



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований

The influence of the light attenuation length of the fiber on the resolution of the ECal SPD module

N. Huseynov, [I. Zimin](#)



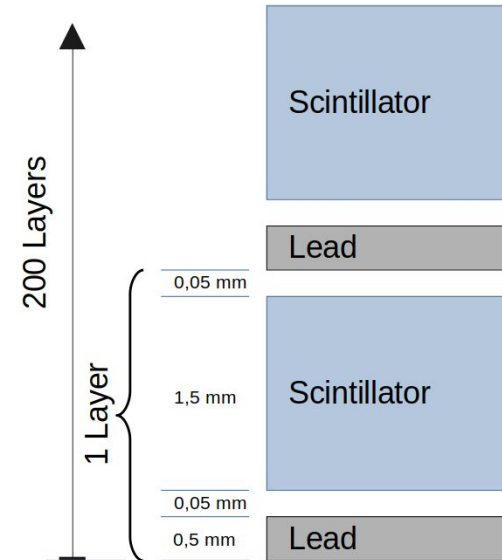
The size of the module is $400 \times 400 \times 420 \text{ mm}^3$. Structure is shown in the Picture. The electrons/gamma beam enters in the center of front edge. The range of its energy is from 50 MeV to 12 GeV.

The light attenuation (L) length of the fiber is 500, 1000 and infinity mm.

$$A = A_0 e^{-x/L}$$

Dependency ECal resolution(L)?

There are no simulations of scintillation and photon transportation!



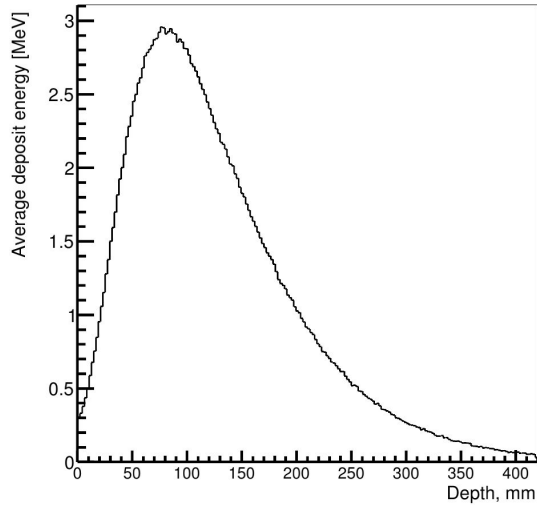
Attenuation of the signal



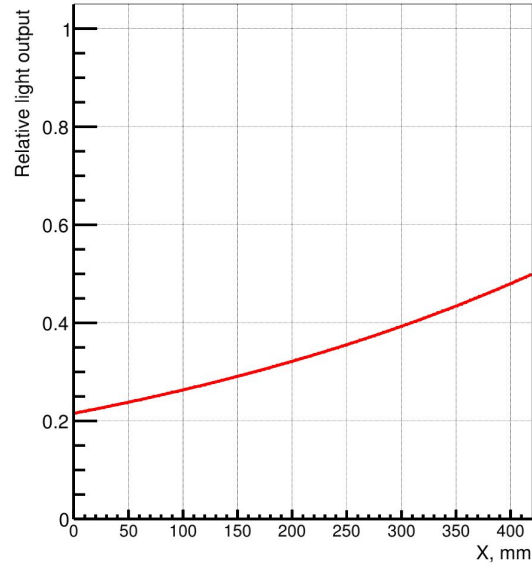
Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



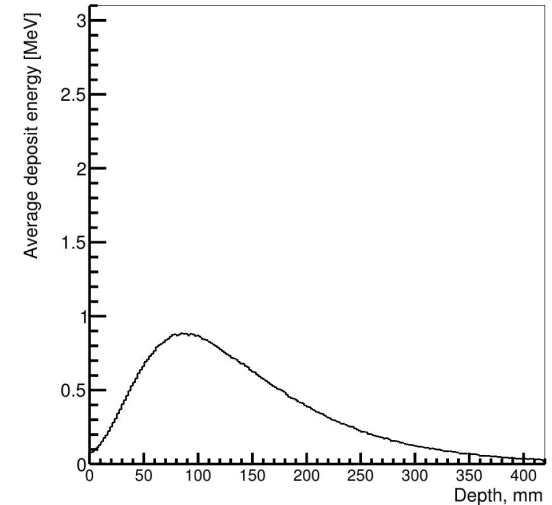
Объединенный
институт ядерных
исследований



X



=



Longitudinal energy distribution.
Beam energy 1 GeV. The light
attenuation (L) length = infinity

L = 500 mm (no mirror)

Longitudinal energy distribution.
Beam energy 1 GeV. The light
attenuation (L) length = 500 mm

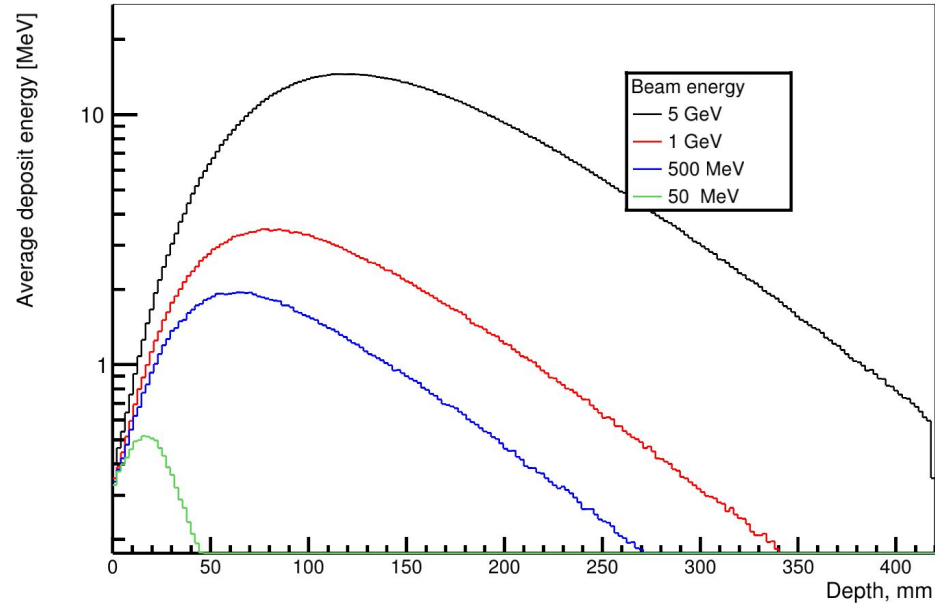
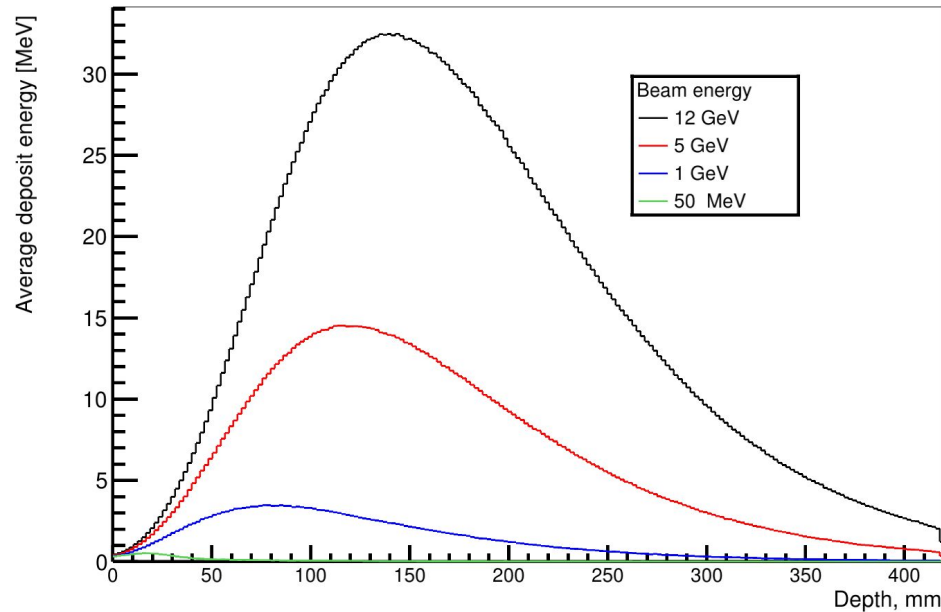
Longitudinal energy distributions



