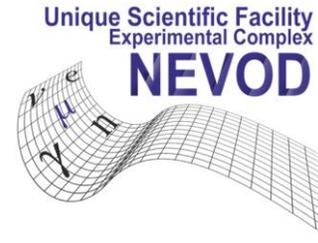


Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»



Использование РУТНІА для ядро-ядерных взаимодействий при моделировании широких атмосферных ливней в CORSIKA

Научный руководитель:

проф., д.ф.-м.н.

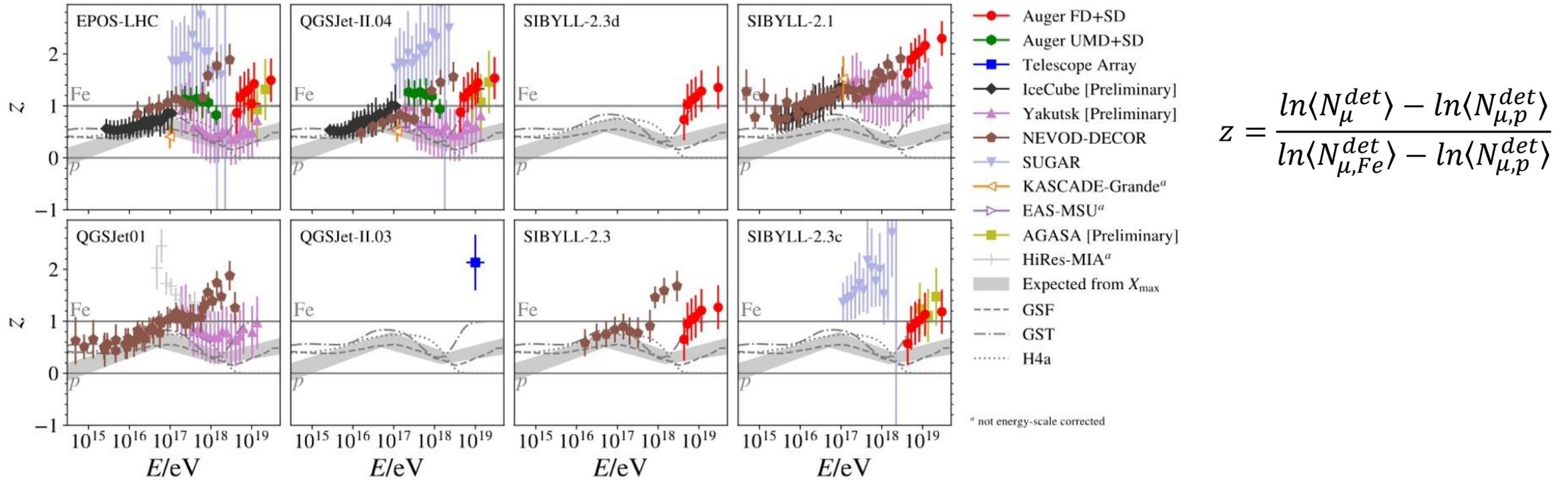
Петрухин А. А.

Студент:

Николаенко Р. В.

