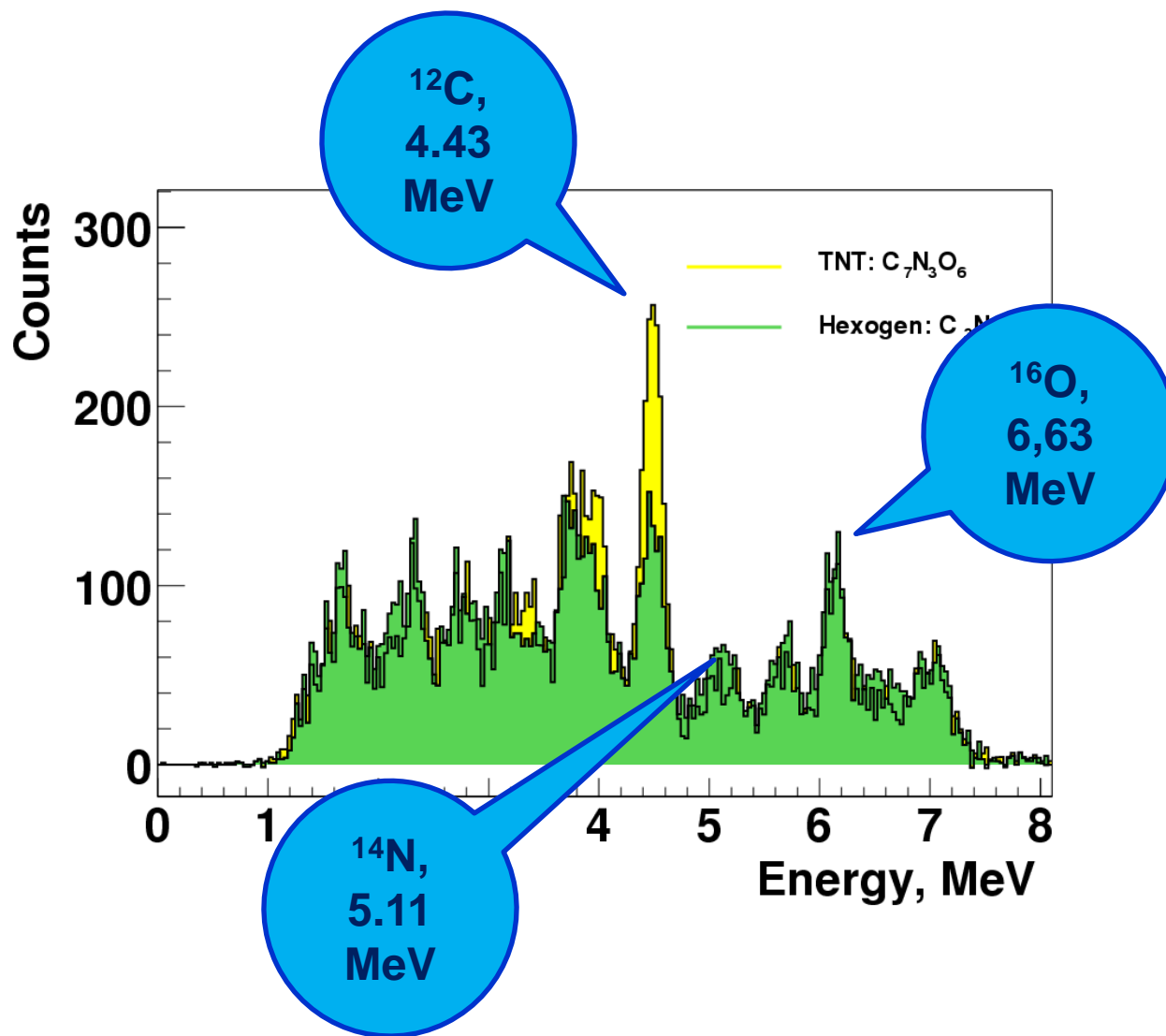
М.Г.Сапожников

*Объединенный институт ядерных исследований,
Дубна*



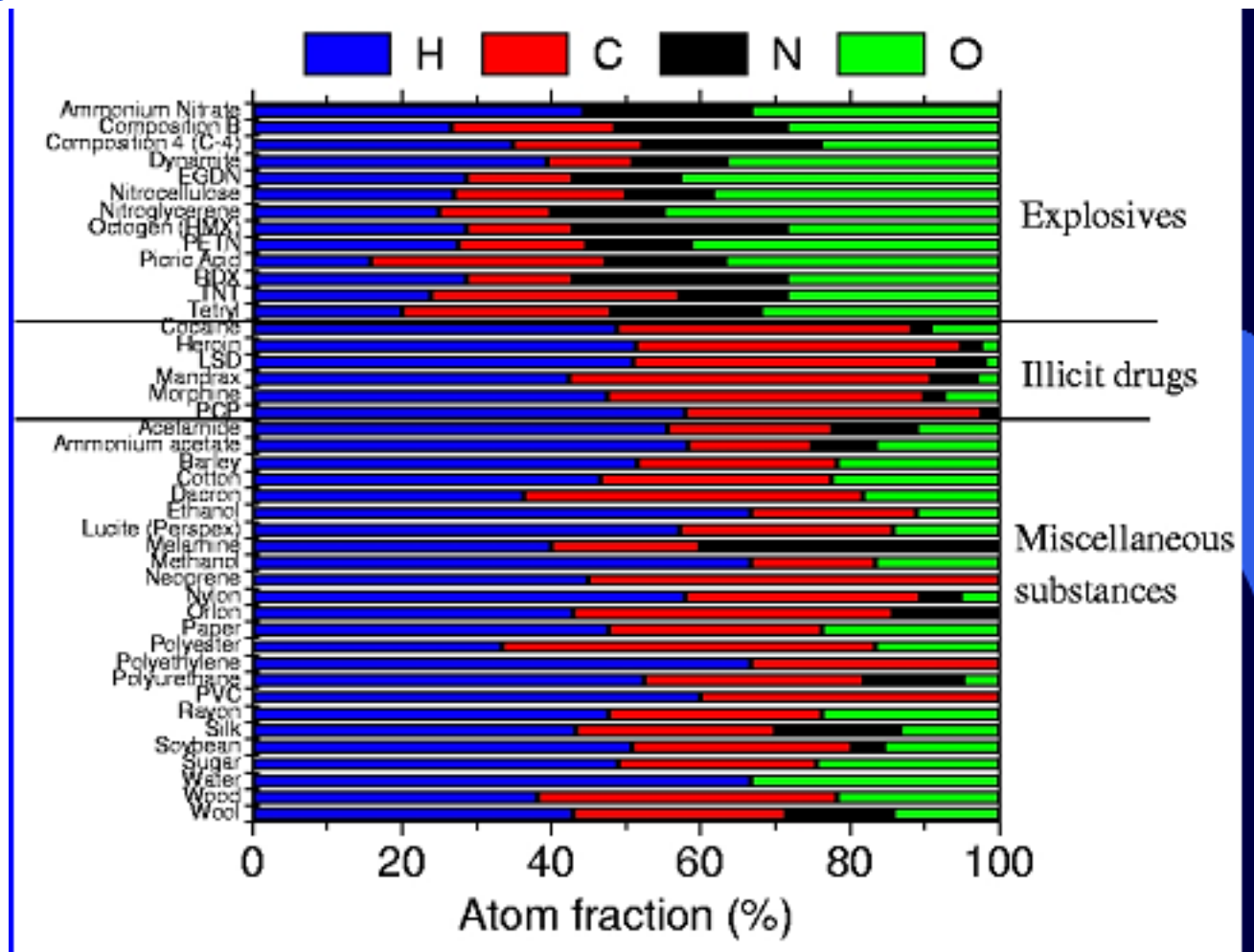
Basic Principles





TNT
 (C₇N₃O₆)
 и
 гексоген
 (C₃N₆O₆)

