

В.Г.Егоров
ОИЯИ (Дубна) + ИТЭФ (Москва)

DANSS -

нейтринный детектор

на основе

пластмассовых

сцинтилляторов



Пусть не поймашь
нейтрино за бороду
И не посадишь в пробирку.
Было бы здорово,
чтоб Понтекорво
Взял его крепче за шкурку!

Бруно Понтекорво

В.Высоцкий

Свойства нейтрино

- 70 лет назад считалось, что нейтрино невозможно обнаружить – пробег МэВных нейтрино в воде составляет около 100 световых лет!
- Обнаружить его все же удалось (спустя 24 года),
- но до сих пор нейтрино является самой таинственной, самой притягательной и самой малоизученной, но в то же время – самой распространенной частицей во Вселенной.

Свойства нейтрино

- Малая (но не нулевая!) масса
- Нейтрино $\neq$? = Антинейтрино (Majorana/Dirac)
- Реликтовые нейтрино
- Электромагнитные свойства (Магнитный Момент ?)
- Осцилляции
- Стерильное состояние
- и т. д.

- 
- Стандартный 3GW_{th} ВВЭР-1000
- Активная зона: $\varnothing 3.12 \text{ m} \times h 3.50 \text{ m}$
- Топливо: ^{238}U (96.7%) + ^{235}U (3.3%)
- Поток антинейтрино $\sim 6 \times 10^{20} \tilde{\nu}/\text{сек}/4\pi$
 $5 \times 10^{13} \tilde{\nu}/\text{сек}/\text{cm}^2$ @10 м от центра
- Кампания: 320 дней (будет увеличена)
- Загрузка топлива: 50 дней
- 1500 кг ^{235}U сгорает
- и 311 кг ^{239}Pu нарабатывается
- это изменяет (на $\sim 10\%$) поток и энергетический спектр испускаемых нейтрино

info

Прямая регистрация реакторных нейтрино позволила бы:

- Измерять мощность реактора (N_ν)
- Определять состав топлива (E_ν)
- Уточнить сечение (ν -e) рассеяния
- Исследовать нейтринные осцилляции
- Контролировать работу реактора (томография?) *в режиме реального времени (on-line)*
- Контролировать наработку оружейного ^{239}Pu *(задачи по нераспространению)*



ОИЯИ (Дубна)

ИТЭФ (Москва)

DAISIS

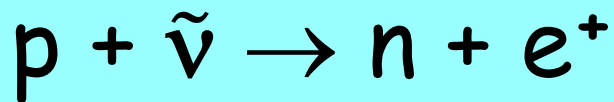


Детектор реакторных АнтиНейтрино на
основе твердого пластмассового
Сцинтиллятора

принцип: Обратный Бета-Распад
в секционированном пласт. сцинтилляторе
со слоями, содержащими Gd

