

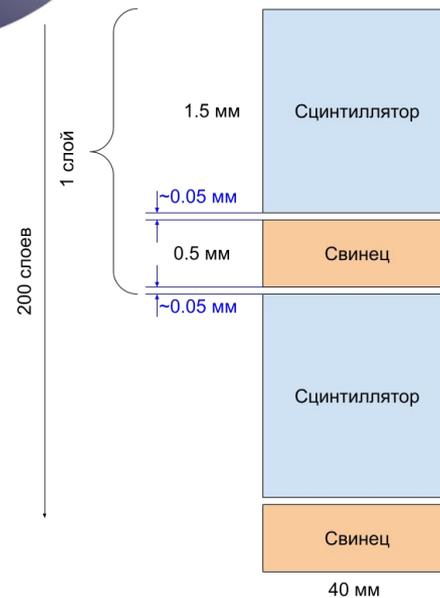
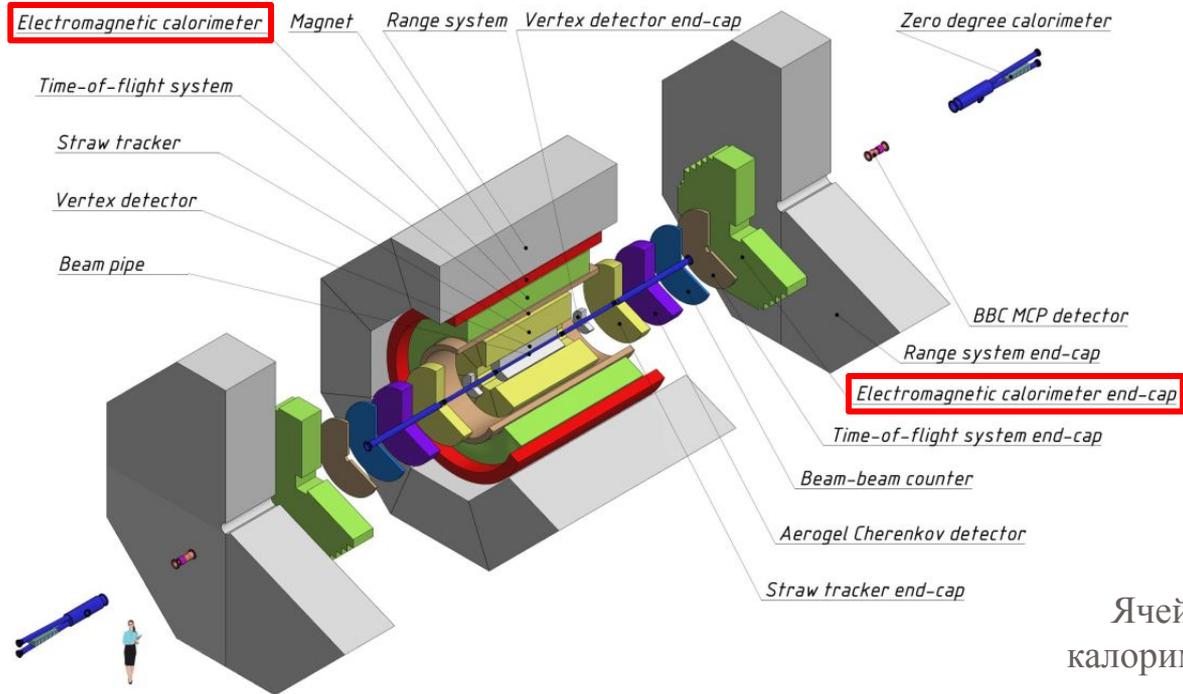


# Исследование возможностей улучшения характеристик электромагнитного калориметра SPD на NICA

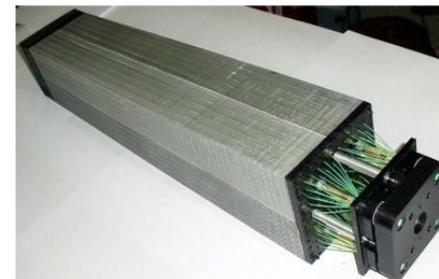
Докладчик: Зимин И. (zimin@jinr.ru)

Баранов В., Гаврищук О., Гиня Э., Гусейнов Н, Кульчицкий Ю., А. Мальцев А.

Сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН, г. Новосибирск



Ячейка  
калориметра



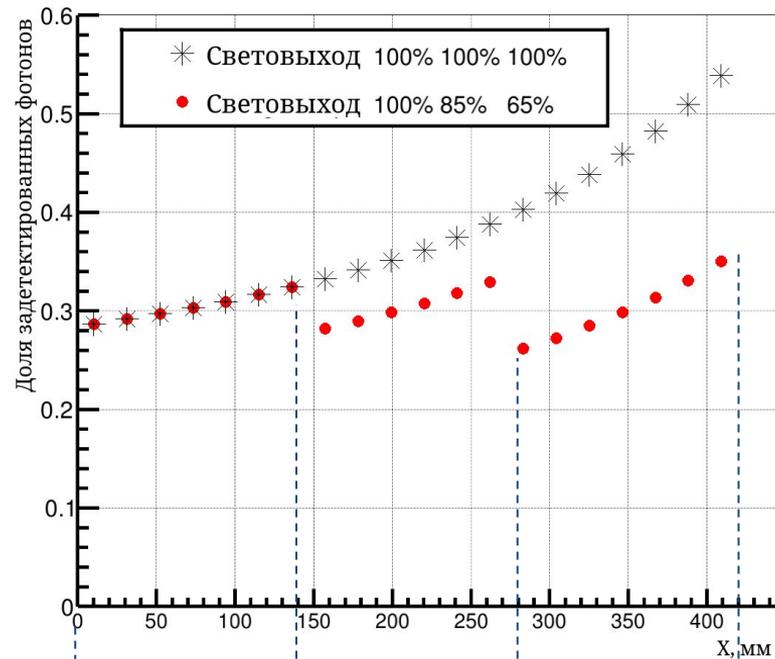
- На сегодняшний день невозможно приобрести фиберы известных зарубежных компаний по хорошей цене.
- Длина затухания света в фиберах, произведенных в России, порядка 600 м, что является низким показателем и приводит к ухудшению работы детектора.

