



Национальный исследовательский ядерный университет  
«МИФИ»

Кафедра физики элементарных частиц №40



Научная исследовательская работа студента на тему:

# Программный пакет STARlight

Работа  
студента 3-ого курса  
Захарова Арсения  
Михайловича  
ИЯФит

г. Москва 2021

# Что такое STARlight?

STARlight - это Монте-Карло генератор, моделирующий двухфотонное и фотон-померонное взаимодействие между релятивистскими ядрами и протонами.

Данная программа была написана специально для образования частиц в ультрапериферических взаимодействиях при энергиях RHIC для эксперимента STAR. Программный пакет учитывает возможность перехода ядра из основного состояния в возбужденное при обмене дополнительным фотоном. В программе также разыгрывается распад частиц по двухчастичному каналу, с учетом мод распада данной частицы.

# Возможности STARlight

Vector Meson Channels		Two-Photon Channels	
Particle	Jetset ID	Particle	Jetset ID
$\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$	113	$e^+e^-$ pair	11
$\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ and direct $\pi^+\pi^-$ production, including the interference.	913	$\mu^+\mu^-$ pair	13
$\omega \rightarrow \pi^+\pi^-$	223	$\tau^+\tau^-$ pair	15
$\phi \rightarrow K^+K^-$	333	$\tau^+\tau^-$ pair, polarized decay	10015*
$J/\psi \rightarrow e^+e^-$	443011	$\rho^0$ pair	33
$J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$	443013	$a_2(1320)$ decayed by PYTHIA	115
$\Psi(2S) \rightarrow e^+e^-$	444011	$\eta$ decayed by PYTHIA	221
$\Psi(2S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	444013	$f_2(1270)$ decayed by PYTHIA	225
$Y(1S) \rightarrow e^+e^-$	553011	$\eta'$ decayed by PYTHIA	331
$Y(1S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	553013	$f_2(1525) \rightarrow K^+K^-(50\%), K^0\bar{K}^0(50\%)$	335
$Y(2S) \rightarrow e^+e^-$	554011	$\eta_c$ decayed by PYTHIA	441
$Y(2S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	554013	$f_0(980)$ decayed by PYTHIA	9010221
$Y(3S) \rightarrow e^+e^-$	555011		
$Y(3S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	555013		
$\rho' \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$	999		

# Поставленные задачи

Задача 1:

Ознакомление с программным пакетом. Симуляция 10.000 распадов  $\rho_0 \longrightarrow \pi^+\pi^-$  с построением характерных гистограмм;

Задача 2:

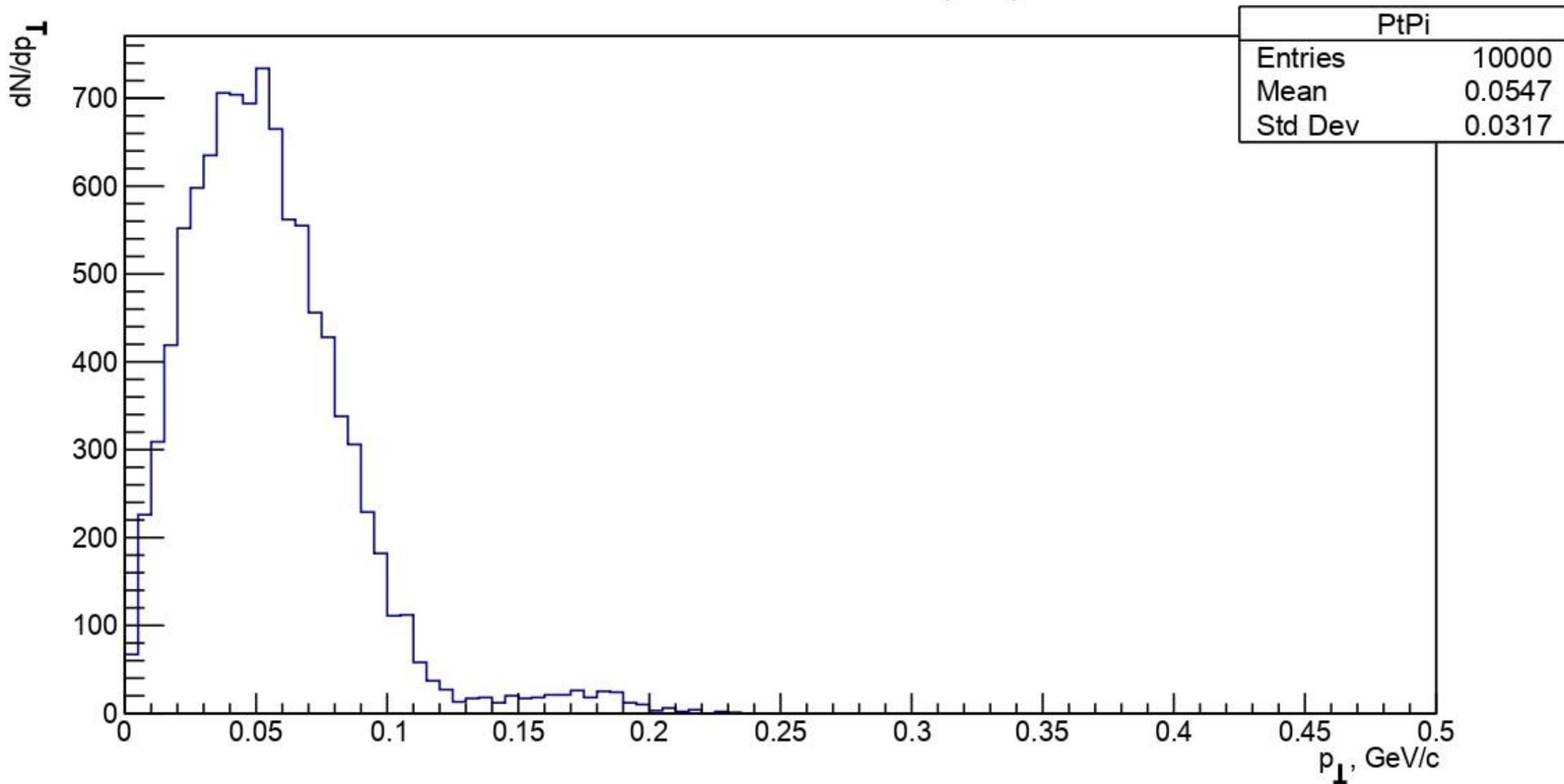
Введение нового канала распада  $\varphi \longrightarrow K_S^0 K_L^0$  с дальнейшим распадом  $K_S^0 \longrightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$  для проведения полного

моделирования двухэтапного распада  $\varphi \longrightarrow K_L^0 K_S^0 \longrightarrow \pi^+\pi^-\pi^0 K_L^0$ .

