

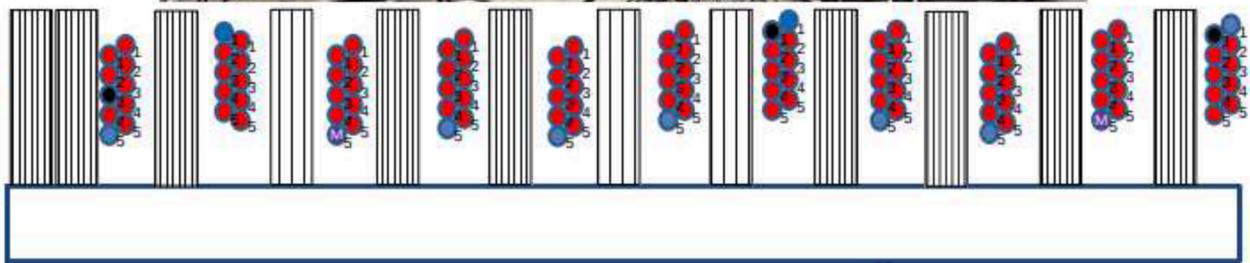
Моделирование детектора переходного излучения для идентификации адронов в ТэВной области энергий с помощью пакета программ GEANT4

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

Цель работы:

- Оптимизировать модель полномасштабного детектора Large TRD переходного излучения (ДПИ) для идентификации адронов в ТэВной области энергий на основе тонкостенных пропорциональных камер (ТПК) с помощью пакета программ GEANT4
- Оценить эффективность идентификации адронов (π^+ , K^+ , p^+) с помощью данной конфигурации детектора, сравнить полученные результаты с результатами моделирования с помощью программы Atlsim на основе GEANT3
- Выработать алгоритм отбора событий с адронными процессами в детекторе

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
(p = 1 атм)
- 12 радиаторов ПИ
- 22 слоя ТПК (по 5 в каждом слое)

• π^- 20 GeV

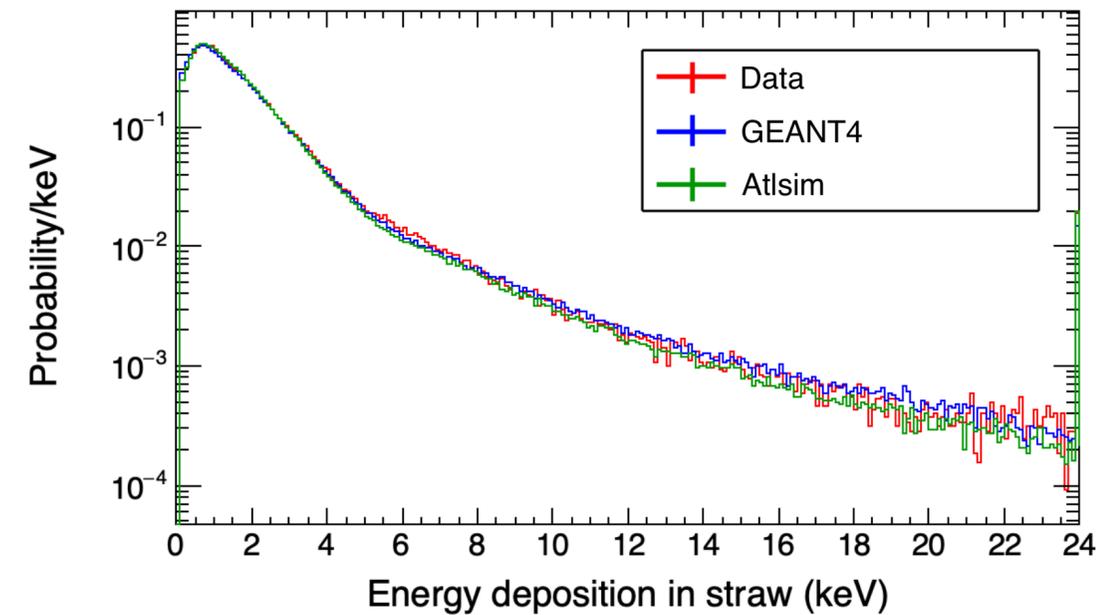
• e^- 20 GeV



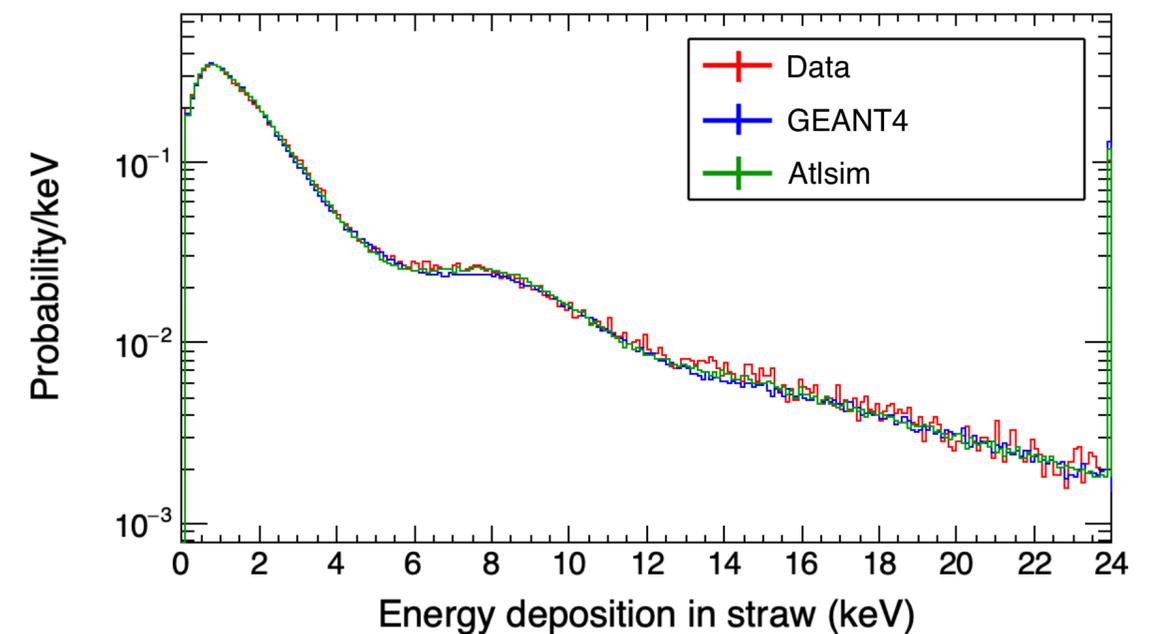
$$\gamma = 10^2 \div 4 \cdot 10^4$$

• μ^- 120 GeV; 180 GeV; 290 GeV

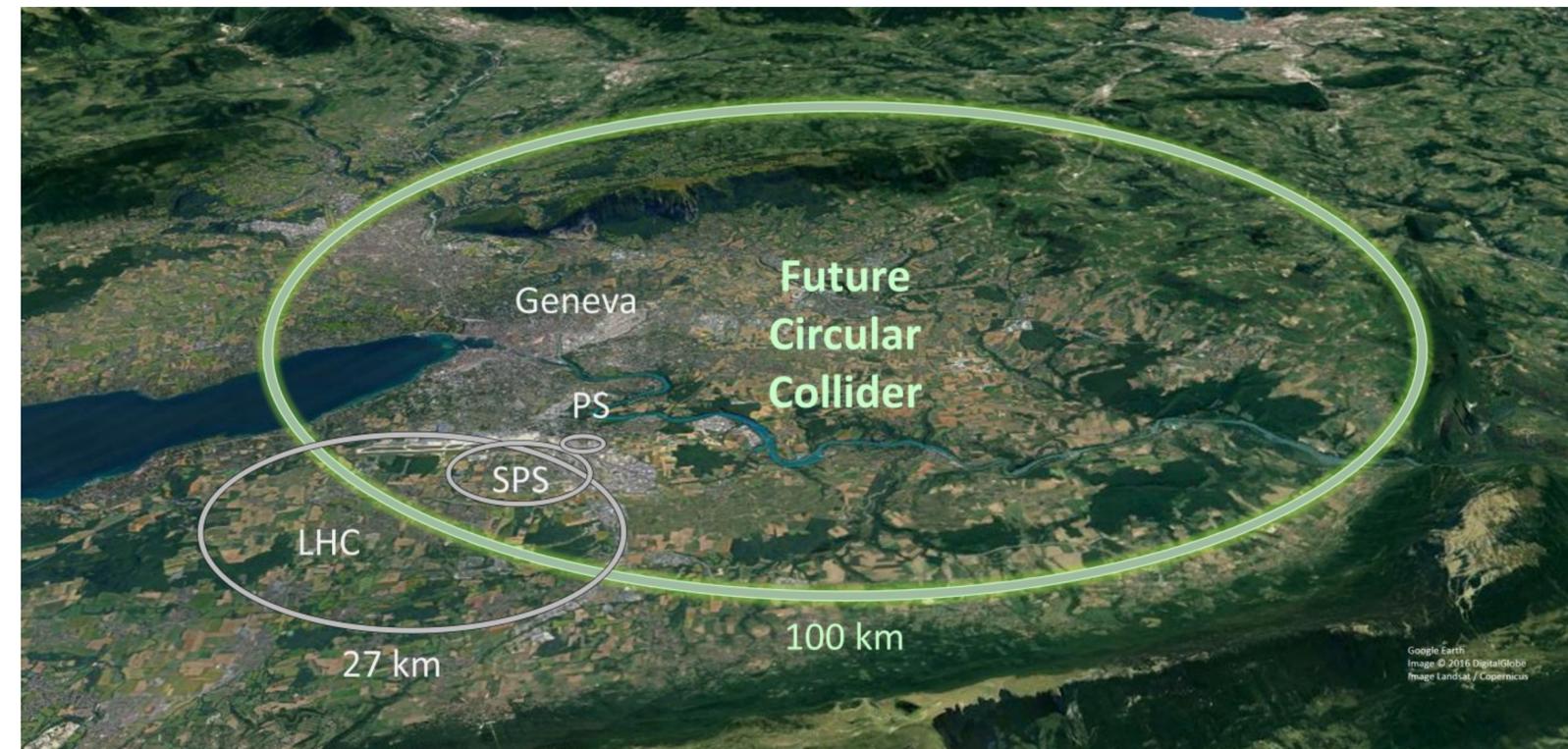
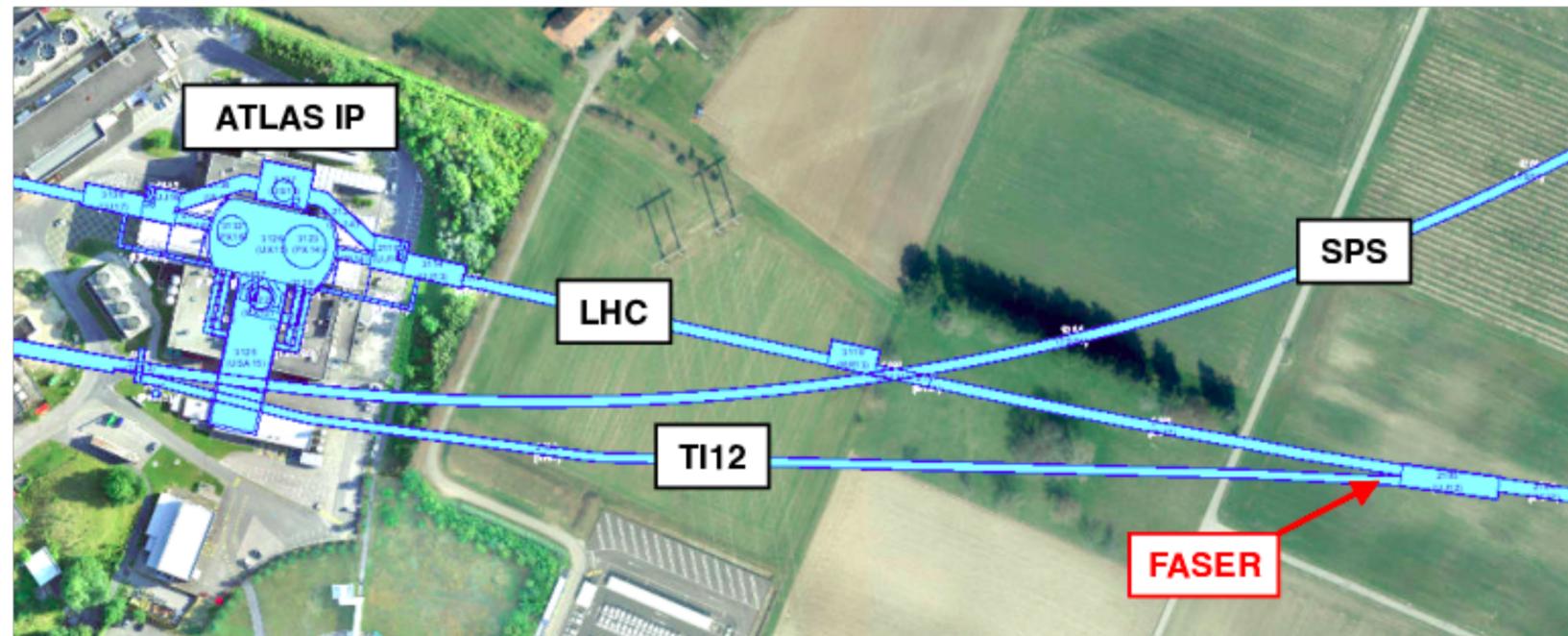
20 GeV pions, PE 67 $\mu\text{m}/3\text{mm}$, averaged over all straws



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



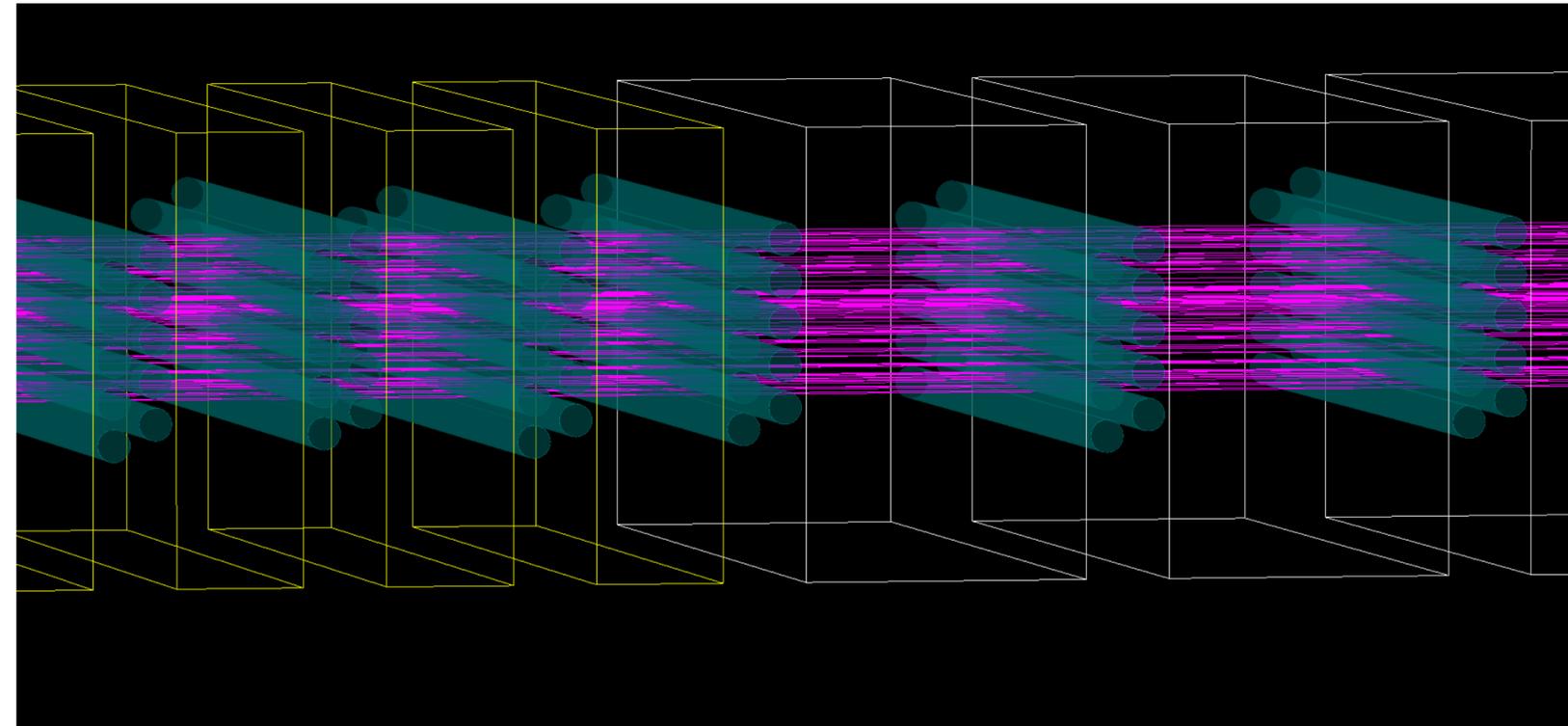
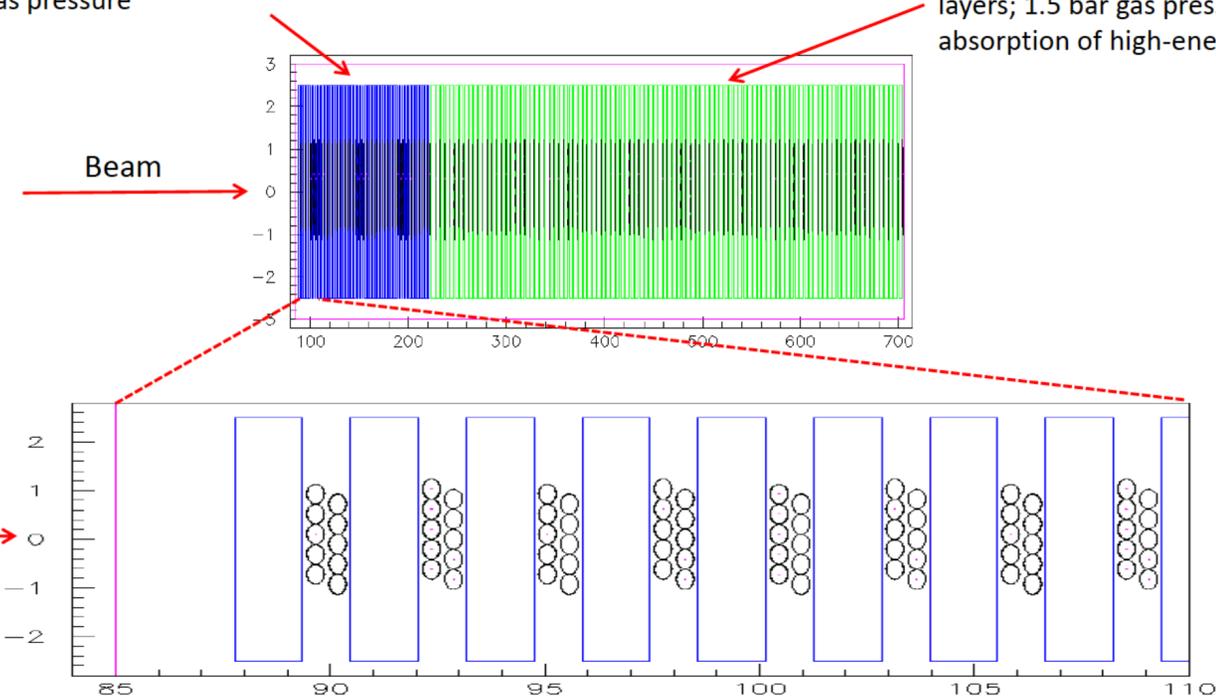
Потенциальное применение проектируемого ДПИ