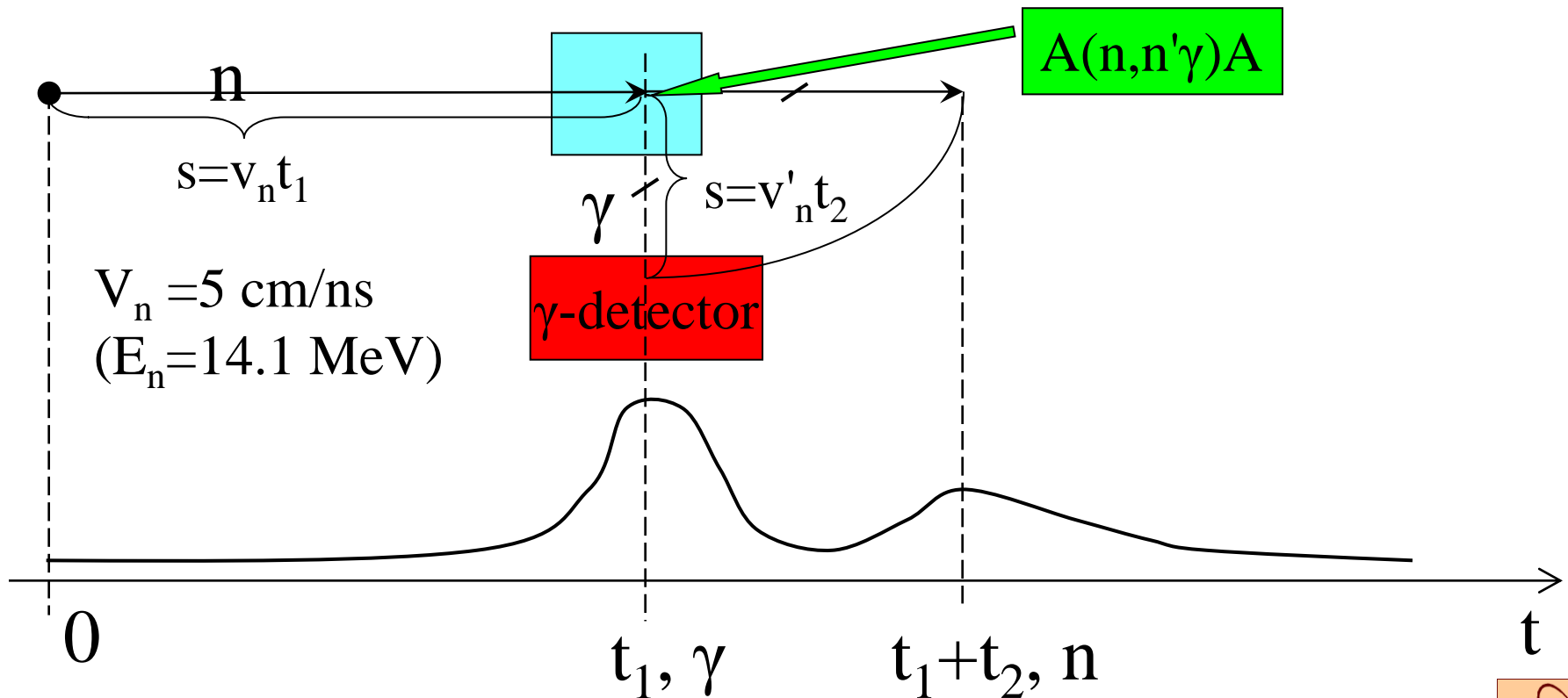
Элементный состав взрывчатки отличается от обычных веществ



Основные достоинства

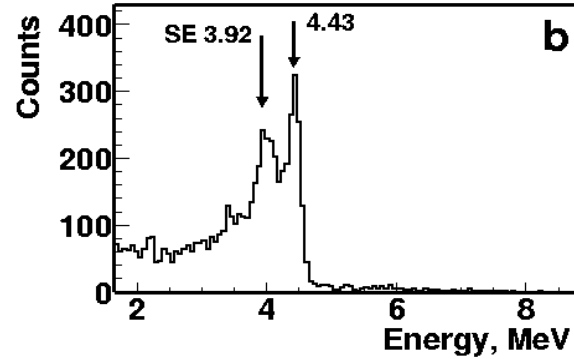
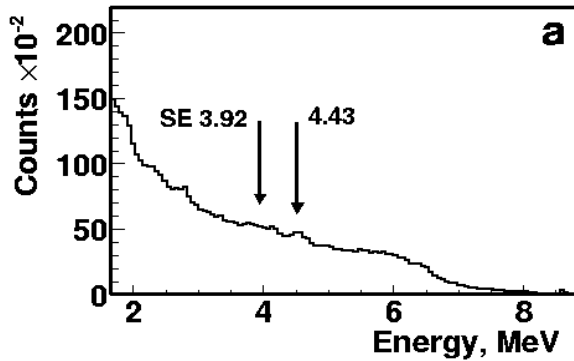
- Идентификация по элементному составу вещества
- “Отпечатки пальцев” - спектры γ -квантов
 $E_{\gamma} = 1-10 \text{ MeV}$.
- Информация о времени пролета дает:
 - 3D локализацию скрытого объекта
 - Увеличивает отношение Сигнал/Шум (200 раз)
 - Томография элементного состава объекта досмотра
- Нейтроны 14 МэВ имеют большую проникающую способность
- Идентификация происходит без участия оператора

Time distribution

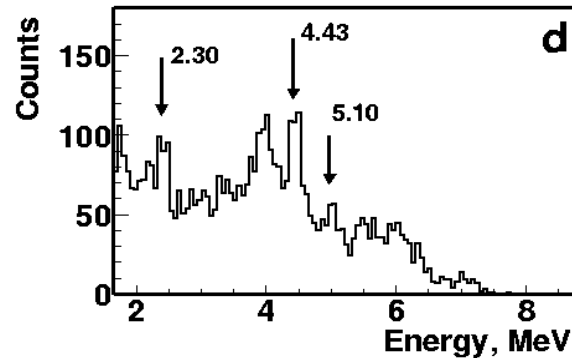
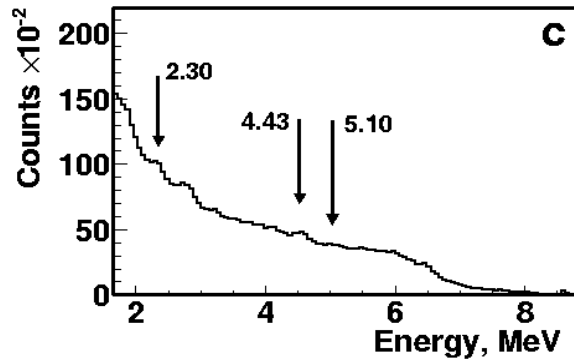