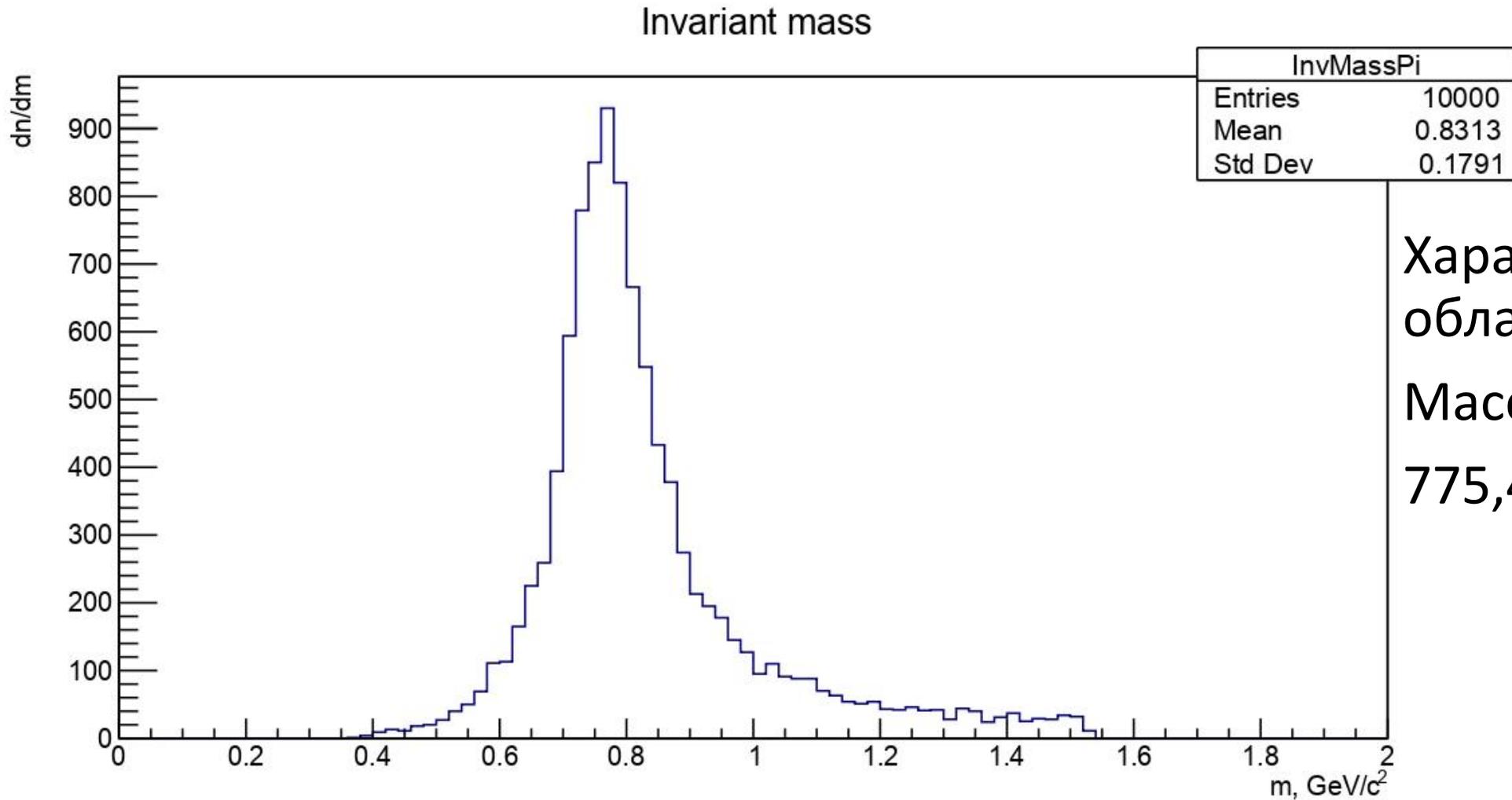
Полный анализ распада; Построение характерных гистограмм и сравнение результатов с экспериментальными данными, полученными с детекторов ATLAS