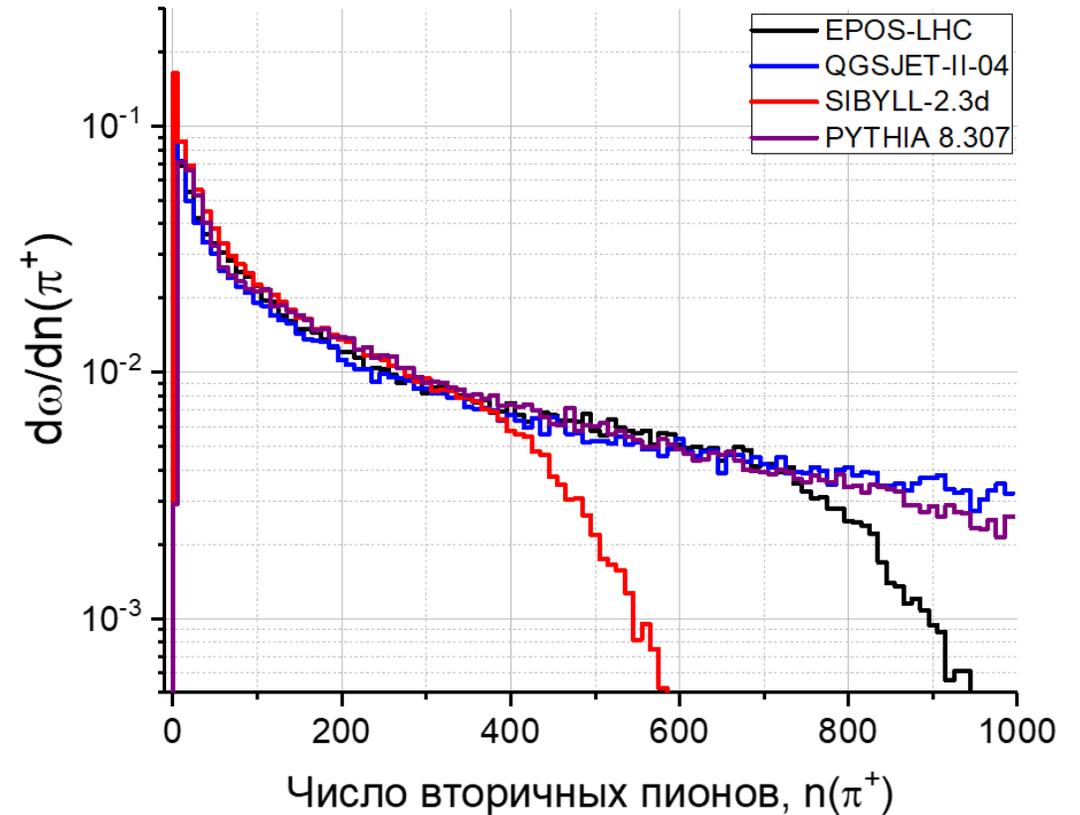
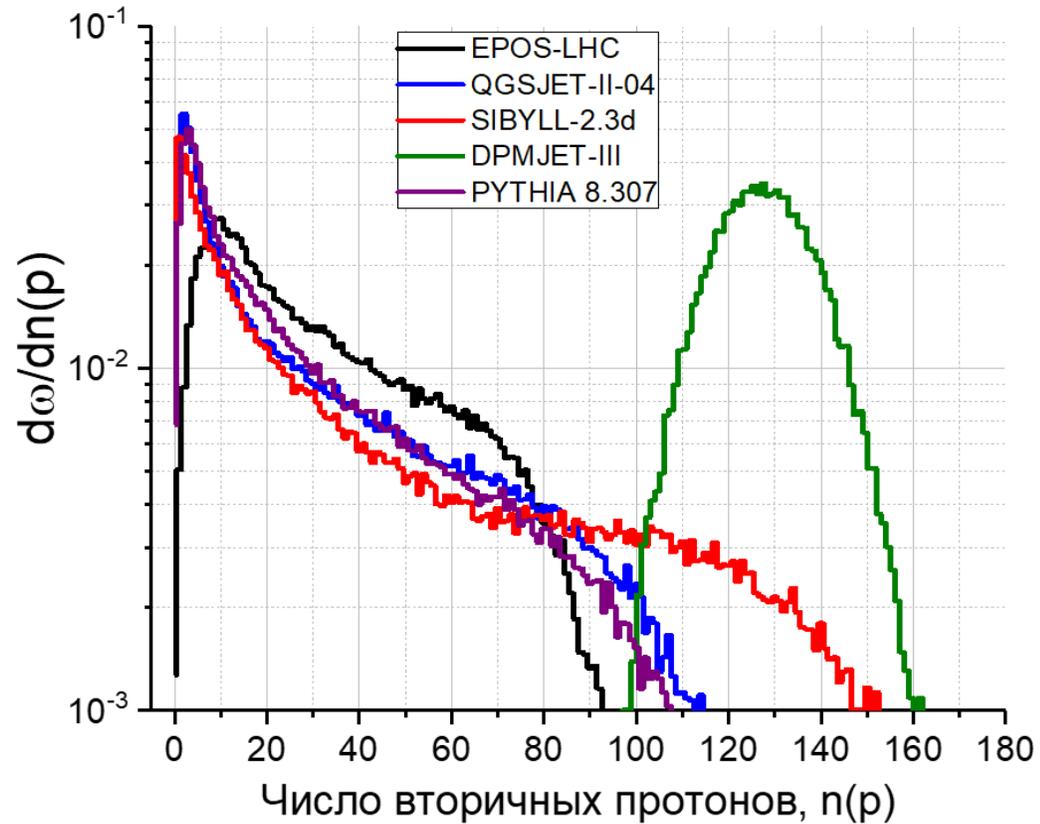
Введение

Программа **CORSIKA** является самым популярным инструментом для моделирования образования и развития широких атмосферных ливней (ШАЛ) в атмосфере Земли.



