

«...сегодня мы находимся на таком этапе,
когда главное слово должен сказать
эксперимент.»

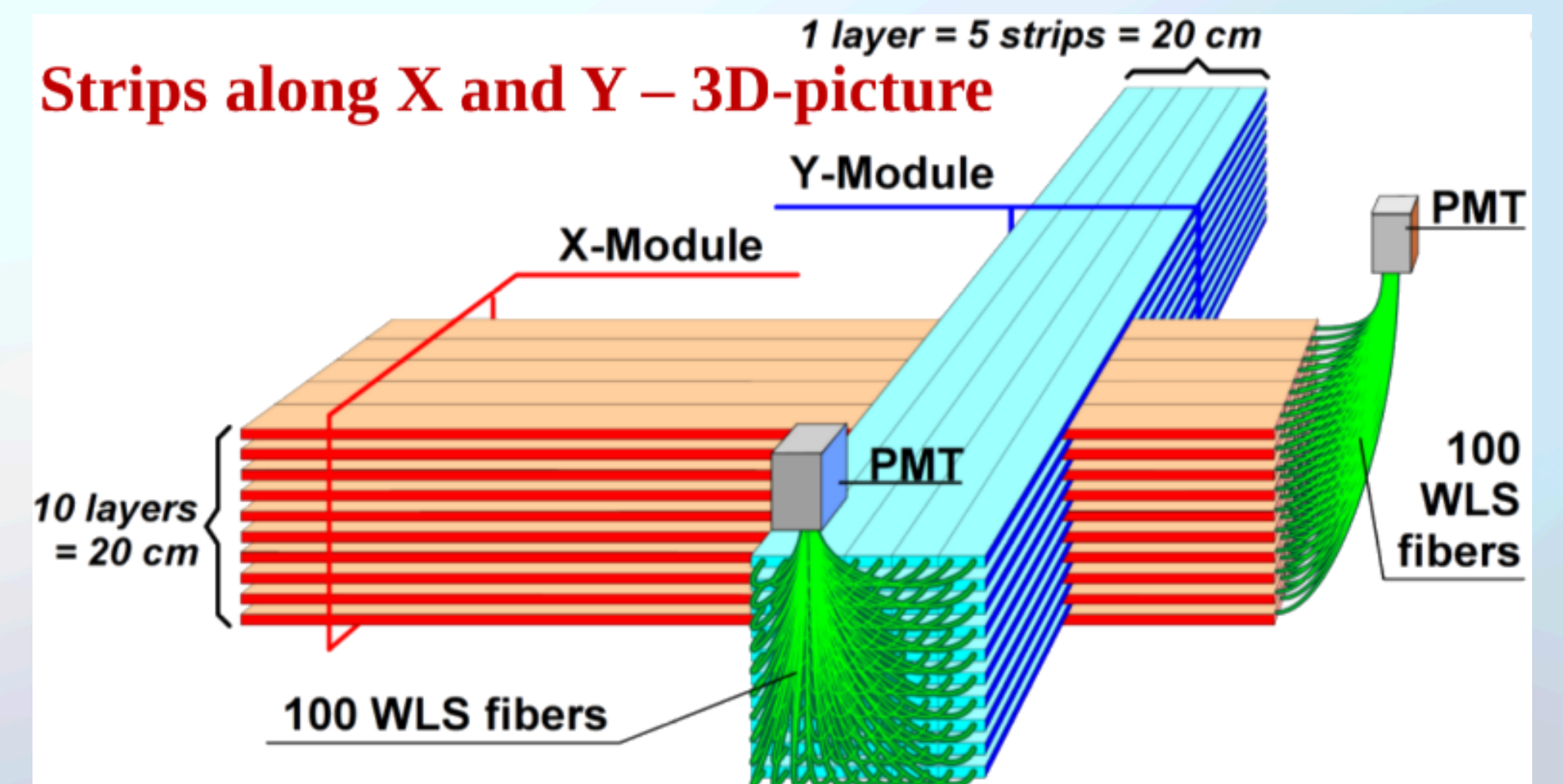
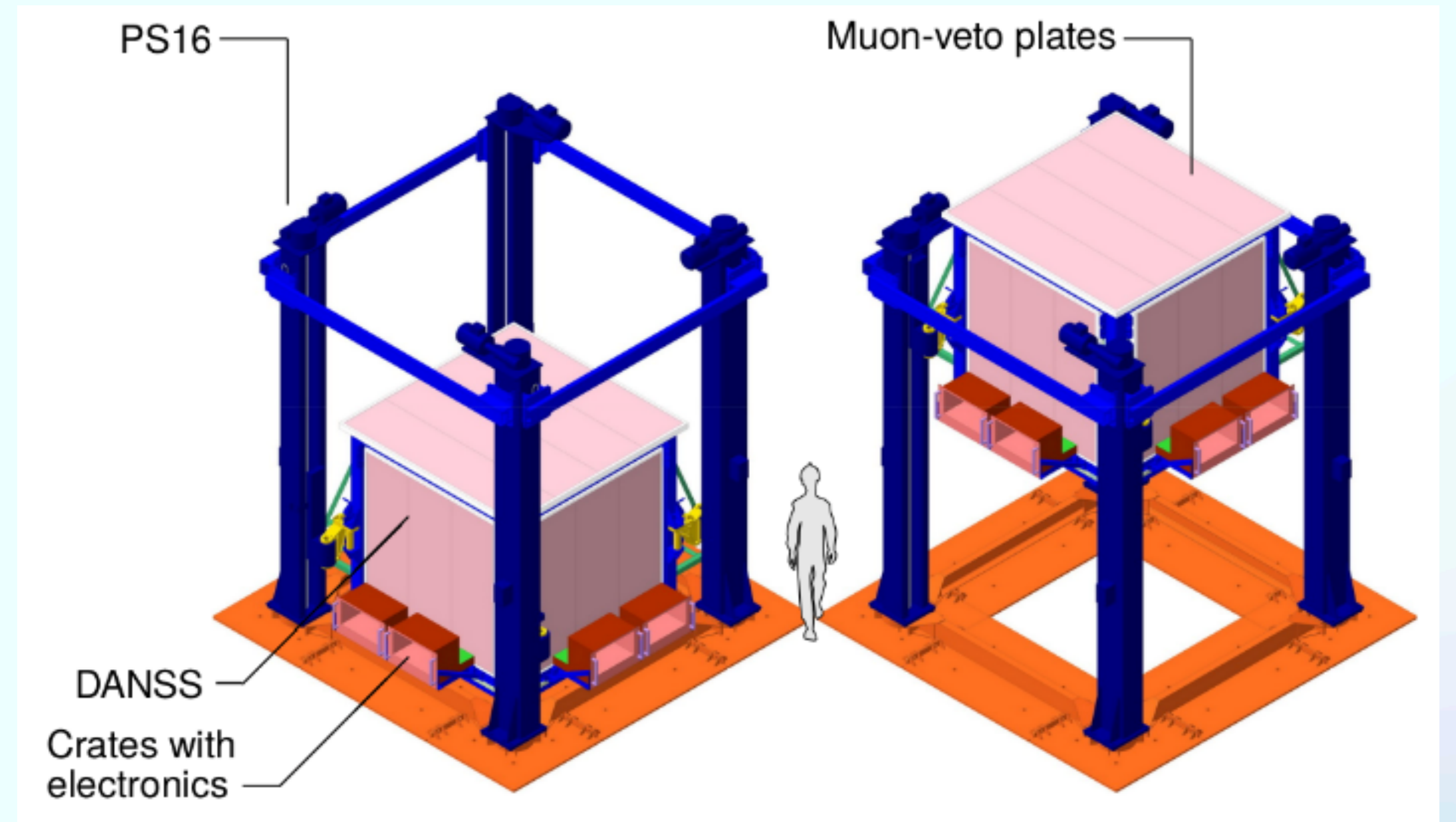


Модернизация детектора DANSS

Сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН,
Посвященная 70-летию со дня рождения академика РАН Валерия Анатольевича Рубакова.