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований



Longitudinal energy distributions

Longitudinal energy distributions, electrons vs gamma

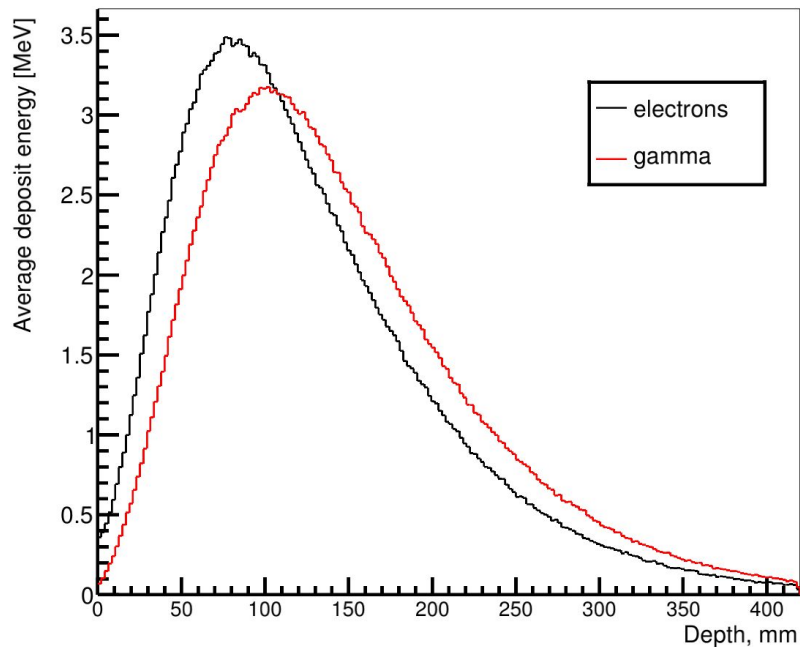


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелпова



Объединенный
институт ядерных
исследований

Beam energy 1 GeV



Longitudinal energy distributions

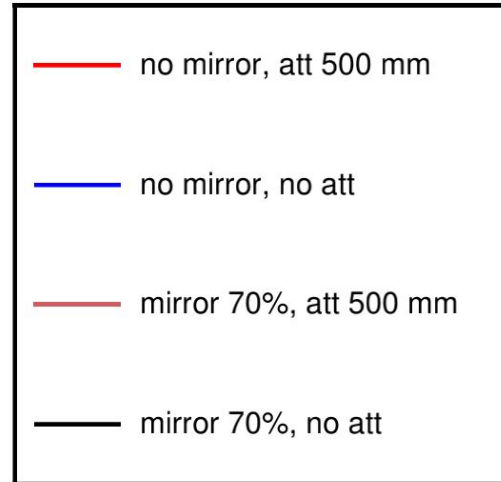
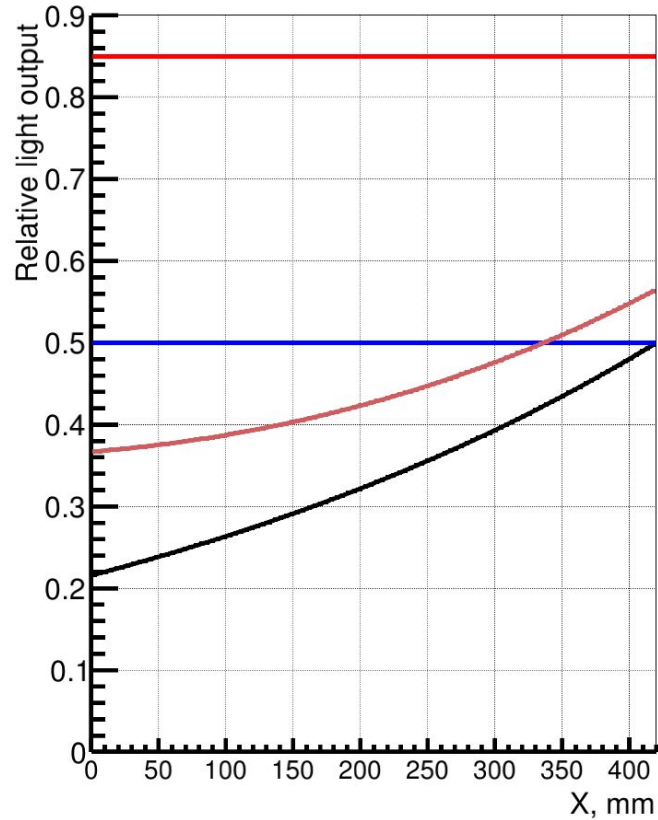
Attenuation of the signal



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований



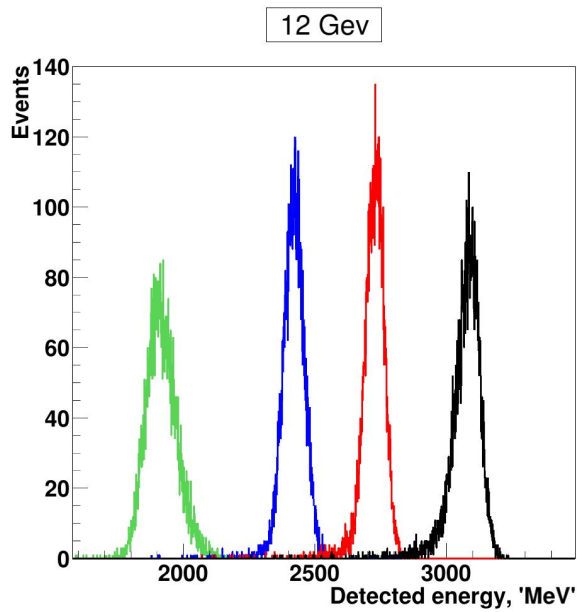
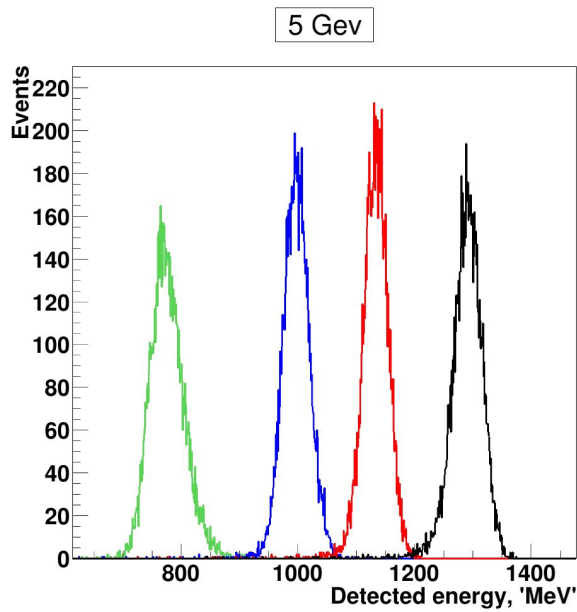
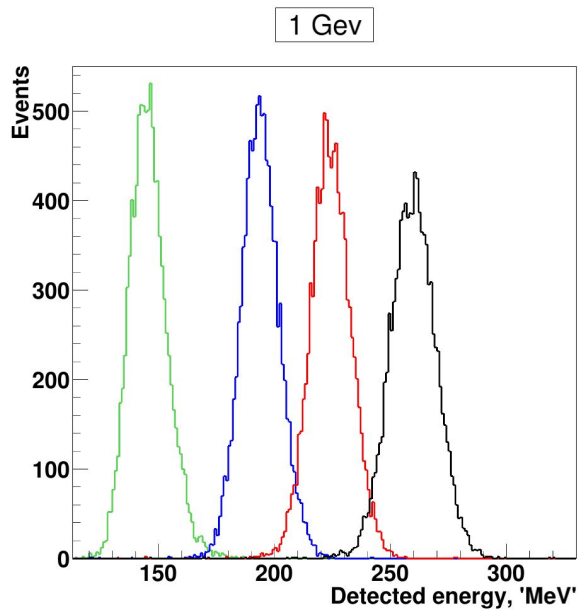
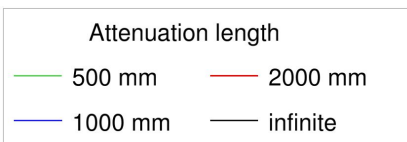
Energy distributions



