

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
Физтех-школа Фундаментальной и Прикладной Физики
Кафедра фундаментальных взаимодействий и космологии

**Изучение прототипа
сегментированного
сцинтилляционного детектора
нейтрино**

Выполнил:

студент 383 группы Смирнов Алексей Евгеньевич

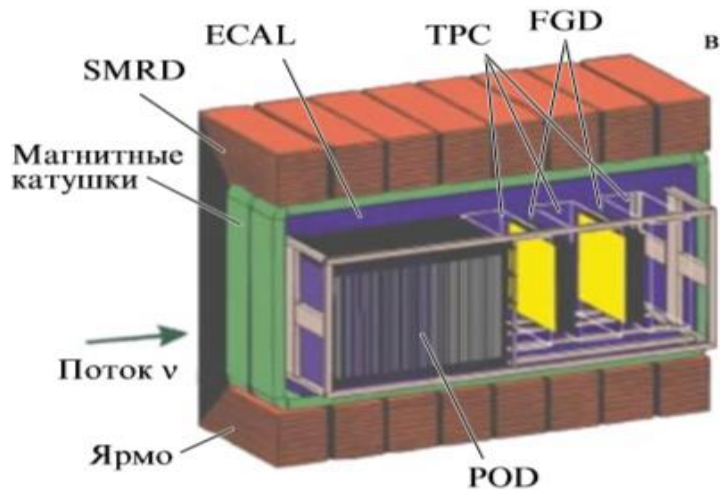
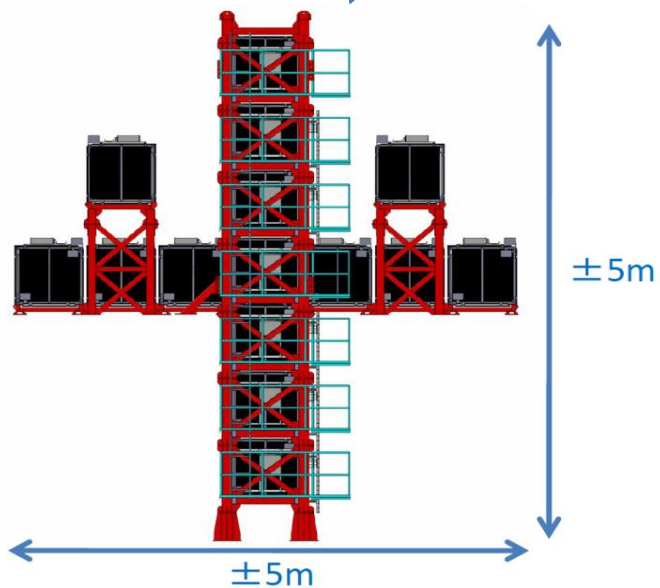
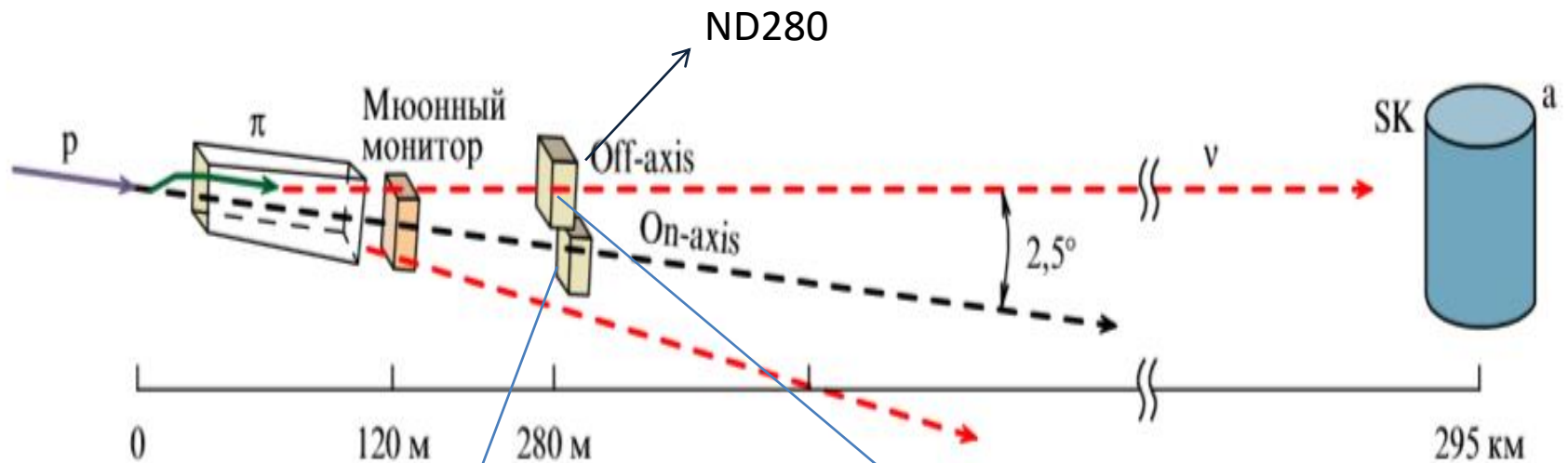
Научный руководитель: Куденко Юрий Григорьевич, Минеев Олег Викторович

Москва 2019

План

1. Эксперимент T2K
2. Принцип работы SuperFGD
3. WLS волокна

Эксперимент T2K



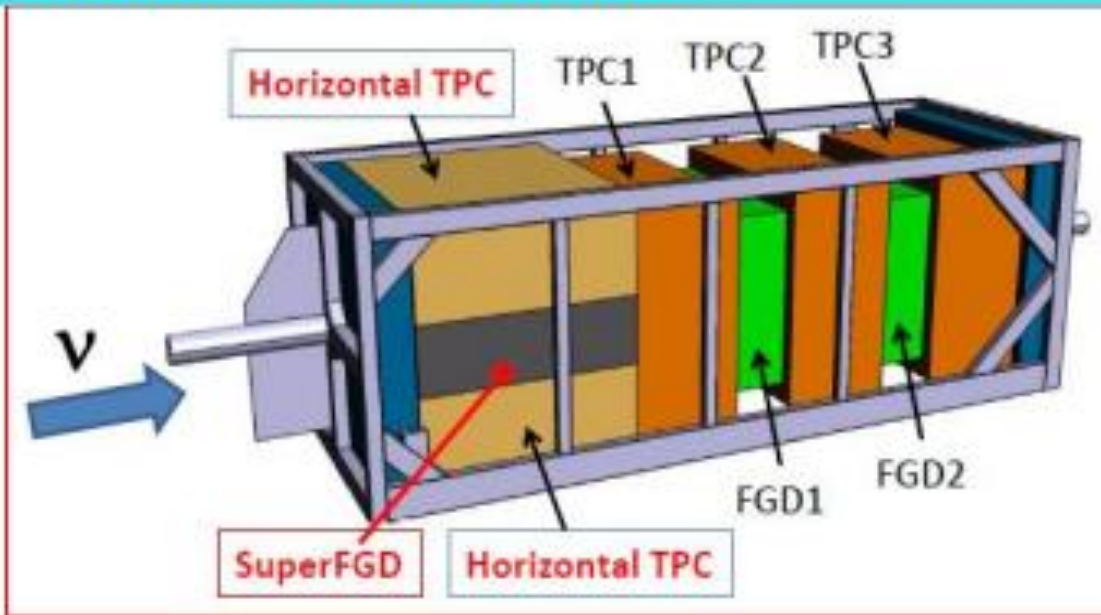
ND280 upgrade

New upstream tracker:

