

Исследование пика Брэгга

Фукс Ольга

Научный
руководитель:
Демичев М. А.

Лаборатория экспериментальных методов физики
МФТИ, 2011г

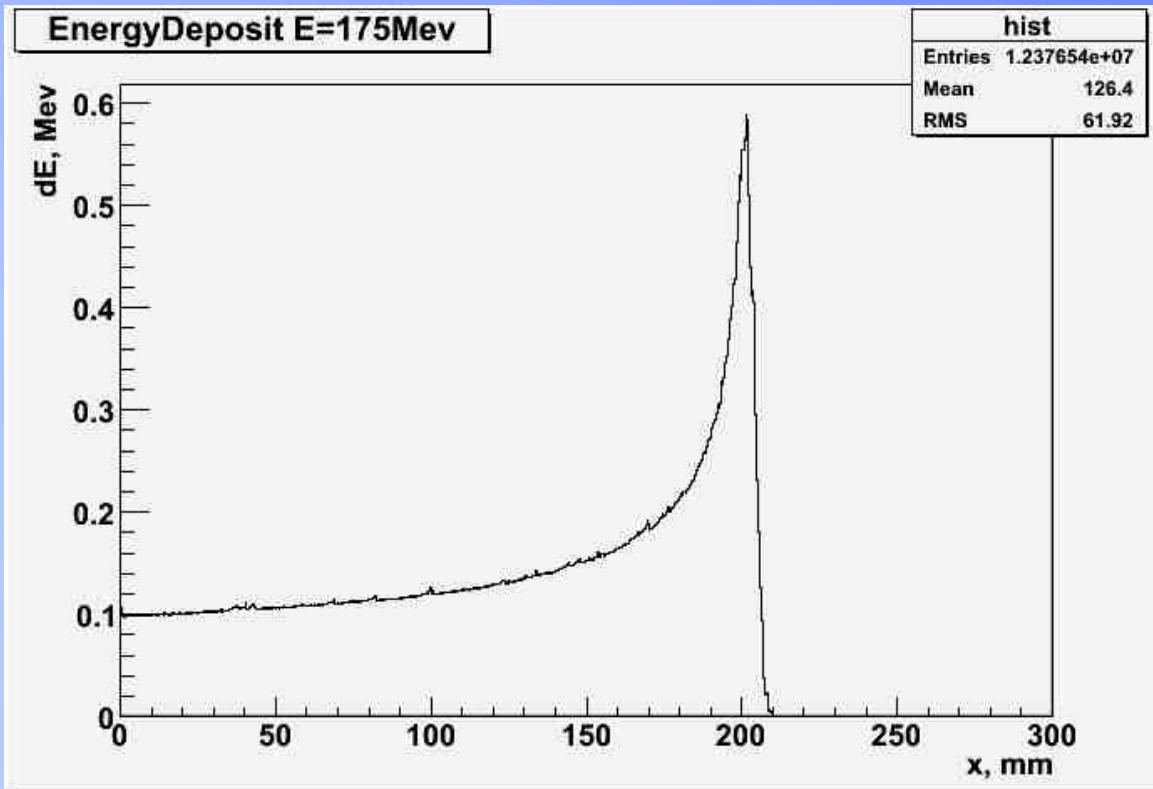
План

- Введение
 1. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом
 2. Протонная терапия
- Постановка задачи
- Результаты



Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом

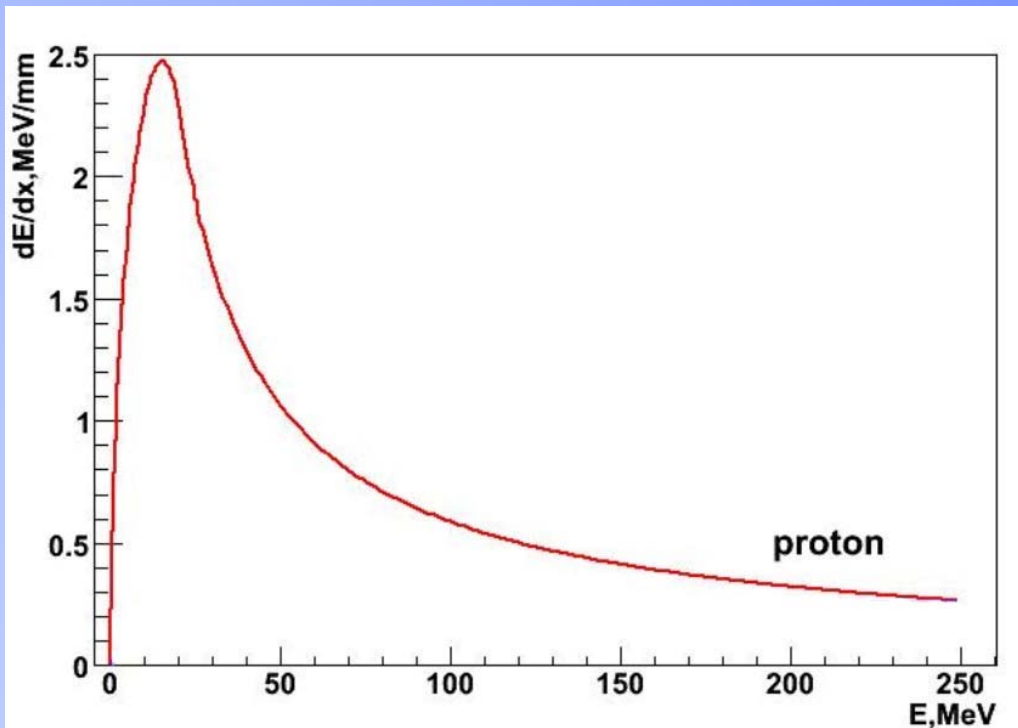
- Удельные потери энергии
- Пик Брэгга



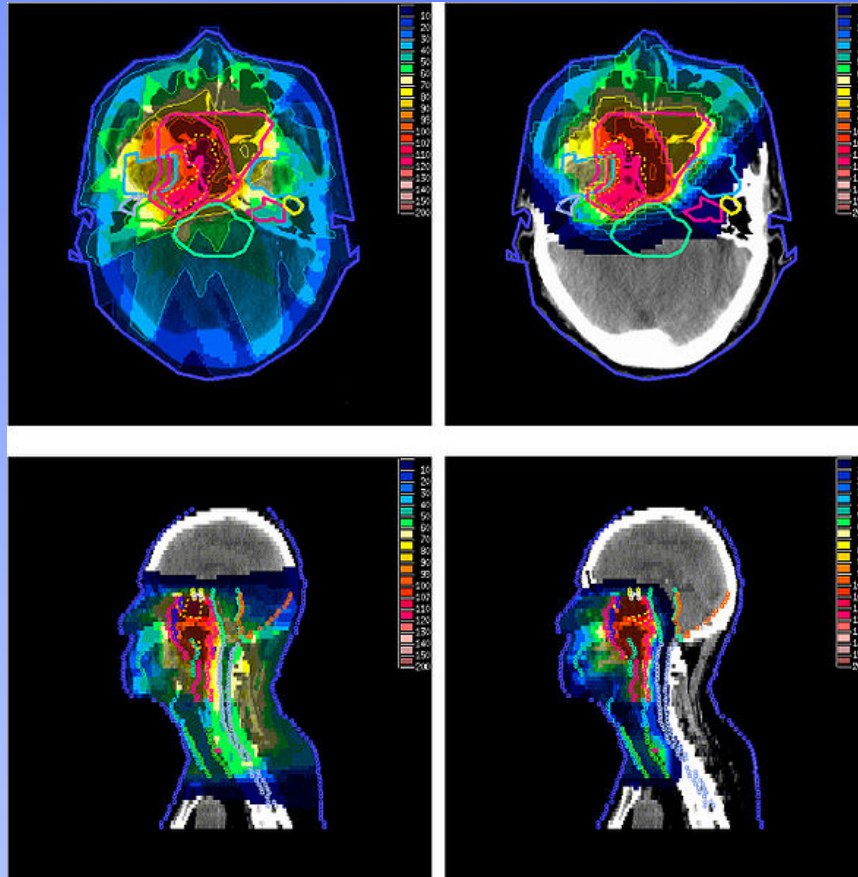
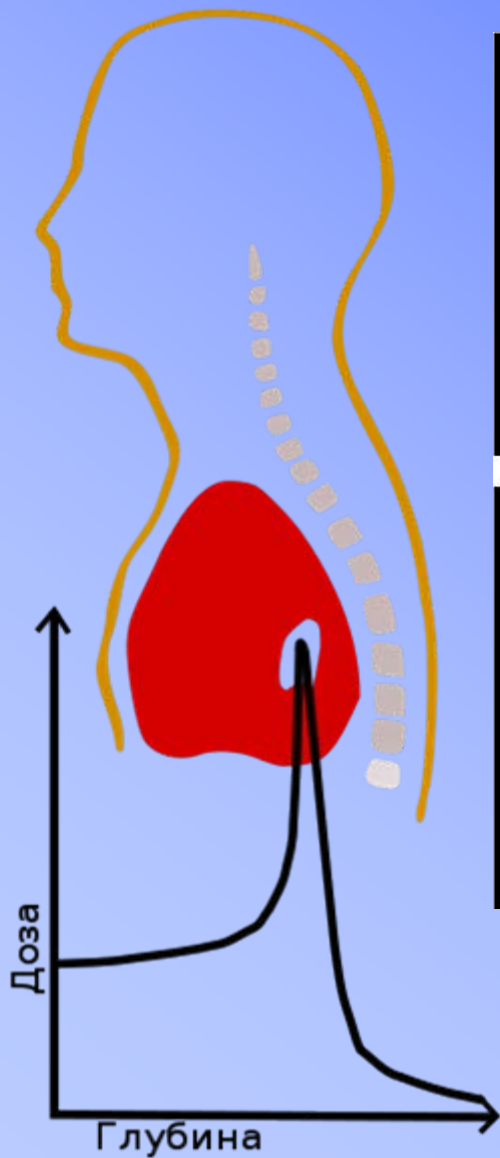
Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом

- Формула Бете-Блоха

$$\left(\frac{dE}{dx}\right)_{\text{иониз.}} = -\frac{4\pi Z^2 n_e r_0^2 m_e c^2}{\beta^2} \left[\ln\left(\frac{2m_e c^2 \beta^2}{\bar{I}}\right) - \ln(1-\beta^2) - \beta^2 \right]$$