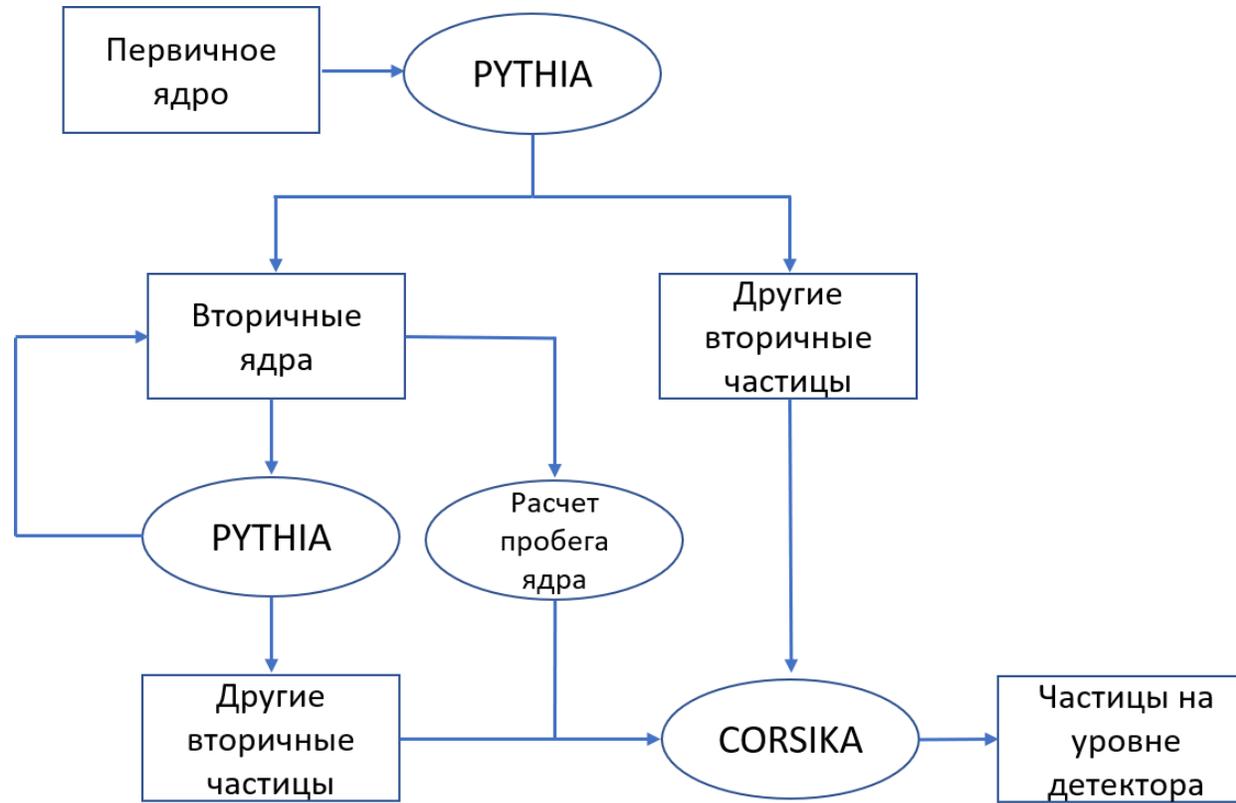
- Возможным решением Мюонной Загадки может быть введение новых физических процессов в ядро-ядерных столкновениях.
- В работе изучается возможность расчета таких взаимодействий при помощи **РУТНIA** в ходе моделирования ШАЛ.
- Программа **РУТНIA** – Монте-Карло генератор событий столкновений частиц высоких энергий.

PYTHIA как генератор столкновений тяжелых ионов



Сравнение распределений по множественности вторичных протонов (слева) и положительных пионов (справа), образованных в столкновениях железо-азот, $E_0 = 10^{18}$ эВ, для генератора PYTHIA и моделей адронных взаимодействий, используемых в CORSIKA.

