

Магистерская диссертация

МАГНИТНЫЙ ДЕТЕКТОР НЕЙТРИНО «BABY-MIND»

Студент: Костин Андрей Сергеевич

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Ершов Николай Викторович

Научный консультант: Мефодьев Александр Владимирович

План

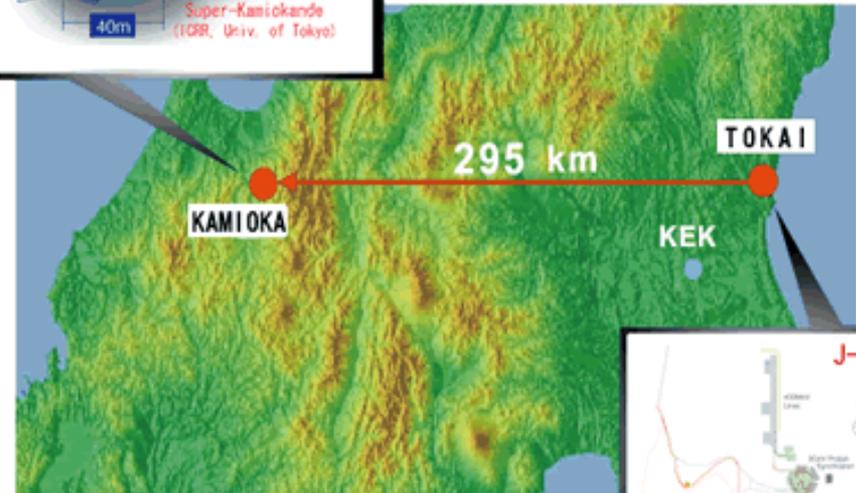
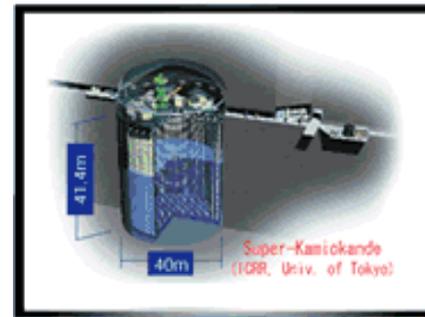
- Эксперимент T2K
- Детектор WAGASCI
- Детектор Baby-MIND
- Сцинтилляционные счётчики
- Тестирование модулей
- Заключение

Эксперимент T2K(Tokai-to-Kamioka)

Цель эксперимента это изучение нейтринных осцилляций.

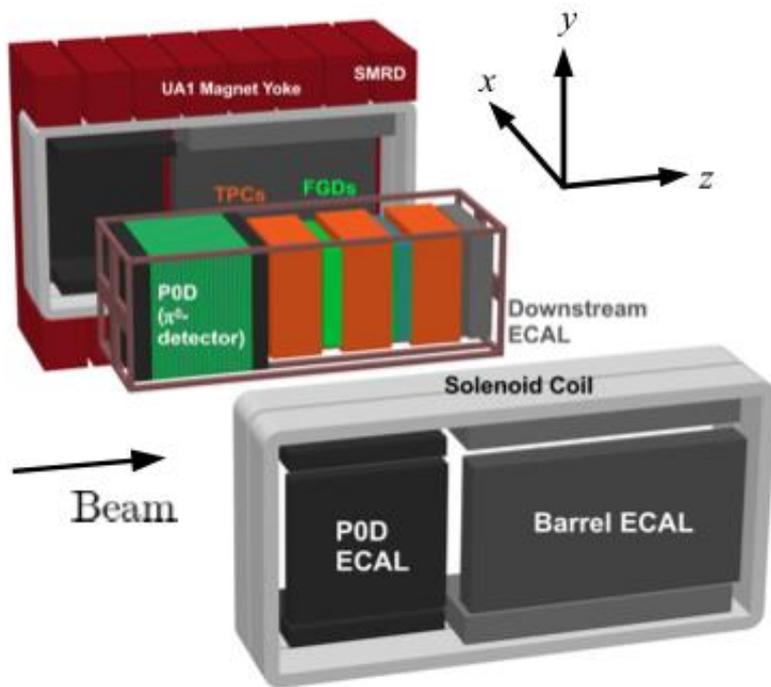
Главные задачи :

- Поиск и измерение осцилляций мюонных нейтрино в электронные нейтрино;
- Измерение угла смешивания θ_{13} ;
- Поиск CP нарушения в лептонном секторе;
- Прецизионное измерение осцилляционных параметров, поиск стерильных нейтрино.

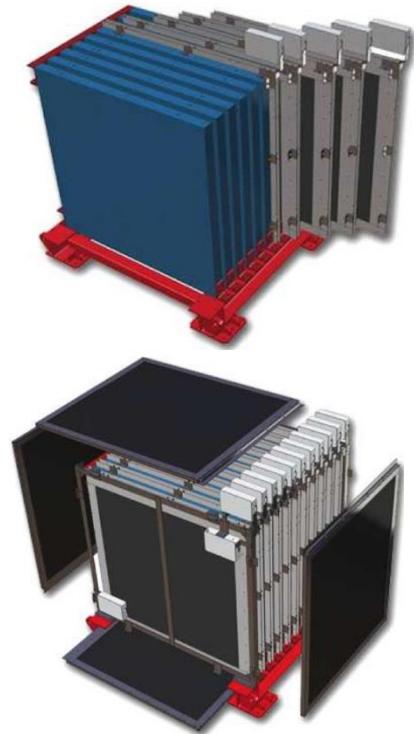
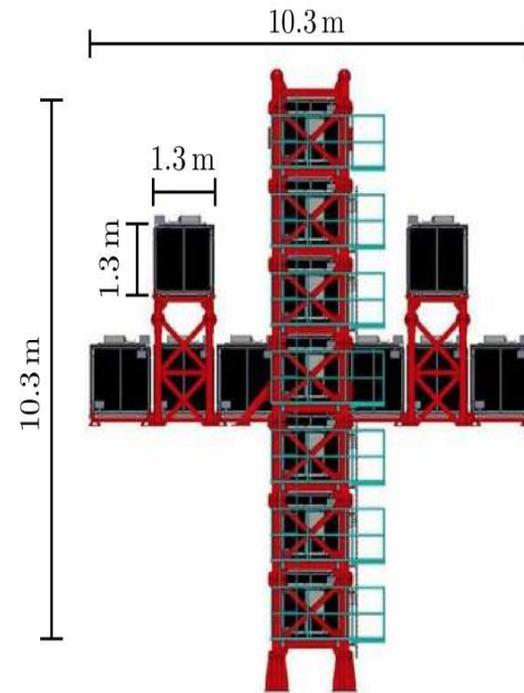