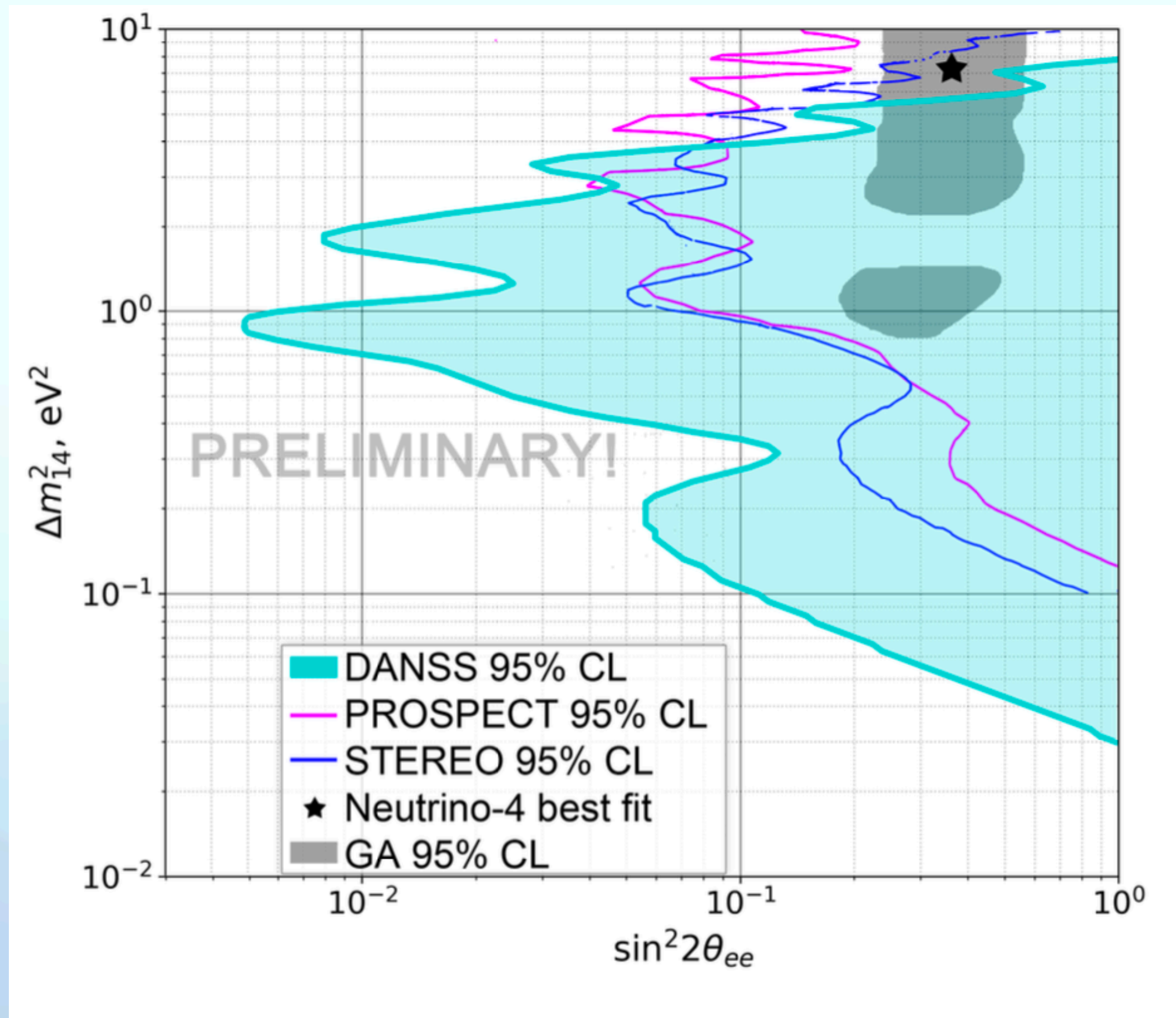
Детектор DANSS

- Расположен под $3.1 \text{ GW}_{\text{th}}$ энергетическим реактором $\sim 5 \cdot 10^{13} \text{ v} \cdot \text{cm}^{-2} \text{c}^{-1} @ 11 \text{m}$
- Защита от космического излучения $\sim 50 \text{ мвэ}$
- Подъемная система позволяет изменять расстояние от центра активной зоны реактора в пределах **10.9 – 12.9 м** без выключения установки
- Двойное считывание сигнала: PMT (группы по 50) и SiPM (индивидуальное)
- SiPM: **18.9 ф.э./МэВ** & 0.37 X-talk
- PMT: **15.3 ф.э./МэВ**
- 2500 ячеек = **1 м³** чувствительного объёма
- ОБР ($\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$)

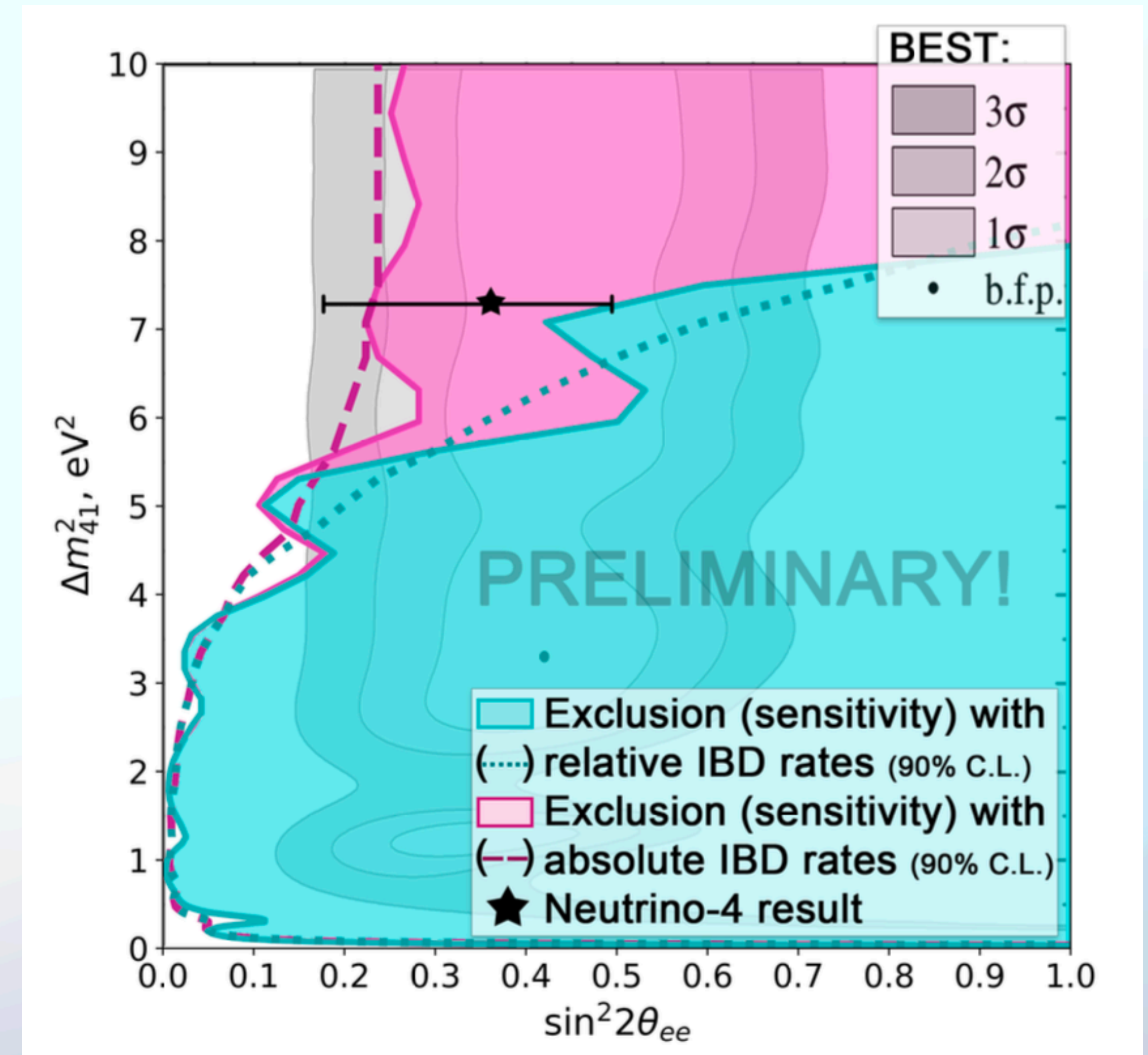


Пределы на параметры стерильного нейтрино

(Доклад Н. Скробовой)