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

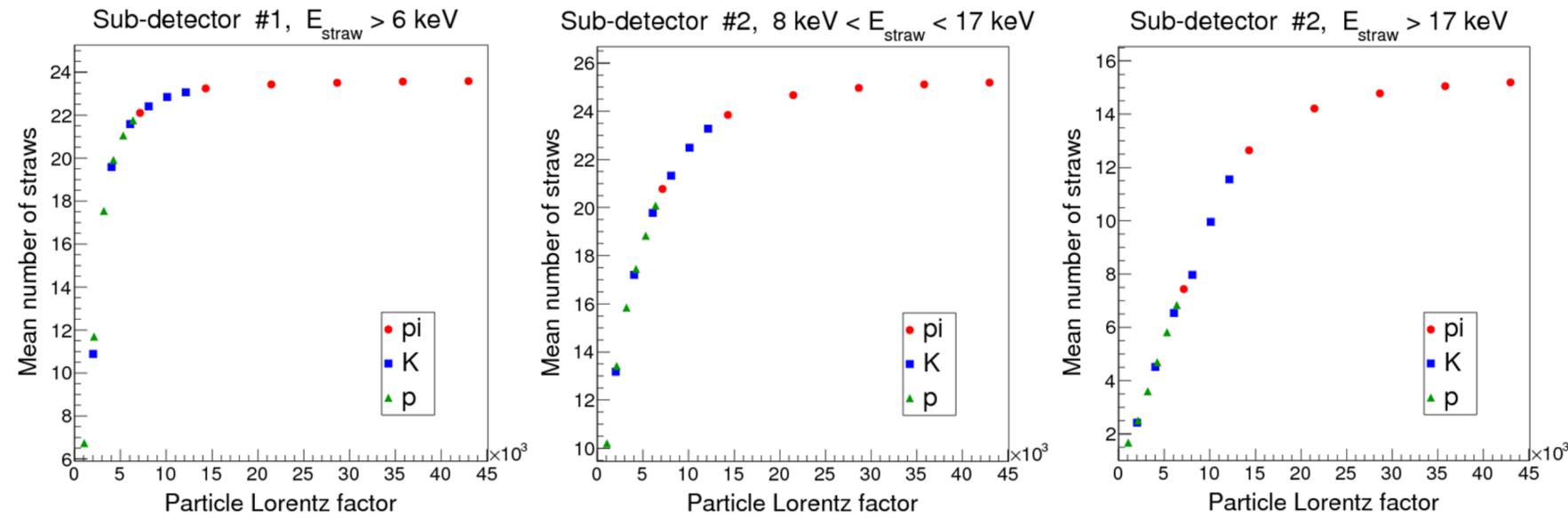


- π^+
 - K^+
 - p^+
- }
- 1, 2, 3, 4, 5, 6 ТэВ

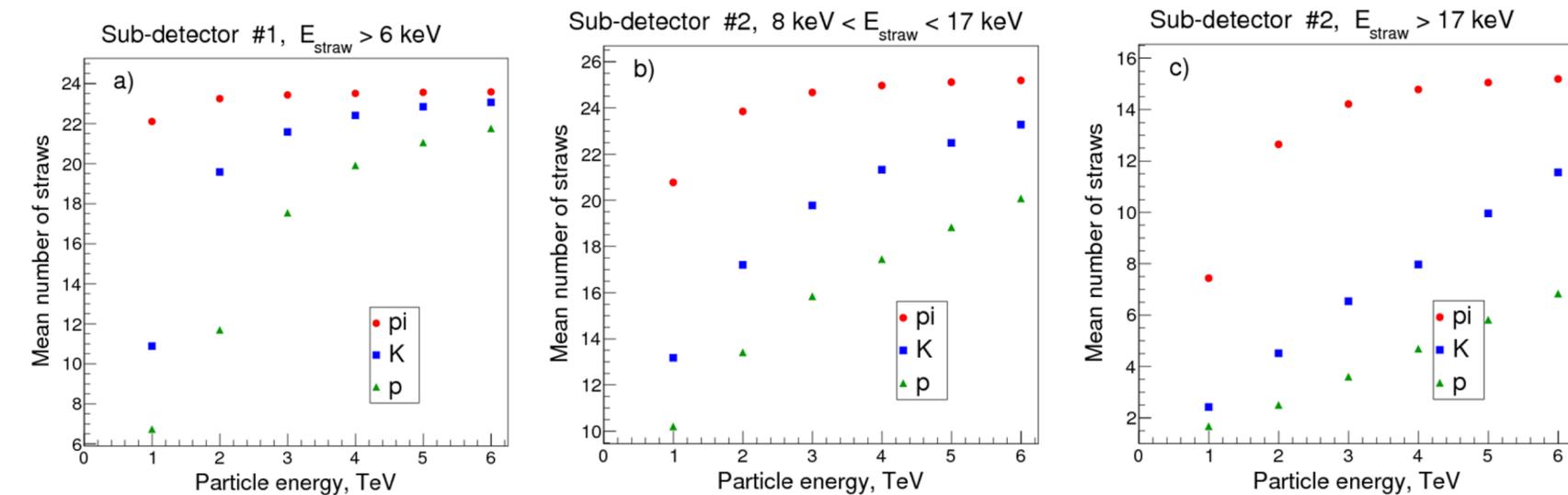
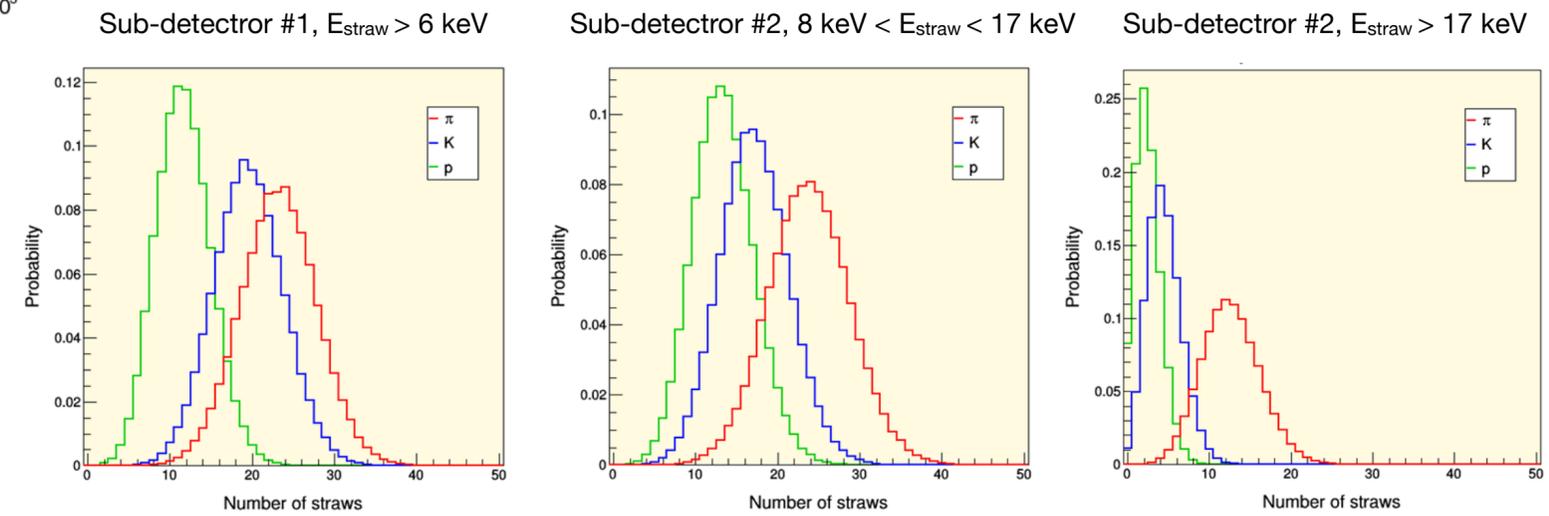
	$N_{\text{ТПК}}$	$p_{\text{ТПК}}$	$N_{\text{секций}}$	$N_{\text{фольг}}$	толщина фольг, а	расстояние между фольгами, b
Под-детектор I	100	1 атм	50	30	25 мкм	500 мкм
Под-детектор II	200	1.5 атм	150	12	75 мкм	3 мм

$L_{\text{tot}} = 6 \text{ м}$

Large TRD - возможности для идентификации частиц



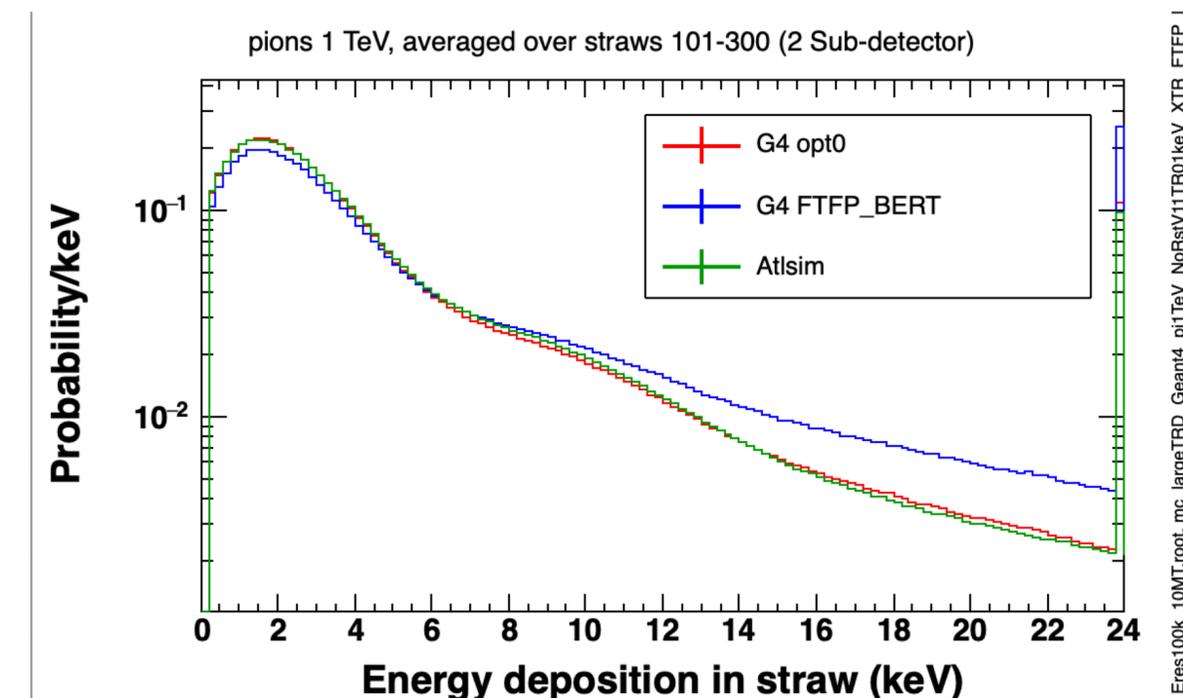
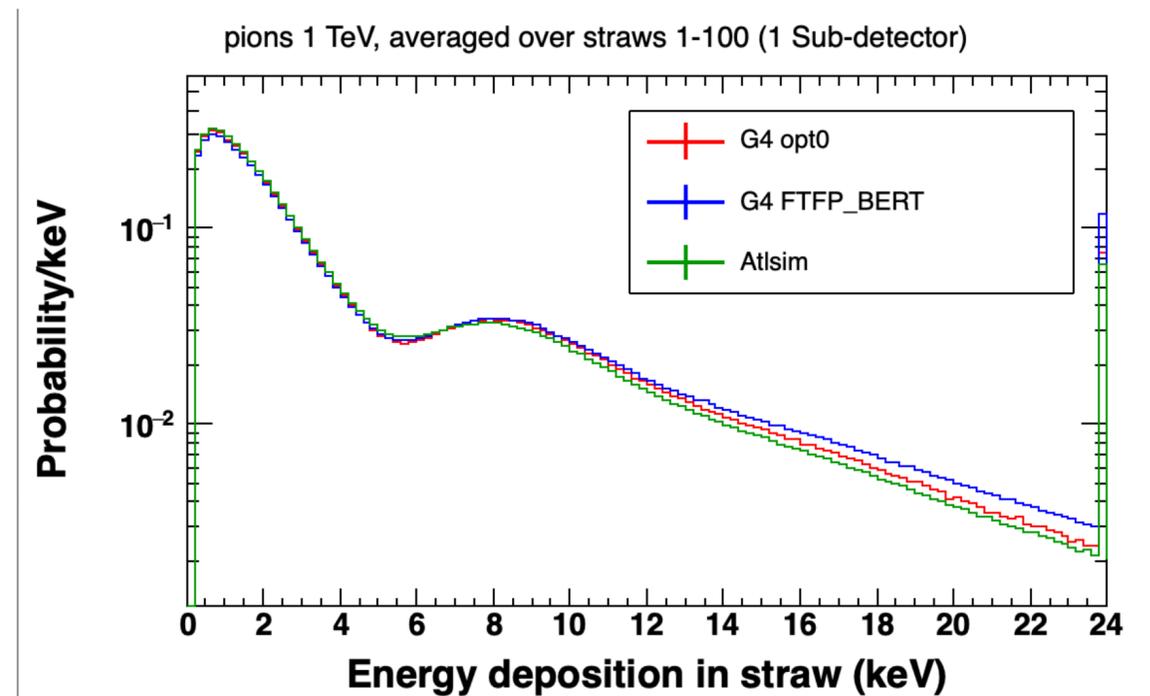
2 TeV