Ближние детекторы

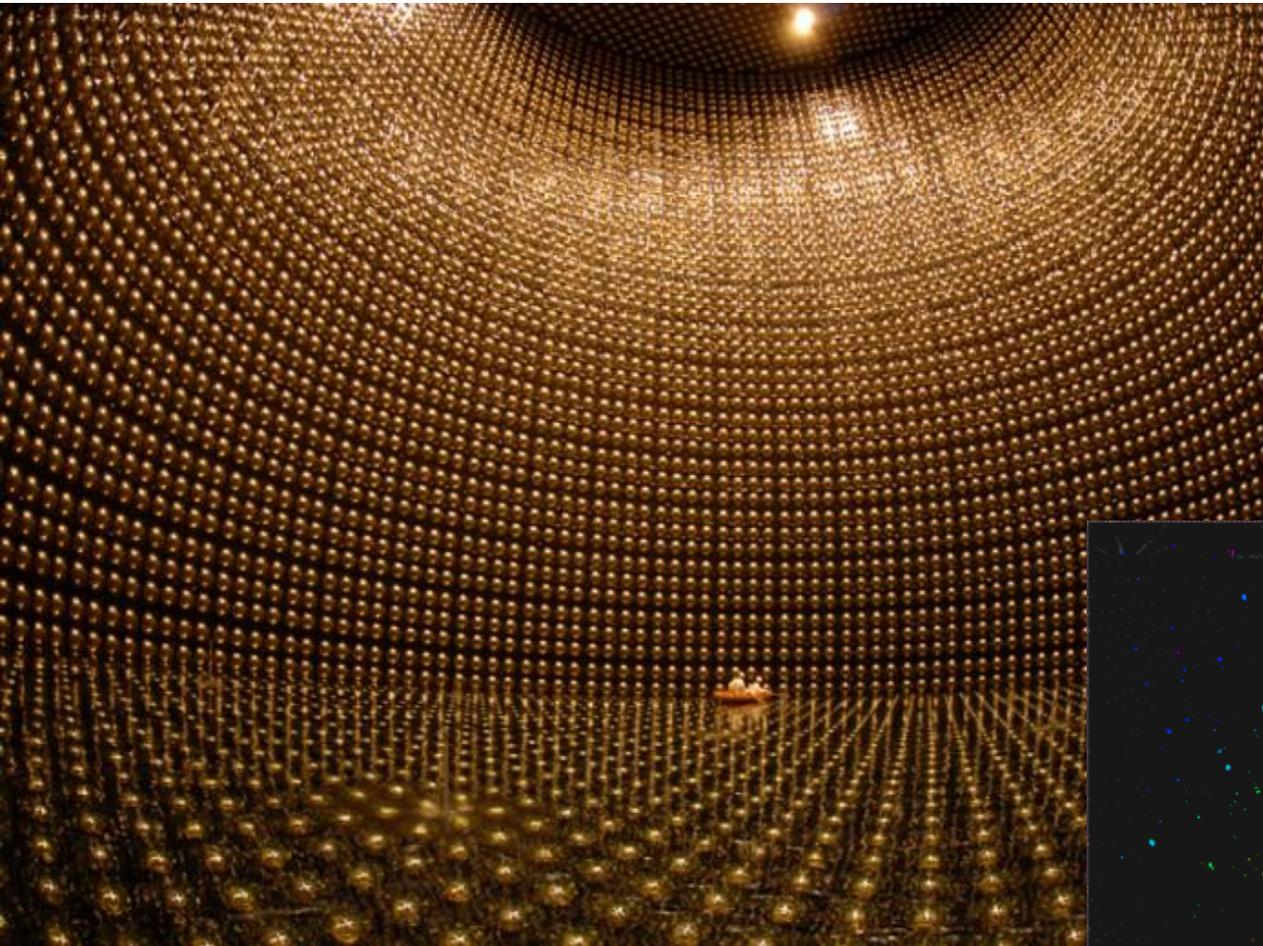
ND280



INGRID



Super-Kamiokande



Высота - 41,4 м

Диаметр – 39,3 м

На стенах расположено более
11 000 фотоумножителей

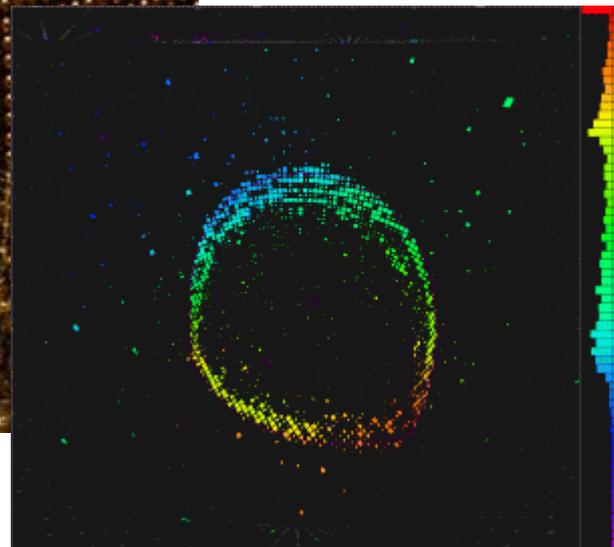
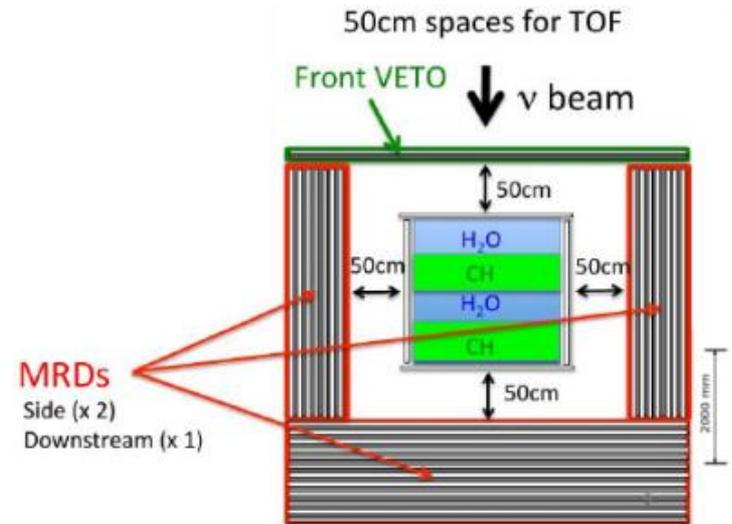
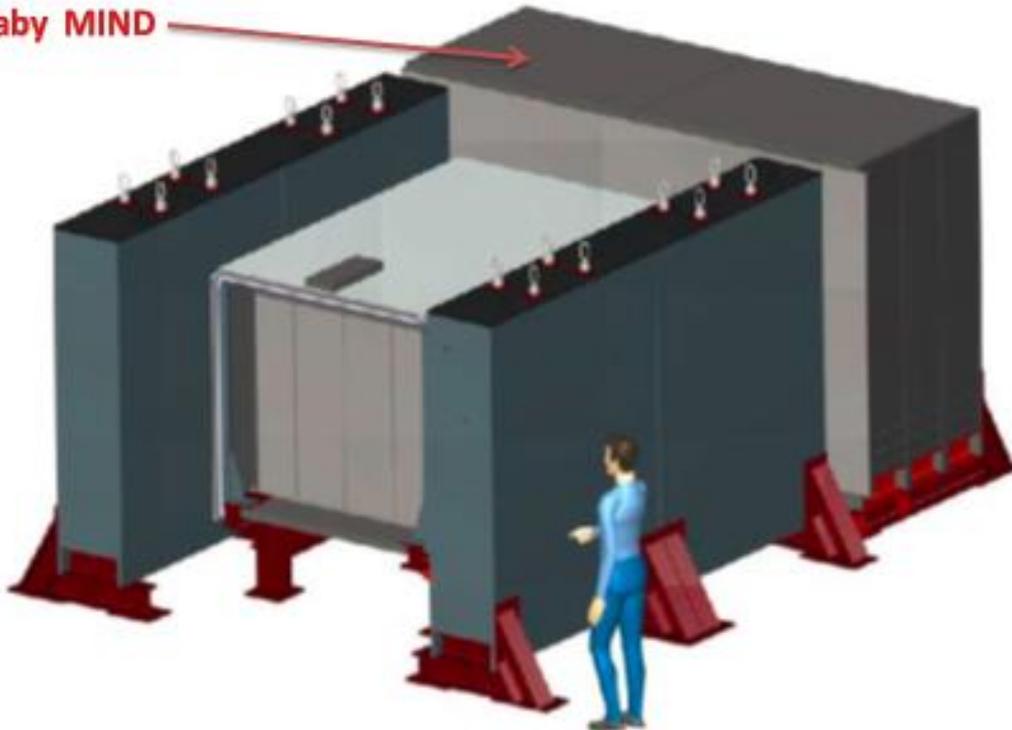