# Поперечный импульс пары пионов

Transverse momentum pi+/pi-



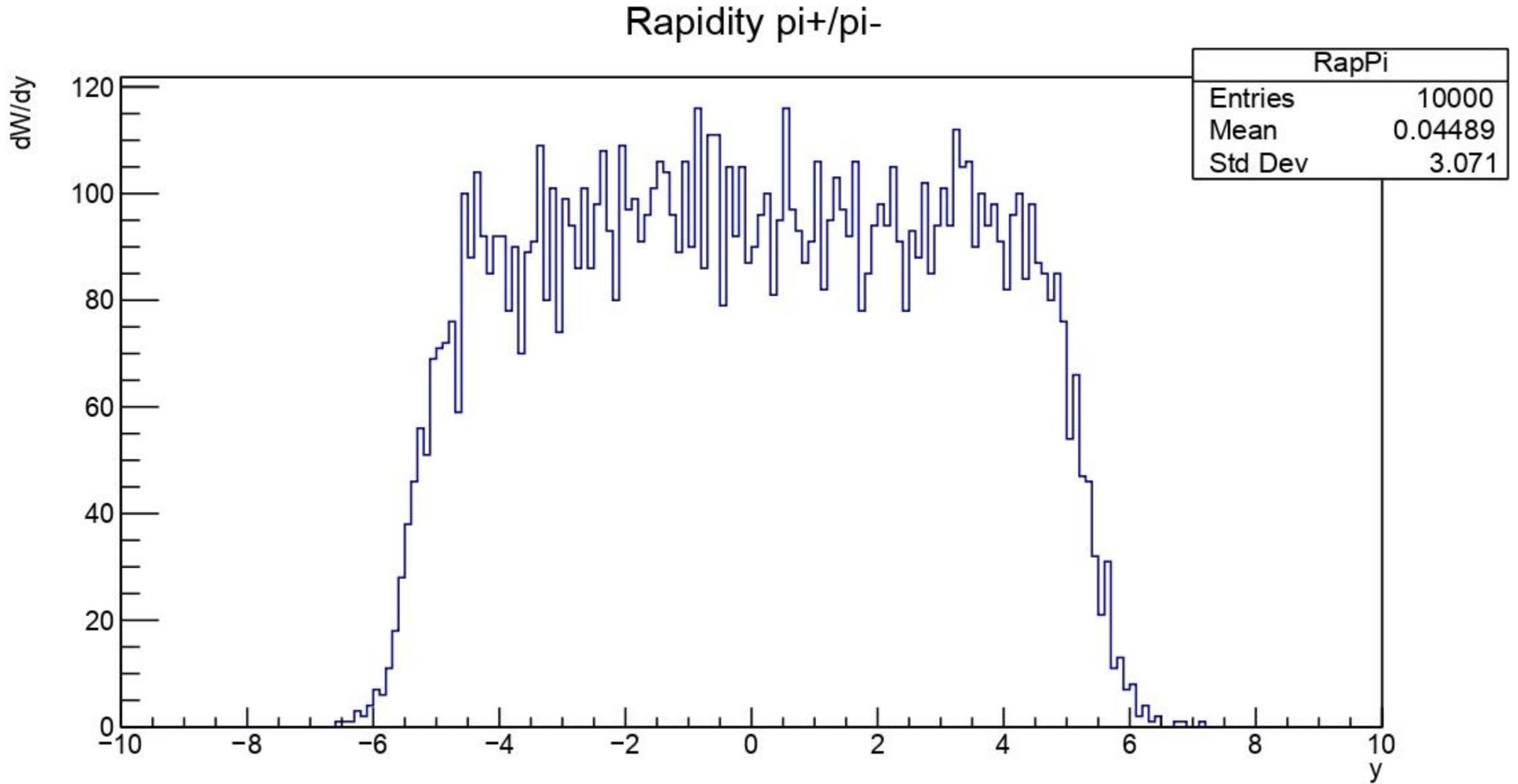
# Инвариантная масса пионов



Характерный пик в области  $0.8 \text{ GeV}/c^2$

Масса покоя для  $\rho^0 = 775,49 \pm 0,34 \text{ MeV}$

# Распределение быстроты пионов



## Задание 2. Параметры

Среднее время жизни каонов

Долгоживущий:  $t = (5.116 \pm 0.021) \times 10^{-8} \text{ sec}$

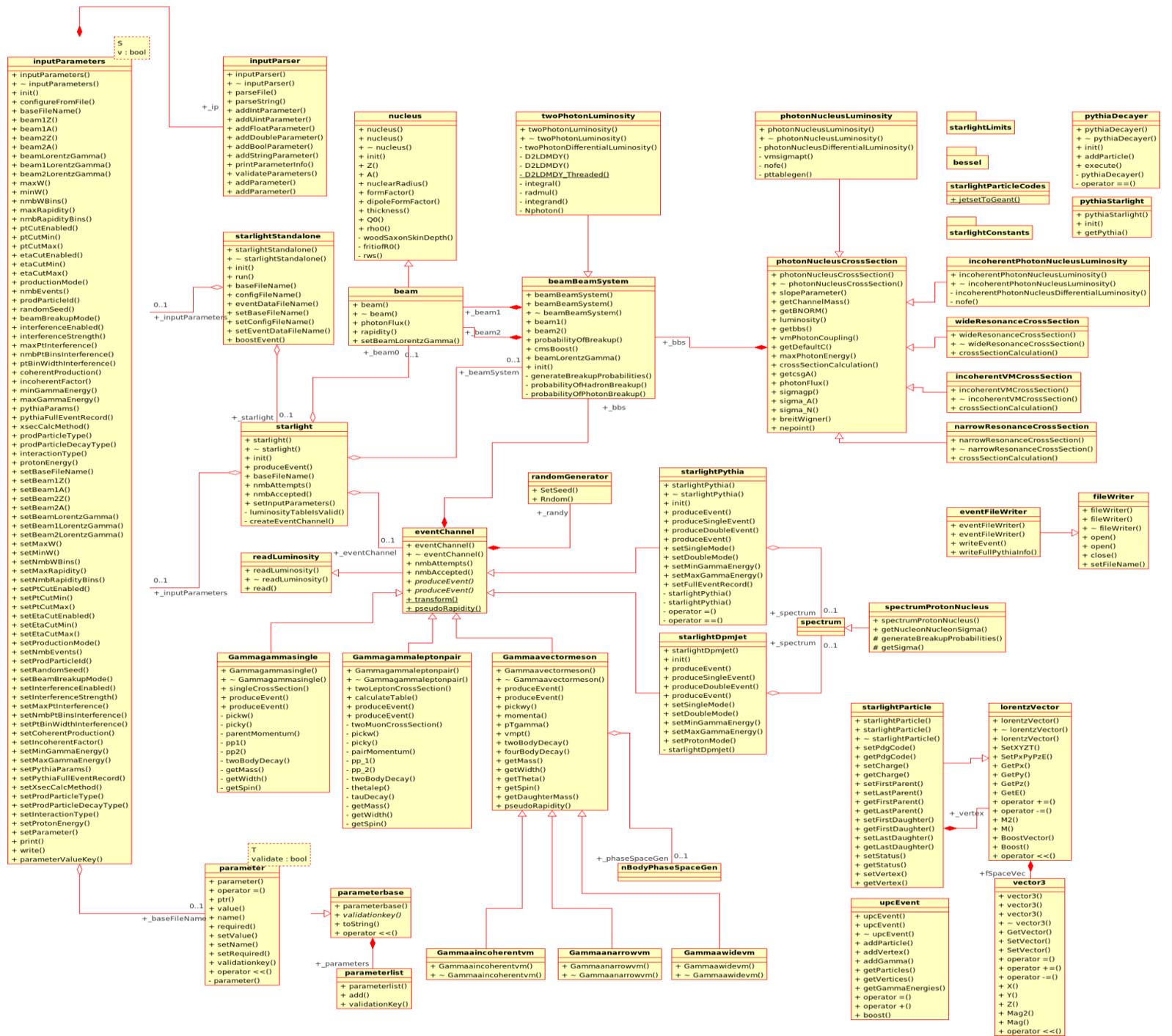
Короткоживущий:  $t = (8.954 \pm 0.004) \times 10^{-11} \text{ sec}$

Массы каонов:  $M(K_L) = M(K_S) = 0.497614 \text{ GeV}/c^2$

Масса фи мезона:  $M(\phi) = 1.019461 \text{ GeV}/c^2$

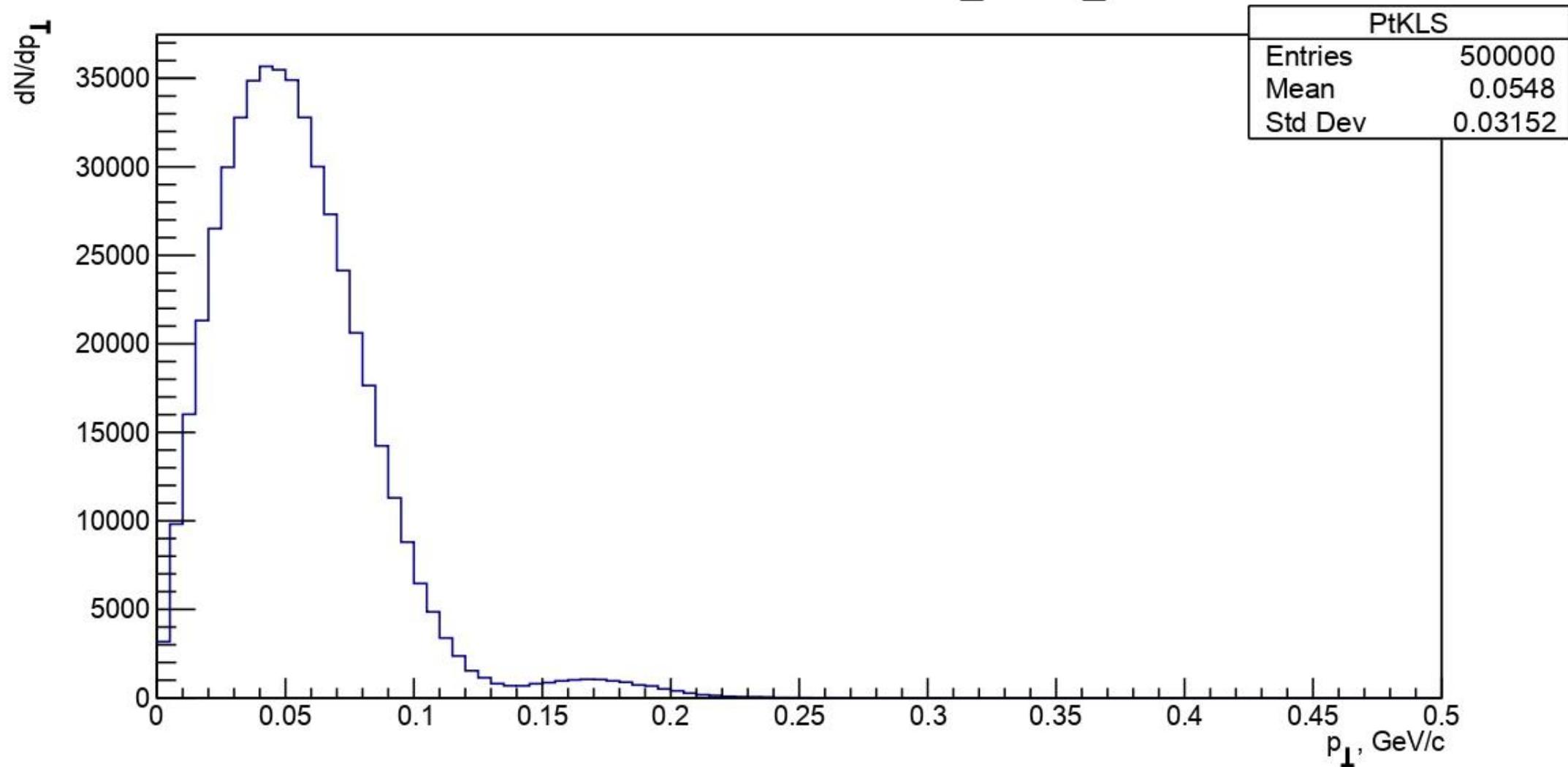
«Коэффициент ветвления» или branching ratio:  $\text{PhiBrKLKS} = 0.342$

