

**Моделирование проектируемого детектора
переходного излучения для идентификации
адронов, рожденных на LHC
под малыми углами**

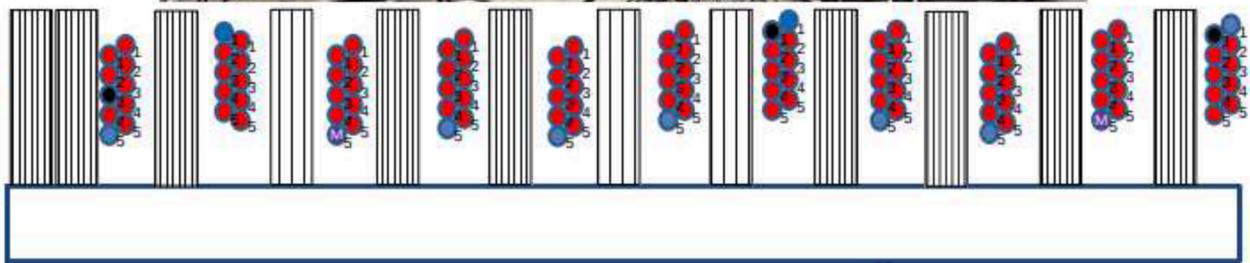
Выполнила:
ст.гр. М19-115, Нечаева С.А.
Научный руководитель:
к.ф.-м.н.Тихомиров В.О.

Москва, 2020

Цель работы:

Усовершенствование первой версии модели проектируемого детектора переходного излучения (ДПИ) Large TRD на основе тонкостенных пропорциональных камер (ТПК), предназначенного для идентификации адронов энергий 1-6 TeV, рожденных под малыми углами, выполненной при помощи программного пакета GEANT4

Test beam 2018



| | foil thickness | gap between layers |
|-------------------|------------------|--------------------|
| No radiators | - | - |
| Mylar | 50 μm | 3 mm |
| Polyethylene (PE) | 67 μm | 2 mm |
| | 91 μm | 3 mm |
| | | 2.3 mm |

- Газовая смесь в ТПК:
71.8% Xe, 25.6% CO₂
2.6% O₂
- 12 радиаторов ПИ
- 22 слоя ТПК (по 5 в каждом слое)

• π^- 20 GeV

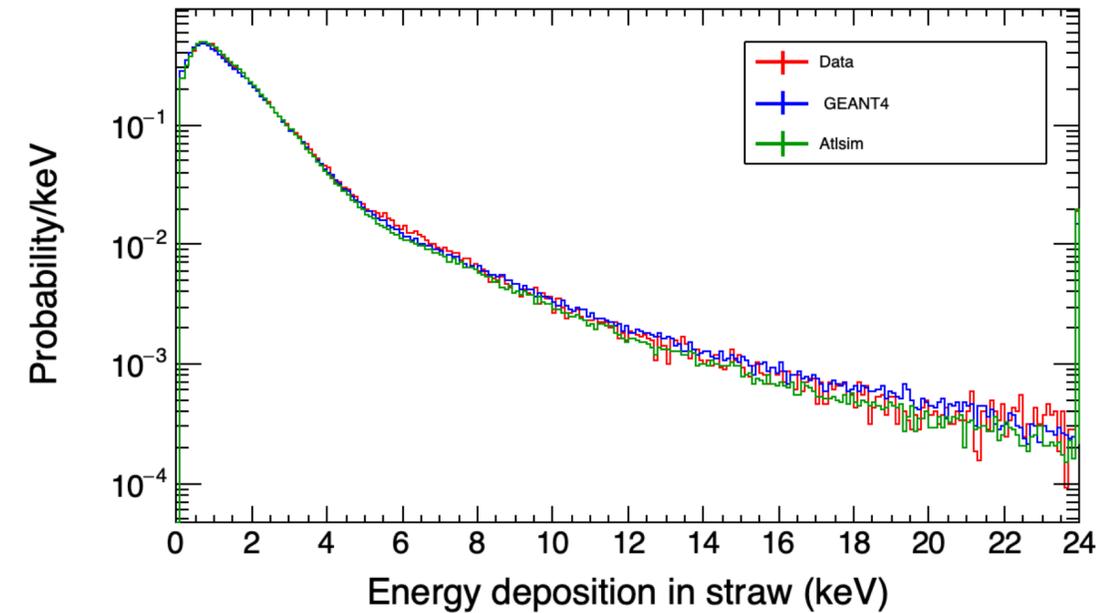
• e^- 20 GeV



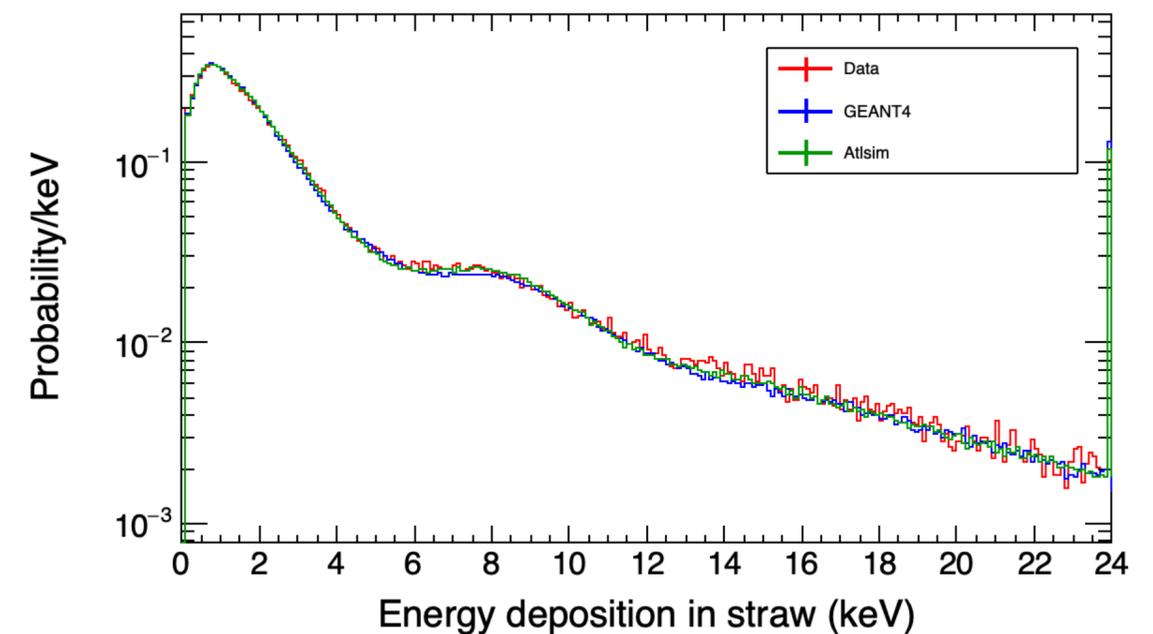
$$\gamma = 10^2 \div 4 \cdot 10^4$$

• μ^- 120 GeV; 180 GeV; 290 GeV

20 GeV pions, PE 67 $\mu\text{m}/3\text{mm}$, averaged over all straws

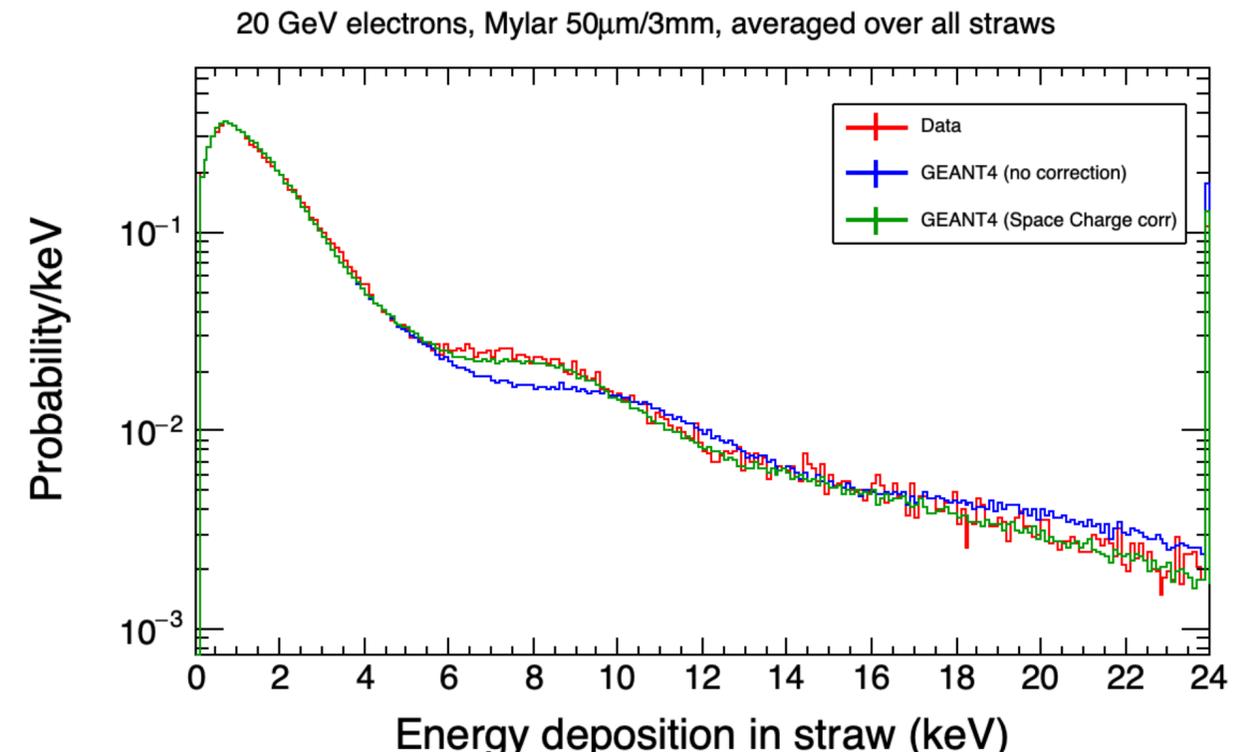
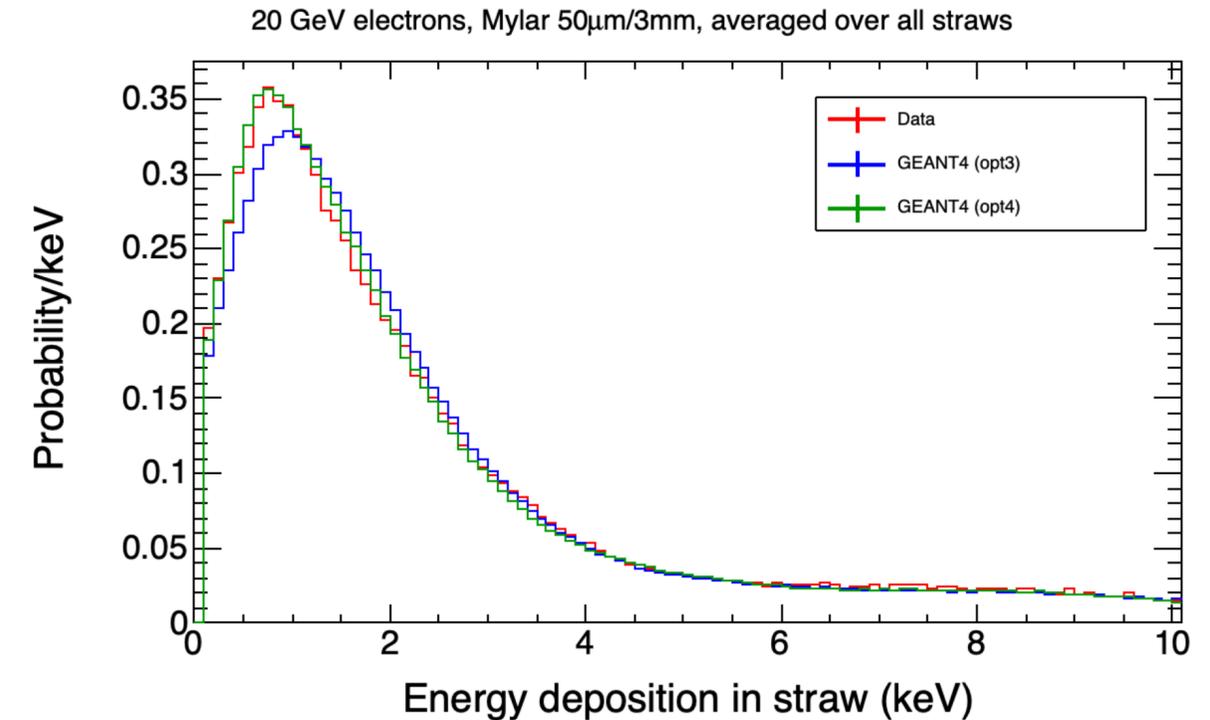