Два пути решения проблемы:

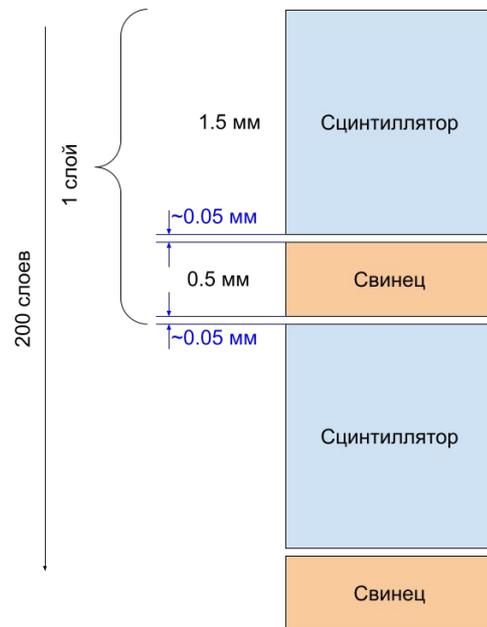
- Улучшение характеристик фиберов.
- Использование сцинтилляционных с разным световыходом, чтобы выровнять сбор света с ячейки (метод предложен Гаврищуком О. П.).

Цель данной работы проверить второй метод.

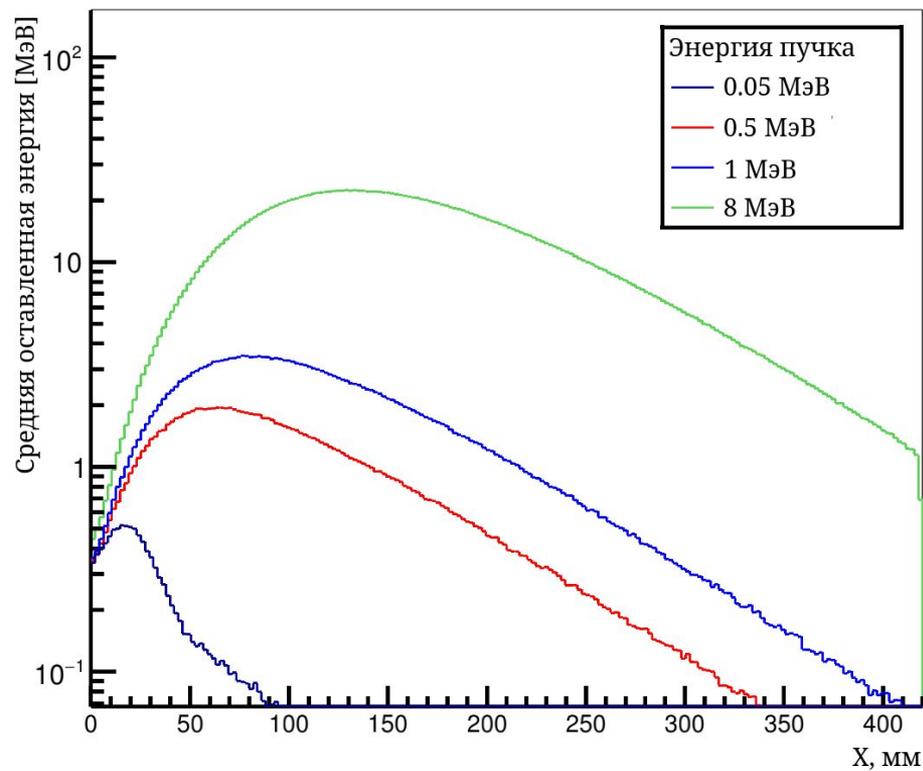
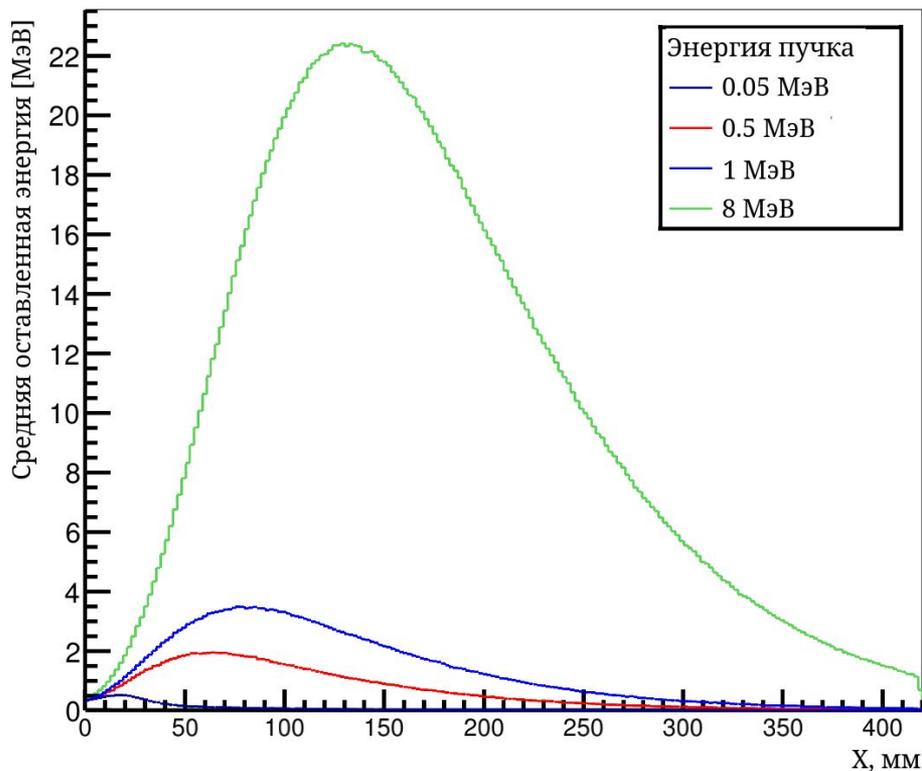
Пучок частиц →



- Geant4 (QGSP\_BERT, G4EmStandardPhysics\_option4).
- Дизайн модели ячейки совпадает с дизайном реальной ячейки за исключение поперечного сечения ( $400 \times 400 \text{ мм}^2$ ).
- Пучок: электроны и гамма-кванты в диапазоне энергий от 0.05 ГэВ до 8 ГэВ.
- В Geant4 моделировалось только взаимодействие частиц с веществом.
- Для оценки оптических эффектов и вклада от электроники использовались методы основанные на эмпирических данных.