Gd₂O₃

$\tau \approx 5-20 \mu s$



$^{157}\text{Gd}(n, \gamma)$

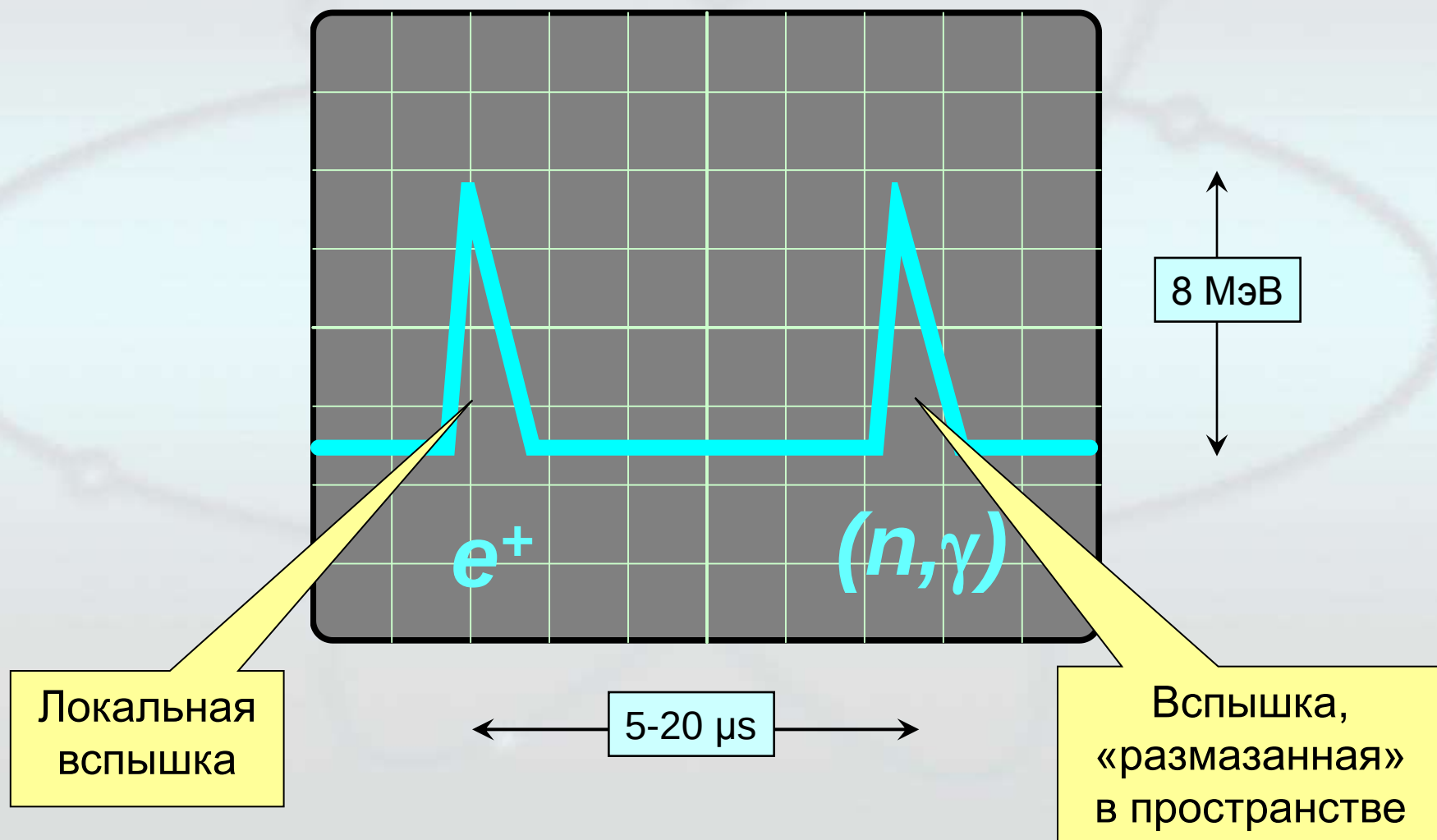
$\Sigma E_{\gamma} = 8 \text{ МэВ}$

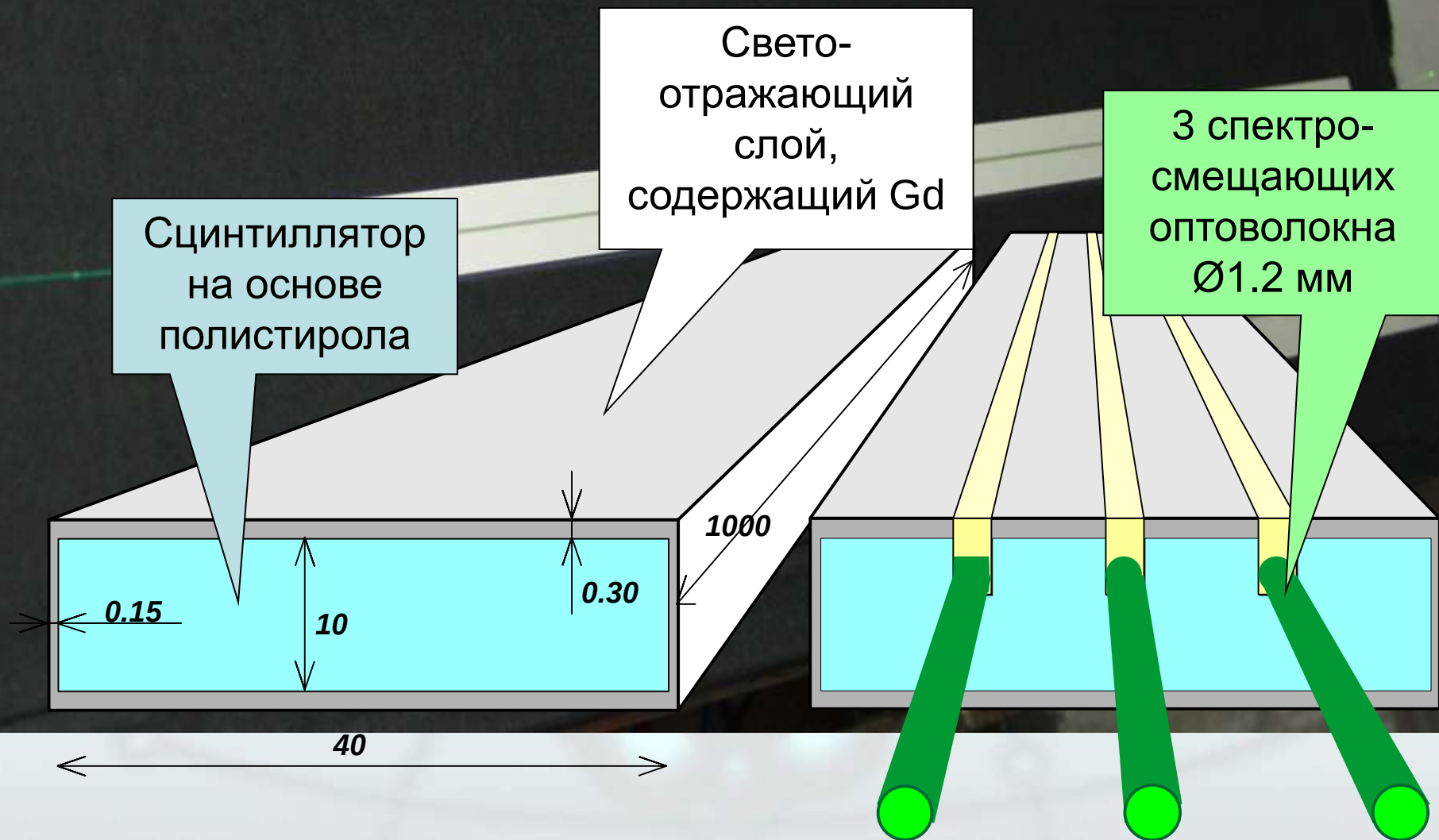
$\sigma = 255000$

e^+



Сигнатура ОБР-регистрации





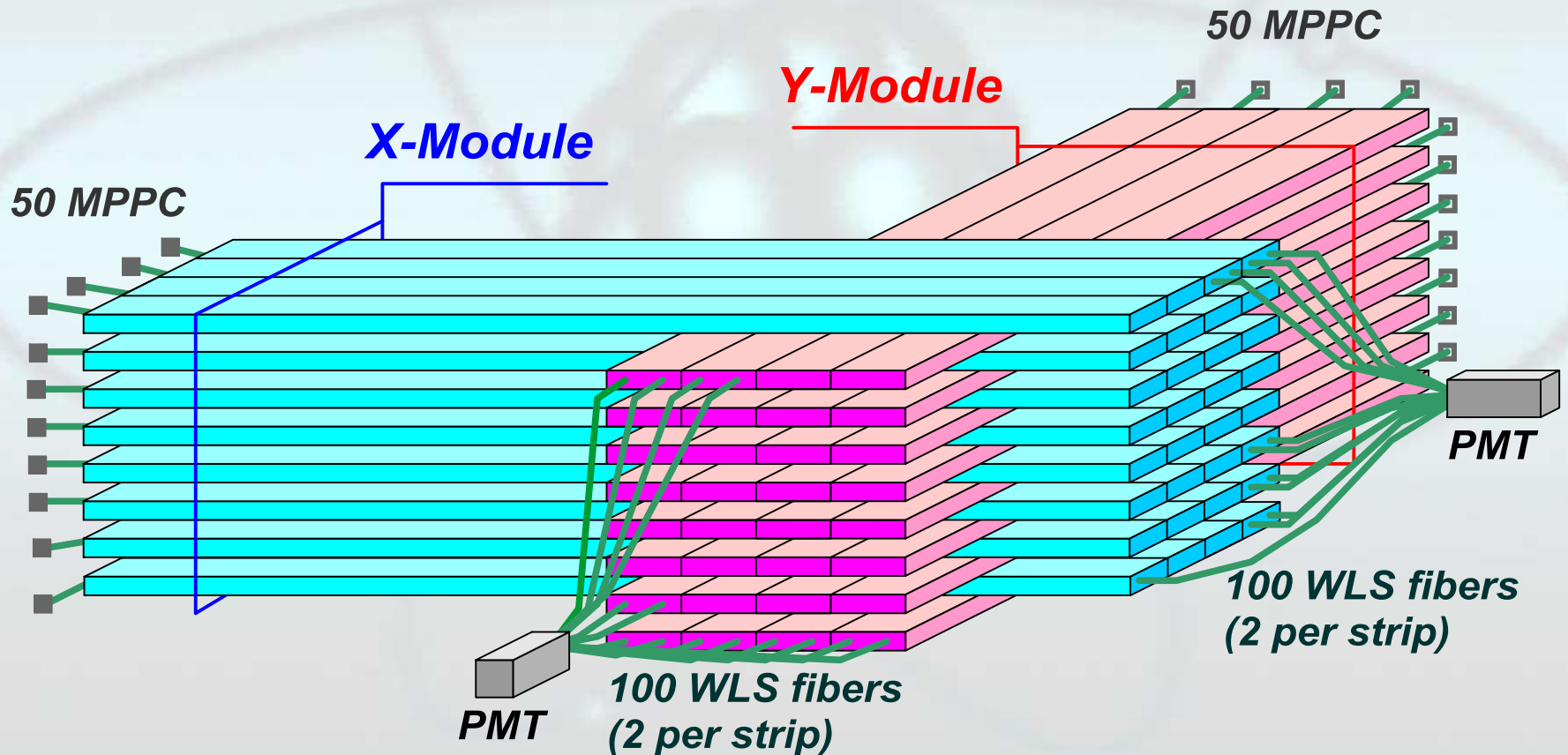
**Базовый элемент -
- сцинтилл. ячейка («стрип»)**