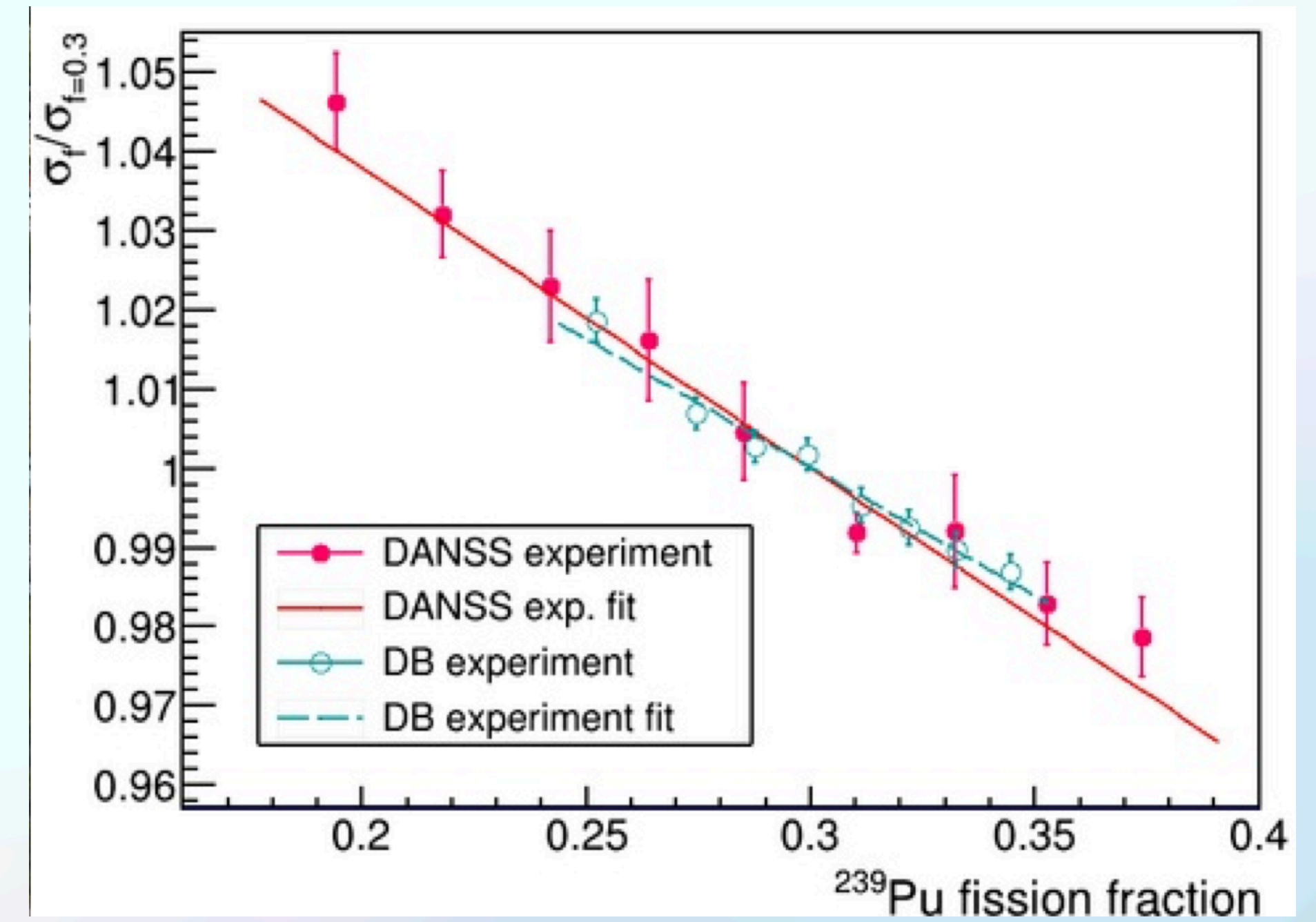
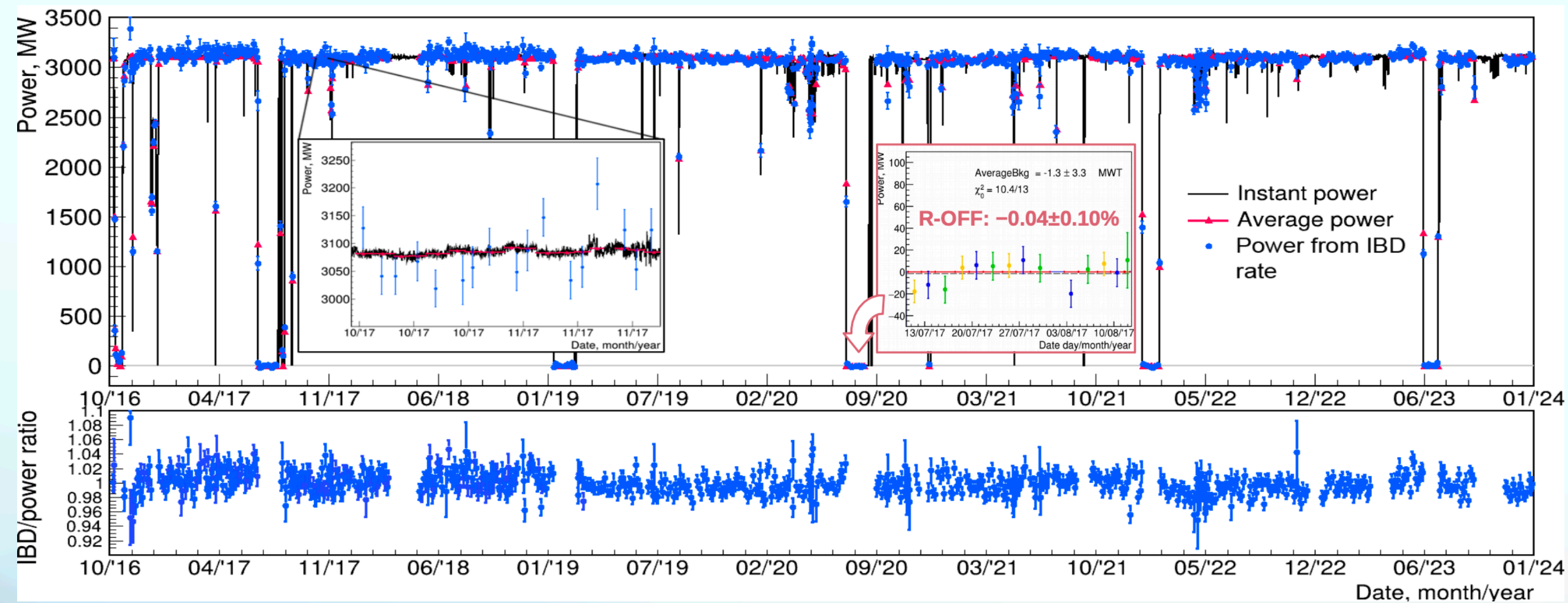
Ограничение на параметры СН
без использования абсолютных счетов



Ограничение на параметры СН
с использованием абсолютных счетов

Реакторный мониторинг и доли деления

(Доклад Д. Свириды)