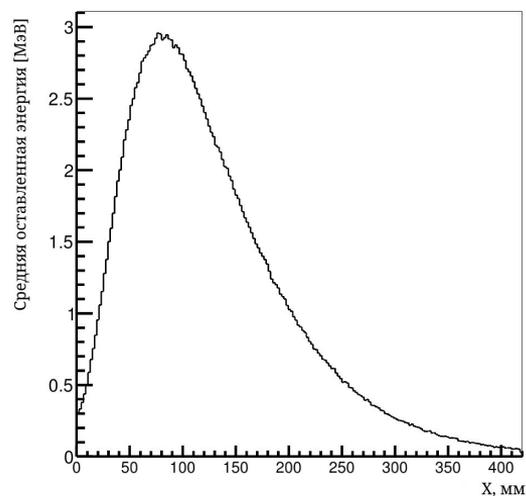


Пучок: электроны



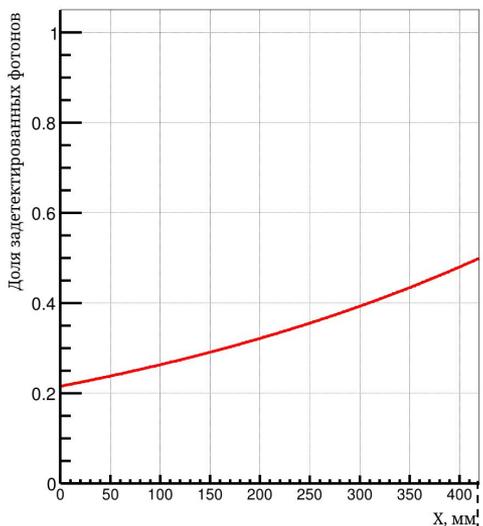
$$A(x) = 0.5A_0 e^{-(L-x)/\lambda},$$

$A$  - число задетектированных фотонов,  $A_0$  - число фотонов захваченных в координате  $x$ ,  $\lambda$  - длина затухания света в фибре,  $L$  - длина спектросмещающего волокна



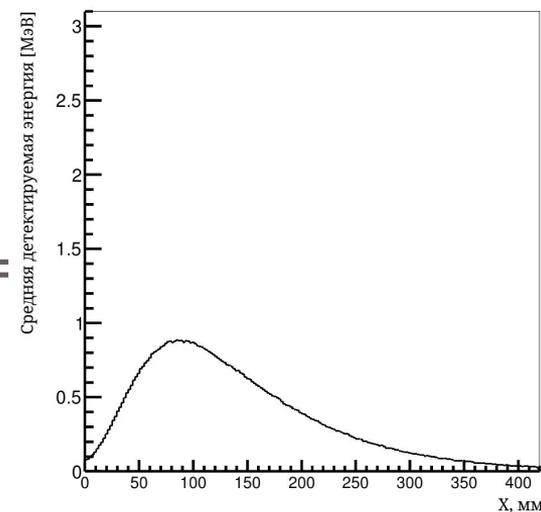
Продольное распределение энергии.  
Пучок: электроны с энергией 1 ГэВ.  
Длина затухания света в фибре равна  
бесконечности.

×

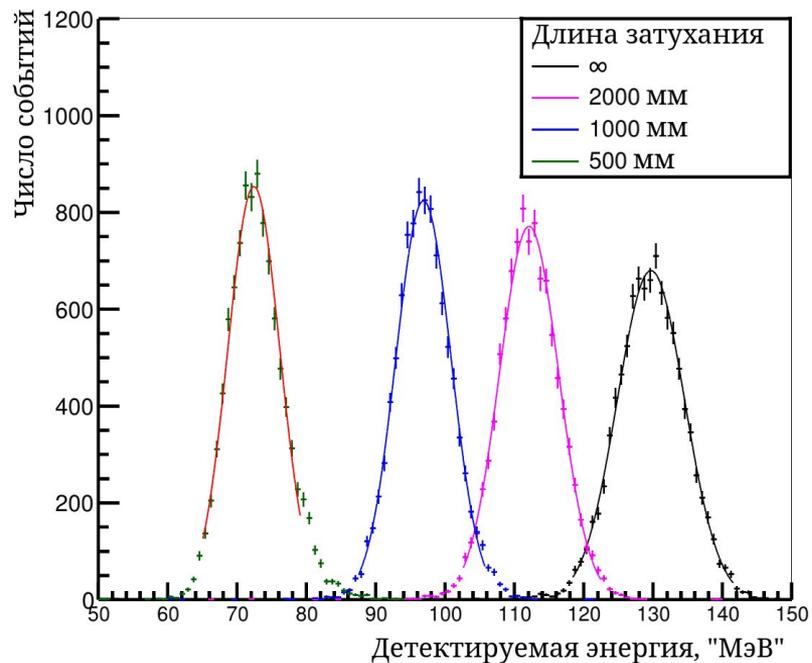


Доля задетектированных фотонов в  
зависимости от координаты. Длина затухания в  
фибре равна 500 мм.

=



Продольное распределение  
детектируемой энергии. Пучок:  
электроны с энергией 1 ГэВ. Длина  
затухания света в фибре равна 500 мм.

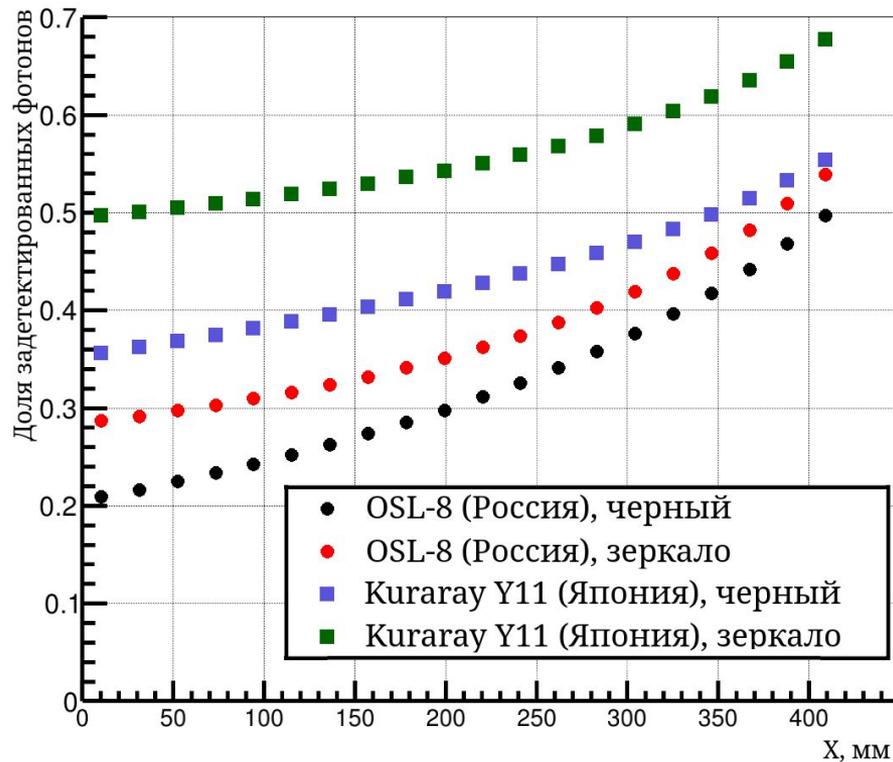


Пучок: электроны с энергией 1 ГэВ.

