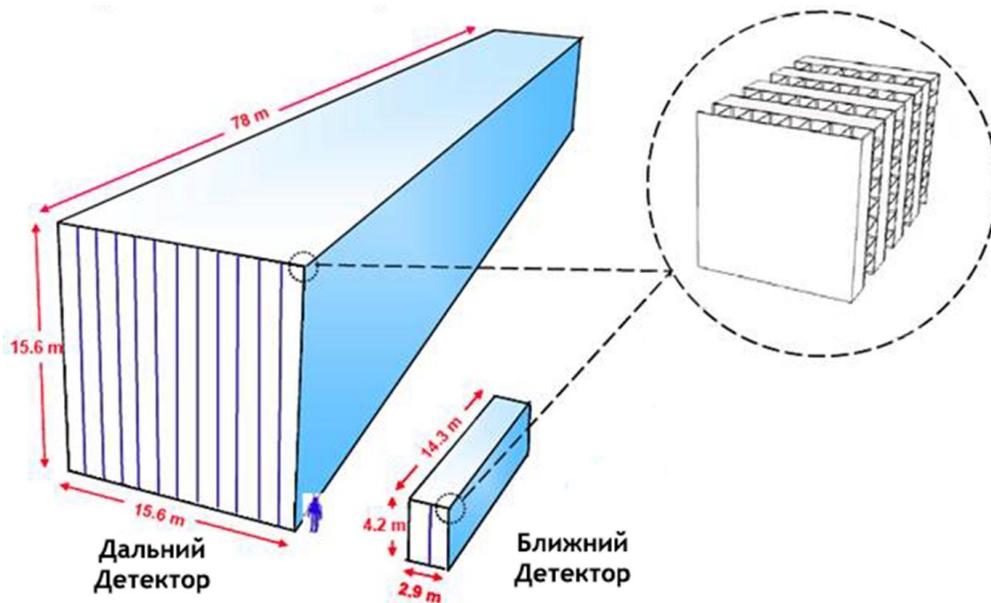


# ИЗМЕРЕНИЕ ОТКЛИКА ЖИДКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ В ОБЛАСТИ БОЛЬШИХ ЭНЕРГИЙ ИОНИЗАЦИИ



**Выполнил**

студент 209м группы

Петрушин Александр Олегович

**Научные руководители**

Кандидат физ.-мат. наук

Леонтьев Владимир Викторович

Аспирант кафедры ФЭЧ

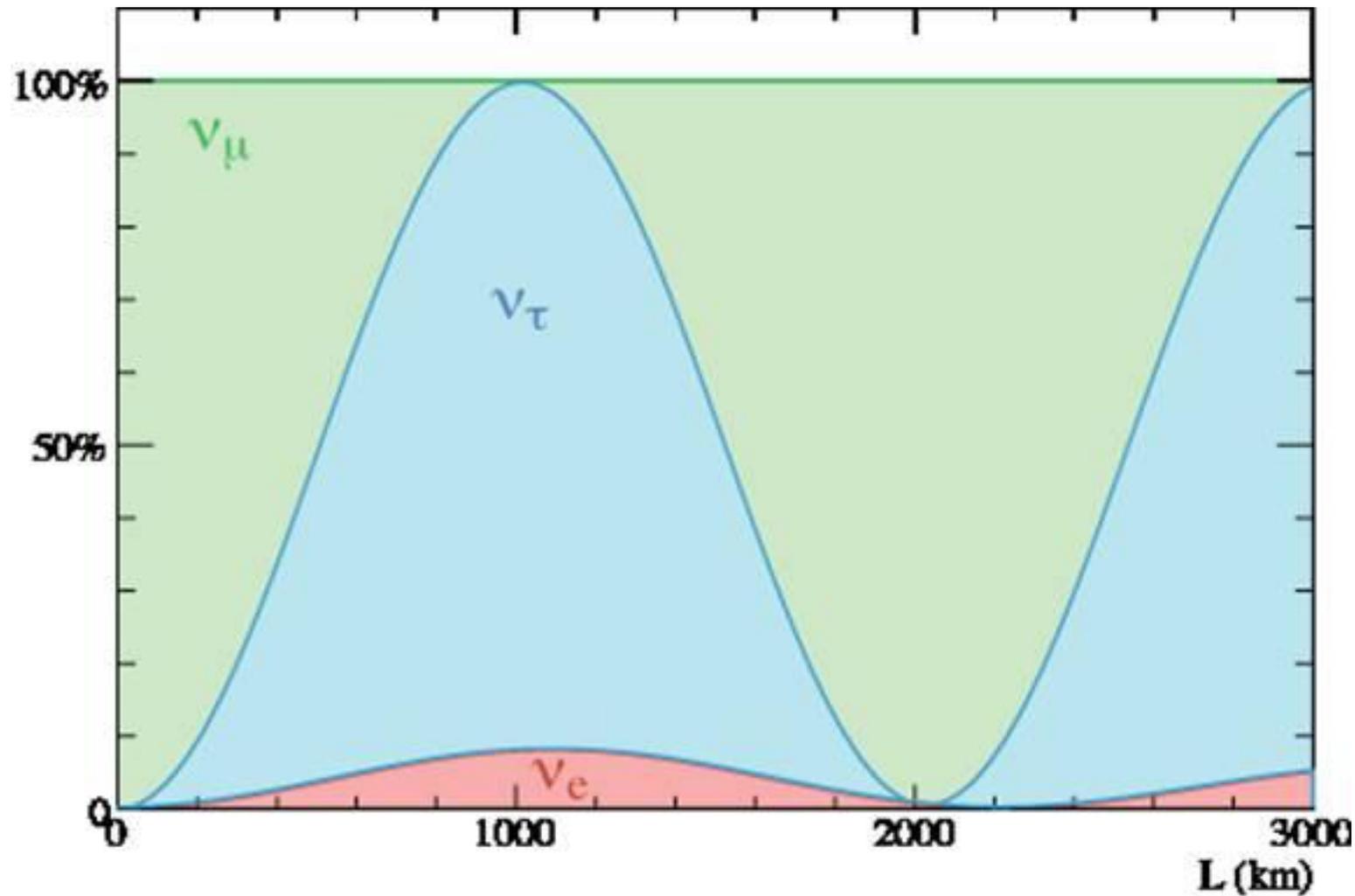
Антошкин Александр Игоревич

Дубна 2018г.