Ограничения детектора DANSS

- Существенным ограничением для поиска СН является разрешение детектора

34% @ 1 МэВ

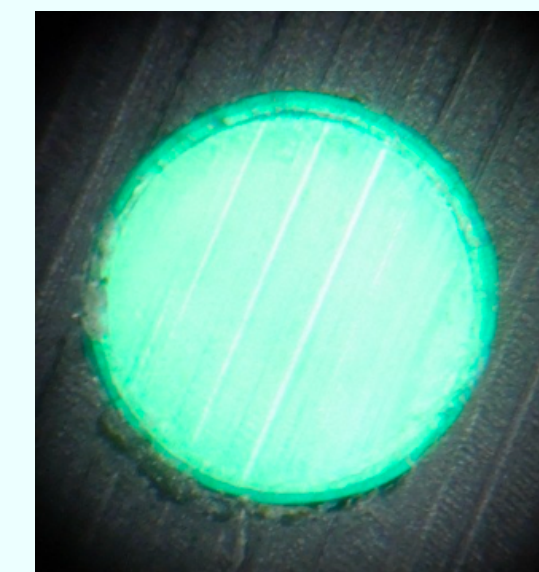
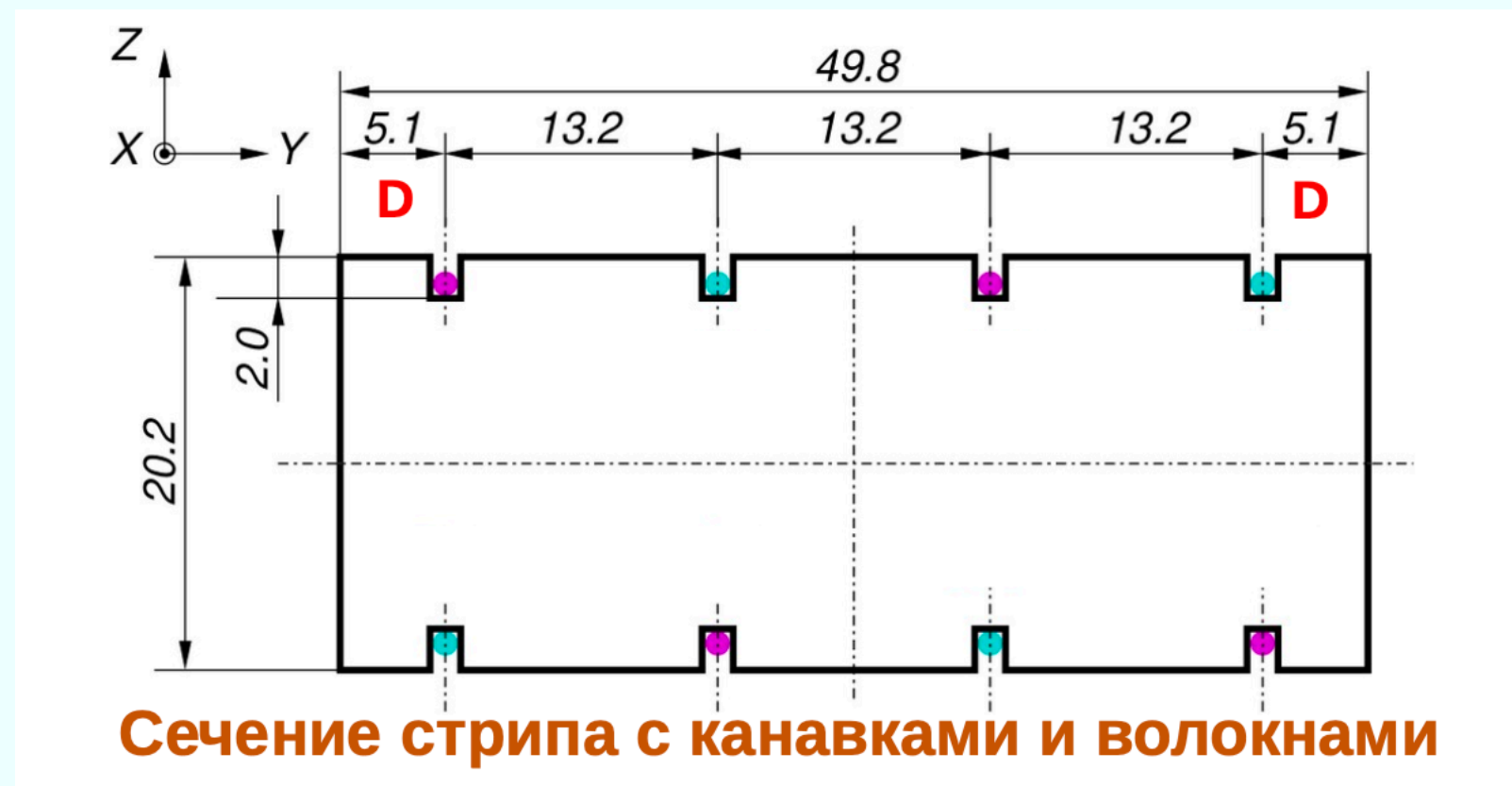
(В данный момент увеличение статистики не приводит к существенному улучшению результатов.)

- Устаревшая система светосбора ФЭУ+КФУ приводит к уменьшению эффективно собираемого света. 34.2 ф.э./МэВ -> 15.3 ф.э./МэВ
- Существует небольшая проблема с неоднородностью светосбора (~ 8%)
- Неравномерность гадолиниевого слоя (сложно для моделирования)
- Хотелось бы иметь информацию о месте события по времени прихода сигнала.

Цели модернизации

- Улучшение энергетического разрешения
- Увеличение чувствительного объёма без существенного изменения геометрических размеров установки
- Получение геометрической привязки из измерения времени события
- Отказ от использования ФЭУ. Запись событий без триггера.
- Использование гадолиниевой плёнки вместо краски

Новые детекторы



- Считывание 8 оптоволокон с обеих сторон
- Считывание только КФУ
- Новая электроника - лучший температурный режим для КФУ
- Близость оптических разъёмов