	∞	2000 мм	1000 мм	500 мм
E, "MeV"	129.66±0.05	112.11±0.05	96.82±0.05	72.37±0.05
σ, "MeV"	4.84±0.04	4.26±0.04	3.97±0.04	3.70±0.05
σ/E	3.73±0.03%	3.80±0.03%	4.10±0.05%	5.12±0.07%
chi2/ndf	22/25	28/20	18/17	17/14

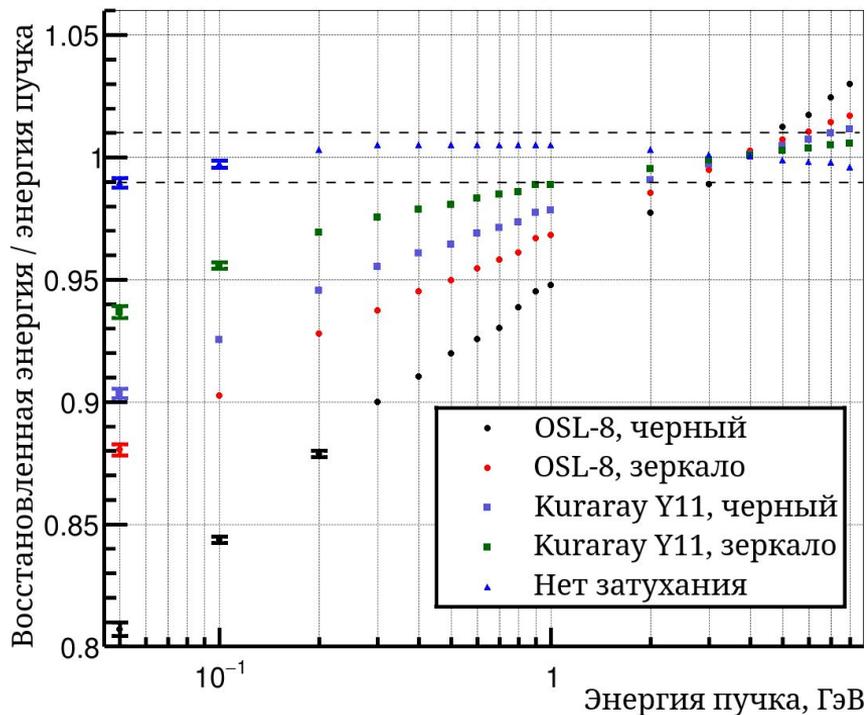


# Моделирование с использованием экспериментальных данных

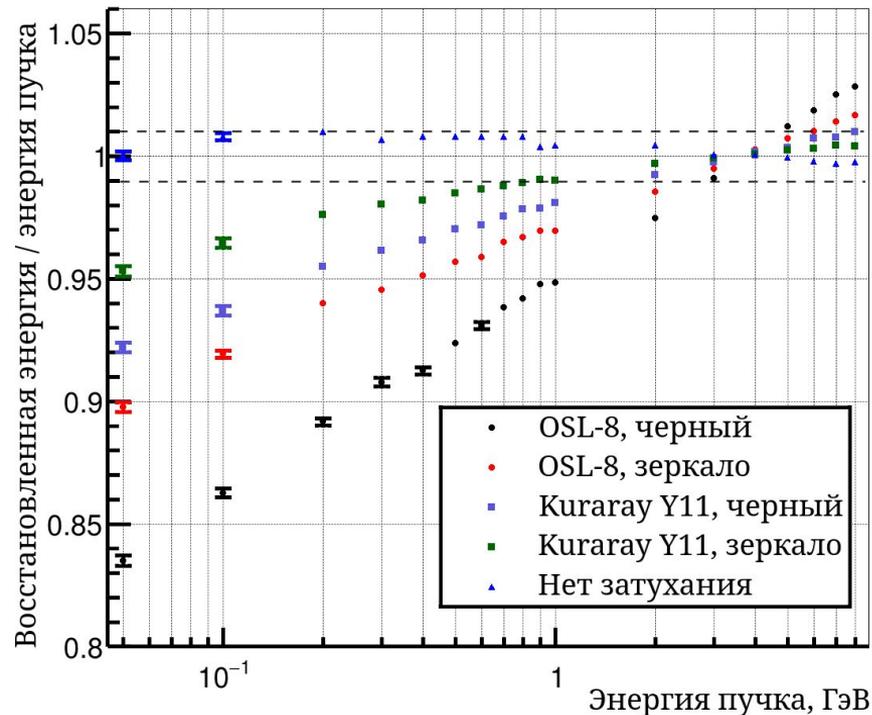


Экспериментальные данные получены Барановым В. Ю. и Гиня Э.

