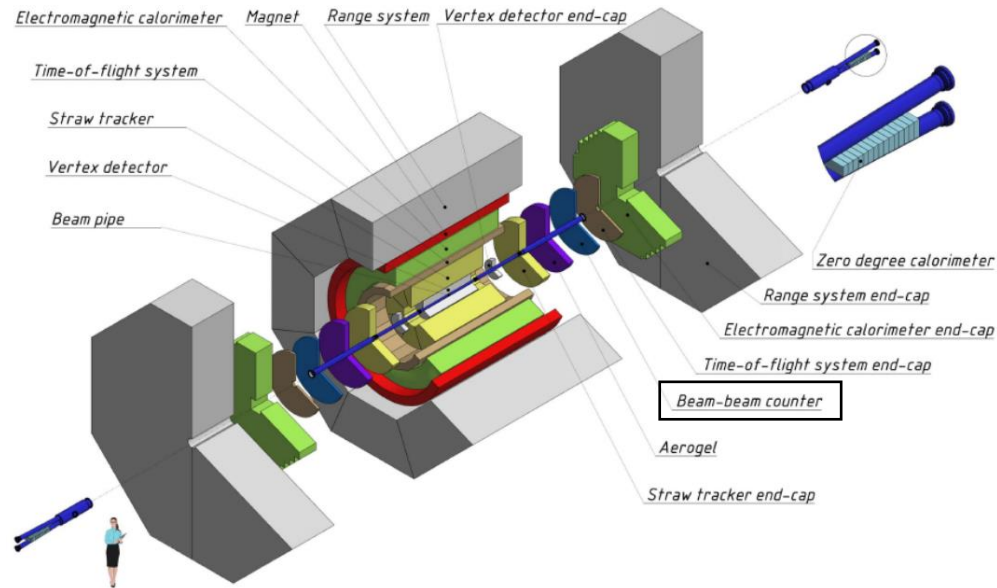


Preliminary RAS spring session

Zakharov Arseniy

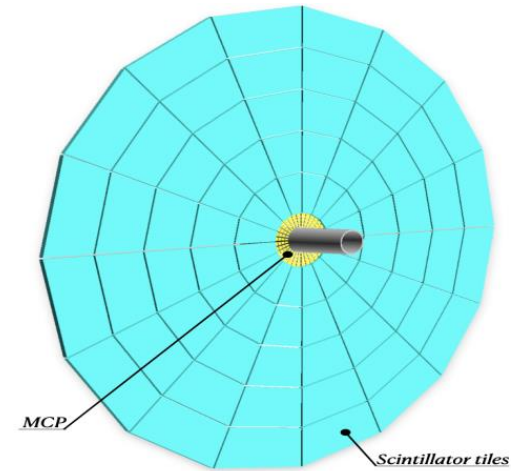
Экспериментальная установка

- **Spin Physics Detector (SPD)** - эксперимент в NICA (ОИЯИ, Дубна), предназначенный для изучения спиновой структуры протона и дейтрона и других спиновых явлений, используя уникальную возможность работы с поляризованными пучками протонов и дейтронов при энергии столкновений до 27 ГэВ и светимости до $10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$.



- В поляризованных протон-протонных столкновениях данный эксперимент покрывает кинематический разрыв между низкоэнергетическими измерениями в экспериментах ANKE-COSY и SATURNE, и высокоэнергетическими измерениями, полученными на БАК

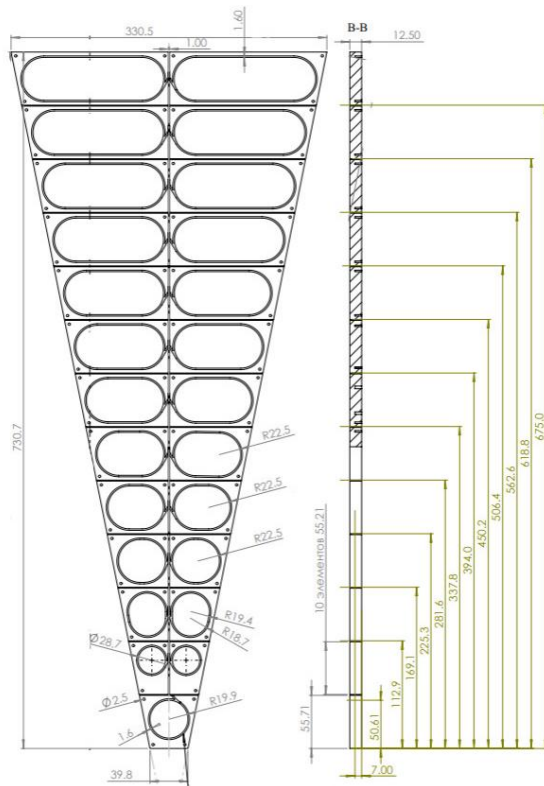
- Два торцевых детекторных колеса сцинтилляционных счетчиков **Beam-Beam Counters (BBCs)** планируется установить перед TOF системой установки SPD симметрично относительно точки взаимодействия.
- Детектор будет состоять из внутренней и внешней частей: внутренние MCP и внешняя часть из быстрых сцинтилляционных тайлов.



Основными задачами Beam-Beam Counters являются:

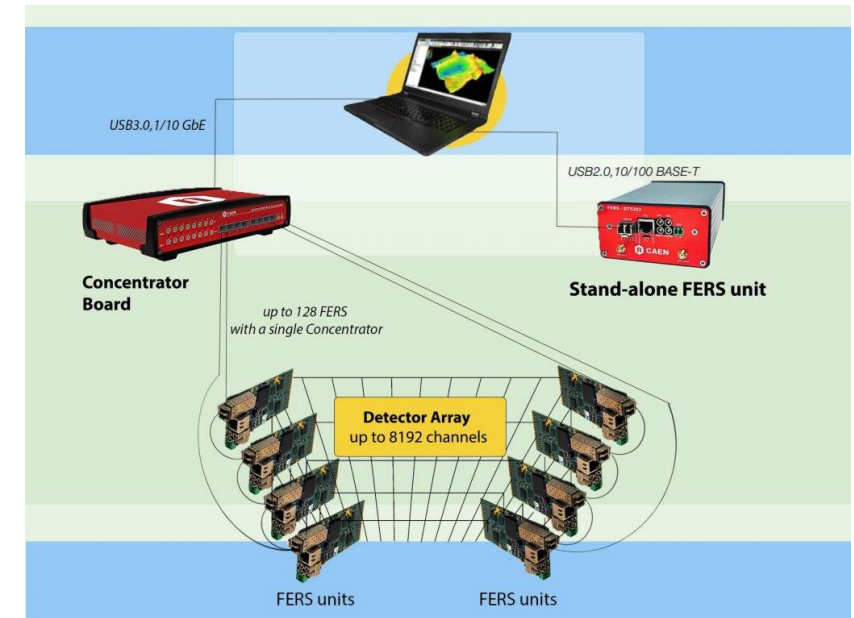
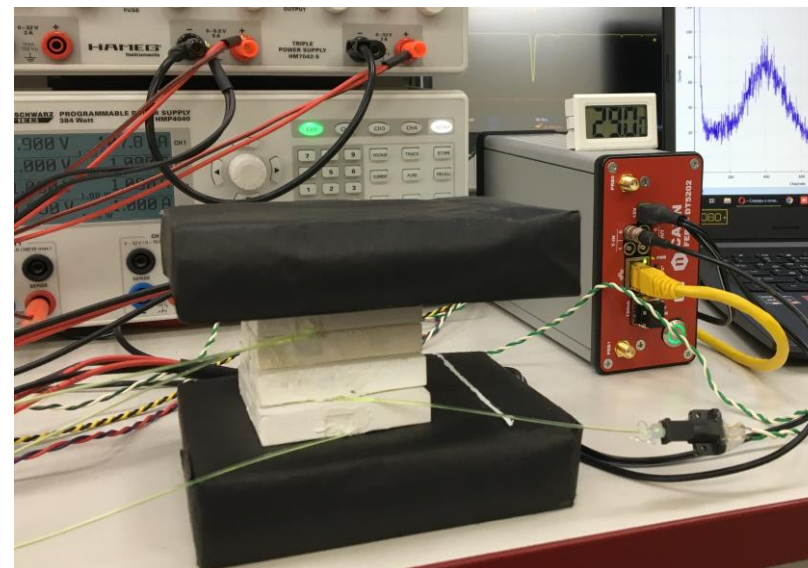
- **Локальная поляриметрия** в SPD, основанная на измерениях азимутальных асимметрий поляризованных протонных пучков;
- Мониторинг столкновений пучков;