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований



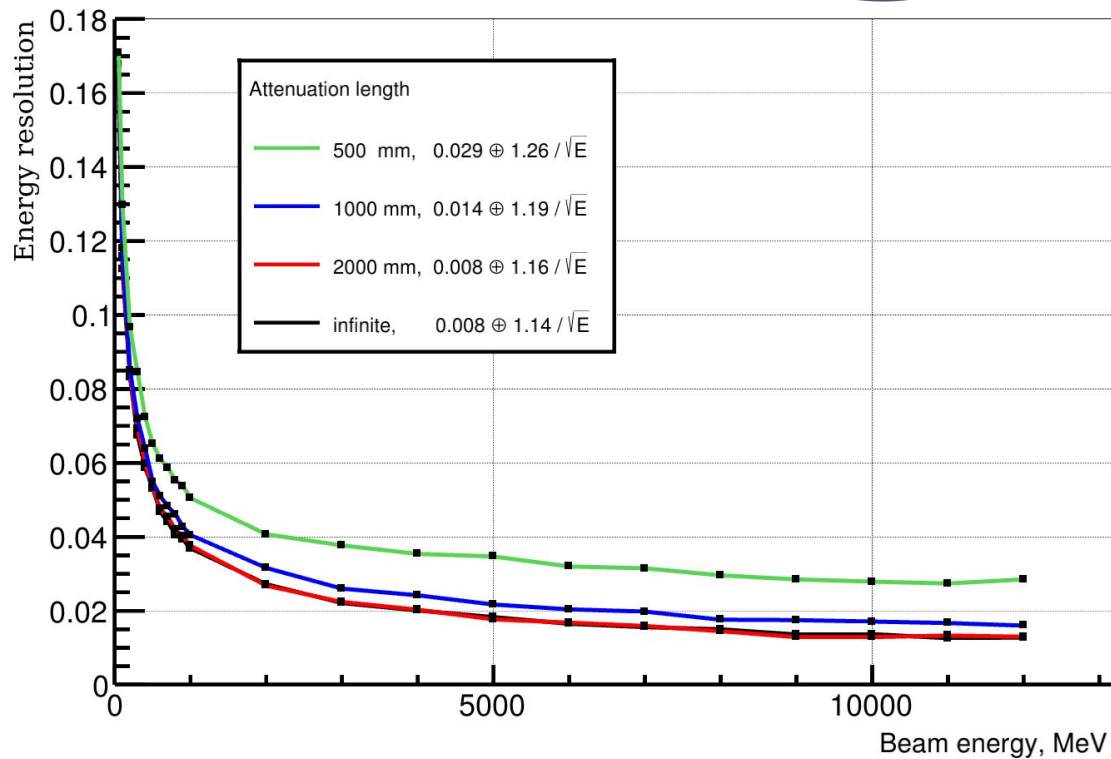
Resolution of calorimeter, electron, no mirror



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелеева



Объединенный
институт ядерных
исследований



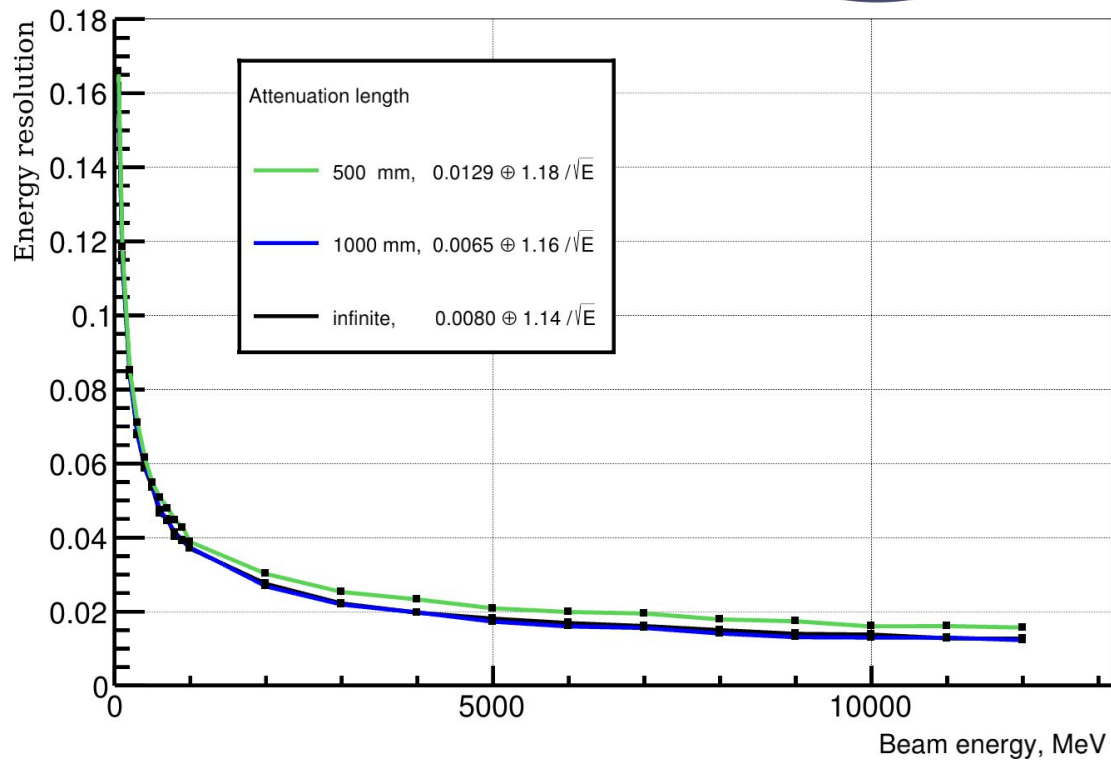
Resolution of calorimeter, electron, mirror 70%



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований



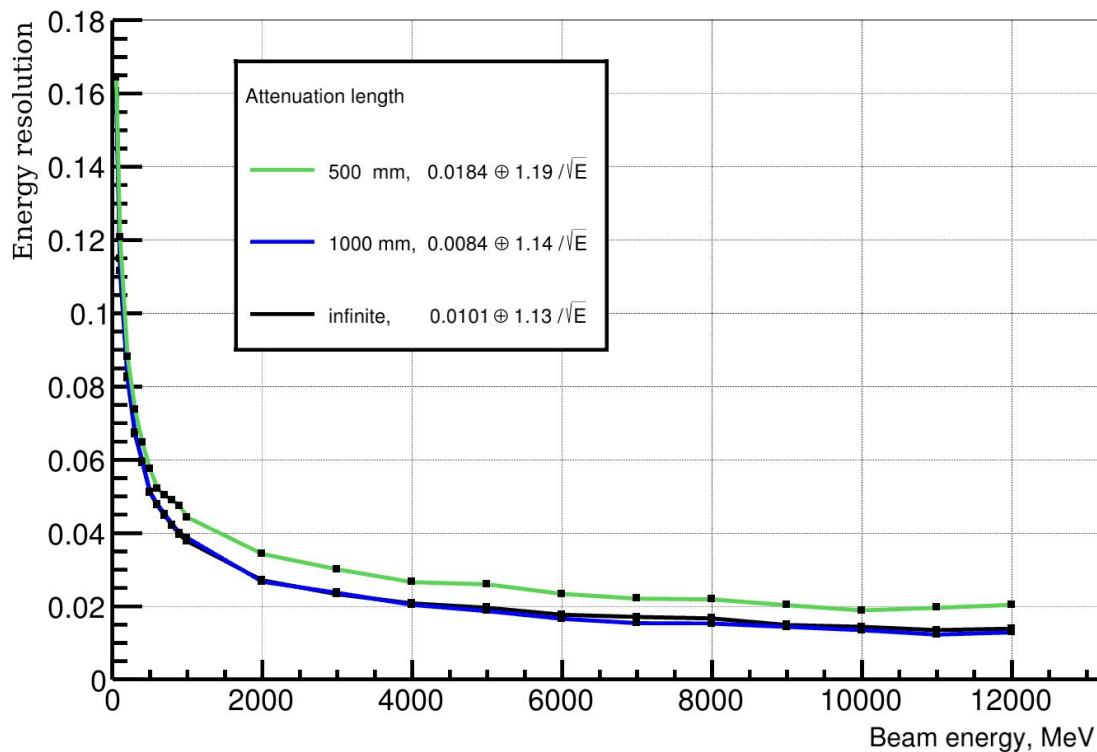
Resolution of calorimeter, gamma, mirror 70%