## Электроны

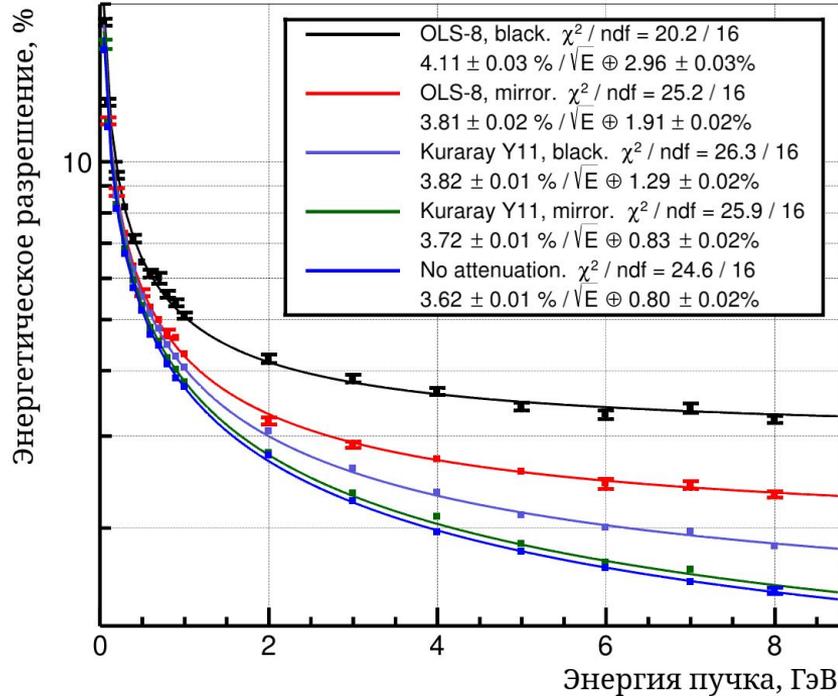


## Гамма-кванты

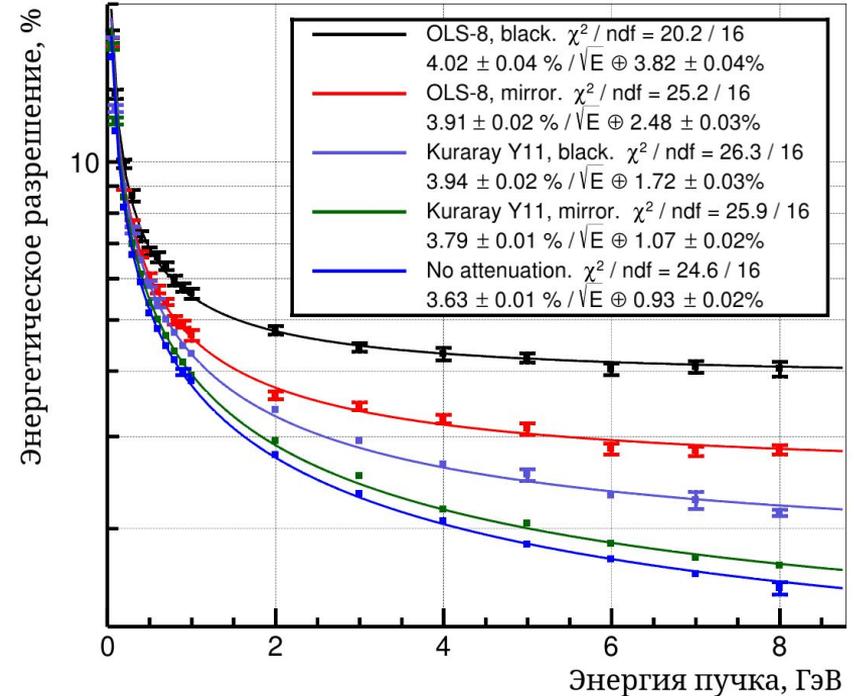


$$\frac{\sigma}{E} = \frac{a}{\sqrt{E}} \oplus b,$$

## Электроны



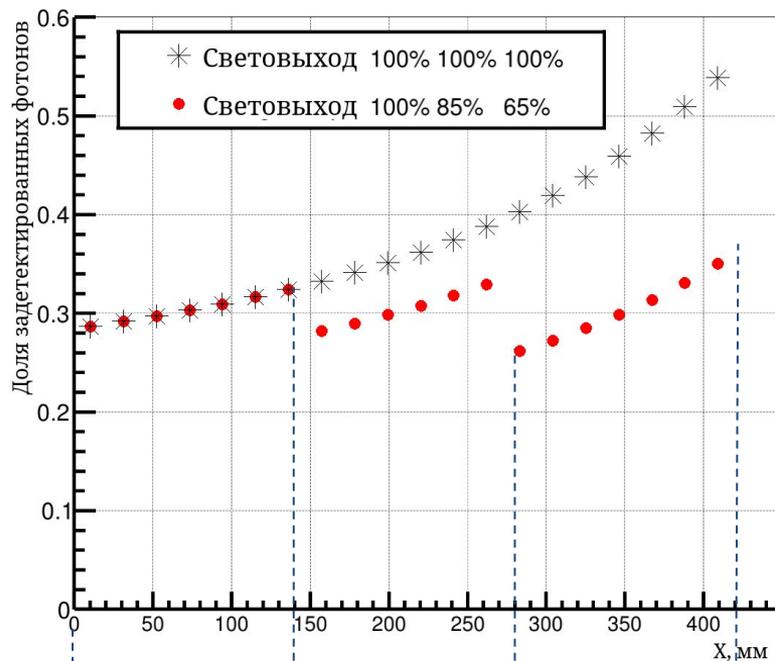
## Гамма-кванты





# Коррекция

## OSL-8 (Зеркало)



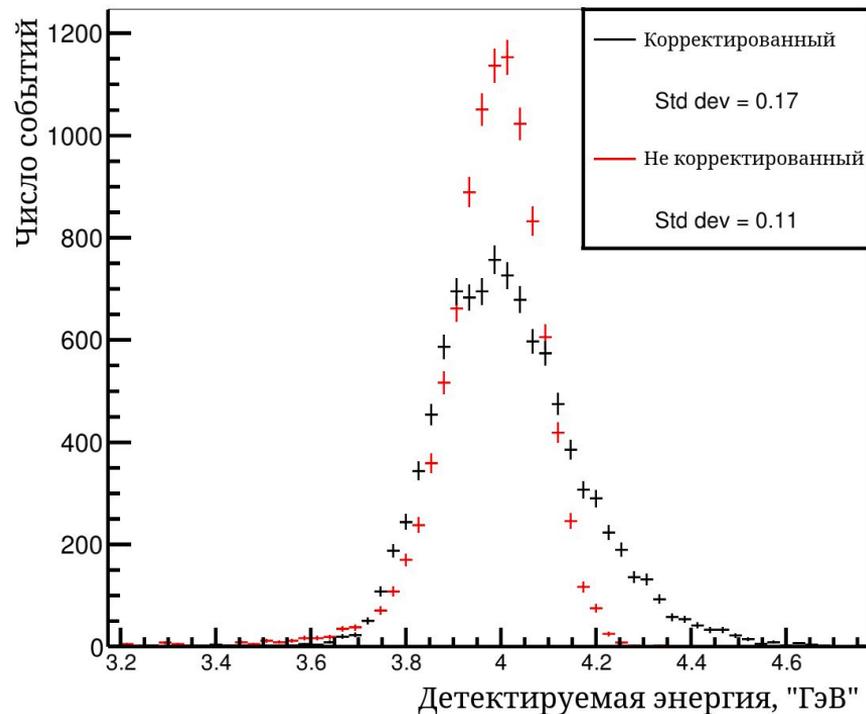
Пучок частиц →

67 слоев со  
световыходо  
M 100%

67 слоев со  
световыходо  
M 85%

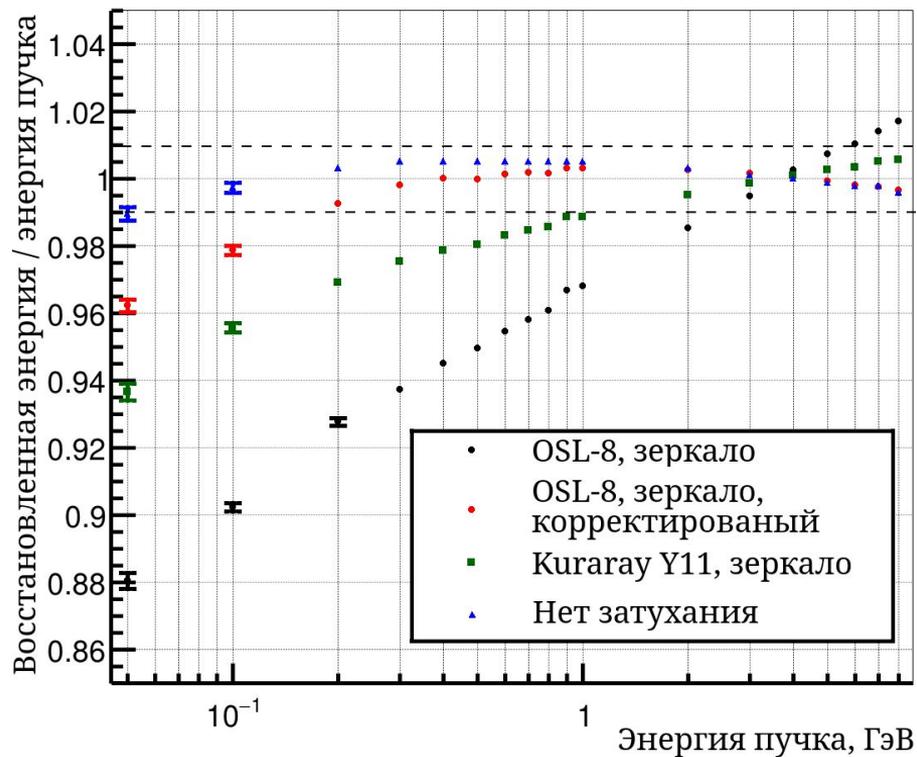
67 слоев со  
световыходо  
M 65%

SiPM

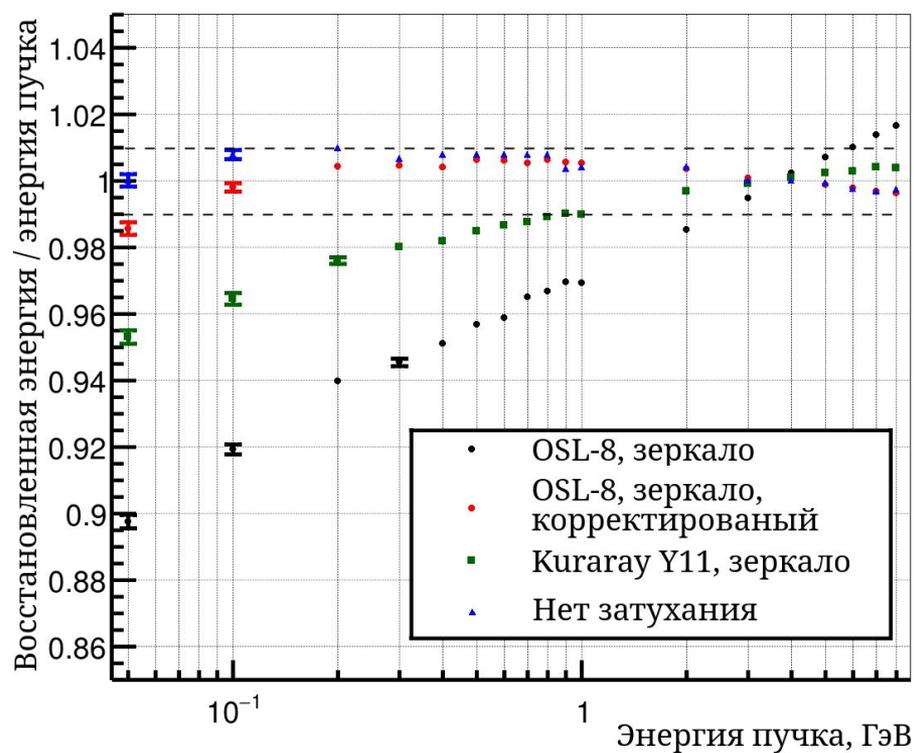