20 GeV electrons, PE 67 $\mu\text{m}/3\text{mm}$, averaged over all straws



Усовершенствования модели ТВ2018

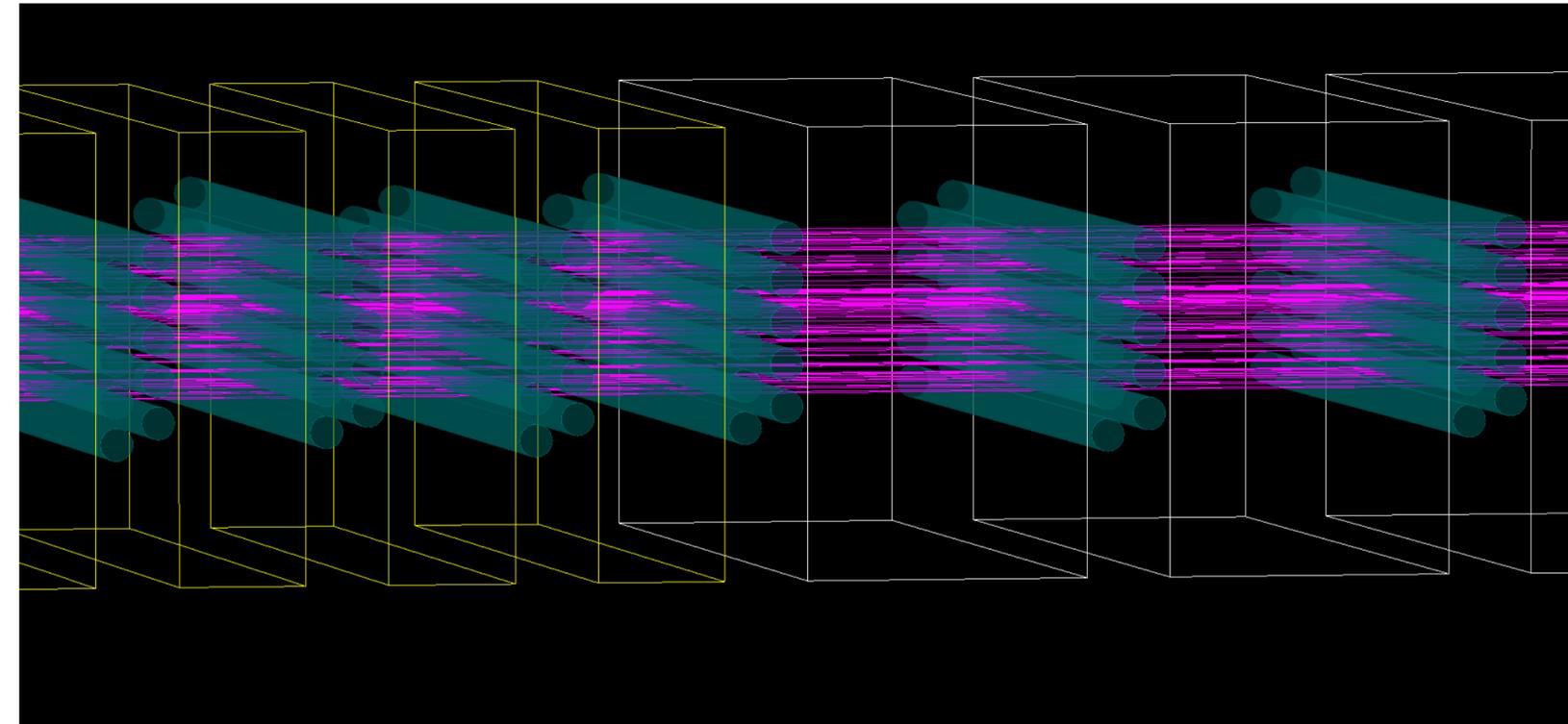
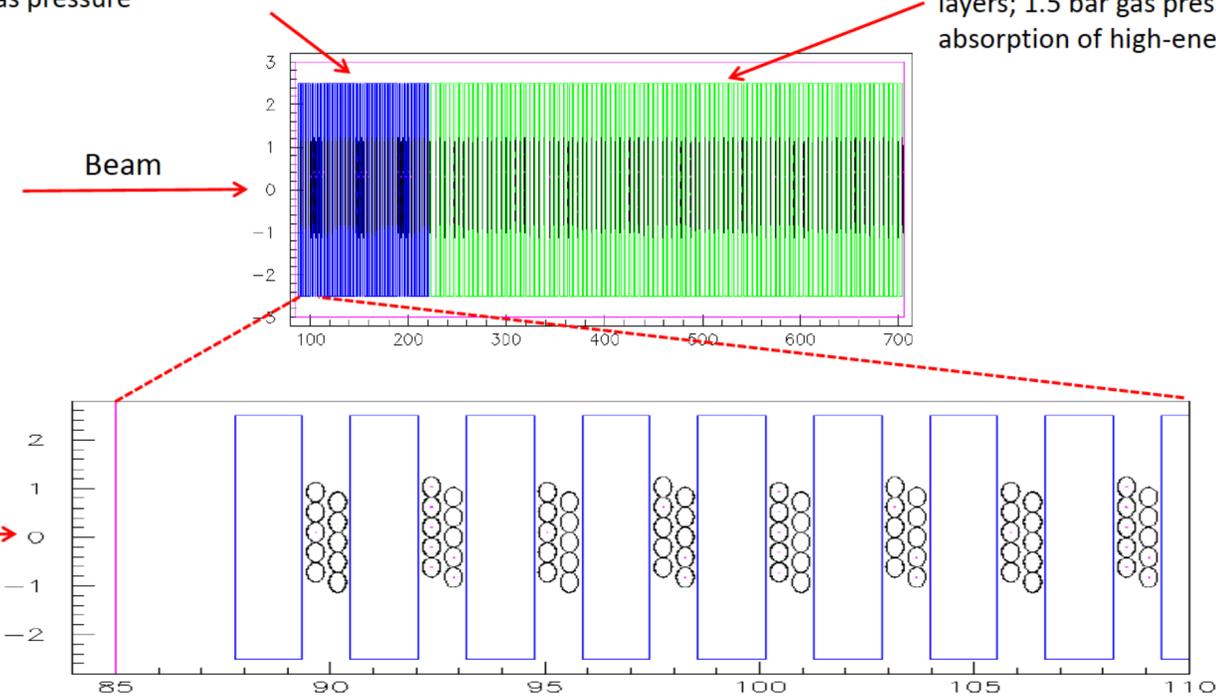
- Изменение физического листа (задание электромагнитных процессов) модели на более оптимальный (более точно описывающий ионизационный пик)
- Коррекция, связанная с наличием эффекта пространственного заряда в газовой среде ТПК