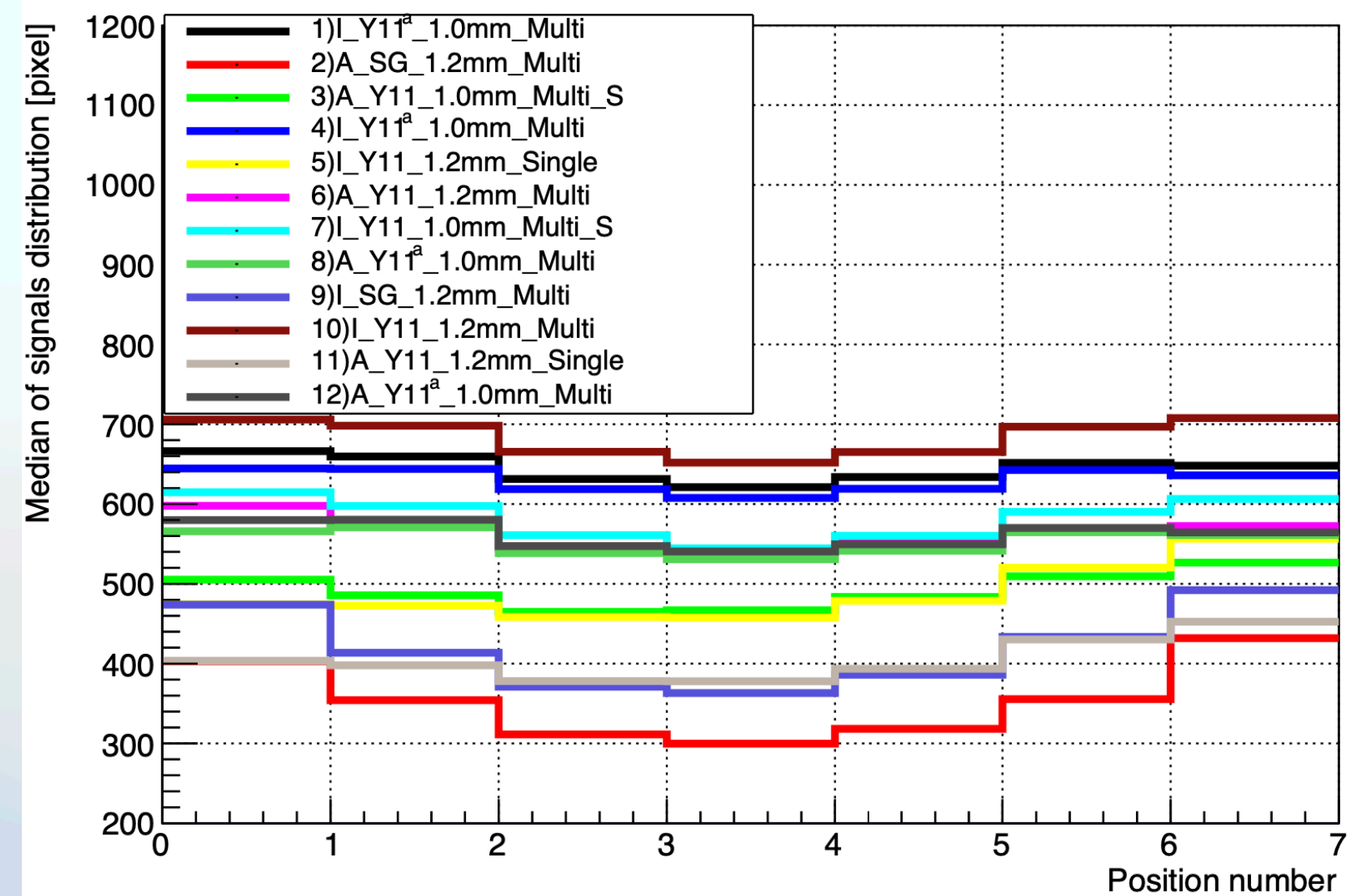
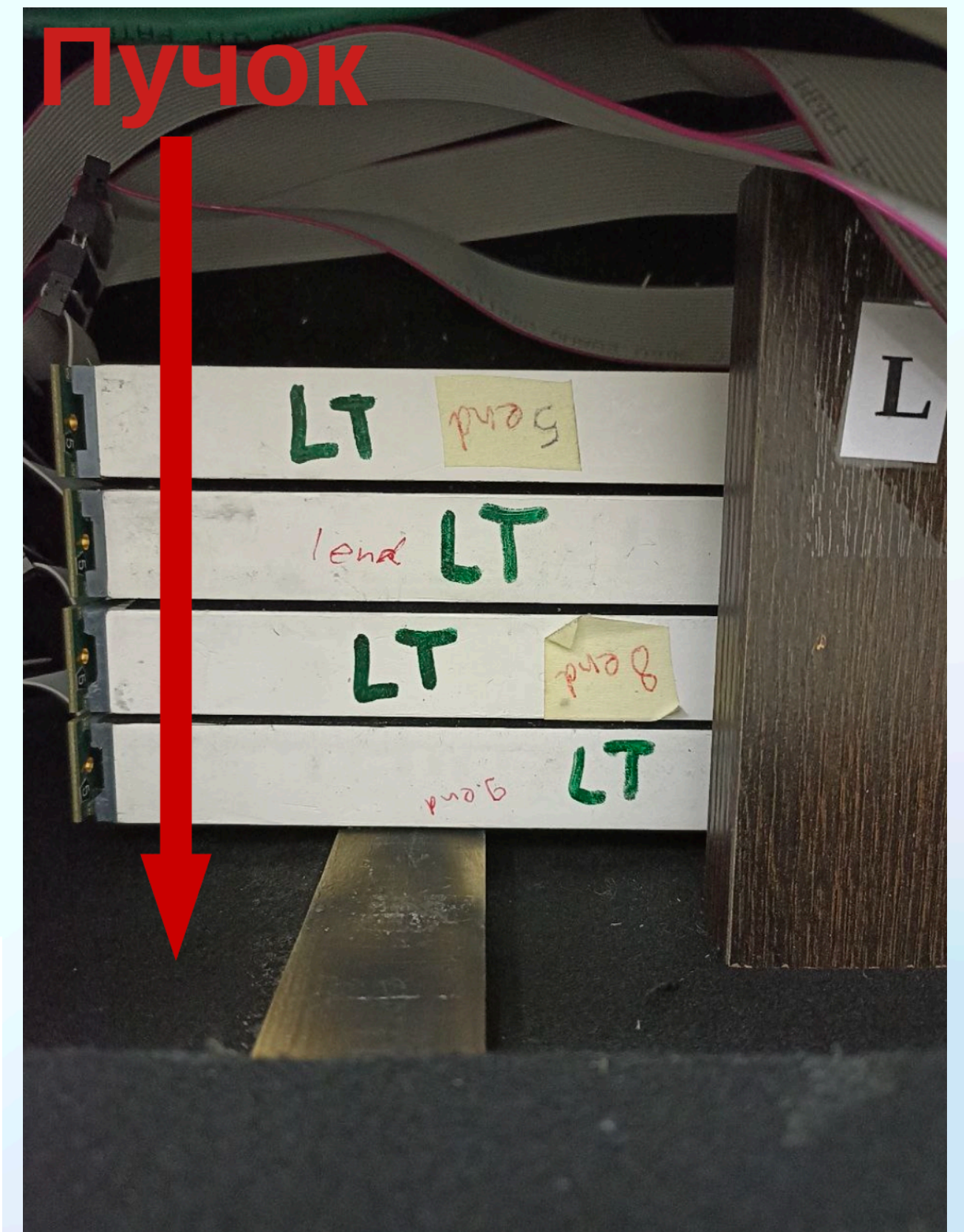


Тесты детекторов

7 положений пучка

Шаг ~ 19 см

Статистика для каждого положения ~ 1 млн. событий



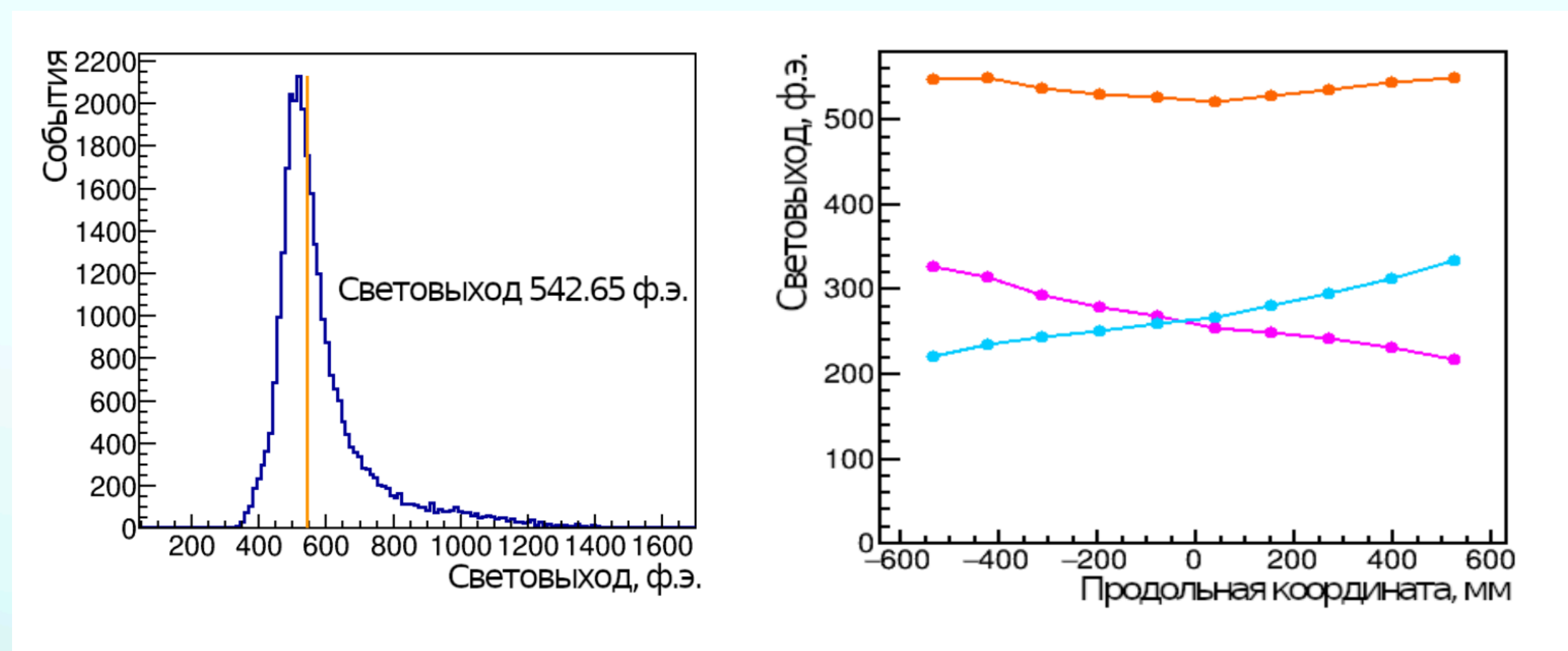
Тестирование различных типов сцинтилляционных детекторов