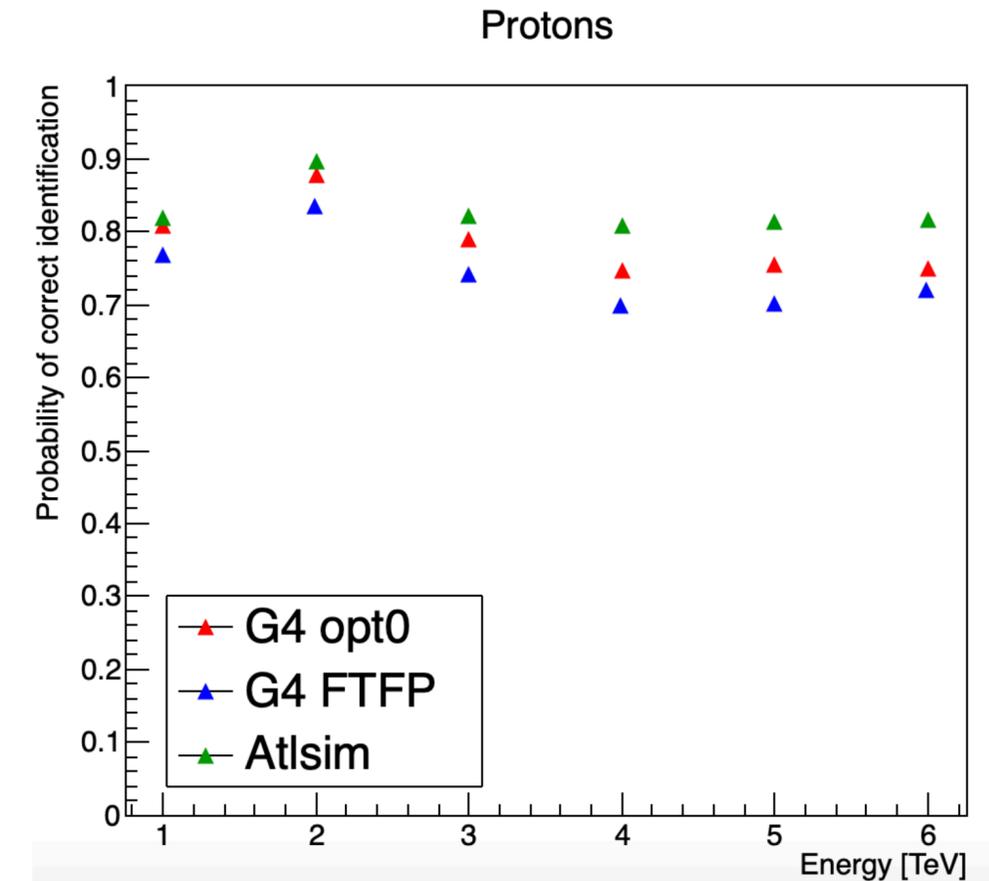
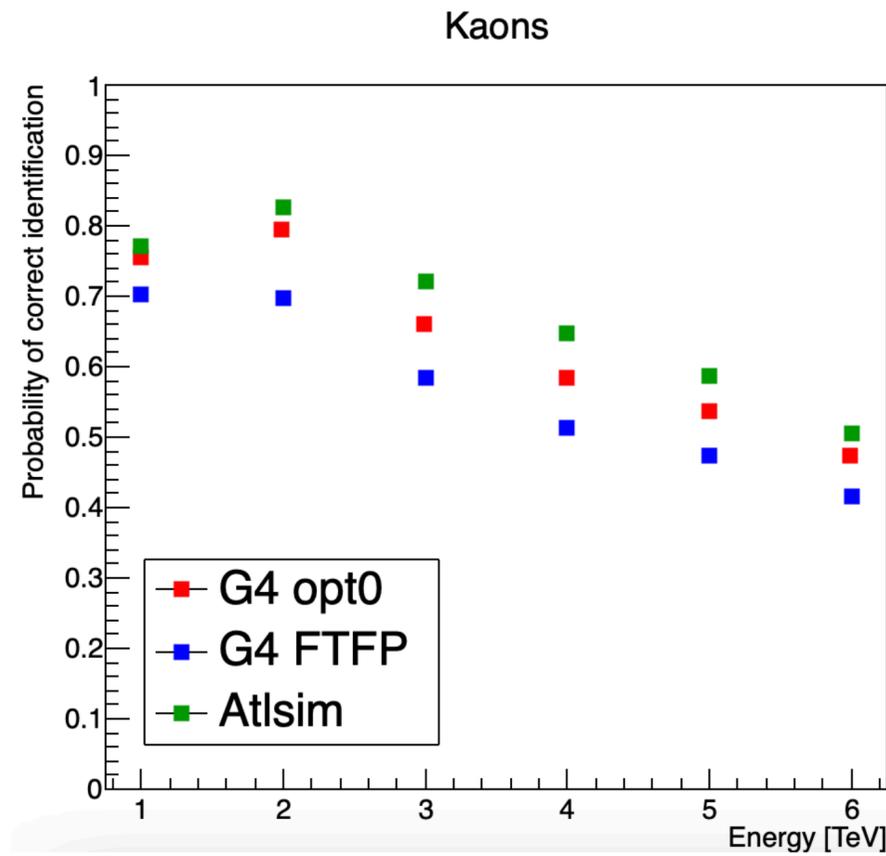
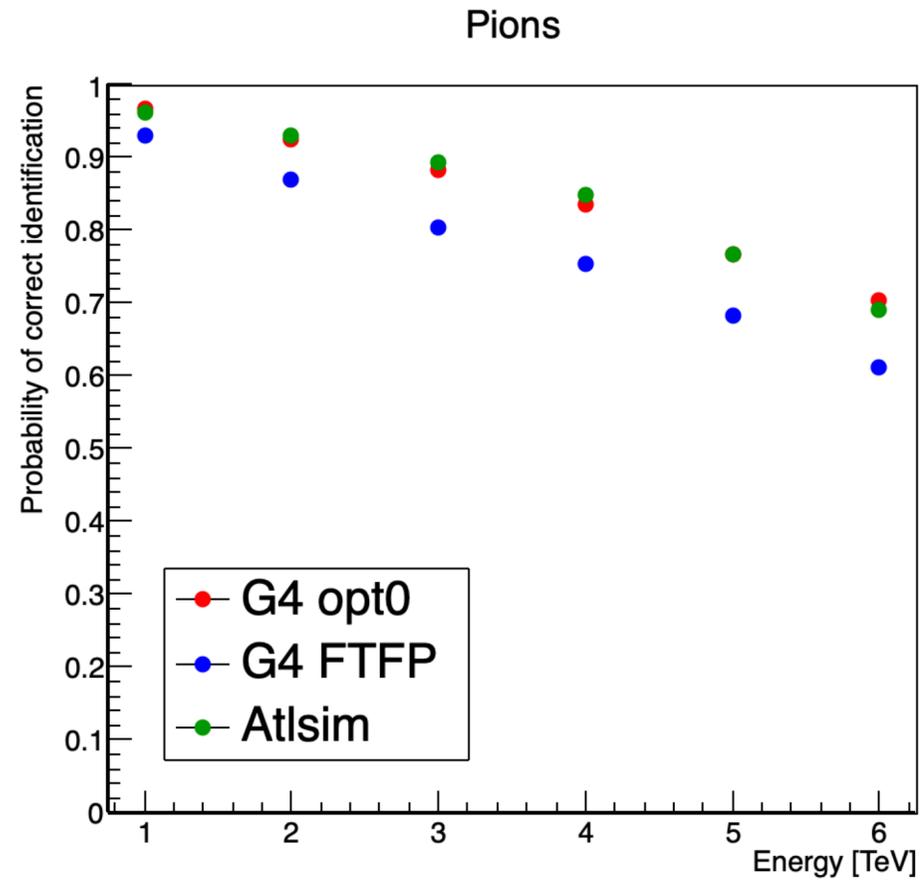
Адронные процессы в модели GEANT4

- FTFP_BERT (рекомендованный физ. лист для моделирования коллайдерных экспериментов; верхнее ограничение 10 ТэВ)
- $P_h = 23 - 30 \%$ – во всем объеме детектора (в основном объем радиаторов)

*opt0 – э/м физ лист



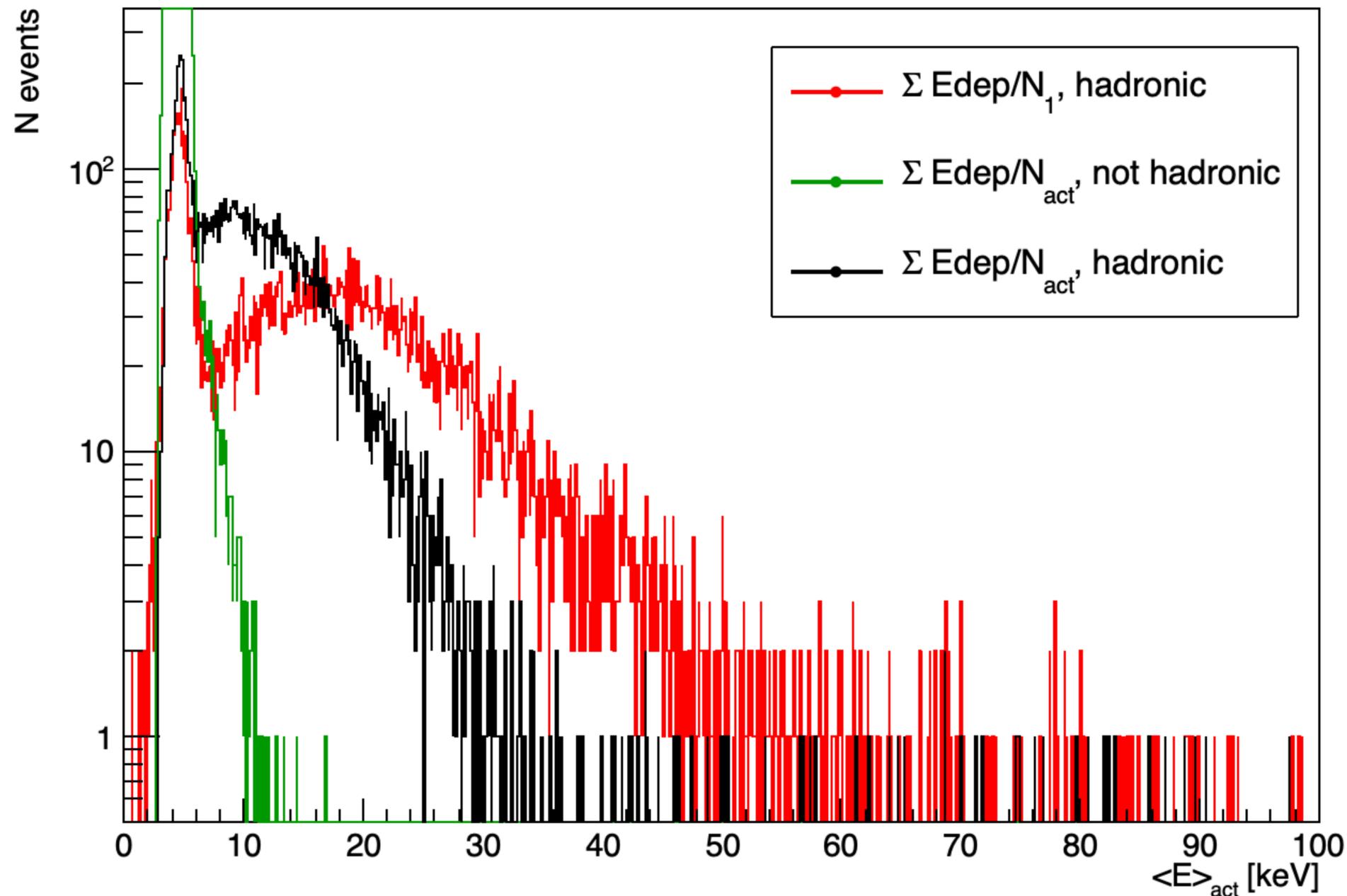
Эффективность корректной идентификации адронов



$$L_i = P_{1i} P_{2i} P_{3i}$$

Отбор адронных событий (I)

Mean energy deposition in TRD



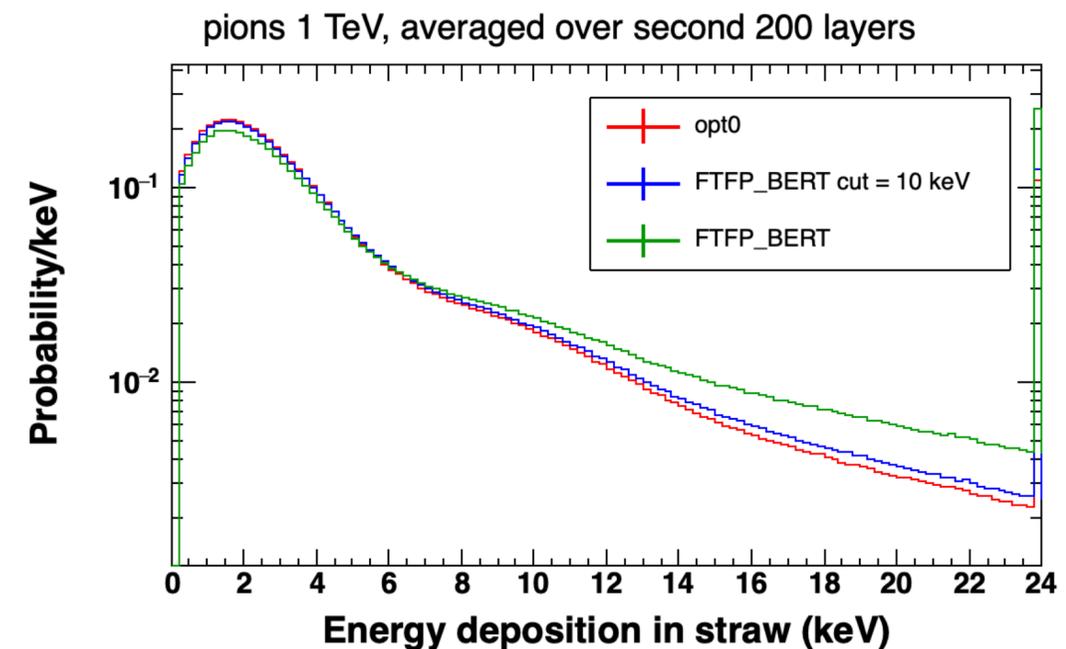
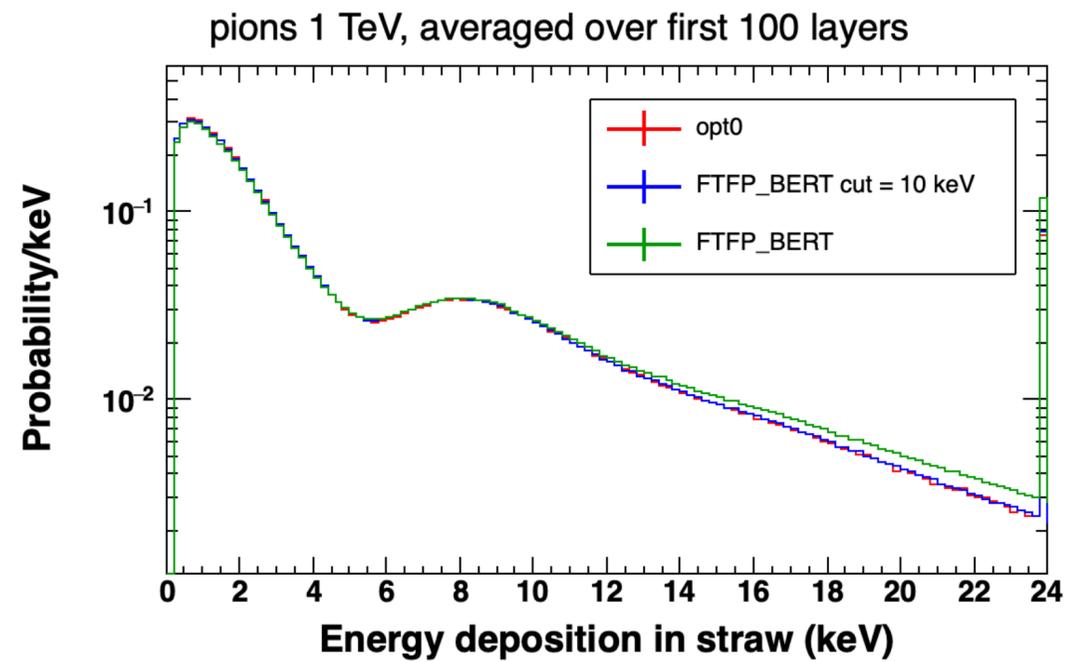
- Условие отбора событий с адронными взаимодействиями