# Классовая диаграмма связи всех файлов (от входных до выходных) внутри STARlight



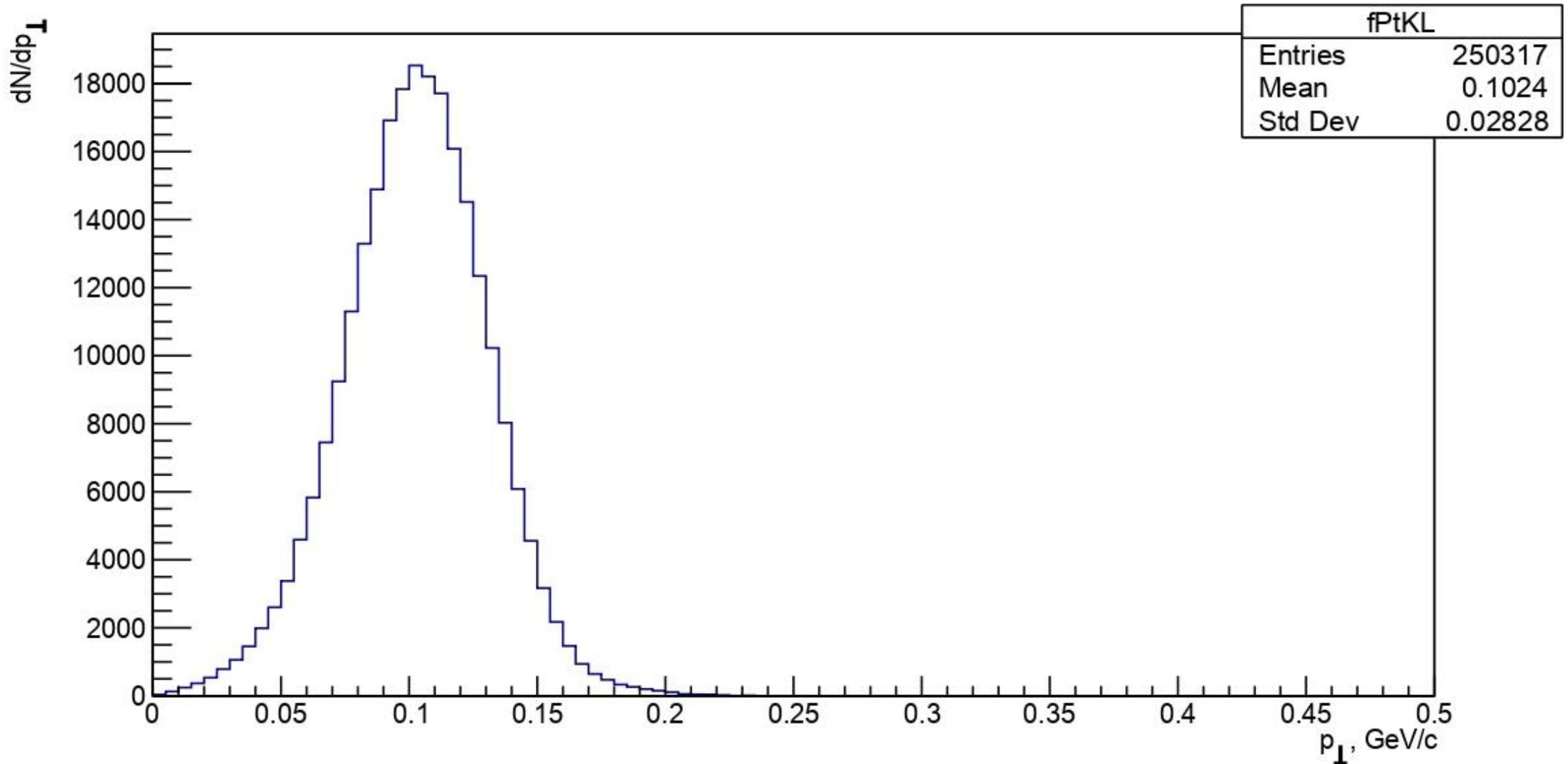
# Поперечный импульс пары каонов

Transverse momentum K<sup>0</sup>\_L/K<sup>0</sup>\_S



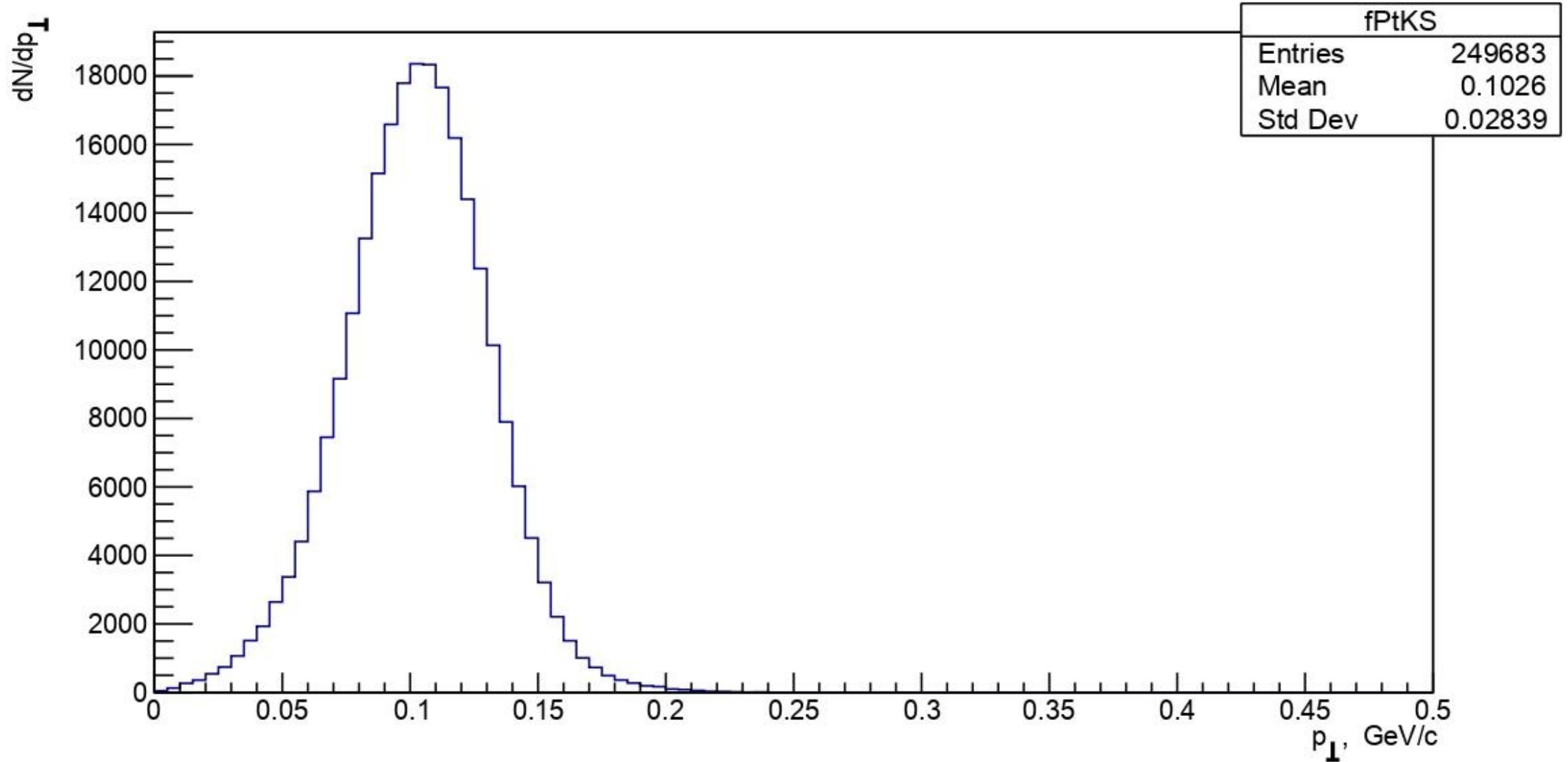
# Поперечный импульс долгоживущего каона