Two Horizontal TPCs

One 3D fine-grained scintillator target SuperFGD

TOF system around new tracker

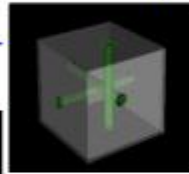


Цели SuperFGD

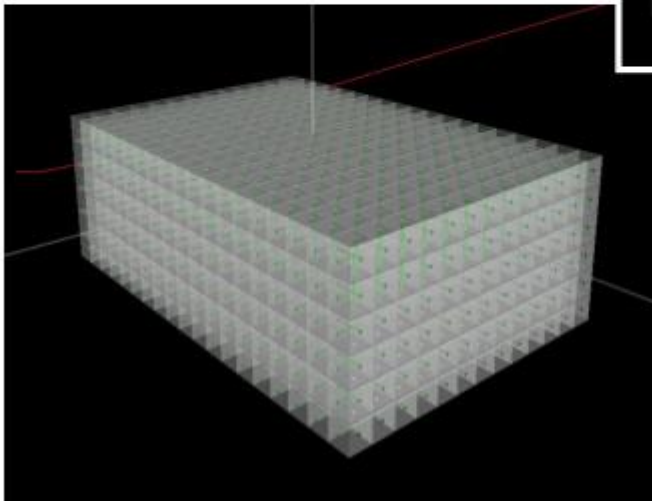
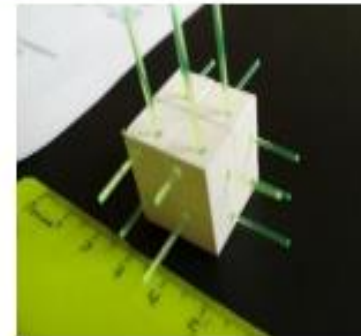
1. Регистрация заряженных частиц от нейтринных взаимодействий в полном телесном угле
2. Низкий порог детектирования заряженных частиц
3. Измерение сечения электронных нейтрино
4. Измерение ядерных эффектов в нейтринных взаимодействиях
5. Уменьшение систематических погрешностей в измерениях нейтринных осцилляциях

SuperFGD

- Volume $200 \times 200 \times 60 \text{ cm}^3$
- 2×10^6 scintillator cubes, $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$
- Each cube has 3 holes, diameter 1.5 mm
- 3D (x,y,z) WLS readout
- About 60000 readout WLS/MPPC channels
- Total active weight about 2 t



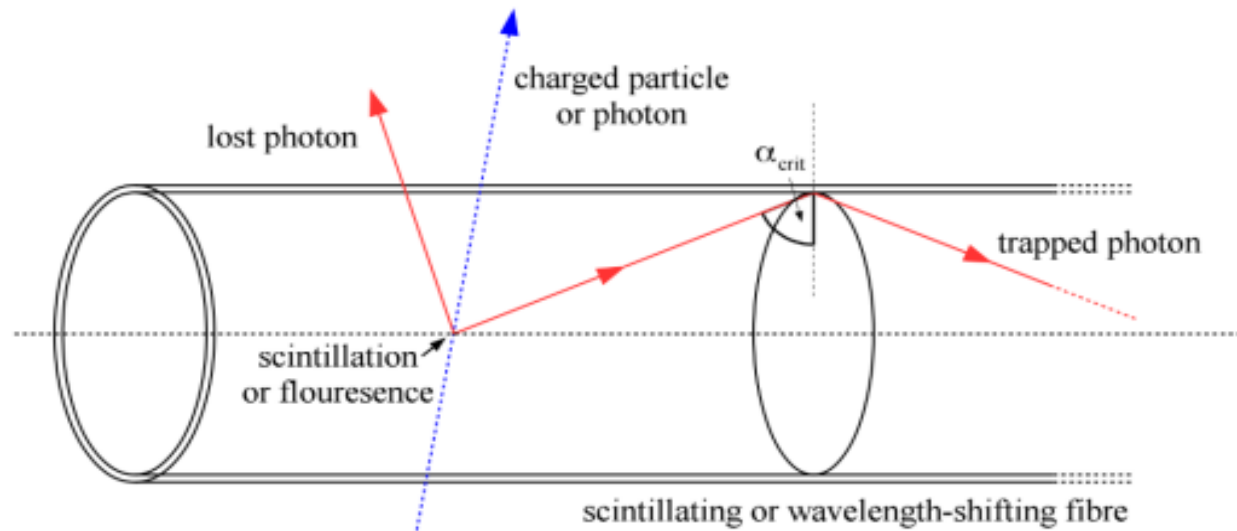
Fully active, highly granular,
 4π scintillator neutrino detector
with 3D WLS/MPPC readout