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелпова



Объединенный
институт ядерных
исследований



Resolution of calorimeter, mirror 70%

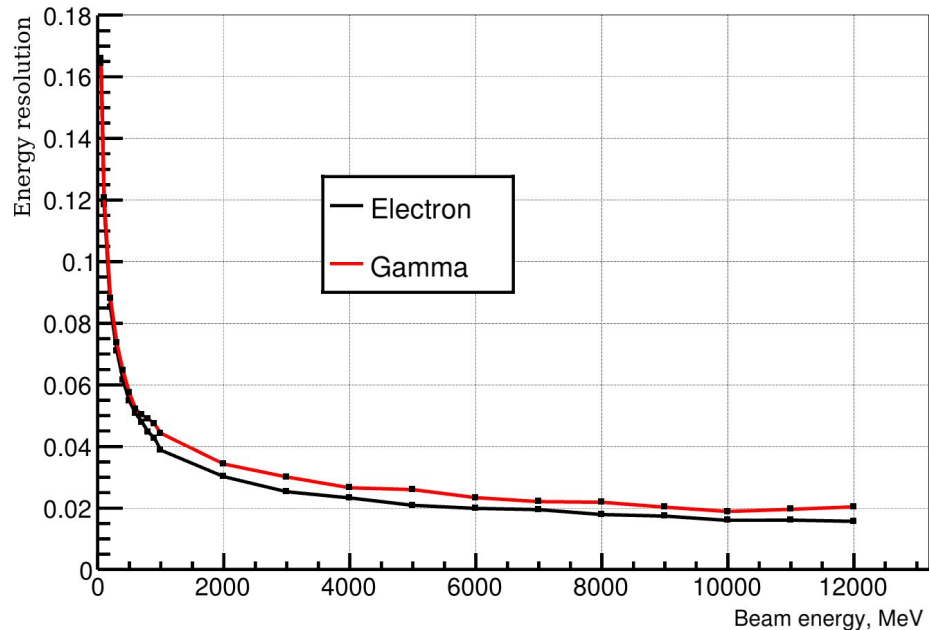


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова

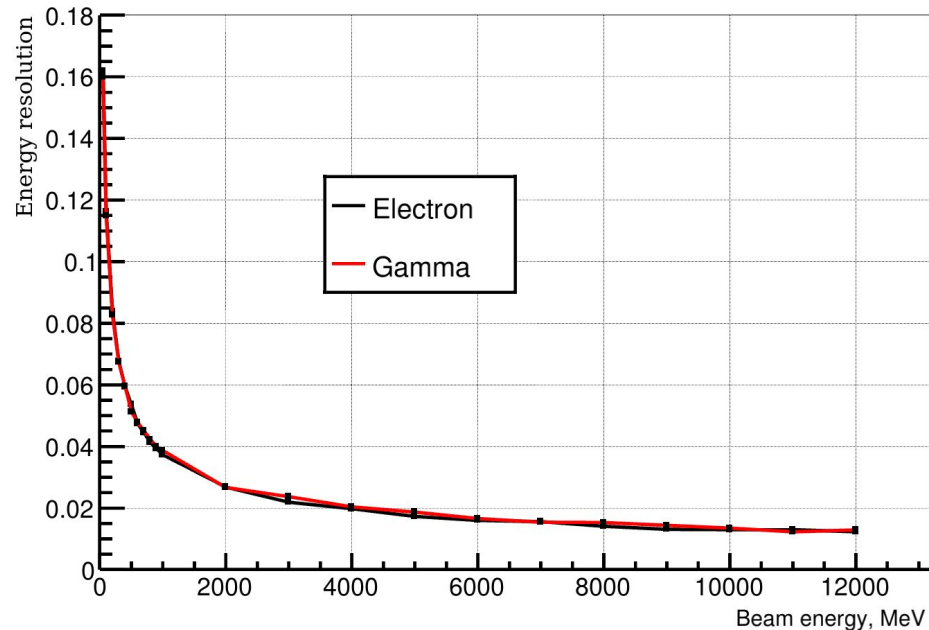


Объединенный
институт ядерных
исследований

Light attenuation length 500 mm



Light attenuation length 1000 mm





Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелпова



Объединенный
институт ядерных
исследований

Experimental data

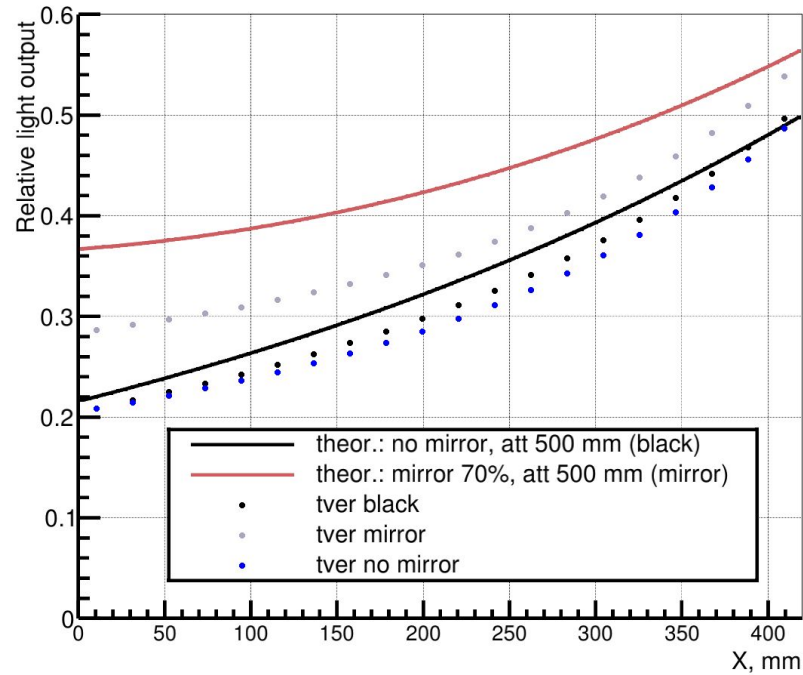
Attenuation of the signal, theory and experiment