Неиспользуемые
концы WLS-фибр
покрыты
зеркальной краской

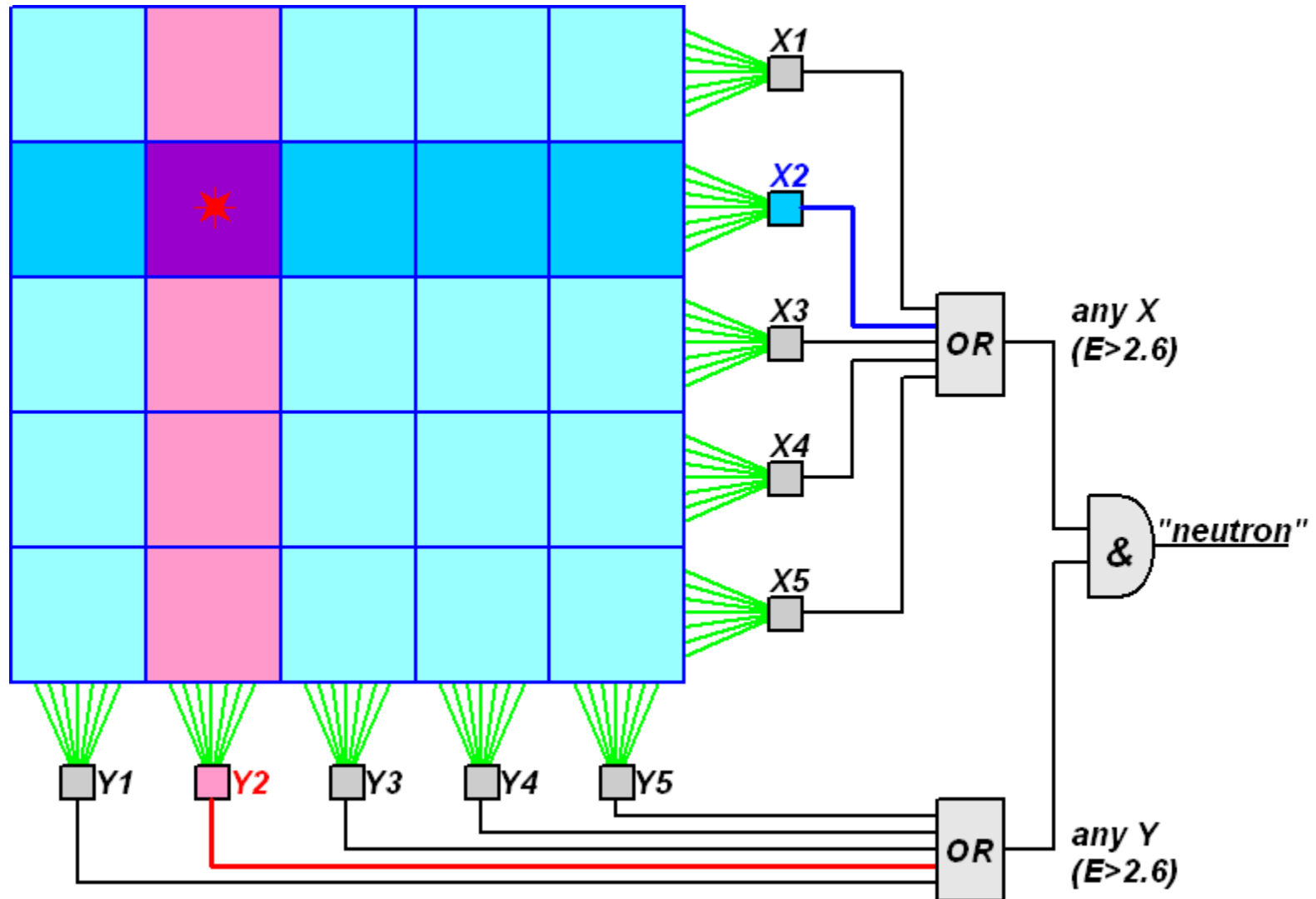


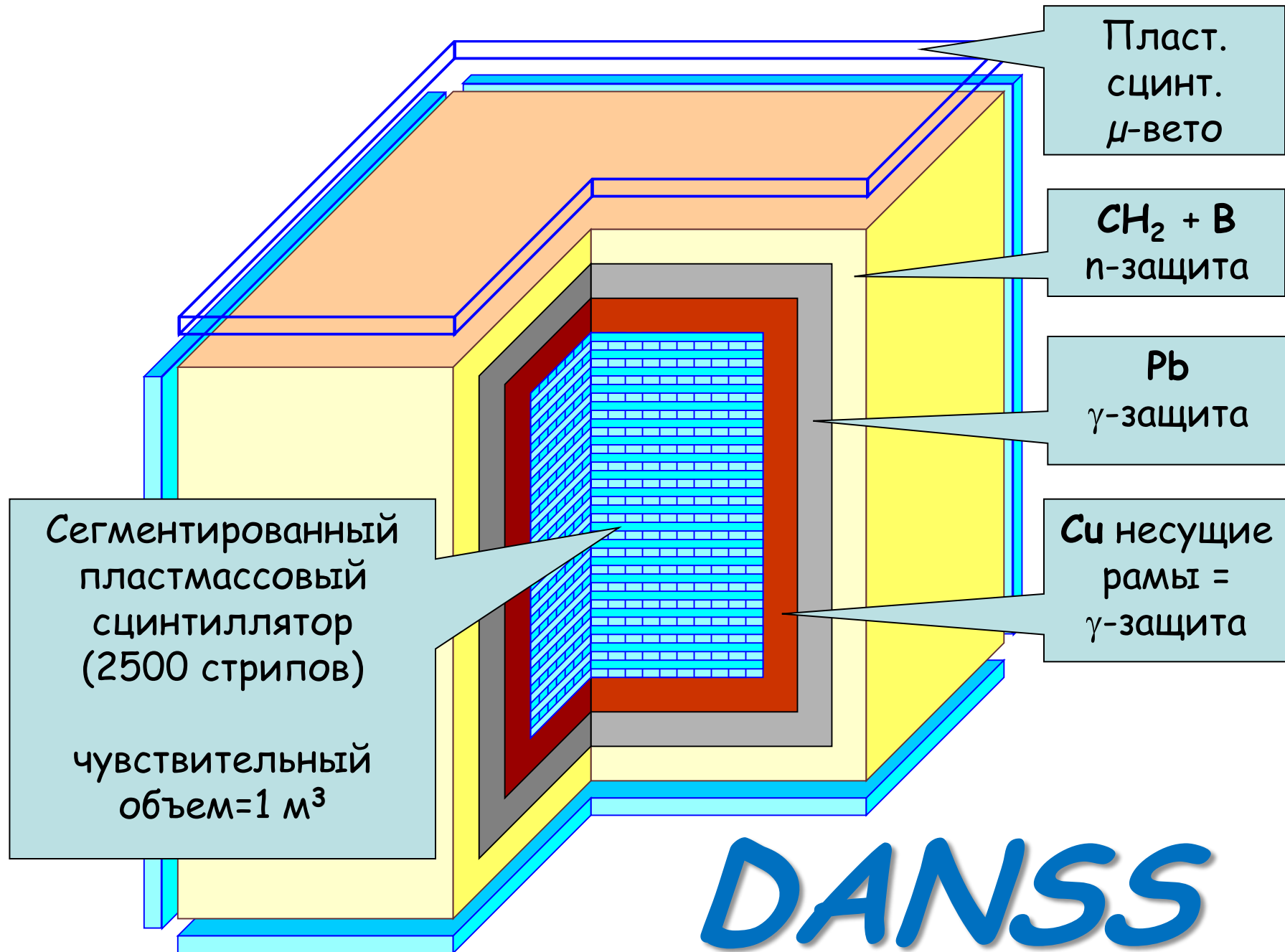
Концепция детектора: модульная структура