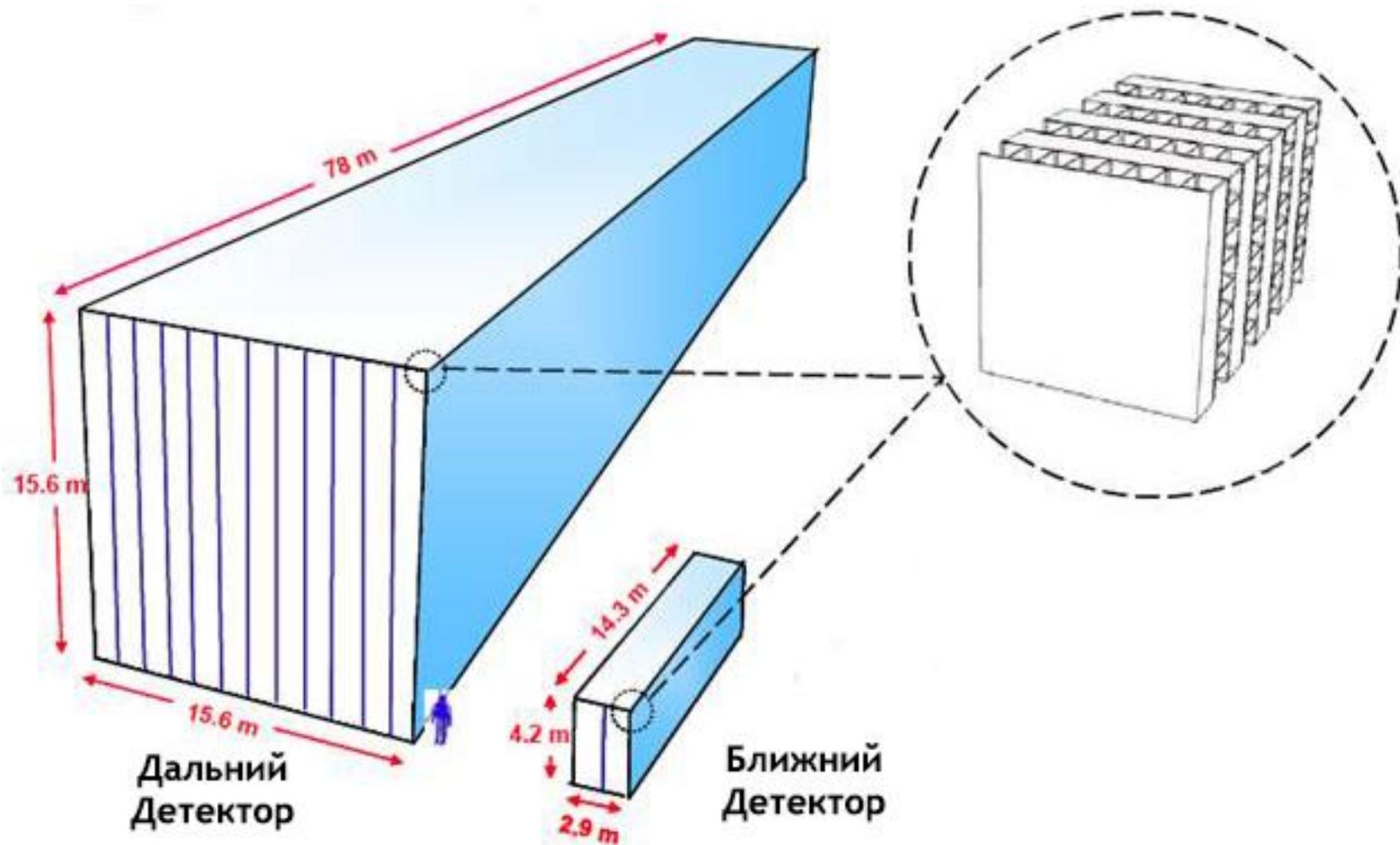
# Нейтринный эксперимент NOvA



«Ароматный» состав пучка нейтрино,  
используемого в эксперименте NOvA



# Схема ближнего и дальнего детектора эксперимента NOvA



# Основные свойства сцинтиллятора

Световой выход

$$\chi = \frac{nh\nu}{E}$$

$n$  – среднее число фотонов,  
рожденных в сцинтилляторе  
 $h\nu$  – средняя энергия фотонов  
 $E$  – энергия, оставленная проходящей  
частицей