| Номер | Пластик | Волокно | Средняя медиана [пиксели] | Временное разрешение [нс] | Временной наклон [нс/м] |
|-------|---------|---------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 12 | ИФТП | 1.0 Y11 m | 645 | 0.73 | -16.14 |
| 3 | Аспект | 1.2 Bicron m | 353 | 1.03 | -17.29 |
| 4* | Аспект | 1.0 Y11 m (K) | 492* (510) | 0.96 | -16.57 |
| 11 | ИФТП | 1.0 Y11 m (K) | 630 | 0.72 | -16.07 |
| 7 | ИФТП | 1.2 Y11 s | 488 | 0.88 | -16.17 |
| 2 | Аспект | 1.2 Y11 m | 564 | 0.81 | -16.19 |
| 10 | ИФТП | 1.0 Y11 m (K) | 582 | 0.74 | -16.33 |
| 6 | Аспект | 1.0 Y11 m | 553 | 0.79 | -16.44 |
| 9 | ИФТП | 1.2 Bicron m | 419 | 0.95 | -16.69 |
| 8 | ИФТП | 1.2 Y11 m | 684 | 0.71 | -16.09 |
| 1 | Аспект | 1.2 Y11 s | 405 | 0.95 | -16.58 |
| 5 | Аспект | 1.0 Y11 m (K) | 562 | 0.77 | -16.32 |

* - один канал со слабой оптической связью

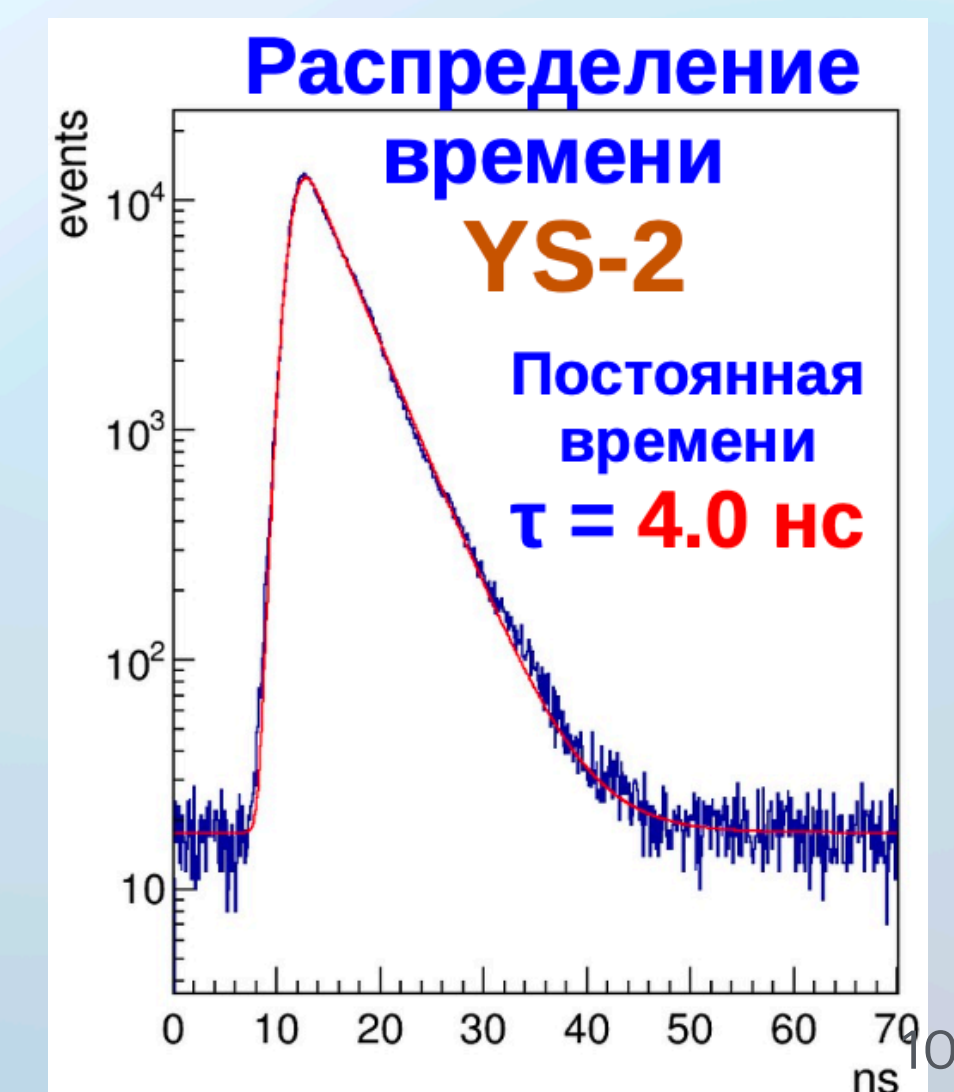
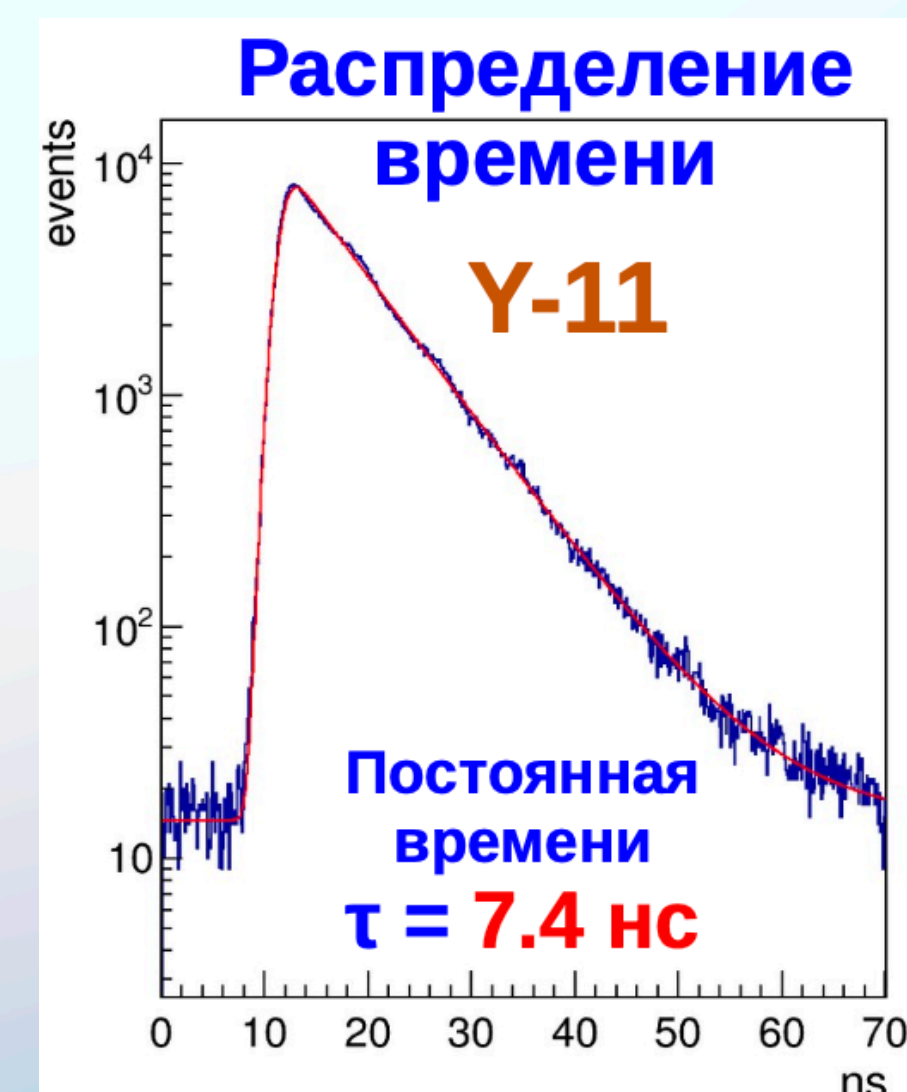
Новые волокна