Протонная терапия

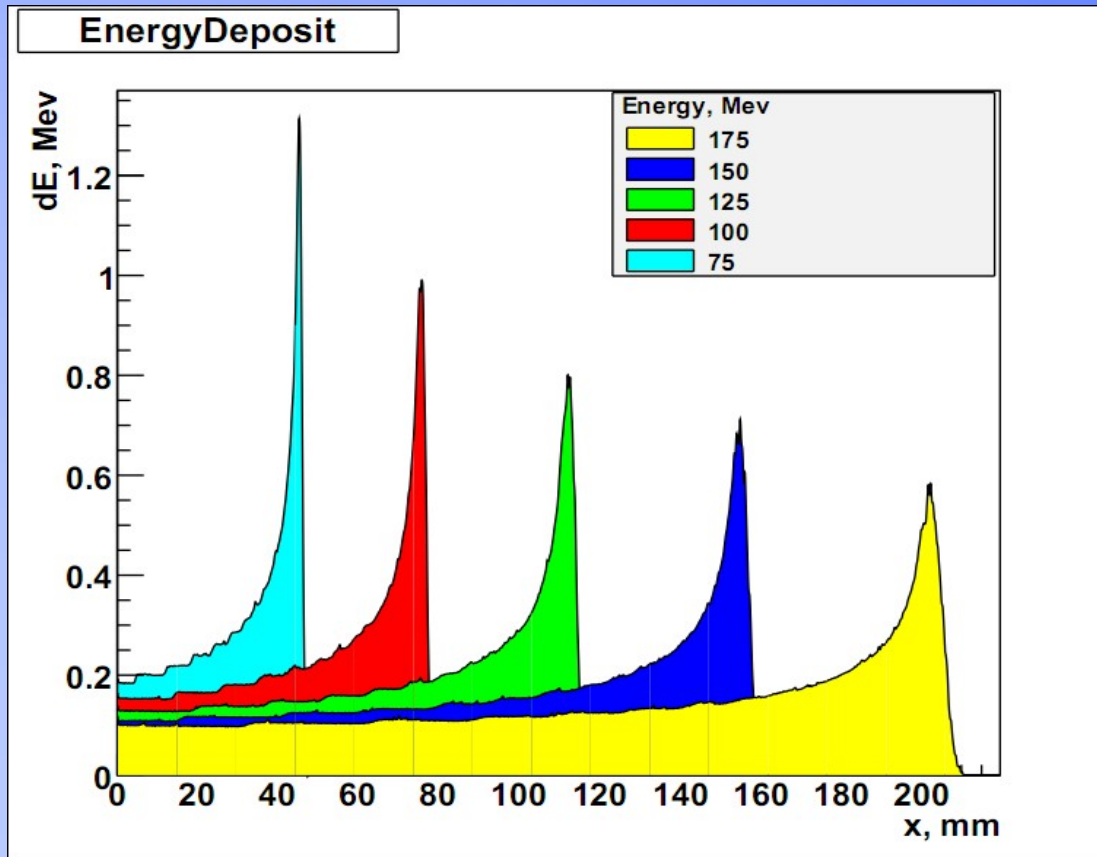


Постановка задачи

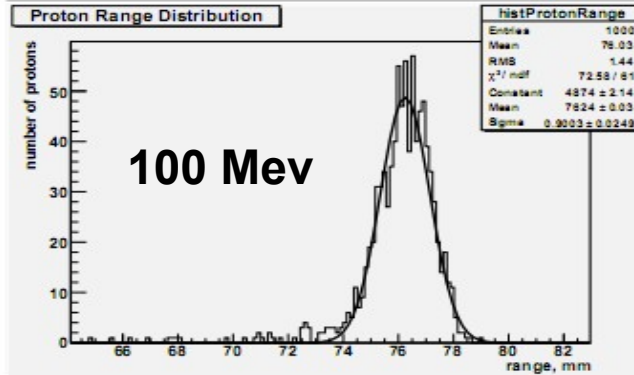
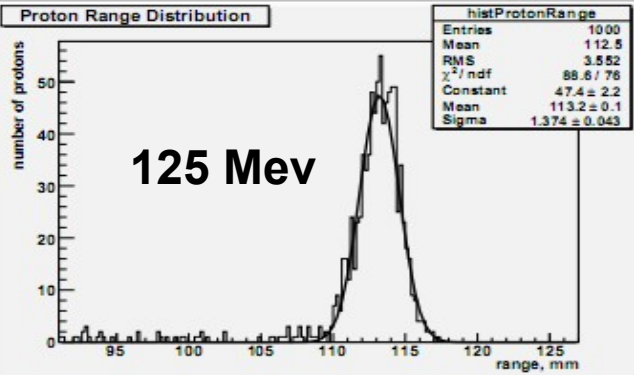
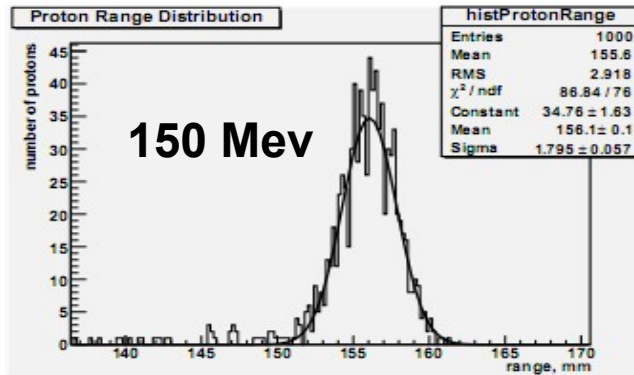
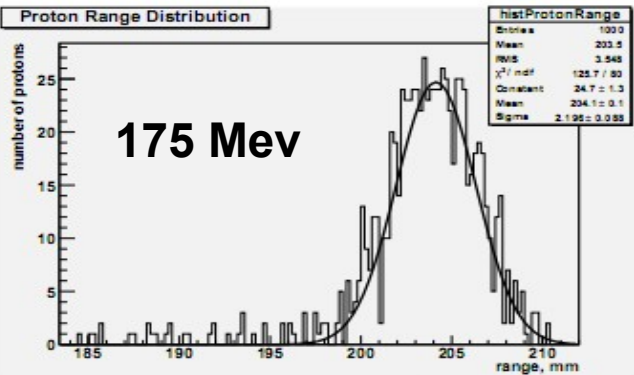
- Провести моделирование прохождения нерелятивистских протонов с энергией до 200Мэв через слой воды, вычислить удельные потери энергии, посчитать пробеги протонов
- Сравнить результаты с экспериментальными значениями



Моделирование в GEANT4




Пики Брэгга
для энергий
протонов
75-175 МэВ



**Примеры
распределений
протонов по
пробегам**

E , МэВ	пробег, мм (табл)*	пробег, мм (MC)	$\Delta_{range}/\sigma_{range}$	$\Delta_{range}, \%$
25	6.44	6.28	2.08	2.51
50	22.51	22	1.95	2.26
75	46.65	45.7	1.70	2.04
100	77.92	76.24	1.88	2.16
125	115.64	113.2	1.78	2.11
150	159.19	156	1.80	2.0
175	208.07	204.1	1.67	1.91