Время затухания  $\tau$

$$I = I_0 e^{\frac{-t}{\tau}}$$

$I$  – амплитуда светового импульса  
 $t$  – время затухания люминесценции  
сцинтиллятора

Радиационная длина  $x_0$

$$I = I_0 e^{\frac{-x}{x_0}}$$

$x$  – пройденный слой вещества

# Основные свойства сцинтиллятора

- Спектральный состав излучения
- Энергетическое разрешение
- Радиационная стойкость
- Квенчинг-фактор - отношение светового выхода частиц определенного типа к световому выходу для электронов
- Уменьшение световыхода (Формула Биркса)



$$\frac{dN}{dx} = \frac{A \frac{dE}{dx}}{1 + kB \frac{dE}{dx}}$$

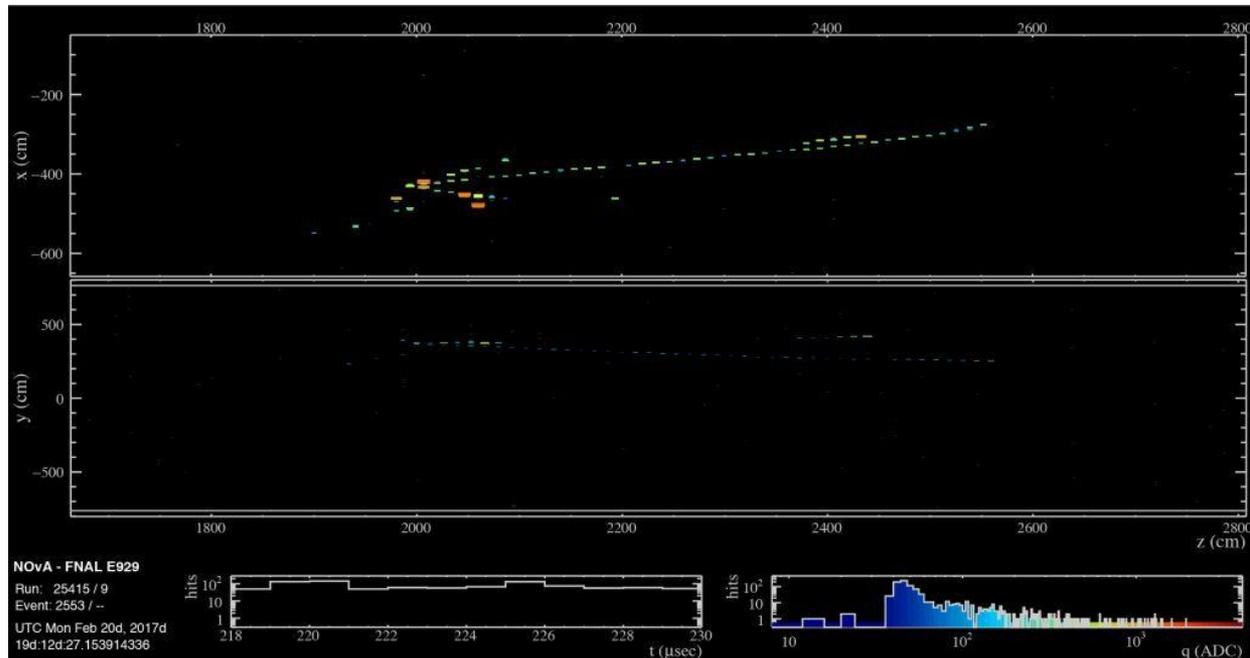
$\frac{dE}{dx}$  – энергетические потери на единице пути