Transverse momentum track 1



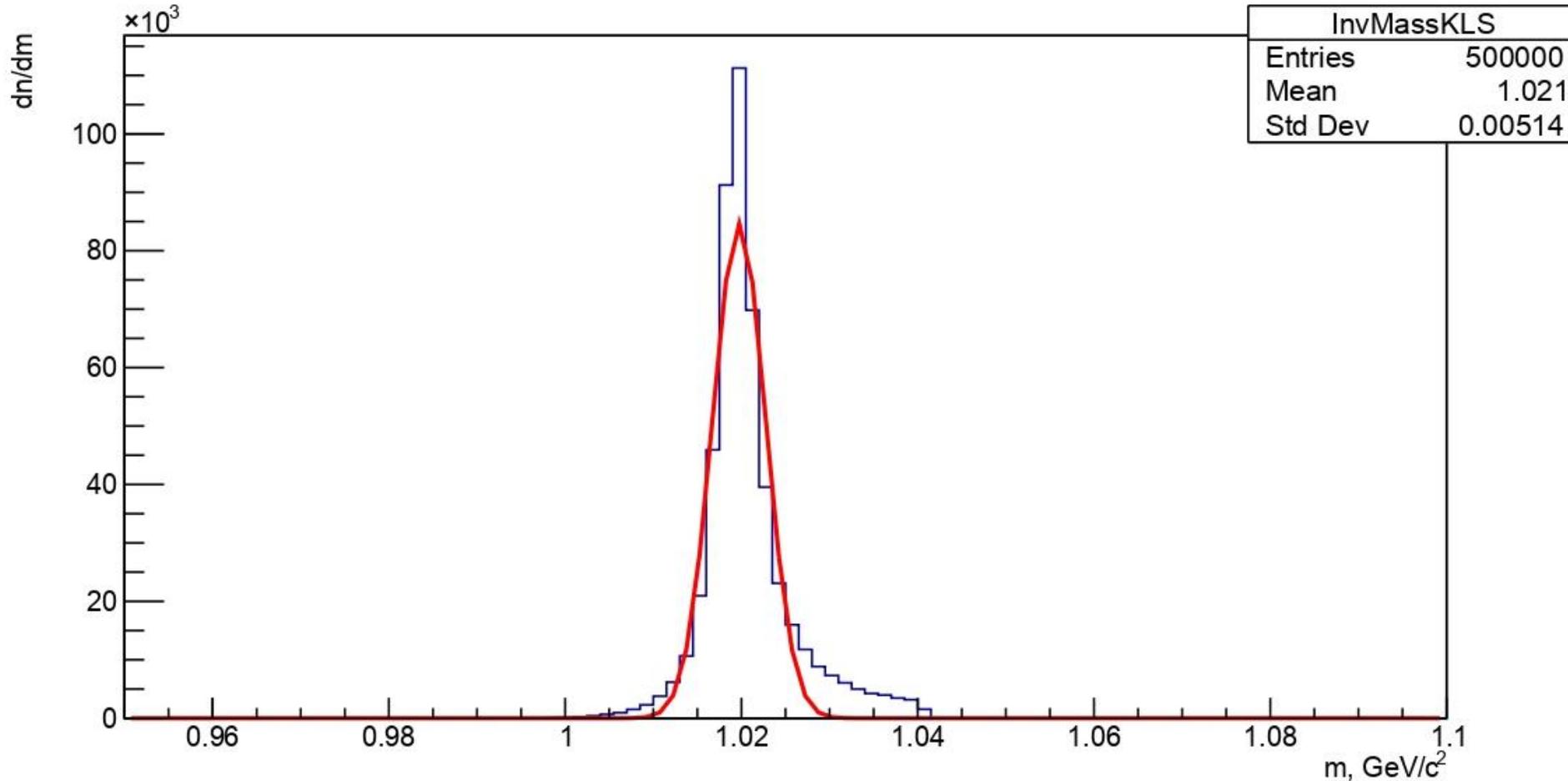
# Поперечный импульс короткоживущего каона