$$\frac{\Sigma E_{dep}}{N_{act}} < 10 \text{ keV}$$

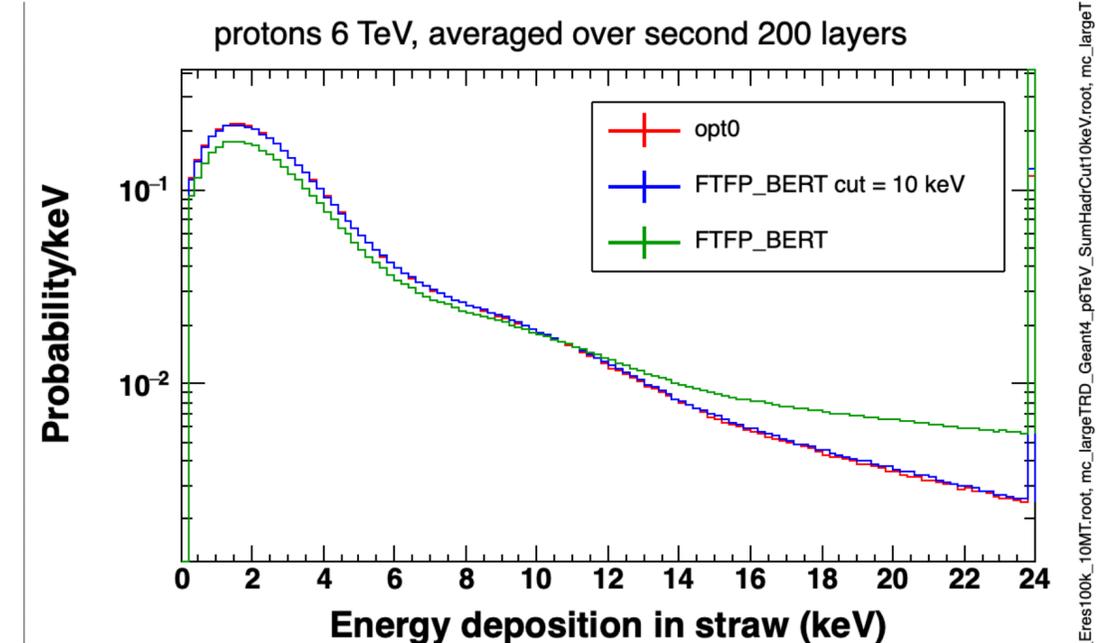
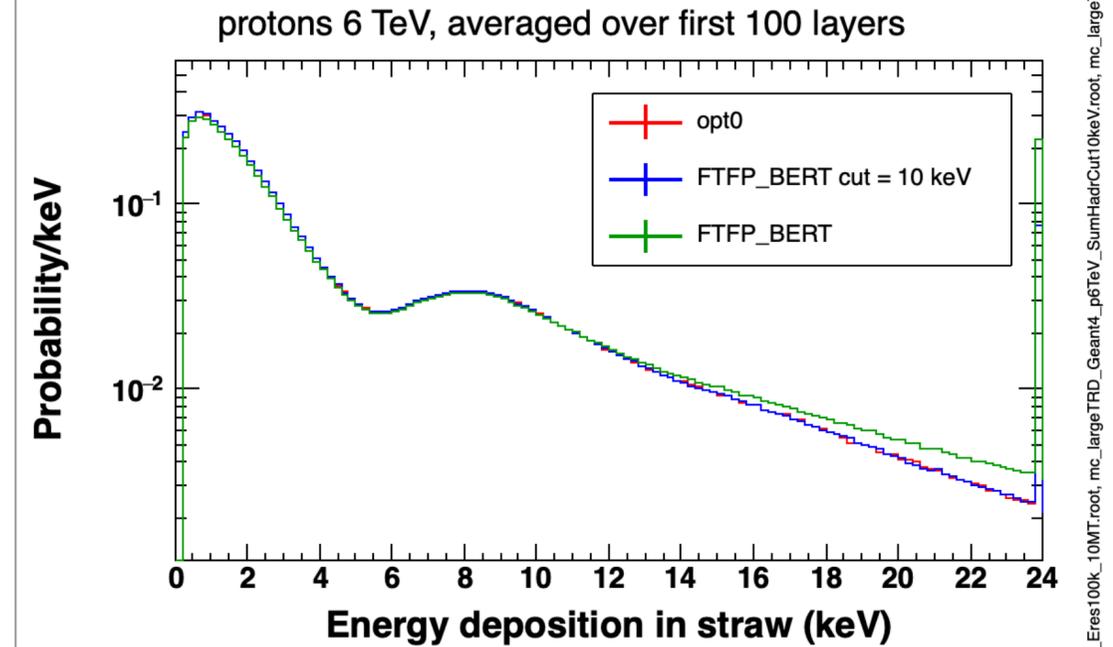
N_{act} – число слоев ТПК с ненулевым энерговыделением

N_1 – число слоев ТПК с ненулевым энерговыделением после вершины адронного взаимодействия

Отбор адронных событий (II)

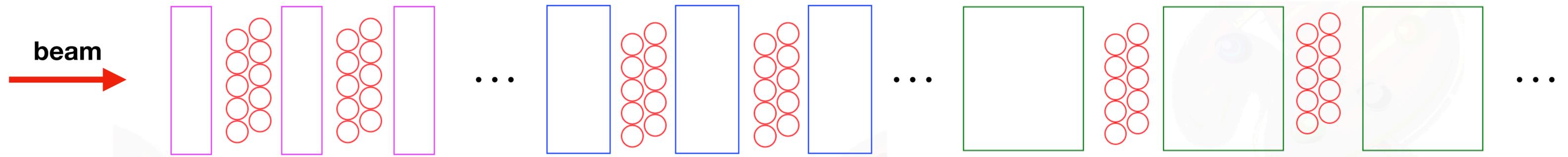


89 551 events /100k



80 659 events / 100k

Конфигурация ДПИ из 3 под-детекторов



	$N_{\text{ТПК}}$	$r_{\text{ТПК}}$	$N_{\text{секций}}$	$N_{\text{фольг}}$	толщина фольг, a	расстояние между фольгами, b
Под-детектор I	60	1 атм	30	40	15.5 мкм	220 мкм
Под-детектор II	95	1 атм	45	30	25 мкм	500 мкм
Под-детектор III	190	1.5 атм	95	12	75 мкм	3 мм

Цель: повышение эффективности идентификации адронов энергий 1–3 ТэВ

$$L_{\text{tot}} = 6 \text{ м}$$

Заключение

- Итоги:

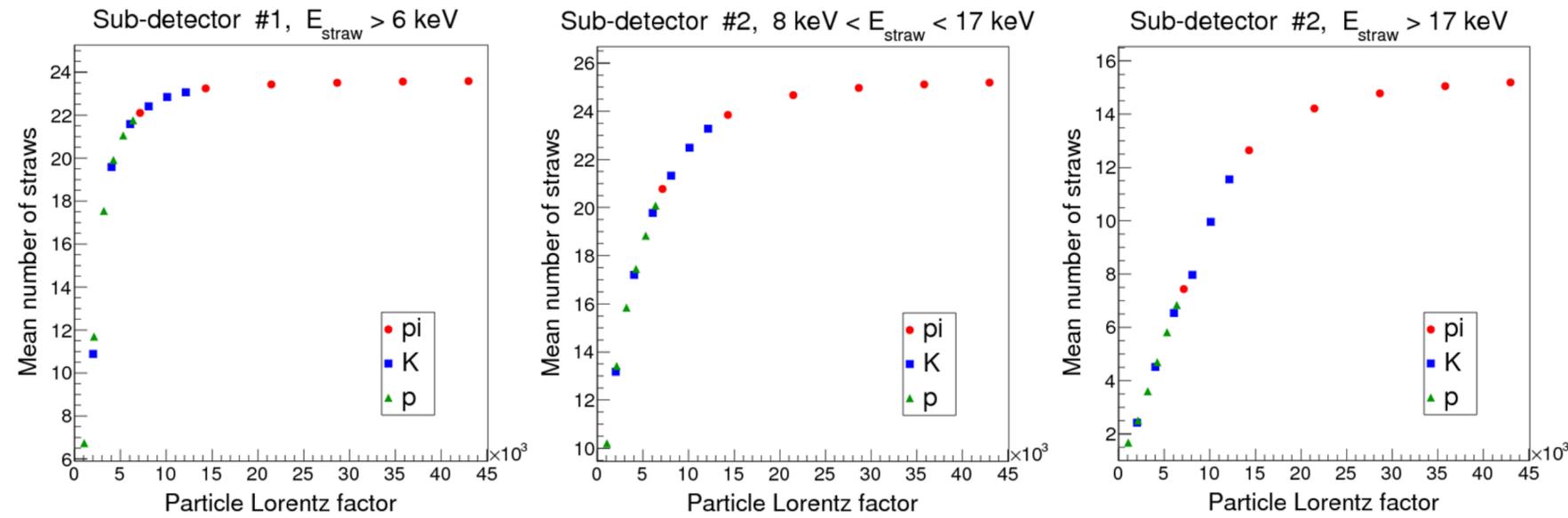
1. С помощью пакета программ GEANT4 была разработана модель детектора переходного излучения для идентификации адронов в ТэВной области энергий
2. Для выбранной конфигурации ДПИ была оценена эффективность идентификации адронов (π^+ , K^+ , p^+) энергий 1 – 6 ТэВ. Отличия о результатов моделирования с помощью программы Atlsim на основе GEANT3 могут быть объяснены недостаточным моделированием адронных взаимодействий в Atlsim
3. Был предложен алгоритм отбора событий с адронными взаимодействиями внутри детектора и оценена его эффективность

- Планы:

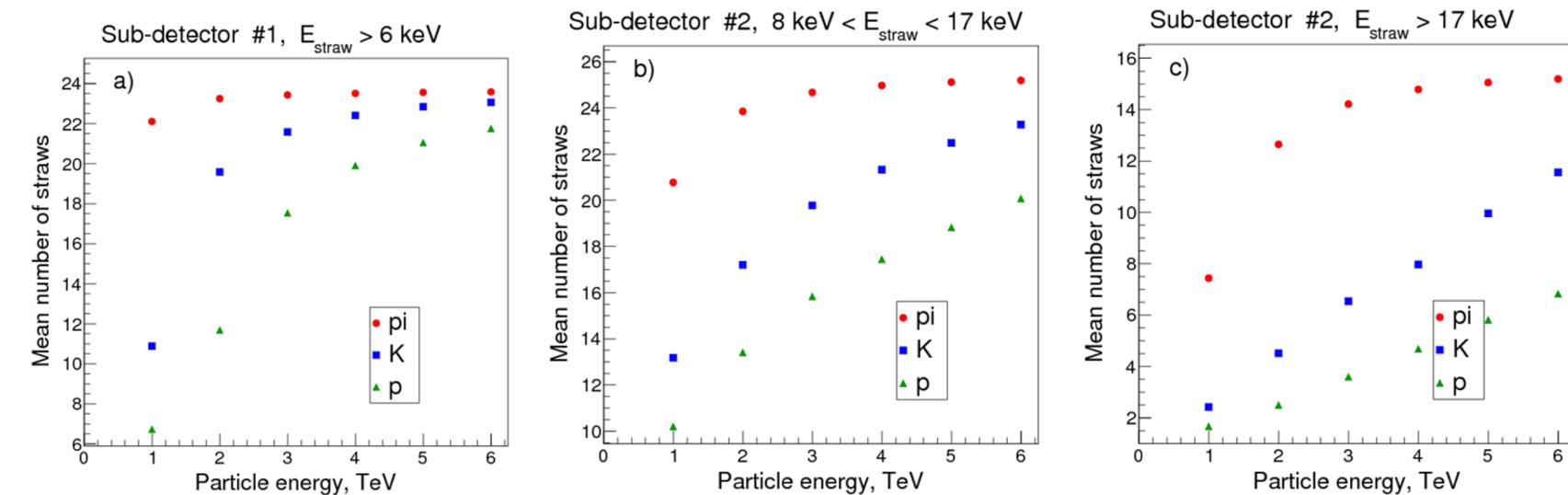
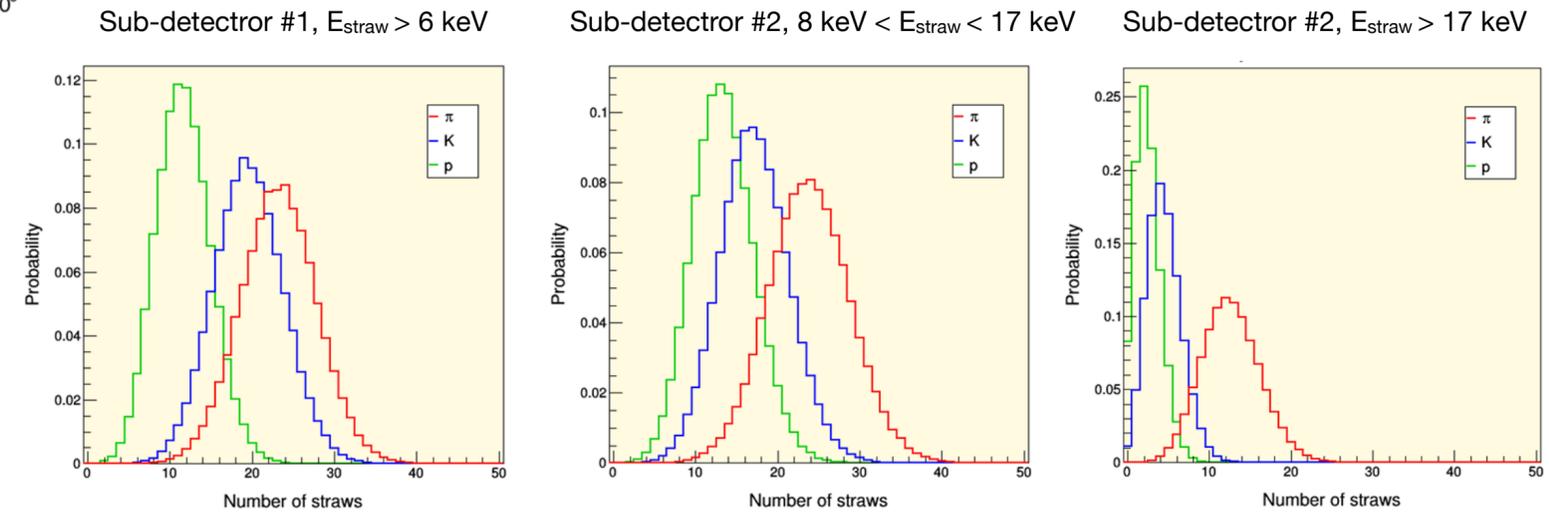
1. Исследование возможных альтернативных способов отбор адронных событий
2. Моделирование конфигурации ДПИ, состоящего из 3 под-детекторов с целью оценки возможности повышения эффективности идентификации адронов с энергиями 1–3 ТэВ