$A$  – константа

$kB$  – фактор Биркса

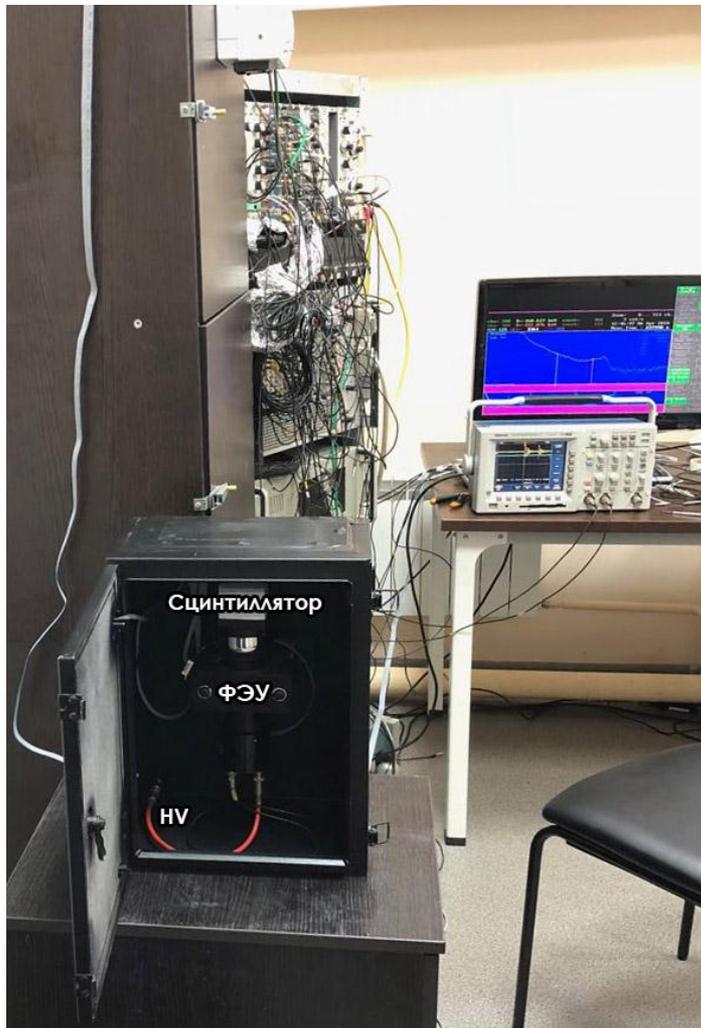
# Задачи исследования

- Разработка методики измерения квенчинг-фактора
- Проектирование и постройка измерительного стенда
- Измерение квенчинг-фактора  $\alpha$ -источников, построение кривой Биркса
- Оценка применимости методики к измерению квенчинг-фактора протонов и других адронов



Треки частиц после взаимодействия с антинейтрино в детекторе NOvA

# Испытательный стенд для измерений свойств сцинтиллятора NOVA

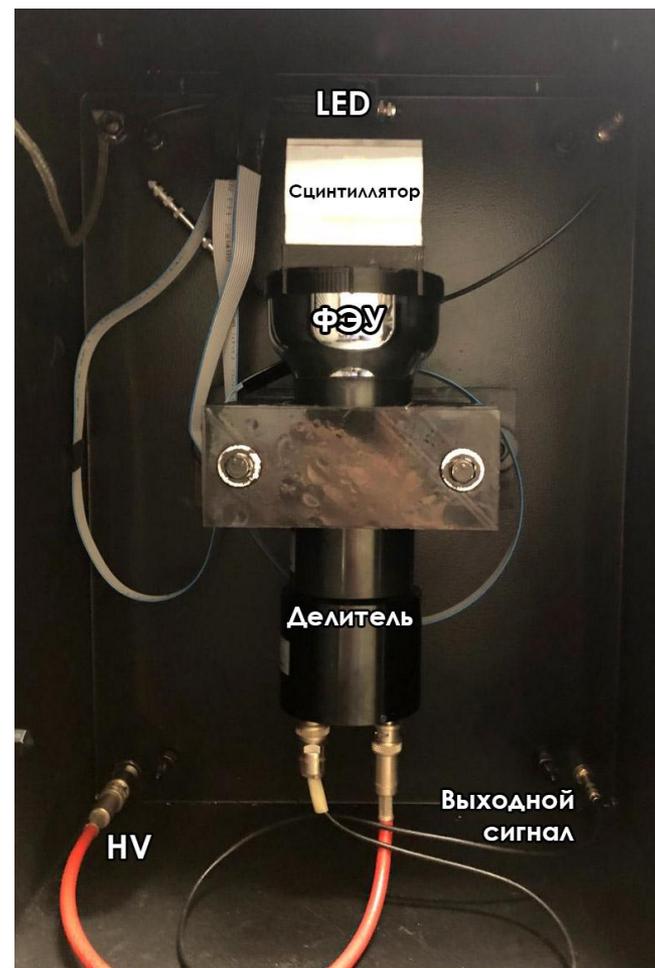


*Общий вид стенда*

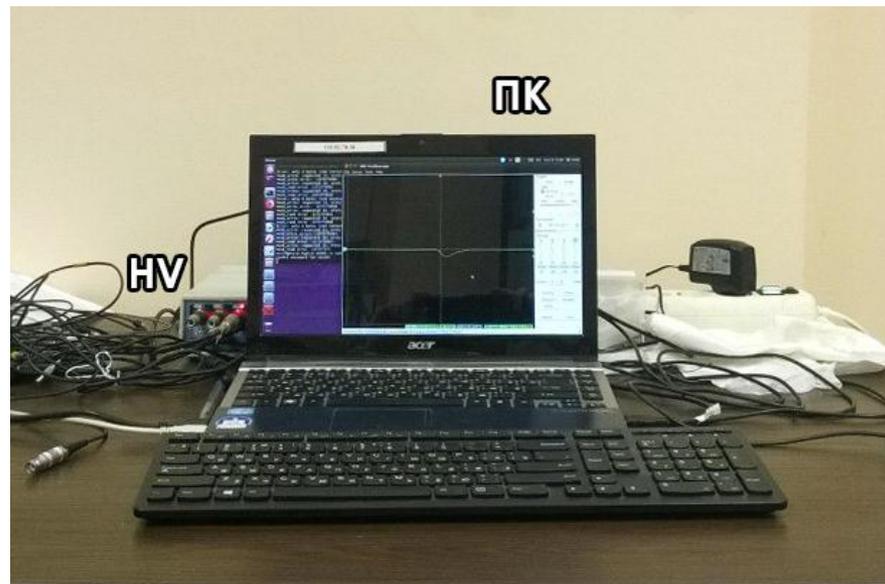
# Испытательный стенд для измерений свойств сцинтиллятора NOVA