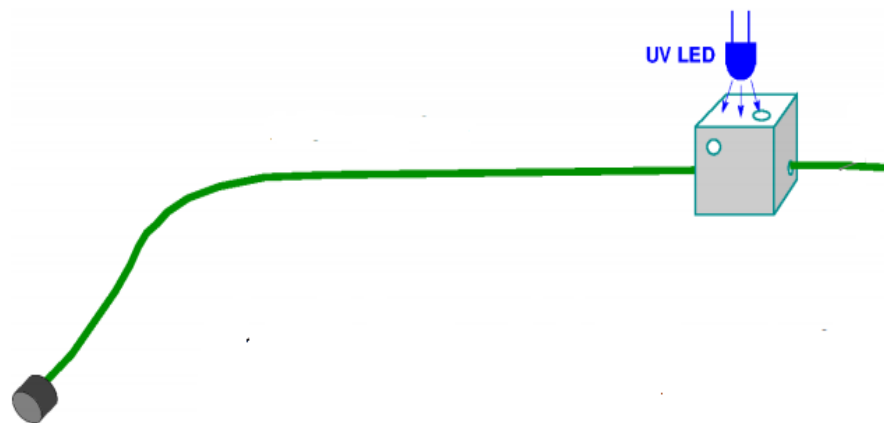
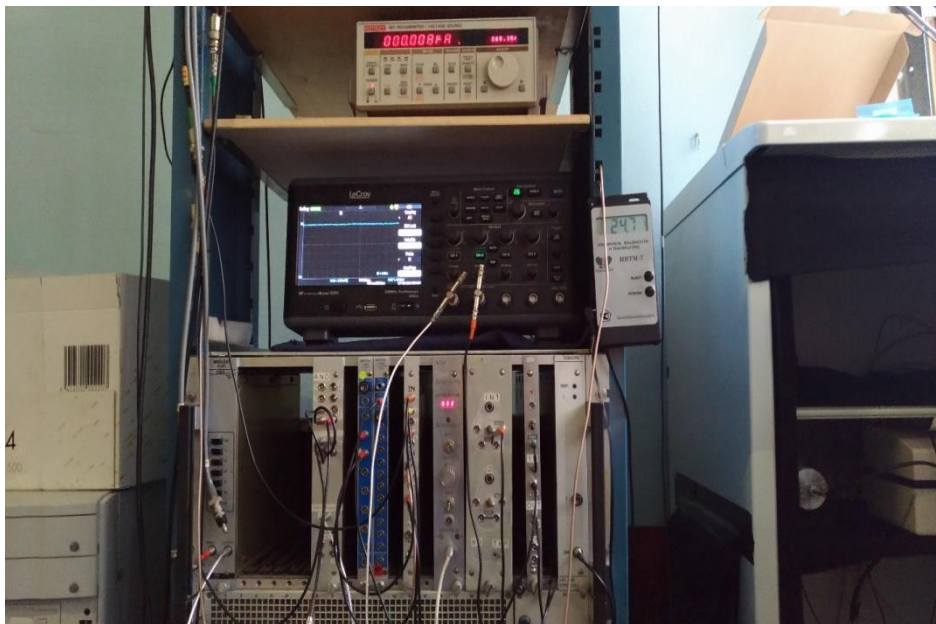
Сборка SuperFGD



WLS Fiber



Измерительная установка

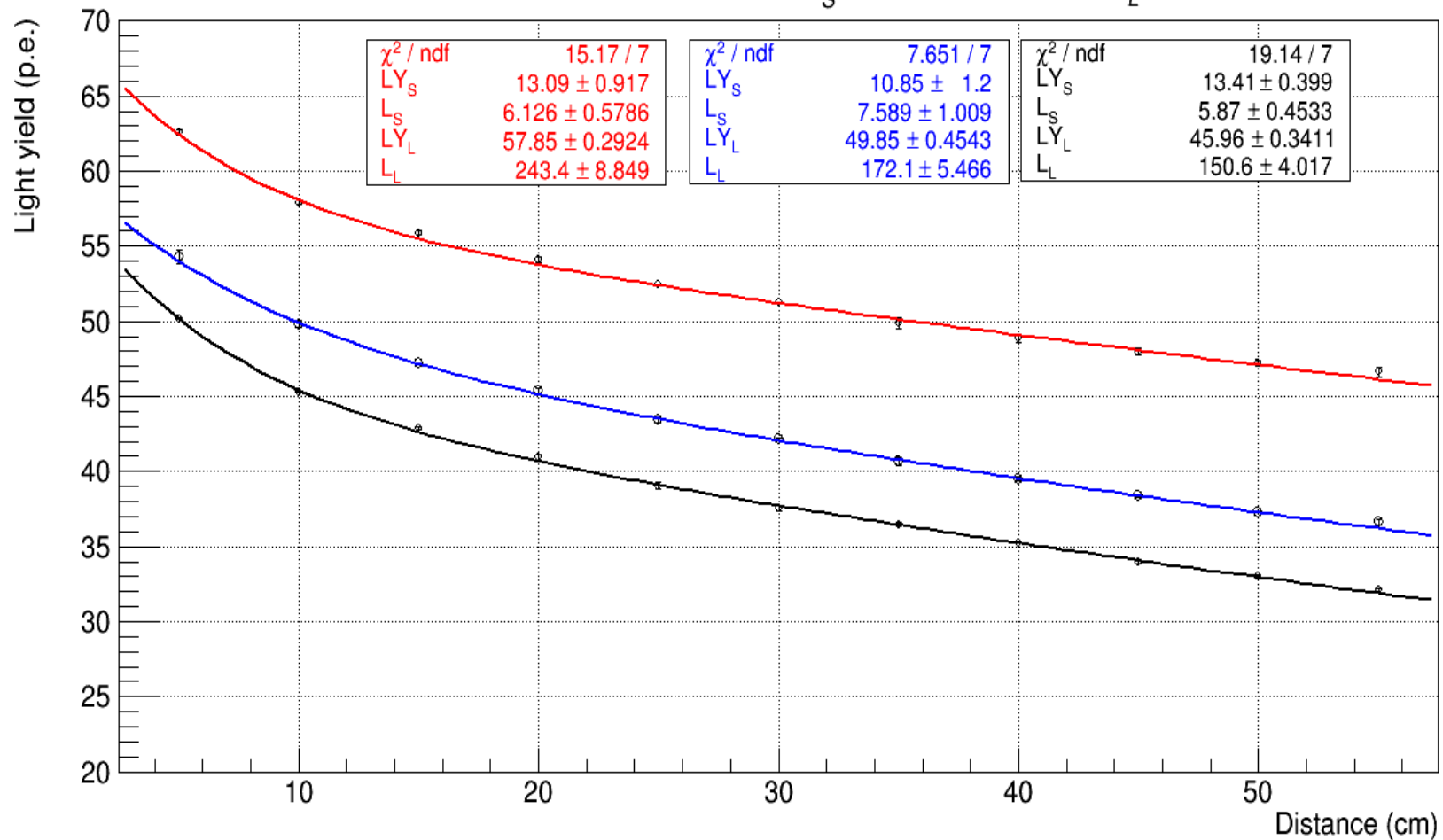


Методика измерений

- 1.Использовались волокна Y11 Kuraray
2. Измерялись волокна четырех длин (24 см,60 см,2 м, 5м)
- 3.Измерения проводились с полированным концом, закрасенным черной краской концом и с отражателем
4. На графиках красный цвет соответствует рефлектору, синий полированному покрытию, черный закрасенному концу
5. Волокна освещались ультрафиолетовым диодом(380 нм)
6. Использовались MPPC Hamamatsu S13081-050CS