параллельные стрипы (50) объединены во взаимно пересекающиеся X- и Y-модули (20×20×100 см)



«Жесткий» триггер =
= (X-Y совпадения сигналов с ФЭУ)





Дубна 2010

Пробная секция для отработки
мех. конструкции, способов
съема сигнала, типа ФЭУ и т.д.



Дубна 2010



Дубна 2010



Дубна 2010



Дубна 2010



Ожидаемые параметры:

- Чувствительный объем: 1 м^3
- Вес с защитой: 13 тонн
- Состав: 5 секций ($1\text{м} \times 1\text{м} \times 0.2\text{м}$)
- Эффективность регистрации ОБР: $\sim 72\%$
- Скорость счета: $\sim 10^4$ ОБР-событий/сут. @11 м
- Фон: 40-50 событий/сутки
- Энерг. разрешение: $\sigma \leq 30\%$ @ $E_\nu = 4 \text{ МэВ}$
- Сроки: секция №0 – 2010
 секции №1-3 – 2011 №4-5 – 2012
 подъемный механизм + защита – 2012
 монтаж – 2013
- Пробный модуль – DANSSino – 2012

Ожидаемые параметры:

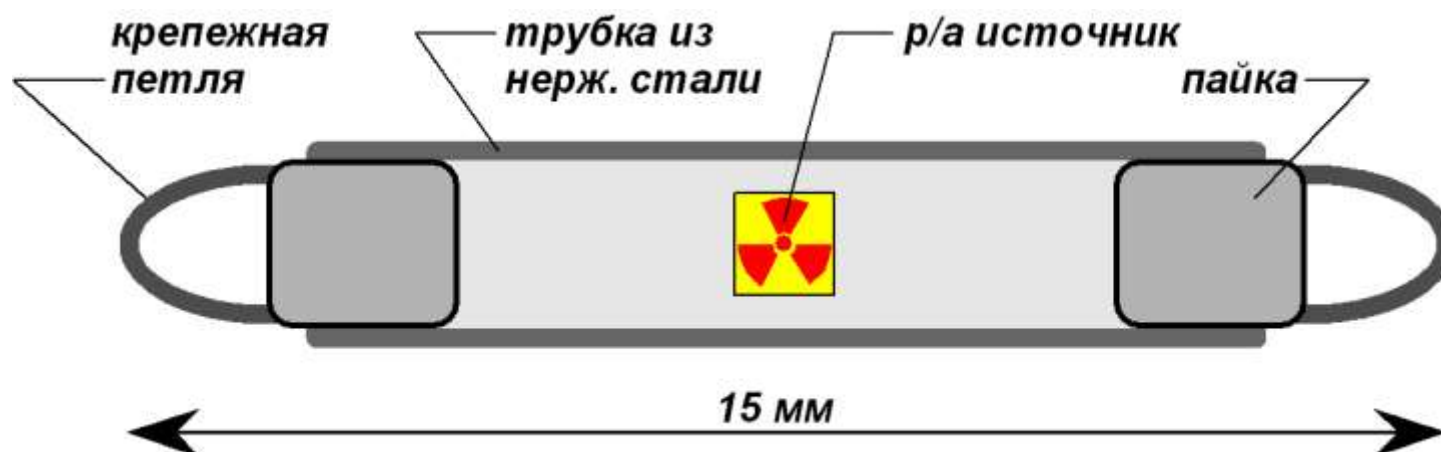
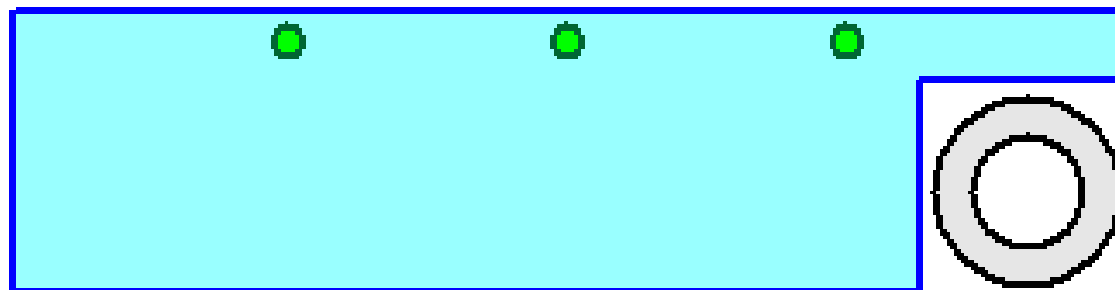
- Точность измерения мощности реактора:
 ≤ 1.3 % за сутки
- Томография (с тремя детекторами):
10 см
- Точность контроля за количеством ^{239}Pu :
3-4% за 5 суток
- Чувствительность к короткопробежным осцилляциям в стерильное состояние:
рекордная

