

Институт ядерной физики и технологий  
Кафедра №40 «Физика элементарных частиц»

# ИЗУЧЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПАРЫ ЛЕГКИХ ВЕКТОРНЫХ МЕЗОНОВ В УЛЬТРАПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА ATLAS

Научный руководитель С.Л.Тимошенко  
к.ф.-м.н., доц.

Студент

А.Э. Дадашова

Цель работы - изучение образования пары  $\rho^0$  в УПС, модуляция этого процесса с помощью Монте-Карло генератора **STARLIGHT**.

Что такое УПС(ультрапериферические столкновения)?

Столкновения с прицельным параметром большим, чем сумма радиусов налетающих частиц.

Электромагнитные взаимодействия доминируют над сильными

Происходят когерентные фотон-фотонные, померон-померонные и померон-фотонные взаимодействия ядер.

Условие когерентности фотонов ограничивает кинематические характеристики образующихся частиц, поэтому одним из критериев отборов событий, произошедших в результате УПС, является ограничение на поперечный импульс рожденных частиц, что соответствует области его малых значений

В результате УПС рождаются векторные мезоны, в том числе и  $\rho^0$  мезон

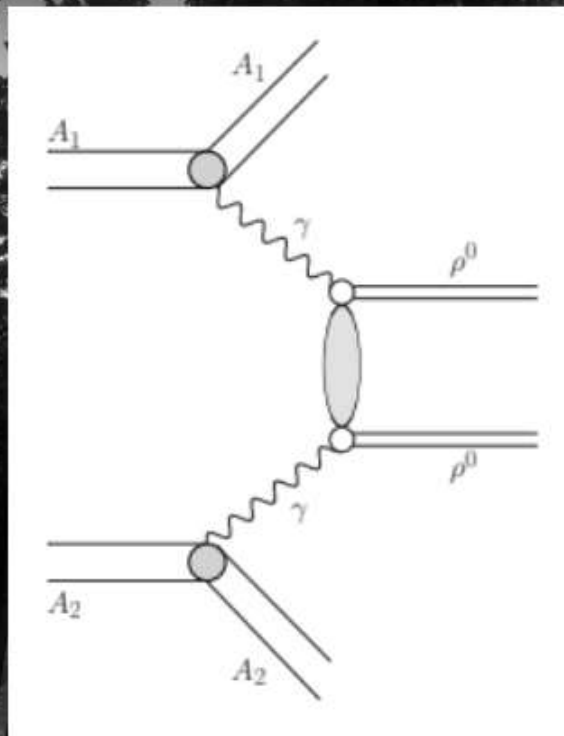
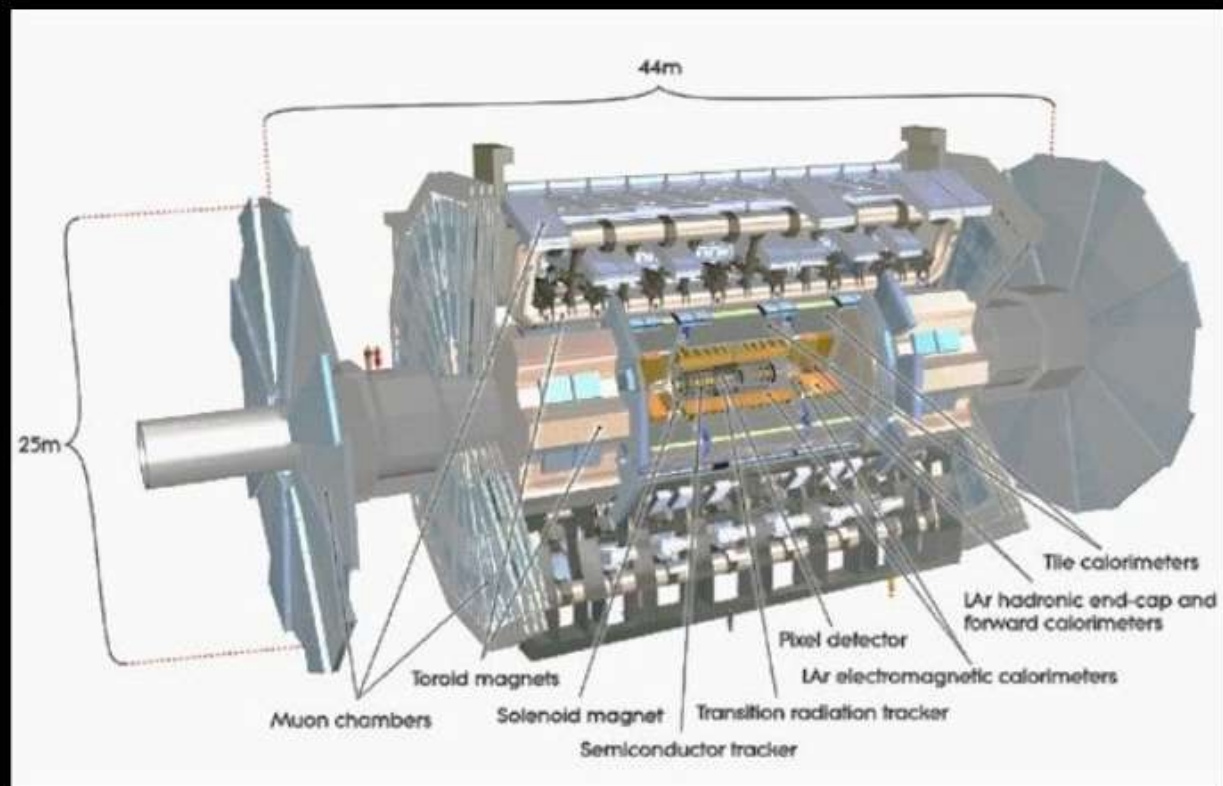