Transverse momentum track 2



# Инвариантная масса каонов

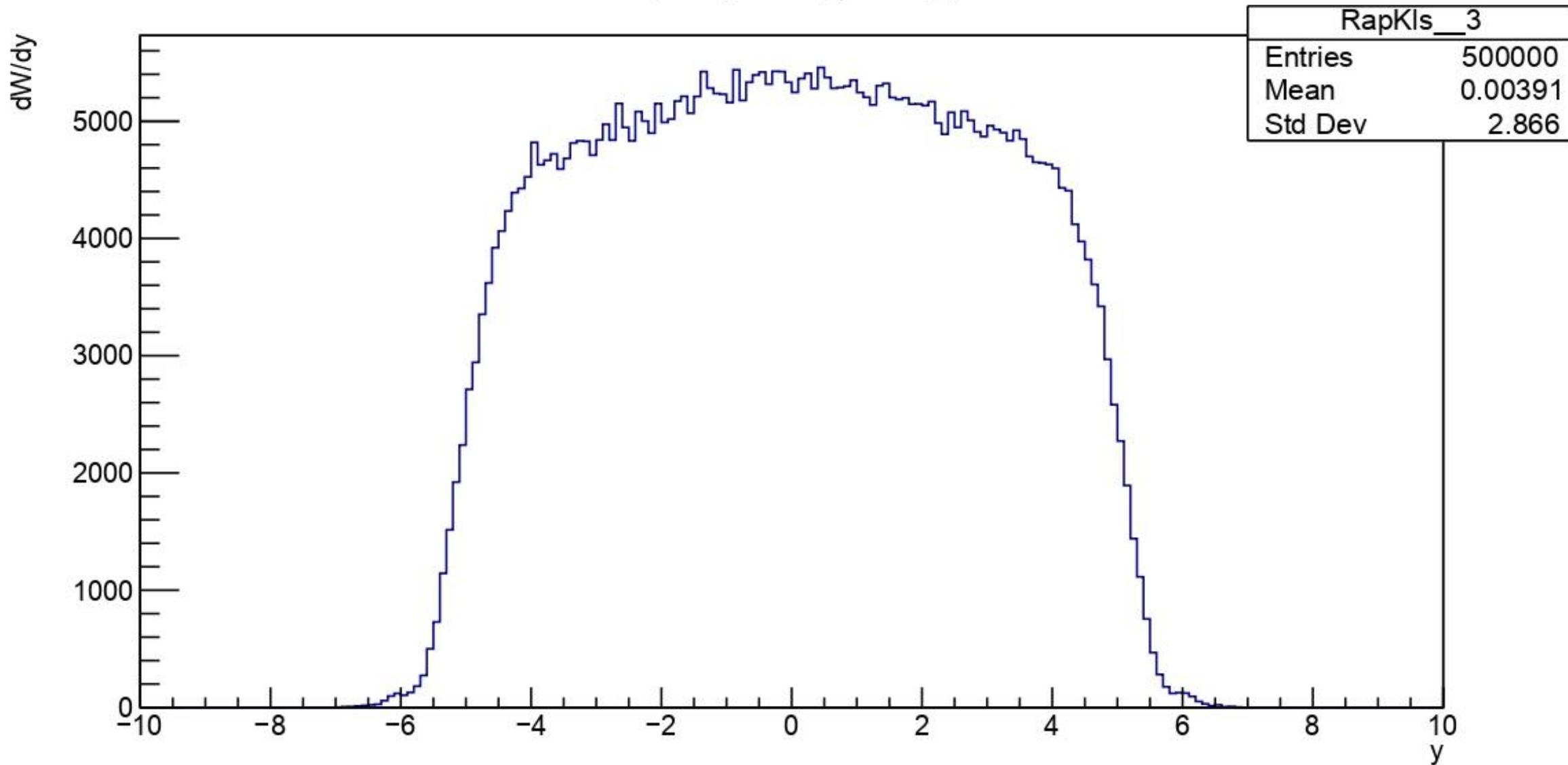
Invariant mass



EXT NO.	PARAMETER NAME	VALUE	ERROR	STEP SIZE	FIRST DERIVATIVE
1	Constant	8.45814e+04	2.16362e+02	7.32387e-01	4.71776e-07
2	Mean	1.01974e+00	4.91695e-06	-1.07198e-08	-1.13199e+01
3	Sigma	3.01502e-03	6.17202e-06	-1.32927e-06	-1.82702e-02