Reliability of hidden substance detection

$$E_{\gamma}(^{12}\text{C}) = 4.43 \text{ MeV}, \quad E_{\gamma}(^{14}\text{N}) = 5.1 \text{ MeV}, \quad E_{\gamma}(^{16}\text{O}) = 6.13 \text{ MeV}$$



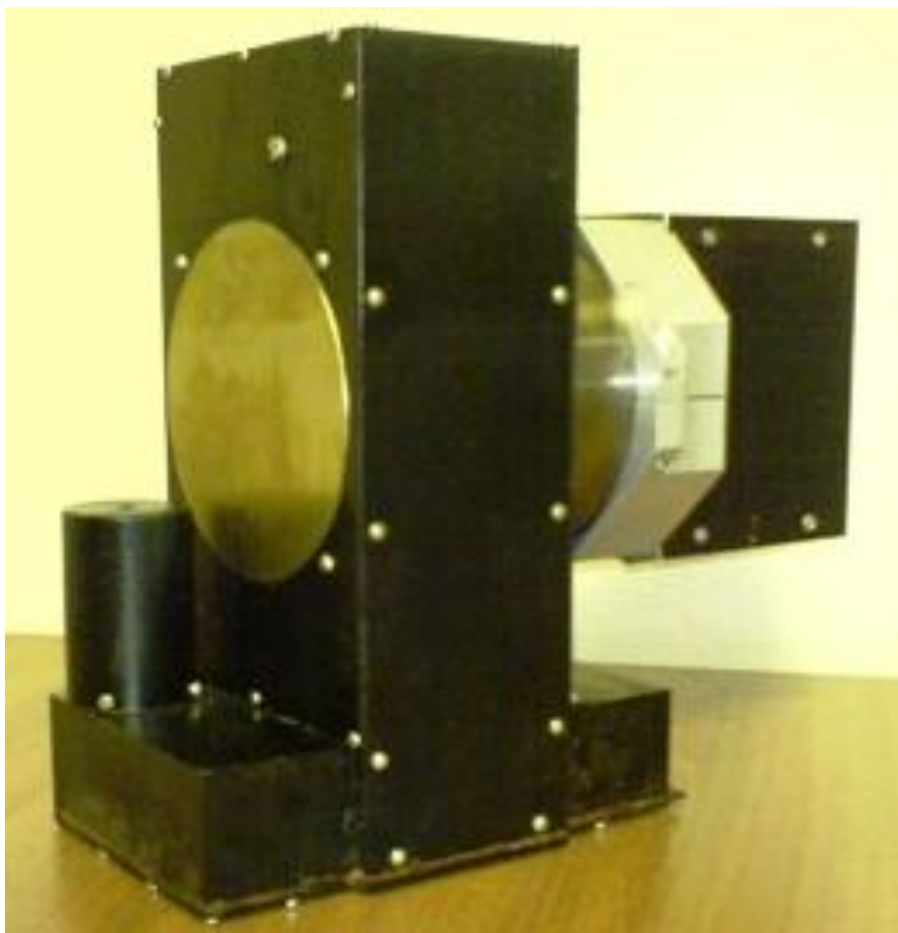
← ^{12}C



← melamine ($\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$)

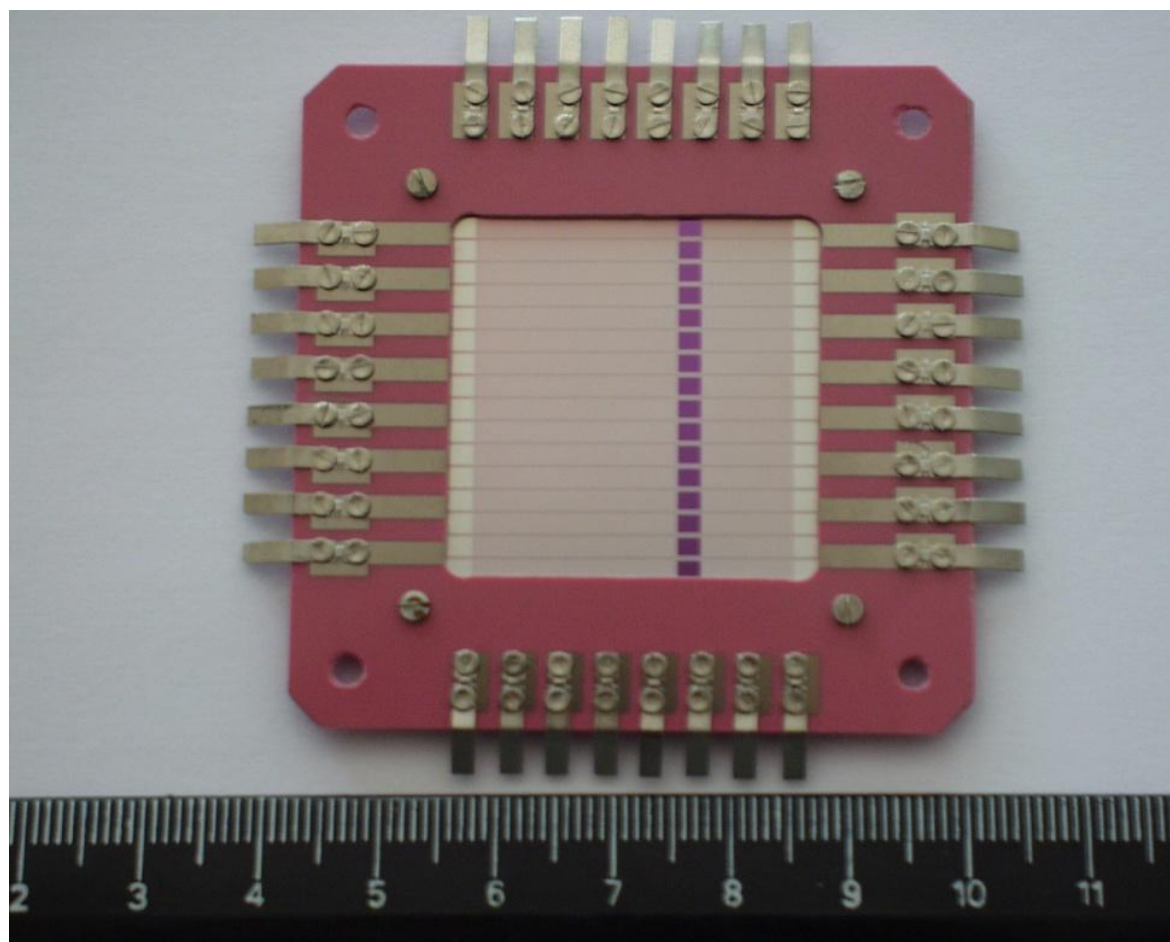
Signal/background ratio is better than 200