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований



Simulation based on the experimental data

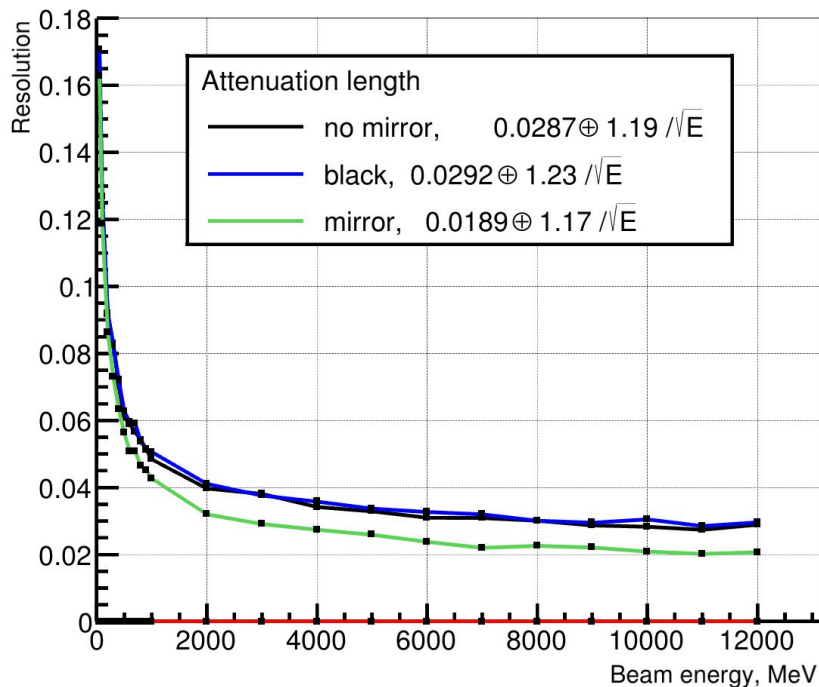


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова

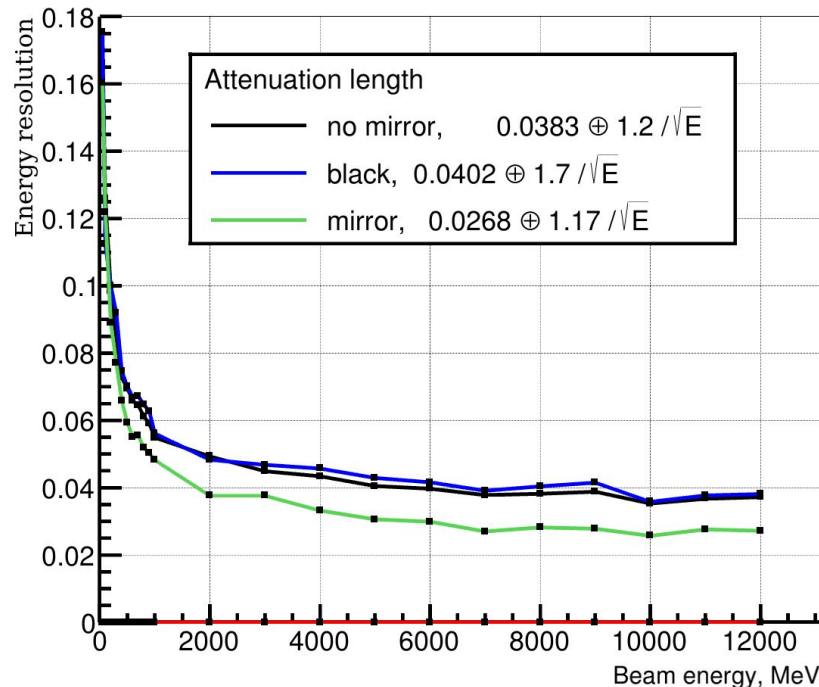


Объединенный
институт ядерных
исследований

Electron



Gamma





Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелпова



Объединенный
институт ядерных
исследований

Correction

Correction of the attenuation of the signal



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований

Beam

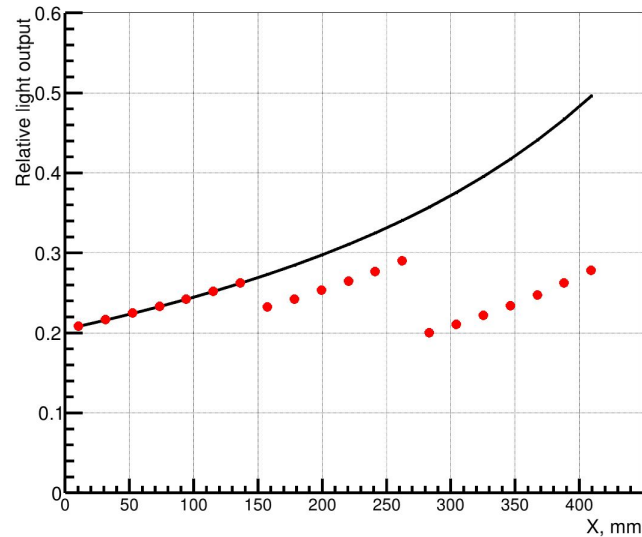


67 Layers
Eff = 100%

67 Layers
Eff = 85%

66 Layers
Eff = 56%

Tver Black



Correction of the attenuation of the signal

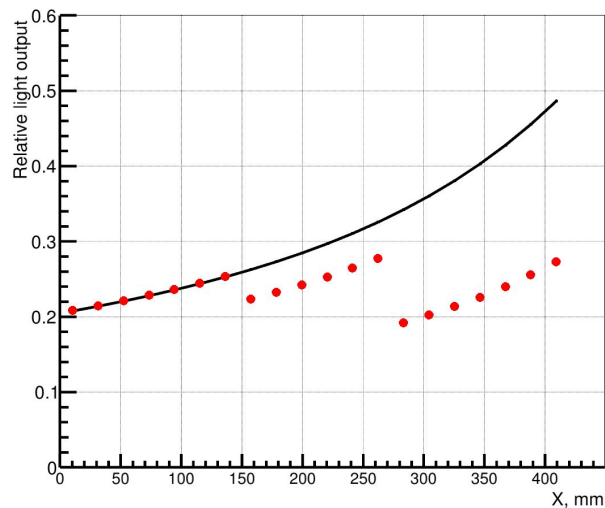


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова

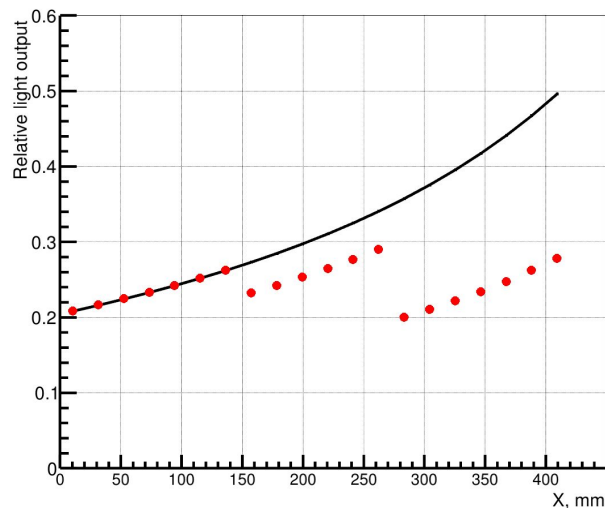


Объединенный
институт ядерных
исследований

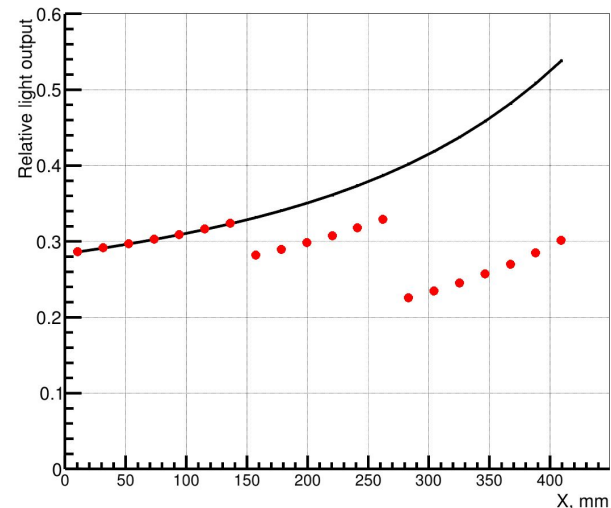
Tver No Mirror



Tver Black



Tver Mirror



Correction of the attenuation of the signal, electron

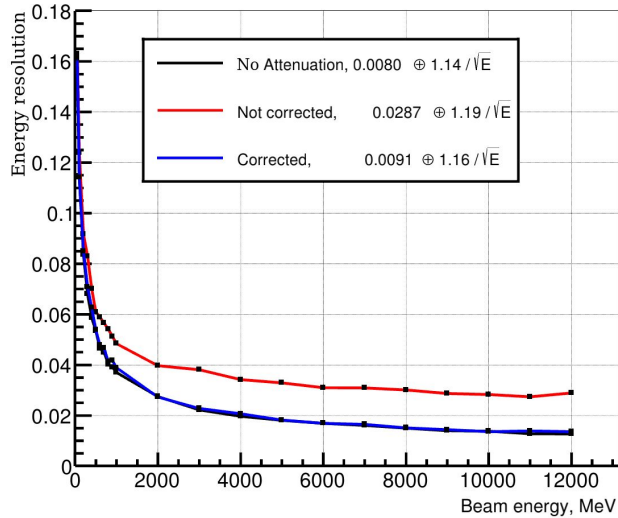


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований

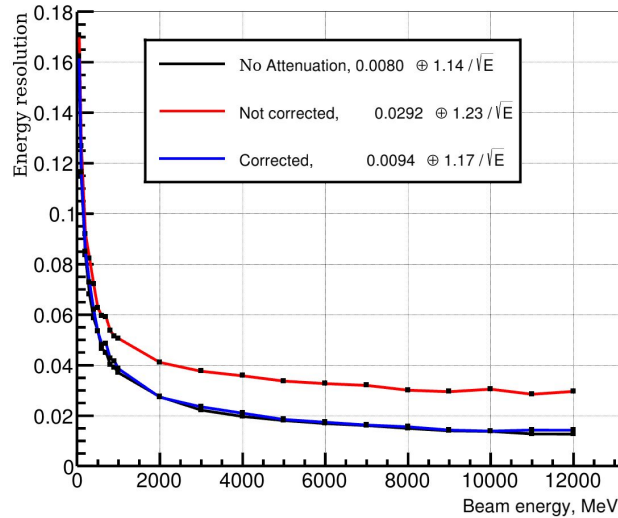
Electron, exp, no mirror



$$\text{Mean}_{\text{Cor}} / \text{Mean}_{\text{No Cor}} = 92\%$$

для 1 Gev

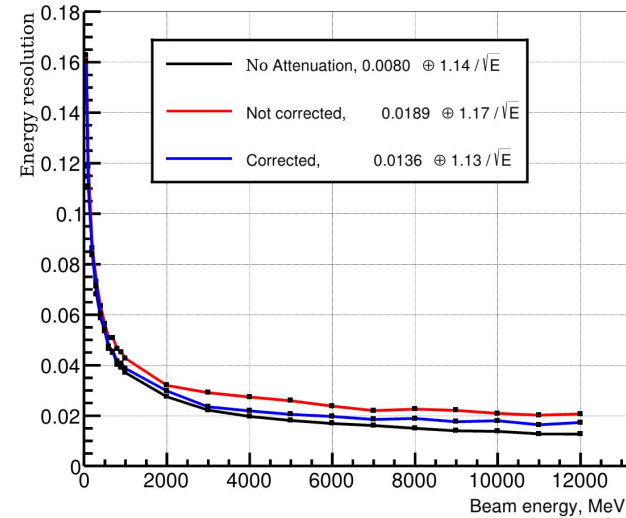
Electron, exp, black



$$\text{Mean}_{\text{Cor}} / \text{Mean}_{\text{No Cor}} = 92\%$$