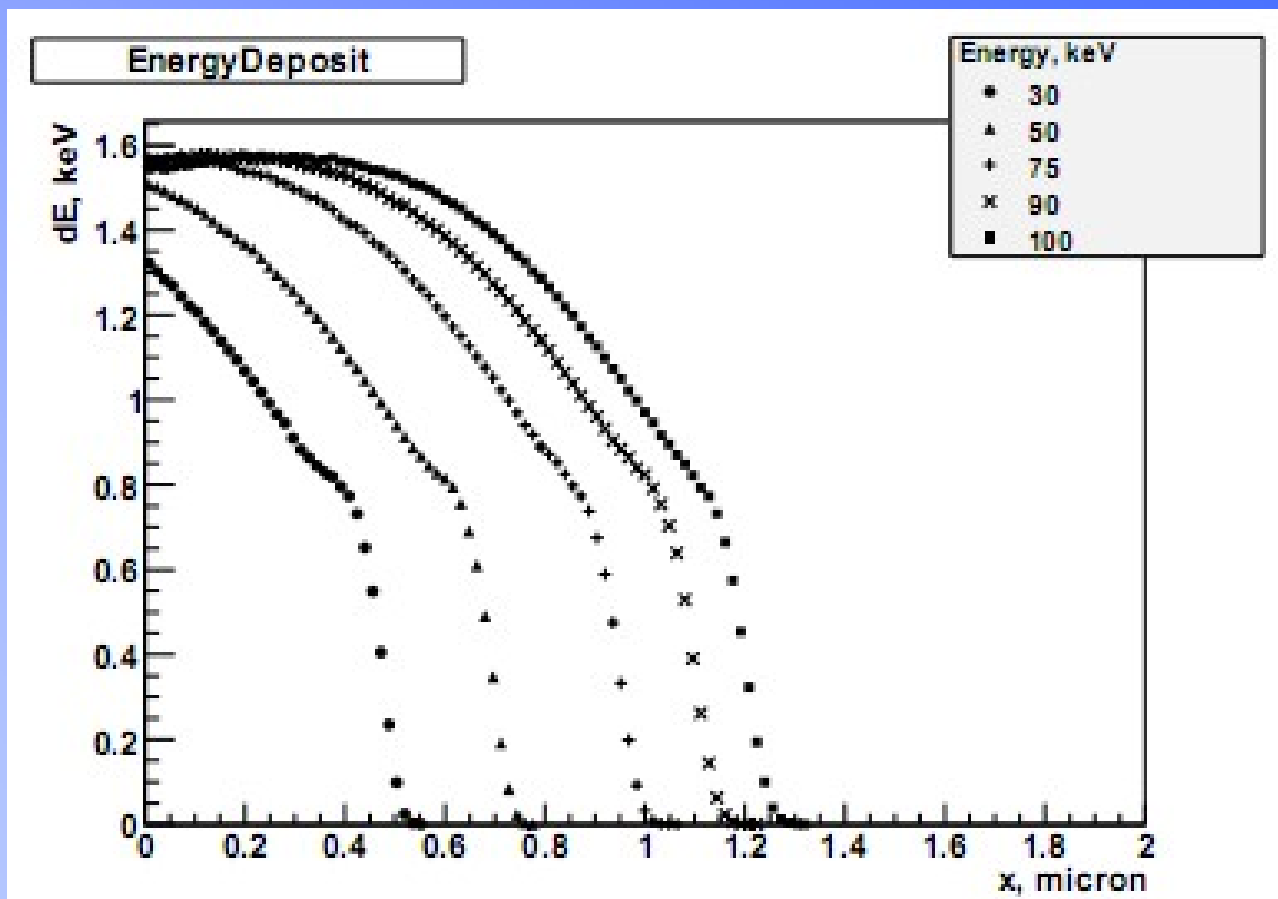
* *Proton range-energy tables, Joseph F. Janni*

G4hIonisation  G4hLow
EnergyIonisation

**Сравнение табличных
пробегов с моделированием
на низких энергиях:**

E , кэВ	пробег, мкм (табл)	пробег (hIoni)	пробег (hLow)
100	1.222	1.193	1.191
90	1.119	1.091	1.089
75	0.968	0.938	0.939
50	0.719	0.683	0.685
30	0.507	0.465	0.467