Экспериментальная установка

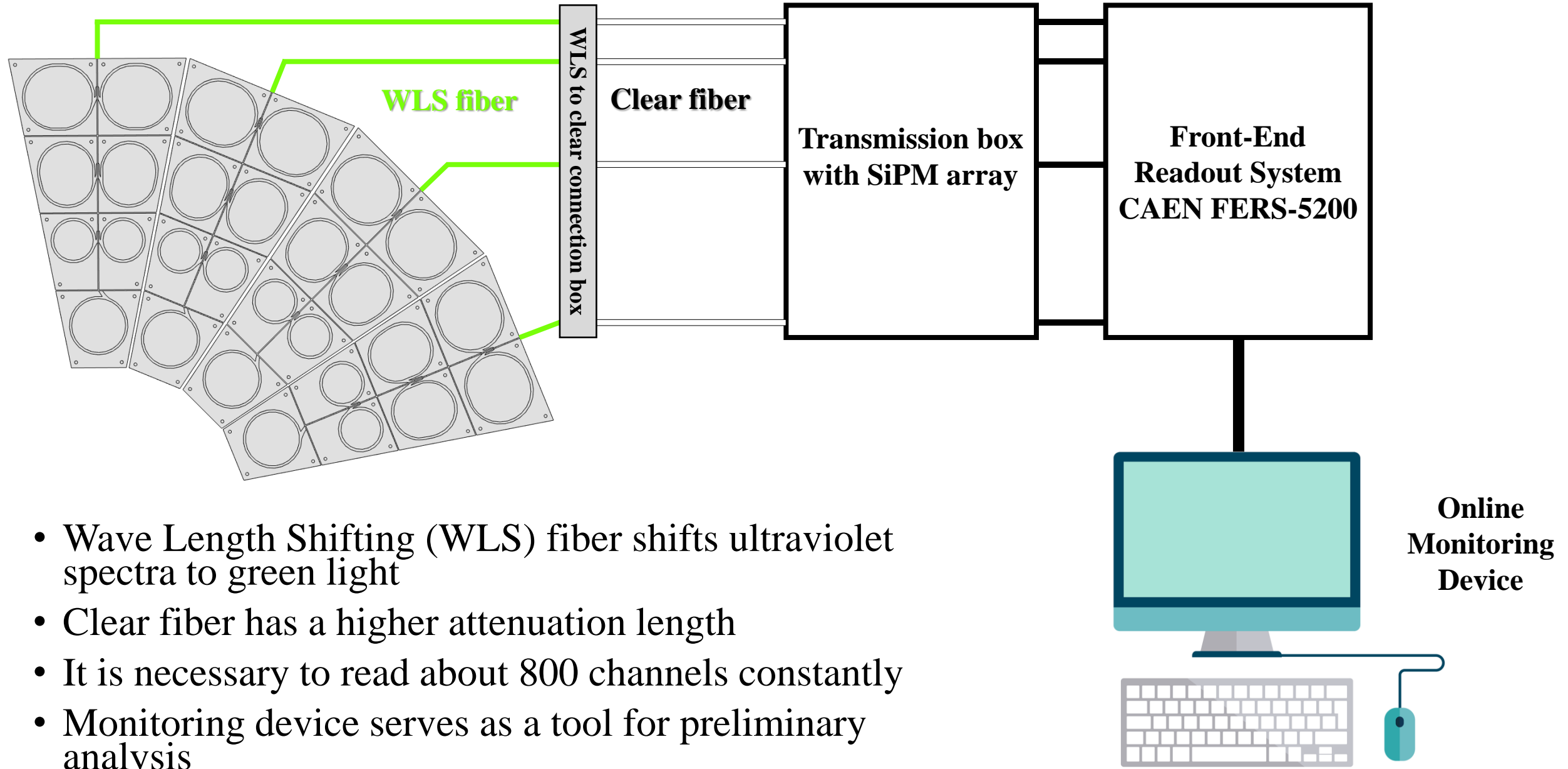


- SPD BBC будет состоять из **16 секторов с 25 тайлами в каждом секторе** в одном колесе. Каждый тайл представляет собой отдельный источник сигнала, считывающийся с помощью кремниевого фотоумножителя (SiPM), подключенного к оптоволокну WLS.
- Количество каналов считывания наводит нас на использование FEE системы считывания **CAEN FERS-5200**, разработанной специально для больших массивов детекторов.
- Каждая плата вмещает 64 канала и включает в себя FEE электронику, АЦП, триггерную логику, синхронизацию, локальную память и интерфейс считывания.

- Для исследований на **космическом излучении** используется внешняя триггерная система, основанную на двух сцинтилляторах 10×10 см² со считывающими PMT Hamamatsu H10720-110 и временным разрешением ~ 650 пс.
- Концентратор DT5215 используется для возможности расширения количества каналов до 8192