Диаграмма образования пары  $\rho^0$  в УПС

Одним из экспериментов, занимающихся исследованием взаимодействий тяжелых ионов, является эксперимент **ATLAS**.



Общий вид детектора ATLAS

# Монте-Карло генераторы

Для максимально близкого к действительности моделирования различных видов столкновений разработано большое количество программ, основанных на Монте-Карло методе случайных событий, именуемыми Монте-Карло генераторами (MC).

В данной работе используется Монте-Карло генератор STARLIGHT, который позволяет провести интересующую нас модуляцию двухфотонного взаимодействия между релятивистскими тяжелыми ядрами в УПС при энергиях, достигаемых на БАК

Two-Photon Channels	
Particle	Jetset ID
$e^+e^-$ pair	11
$\mu^+\mu^-$ pair	13
$\tau^+\tau^-$ pair	15
$\tau^+\tau^-$ pair, polarized decay	10015*
$\rho^0$ pair	33
$a_2(1320)$ decayed by PYTHIA	115
$\eta$ decayed by PYTHIA	221
$f_2(1270)$ decayed by PYTHIA	225
$\eta'$ decayed by PYTHIA	331
$f_2(1525) \rightarrow K^+K^-(50\%), K^0\bar{K}^0(50\%)$	335
$\eta_c$ decayed by PYTHIA	441
$f_0(980)$ decayed by PYTHIA	9010221

Двух-фотонный канал

```
baseFileName = slight
BEAM_1_Z = 82
BEAM_1_A = 208
BEAM_2_Z = 82
BEAM_2_A = 208
BEAM_1_GAMMA = 1470.0
BEAM_2_GAMMA = 1470.0
W_MAX = 2
W_MIN = -1
W_N_BINS = 50
RAP_MAX = 9.
RAP_N_BINS = 200
CUT_PT = 0
PT_MIN = 1.0
PT_MAX = 3.0
CUT_ETA = 0
ETA_MIN = -10
ETA_MAX = 10
PROD_MODE = 1
N_EVENTS = 100000
PROD_PID = 33
RND_SEED = 5574533
BREAKUP_MODE = 5
INTERFERENCE = 0
IF_STRENGTH = 1.
INT_PT_MAX = 0.24
INT_PT_N_BINS = 120
XSEC_METHOD = 1
PYTHIA_FULL_EVENTRECORD = 0
```

Входной файл

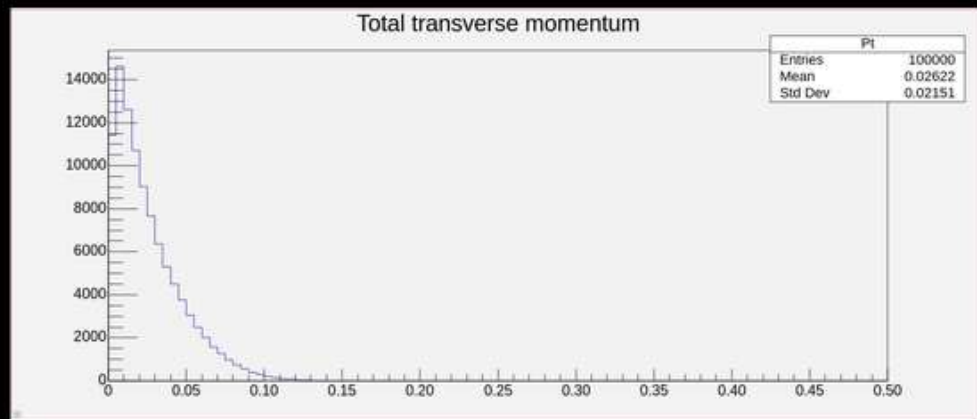
Перед запуском генератора редактируется входной файл `slight.in`, в котором прописываются входные параметры.