*Внутреннее устройство стенда*

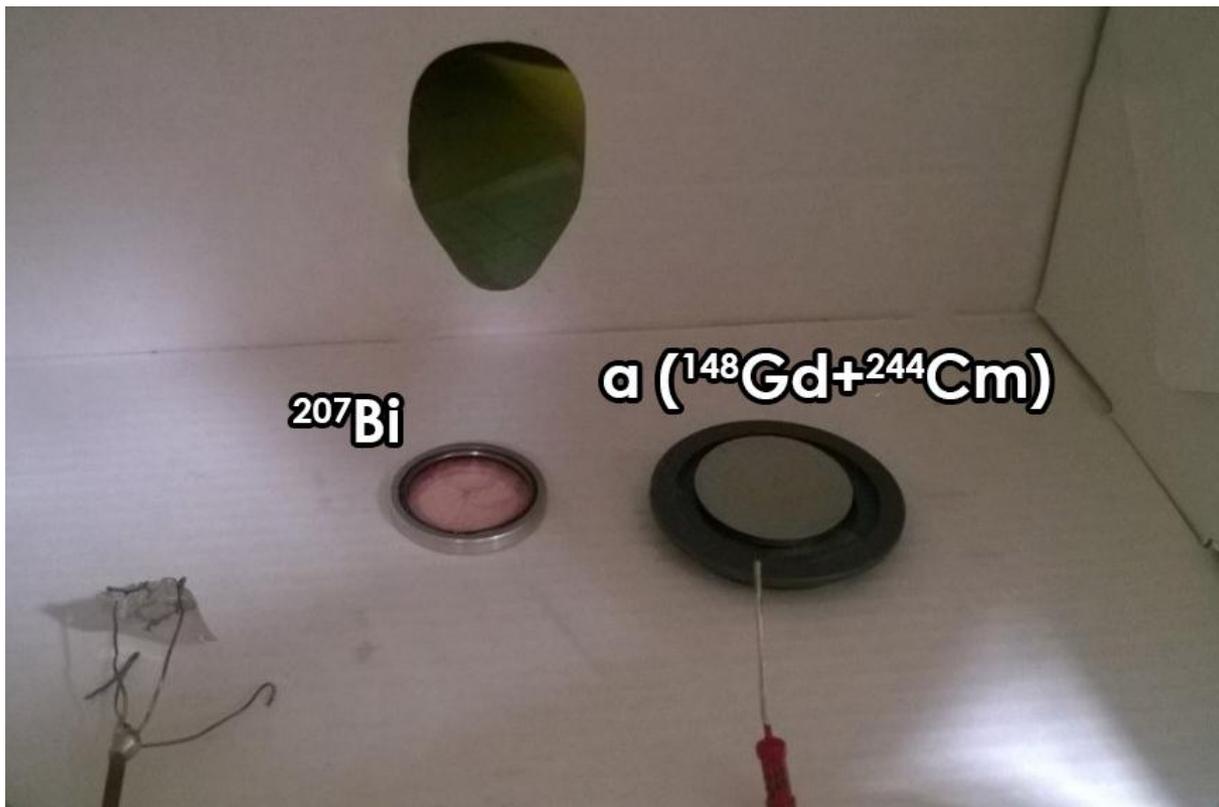


# Испытательный стенд для измерений свойств сцинтиллятора NOvA



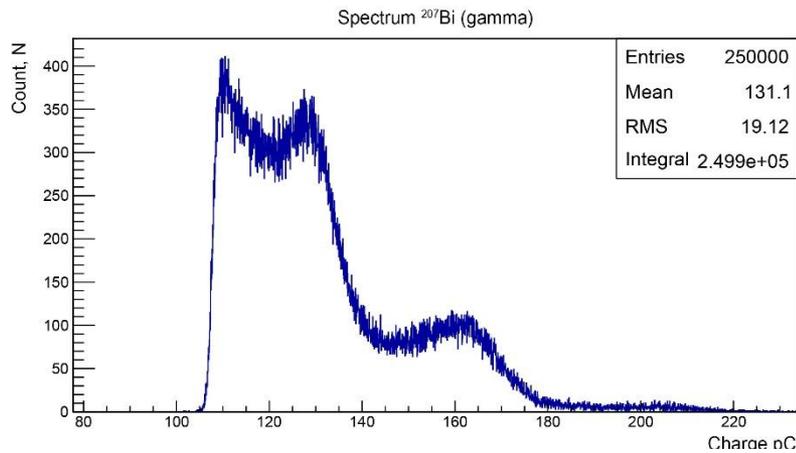
*Электроника, используемая в эксперименте*