Создание интерфейса между генератором PYTHIA и программой CORSIKA



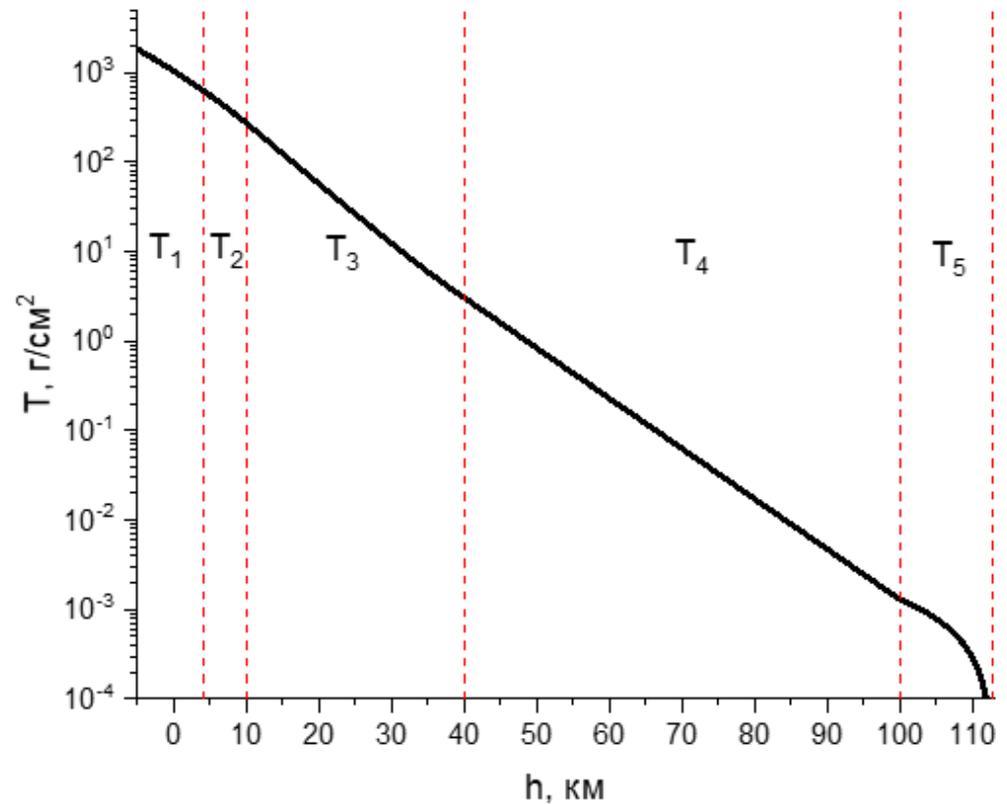
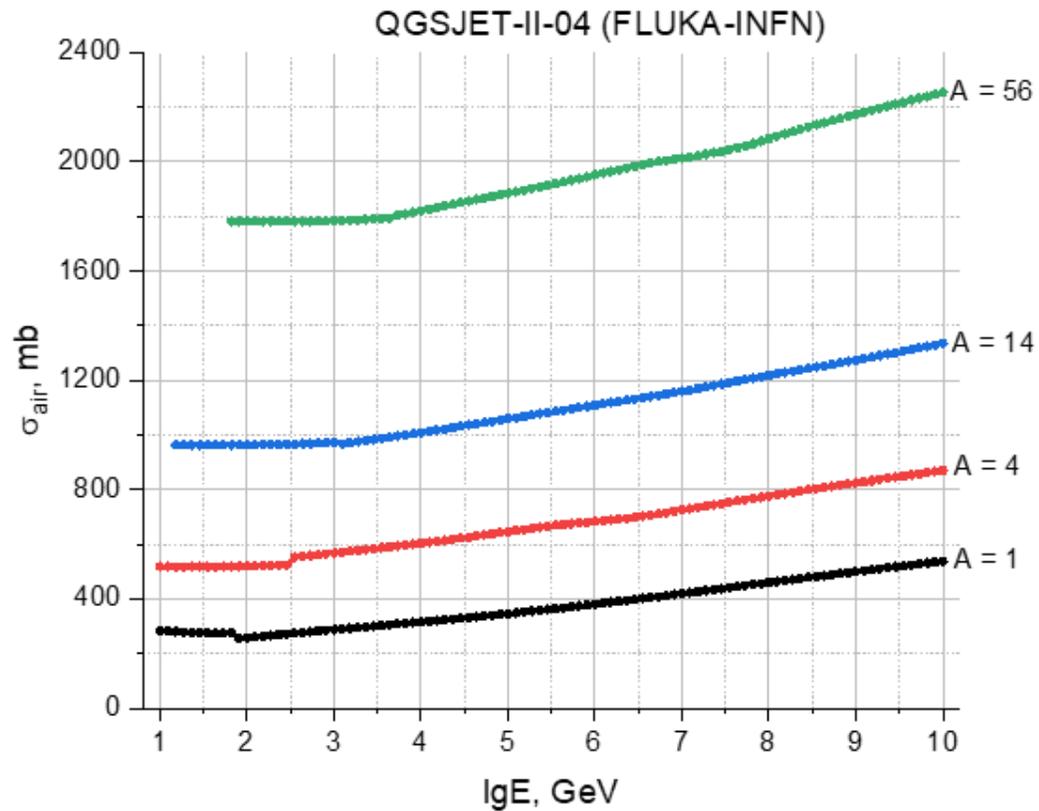
Упрощенная блок-схема интерфейса CORSIKA-PYTHIA.