Схема детектора WAGASCI

Детектор WAGASCI будет установлен на нейтринном канале T2K. Его целью являются прецизионные измерения сечений взаимодействия нейтрино с водой.

Baby MIND



Baby MIND представляется собой мюонный пролётный детектор, установленный позади мишени в направлении пучка

Схема детектора Baby MIND



Детектор сэндвичного типа чередует 18 сцинтилляционных модулей и 33 стальных модуля.

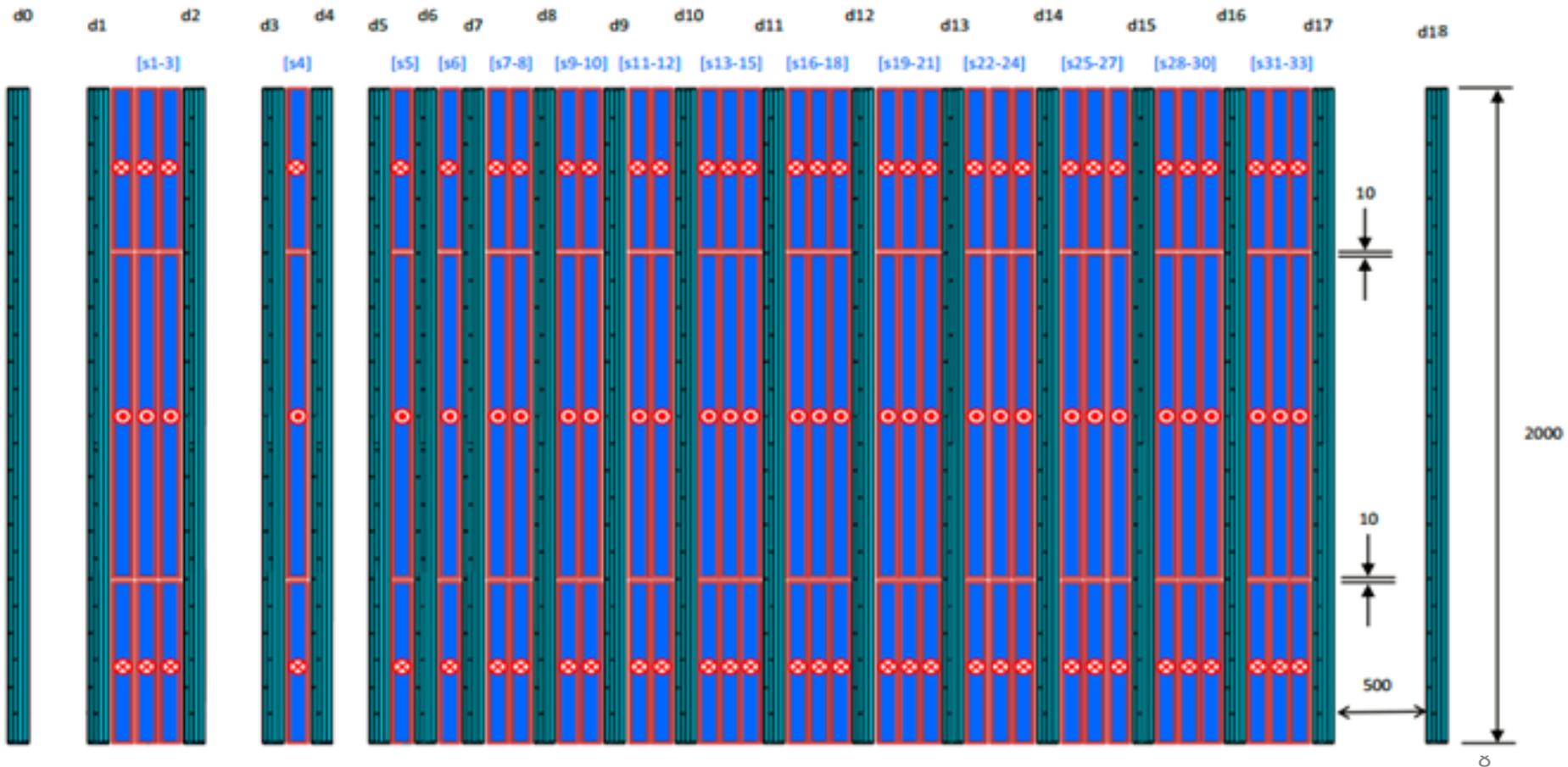
Сцинтилляционный модуль включает в себя 2 слоя горизонтальных детекторов, на каждый из которых приходится 8 вертикальных детекторов.