# Источники излучения

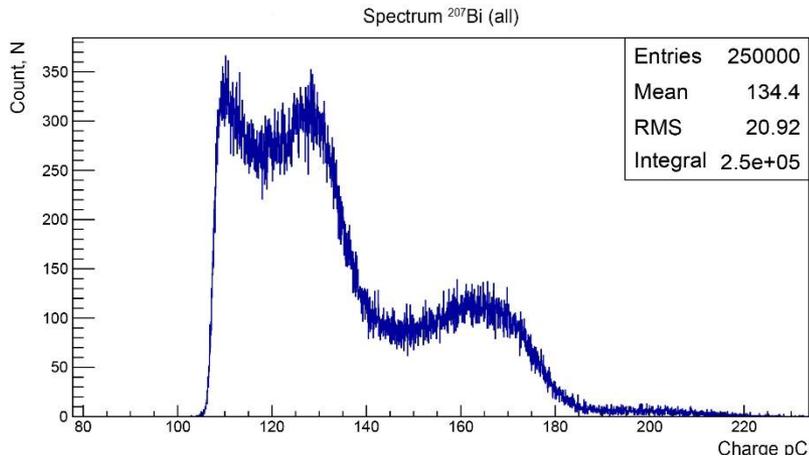


Источник	$^{207}\text{Bi}$	$^{148}\text{Gd}$	$^{244}\text{Cm}$
Тип радиоактивности	$\beta$ - радиоактивность	$\alpha$ - радиоактивность	
Энергия, [МэВ]	0,993	3,183	5,795

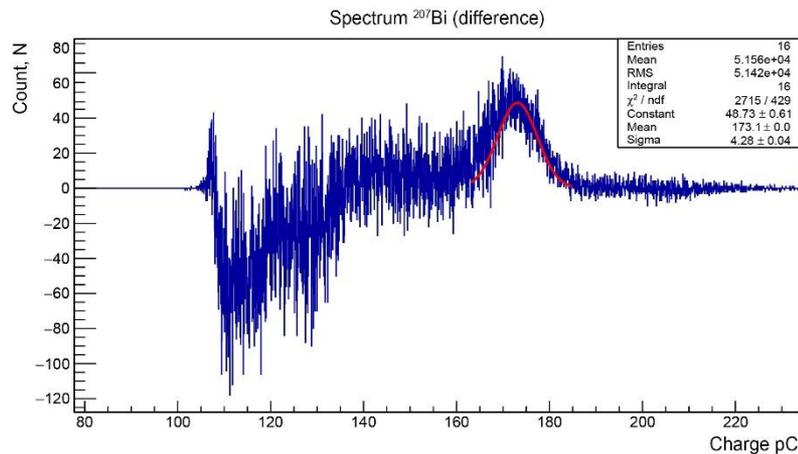
# Калибровка



- $^{207}\text{Bi}$  - с поглотителем  
Спектр состоит только из  $\gamma$ -лучей



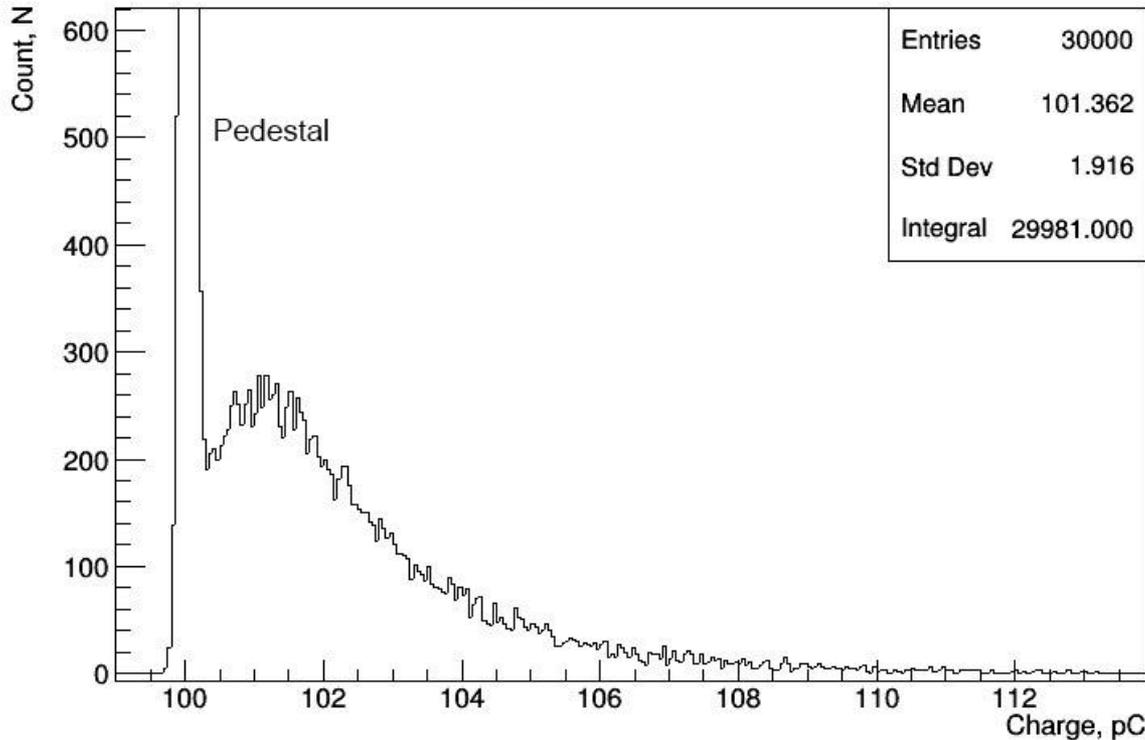
- $^{207}\text{Bi}$  - без поглотителя.  
Суммарный спектр состоит из  $\gamma$ -лучей и электронов