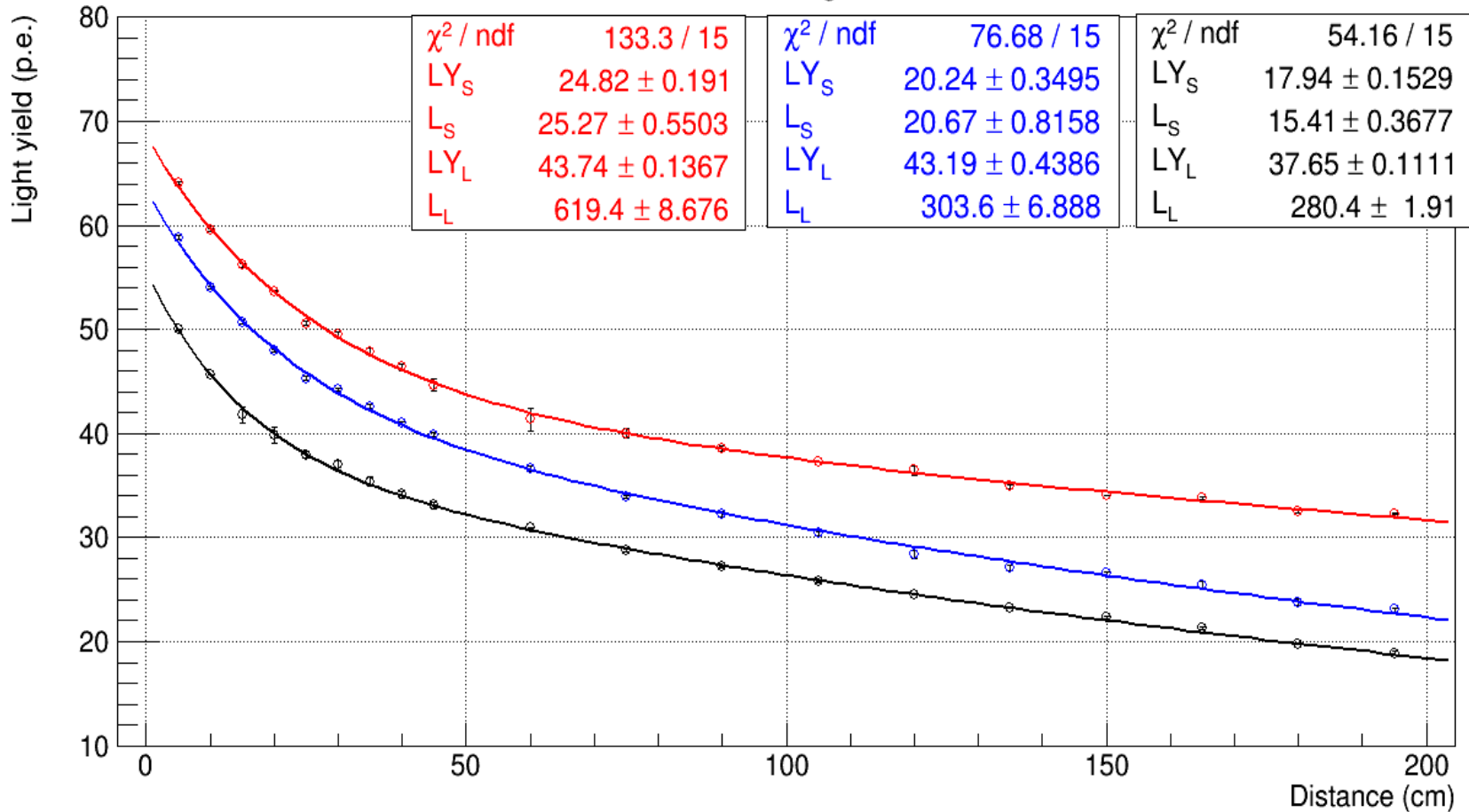
Измерение световыхода волокон

$$LY = LY_S \times \exp\left(-\frac{x}{L_S}\right) + LY_L \times \exp\left(-\frac{x}{L_L}\right)$$