Гамма-кванты, 4 ГэВ

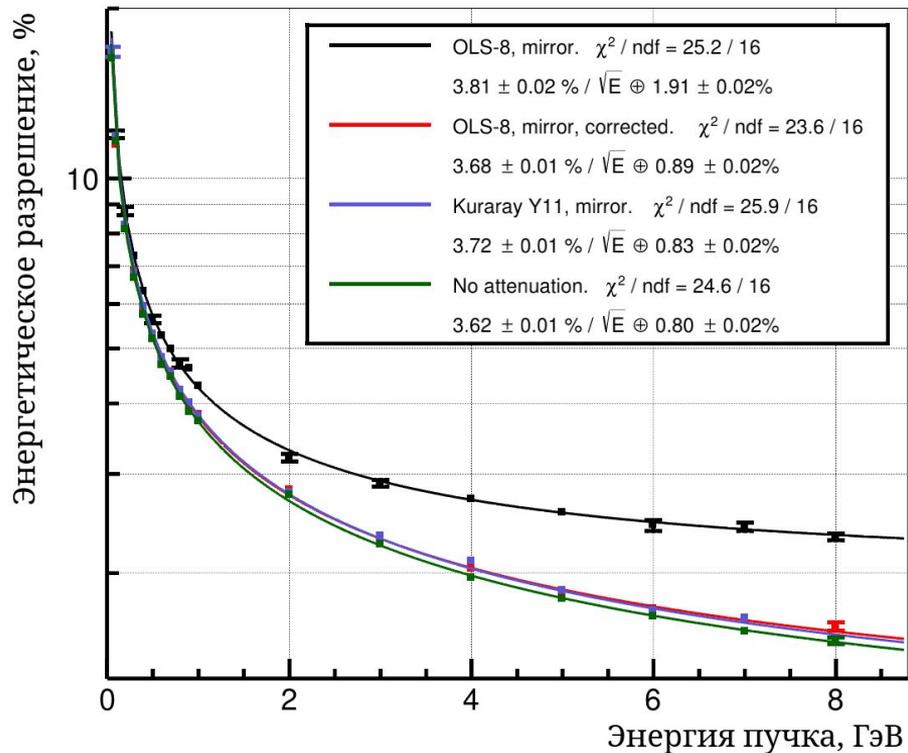
## Электроны



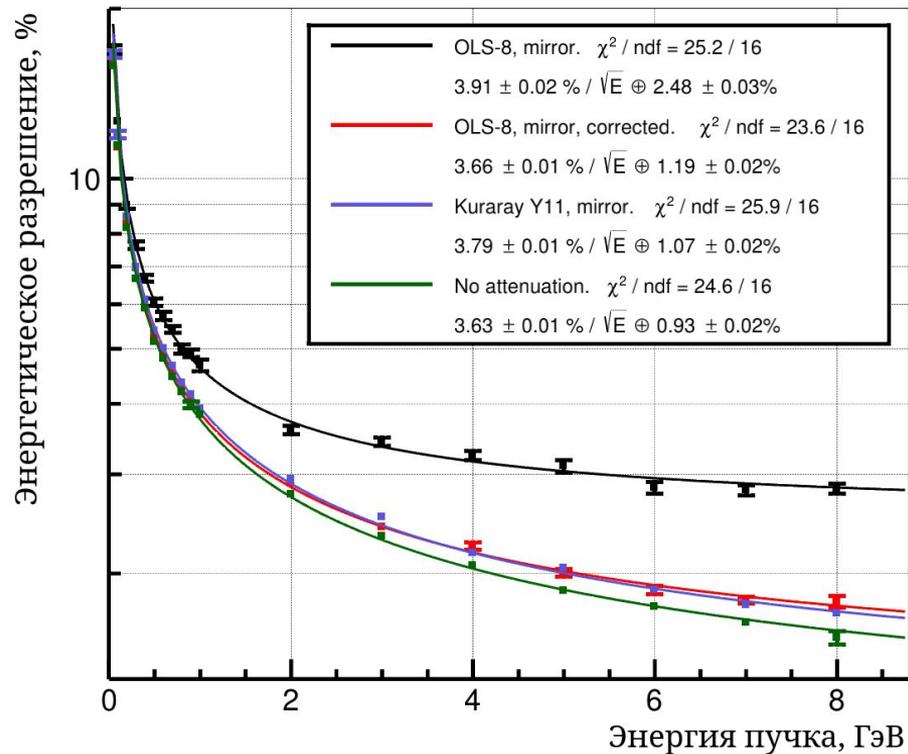
## Гамма-кванты



## Электроны

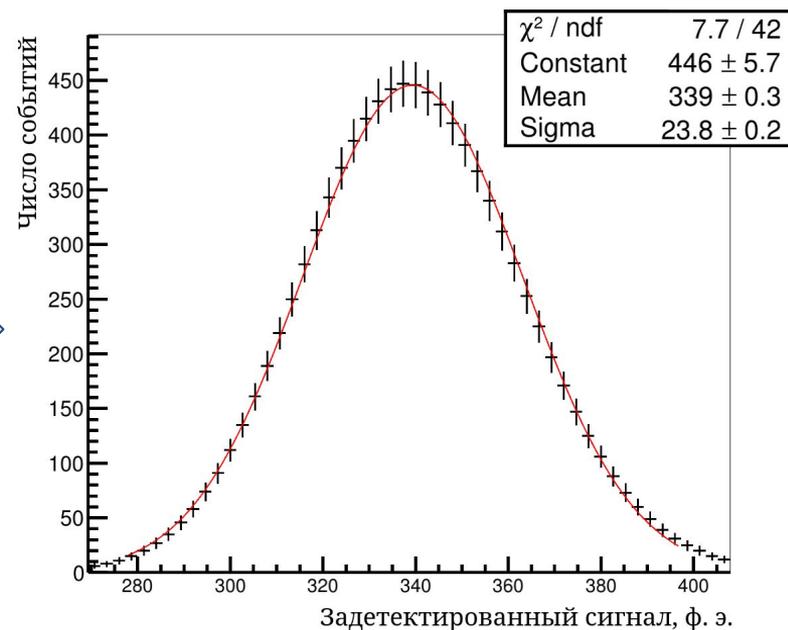
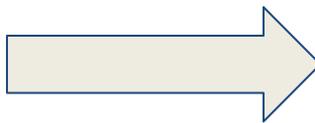
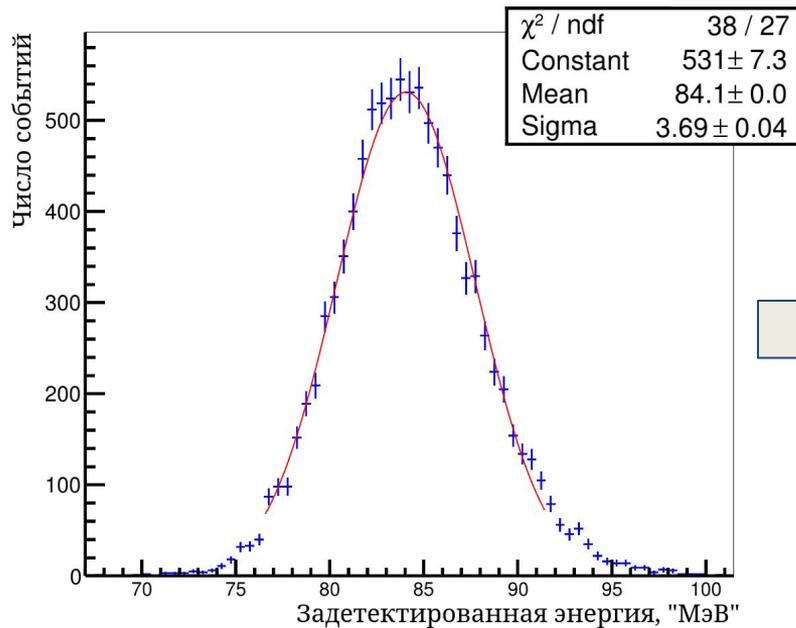