- Разница двух спектров – вклад электронов в спектр  $^{207}\text{Bi}$

# Проверка рабочего режима ФЭУ

Spectrum LED



Вероятность того, что не образовалось ни одного фотоэлектрона

$$P_n(0) = e^{-\mu} = \frac{N_{\text{pedestal}}}{N_{\text{total}}}$$

$$\mu = \ln\left(\frac{N_{\text{pedestal}}}{N_{\text{total}}}\right)$$

$$\mu \approx 0,76 \text{ ф. э.}$$

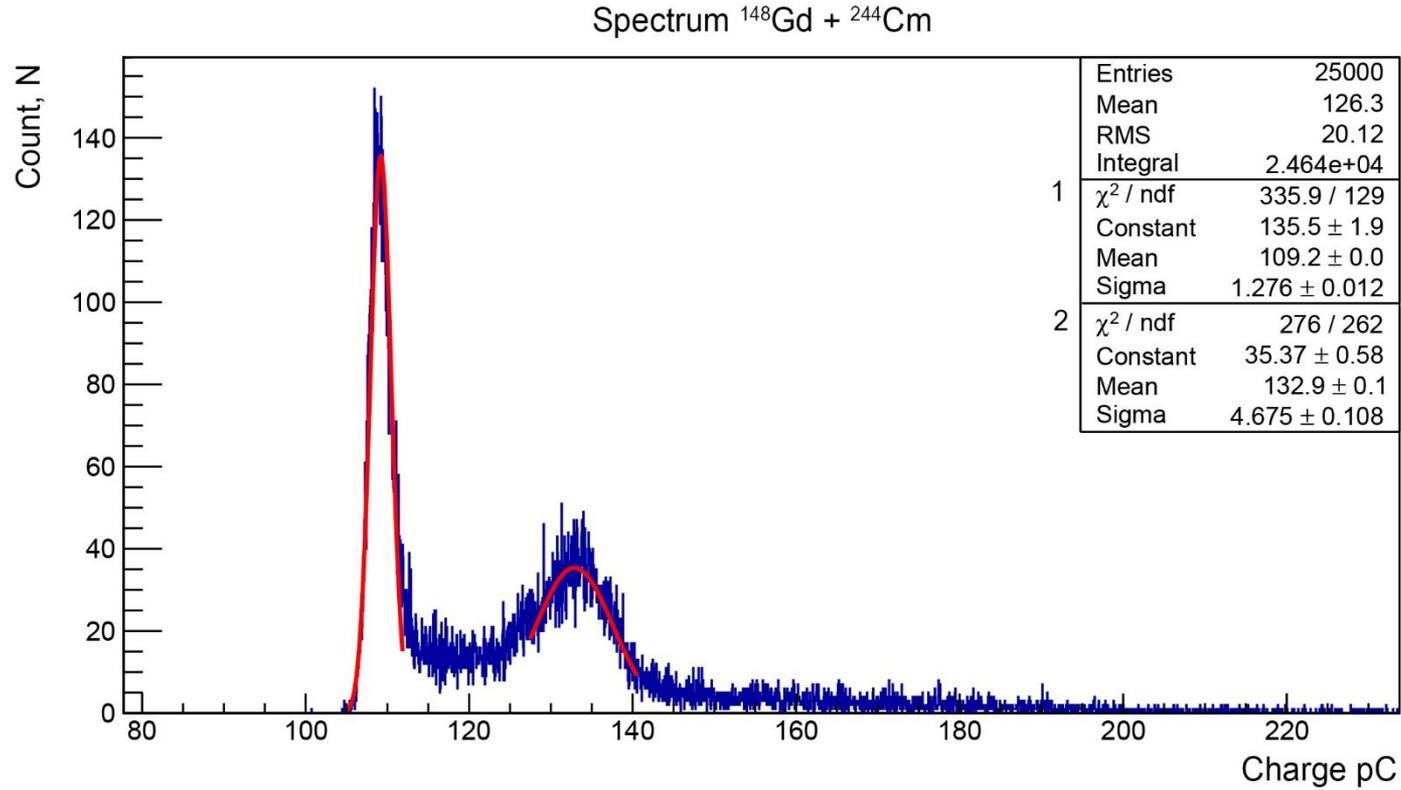
Сигнал от светодиода

$$Q = 1,36 \text{ pC}$$

Калибровочный коэффициент

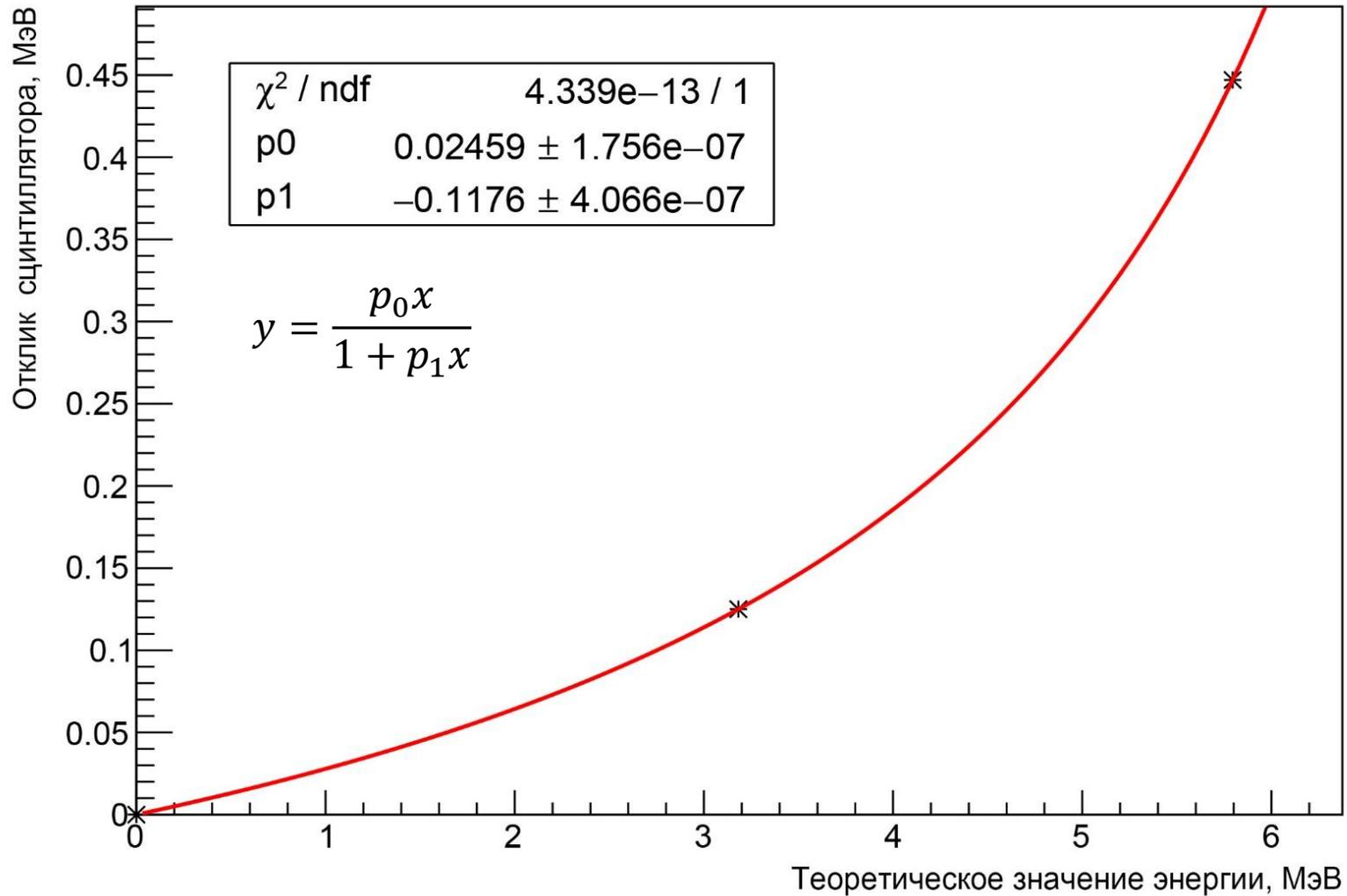
$$k = \frac{Q}{\mu} = \frac{1,36 \text{ pC}}{0,76 \text{ ф. э.}} = 1,79 \frac{\text{pC}}{\text{ф. э.}}$$

# Измерение квенчинг-фактора $\alpha$ -частиц



Источник	Теоретическая энергия, [кэВ]	Экспериментальная энергия, [кэВ]	Фактор гашения
$^{148}\text{Gd}$	3182.69	125,1	25,4
$^{244}\text{Cm}$	5795.04	447,5	12,9

# Кривая Биркса для $\alpha$ -частиц



# Заключение

- Разработана методика измерения квенчинг-фактора
- Спроектирован и построен измерительный стенд
- Проведена калибровка стенда, измерен квенчинг-фактор  $\alpha$ -частиц
- На примере  $\alpha$ -частиц проведена проверка применимости методики, чтобы впоследствии распространить ее для исследования других частиц



- Сейчас в распоряжении лаборатории имеется функциональный стенд для проведения дальнейших исследований сцинтиллятора

Спасибо за внимание!