Создание интерфейса между генератором PYTHIA и программой CORSIKA

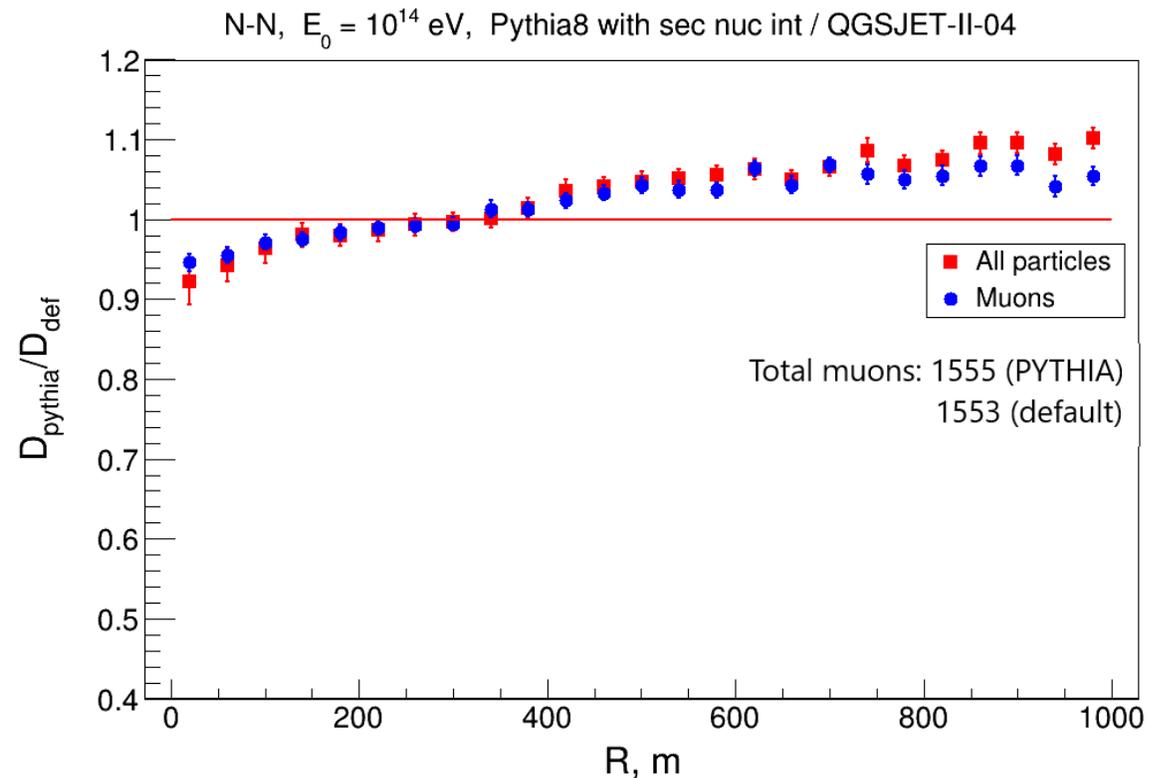
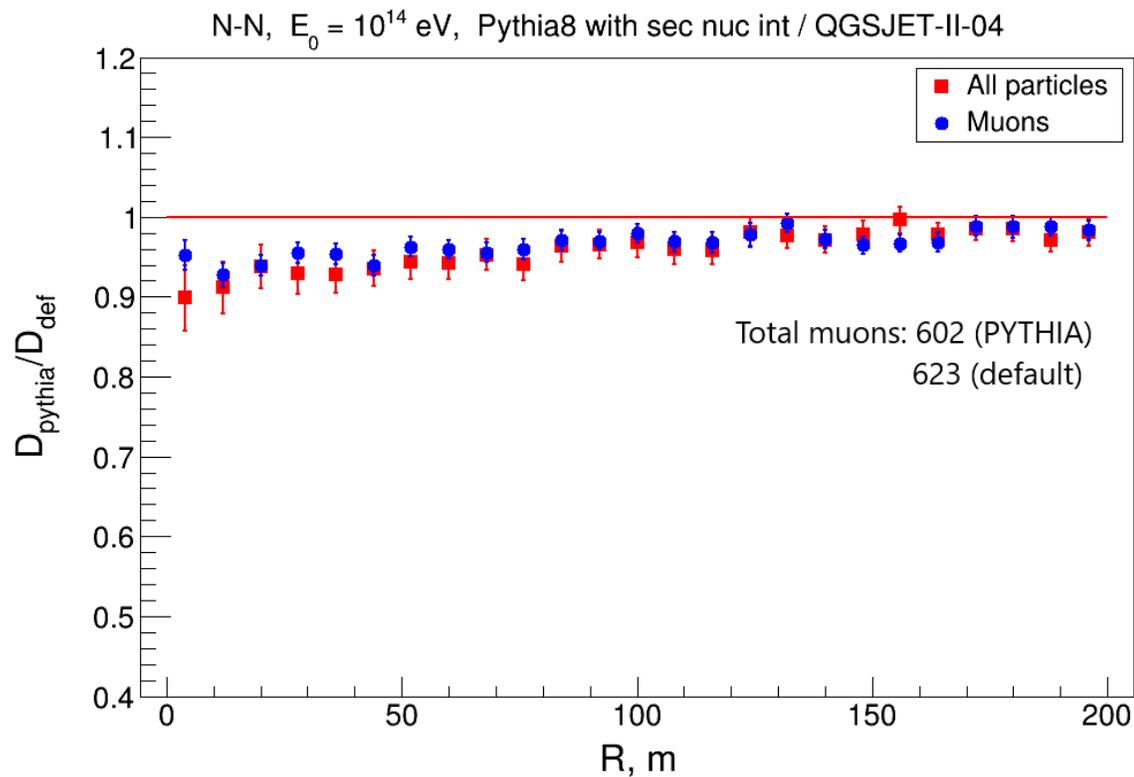
Для расчета средней длины пробега вторичных ядер в атмосфере используется формула