## Гамма-кванты



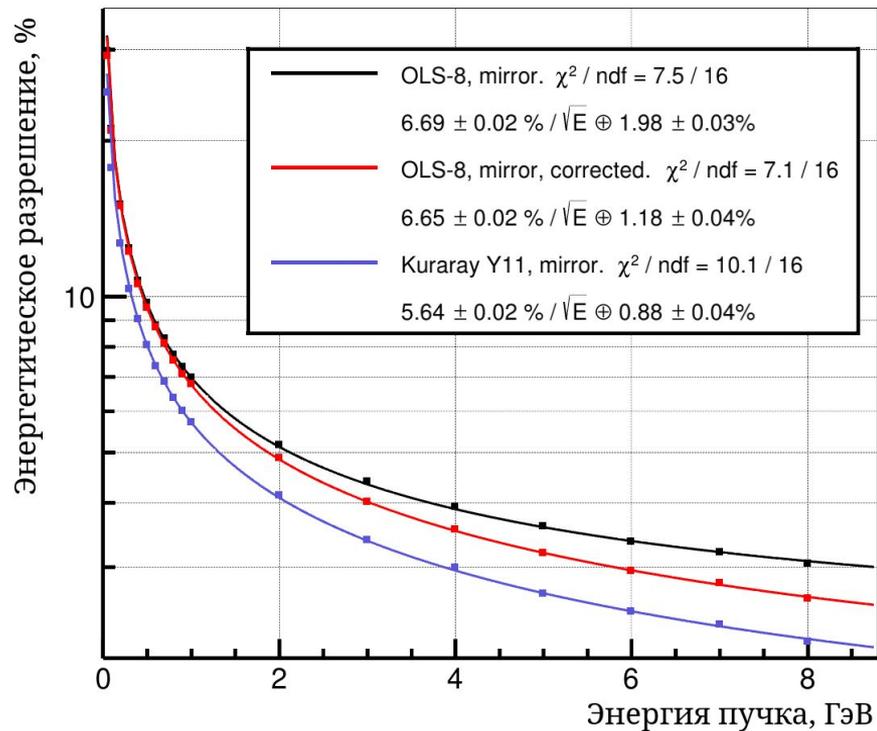


# Учет оптических и электронных эффектов

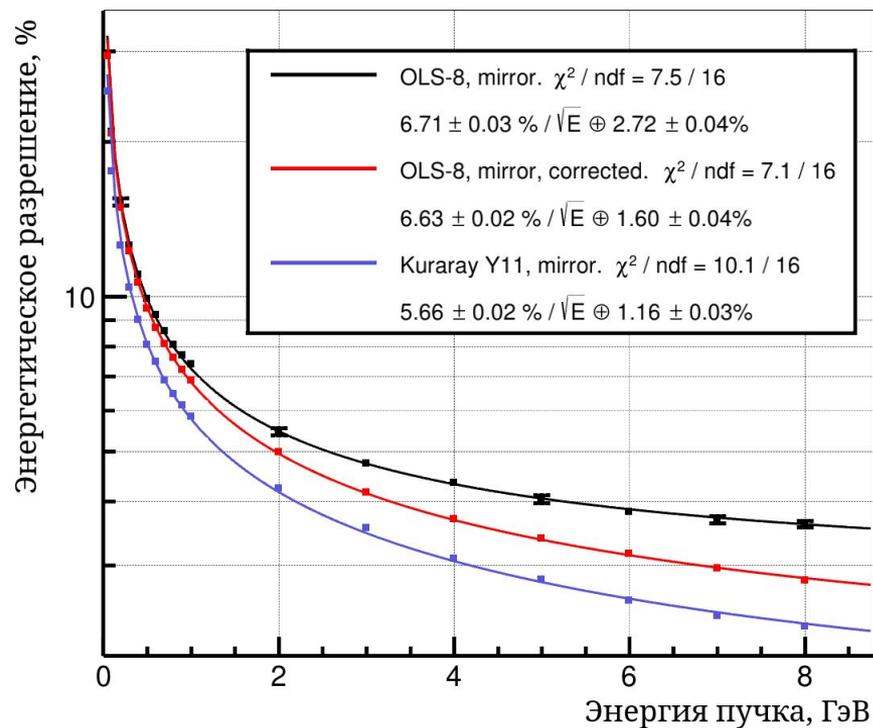


Свертка распределения детектируемых сигналов с распределением Пуассона (1 ГэВ = 4000 ф.э. данные получены Гаврищуком О. П.)

## Электроны



## Гамма-кванты



## Линейность

Спектрсмещающее волокно	Электроны		Гамма-кванты	
	от	до	от	до
OSL-8 (не корректированный)	3 GeV	4 GeV	3 GeV	5 GeV
OSL-8 (корректированный)	<u>0.2 GeV</u>	<u>8 GeV</u>	<u>0.1 GeV</u>	<u>8 GeV</u>
Kuraray Y11 (не корректированный)	0.9 GeV	8 GeV	0.8 GeV	8 GeV

## Разрешение

Спектрсмещающее волокно	Электроны		Гамма-кванты	
	a, %	b, %	a, %	b, %
OSL-8 (не корректированный)	6.63±0.02	2.06±0.02	6.71±0.03	2.72±0.04
OSL-8 (корректированный)	<u>6.66±0.02</u>	<u>1.12±0.04</u>	<u>6.63±0.02</u>	<u>1.60±0.04</u>
Kuraray Y11 (не корректированный)	5.64±0.02	0.88±0.04	5.66±0.02	1.16±0.03

- Создана Монте-Карло модель ячейки калориметра эксперимента SPD (Geant4).
- Рассчитаны линейность и энергетическое разрешение калориметра с использованием волокон Kuraray Y11 и OSL-8. Было показано, что характеристики калориметра с Kuraray Y11 лучше, чем с OSL-8.
- Проверен метод при использовании наборов сцинтилляционных пластин с различным световыходом (100, 85, 65%). Было показано:
  - Метод обеспечивает линейность калориметра с волокнами OSL-8 в диапазоне от 0,2 ГэВ до 8 ГэВ.
  - Метод улучшает энергетическое разрешение калориметра с волокнами OSL-8. Для электронов  $a = 6,66 \pm 0,02$ ,  $b = 1,12 \pm 0,04$  и для гамма-излучения  $a = 6,63 \pm 0,02$ ,  $b = 1,60 \pm 0,04$ . Постоянный член уменьшился примерно на 45%.



Спасибо за внимание!