Толщина сцинтилляционного модуля 31мм.

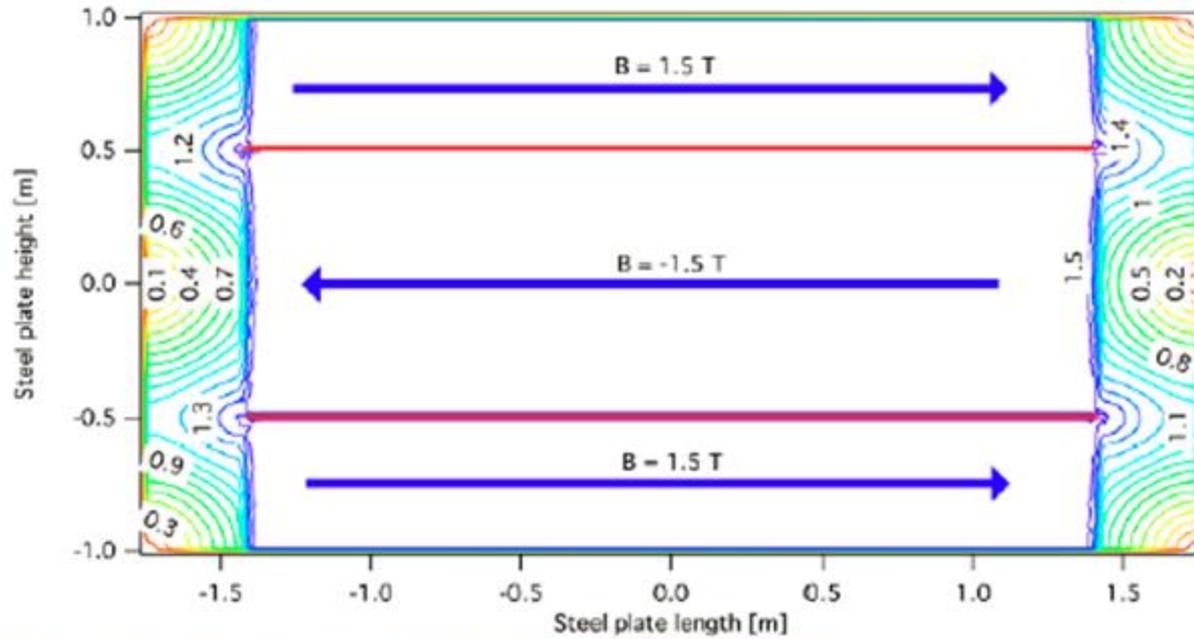
Схема расположения модулей в детекторе

d: скинтилляционный модуль

s: стальной модуль



Magnetic field map



Толщина магнитного модуля
50мм.

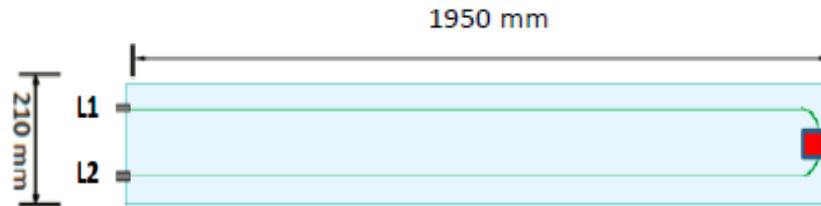
Сила тока составляет 140
Ампер



Сцинтилляционные счётчики детектора BabyMIND

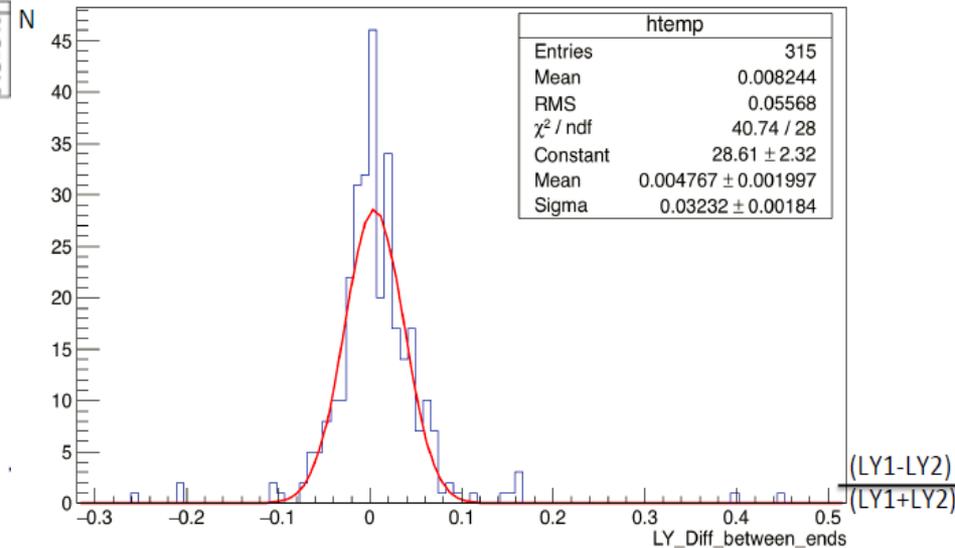
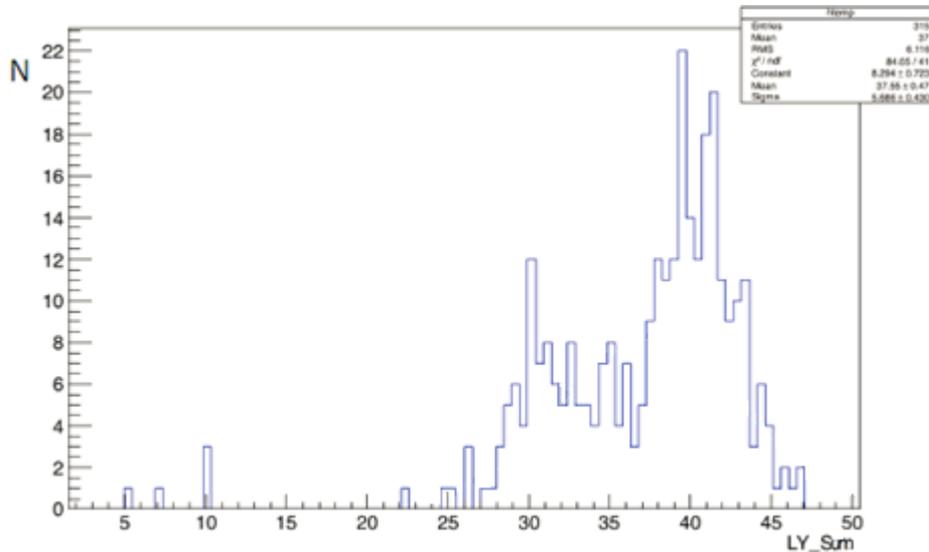
- Пластины на основе экструдированного полистирола с добавкой 1.5% паратерфенила (PTR) и 0.01% POPOP
- Диффузный отражатель толщиной 30-100 мкм.
- WLS Y11 KURARAY, диаметром 1мм ;
- Фотоприемник Hamamatsu с чувствительной областью 1x1 мм², 25 мкм размер пикселя (MPPC S12571-025C) ;
- оптический клей EJ-500.