Тестировали разные - остановились на Kuraray YS-2



Распределение по времени
однопиксельных событий

Световыход – 542.7 ф.э. (со стрипа)
или 147 ф.э./МэВ

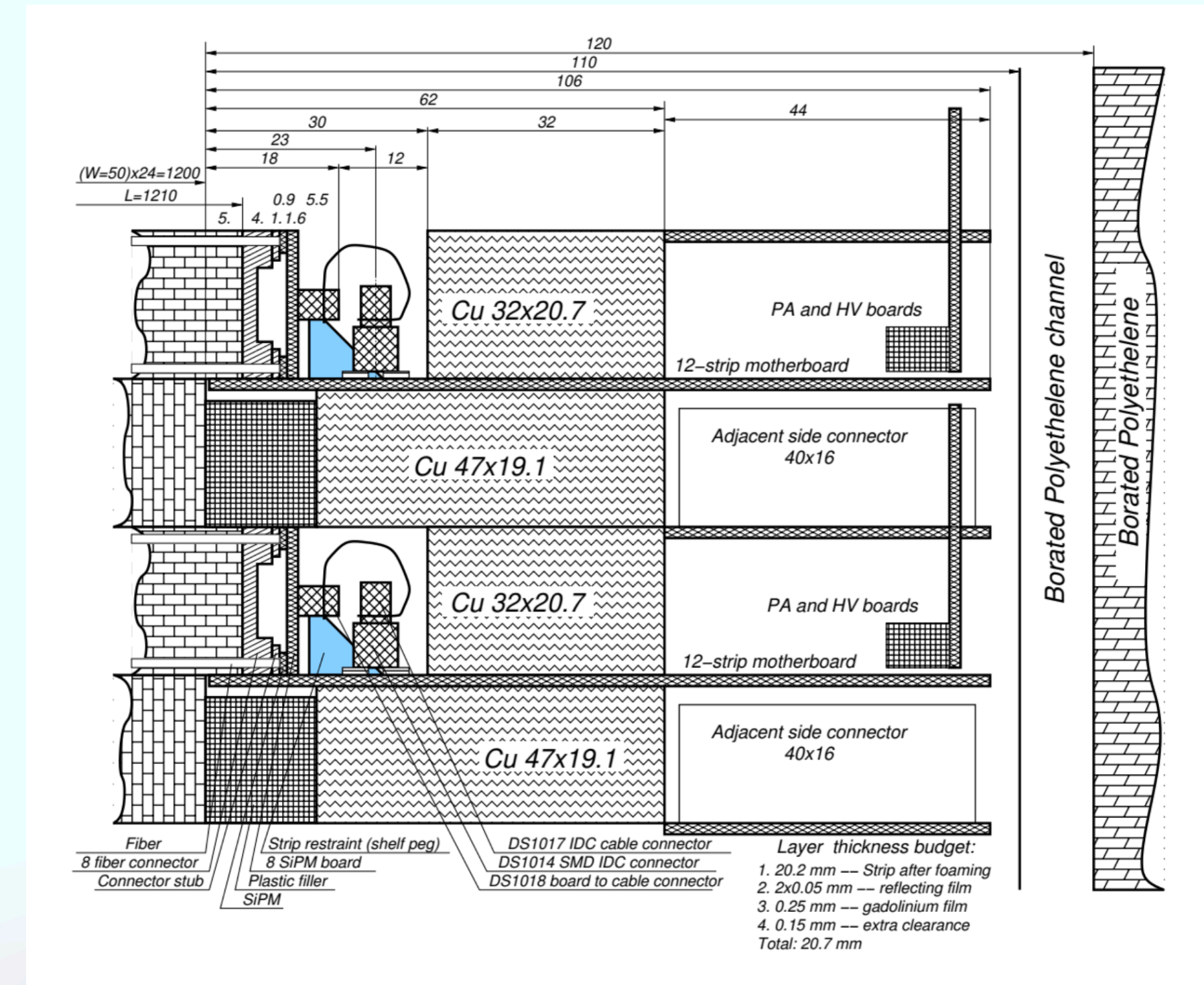


Увеличение чувствительного объёма

- Исключены кабельные линии для вывода сигналов сцинтилляционных счетчиков за пределы внутреннего контура защиты.

Вместо этого используются многослойные объединяющие печатные платы, располагающиеся между медными пластинами.

- Уменьшена толщина медной защиты (не влияет на фоновые условия)

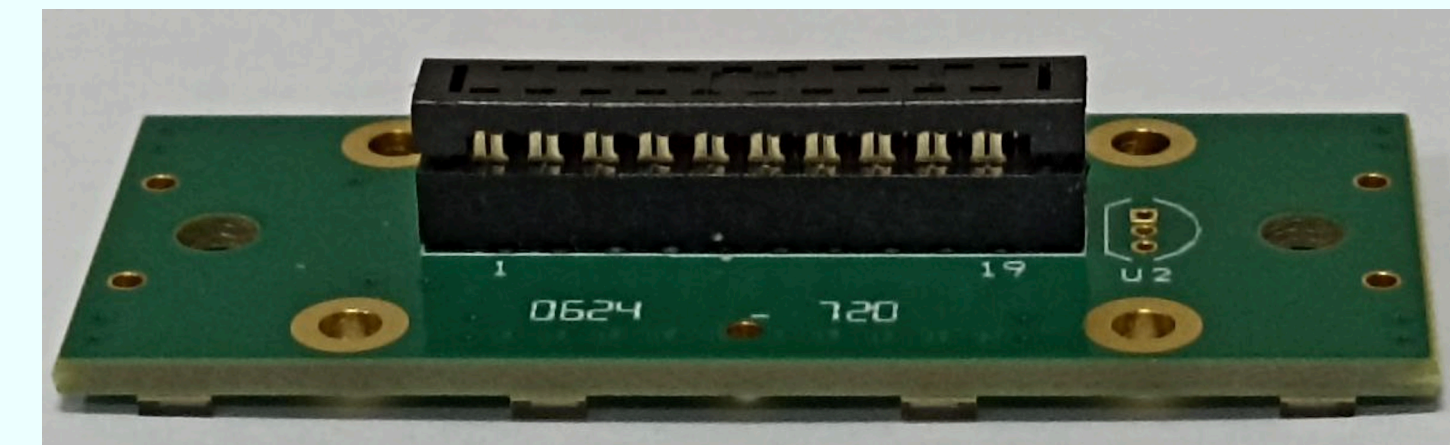
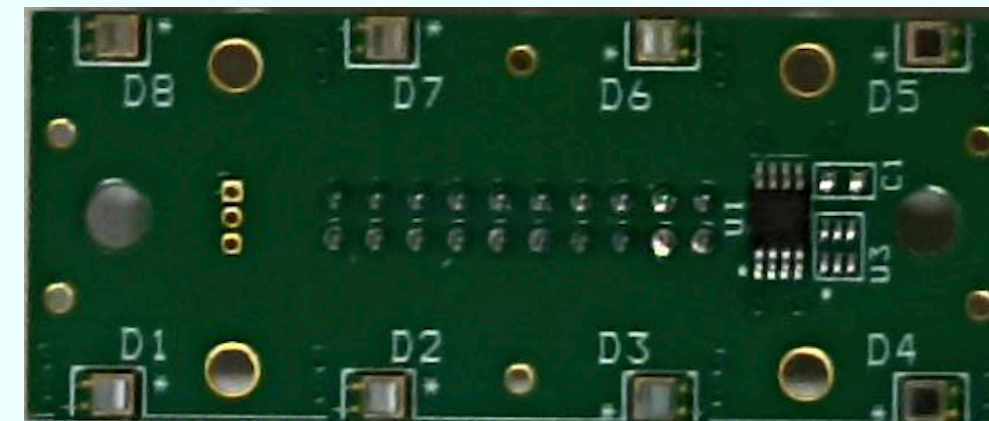
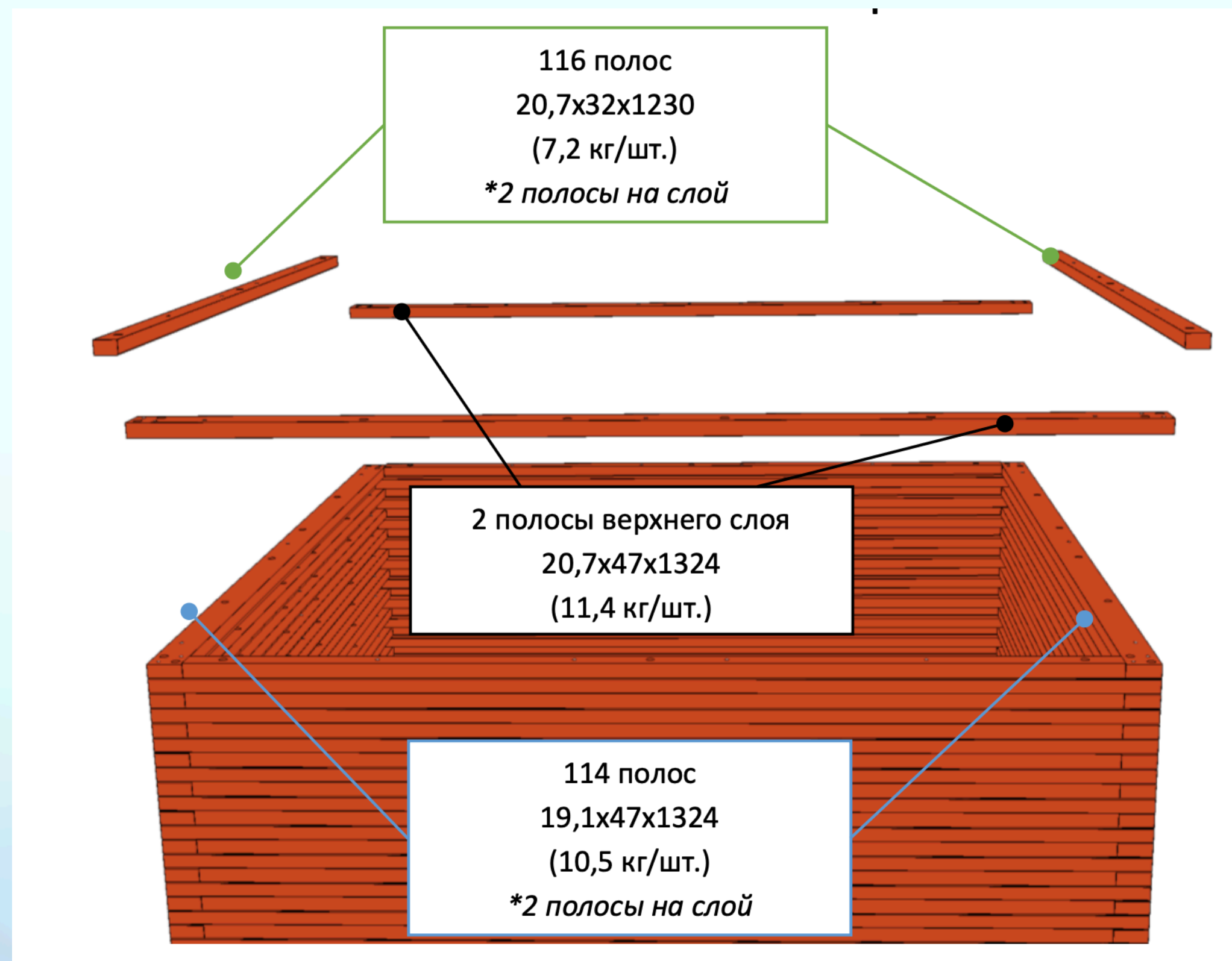