для 1 Gev

Electron, exp, mirror



$$\text{Mean}_{\text{Cor}} / \text{Mean}_{\text{No Cor}} = 93\%$$

для 1 Gev

Correction of the attenuation of the signal, gamma

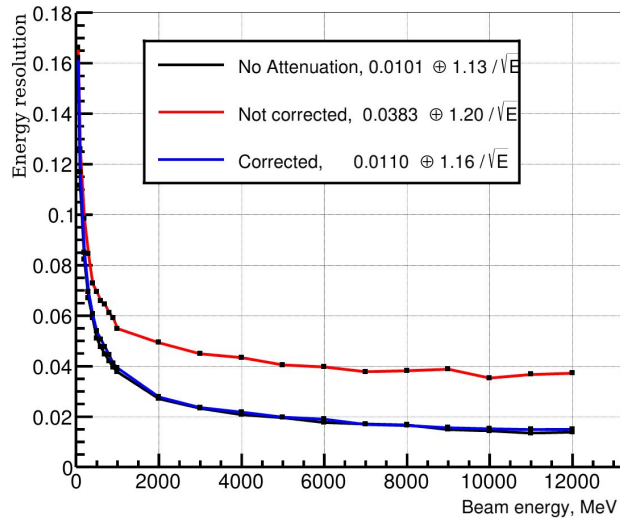


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзельцова



Объединенный
институт ядерных
исследований

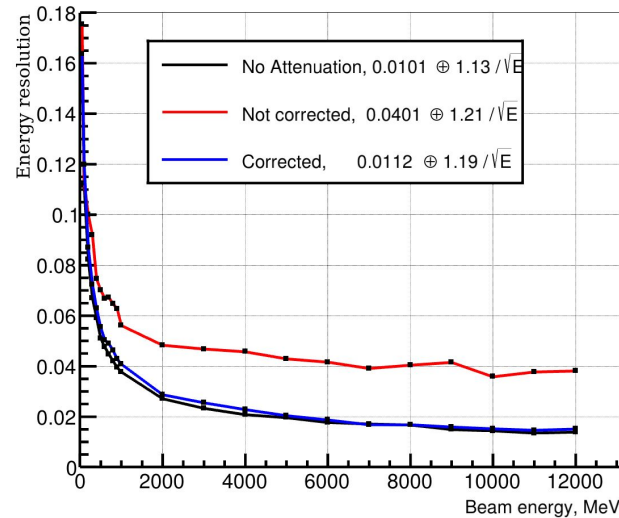
Gamma, exp, no mirror



$$\text{Mean}_{\text{Cor}} / \text{Mean}_{\text{No Cor}} = 91\%$$

для 1 Gev

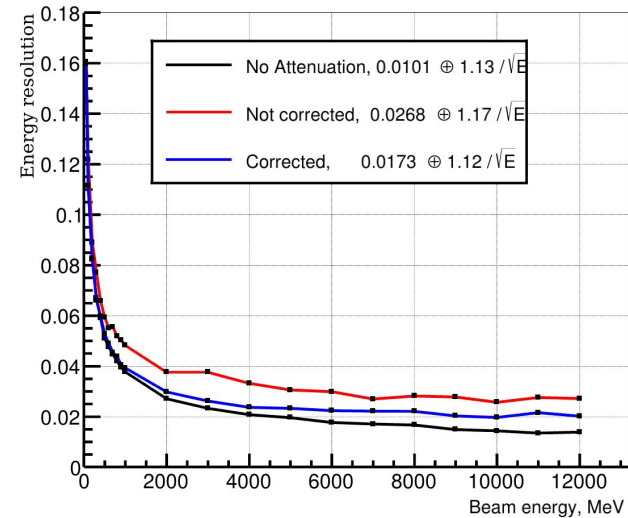
Gamma, exp, black



$$\text{Mean}_{\text{Cor}} / \text{Mean}_{\text{No Cor}} = 92\%$$

для 1 Gev

Gamma, exp, mirror



$$\text{Mean}_{\text{Cor}} / \text{Mean}_{\text{No Cor}} = 91\%$$

для 1 Gev

Correction of the attenuation of the signal, electron vs gamma

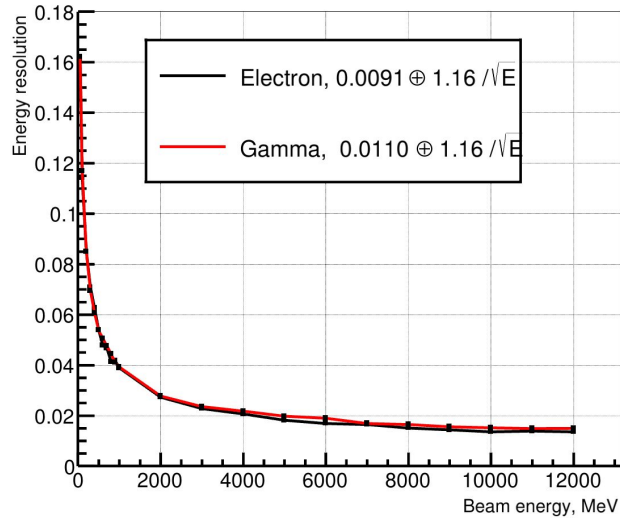


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзельцова

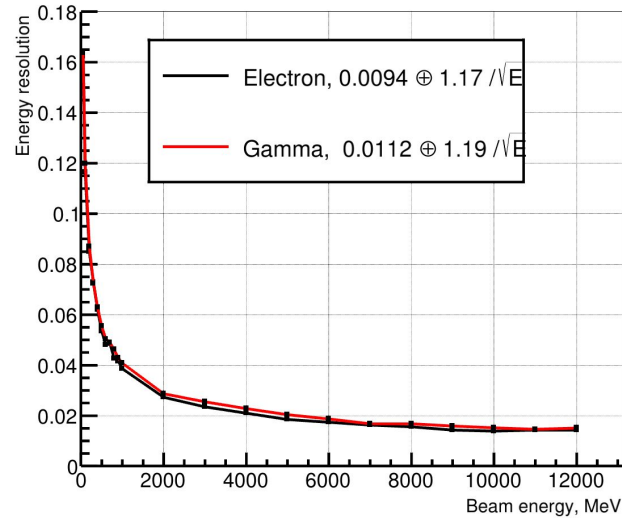


Объединенный
институт ядерных
исследований

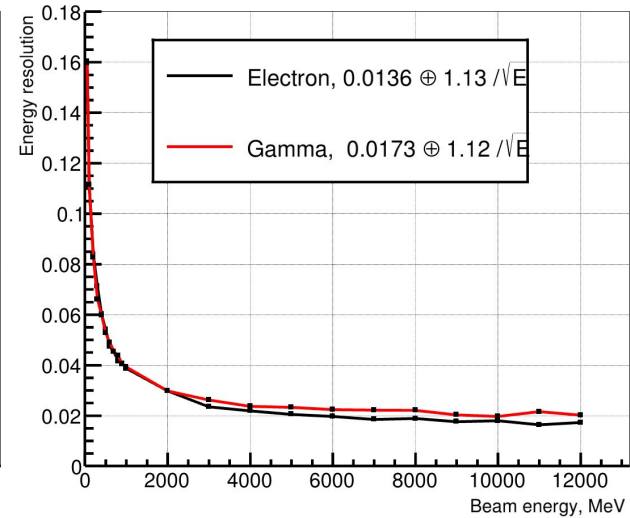
Corrected, no mirror



Corrected, black



Corrected, mirror

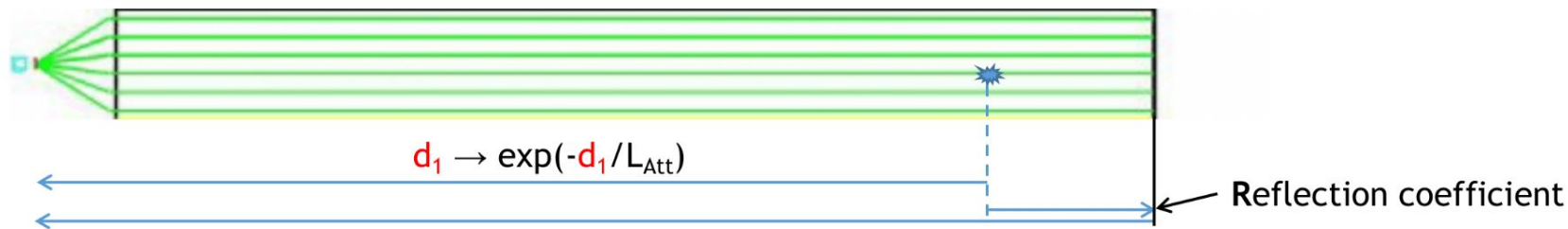




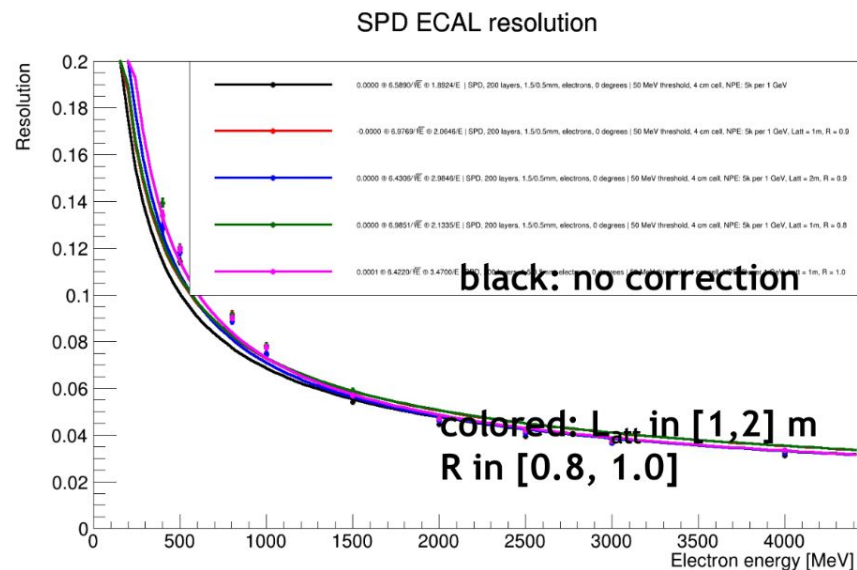
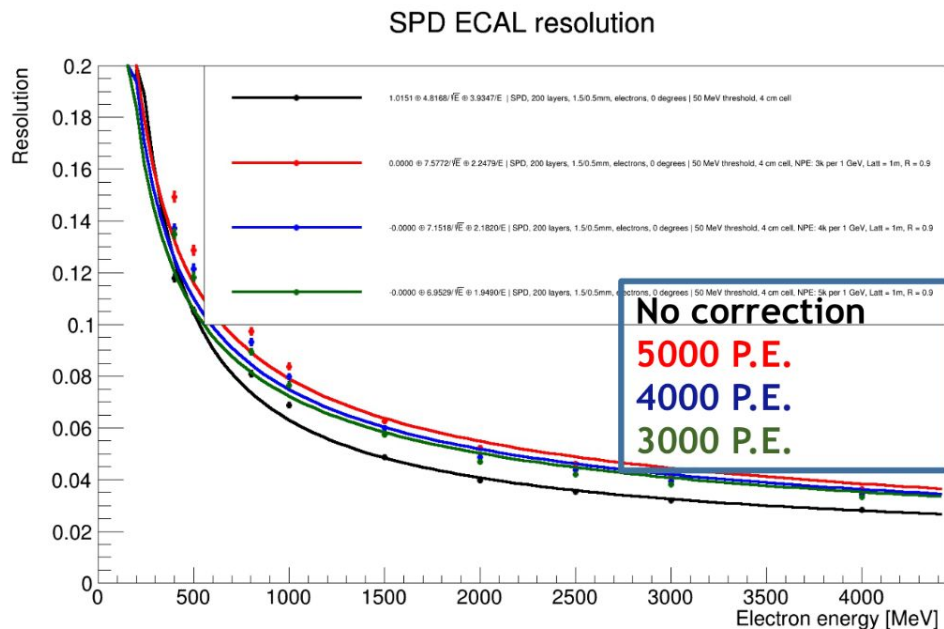
In progress...

Setup details

- 200 layers of shashlyk: 0.5 mm Pb/1.5 mm scintillator
- 50 MeV cell energy threshold, 4x4 cm cell
- $L_{\text{Att}} = 1.0$ m, $R = 0.9$, 5000 photoelectrons per 1 GeV in scintillator