После отработки генератора пользователь получает выходной файл `slight.out`, содержащий в себе сгенерированные события

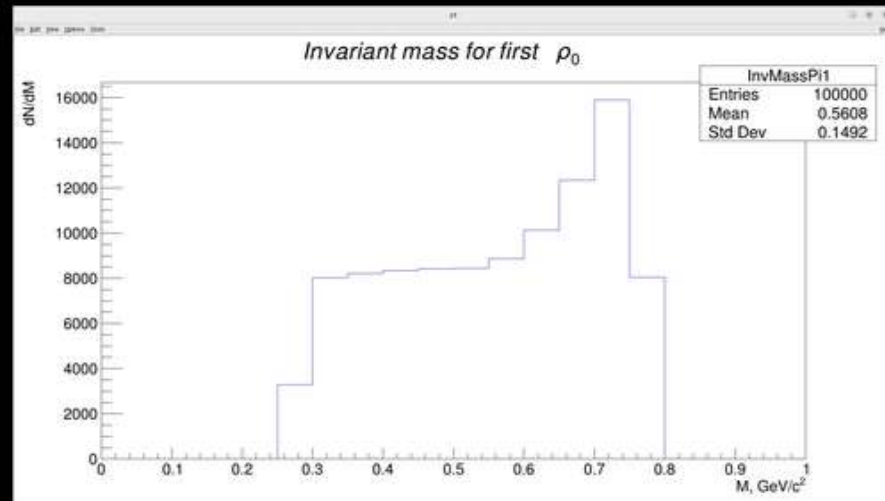
```
EVENT: 4608 4 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 4
TRACK: 9 -0.293736 -0.187099 0.513119 4608 0 0 -211
TRACK: 8 0.287309 0.189599 0.900152 4608 1 0 211
TRACK: 8 -0.27695 -0.224836 0.818103 4608 2 0 211
TRACK: 9 0.270523 0.227337 0.595168 4608 3 0 -211
```

Выходной файл

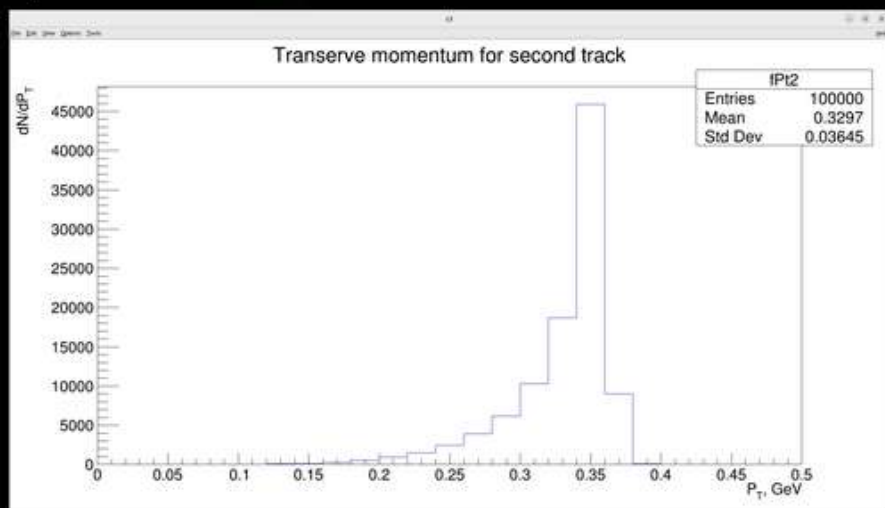




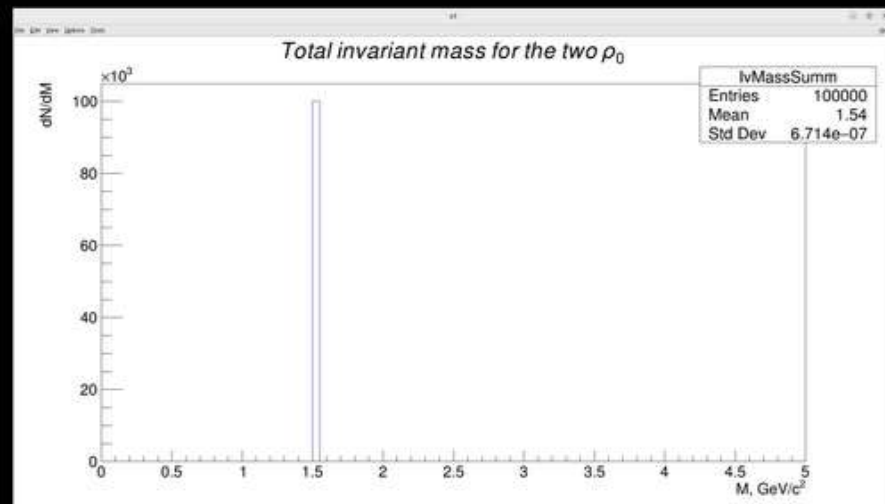
Распределение по суммарному поперечному импульсу для двух мезонов