Вертикальные сцинтилляционные счётчики



Световыход = сумма 2 сигналов(L1+L2) с обоих концов

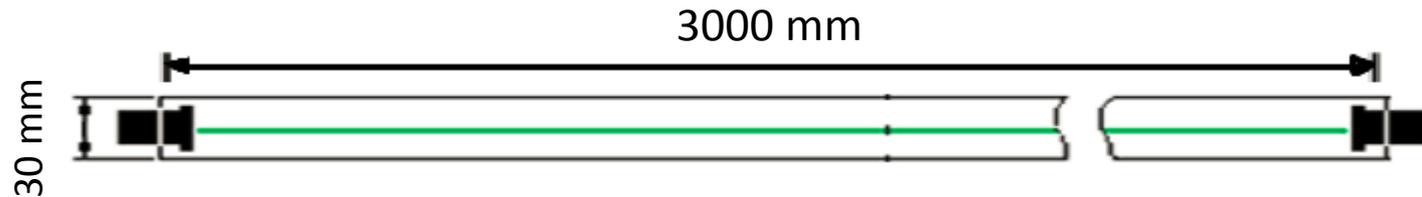
Ассиметрия LY: $A = (L1-L2)/(L1+L2)$



L.Y. = $(L1+L2) = 37.55$ ф.э./MIP.

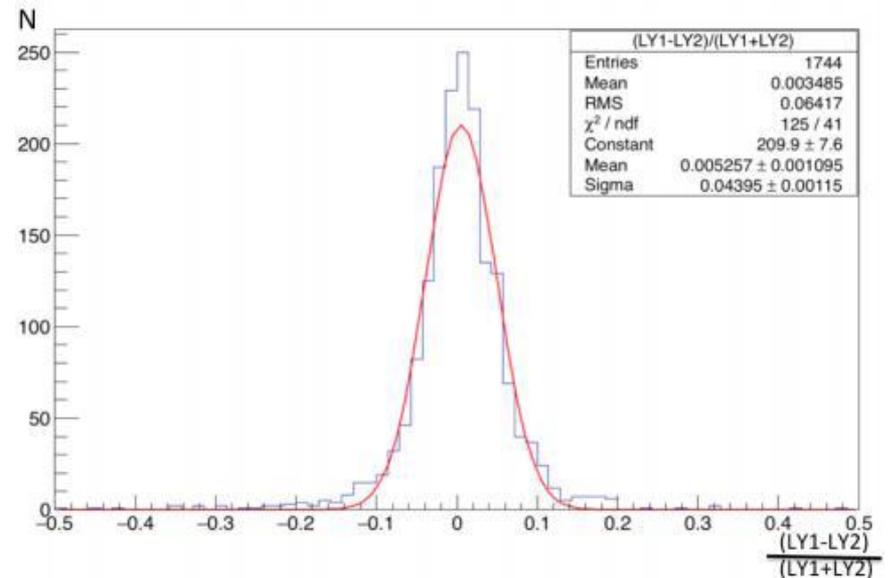
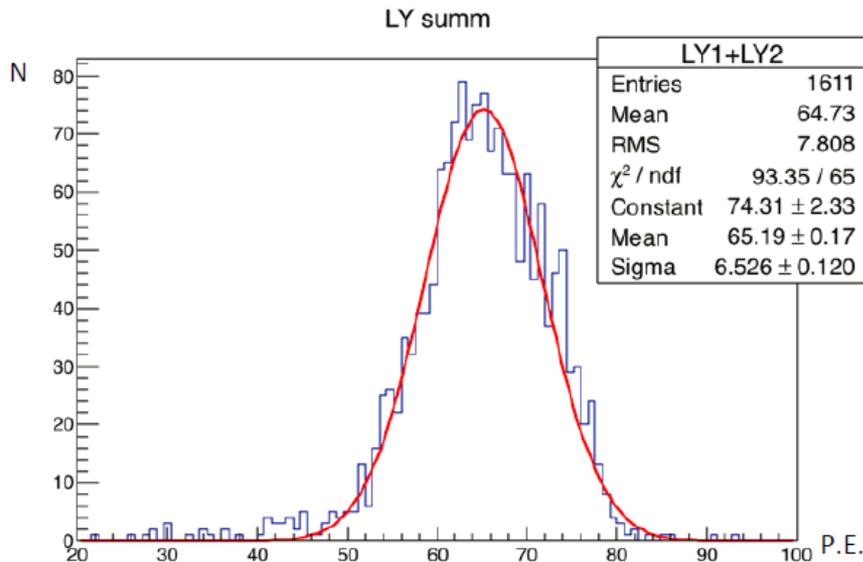
$\sigma = 0.0323 \pm 0.0018$.

Горизонтальные сцинтилляционные счётчики



Световыход= сумма 2 сигналов(L1+L2) с обоих концов

Ассиметрия LY: $A = (L1-L2)/(L1+L2)$



L.Y. = $(L1+L2) = 65.19$ ф.э./MIP.