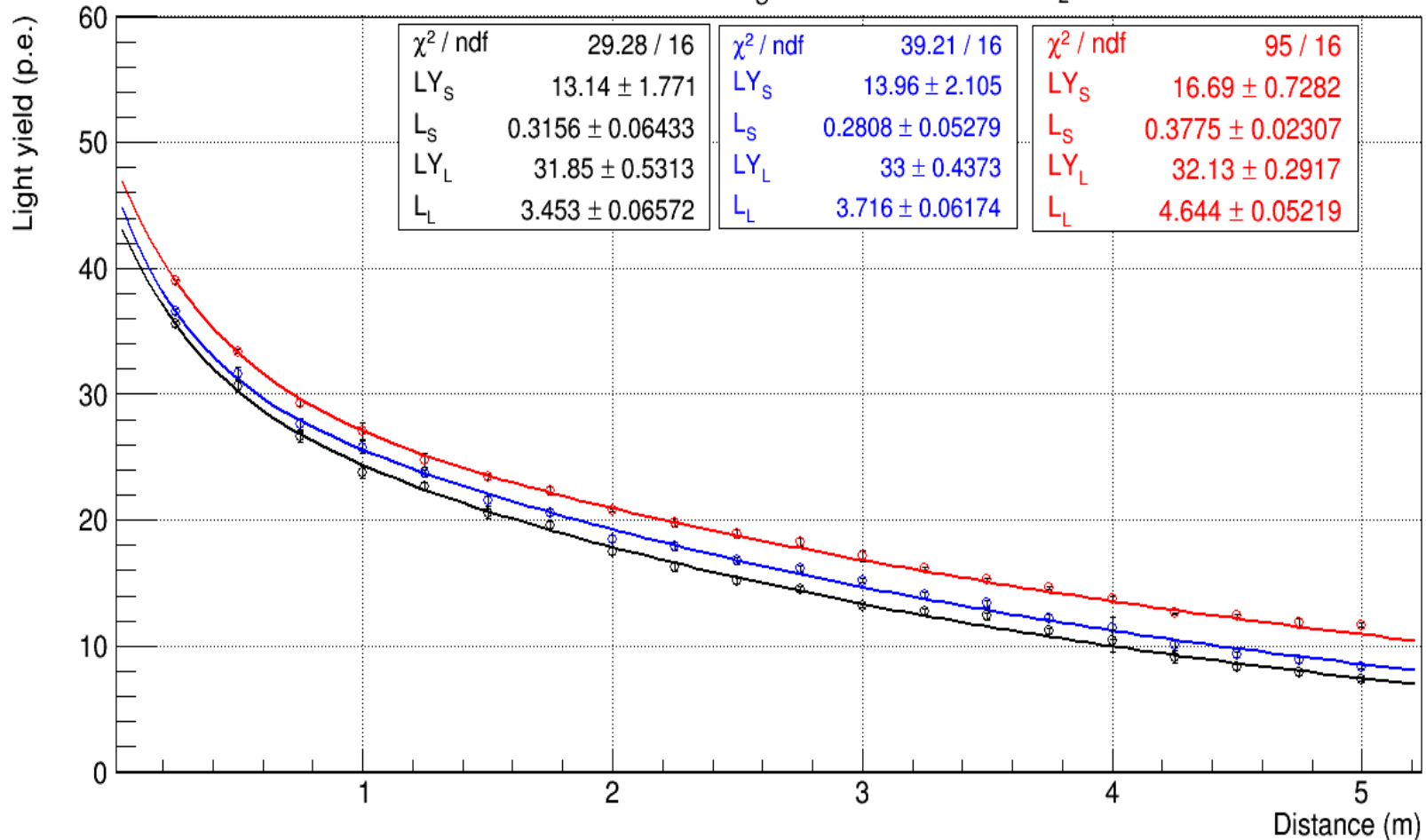
Измерение световыхода волокон

$$LY = LY_S \times \exp\left(-\frac{x}{L_S}\right) + LY_L \times \exp\left(-\frac{x}{L_L}\right)$$

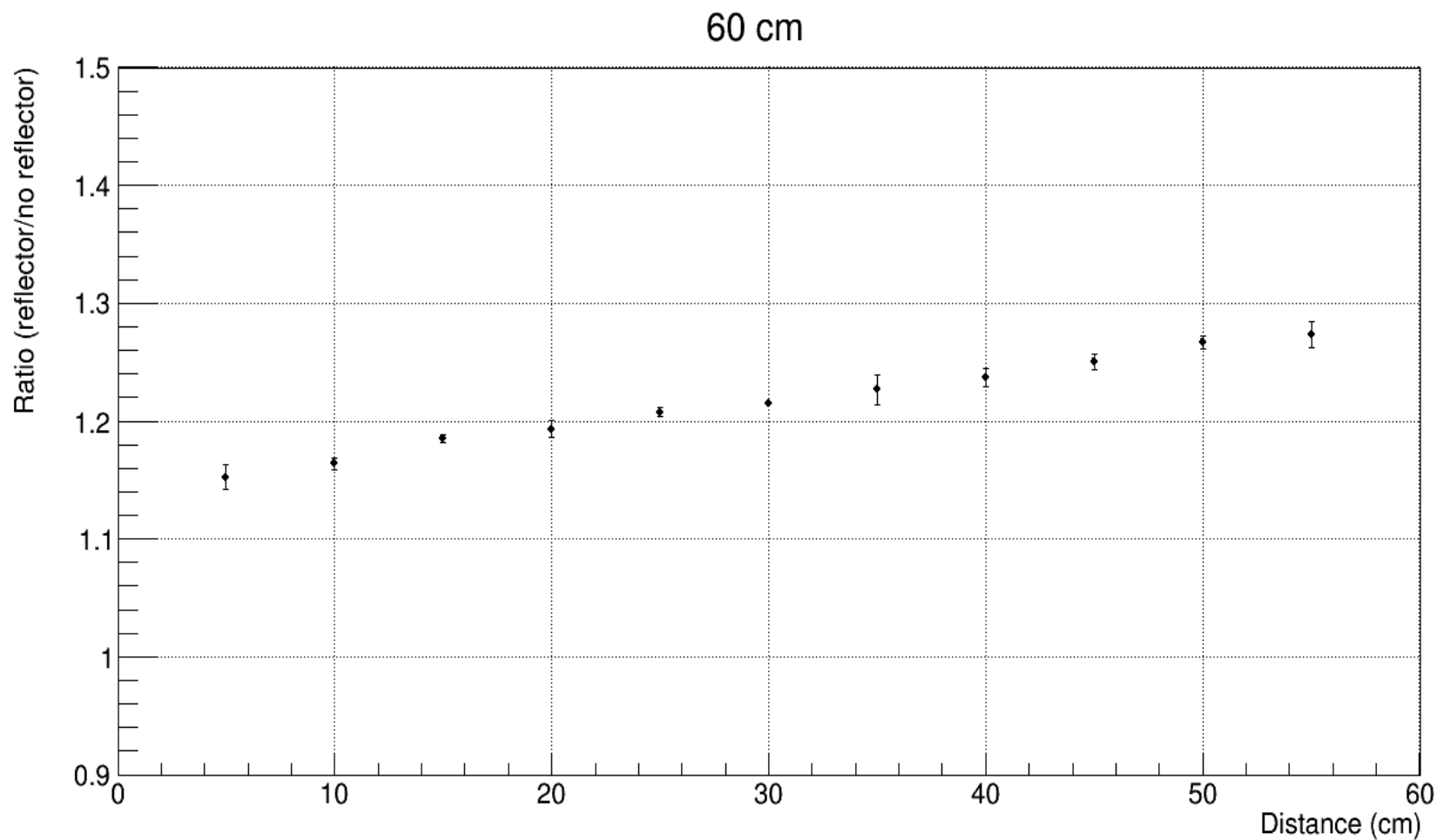


Измерение световыхода волокон

$$LY = LY_S \times \exp\left(-\frac{x}{L_S}\right) + LY_L \times \exp\left(-\frac{x}{L_L}\right)$$