Нейтронный генератор

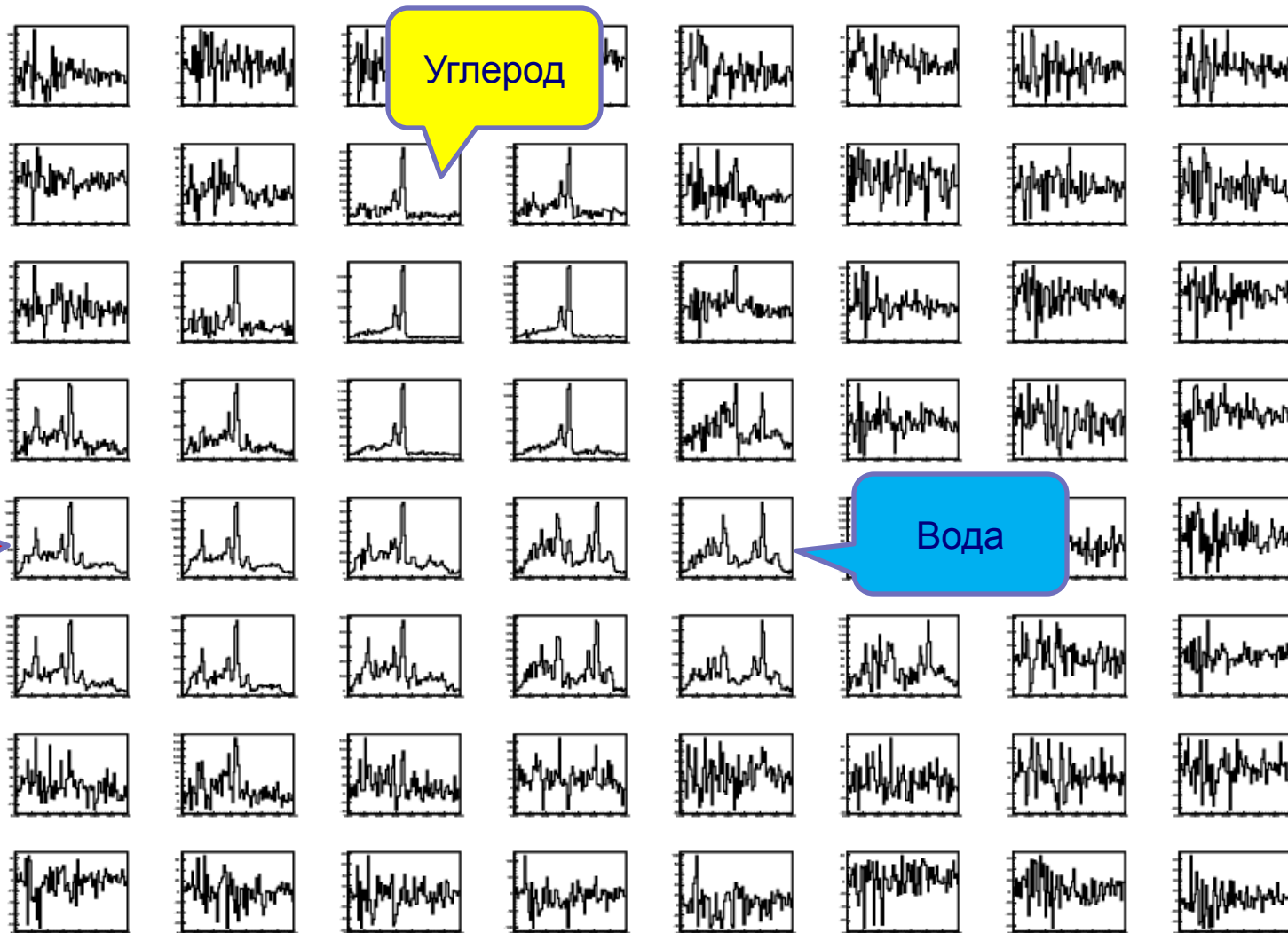


- ВНИИА им. Н.Л. Духова
- Уникальная разработка
- $I = 3 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$
- Масса – 8 кг
- Линейный размер – 300 мм
- Альфа-детектор на 64 канала

Альфа-детектор на 64 канала



64 пучка меченых нейтронов



Автоматическая идентификация 30 ВВ

- ТНТ, тринитробензол, дазин, гексонитростильбен, ПВВ-5А, ТС, ТАТБ, гексоген, окфол, окфол-3.5, ТГ-50, А-IX-3Т, ГЛ-24, изопропилнитрат, окфел-20, ОЛА-8Т, сейсмон, ЛД-70, пентолит, ПВВ-85, ТГА-16, ТМ, токаф, тетрил, селитра, аммонит, аммонит-19, ПВВ-7, ТЭН, ТА-23.

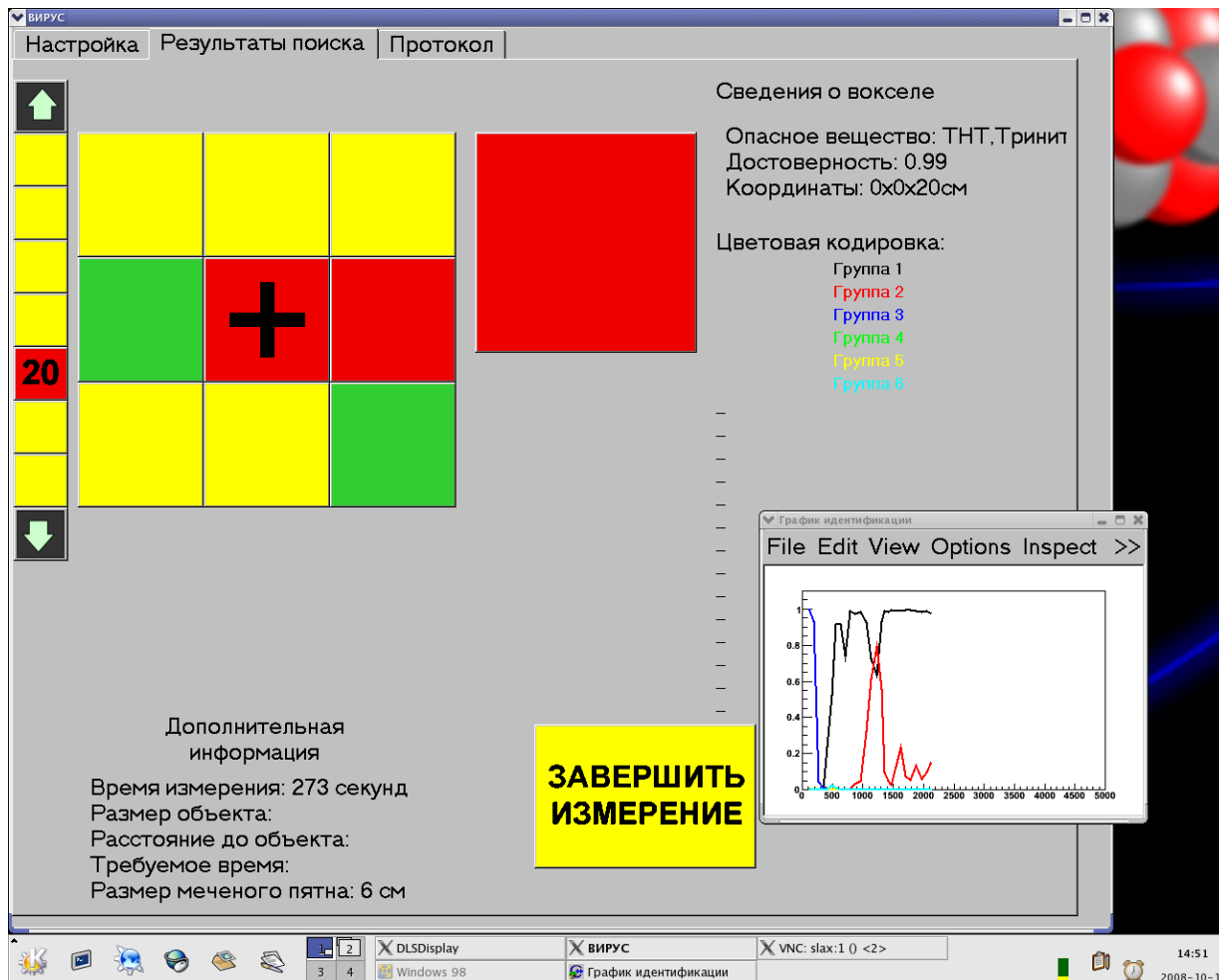
Автоматическая идентификация наркотических и сильнодействующих ядовитых веществ