Калибровочные р/а источники

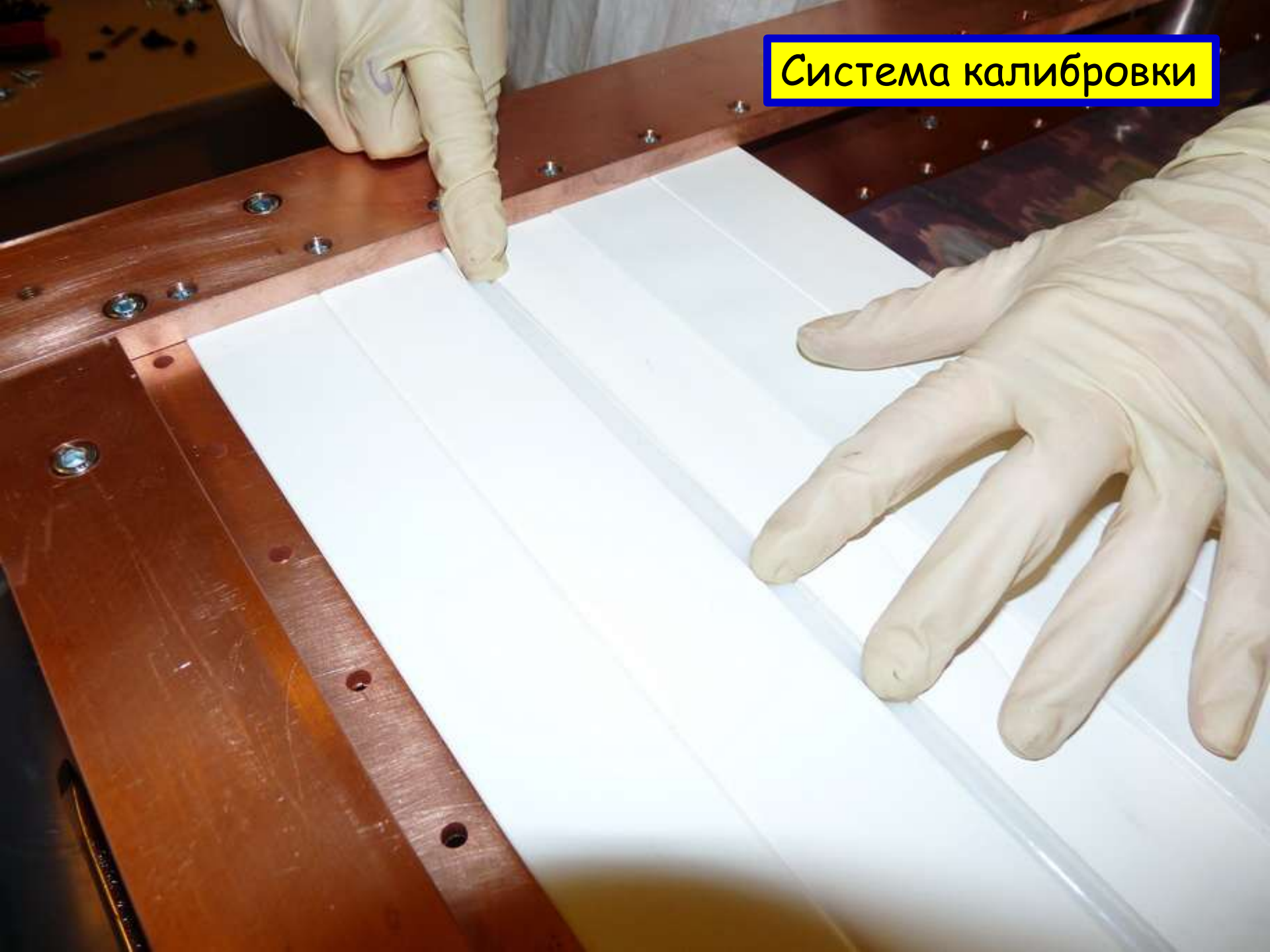
Изотоп	Тип распада	Период	Вид излучения	Суммарное энерговыделение	Актив-ность
^{22}Na	β^+	2.6 года	$\gamma^{511} + \gamma^{511} + \gamma^{1274}$	2.30 МэВ	20 Бк
^{60}Co	β^-	5.3 года	$\gamma^{1173} + \gamma^{1332}$	2.51 МэВ	20 Бк
^{113}Sn	ϵ	115 дней	γ^{392}	0.39 МэВ	100 Бк
^{137}Cs	β^-	30 лет	γ^{661}	0.66 МэВ	100 Бк
^{82}Sr	β^+	25 дней	$\beta^+ 3378$	4.40 МэВ	20 Бк
^{106}Ru	β^-	372 дня	$\beta^-2407 + \gamma^{622} + \gamma^{512}$	3.54 МэВ	20 Бк
^{248}Cm	$\alpha, f(8\%)$	$3.5 \cdot 10^5$ лет	($k \approx 3$) нейтронов	*	20 Бк