Large TRD - возможности для идентификации частиц

Частиц

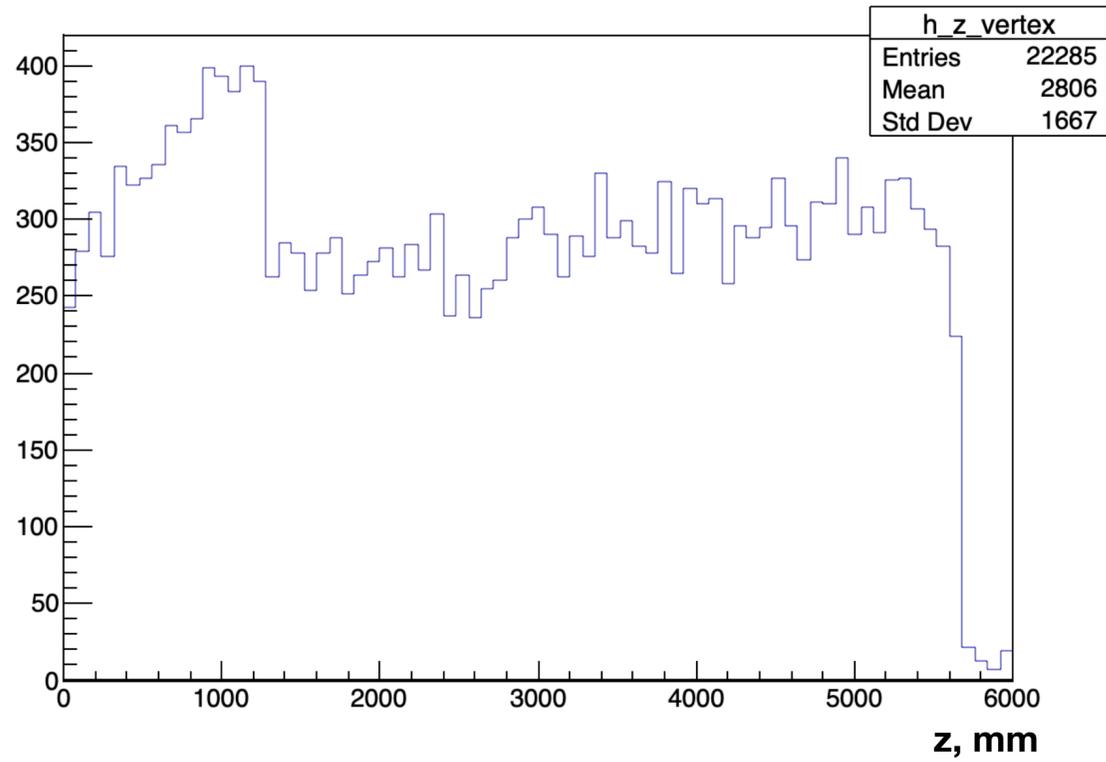


2 TeV

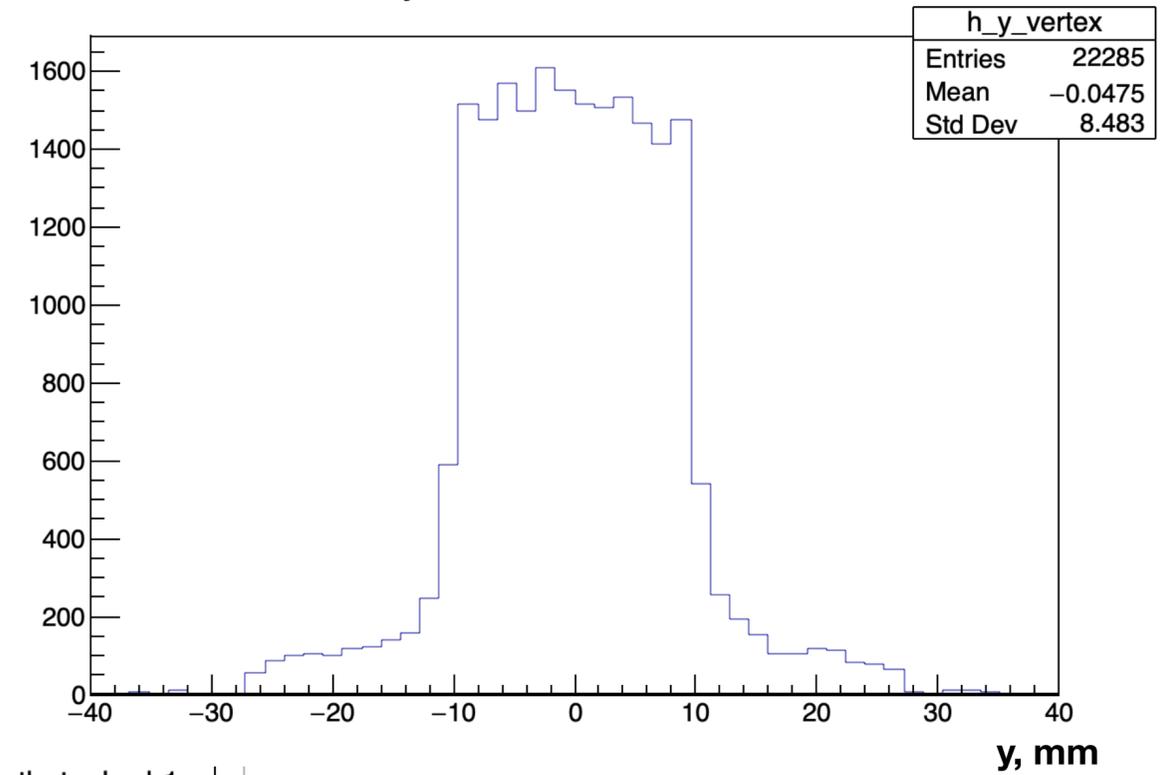


π^+ , 1 TeV

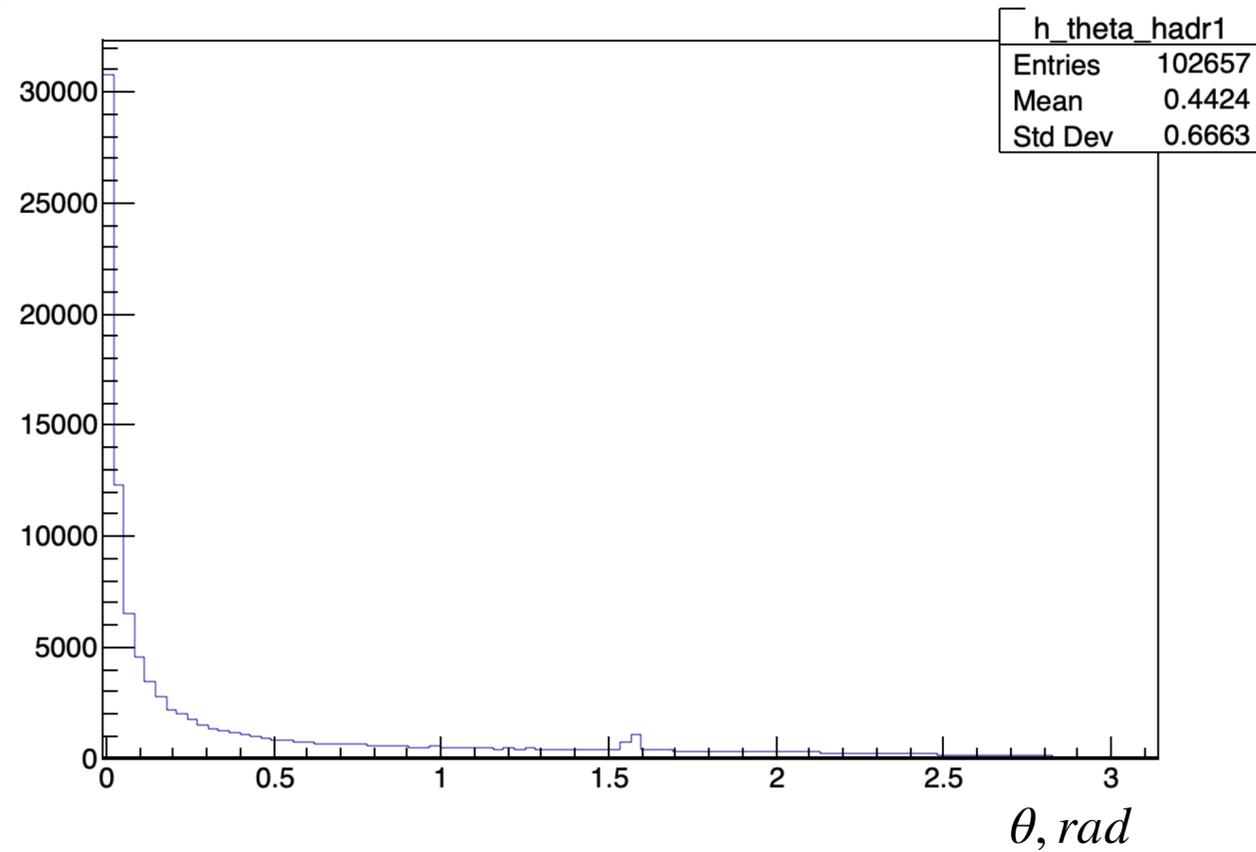
z coordinate of vertex



y coordinate of vertex

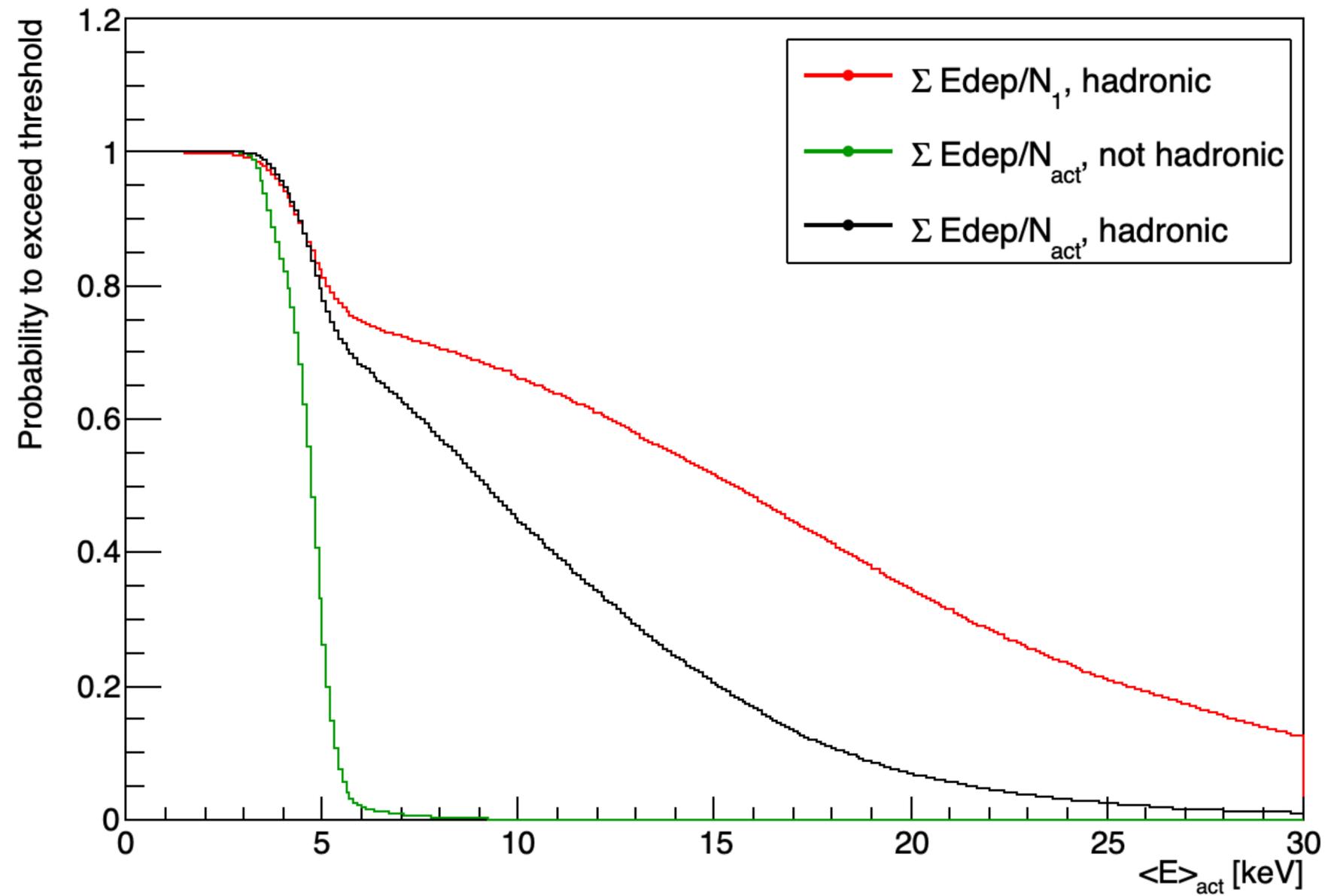


Theta 1 sub-det

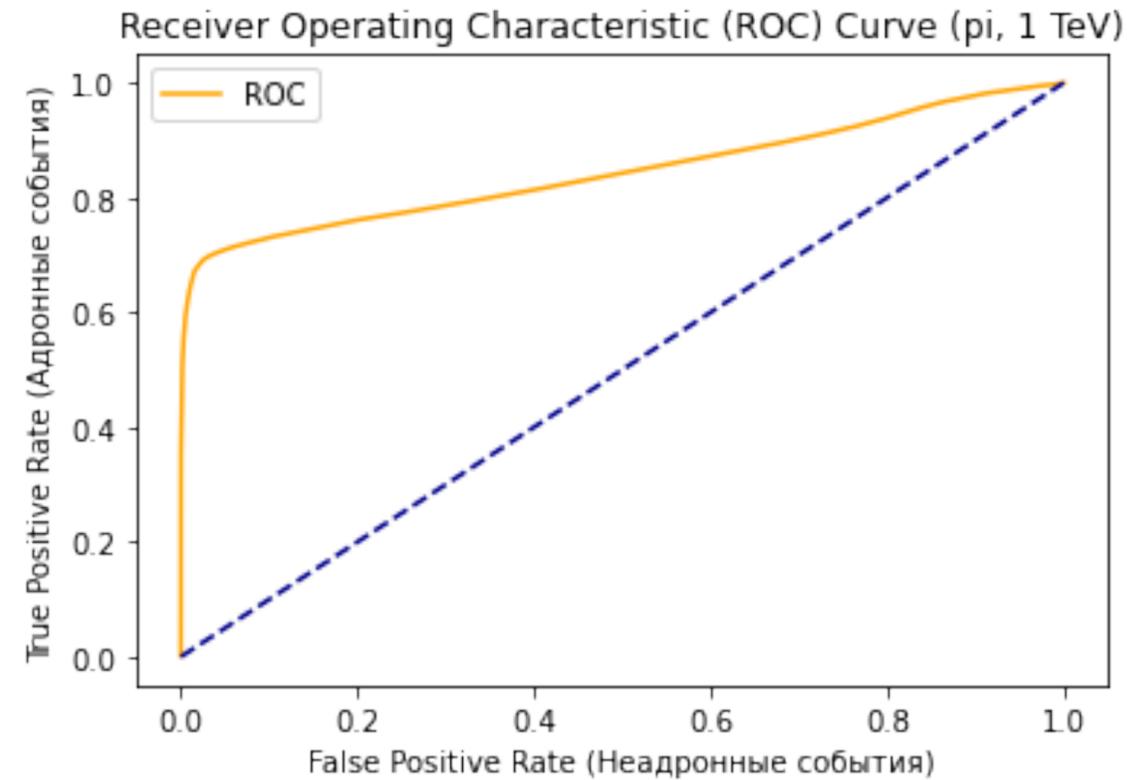


π^+ 1 TeV

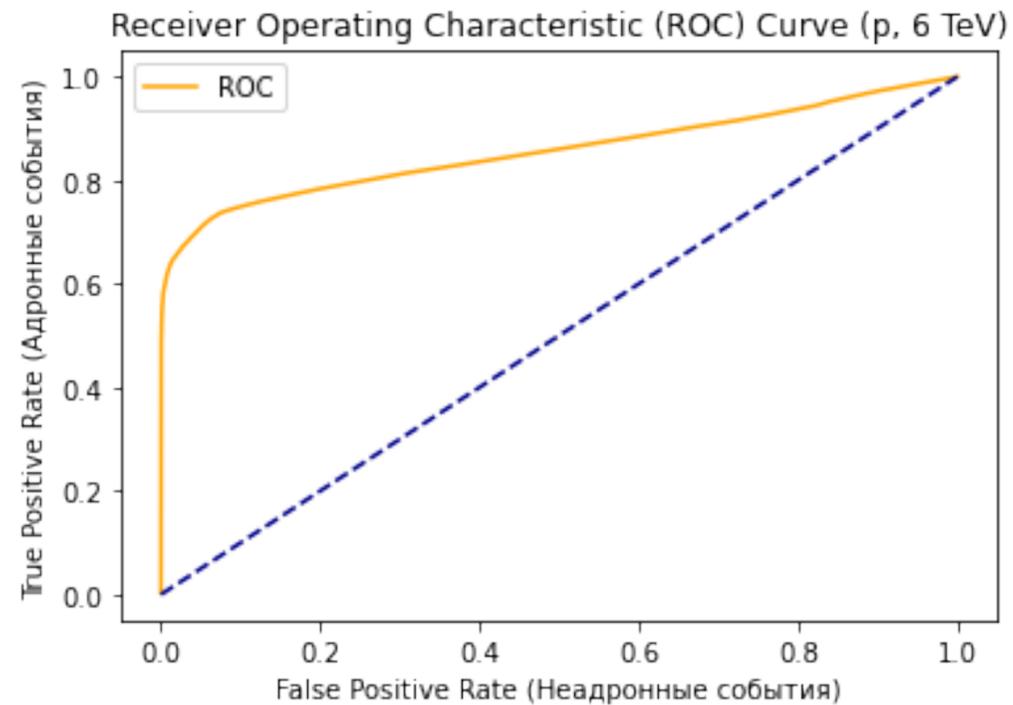
Probability to exceed threshold



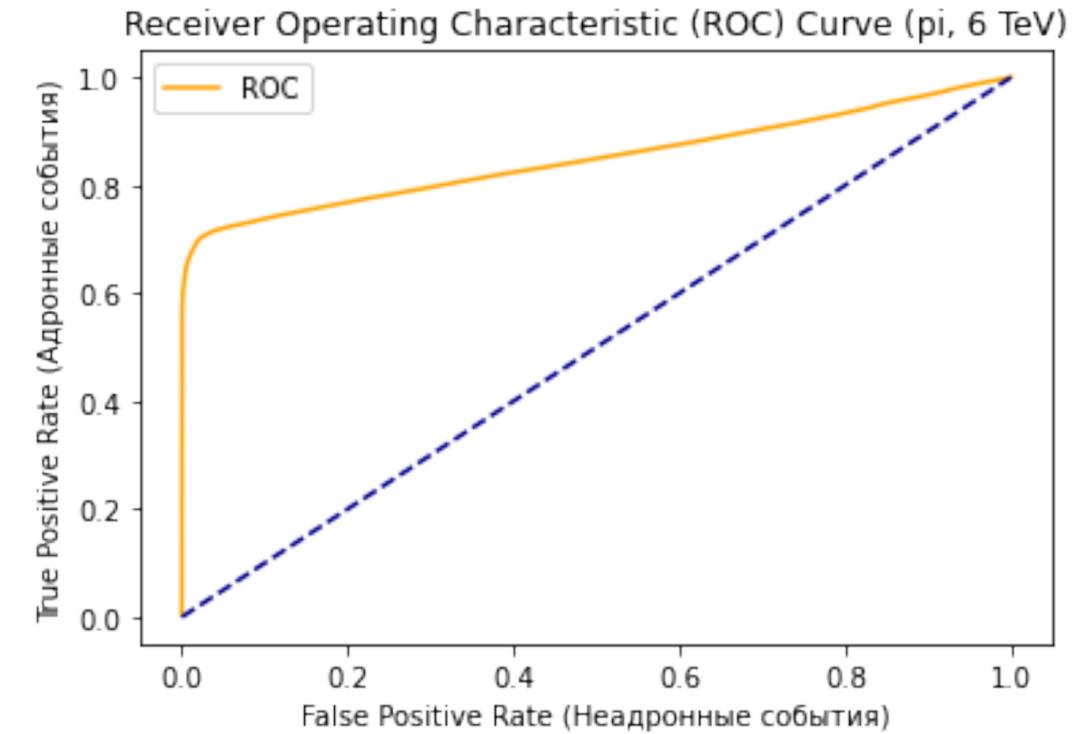
Оценка эффективности выбранного метода отбора адронных событий (кривые ошибок)