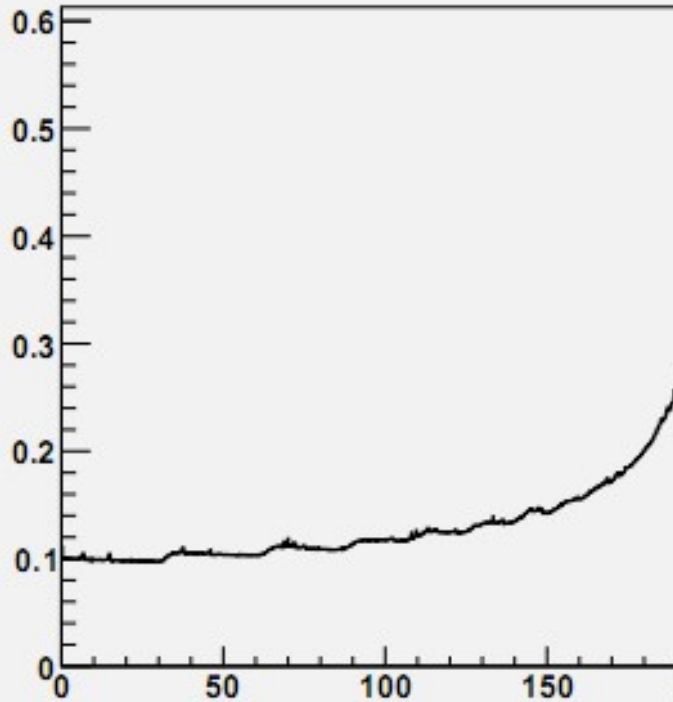
Потери протонов на низких энергиях



Сравнение моделей на высоких энергиях

E , МэВ	Δ_{range} , % (hIoni)	Δ_{range} , % (hLow)
25	2.51	0.46
50	2.26	0.31
75	2.04	0.32
100	2.16	0.28
125	2.11	0.21
150	2.0	0.31
175	1.91	0.08

EnergyDeposit 175Mev

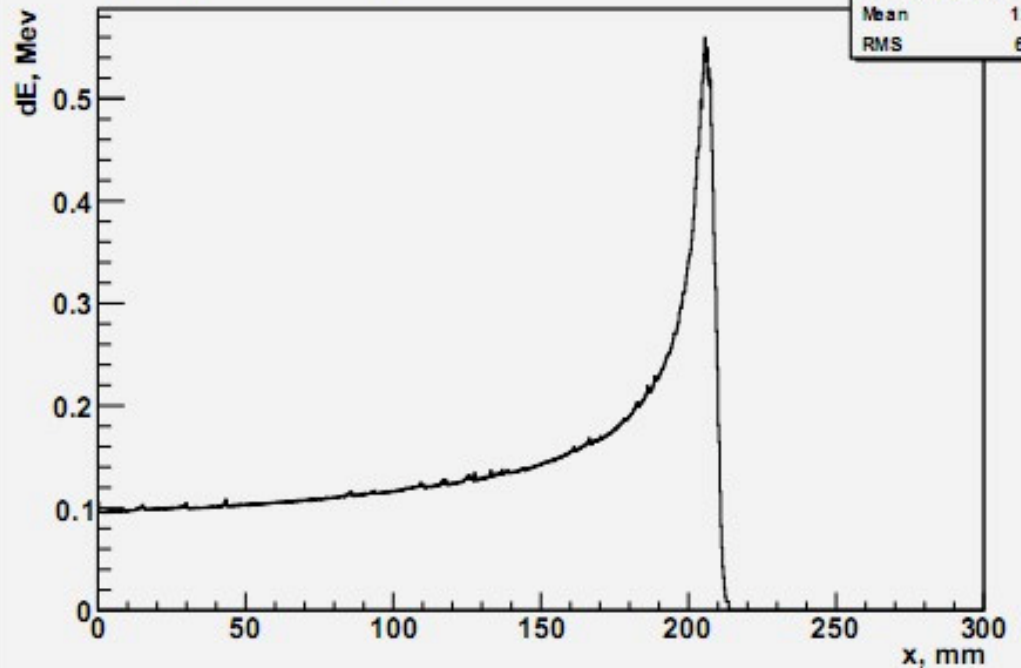


hist	
Entries	1.213334e+07
Mean	128.7
RMS	62.47

Пик Брэгга
E=175 Mev

← hloni

EnergyDeposit 175Mev



hist	
Entries	1.224254e+07
Mean	128.8
RMS	63.41

hLow →

Результаты

- Проведено моделирование прохождения протонов через слой воды, посчитаны пробеги протонов
- Сравнение полученных результатов с табличными значениями
- Выявлены недостатки модели $hIon1$ по сравнению с $hLow$
- $G4hLowEnergyIonisation$ – более корректная модель для описания ионизации вещества протонами

Спасибо за внимание!