- Героин, кокаин, гашиш, солутан, оксипутират натрия
- Хлорацетофенол
- В пассивном режиме – **детектор радиоактивных веществ**

Результаты идентификации ВВ

Автоматическая идентификация 30 ВВ

- Полное число тестов – 130
- Вероятность правильной идентификации – 98%
- Вероятность ложных тревог – 2%
- Время идентификации- 5 мин.



Линейка детекторов ДВИН

- Переносной детектор.
- Стационарный детектор.
- Детектор для досмотра заминированных автомобилей.
- Портал для досмотра крупногабаритных грузов.

Серийное производство - ООО «Нейтронные технологии»:

- ОАО «РОСНАНО»
- Объединенный институт ядерных исследований, Дубна
- ООО «ДВИН», Дубна



РОСНАНО
Открытое акционерное общество



Стационарный детектор



Стационарная система для обнаружения ВВ, работает в Межрегиональном пункте по исследованию и обезвреживанию взрывных устройств ФСБ РФ

- Интенсивность НГ – $1 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$
- Число меченых пучков – 64
- Число γ -детекторов – 2 шт.

Результаты работы - Physics of Elementary Particles and Atomic Nuclei, Letters. 2008. v.5, p. 743.

Детектор для досмотра заминированных автомобилей



- Интенсивность НГ – $1 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$
- Число меченых пучков – 64
- Число γ -детекторов – 6 шт.

Изготовлен по заказу Института
криминалистики ФСБ РФ

Система досмотра крупногабаритных грузов

Портал
3000x4000



Контейнер
2640x2400x2120





Продукция проекта

Система для досмотра крупногабаритных грузов

Продукт	<ul style="list-style-type: none"> Система для досмотра крупногабаритных грузов (ДВиН-4) 		
Клиенты	<ul style="list-style-type: none"> Федеральная Служба Безопасности (ФСБ РФ) Федеральная Таможенная Служба (ФТС РФ) Федеральная служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотиков (ФСКН РФ) 		
Модель	ДВиН-4	Rapiscan VEDS MC, VEDS GE, Gantry VEDs	EURITRACK
Вид			
Идентифицируемых веществ	30	Промышленные и боевые ВВ, большинство видов самодельных ВВ, наркотики класса А (гидрохлориды героина и кокаина)	4
Масса (кг)	1000	2200	~115 (без защиты)
Вероятность идентификации ВВ	98%	5 кг на расстоянии 0,3 м, 200 кг на расстоянии 1,2 м) – 90%	93%
Время обнаружения	10 мин	25-200 мм/с в режиме перемещения, 2 мин. – в неподвижном режиме	10 мин
Минимально идентифицируемая масса	25 кг	200 кг	75 кг
Стоимость системы (\$ тыс.)	872	2 500	6 135 – стоимость ОКР



Переносной детектор

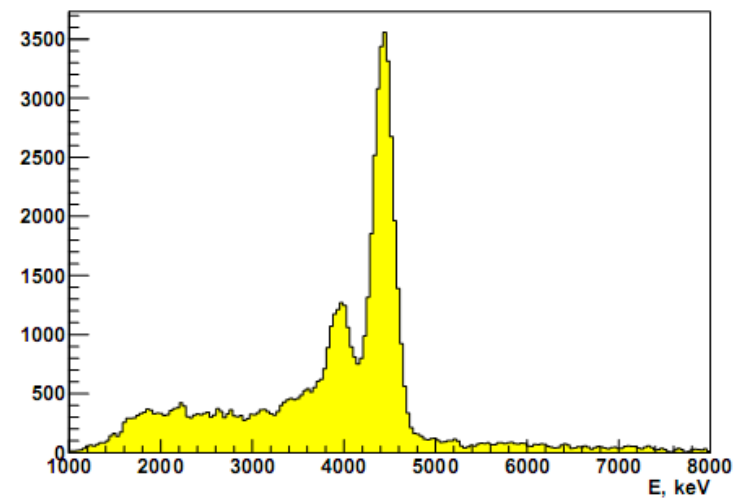


- Интенсивность НГ – $5 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$
- Число меченых пучков – 9 (64)
- Число γ -детекторов – 1 шт
- Габариты - 740x510x410 мм
- Вес – 34 (40) кг
- Время досмотра – 1-10 мин