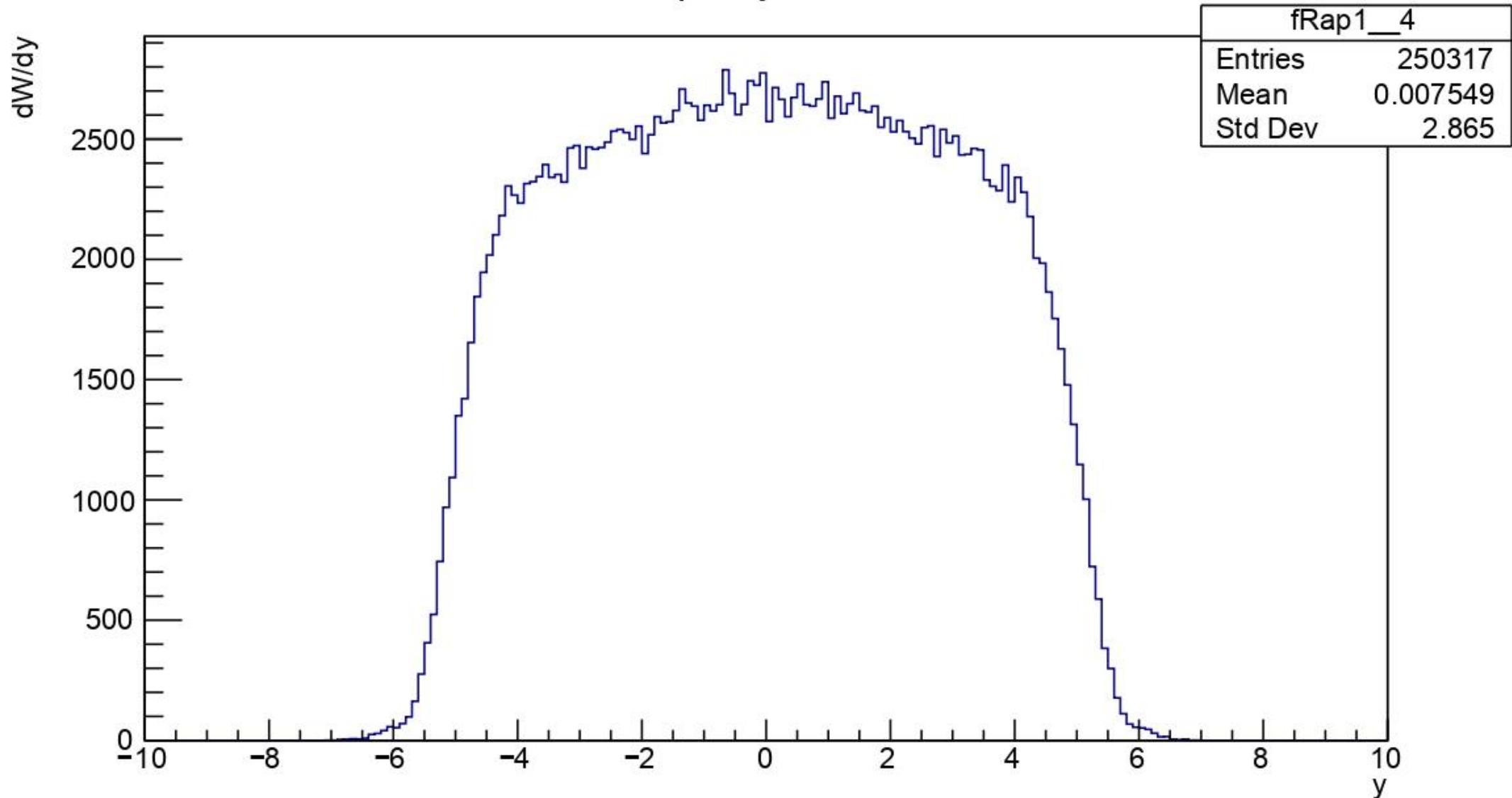
# Распределение быстроты каонов

Rapidity  $K^0_L/K^0_S$



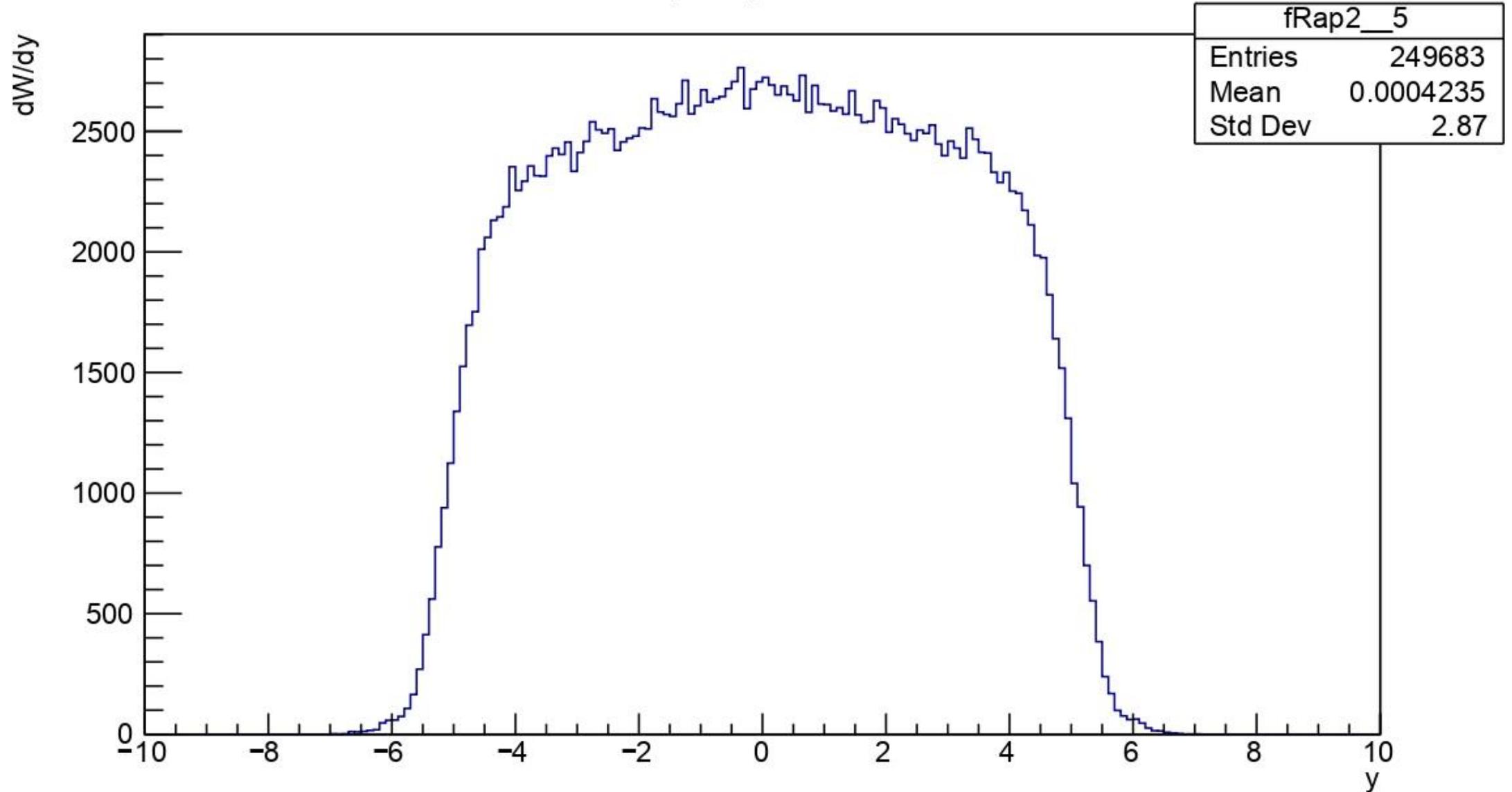
# Распределение быстроты долгоживущего каона

Rapidity track 1



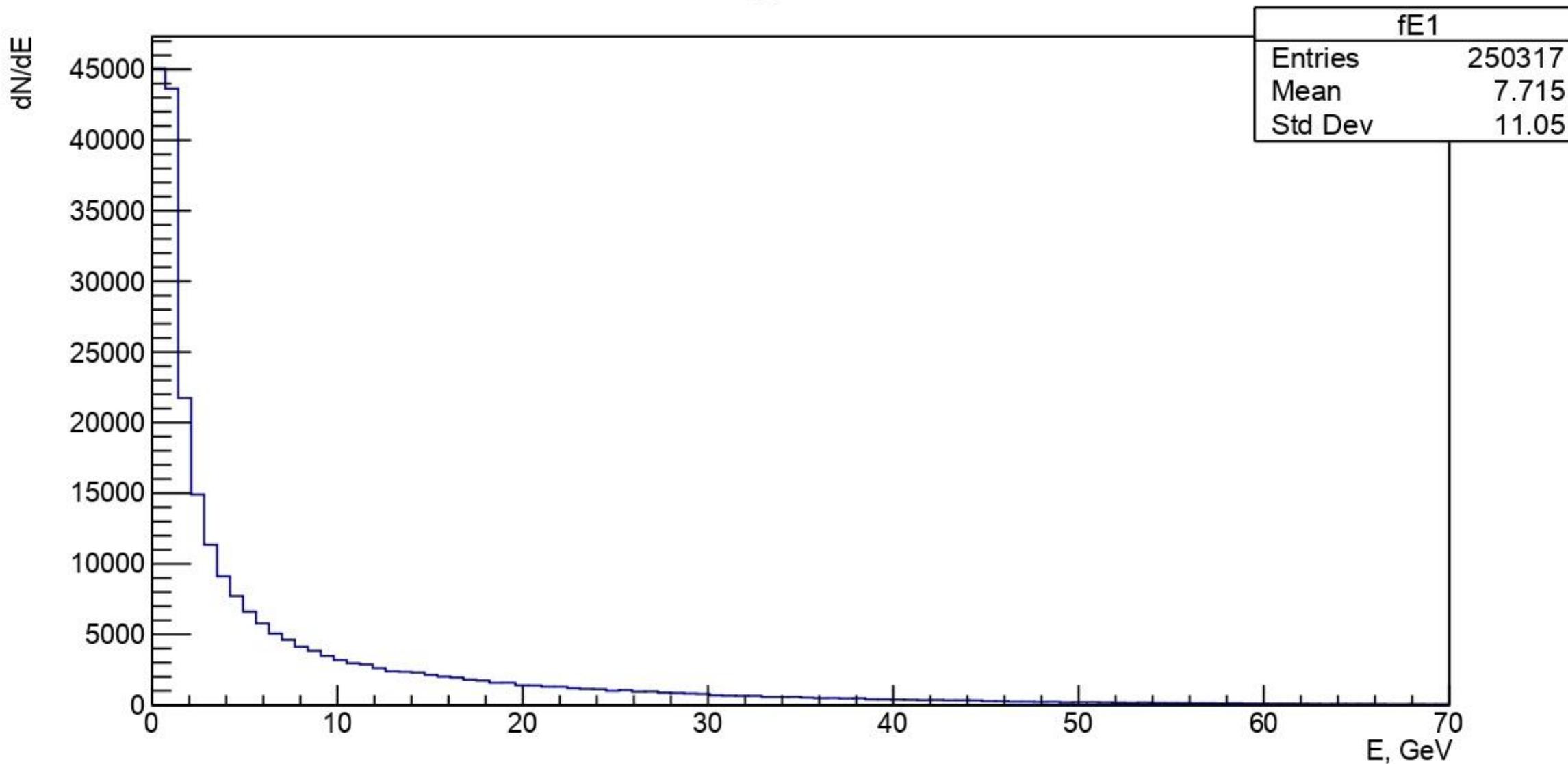
# Распределение быстроты короткоживущего каона