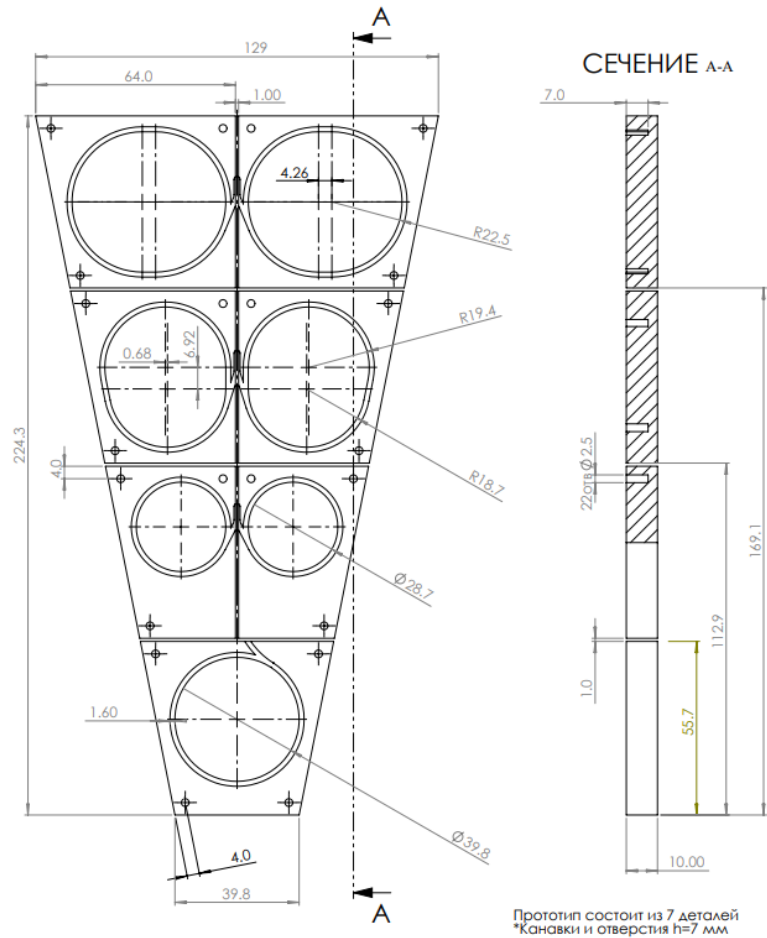


How BBC readout will work



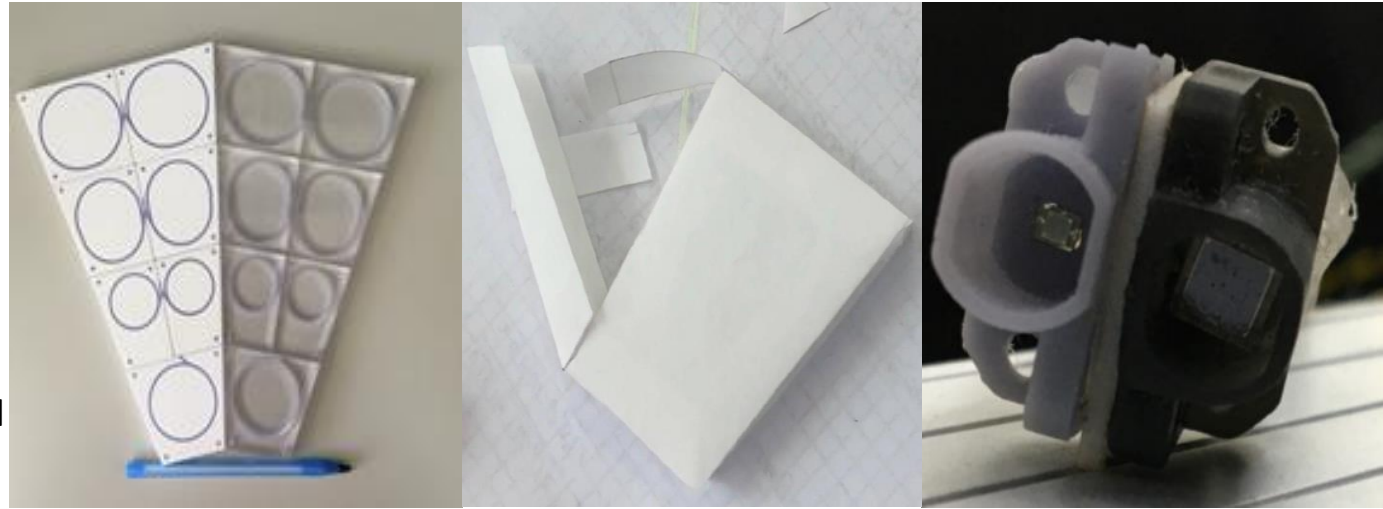
- Wave Length Shifting (WLS) fiber shifts ultraviolet spectra to green light
- Clear fiber has a higher attenuation length
- It is necessary to read about 800 channels constantly
- Monitoring device serves as a tool for preliminary analysis

Выбор материала: общее



Геометрия семи тайлового прототипа, используемого в данной работе

Row
3 (L;R)
2 (L;R)
1 (L;R)
central



Выбор материалов и тестирование различных композиций для прототипа сцинтилляционного детектора включает сравнения:

Покрытие сцинтиллятора:

Матированный VS покрытый Tyvek

Оптический клей:

СКТН МЕД Е, В VS ОК-72

Оптоволокно:

Saint-Gobain Crystals VS Kuraray

SiPMs:

3x3 VS 1x1 mm²

Material selection

Basic criteria for selection:

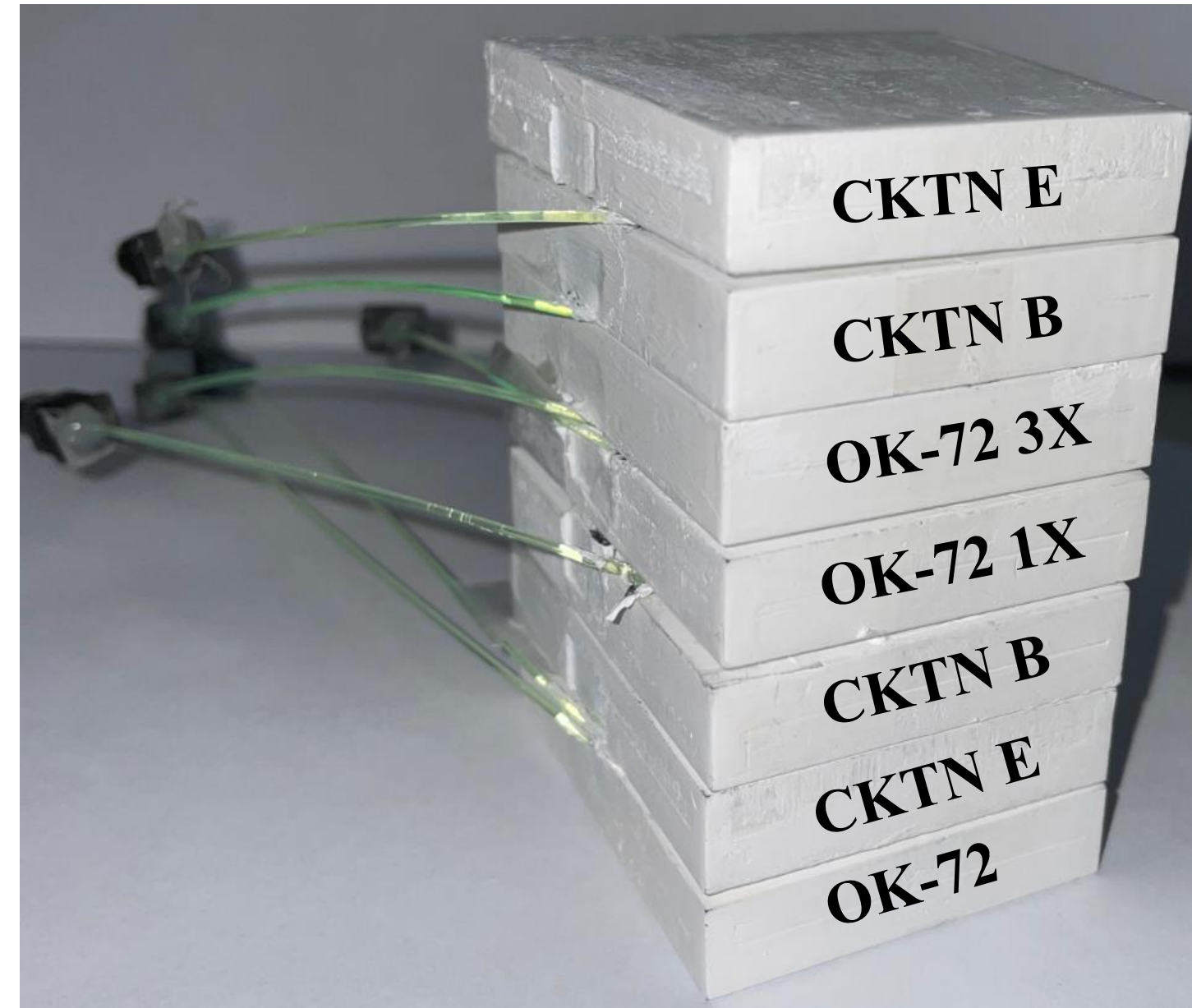
- Light collection
- Mass production convenience
- Material cost
- Sanction independence
- Radiation resistance
- Aging, e.t.c...