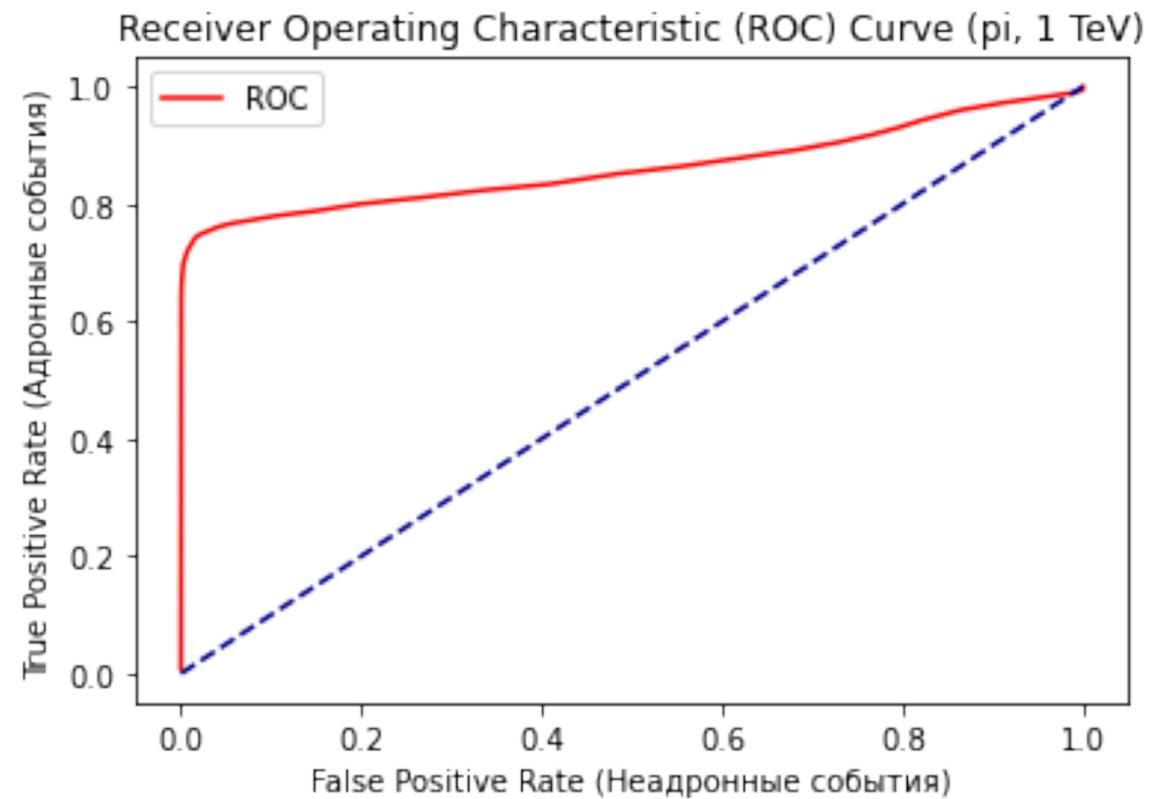
AUC = 0.85



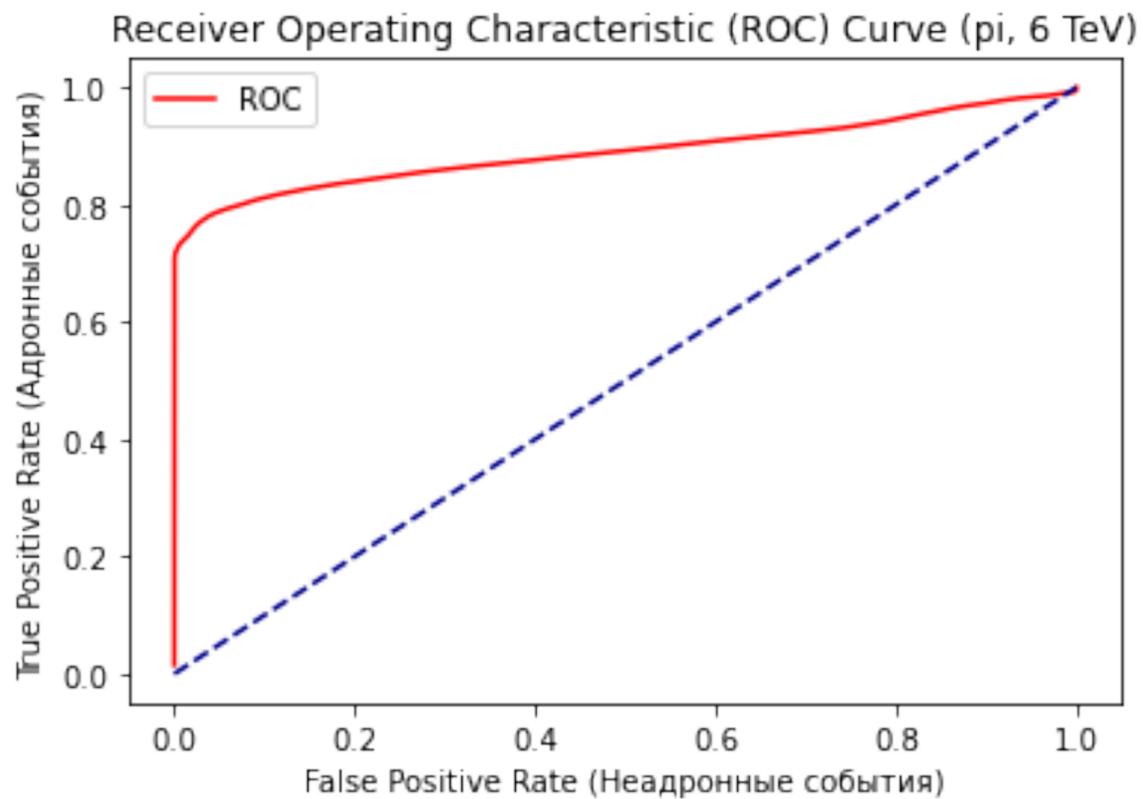
AUC = 0.86



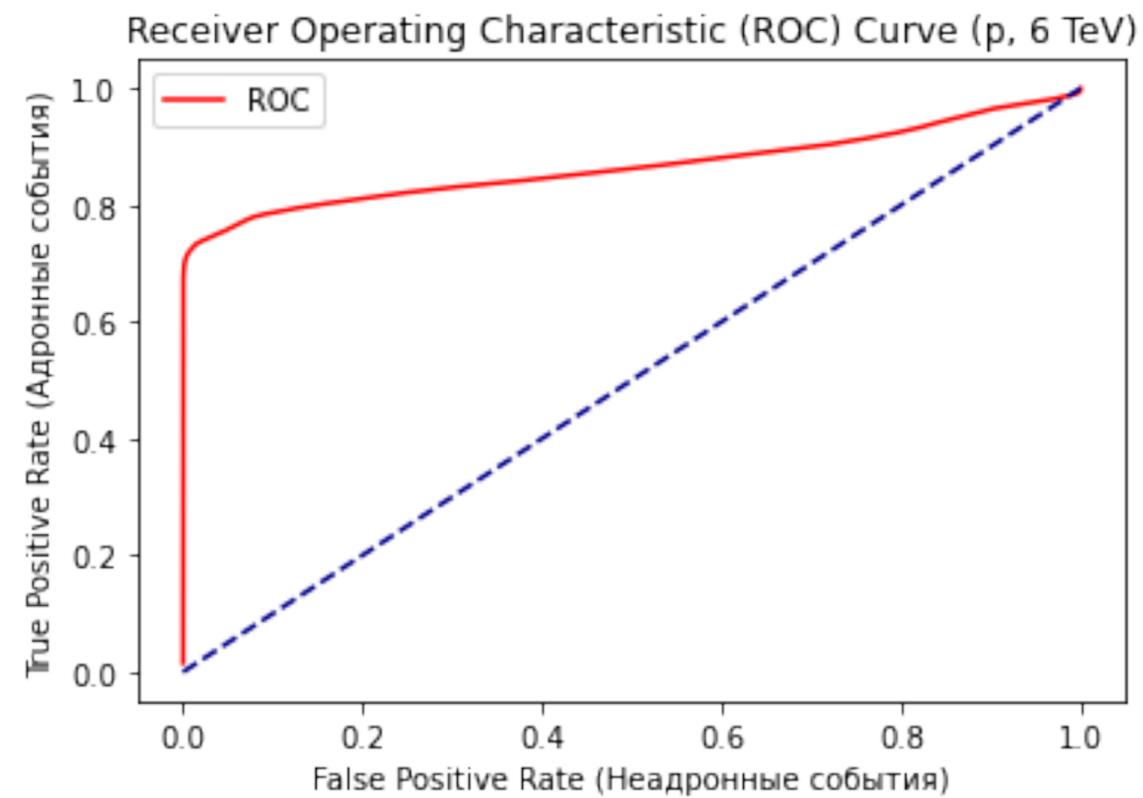
AUC = 0.85



AUC = 0.86



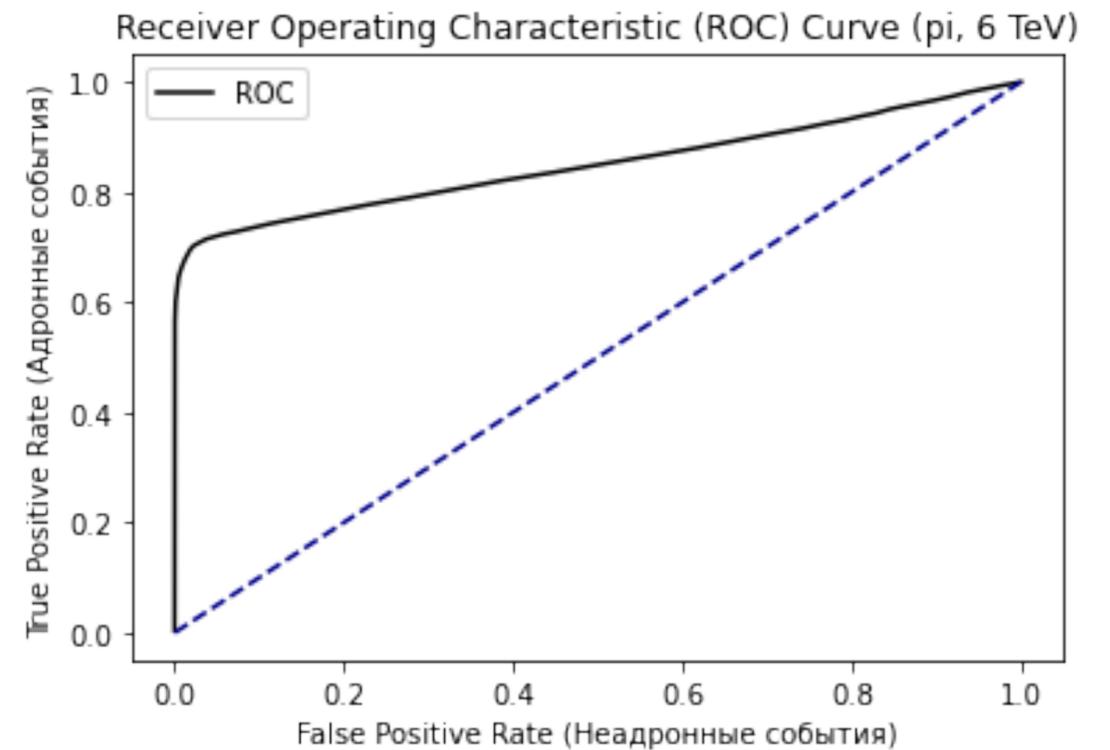
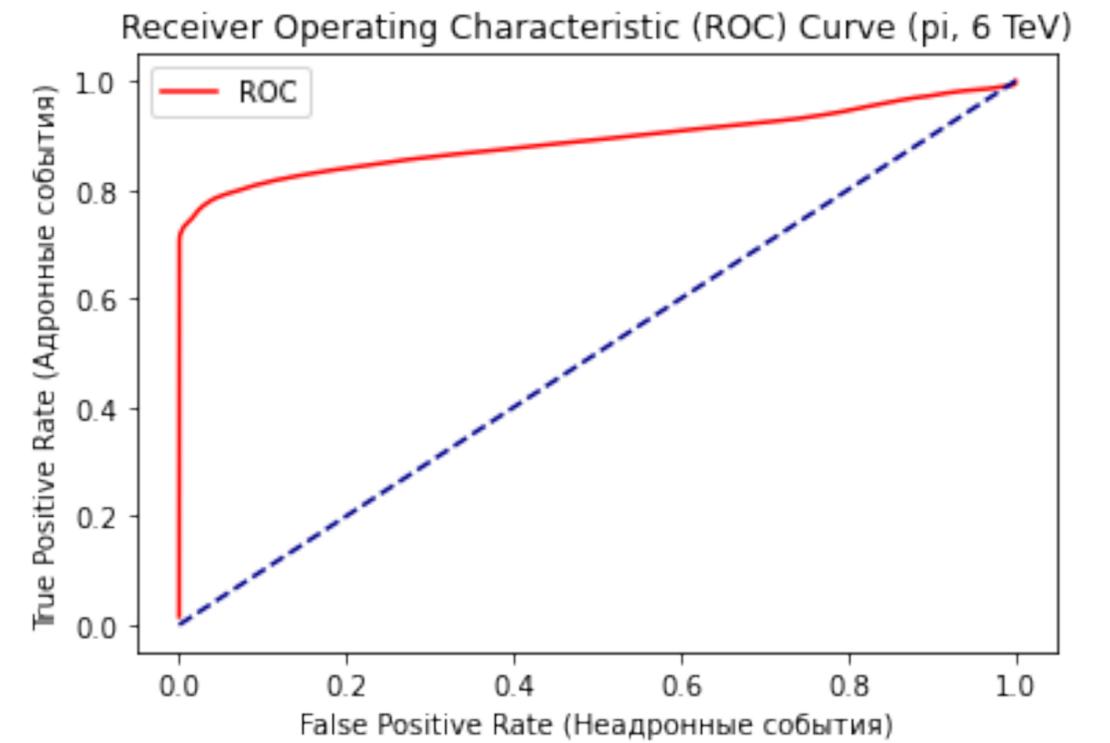
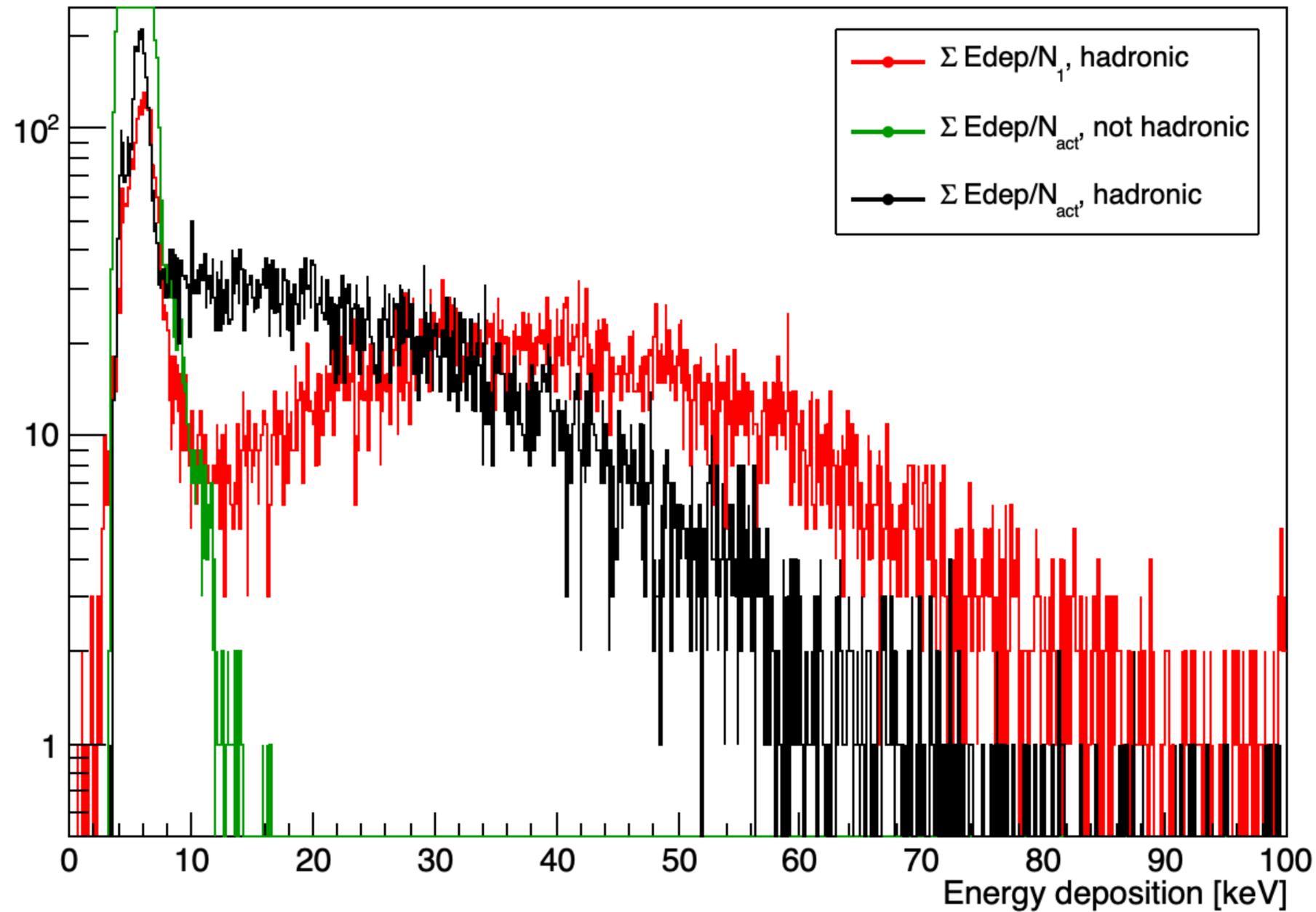
AUC = 0.89