Rapidity track 2



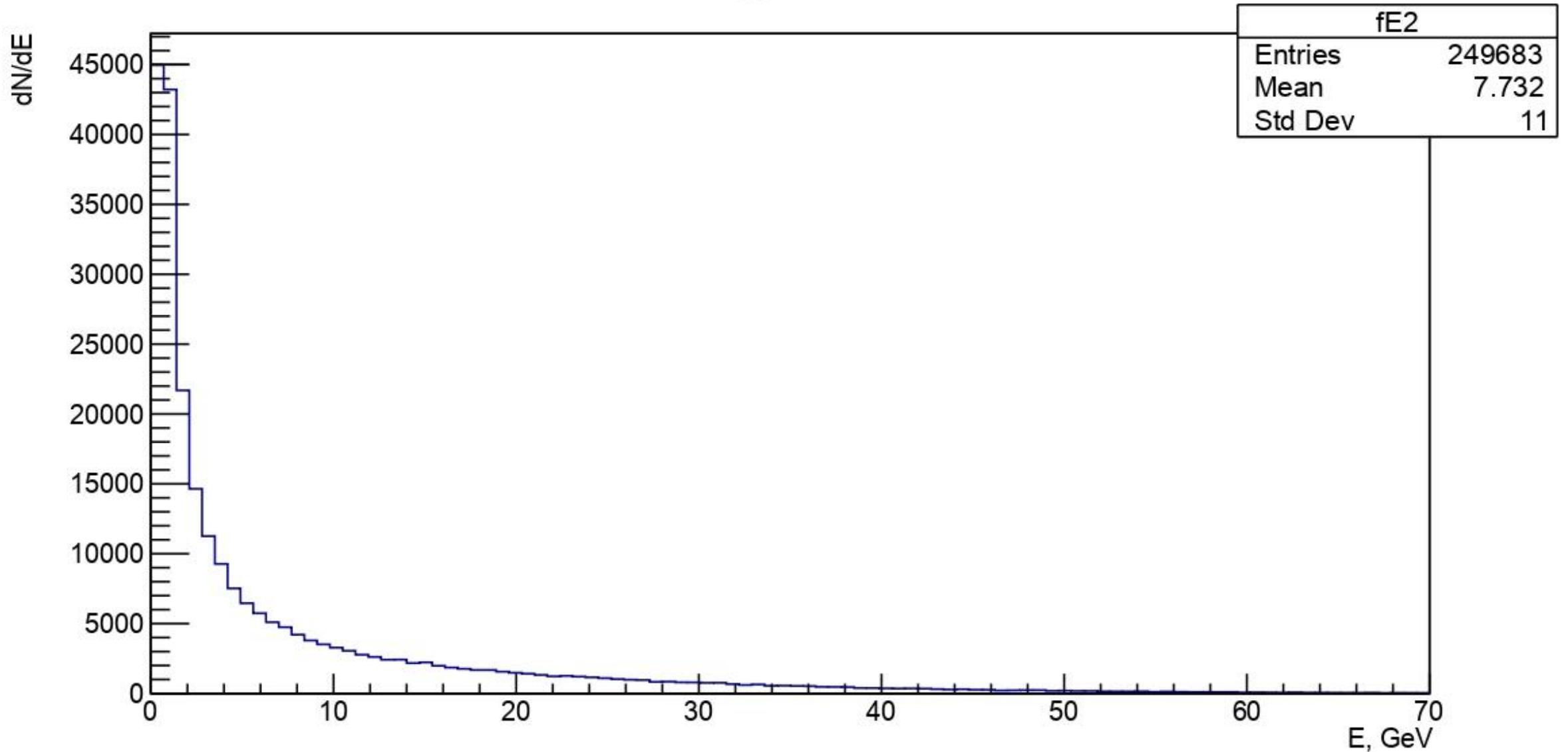
# Распределение энергии долгоживущего каона

Energy of track 1



# Распределение энергии короткоживущего каона

Energy of track 2



# Заключение

Сейчас:

- Теоретические сведения о программном пакете STARLight уже были освещены;
- Первое задание с практическим ознакомлением выполнено;
- Включен новый канал распада;
- Построены характерные гистограммы для нового канала;
- Прodelана симуляция, оцифровка и рекомбинация сторонних файлов;

В планах:

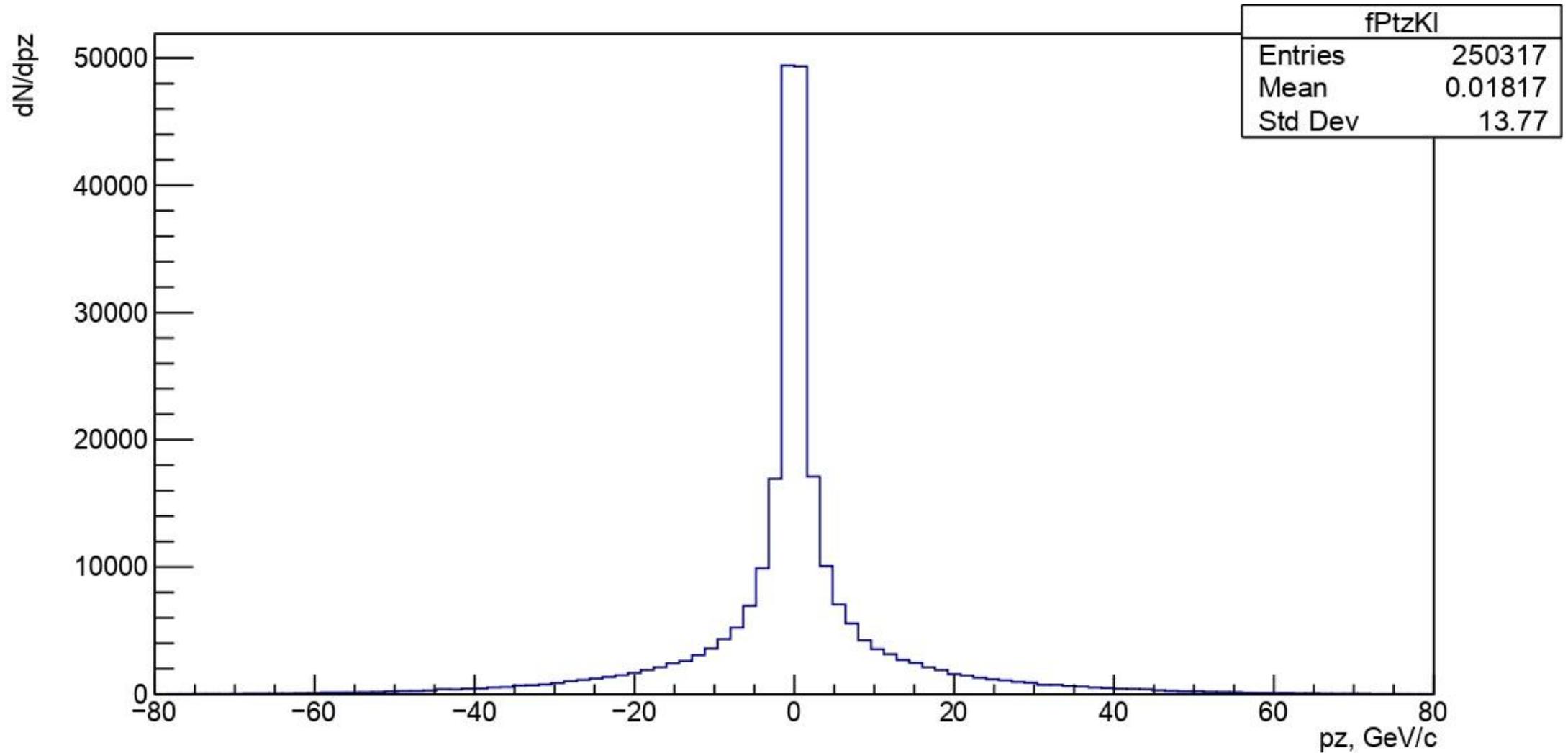
- Написание (или использование уже существующего) скрипта перевода данных из формата HERVТ в HerMC для подстановки выходных данных в Athena и доведение до конца двухэтапного распада;
- Сравнение итоговых данных с полученными в ходе экспериментов

**Спасибо за внимание!**

Дополнительные слайды

# Поперечный импульс по оси z долгоживущего каона

Transverse momentum z axis track 1



# Поперечный импульс по оси z короткоживущего каона

Transverse momentum z axis track 2