Leading Order

Next leading order

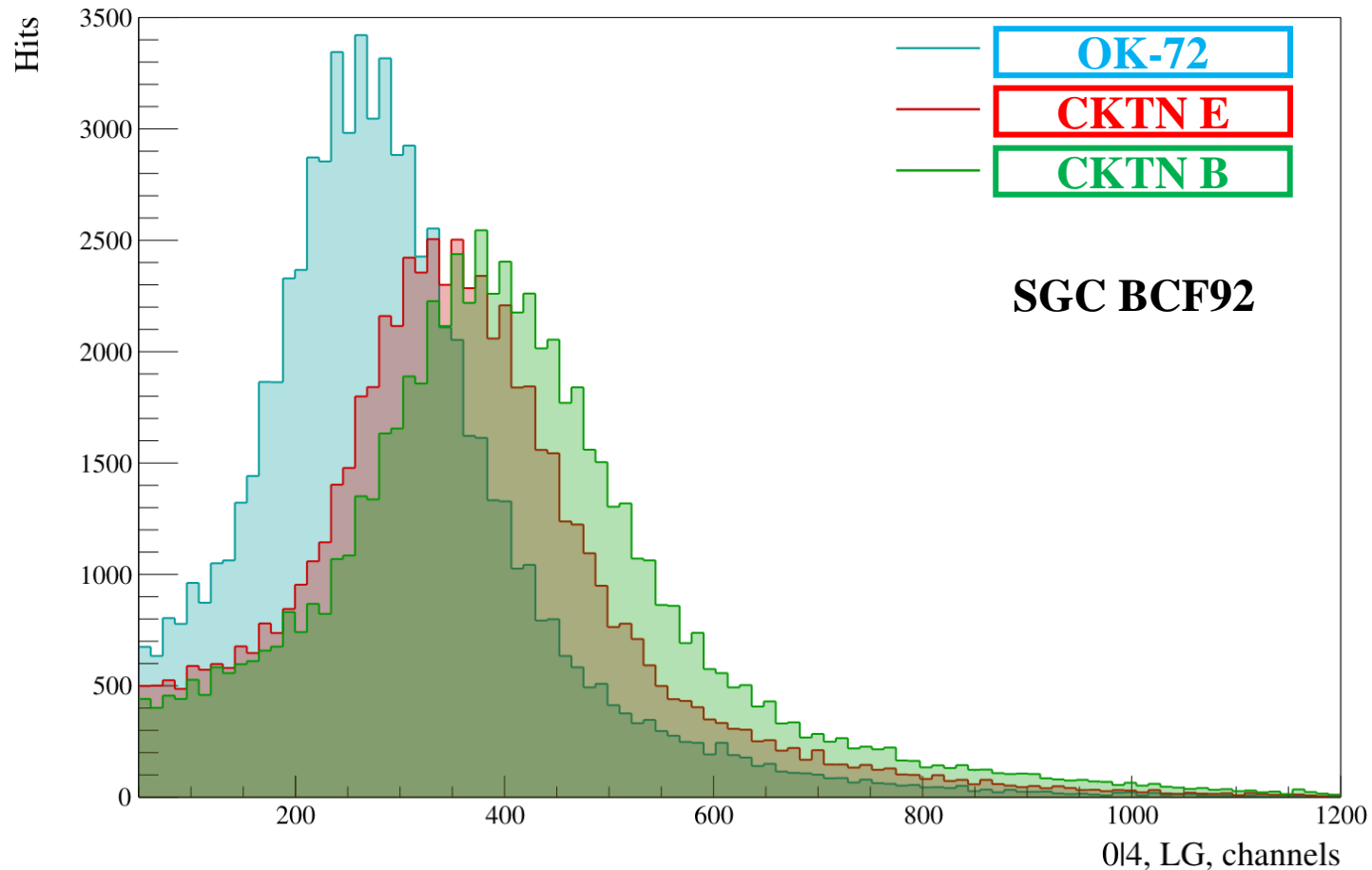
Сборка последних проведенных тестов



Saint Gobain Crystals
BCF92

Kuraray Y-11

Material selection: Optical cement



Row 3 tiles with SGC BCF92 and CKTN E (red), CKTN B (green) and OK-72 (blue)

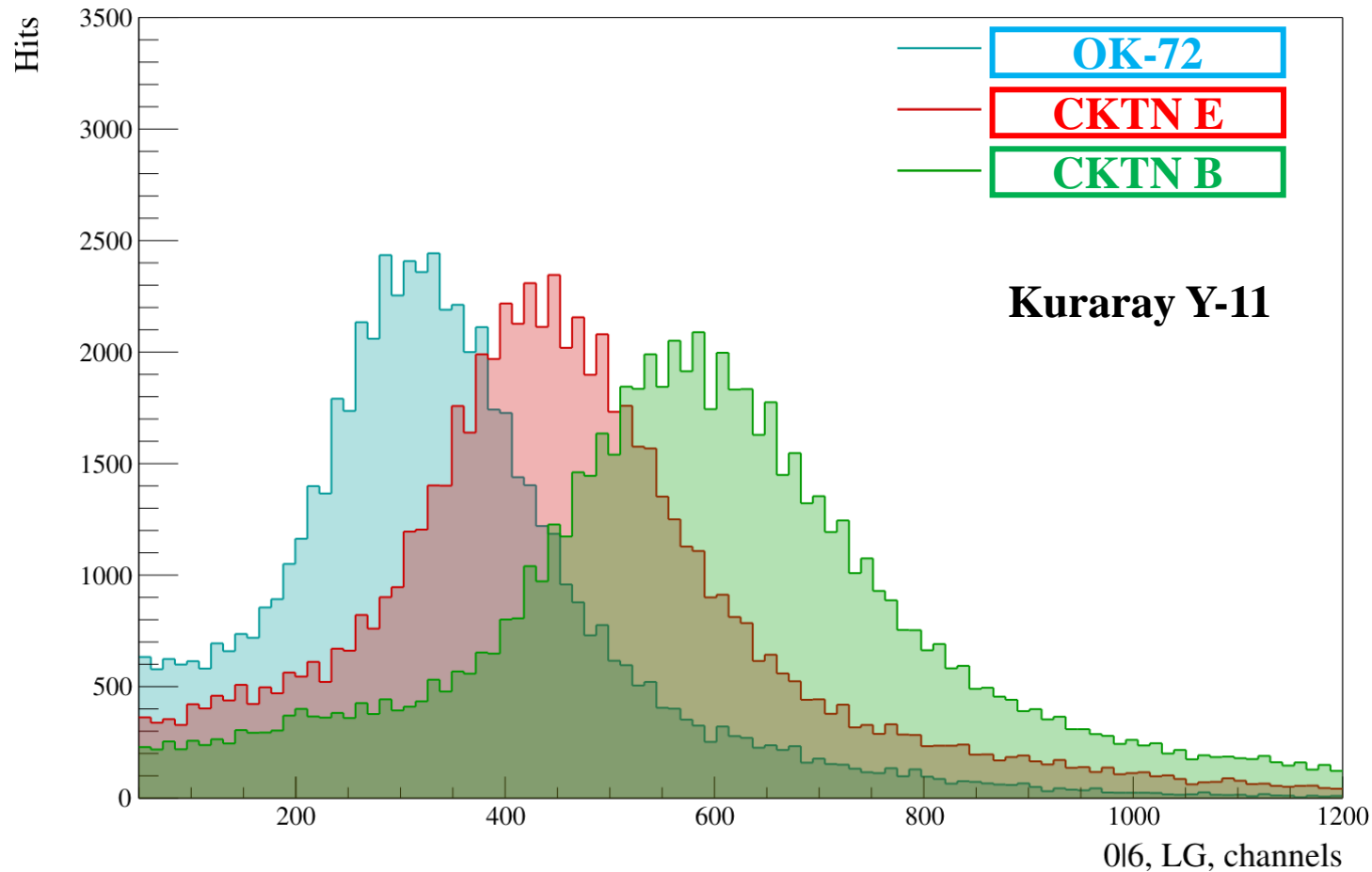
As we had earlier,

Fit Params	CKTN MED E	CKTN MED B	OK-72
Mean, Channels	354.5	387.6	307.2
Width, Channels	262.2	299.9	249.5

- CKTN series collect more light, but due to low viscosity CKTN B and OK-72 optical cements are more convenient in terms of mass production
- As for updated results,

Fit Params	CKTN MED E	CKTN MED B	OK-72
Mean, Channels	340.3	378.4	263.7
Width, Channels	240.7	265.4	212.6