Система калибровки





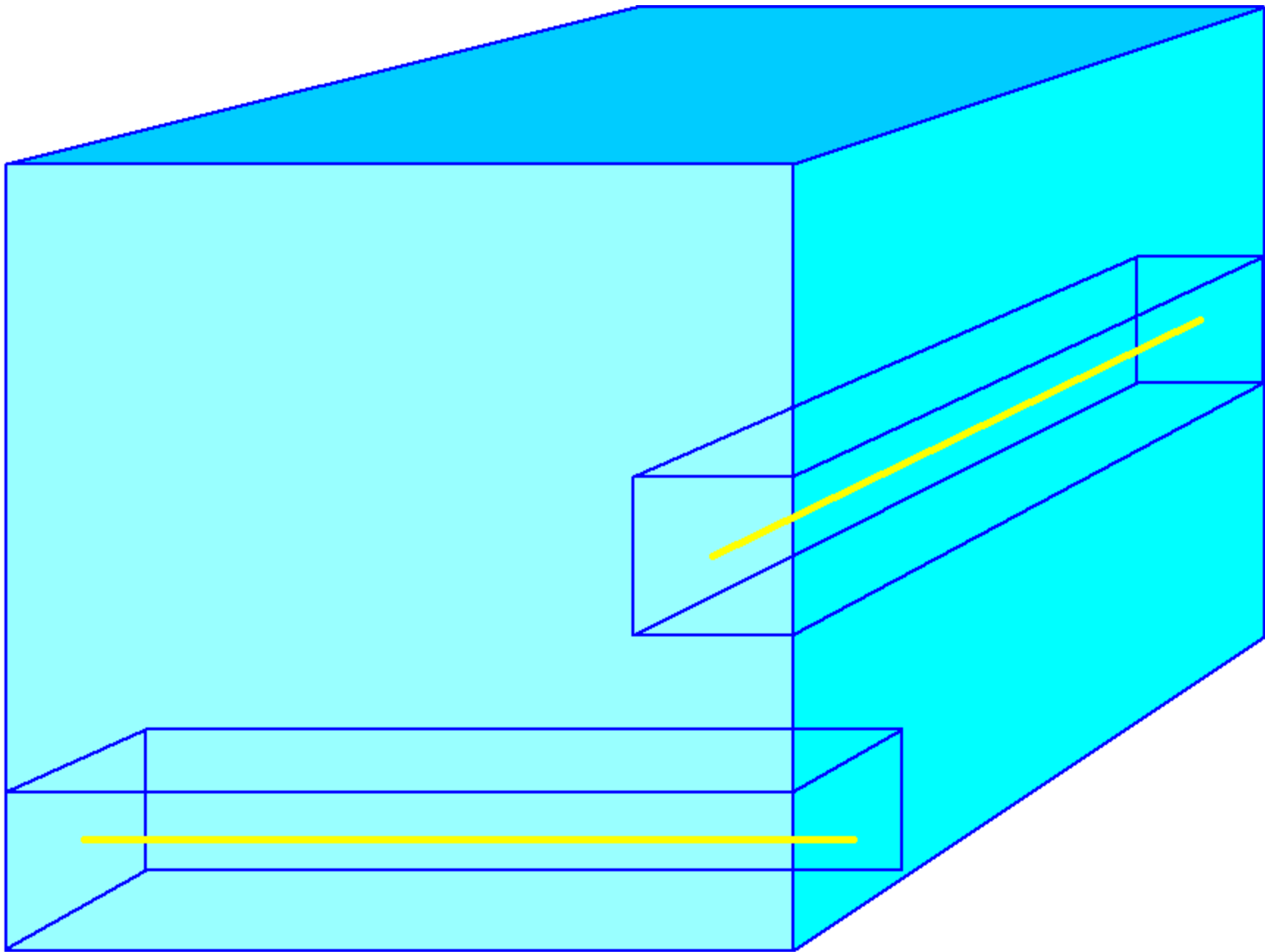
Система калибровки





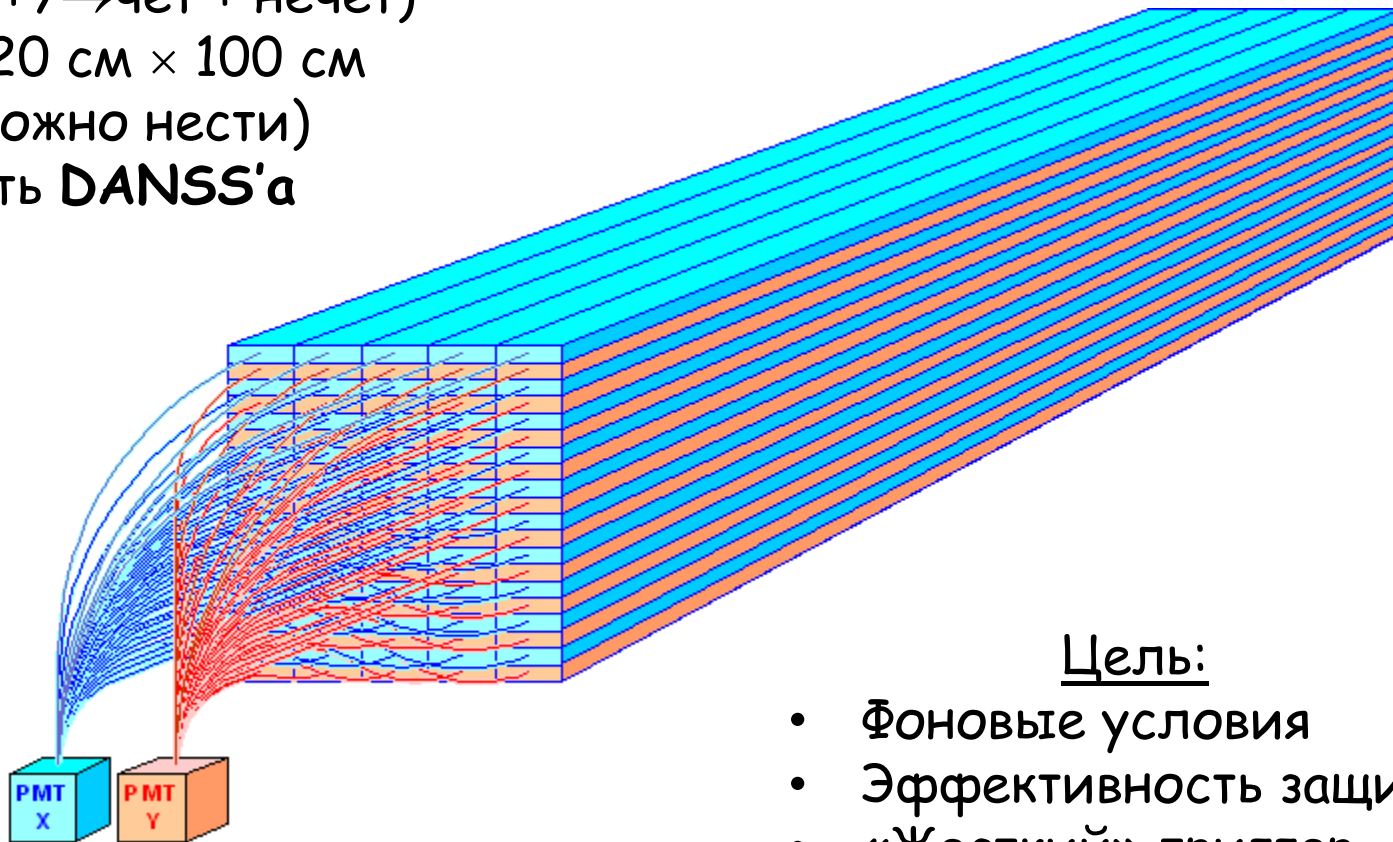
Система калибровки

«калибровочная»
X-Y плоскость



"DANSSino"