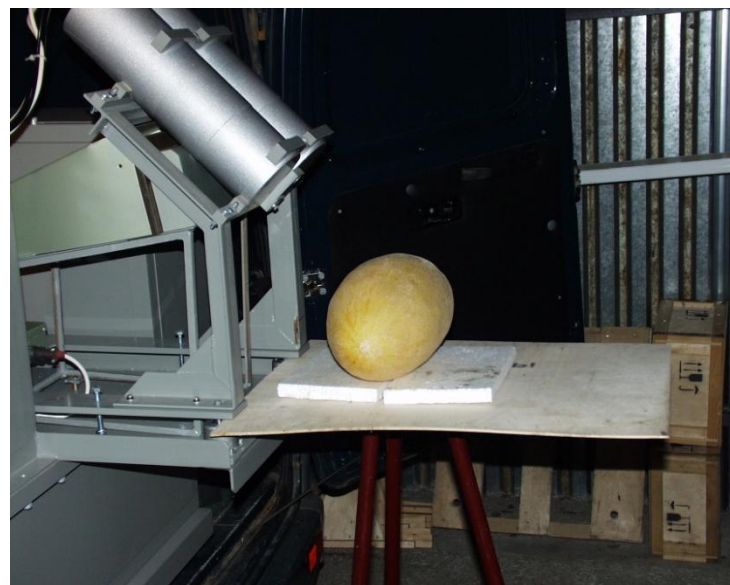
Переносной детектор

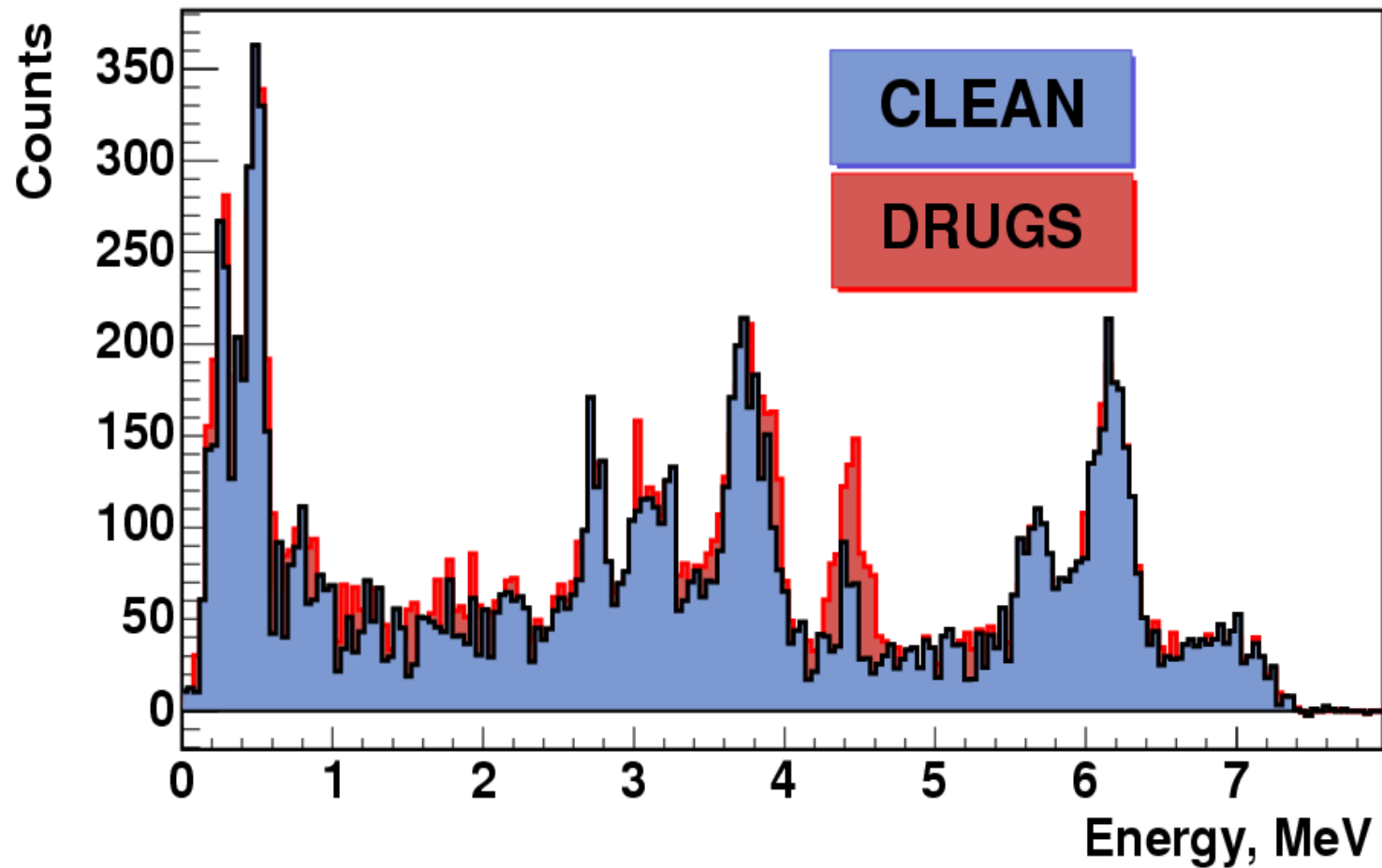


- Установлен на 21 вокзале Северо-Кавказской ЖД
- 28 систем поставлено Московскому, Петербургскому и Новосибирскому метрополитенам
- Всего выпущено 62 комплекса ДВИН-1