Material selection: Optical cement

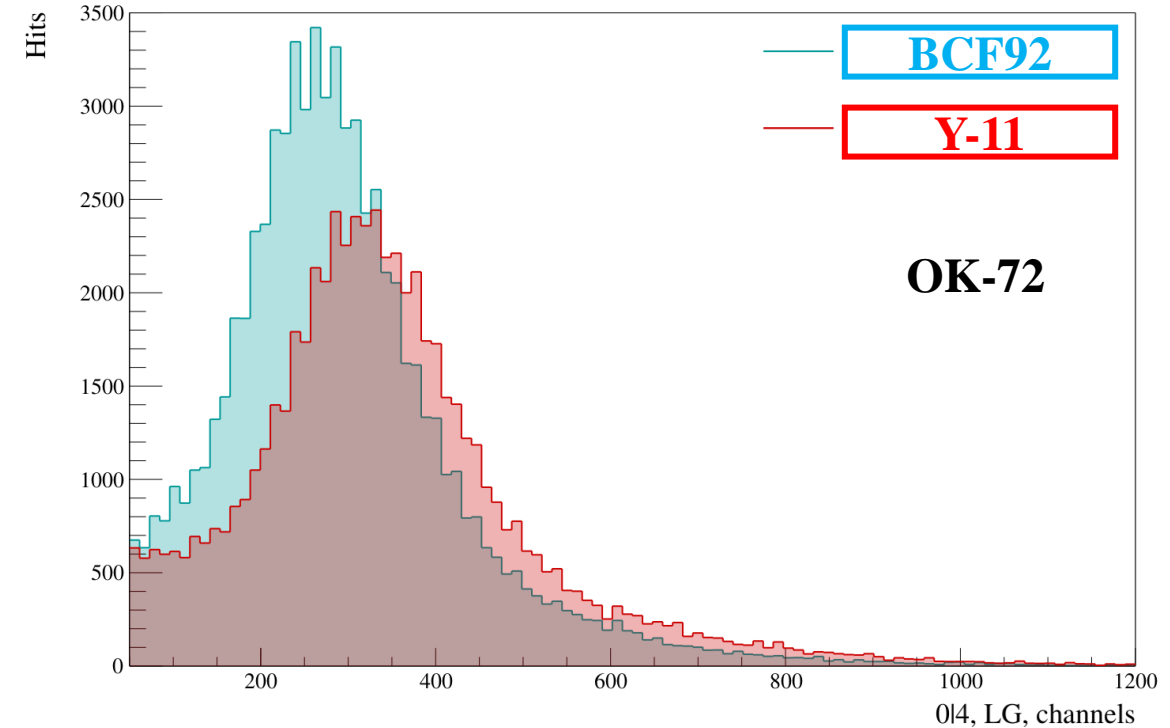
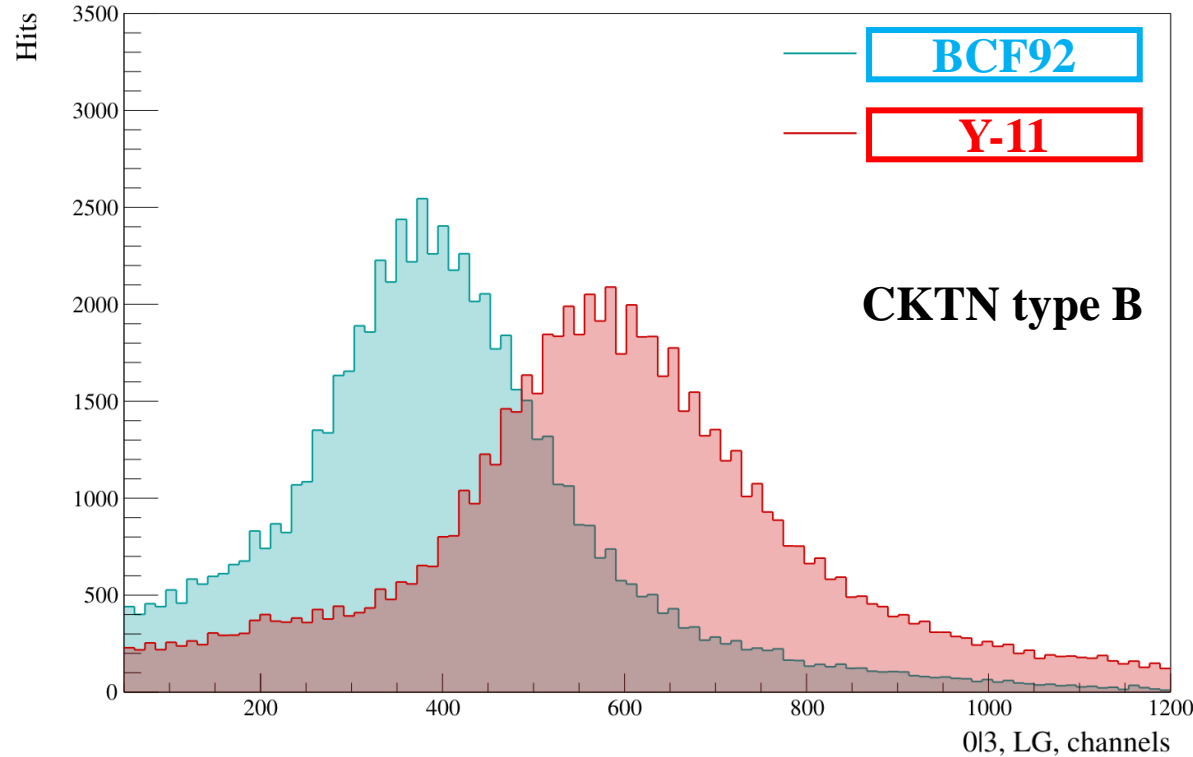


Row 3 tiles: CKTN B (green), CKTN E (red) and OK-72 (blue)

Fit Params	CKTN MED E	CKTN MED B	OK-72
Mean, Channels	429.7	569.1	312.8
Width, Channels	268.7	324.9	228.2

- While the peak position difference for CKTN B vs CKTN E with SG BCF92 is approximately 10%, Kuraray Y-11 shows difference about 25%.
- In both cases CKTN B collects more light