Геометрия детектора Large TRD

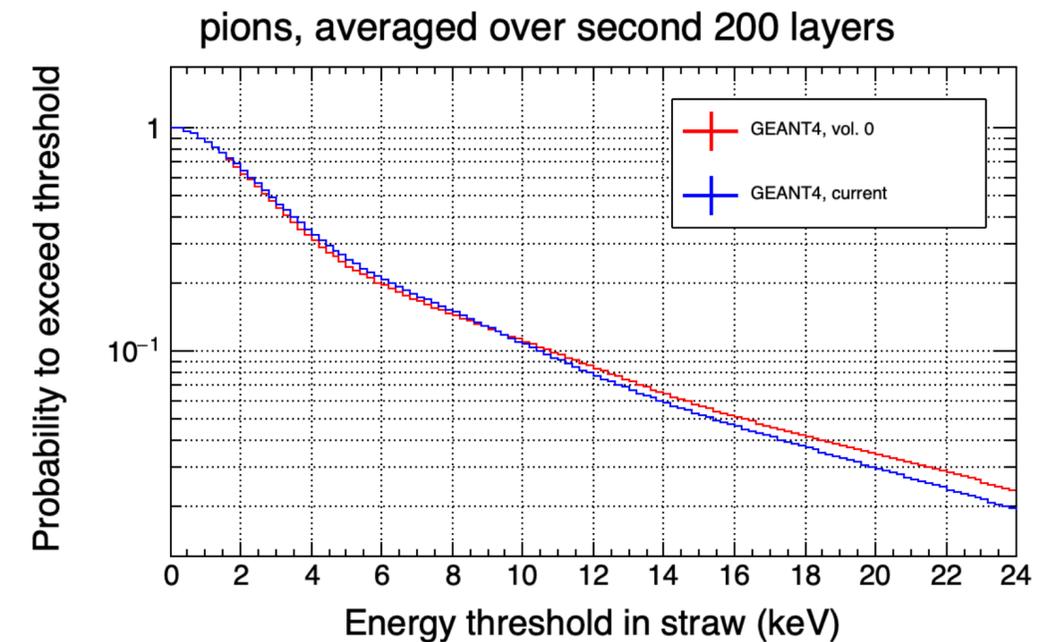
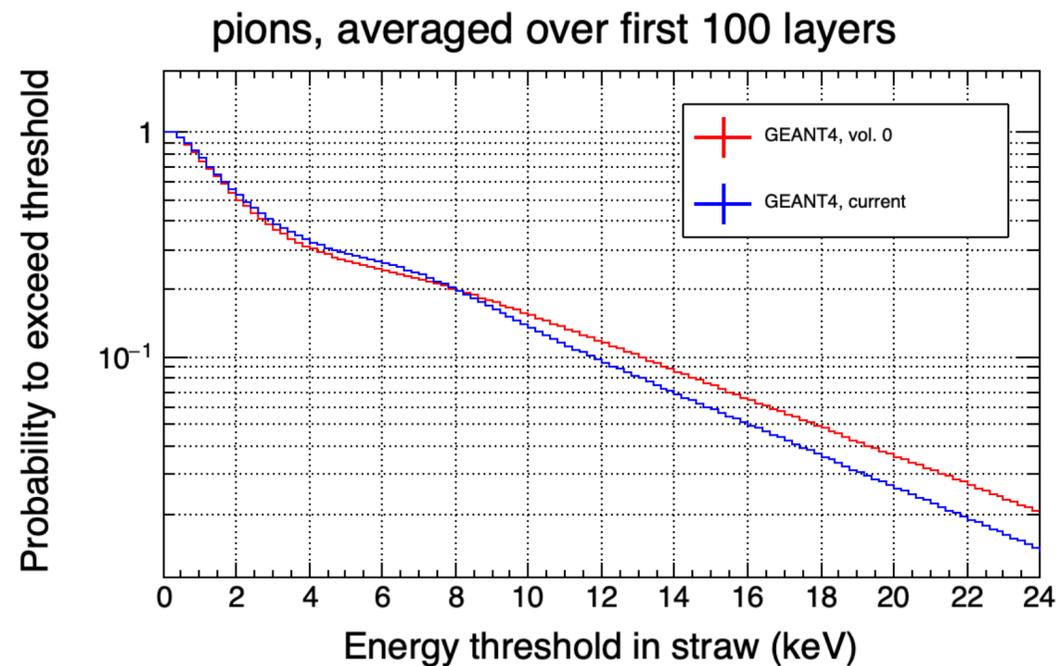
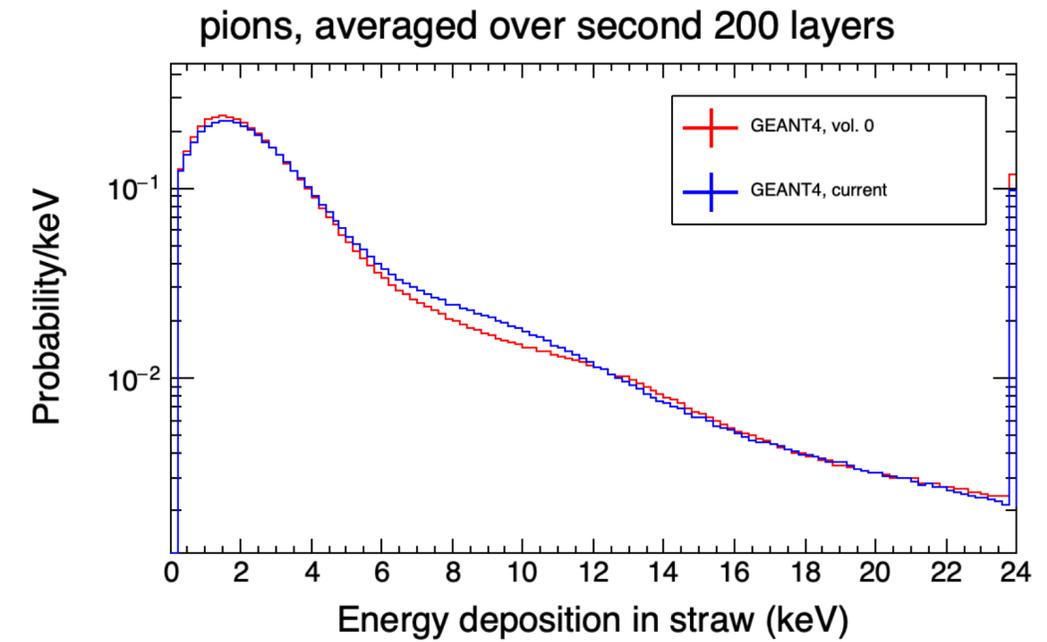
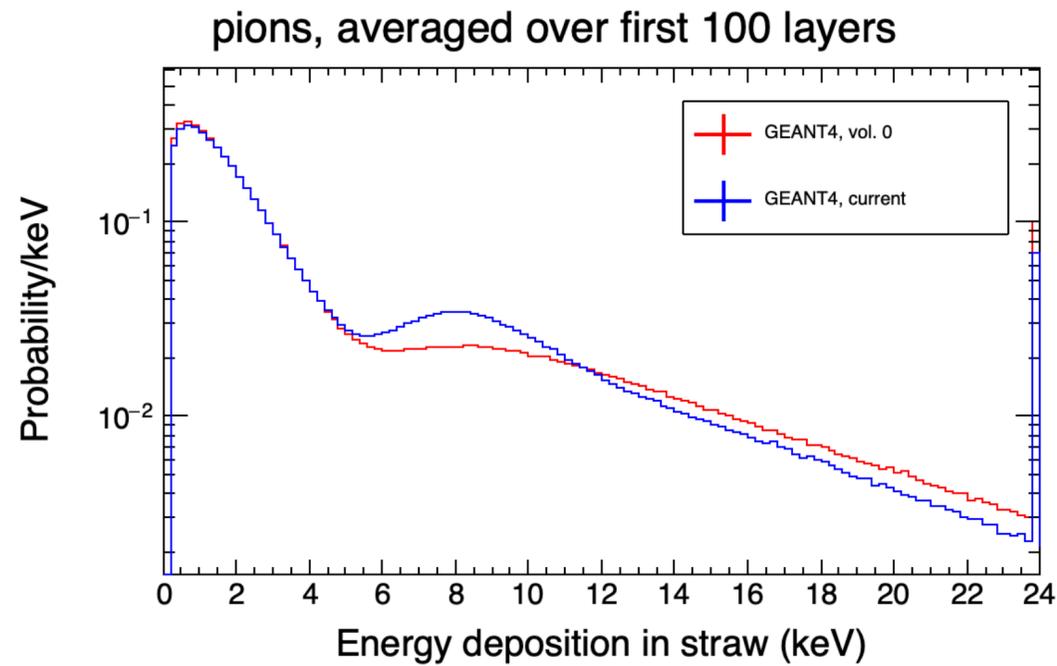
Sub-detector 1 : PE radiator with 25 μm foils, 500 μm gap, 30 foils; 50 sections, 100 straw layers; 1 bar gas pressure

Sub-detector 2 : PE radiator with 75 μm foils, 3 mm gap, 12 foils; 100 sections, 200 straw layers; 1.5 bar gas pressure for better absorption of high-energy TR photons



| | $N_{\text{ТПК}}$ | $p_{\text{ТПК}}$ | $N_{\text{секций}}$ | $N_{\text{фольг}}$ | толщина фольг, а | расстояние между фольгами, b |
|-----------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|------------------|------------------------------|
| Под-детектор I | 100 | 1 атм | 50 | 30 | 25 мкм | 500 мкм |
| Под-детектор II | 200 | 1.5 атм | 150 | 12 | 75 мкм | 3 мм |

Large TRD (до и после усовершенствования базовой модели - ТВ2018)



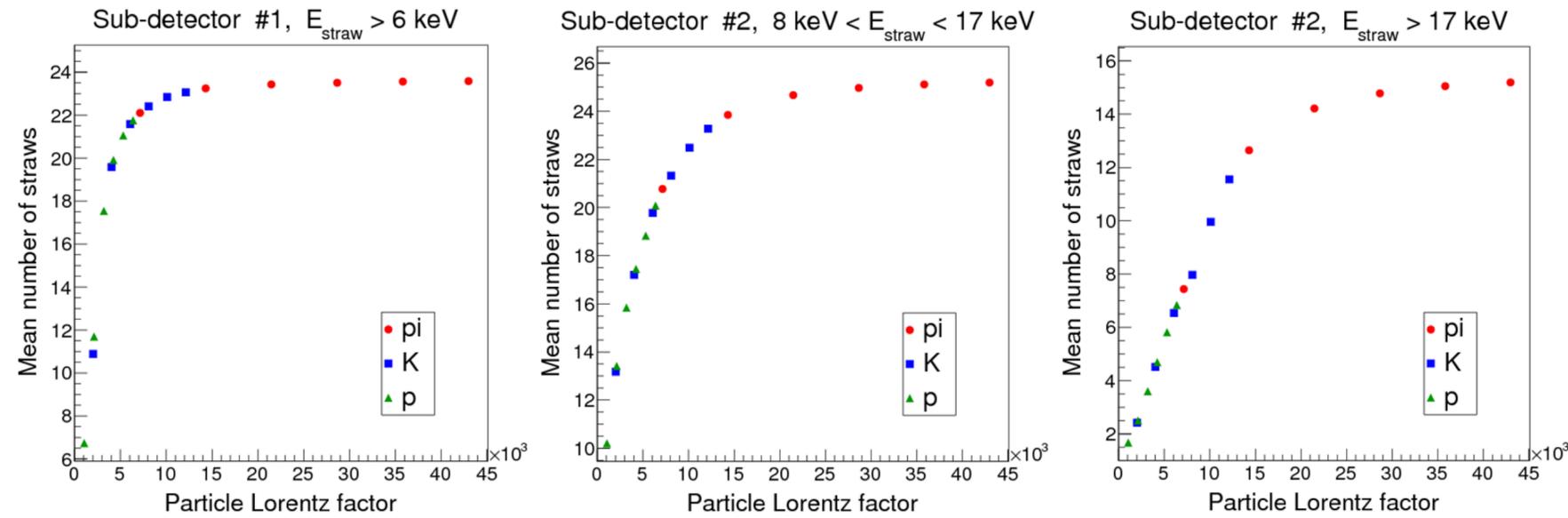
File(s): mc_largeTRD_Geant4_run00.root, mc_largeTRD_Geant4_radcof_rc1_1_rc2_1_077_run09.root, 2020-12-25 09:41:33

File(s): mc_largeTRD_Geant4_run00.root, mc_largeTRD_Geant4_radcof_rc1_1_rc2_1_077_run09.root, 2020-12-25 09:41:33