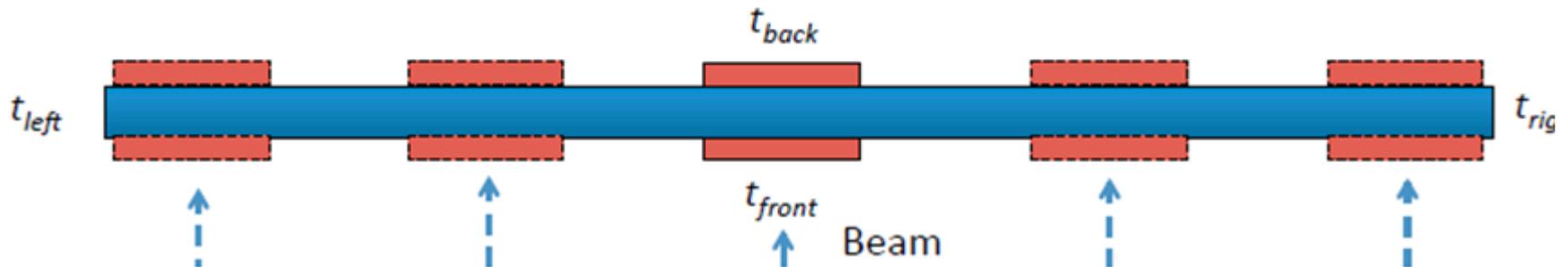
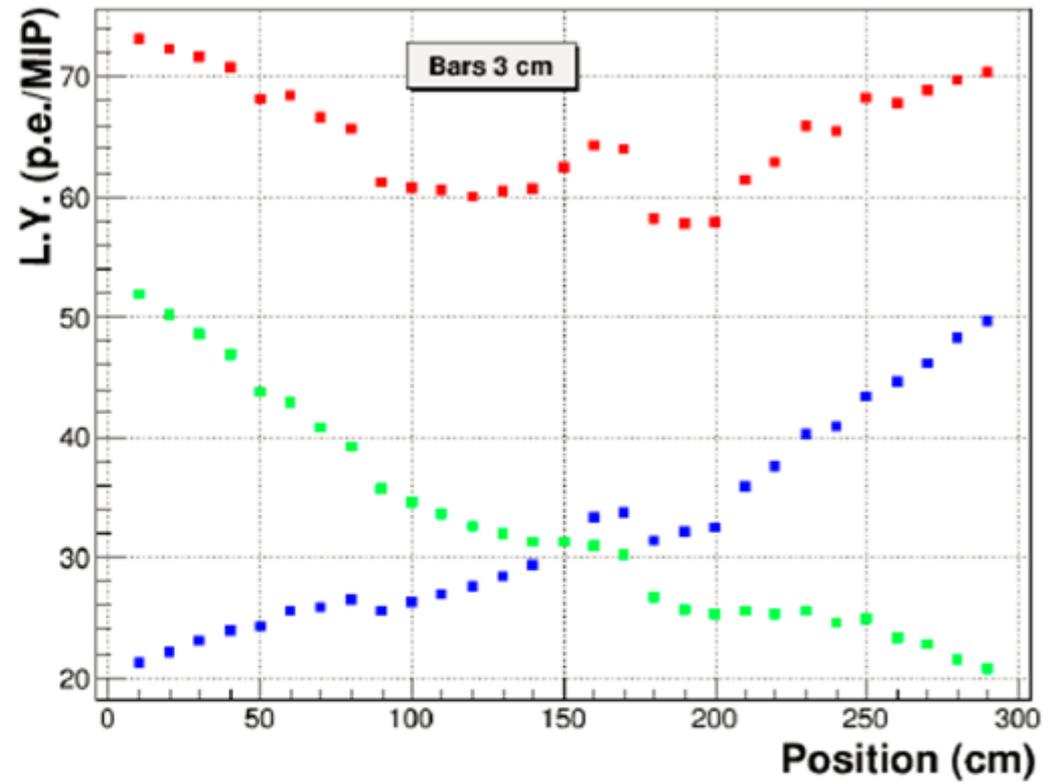
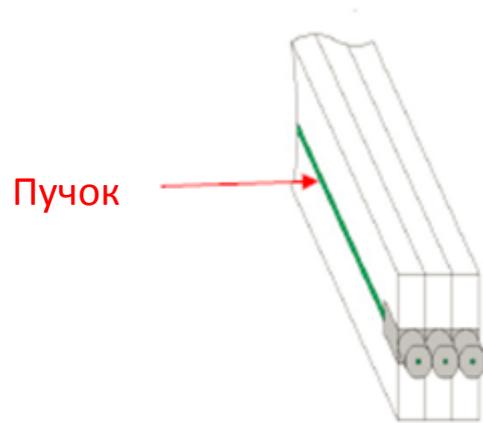
$\sigma = 0.0439 \pm 0.0015$.