Material selection: WLS comparison



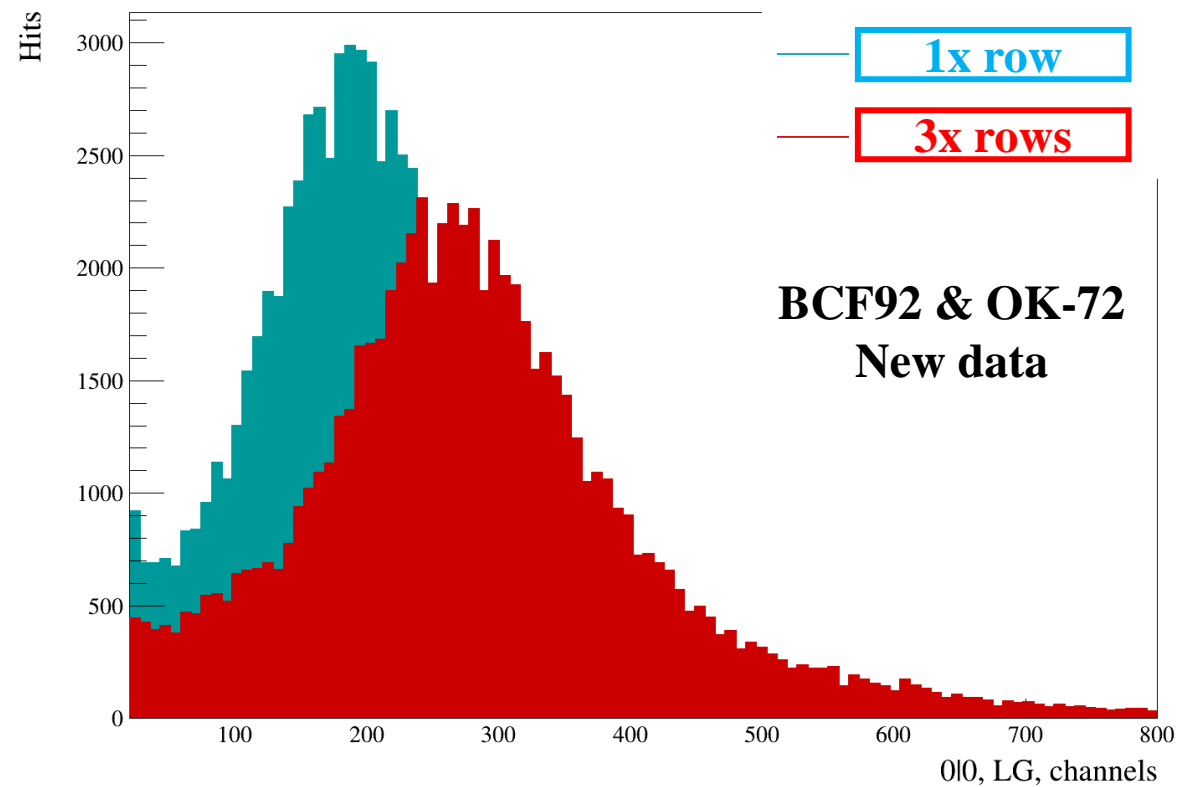
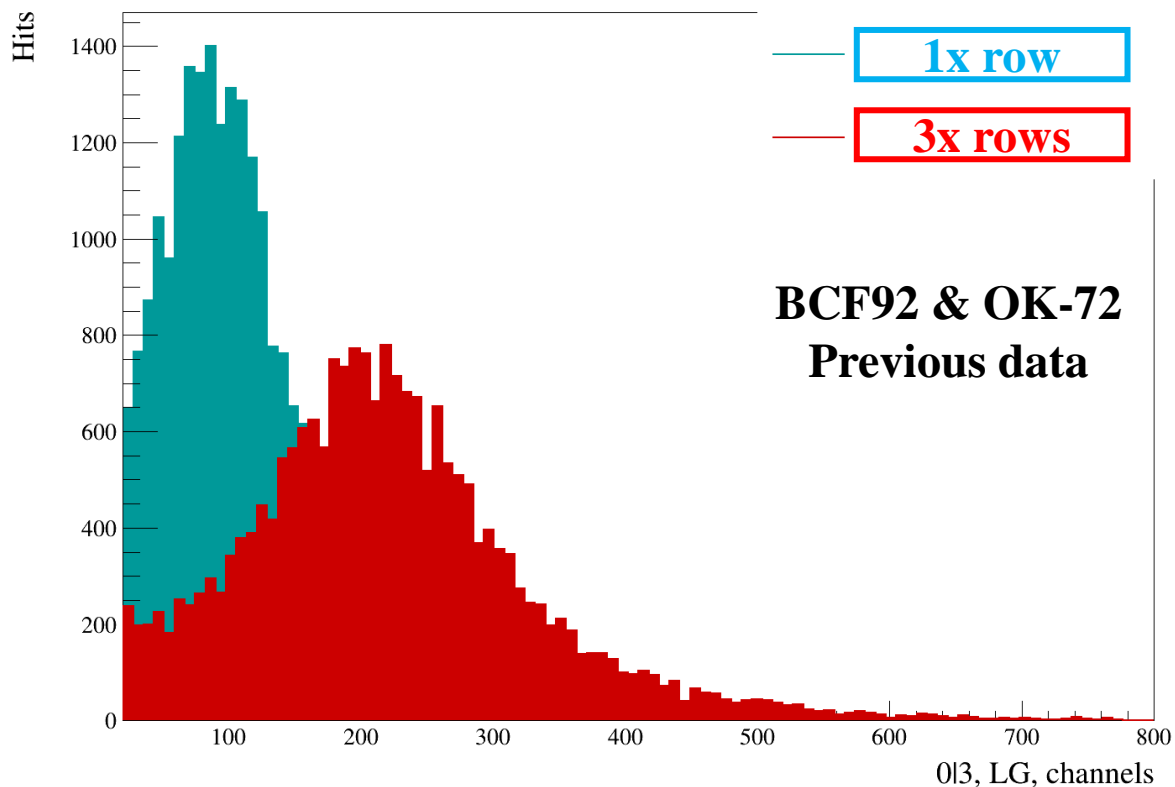
Row 3 comparison of SG BCF98 (blue) and Kuraray Y-11 (red) WLS fibers, using CKTN B (left) and OK-72 (right)

Fit Params	BCF92	Y-11
Mean, Channels	378.4	569.1
Width, Channels	265.4	324.9

Once again, Y-11 collects more light in both cases, but in case of OK-72 we see that peaks are not really separated and both of them are in low-energy area, which indicates that OK cement can't pass high energy photons

Fit Params	BCF92	Y-11
Mean, Channels	263.7	312.8
Width, Channels	212.6	228.2

Material selection: Amount of fiber rows



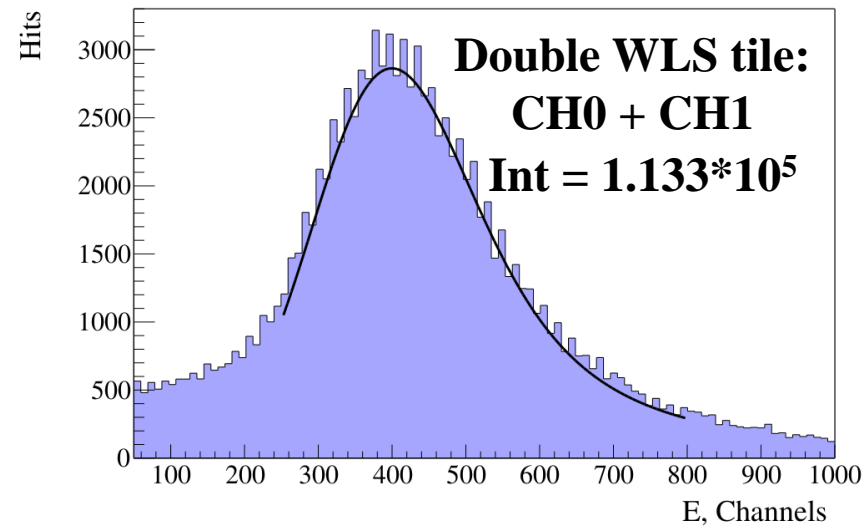
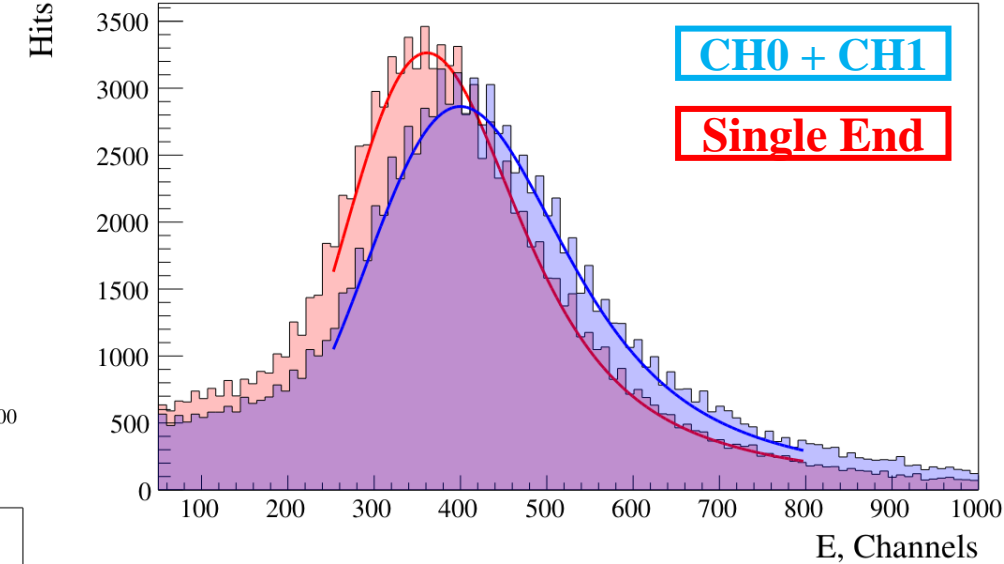
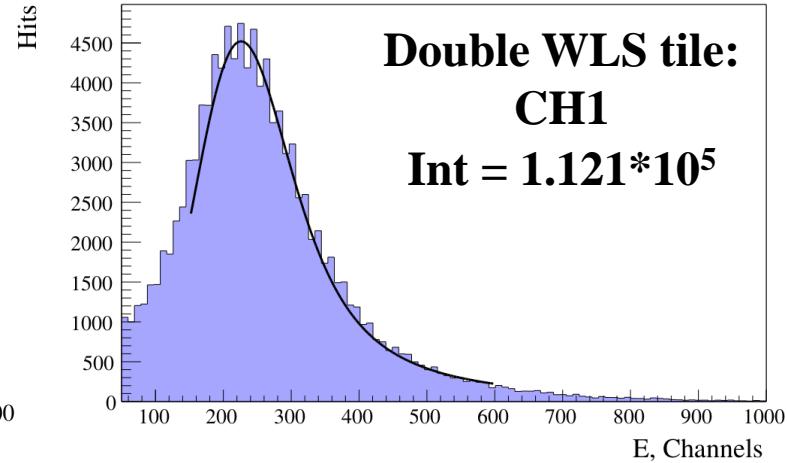
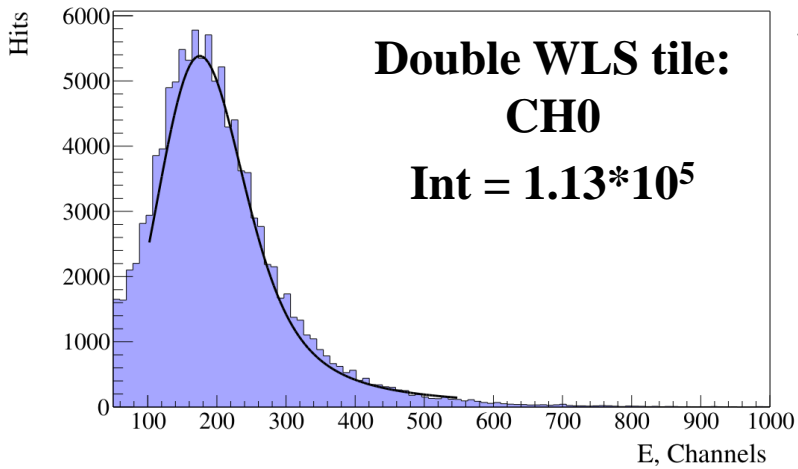
Fit Params	1 row	3 rows
Mean, Channels	86.0	202.1
Width, Channels	?	190.0
χ^2/ndf	3.7	2.8