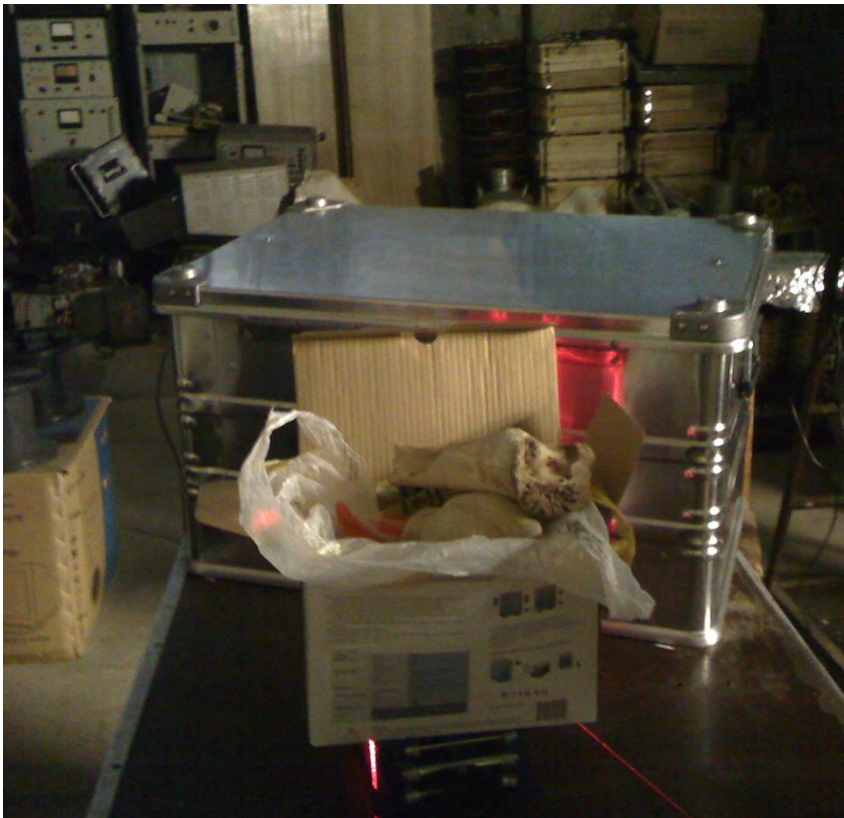


Дыня с бензином





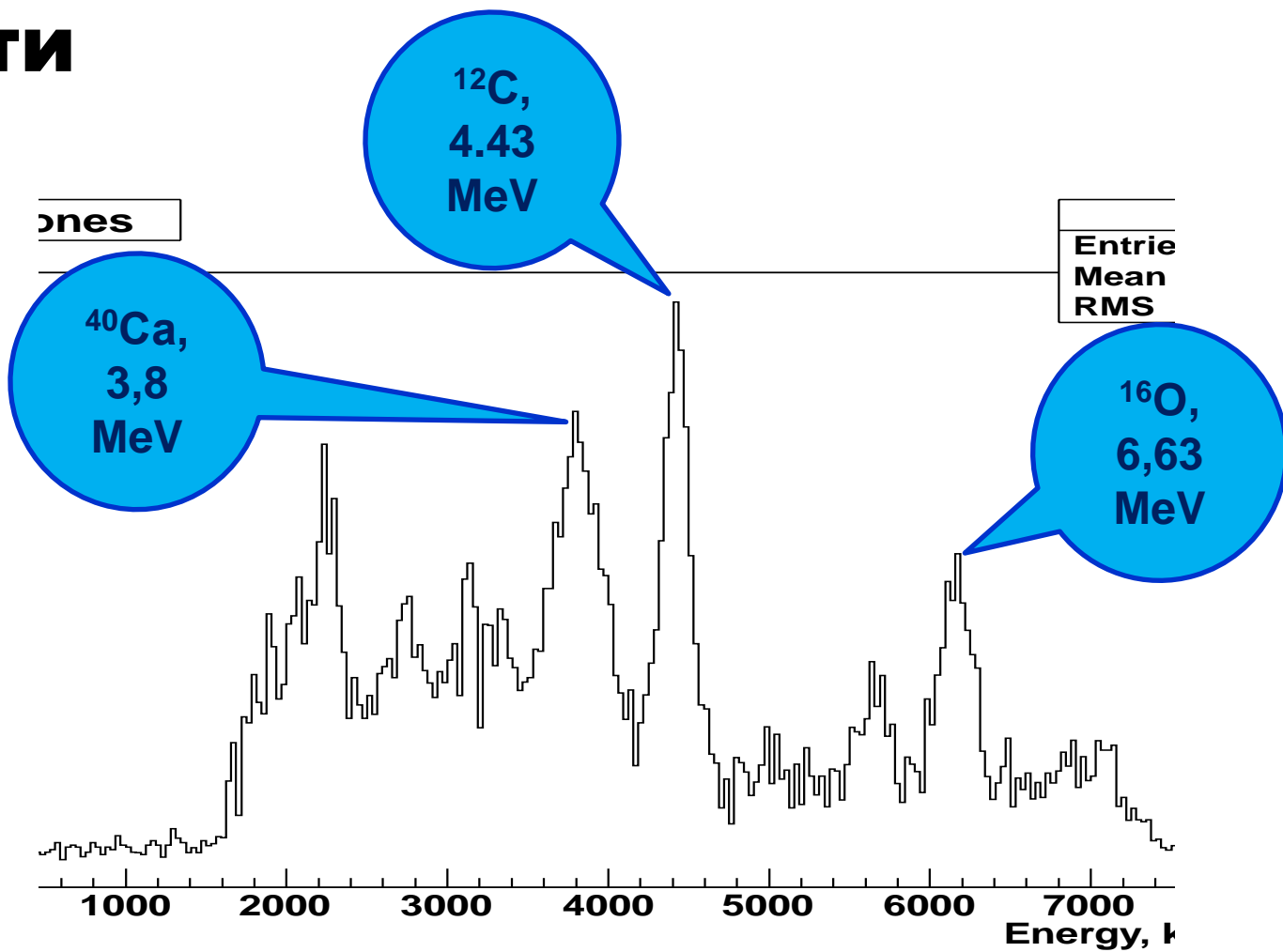
Кости в стенках



Элементный состав:

- Вода (O) 50%
- Органика (C) 28%
- Неорганика
- (~80% Ca) 22%

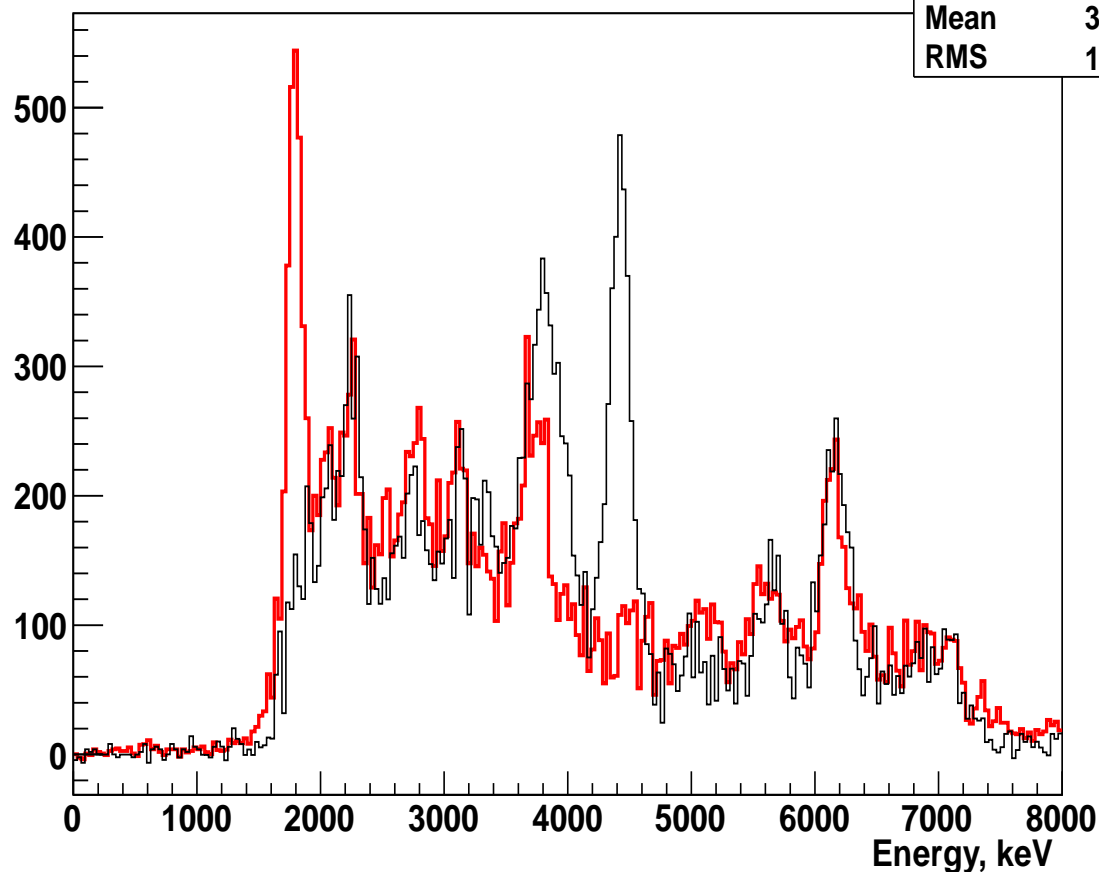
Кости



Кости и кирпич

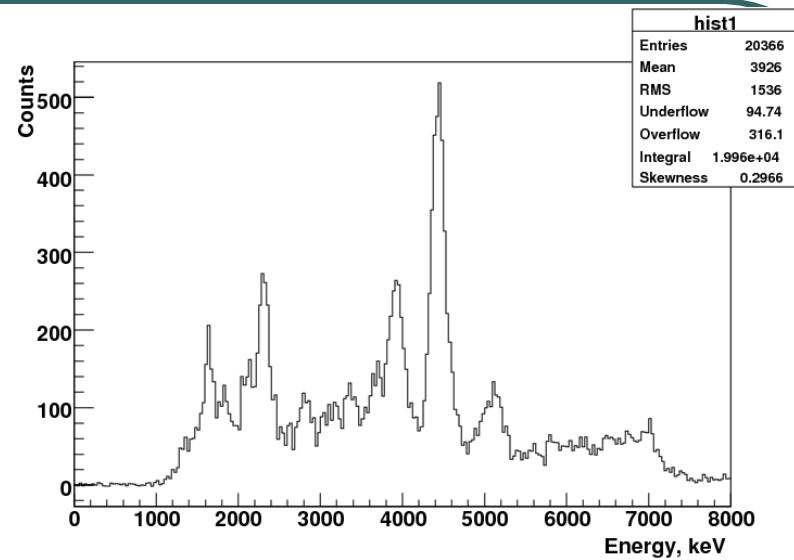
Bricks (red), fresh bones (black)