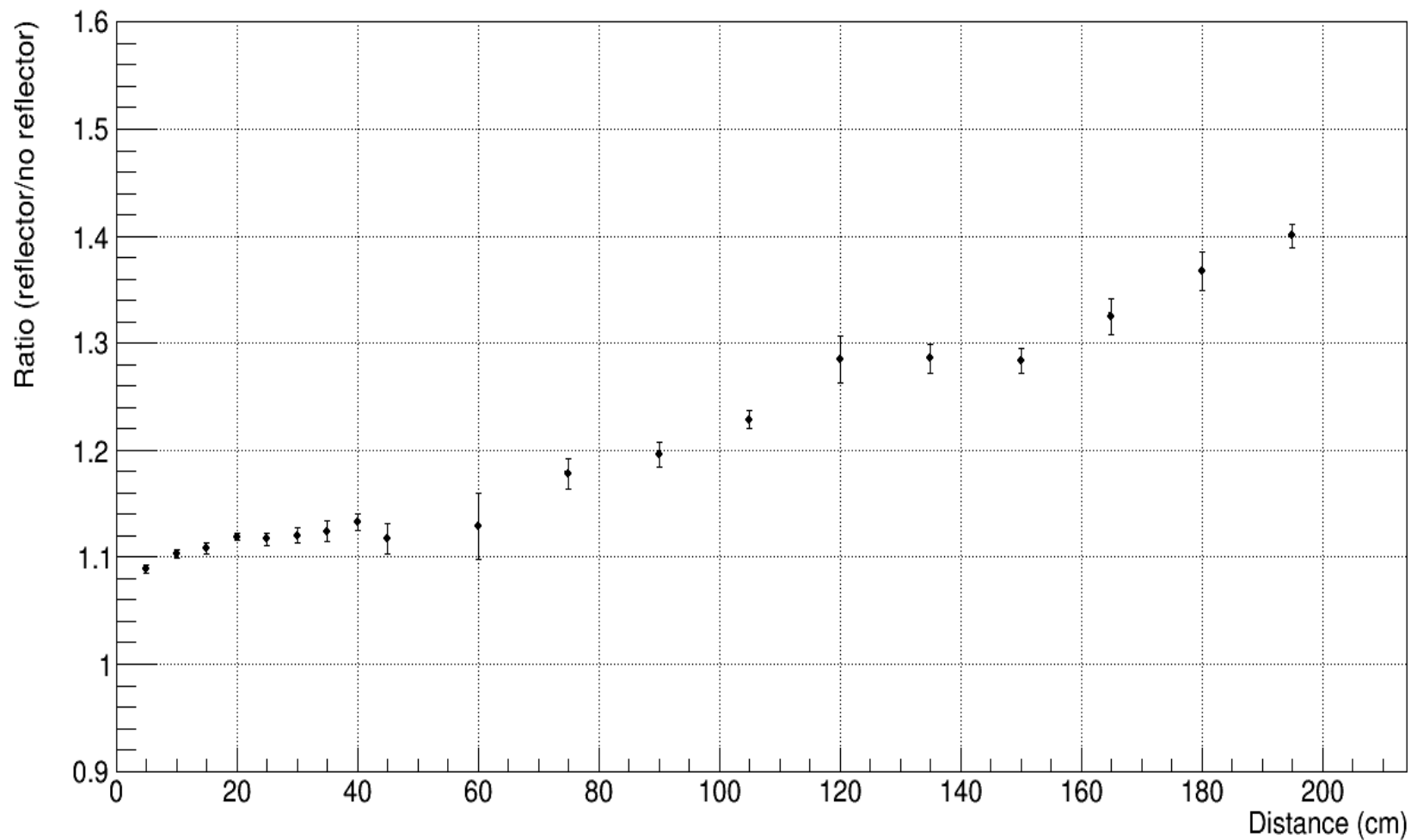


Отношение световыходов



Отношение световыходов

2 m

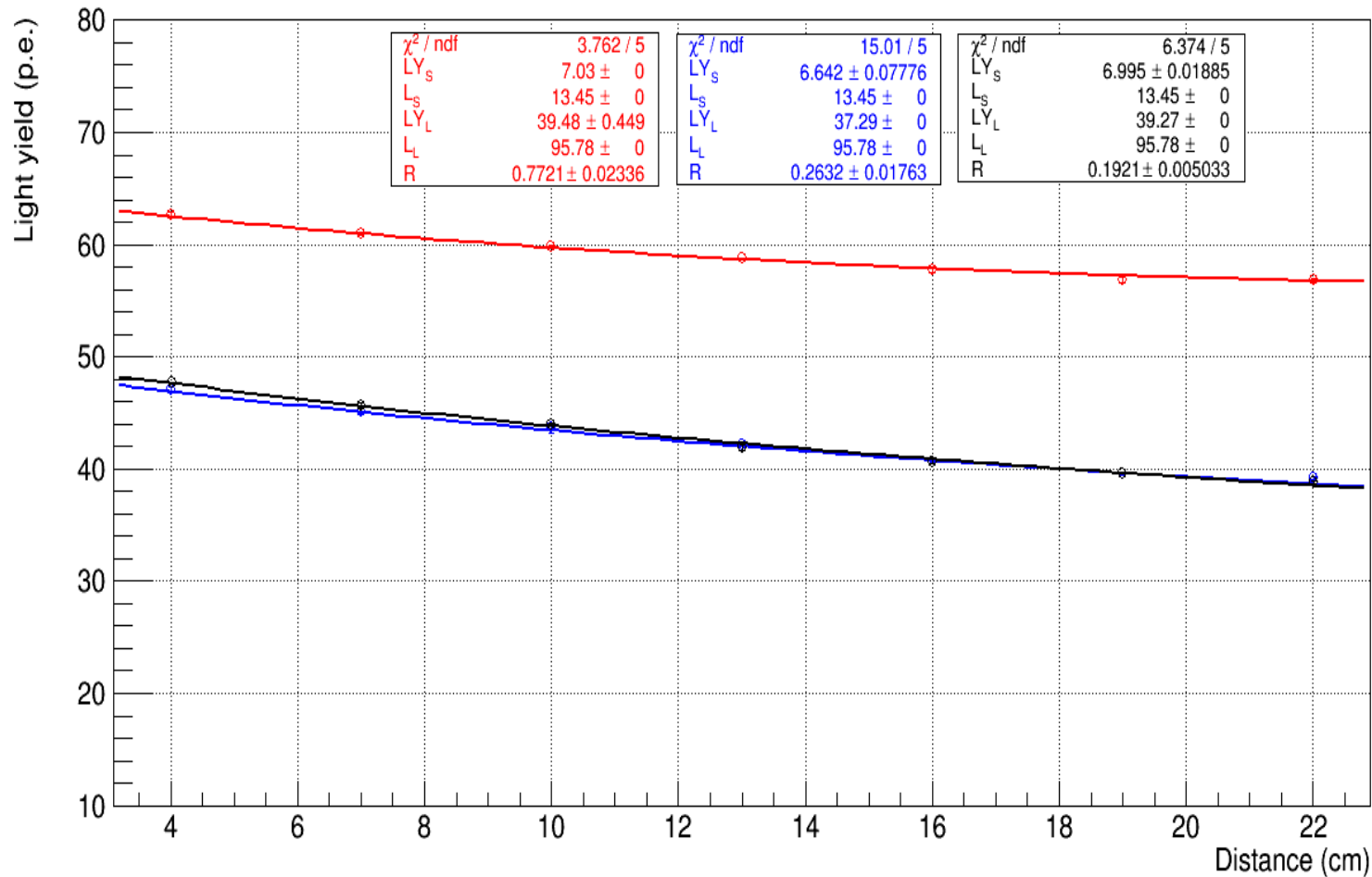


Универсальная модель для параметров затухания волокна

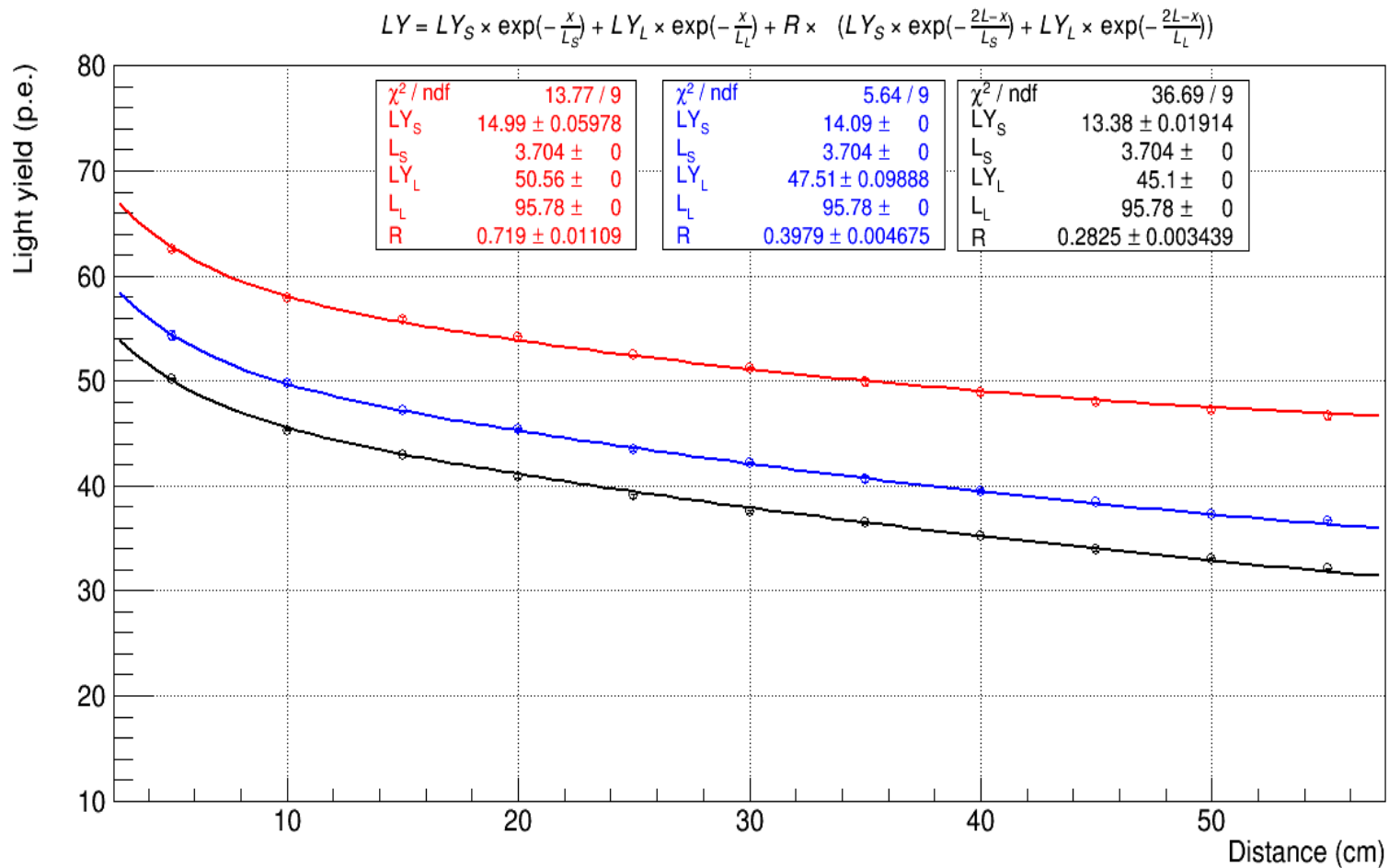
1. Короткая и длинная длина затухания одинаковы в независимости от условий на конце для одной длины волокна;
2. Короткая и длинная длина затухания разные для разных длин;
3. Нормировочные коэффициенты различны, но их отношение одинаково для фиксированной длины оптоволокна;
4. Коэффициент отражения R определялся как параметр фитирования;

Измерение световыхода волокон

$$LY = LY_S \times \exp(-\frac{x}{L_S}) + LY_L \times \exp(-\frac{x}{L_L}) + R \times (LY_S \times \exp(-\frac{2L-x}{L_S}) + LY_L \times \exp(-\frac{2L-x}{L_L}))$$