Результат:

60 слоев по **24** стрипа (**20x50x1200** мм)

+ 70% к чувствительному объёму

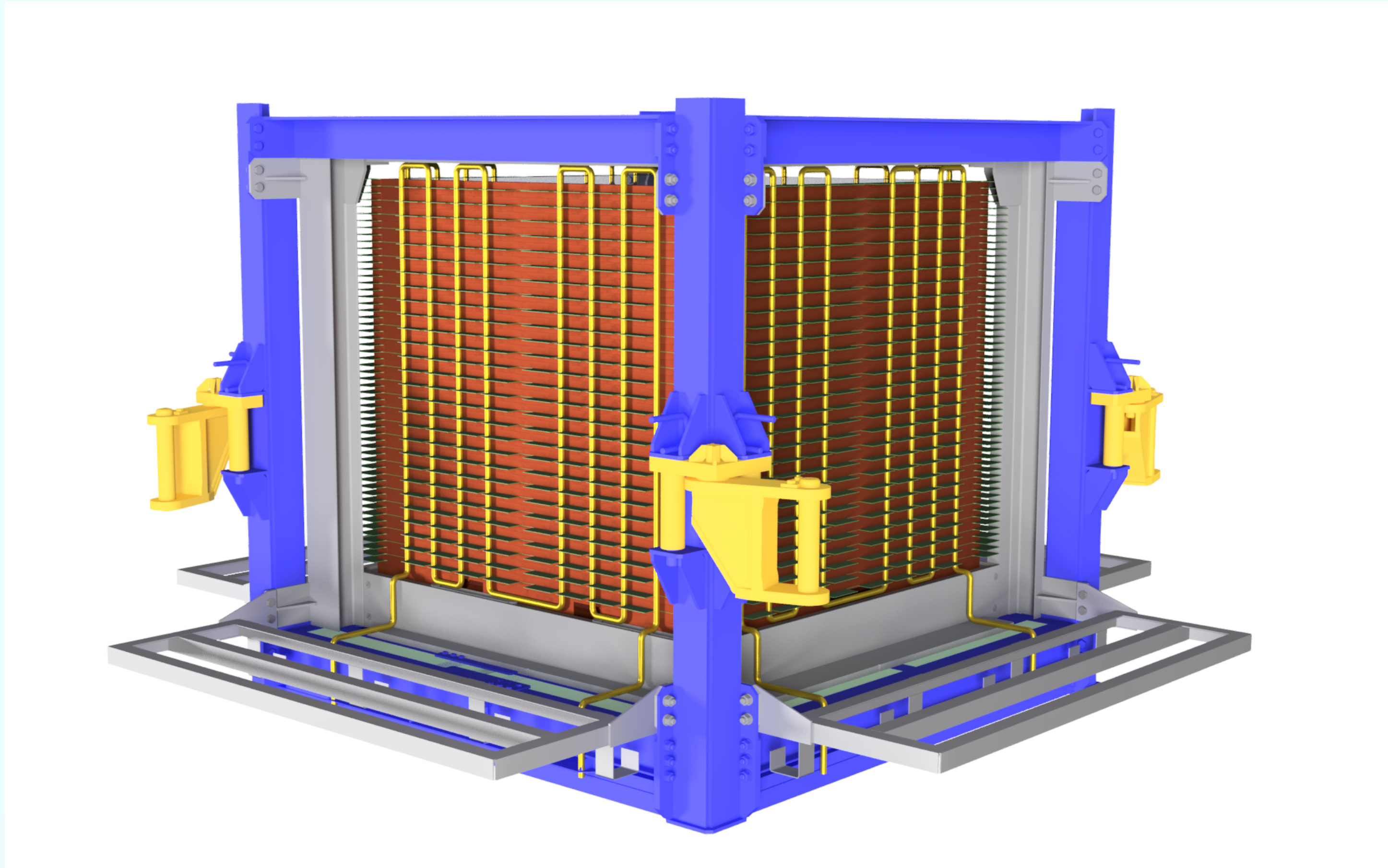
Текущие работы



- Подготовка к массовому производству стрипов (март 2025)
- Закупки комплектующих и материалов
- Изготовление электронных плат
- Моделирование будущего детектора

DANSS - 2

- 1440 детектирующих ячеек
- Новые стрипы с улучшенным световыходом (ИФТП, Дубна)
- Энергетическое разрешение 12% @ 1 МэВ
- Измерение продольной координаты по времени приходы сигнала
- Увеличенный на 70% чувствительный объём
- Лучшие температурные условия для КФУ (ФЭУ не используются)
- Гадолиний в виде плёнки постоянной толщины
- Удешевление за счет использования старой платформы, подъемника, пассивной защиты



Ожидаемая чувствительность