1 / 2.35 VS **1 / 1.39**

↑ ↑

Fit Params	1 row	3 rows
Mean, Channels	188.2	262.2
Width, Channels	167.5	213.2
χ^2/ndf	4.4	3.8

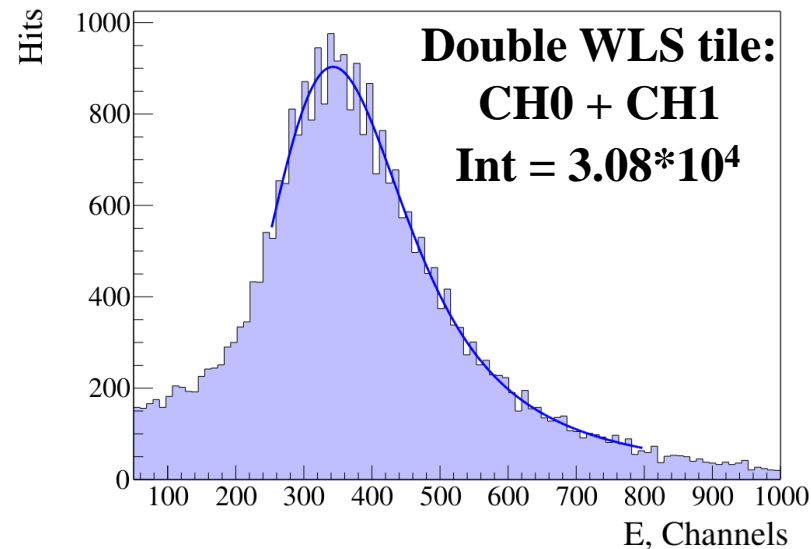
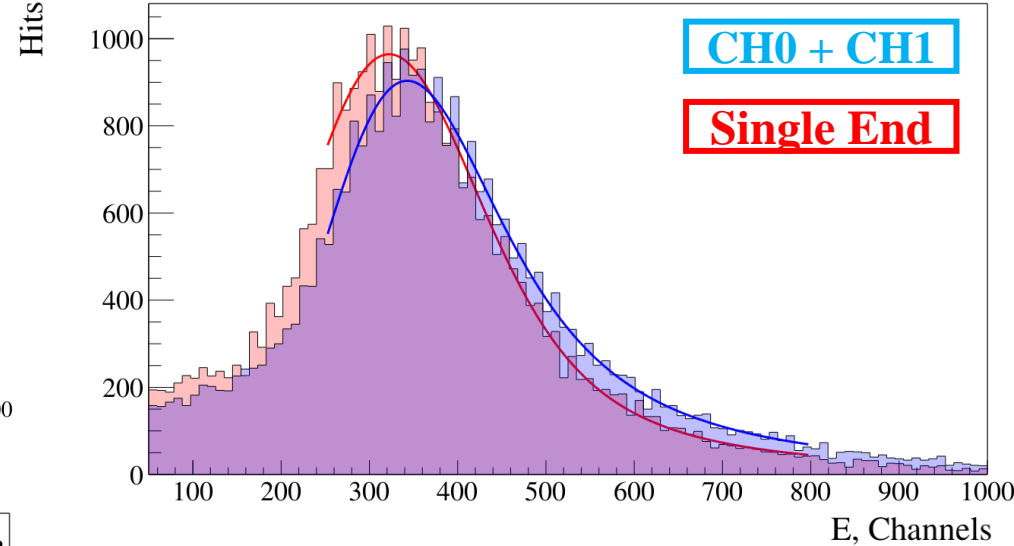
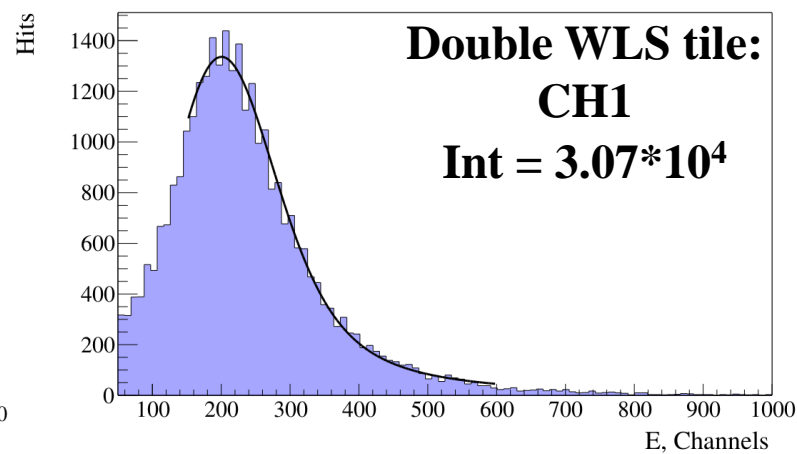
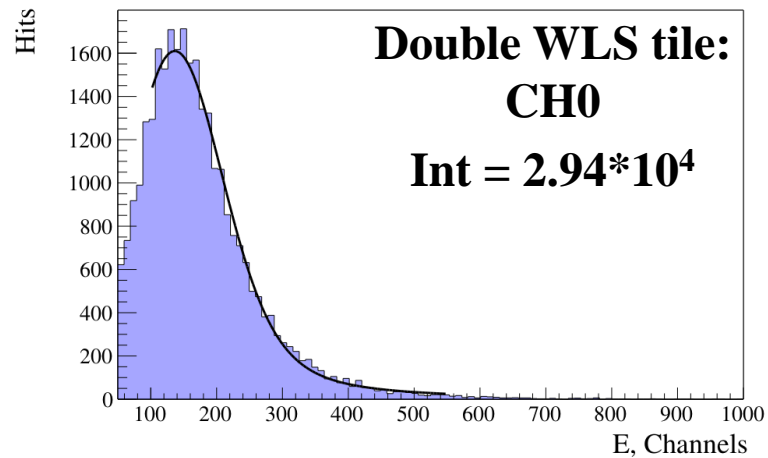
Double WLS sum VS single WLS tile signal



We sum each event from both fibers (check coincidence) and than fit the result. In the same run we had tile with one end (second one is painted with acrylic paint and glued inside the tile) and compare the results.