Effect of corrections on ECAL resolution



All other corrections are also applied

Bigger contribution is from photoelectron statistics



- 1) Using experimental data for simulation (scintillator efficiency)
- 2) Estimation of contribution of the scintillation in the energy resolution.



- 1) Simulation with the theoretical data of the light attenuation length
 - a) Simulation for electrons and gamma beams (fiber with mirror 70%);
 - b) Comparison of the resolutions for electrons and gamma beams (light attenuation length is 500 and 1000 mm; fiber with mirror 70%);
- 2) Simulation with the experimental data of the light attenuation length:
 - a) Simulation for electrons and gamma beams (Tver's fibers; no mirror, black, mirror)
 - b) Improvement of the energy resolution of ECal module by the correction of the light attenuation by using scintillation layers with different efficiency;
 - c) Showed this method can improve the energy resolution.



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелпова



Объединенный
институт ядерных
исследований

Thank you for your attention



Посчитать калориметр 200 слоев (1.5 мм Сц.+0.5 мм Свинец) - получить энергетическое разрешение в диапазоне энергий 50 MeV - 8 ГэВ, как функция $1/\sqrt{E}$. Ячейка может быть бесконечной, например 200x200 мм - т.е. не учитывать гранулярность 40x40. Но заложить затухание света вдоль модуля по закону экспоненциальному.