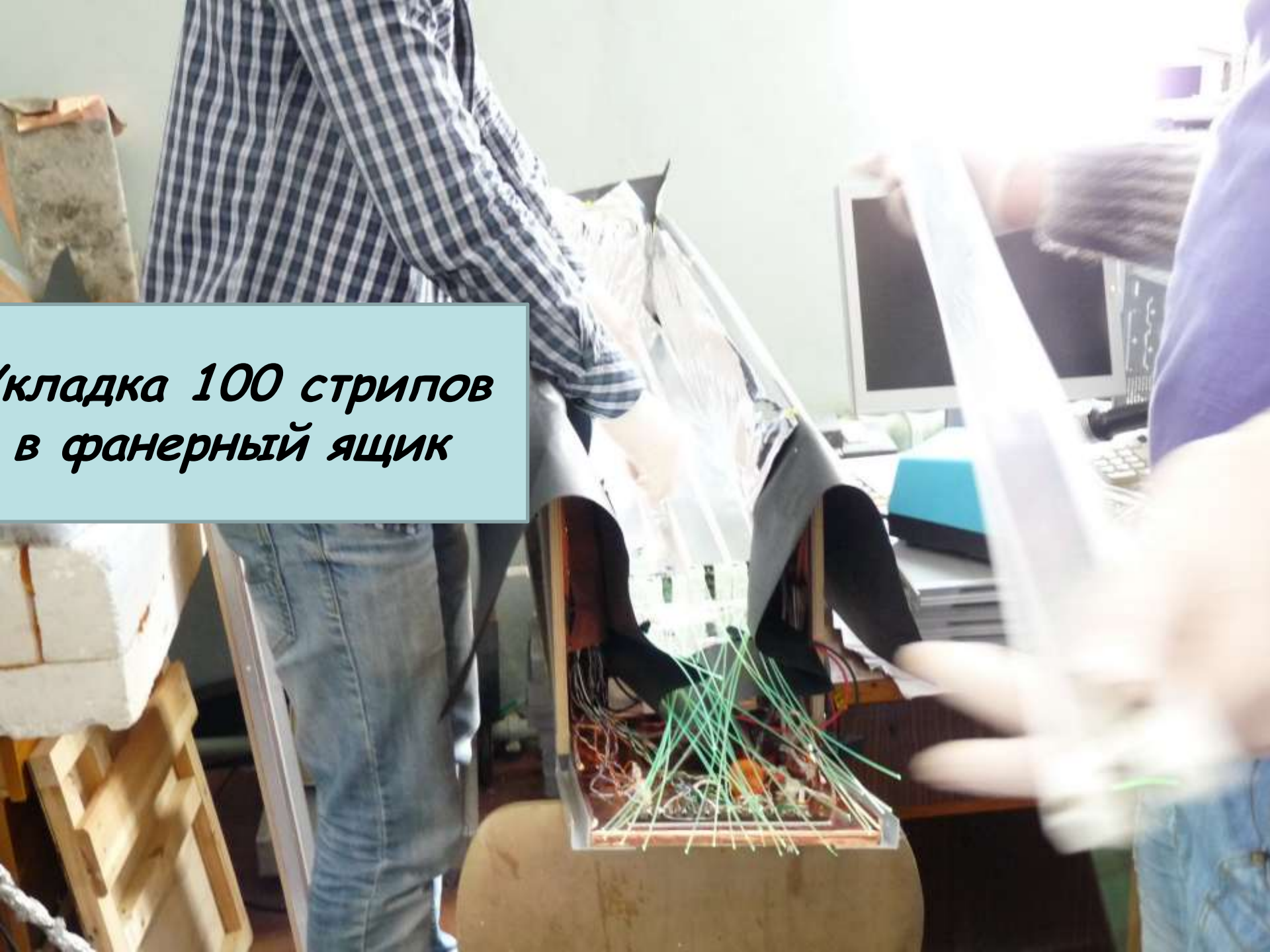
50+50=100 стрипов
2 ФЭУ ($X+Y \rightarrow \text{чет} + \text{нечет}$)
20 см × 20 см × 100 см
40 кг (можно нести)
1/25 часть DANSS'a



Цель:

- Фоновые условия
- Эффективность защиты
- «Жесткий» триггер
- IBD счет (400/день)

*укладка 100 стрипов
в фанерный ящик*

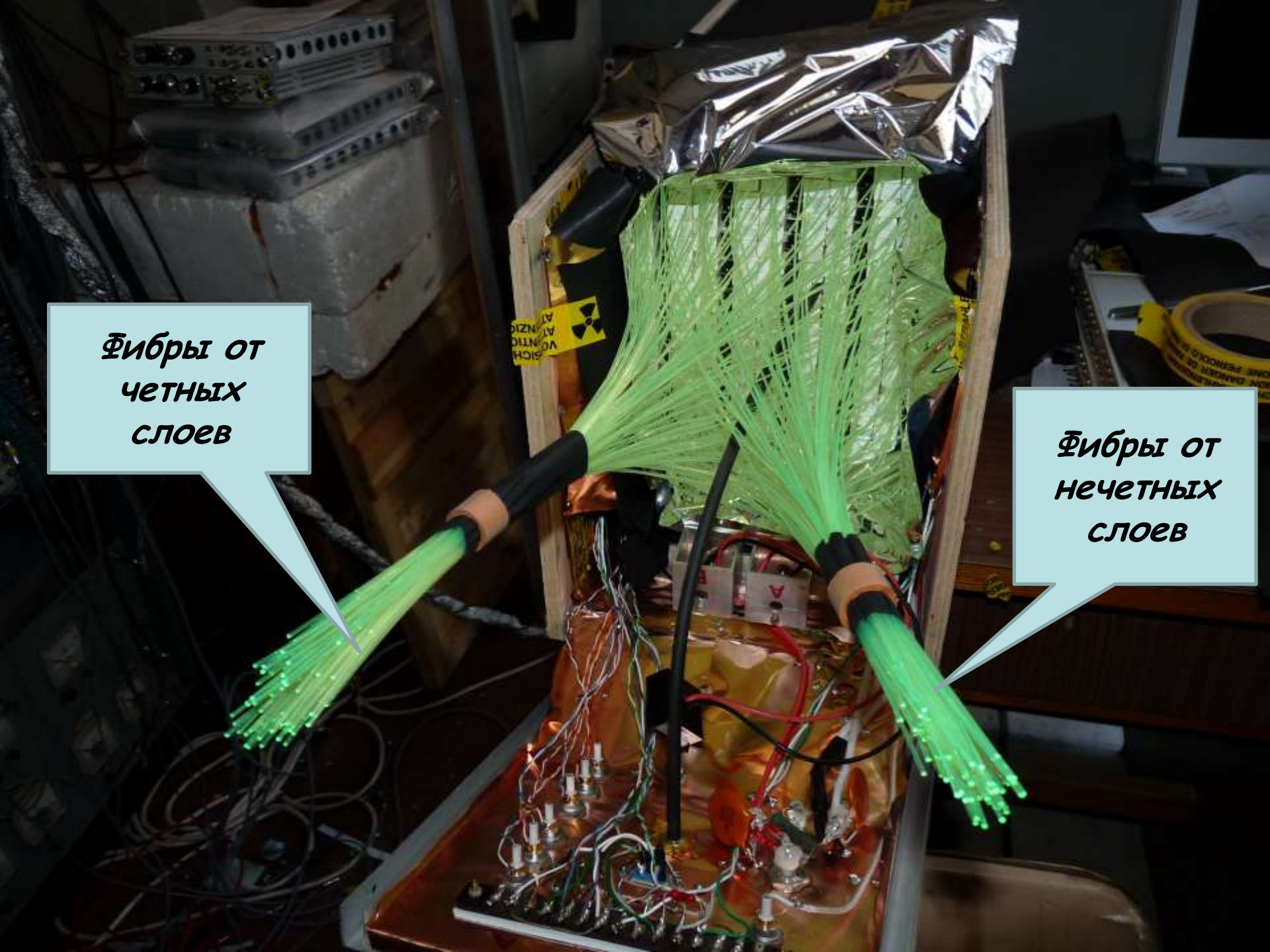






*Фибры от
четных
слоев*

*Фибры от
нечетных
слоев*



DANSSino

Дана

краска

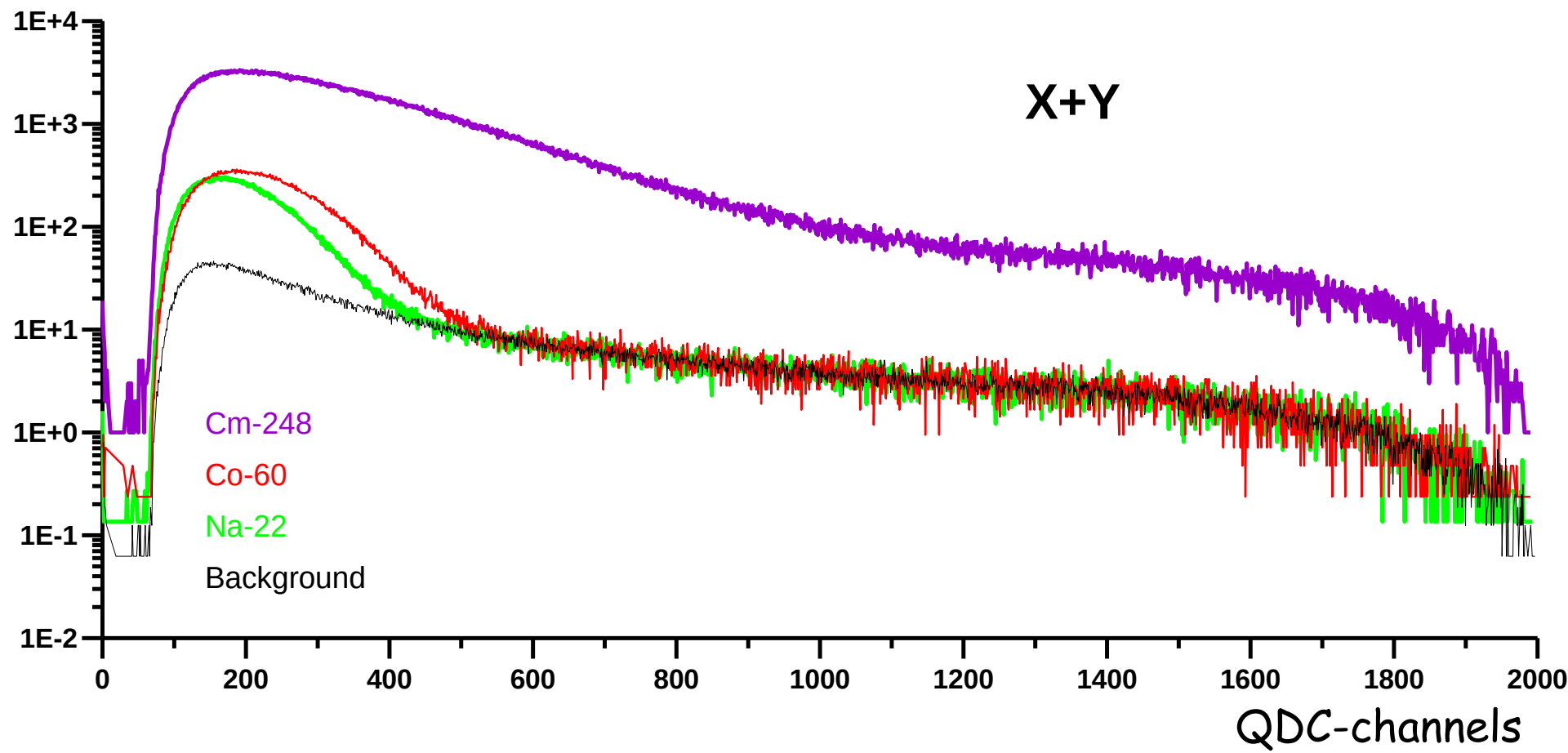




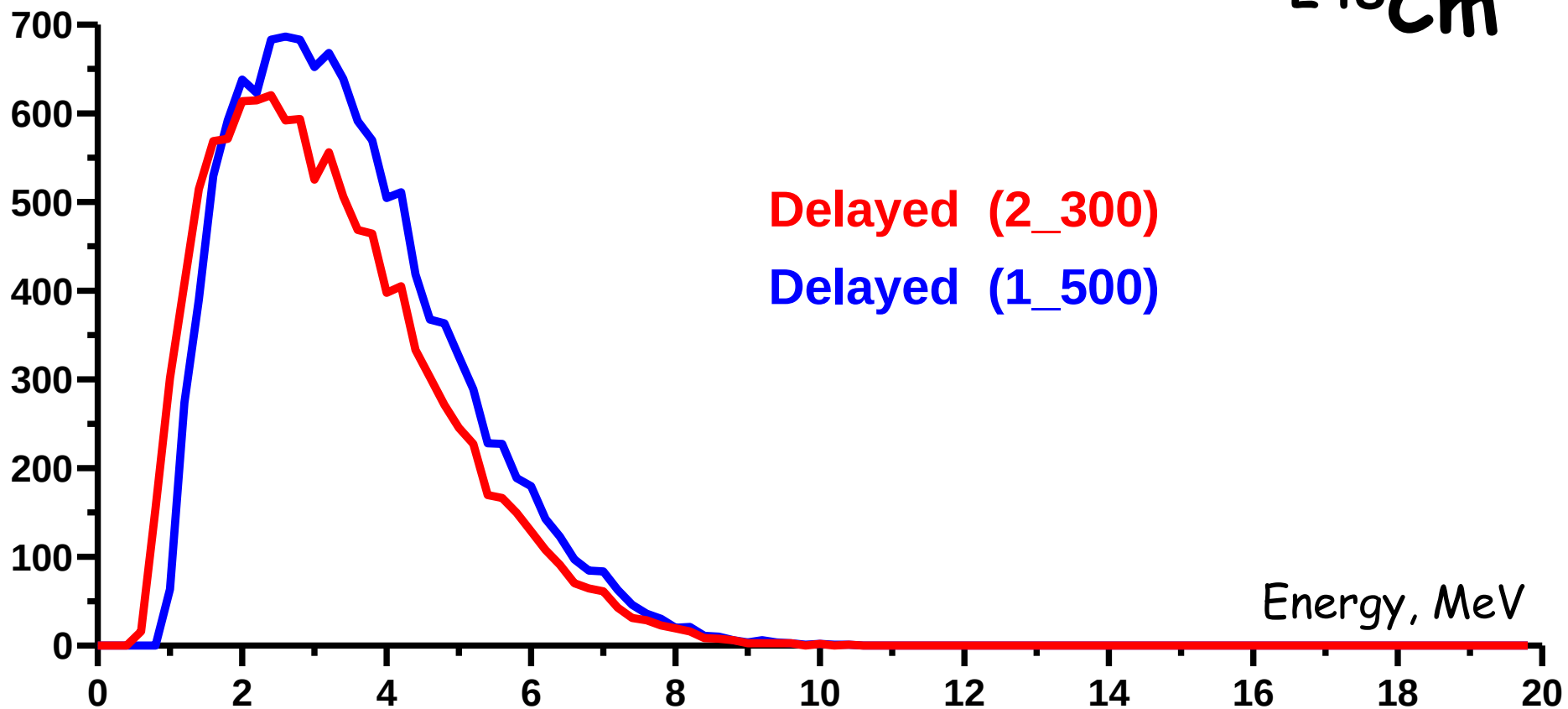
удомля 285 км



Реактор там (в 10 метрах)



^{248}Cm



^{248}Cm