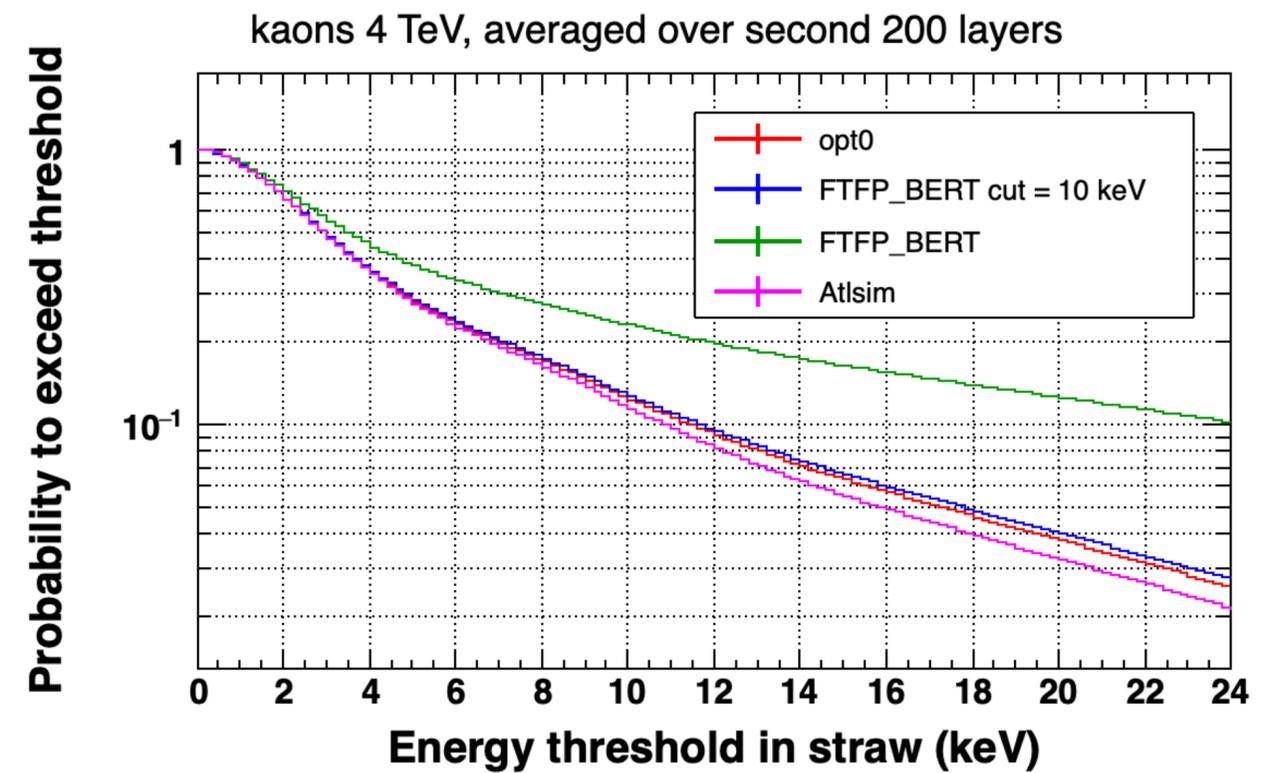
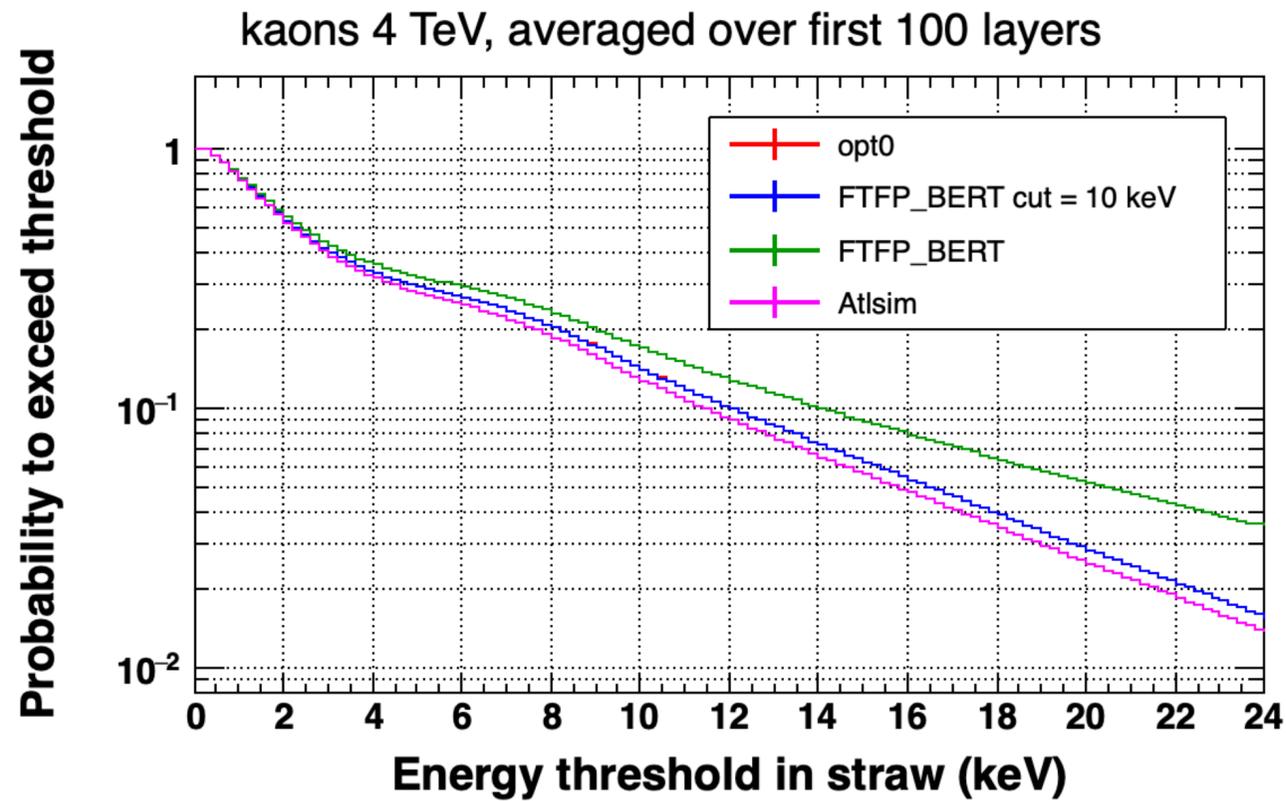
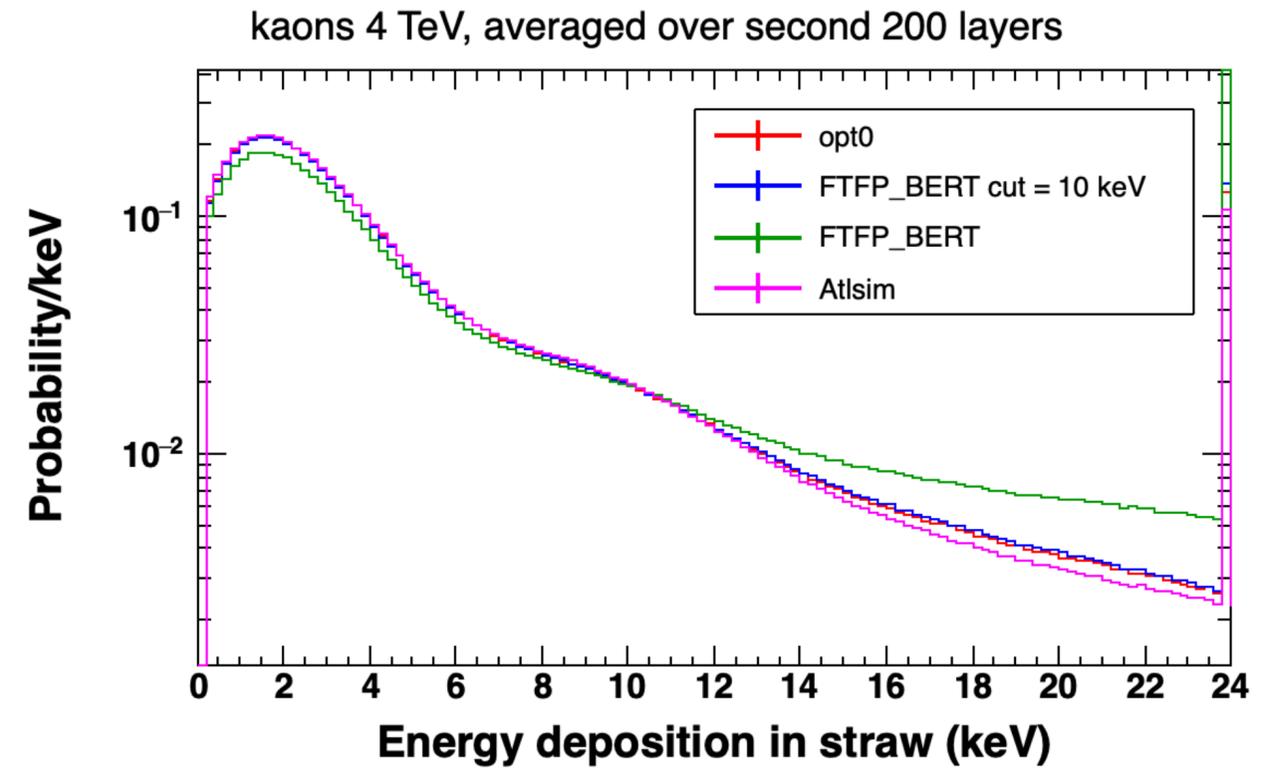
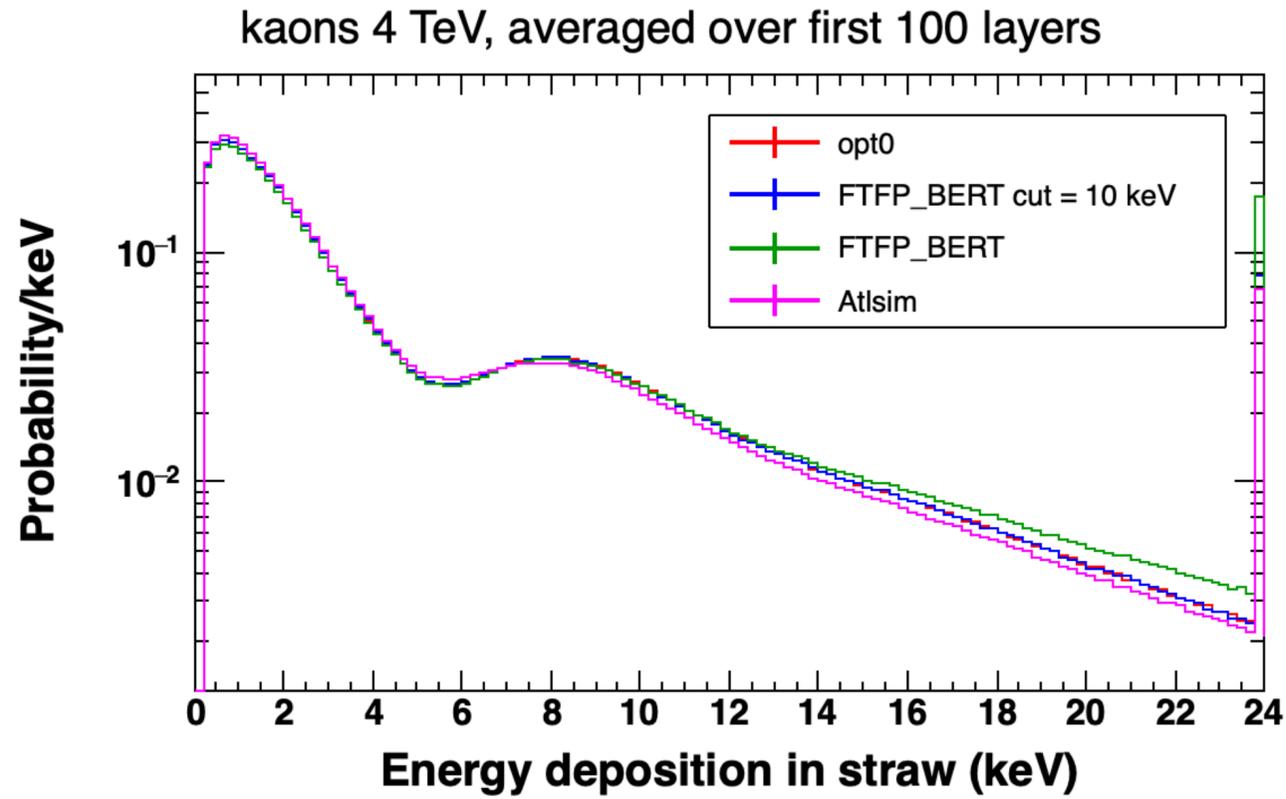
AUC = 0.87

π^+ 6 TeV

Energy deposition spectrum (sum in detector/ N_1 , $N_1 > N_{\text{hadr}}$)