1. Бесконечная длина затухания - т.е. равномерный модуль.
2. Длина затухания = 200 см
3. Длина затухания = 100 см
4. Длина затухания = 50 см



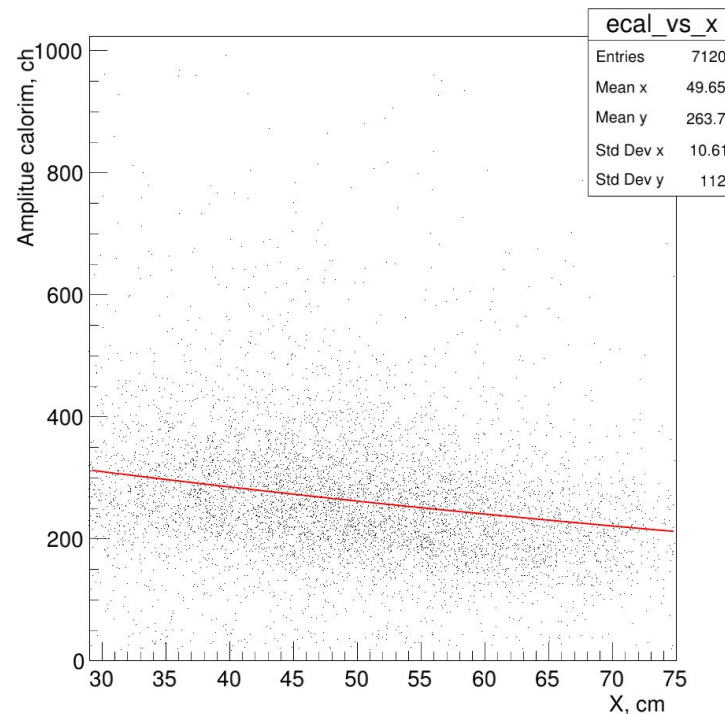
На рисунке справа приведены экспериментальные данные на космике. Модуль лежал горизонтально и измерялась корреляция Амплитуды на координату, измеряемую вдоль модуля с помощью времени от триггерных счетчиков. А потом время переводилось в координату, учитывая скорость света в сцинтилляторе.

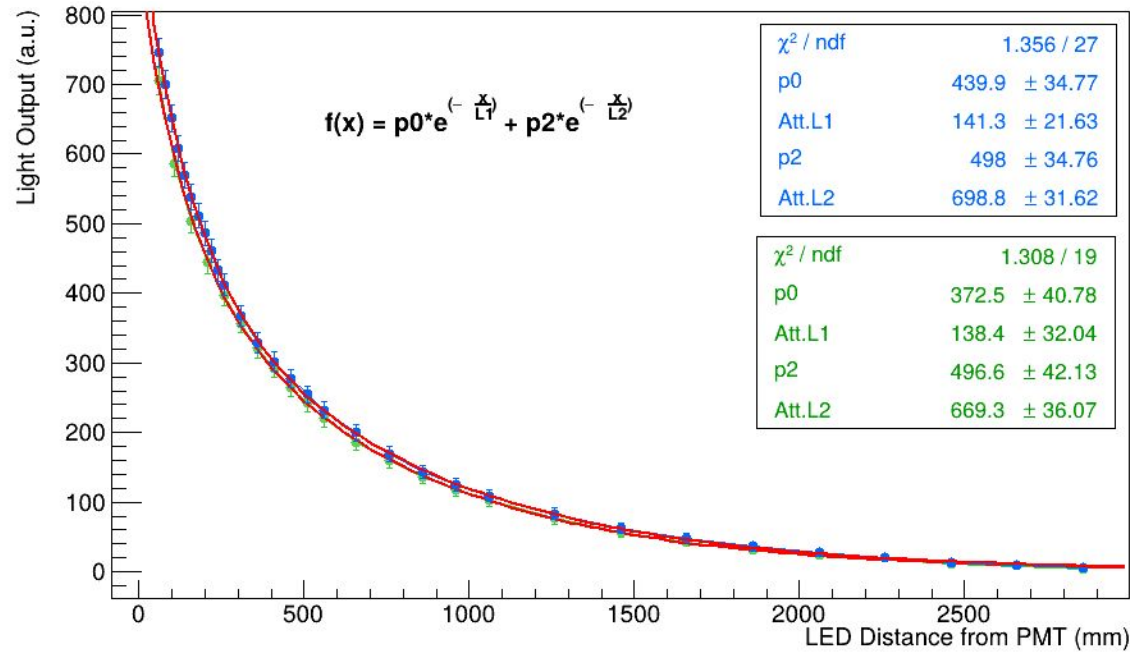
Фит (exрo) показал длину затухания примерно 130 см.

Фотоприемник расположен в районе координаты 30 см. Конец модуля = 70 см. Длина модуля равна 40 см.

Какой размер был у триггеров?

Сколько мм волокна будет “торчать” из модуля в итоге на эксперименте?





The measurements of the light attenuation (L) length of the fibers by Vladimir Baranov

Longitudinal energy distributions for different attenuation lengths

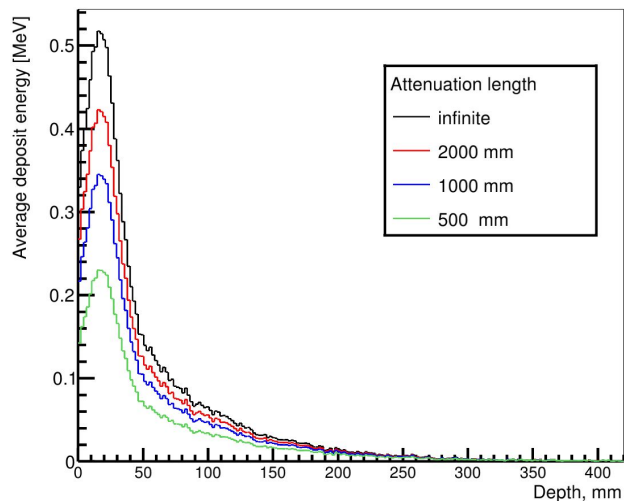


Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова

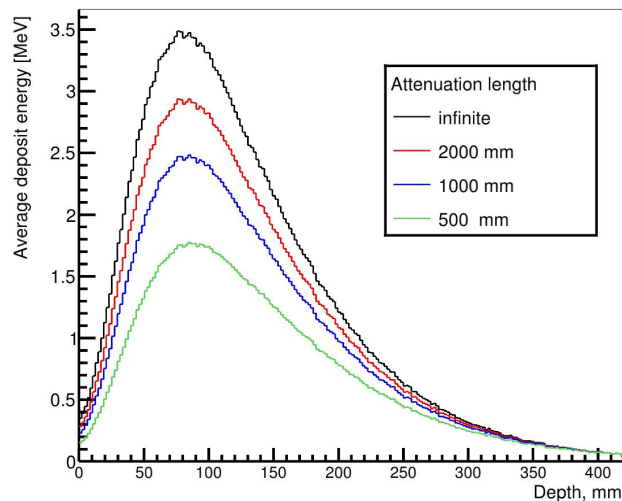


Объединенный
институт ядерных
исследований

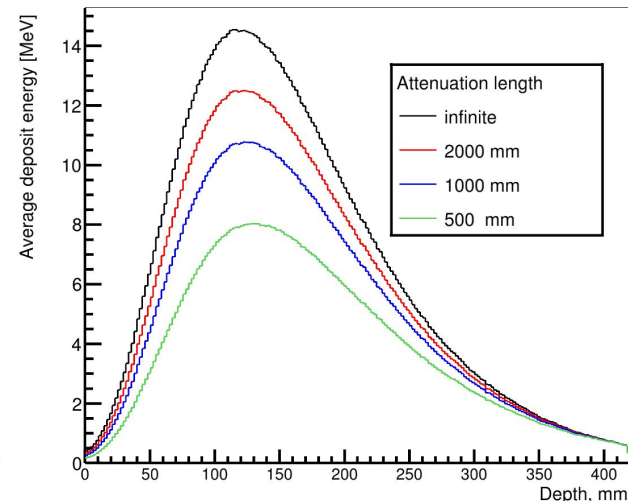
e_50_MeV_10_keVt_400x400mm



e_1_GeV_10_keVt_400x400mm



e_5_GeV_10_keVt_400x400mm



Linearity of calorimeter response



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Дзелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований