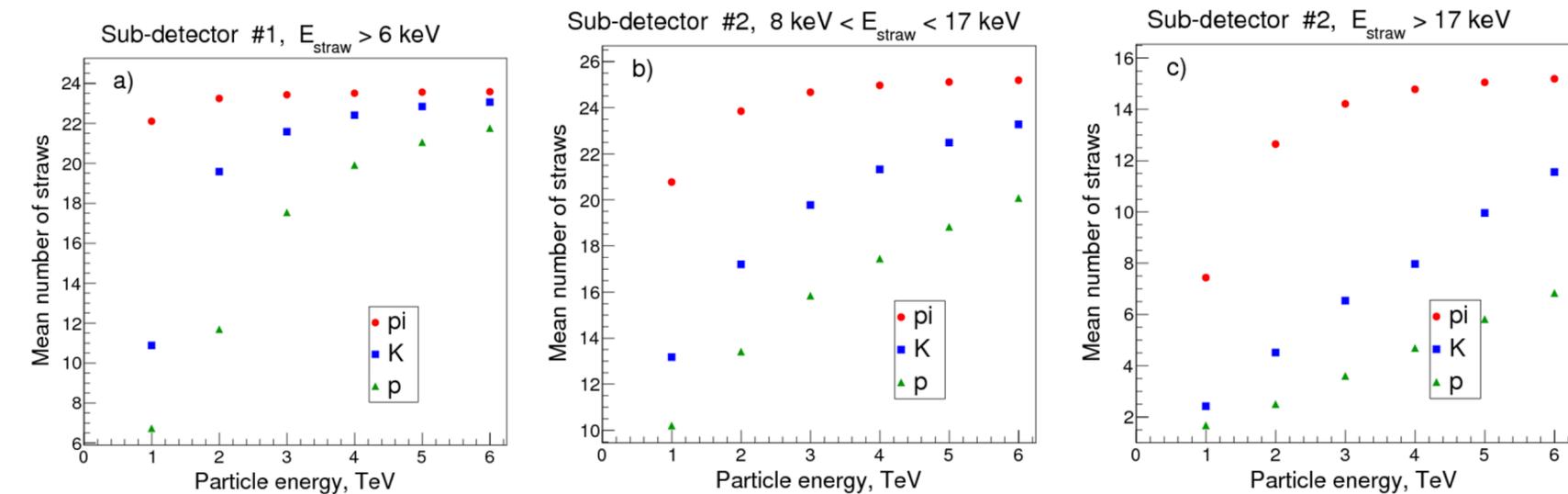
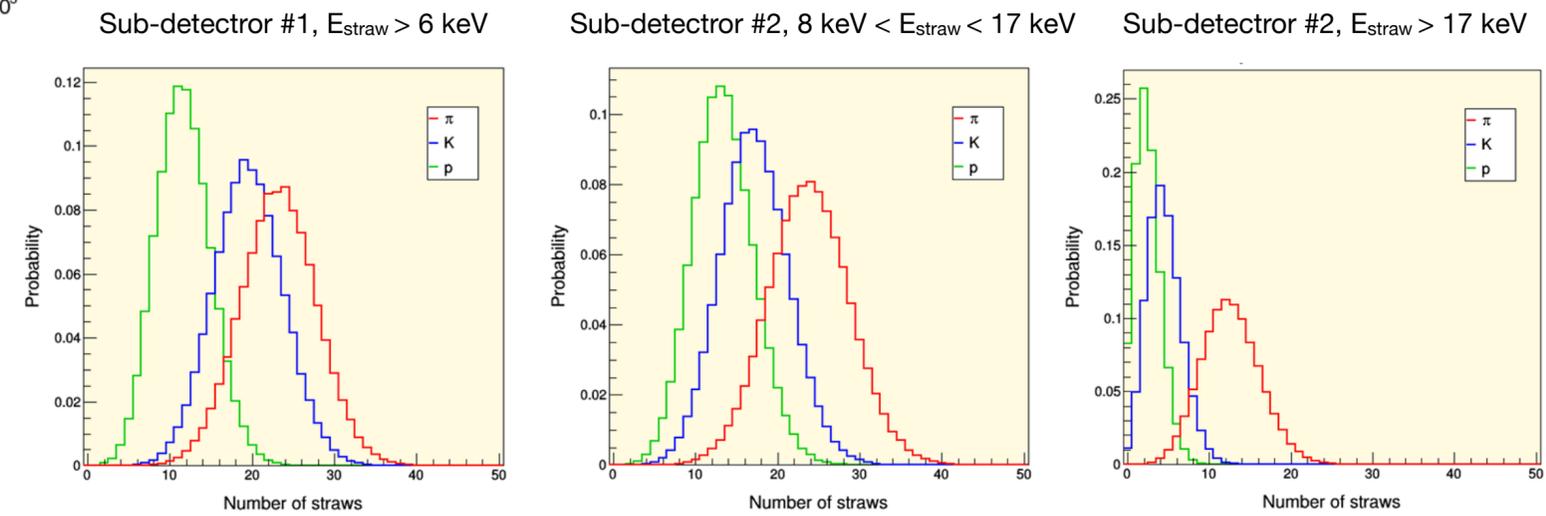
*частицы: π^- , 1 TeV $\gamma \approx 7 \cdot 10^3$

Large TRD - возможности для идентификации частиц

Частиц



2 TeV

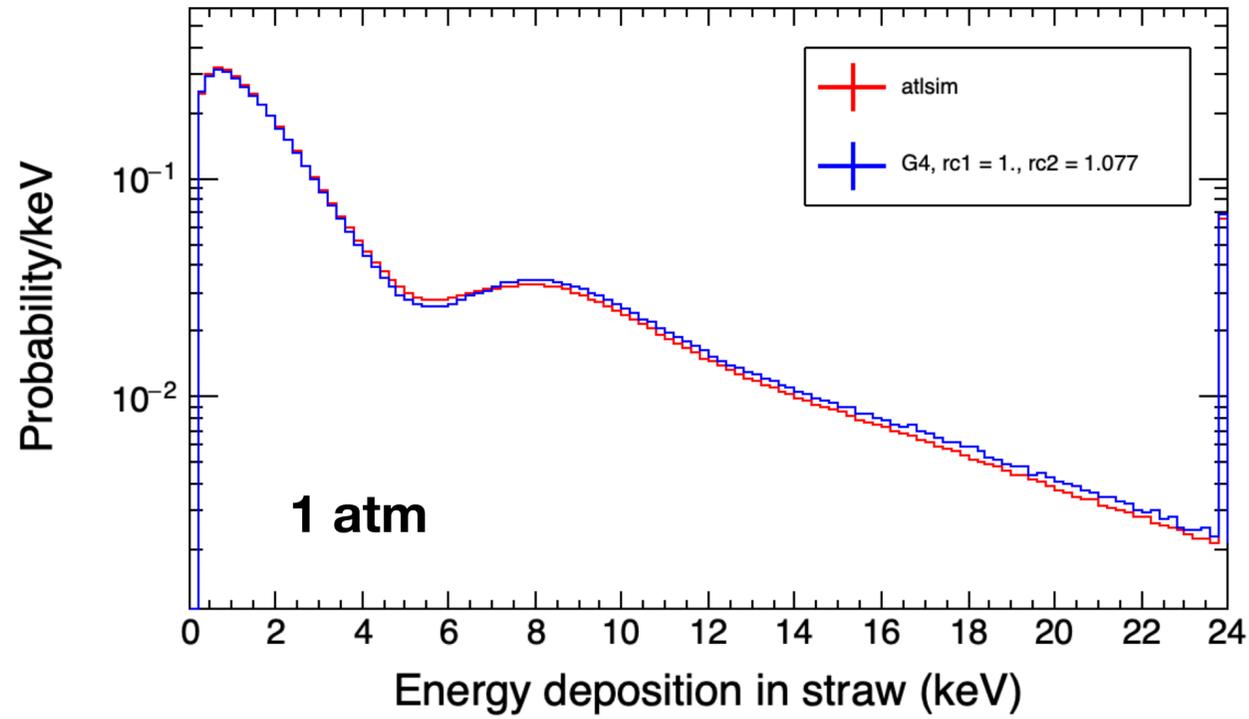


Заключение

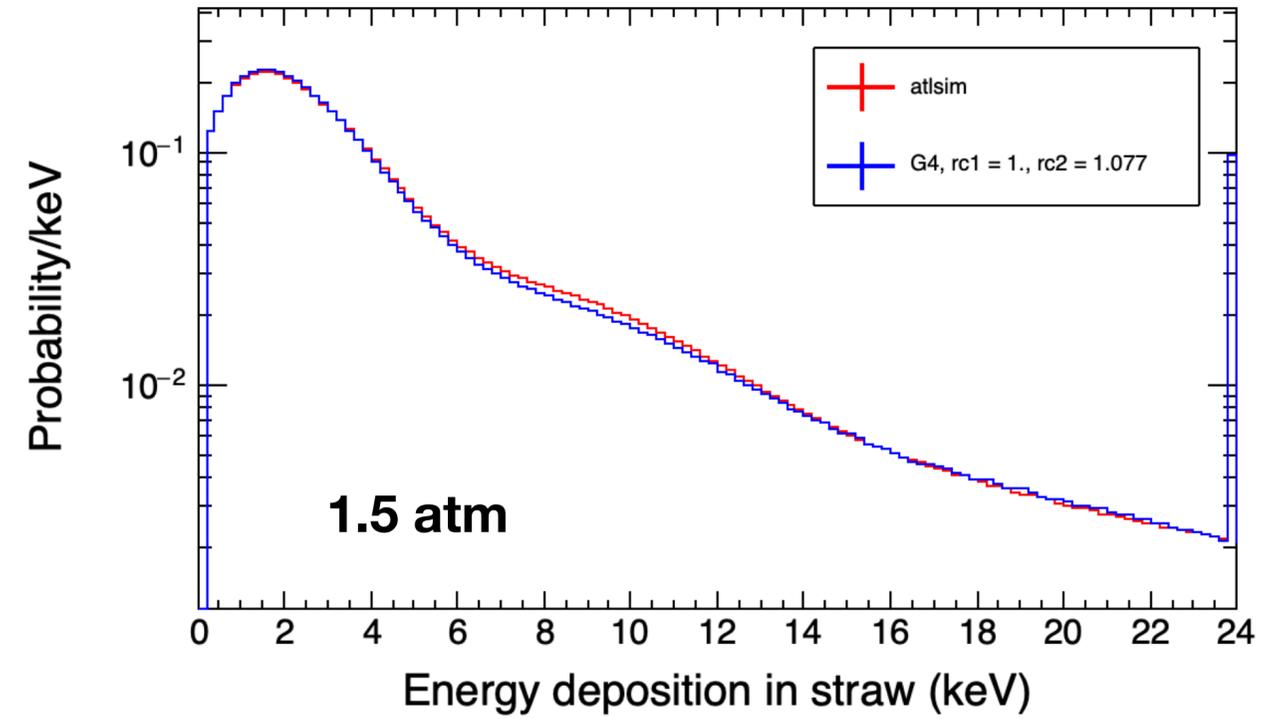
- На основе модели GEANT4 эксперимента по тестированию прототипов ДПИ была построена функционирующая модель проектируемого ДПИ Large TRD
- Была усовершенствована модель эксперимента по тестированию прототипов ДПИ на основе тонкостенных пропорциональных камер, результаты моделирования совпадают с экспериментальными данными, данные изменения учтены в модели Large TRD
- Модель детектора Large TRD может быть использована для создания модели GEANT4 комбинированного ДПИ, состоящая из ТПК и пиксельных детекторов на базе GaAs

Large TRD, pions, 1 TeV (I)

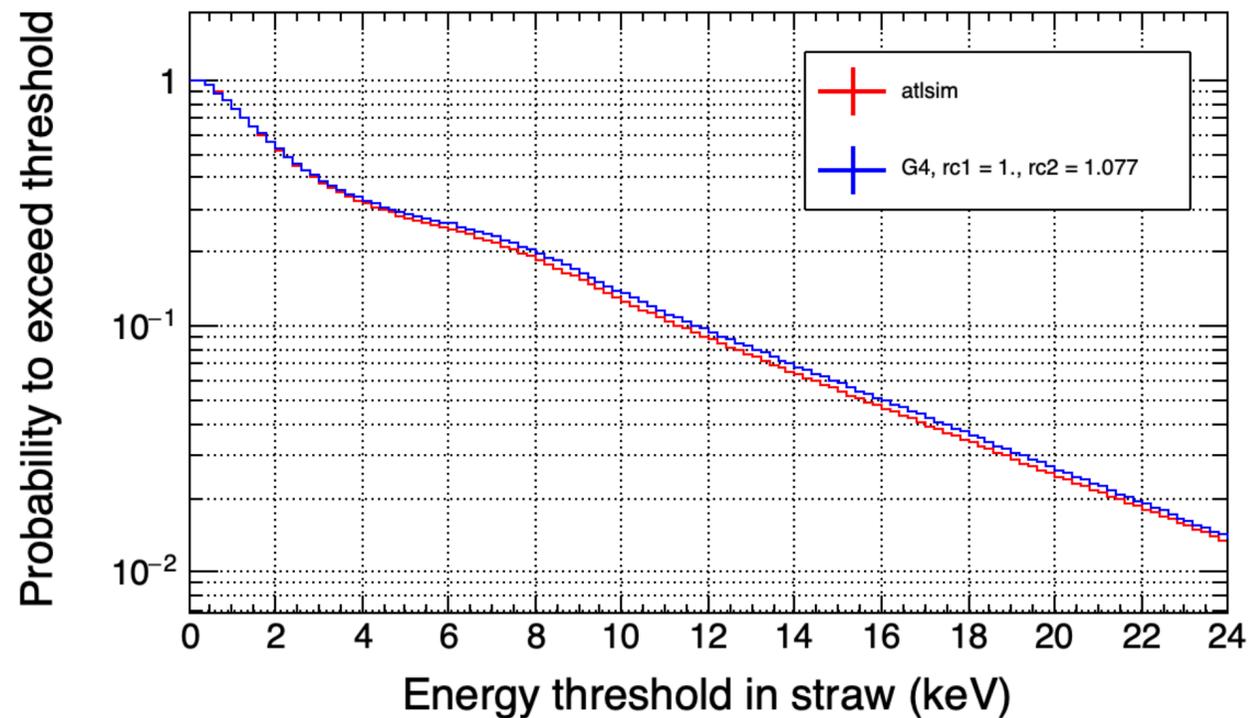
pions, averaged over first 100 layers



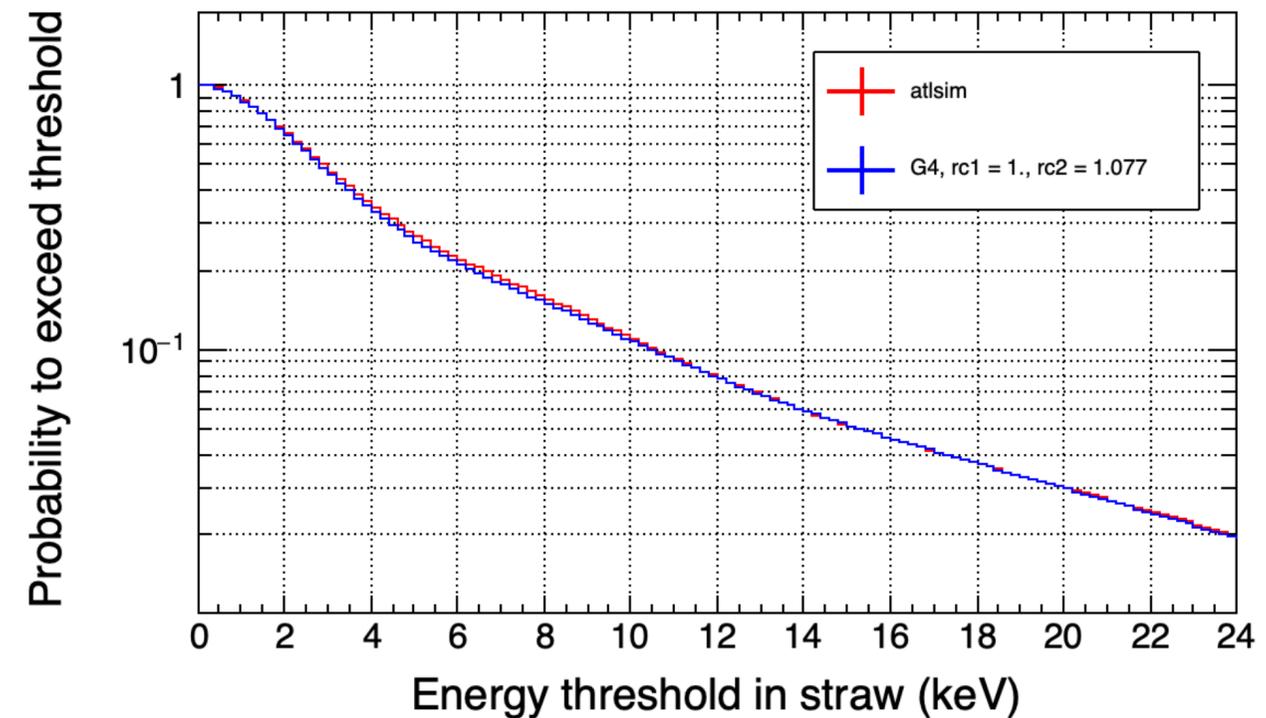
pions, averaged over second 200 layers



pions, averaged over first 100 layers



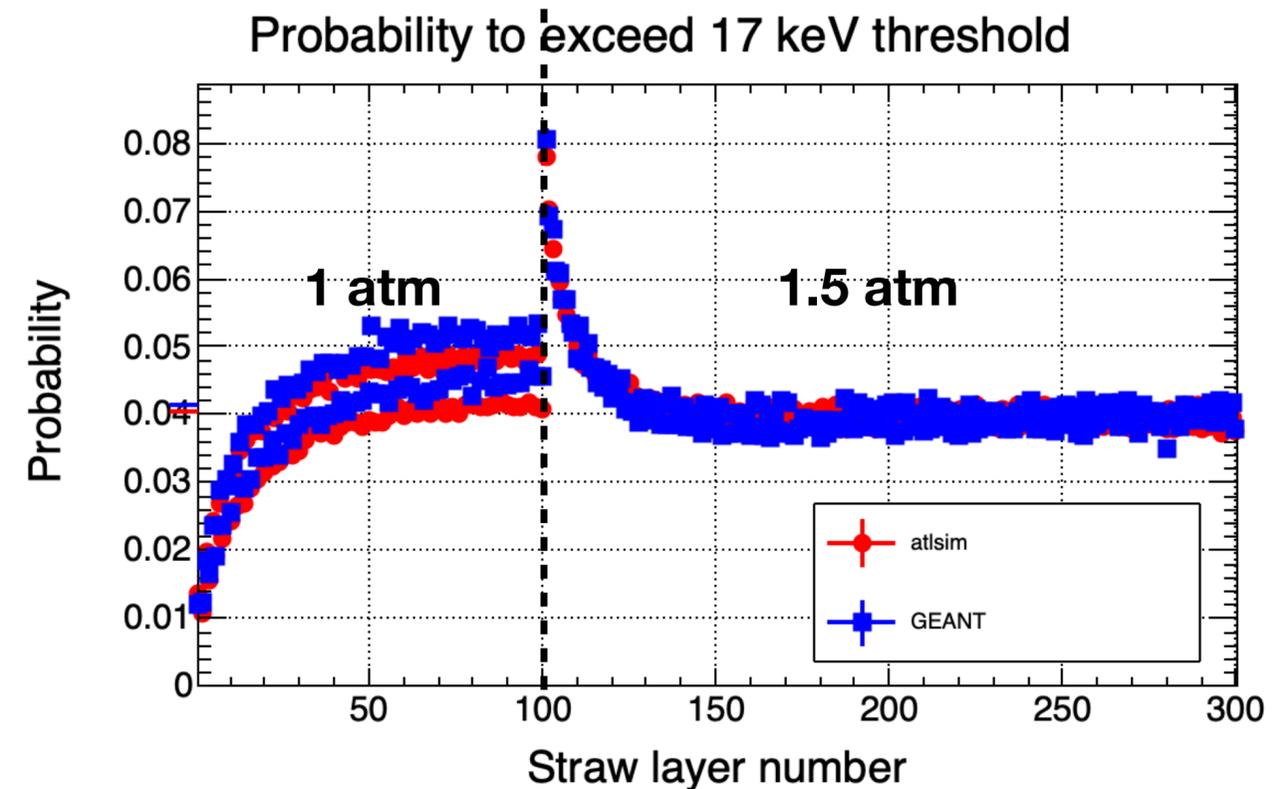
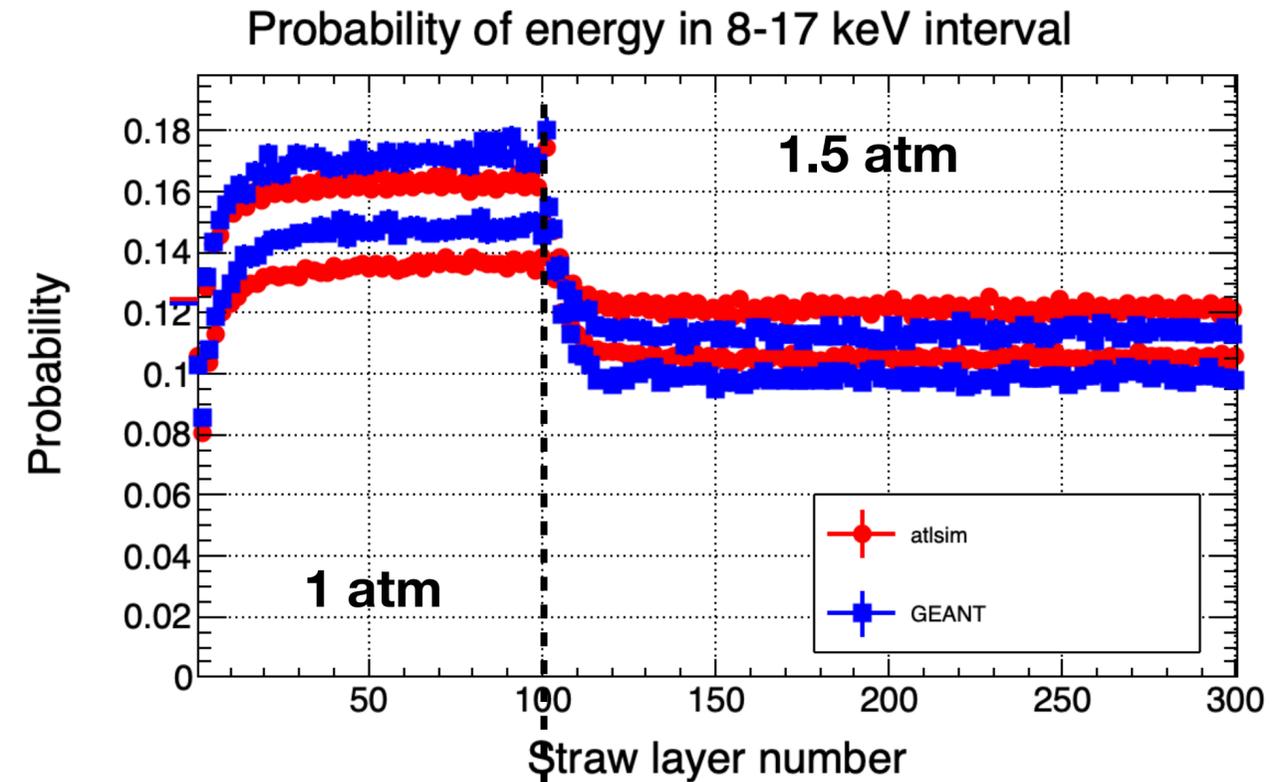
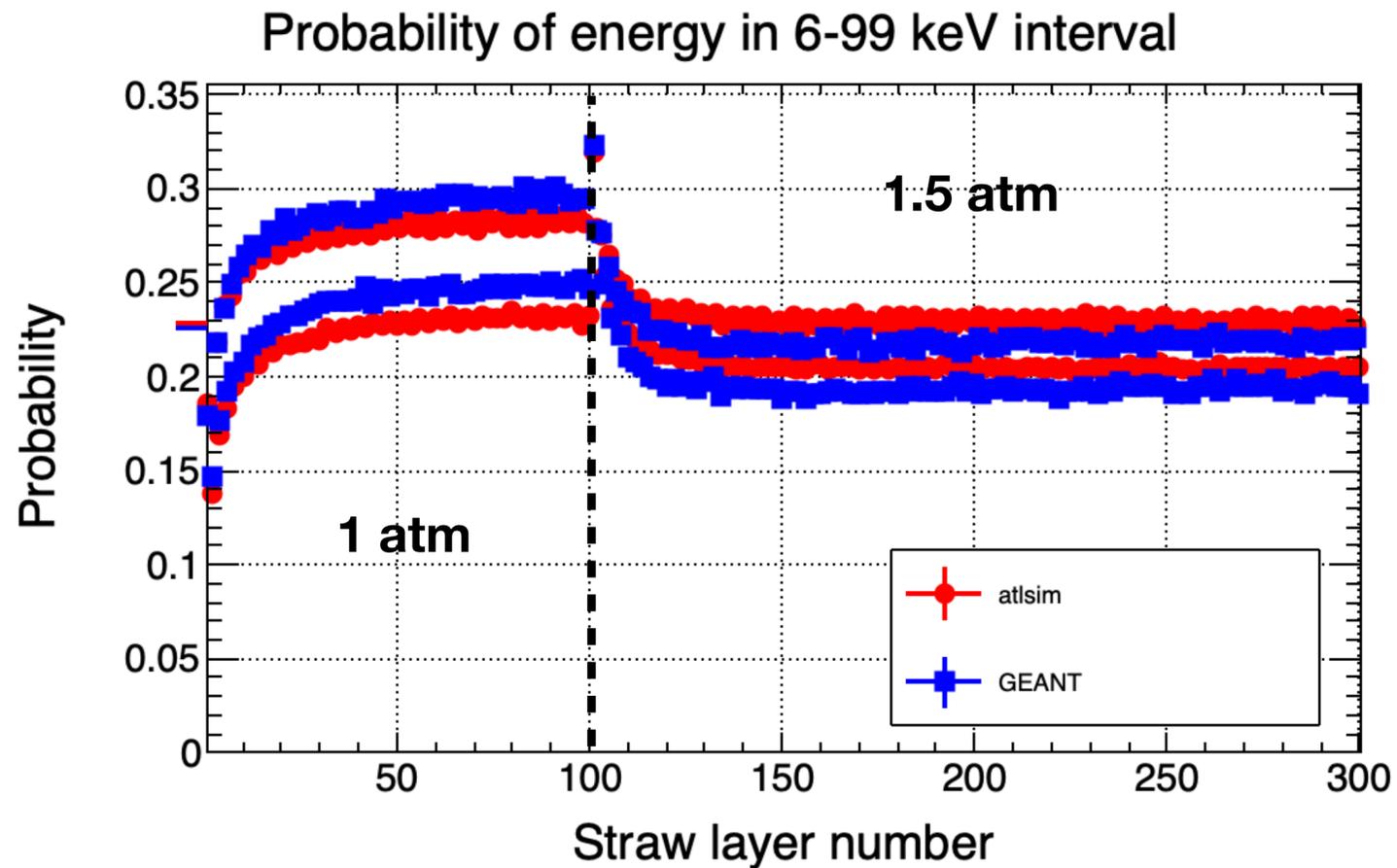
pions, averaged over second 200 layers



File(s): mc_largeTRD_run00.root, mc_largeTRD_Geant4_radcof_rc1_1_rc2_1_077_run09.root, 2020-12-15 21:23:13

File(s): mc_largeTRD_run00.root, mc_largeTRD_Geant4_radcof_rc1_1_rc2_1_077_run09.root, 2020-12-15 21:23:13

Large TRD, pions, 1 TeV (II)



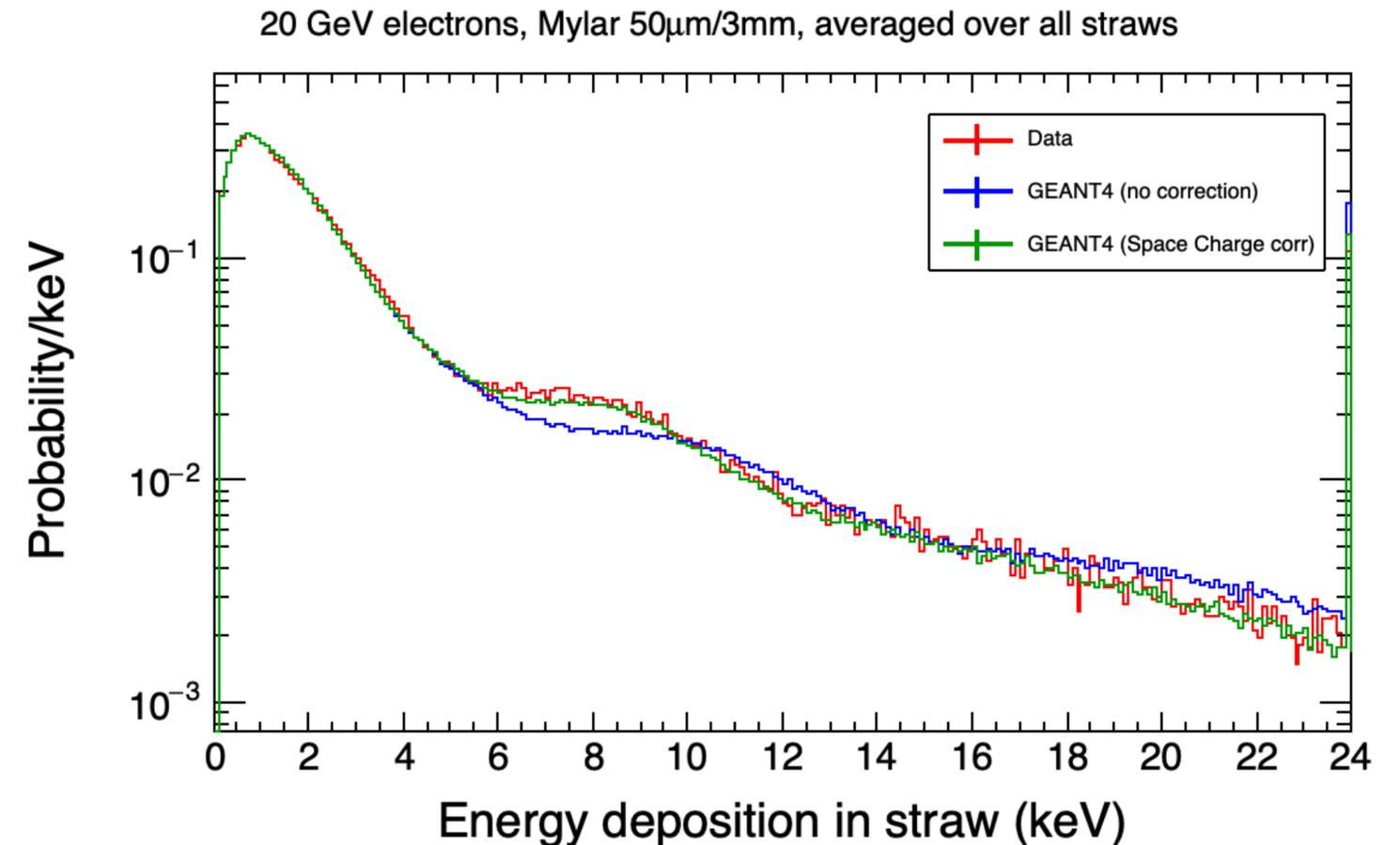
oot. 2020-12-24 23:03:03

File(s): mc_largeTRD_run00.root, mc_largeTRD_Geant4_radcof_rc1_1_rc2_1_077_run09.root, 2020-12-24 23:01:53

Параметры модели GEANT4*

Производилось моделирование процессов:

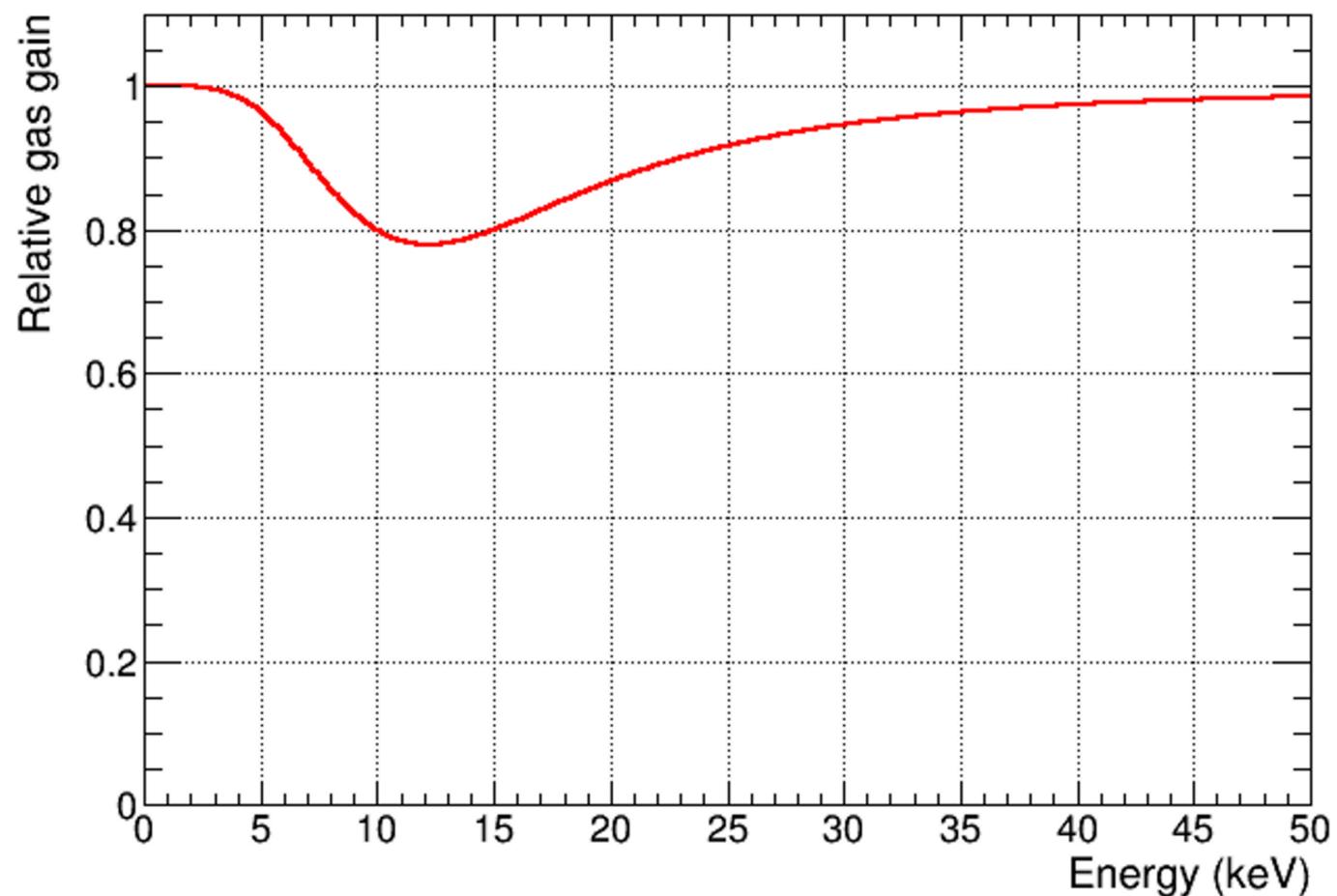
- Процессы, активированные по умолчанию – физический лист: **FTFP_BERT (default)+ G4EmStandardPhysics_option4**
- **PAI-модель (класс G4PAIModel – Photoabsorption Ionization Model)** применяется для моделирования ионизации в тонком слое вещества, в данном случае применяется только к объему газа детектора
- Описание переходного излучения (ПИ):
G4TransitionRadiationPhysics + G4TransparentRegXTRadiator (радиаторы ПИ)
- Коррекция, связанная с эффектом пространственного заряда (Space charge correction)
- ПИ от стенок ТПК



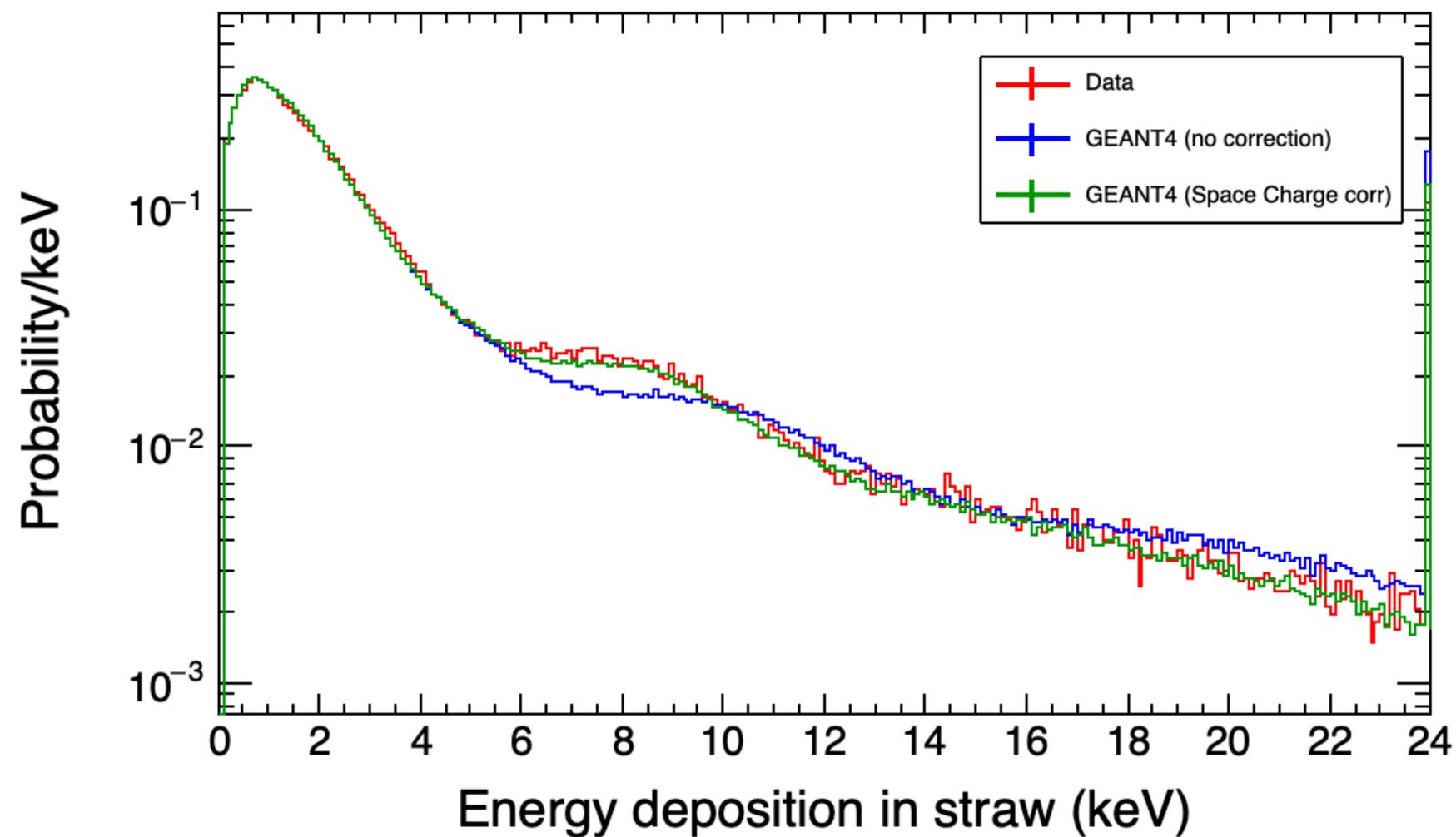
*GEANT4.10.05

Учет эффекта пространственного заряда

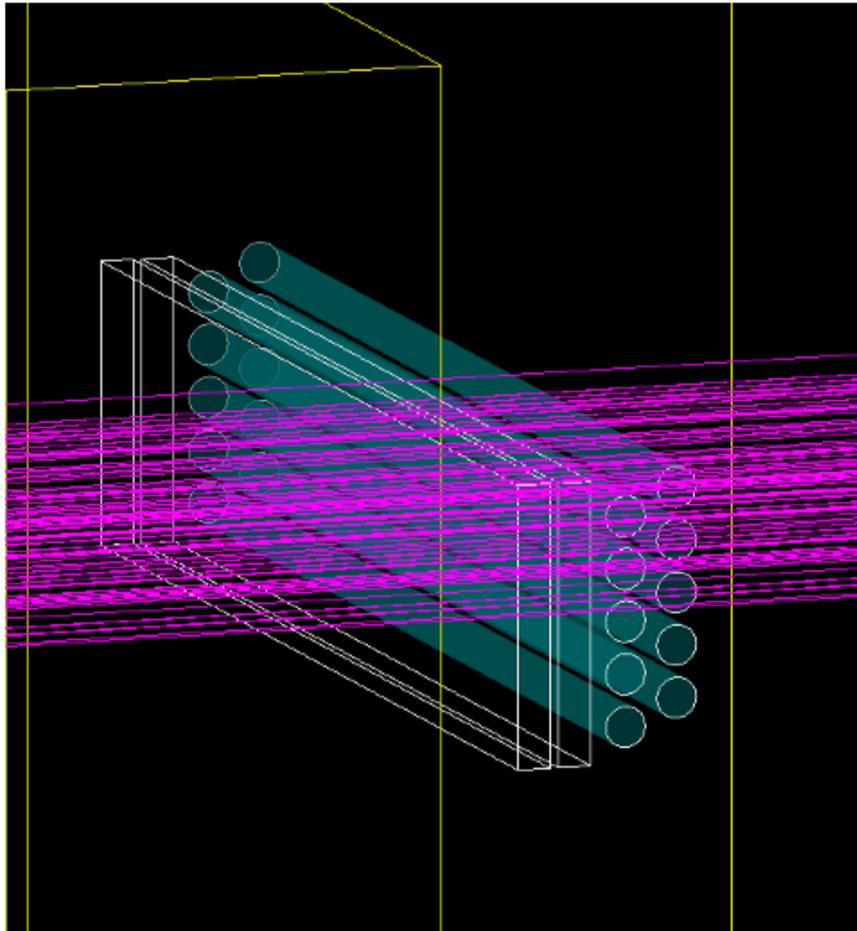
Relative gas gain vs E(keV)



20 GeV electrons, Mylar 50 μ m/3mm, averaged over all straws

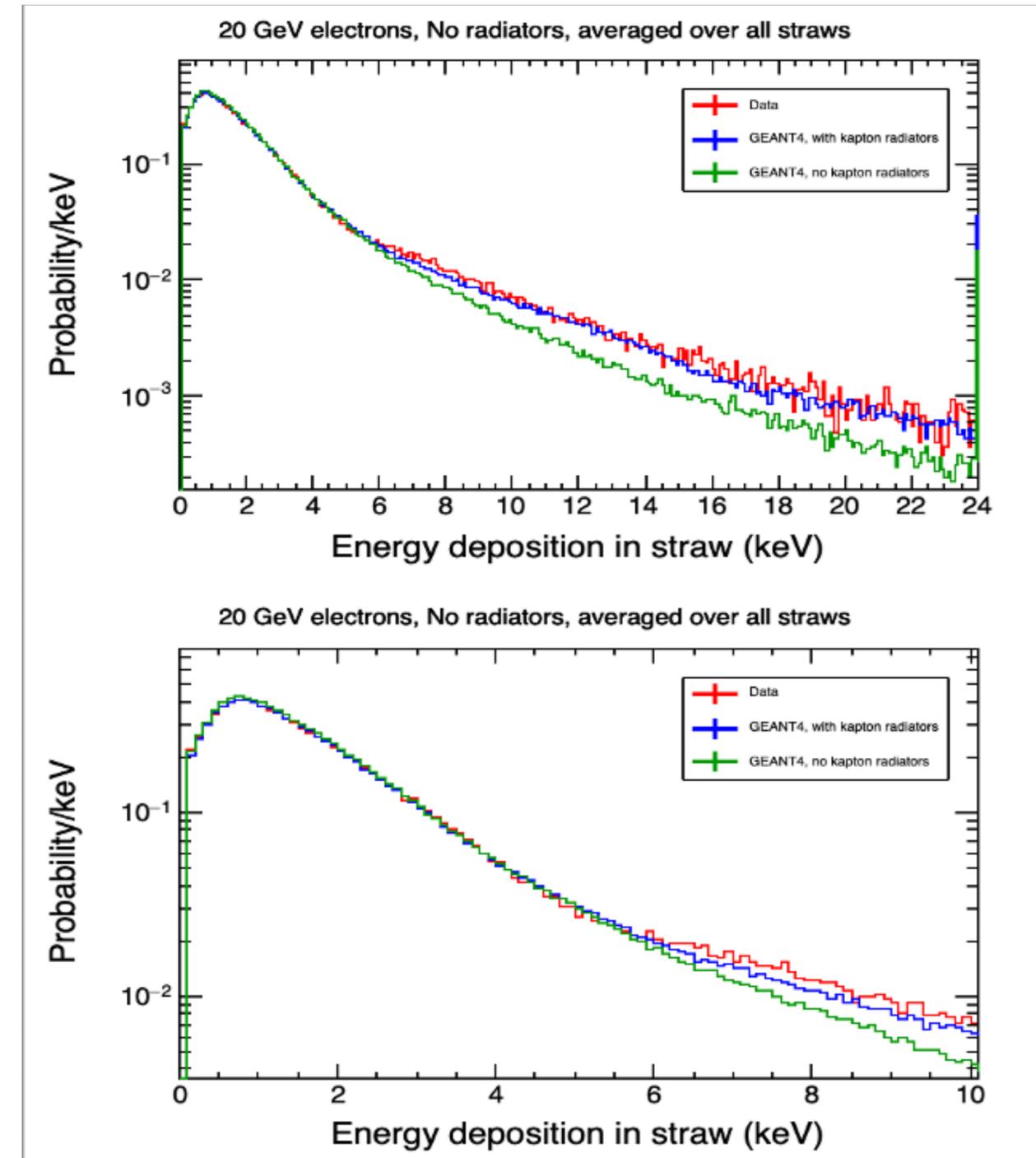


ПИ от стенок ТПК



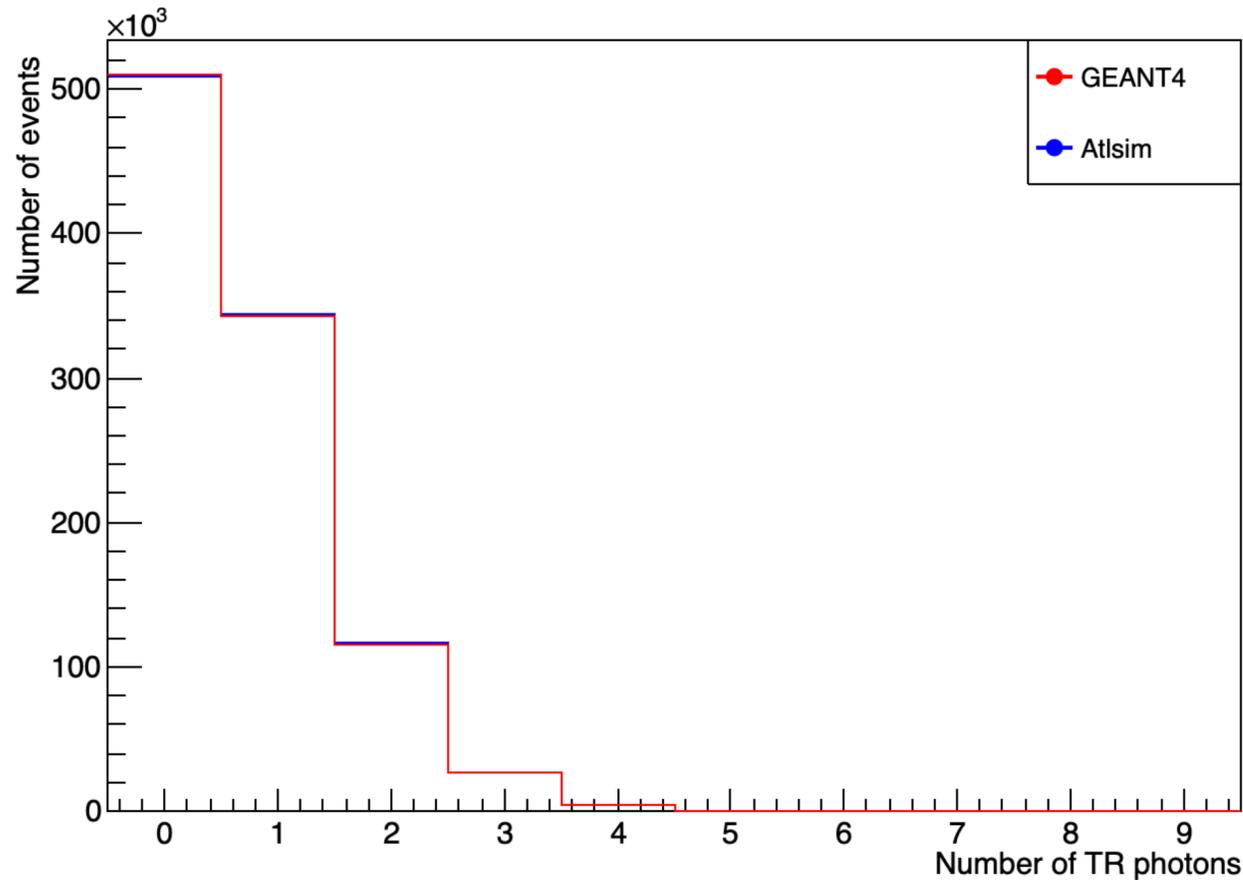
Дополнительные радиаторы (2 шт):

- материал — каптон
- 2 слоя
- толщина каждого слоя — 80 мкм
- расстояние между слоями — 4 мм



PE, 75 $\mu\text{m}/3 \text{ mm}/12 \text{ foils}$

Incident TR spectrum

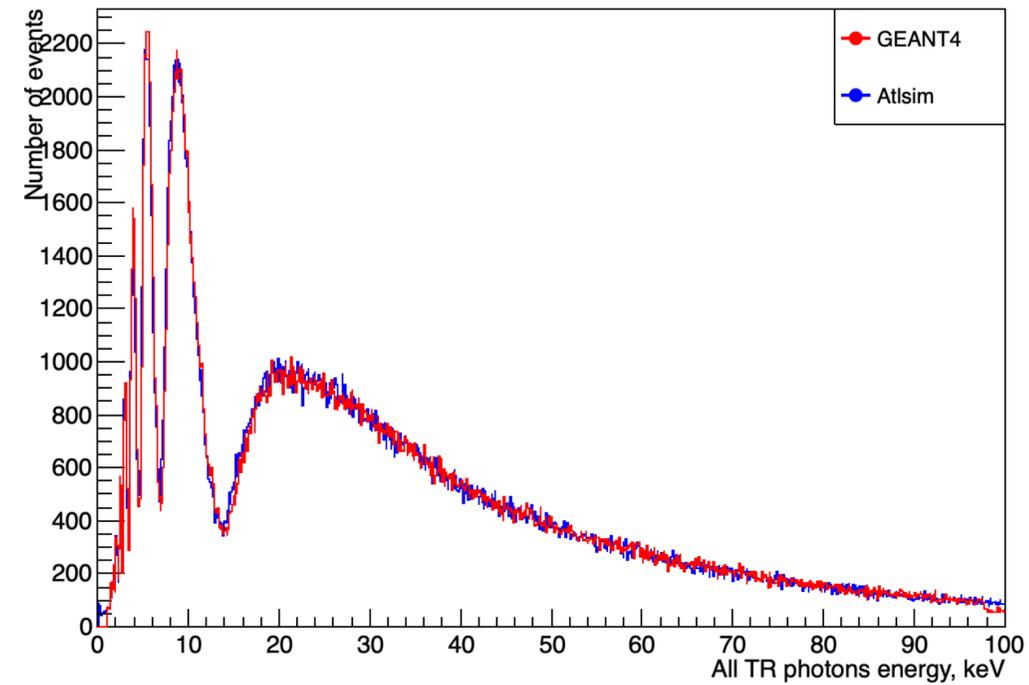


* e^- , 20 GeV

radiatorCof = 1.077

Mean: GEANT4: 0.674774, Atlsim: 0.675751

Incident TR spectrum



Incident TR spectrum