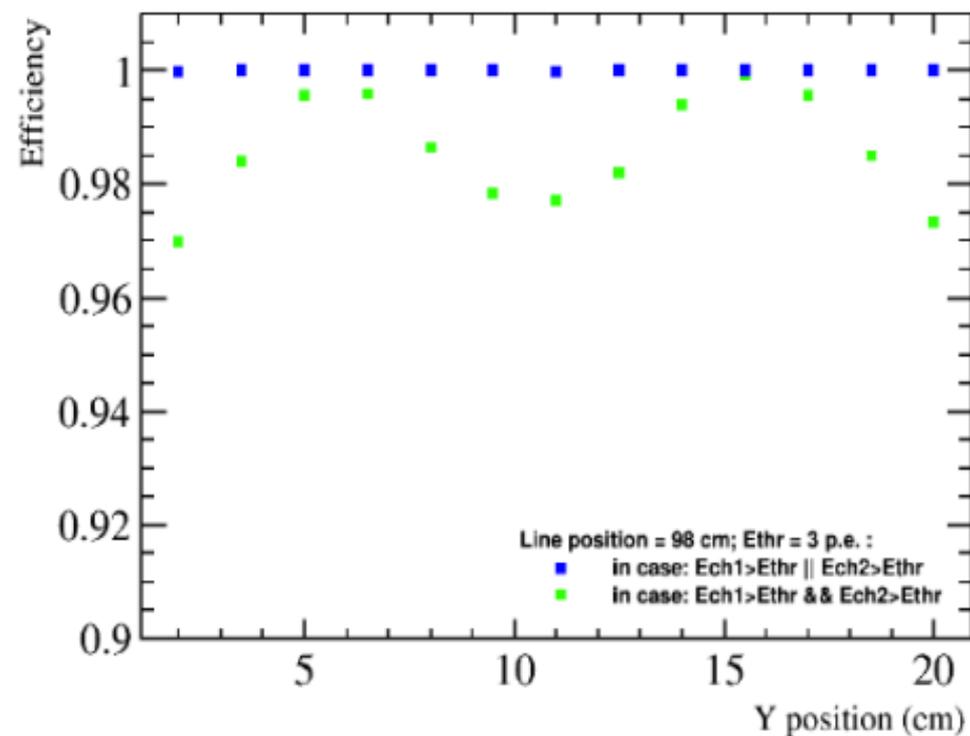
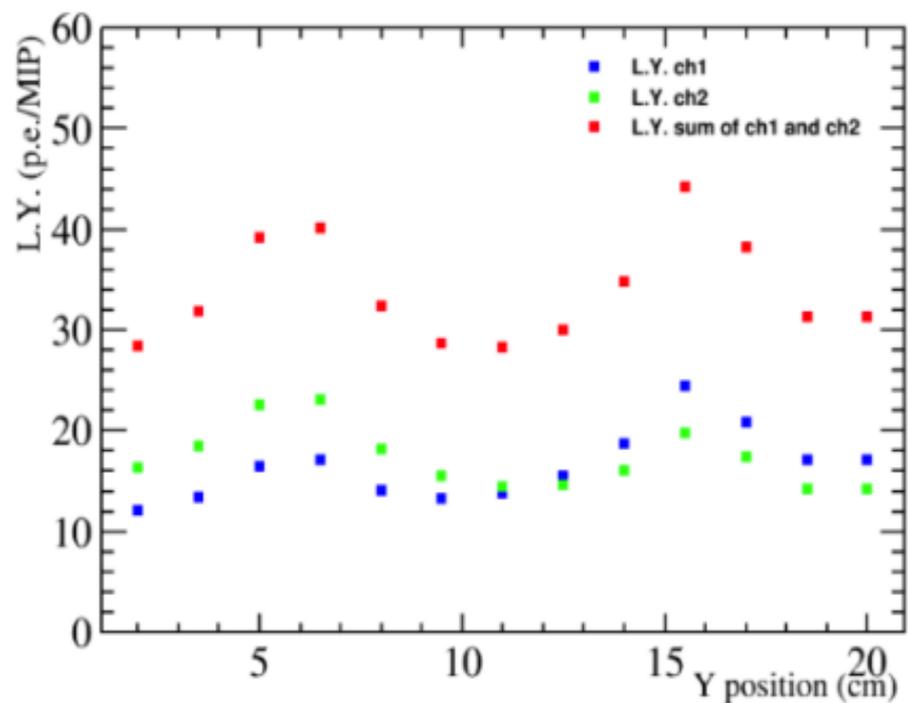
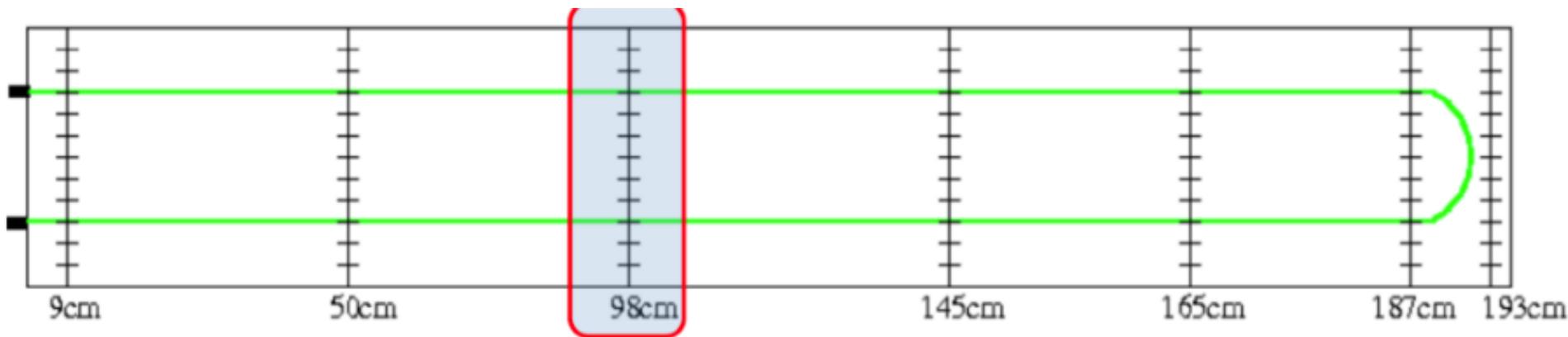
Тесты сцинтилляционных пластин в экспериментальной зоне T9 в CERN