$$\lambda = h_0 - h(T), \quad T = \frac{m_{air}}{\sigma(E) \cdot N_A}, \quad \text{где } h_0 - \text{высота, на которой образовалось ядро, } m_{air} - \text{молярная}$$

масса воздуха в г/моль, E – энергия ядра. Связь между толщиной атмосферы и высотой задается параметризацией Линсли.

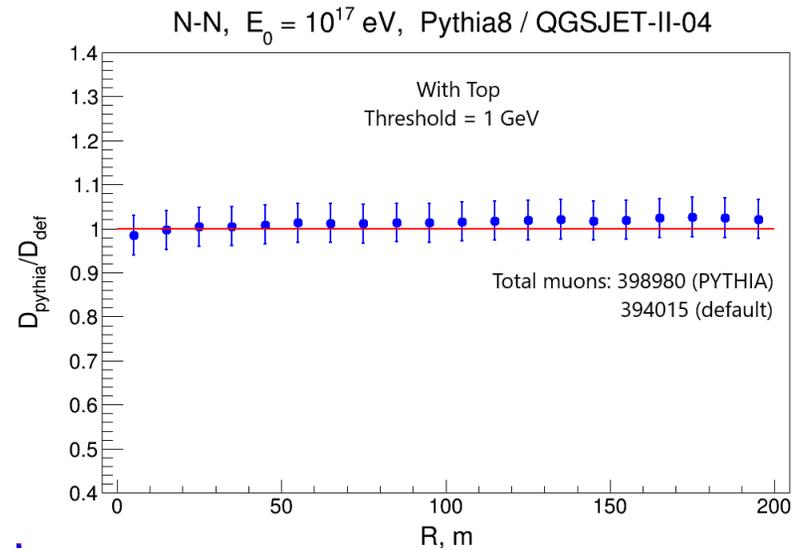