hist	
Entries	15638
Mean	3876
RMS	1722

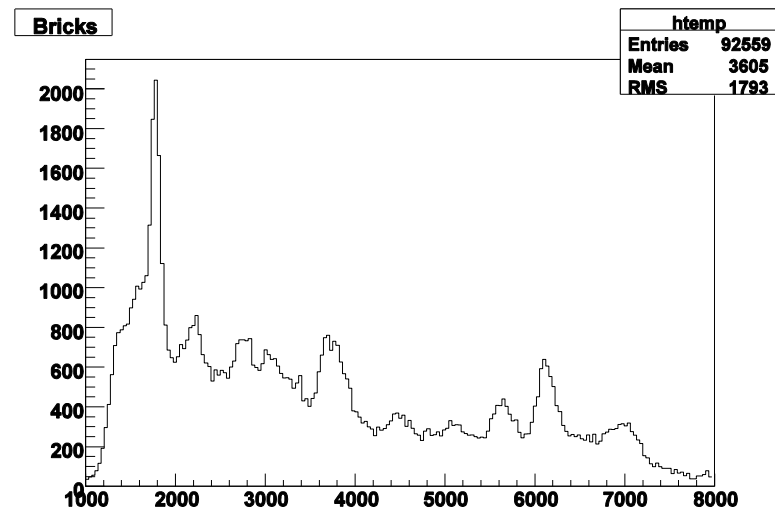


Кости (черный) и кирпич
(красный)

Закладки в стенах

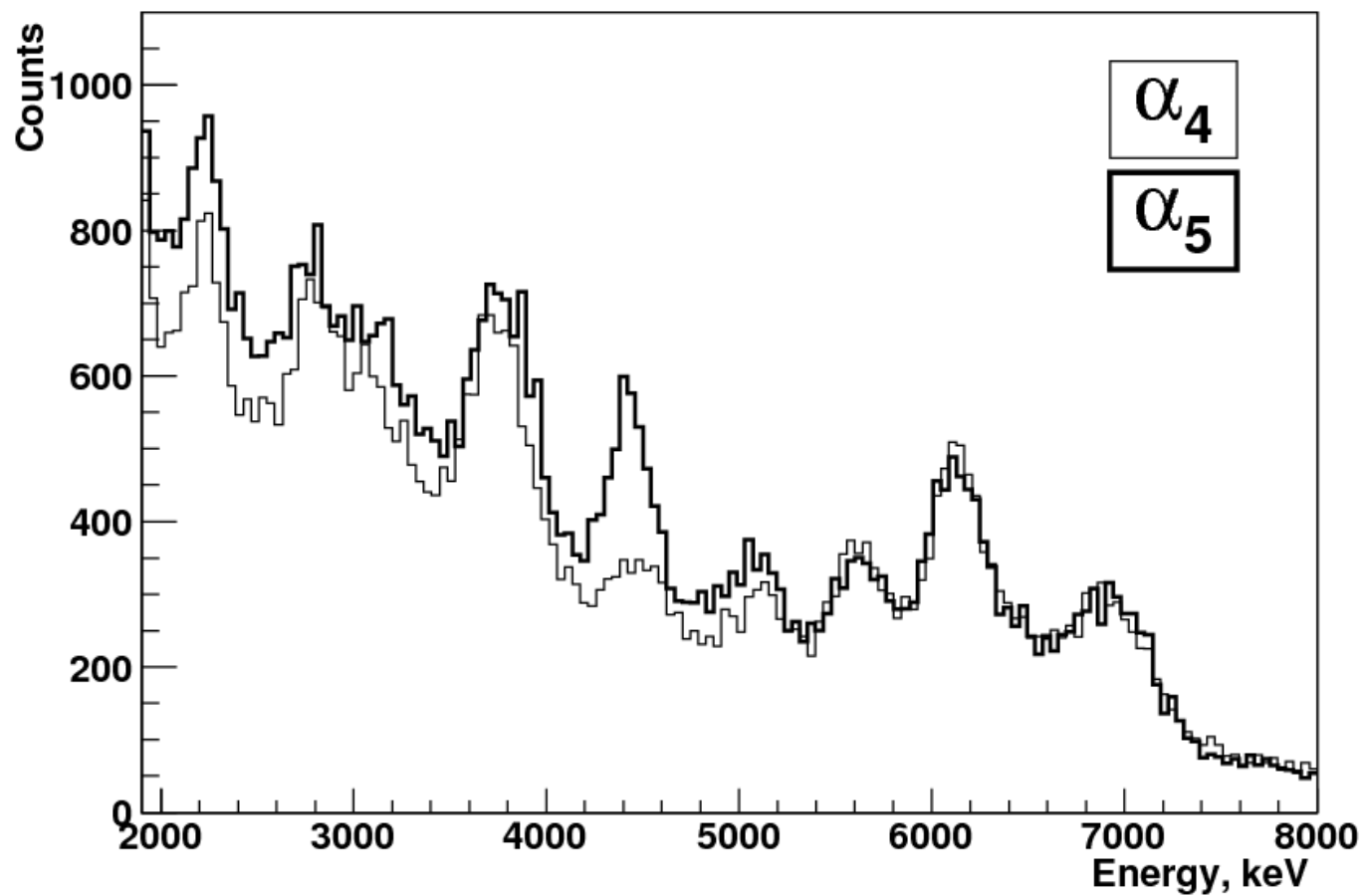


Имитатор ВВ



Кирпич

Энергетические спектры в разных меченых пучках



Облучение ягнят

Asia Pacific J Clin Nutr (1995) 4: 187-189

Whole body measurement of C, N and O using 14 MeV neutrons and the associated particle time-of-flight technique

S. Mitra¹, J. E. Wolff¹, R. Garrett² and C. W. Peters³

Growth Physiology Group, AgResearch, Ruakura, Hamilton, New Zealand;

Department of Physics, University of Auckland, Auckland, New Zealand;

Nuclear Diagnostic Systems Inc., Springfield, VA, USA.

Our aim has been to construct a portable prototype instrument for measuring the whole body composition in vivo of growing lambs in terms of fat, protein and water by determining the mass of carbon, nitrogen and oxygen present. A small and compact sealed tube neutron generator which has the capability of exploiting the associated particle time-of-flight technique has been used for prompt gamma 14 MeV neutron activation analysis of C, N and O.

The radiation dose delivered would be ~0.03 mSv.

Выводы

- Детекторы взрывчатки по методу меченых нейтронов могут обнаружить более 30 различных ВВ в объектах вплоть до морских контейнеров.
- 62 переносных детектора ДВИН-1 поставлены в метро и на вокзалы России.
- Дополнительная информация: <http://ntech.jinr.ru>