Fit Params	Tile with one end	Sum of both ends
Mean, Channels	360.9	399.8
Width, Channels	243.2	277.4
χ^2/ndf	8.5	13.1

Double WLS sum VS single WLS tile signal

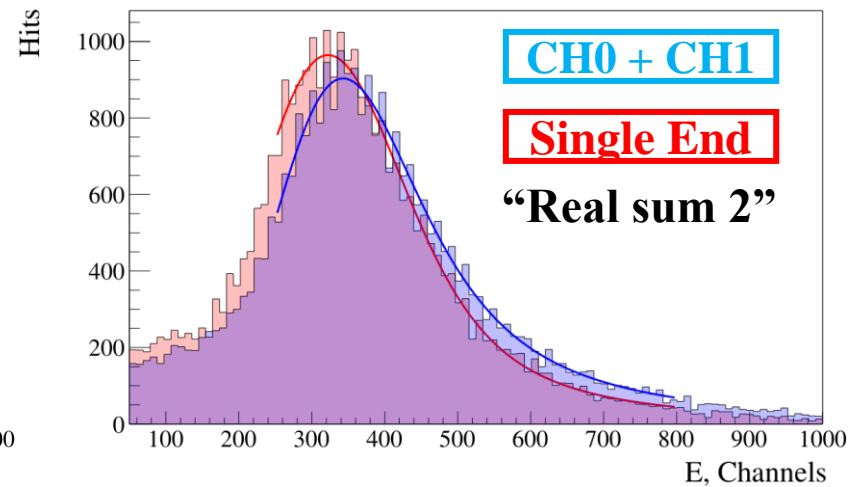
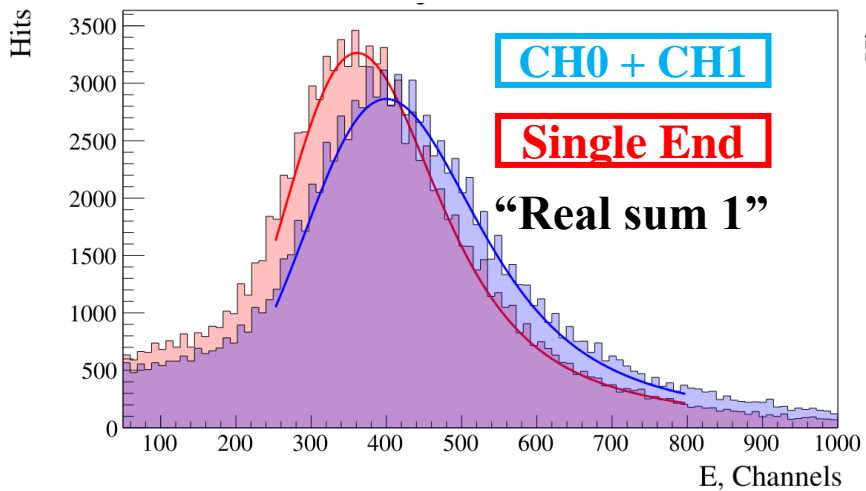
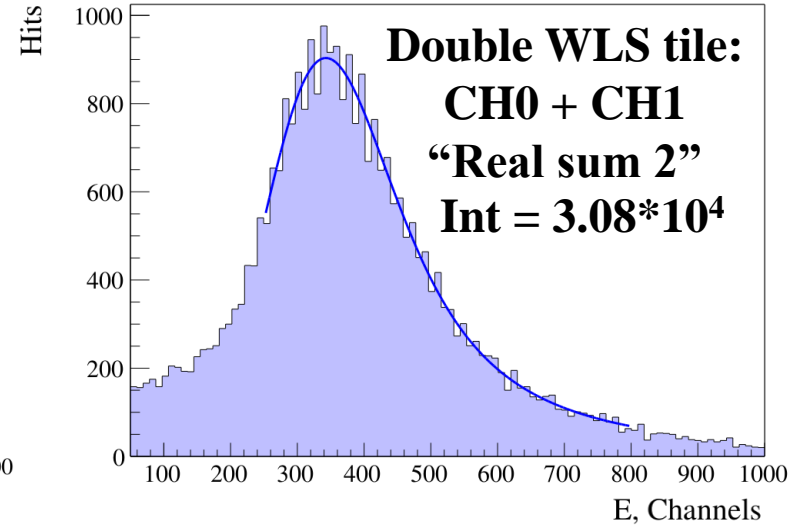
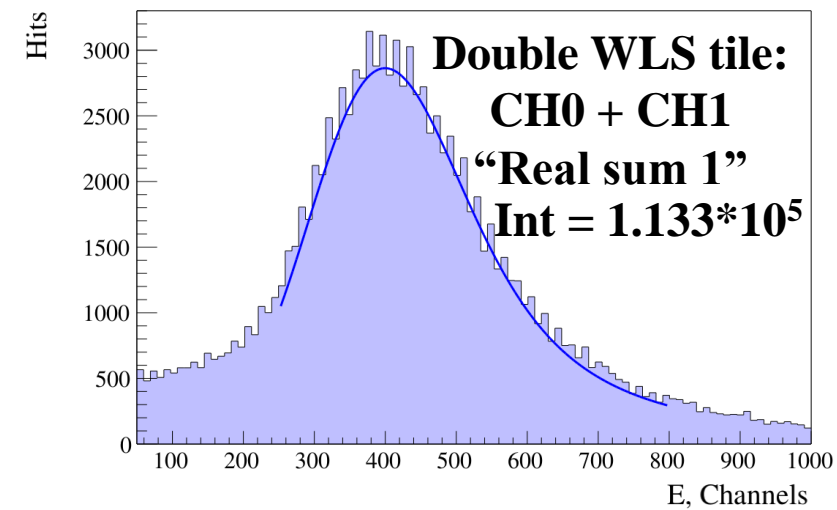


Fit Params	Tile with one end	Sum of both ends
Mean, Channels	322.3	342.8
Width, Channels	251.2	247.5
χ^2/ndf	2.1	2.5

For the purity of the experiment, we decided to redo the run. In both cases we see that sum of both ends collects slightly more light (from 6% to 10% difference) than single end.

We can confidently claim light reflection efficiency as higher or equal 90%

Double WLS sum VS single WLS tile signal



In case, if we remove coincidence (for example, one of the channels has bin content in exact bin, but the second one doesn't, so we fill sum hist with only one existing value, instead of removing bin at all) the ratio remains

Fit Params (Run 1)	Tile with one end	Sum of both ends
Mean, Channels	360.8	399.8
Width, Channels	243.2	277.4
χ^2/ndf	8.5	13.1

Fit Params (Run 2)	Tile with one end	Sum of both ends
Mean, Channels	322.3	342.7
Width, Channels	251.2	247.4
χ^2/ndf	2.1	2.4

Conclusion

Leading order material selection is almost completed:

- CKTN B collects more light and is quite convenient in terms of mass production; OK-72 is not transparent to high energy photons
- Fiber study proved that Kuraray Y-11 collects more light and is more efficient for our goals
- New studies for 1X vs 3X fiber rows differs from the previous measurements -> new studies are needed
- Studies about efficiency of painted with acryl end showed that resulting signal is reduced at max of 10% in comparison with double WLS tile, what makes our technology 90% efficient

In closest perspective:

- 7-tile prototype assemble & tests;
- We hope to compare 1X vs 3X studies with GEANT model;
- FERS-5200 calibration;