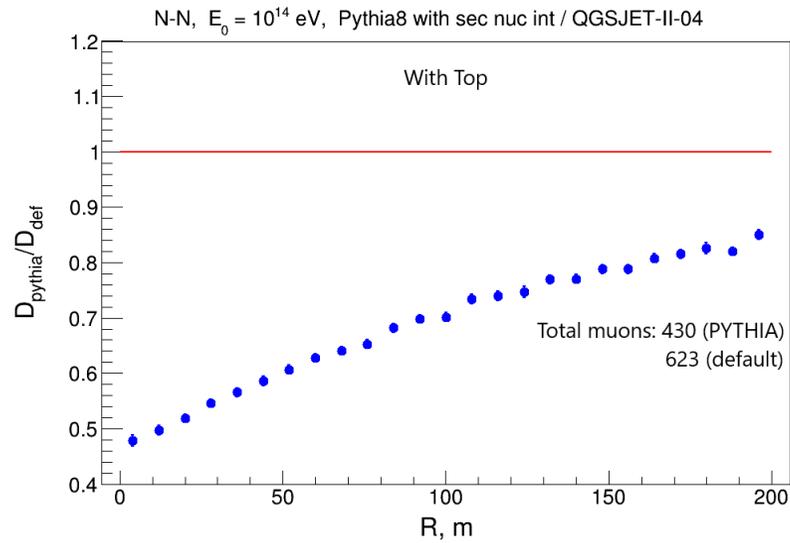
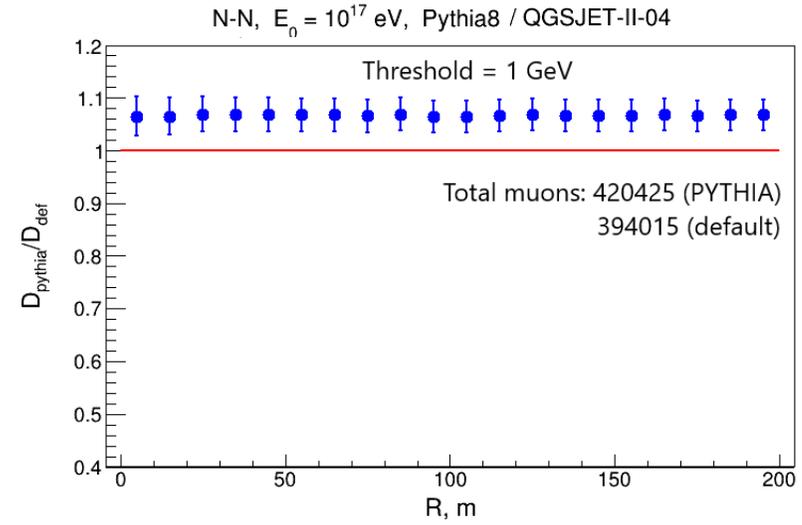
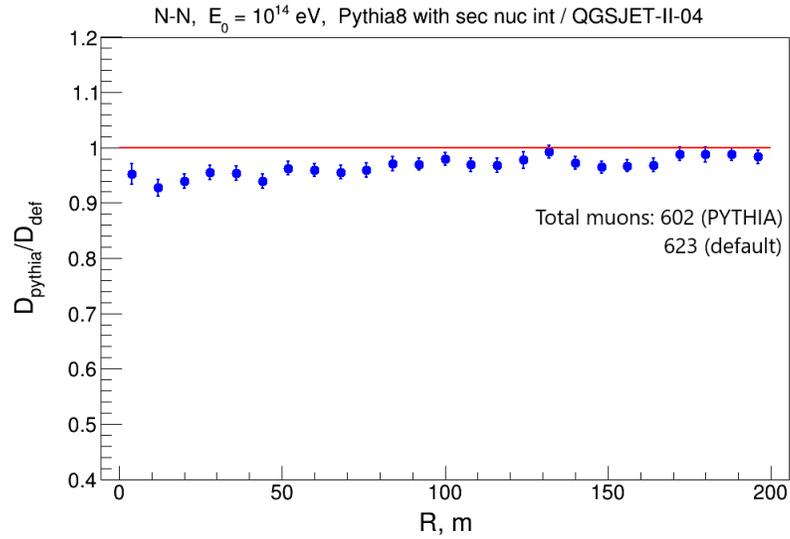


Моделирование ШАЛ при помощи интерфейса CORSIKA-PYTHIA в обычном режиме



D_{pythia} - плотность частиц у поверхности Земли, полученная с использованием интерфейса CORSIKA-PYTHIA.
 D_{def} - плотность частиц, рассчитанная обычным образом.