Пучок: 10 GeV/c

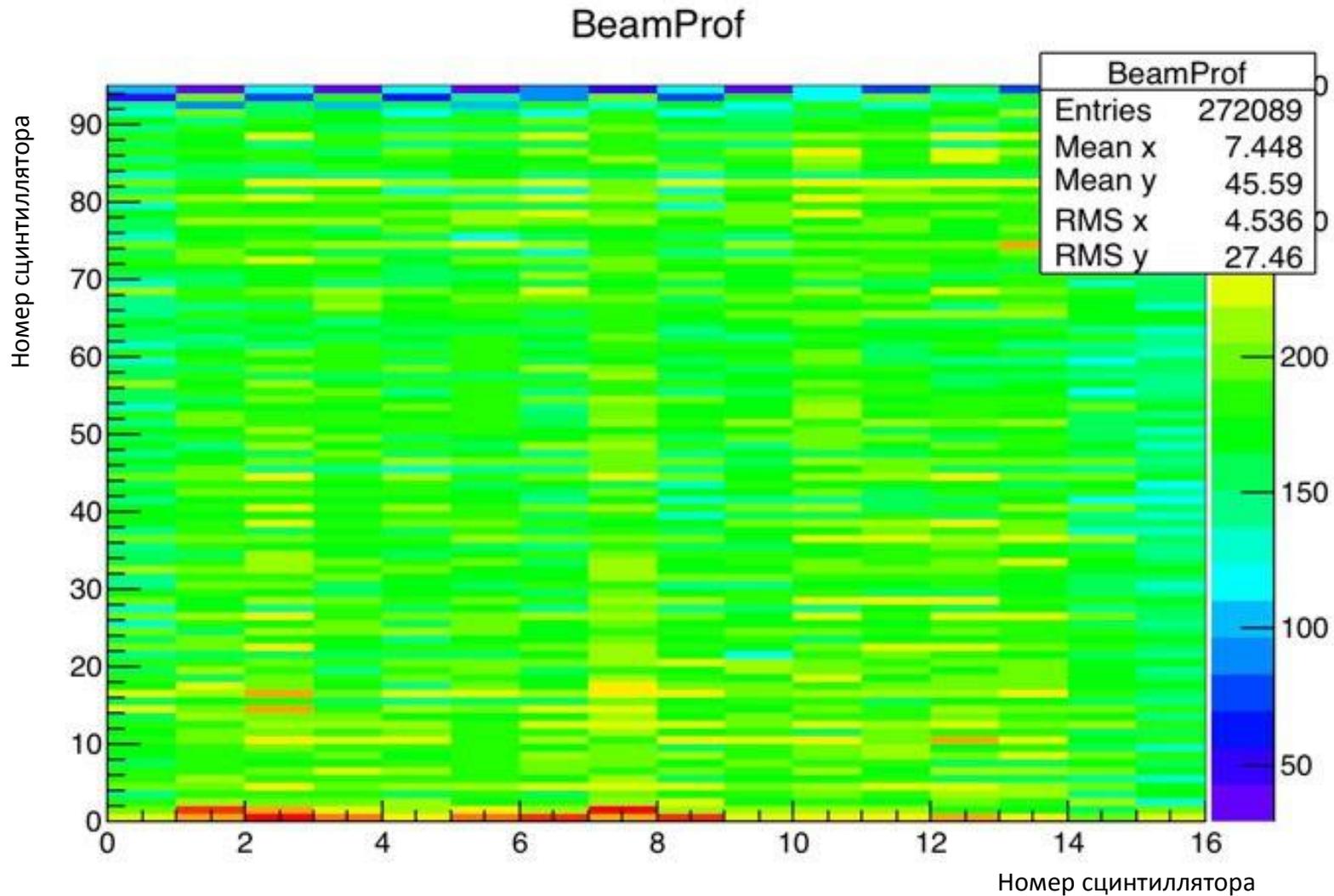
Световыход для горизонтальных пластин



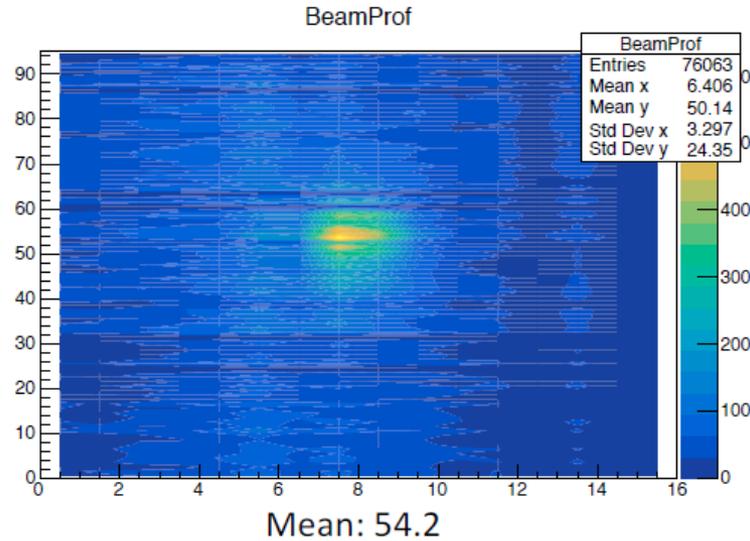
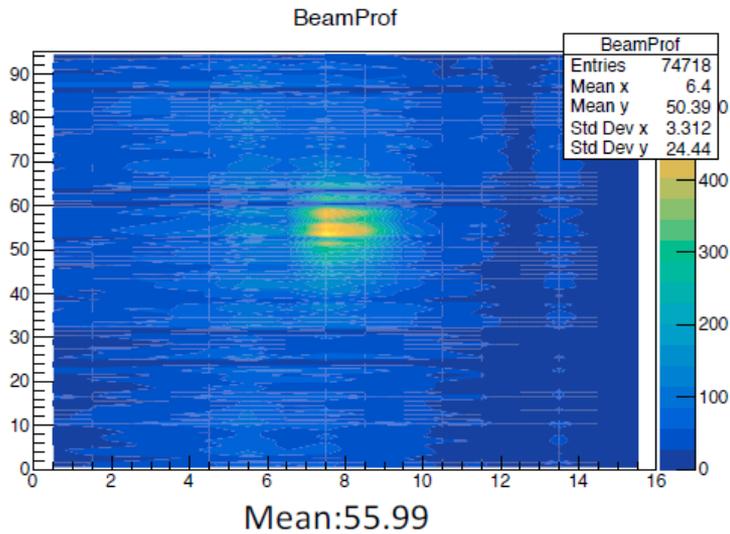


Средний световыход равен 30.5 p.e.

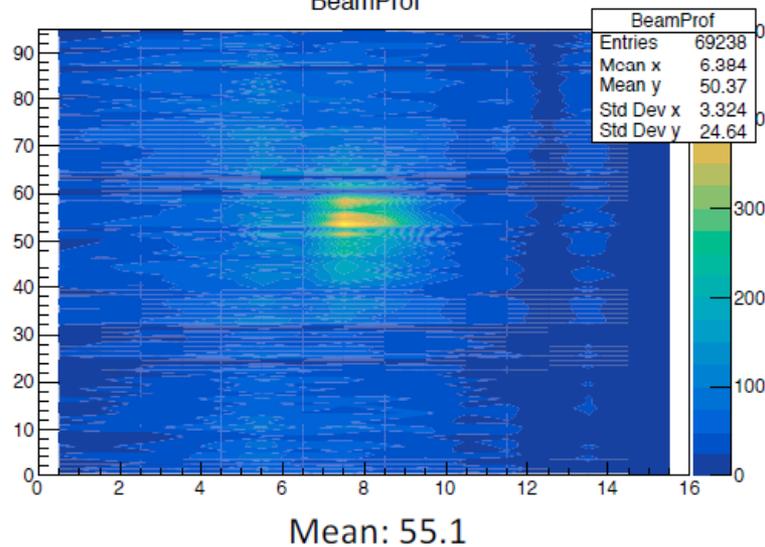
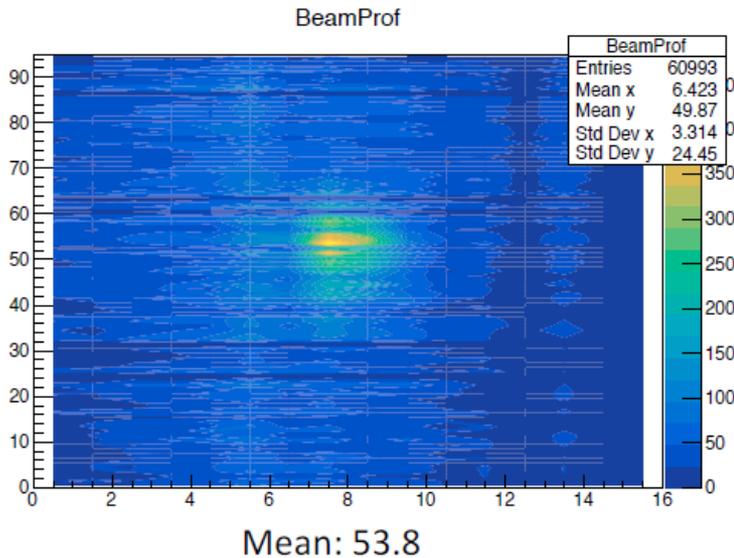
Тесты собранных модулей на космике



Тесты на пучке



Положительно
заряженный
адронов.
Импульс 1 ГэВ/с.



Отрицательно
заряженный
адронов.
Импульс 1 ГэВ/с.

Заключение

- Baby MIND – первый в своём роде детектор весом 75 тонн, имеющий 3D структуру, позволяющую получать подробную информацию о пролетающей через него частице. Он будет установлен на эксперименте T2K в Японии.
- Каждый собранный модуль протестирован на космике и продемонстрировал соответствие предъявляемым требованиям.
- Закончена сборка детектора, и первый этап тестов на пучке T9, CERN успешно завершён.
- В настоящий момент детектор проходит заключительный этап тестов на пучке и подготавливается к транспортировке в Японию.