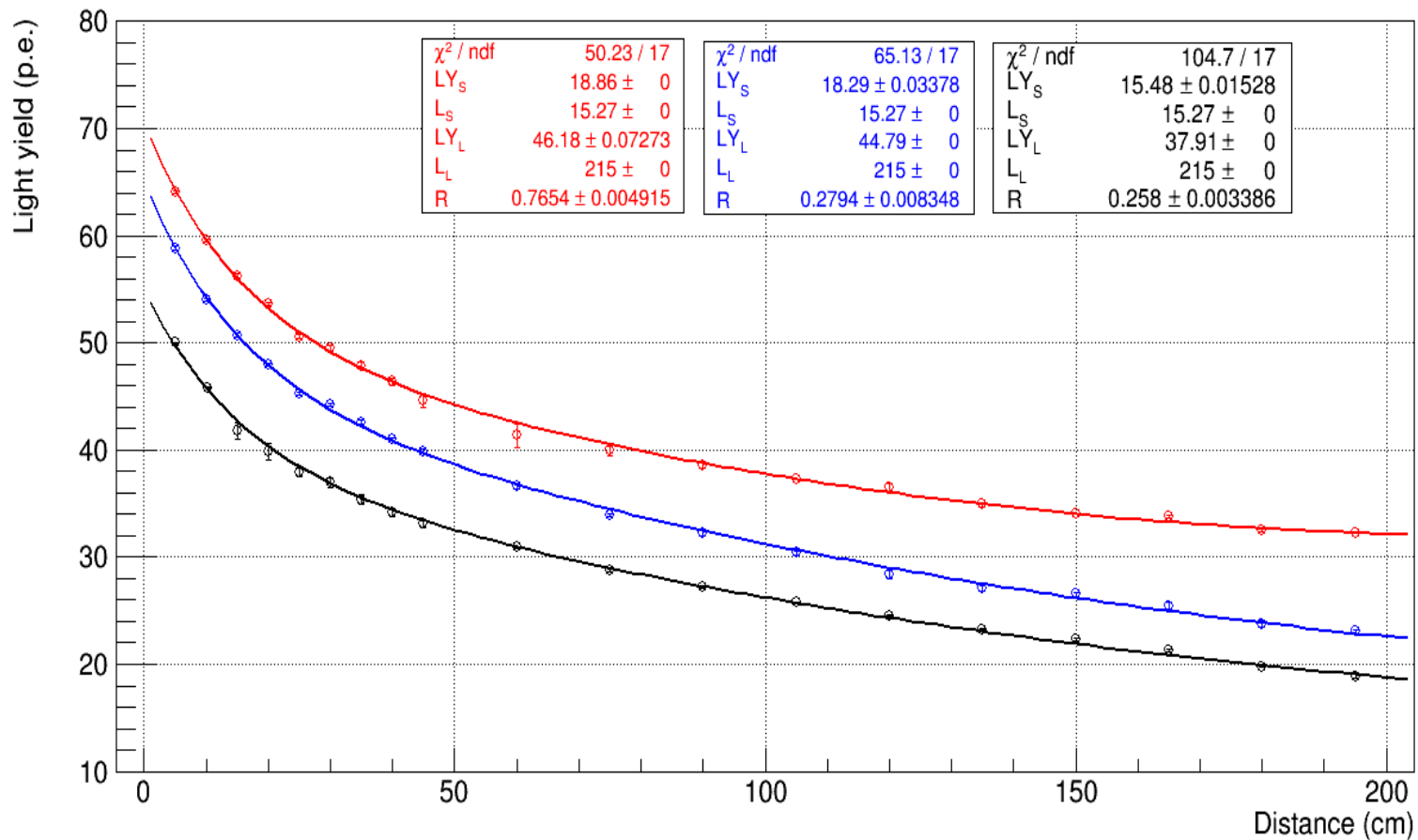


Измерение световыхода волокон

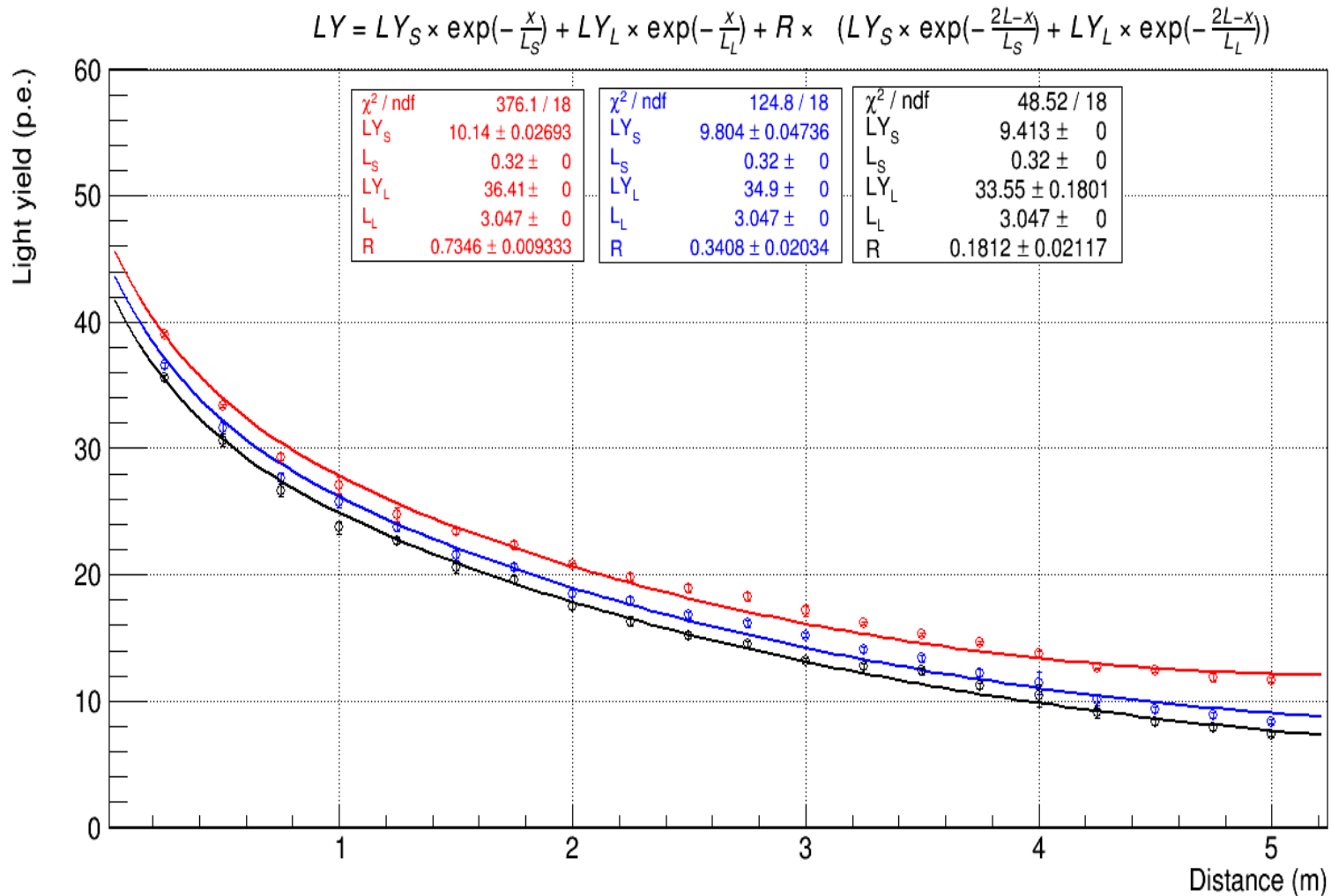


Измерение световыхода волокон

$$LY = LY_S \times \exp\left(-\frac{x}{L_S}\right) + LY_L \times \exp\left(-\frac{x}{L_L}\right) + R \times \left(LY_S \times \exp\left(-\frac{2L-x}{L_S}\right) + LY_L \times \exp\left(-\frac{2L-x}{L_L}\right)\right)$$



Измерение световыхода волокон



Коэффициент отражения

Fiber length	R_{mir}	R_{pol}	Calculated k at the fiber end	Measured k at the fiber end	R_{black}
24 cm	0.77	0.26	1.40	1.34	0.19
60 cm	0.72	0.40	1.23	1.27	0.28
2 m	0.77	0.28	1.38	1.40	0.26
5 m	0.73	0.34	1.29	1.40	0.18
8 cm				1.35	
16 cm				1.34	

Заключение

1. Результаты измерения световыхода волокон и длины затухания.

Были промерены волокна Y-11 KURARAY, получены основные зависимости световыхода от длины до фотоприемника, длина затухания, а также отношения световыходов в зависимости от длины. Эти данные помогут при проектировании детектора SuperFGD.

2. Из полученных данных можно сделать вывод, что лучшим вариантом является использования волокна с отражателем (30%).

3. Построена универсальная модель для параметров затухания.

4. Получен коэффициент отражения из универсальной модели.