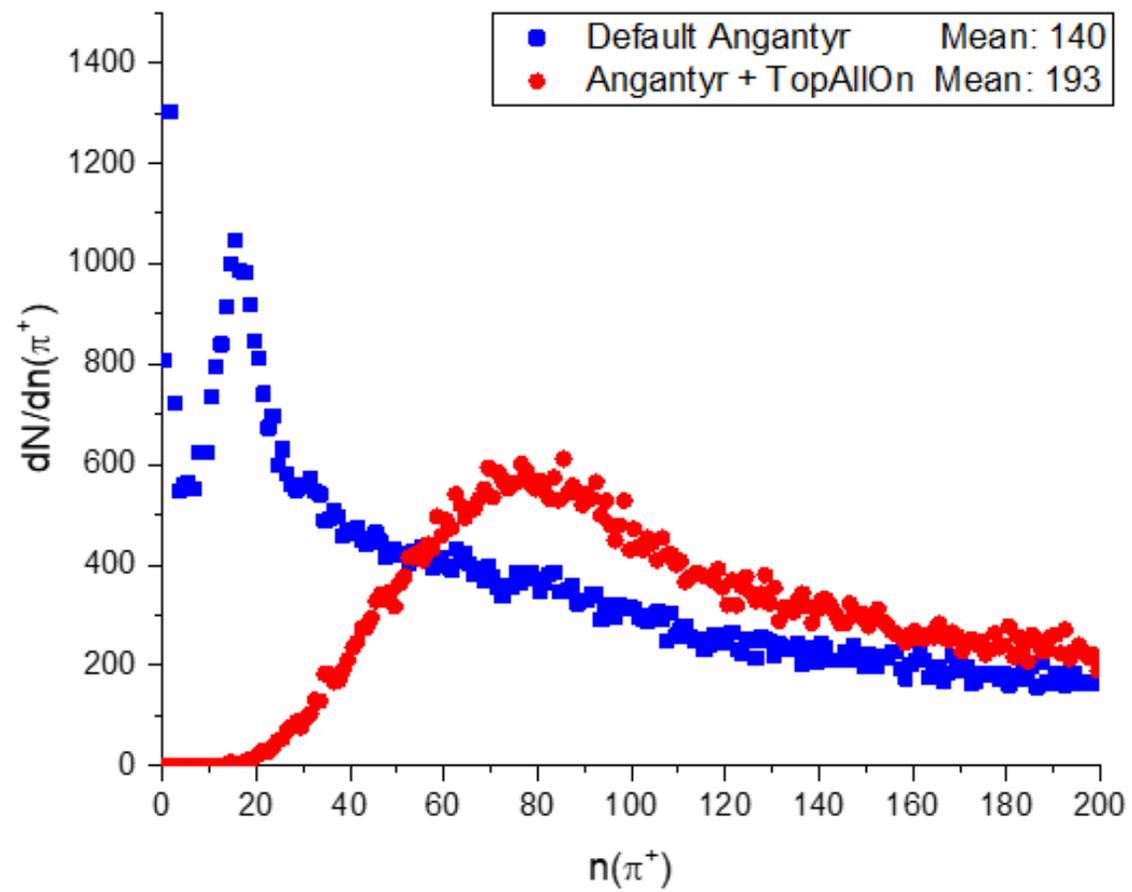
Моделирование с модифицированными параметрами



Заключение

- На основании сравнения характеристик вторичных частиц, образованных в столкновениях ядер в Монте-Карло генераторе PYTHIA, с моделями, используемыми в программе CORSIKA, сделан вывод о применимости PYTHIA для расчета ядро-ядерных взаимодействий при моделировании широких атмосферных ливней в CORSIKA.
- Создан интерфейс для осуществления совместного моделирования, включающий алгоритмы для расчета пробегов вторичных ядер. Проведенное моделирование показало, что функции распределения частиц вблизи поверхности Земли, полученные с использованием интерфейса, мало отличаются от результатов обычного моделирования.
- Проведено пробное моделирование с добавлением процессов образования t-кварков в событиях, генерируемых PYTHIA.

Спасибо за внимание!



Столкновения азот-азот, $E_0 = 10^{18}$ эВ

Тип вторичных частиц	Среднее число частиц				
	EPOS-LHC	QGSJET-II-04	SIBYLL-2.3d	DPMJET-III	PYTHIA
γ от π^0	293	592	153	1835	437
Заряженные пионы	295	571	137	1495	367
Нейтральные каоны	38.7	67.7	28.9	123	39.6
Заряженные каоны	39.7	68.1	28.9	125	40.1
Нуклоны	33.6	41.3	38.6	115	34.1
Антинуклоны	18.6	30.8	26.1	88.9	25.6
Ядра ($A \geq 2$)	0.37	1.42	1.03	0	1.96