AUC = 0.85

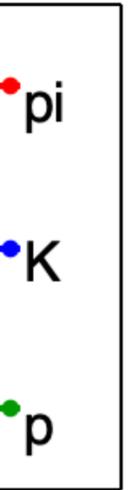
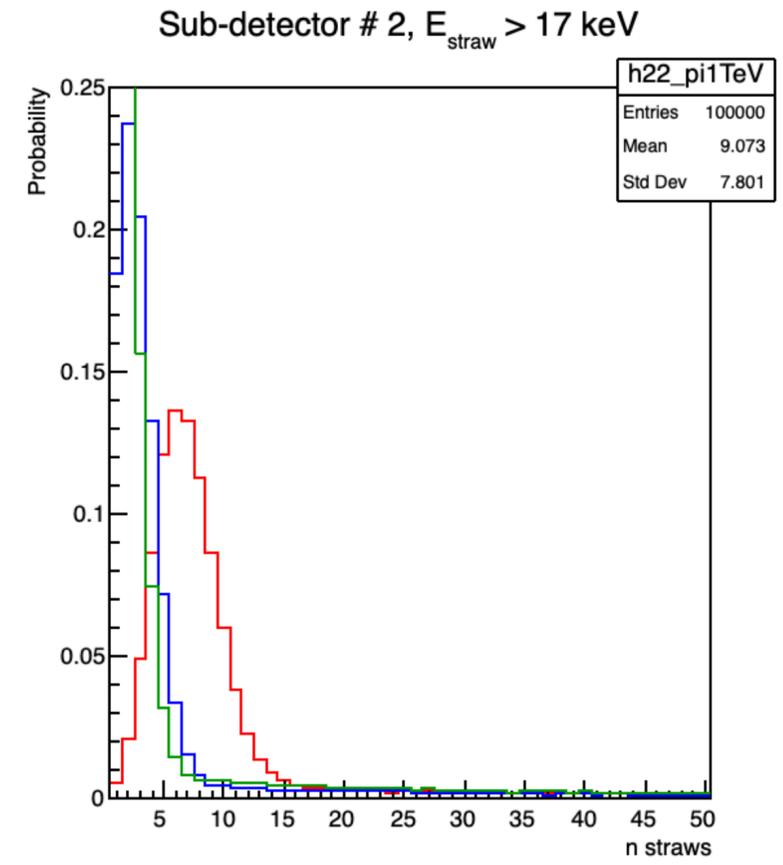
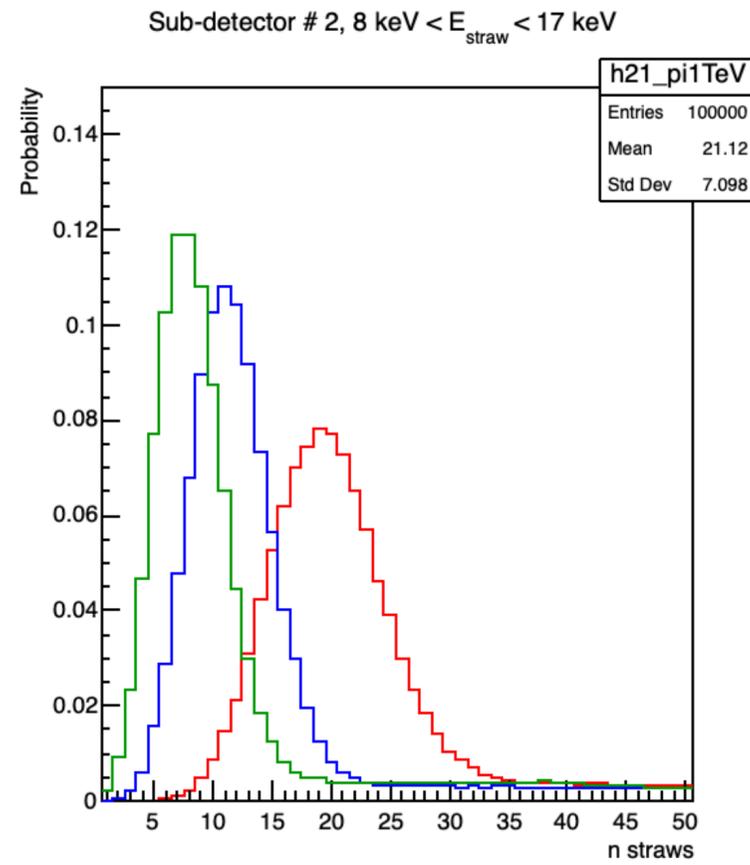
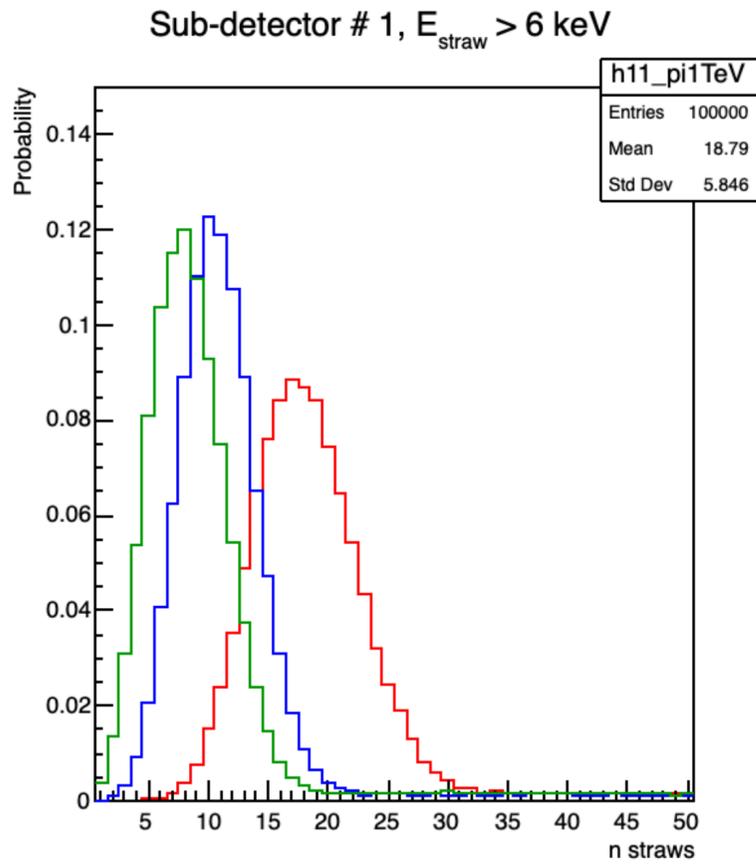


File(s): mc_largeTRD_Geant4_K4TeV_NoRstV11TR01keV_XTR_opt0_cut1mm_rc1_rc1_077_Eres100k_10MT.root, mc_largeTRD_Geant4_K4TeV_SumHadrCut10keV.root, mc_largeTI

File(s): mc_largeTRD_Geant4_K4TeV_NoRstV11TR01keV_XTR_opt0_cut1mm_rc1_rc1_077_Eres100k_10MT.root, mc_largeTRD_Geant4_K4TeV_SumHadrCut10keV.root, mc_largeTI

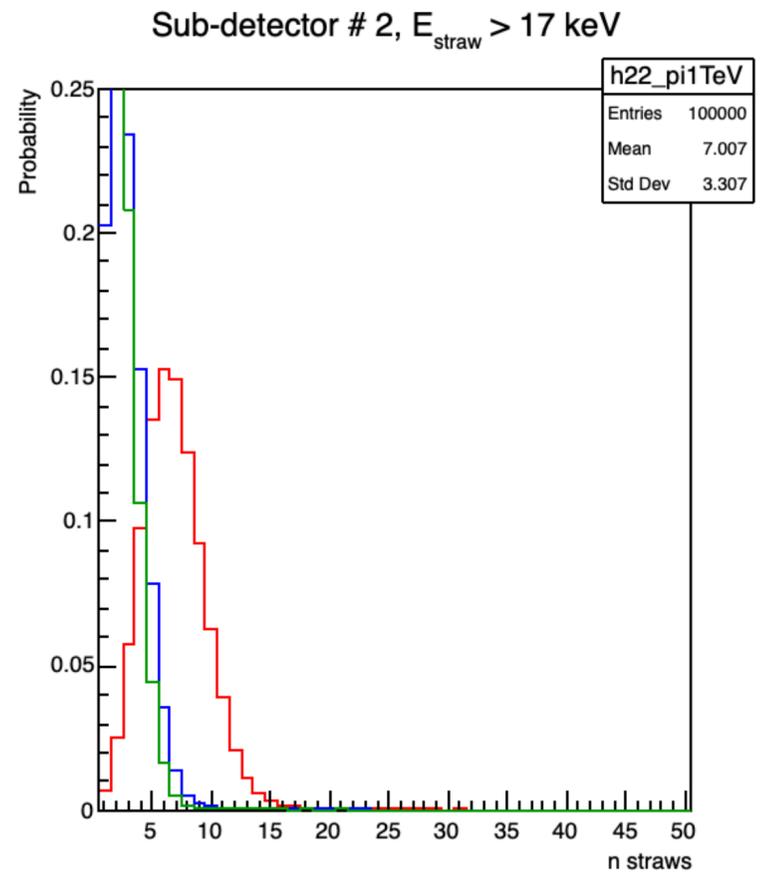
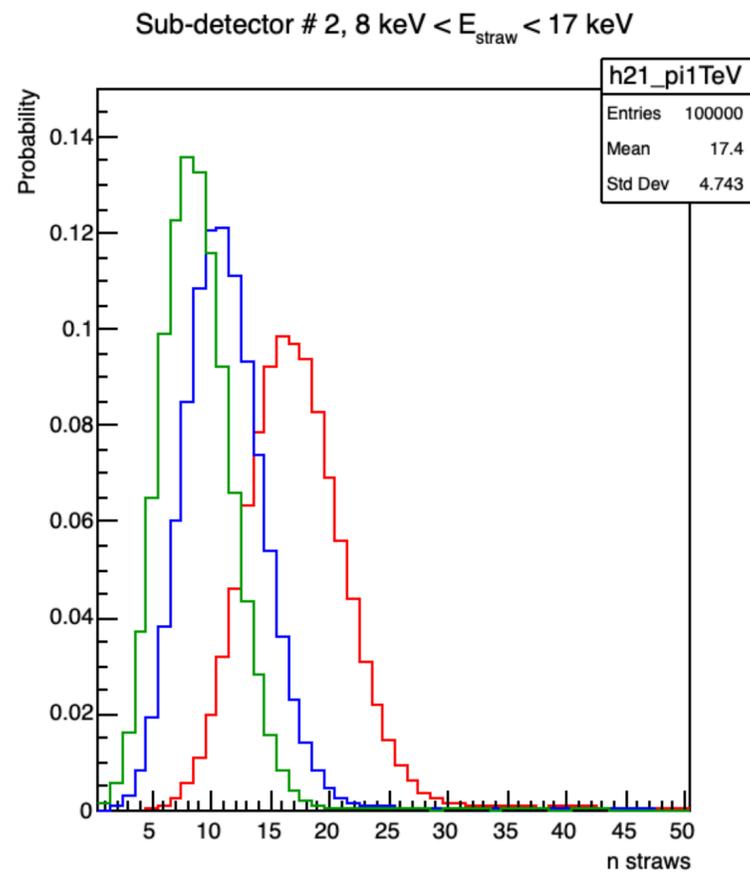
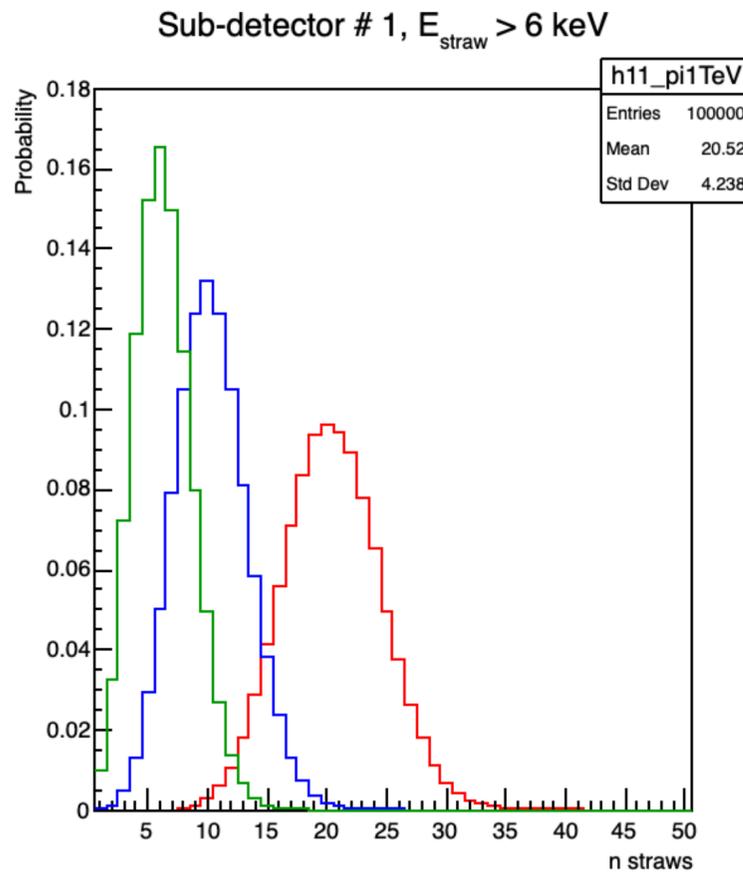
1 TeV

FTTF_BERT



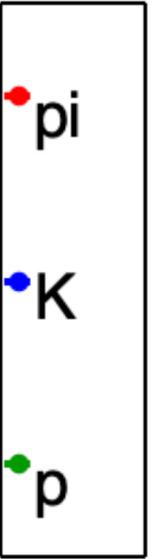
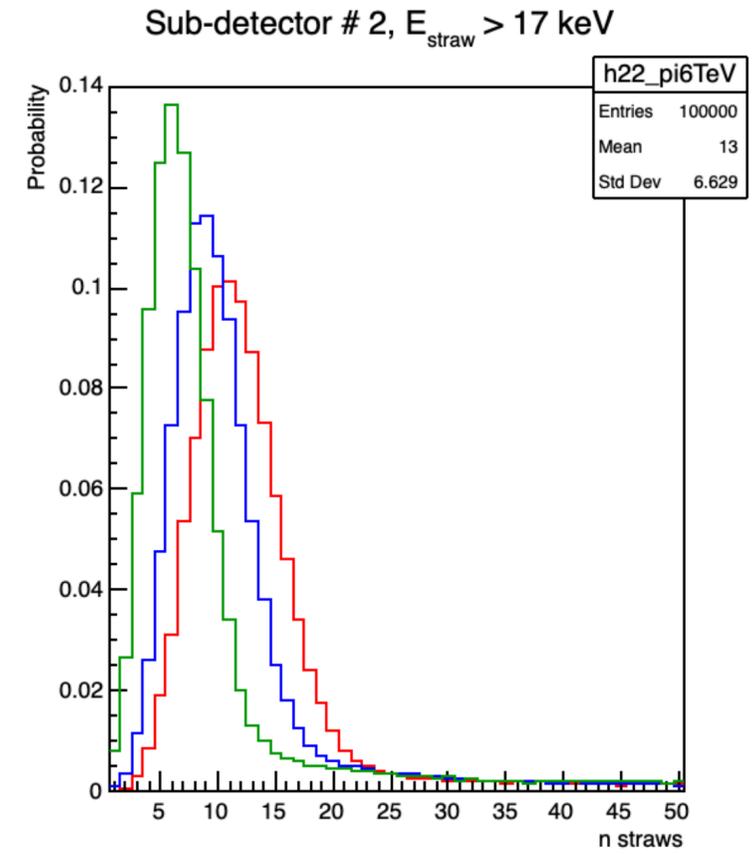
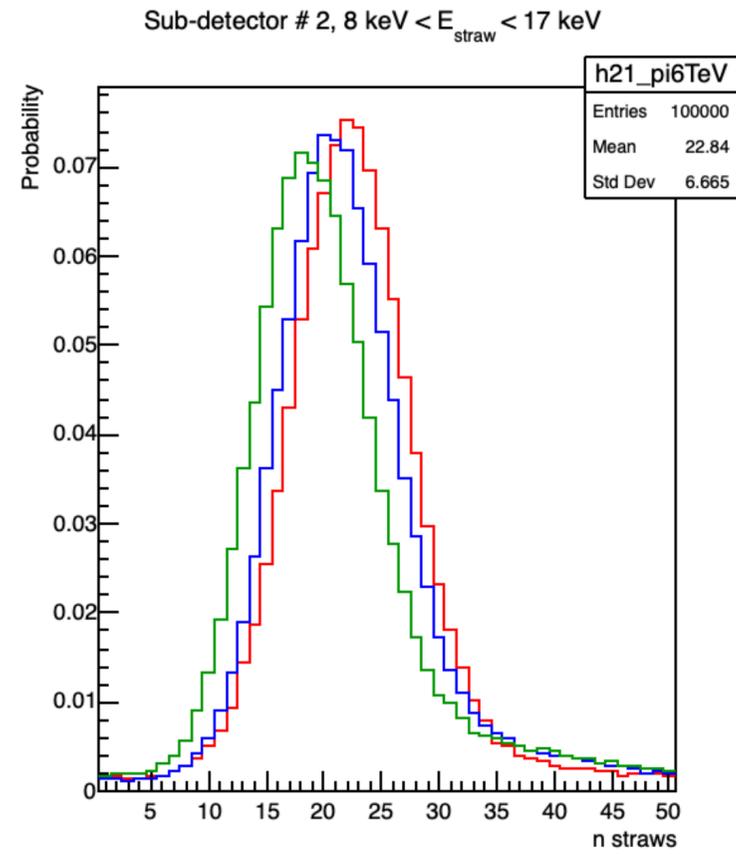
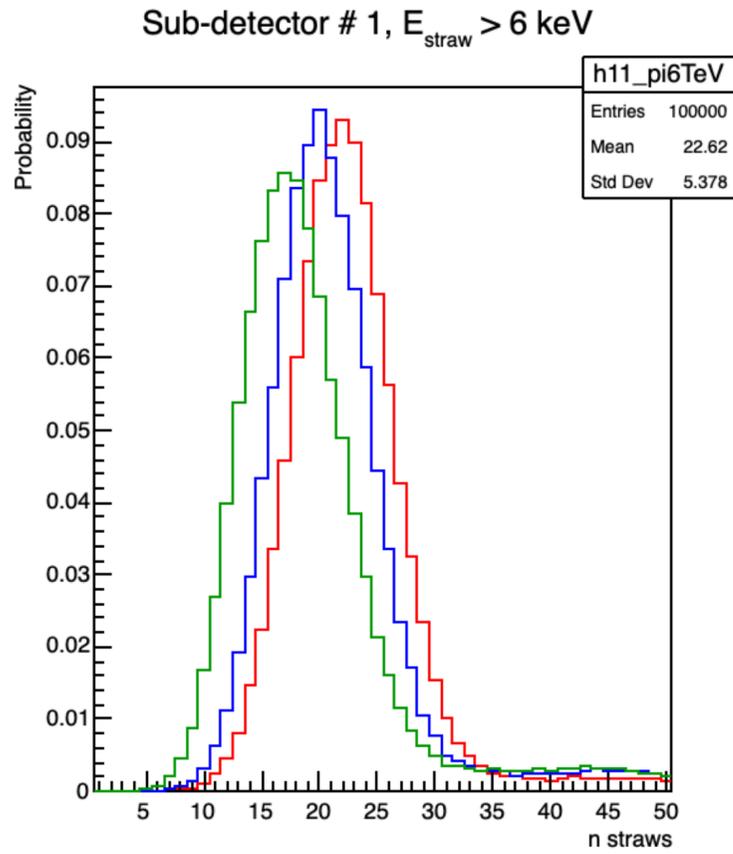
1 TeV

opt0



6 TeV

FTTF_BERT



6 TeV

opt0