Распределение по инвариантной массе первого мезона



Распределение по поперечному импульсу первого трека

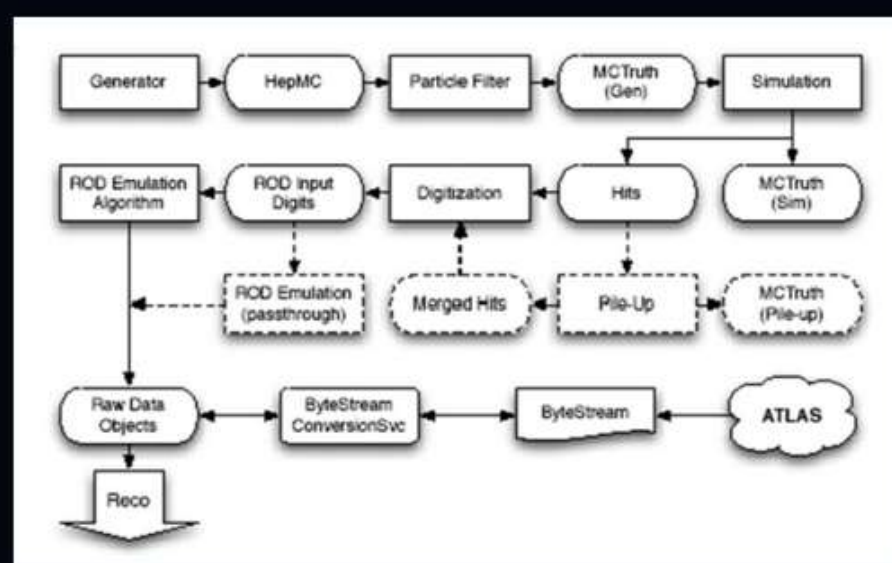


Распределение по инвариантной массе для двух мезонов

Использование МС является необходимой частью анализа и используется в том числе на эксперименте ATLAS. В связи с этим ATLAS имеет официально принятые МС генераторы, рекомендуемые к использованию, и STARLIGHT входит в их число.

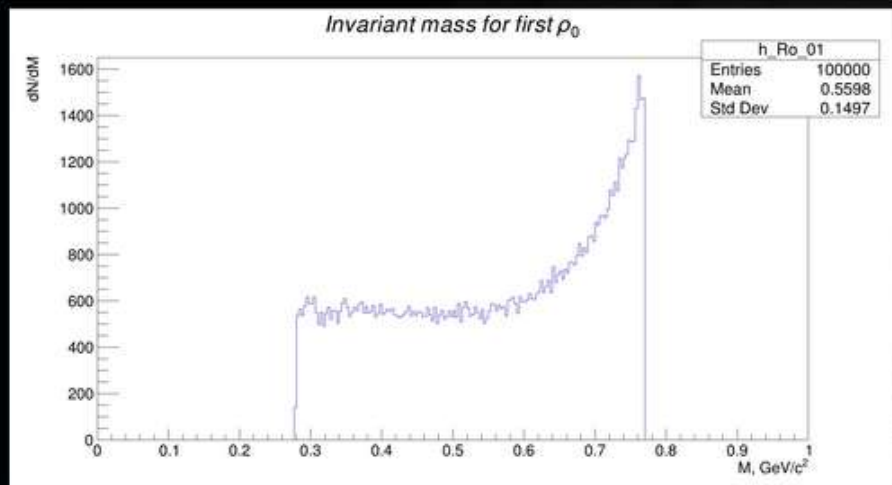
Существуют также алгоритмы моделирования, которые преобразуют смоделированные события в поток данных, подобный реакции детекторов, используемых на установке ATLAS. Програмное обеспечение, позволяющее подключить все необходимое для проведение такого моделирования, называется Athena.

Результатом полного моделирования является файл формата xAOD (The Analysis Object Data), который представляет собой краткое изложение реконструированного события и содержит информацию, достаточную для общего анализа. Этот формат доступен для чтения как экспериментальной программой ATLAS, так и программной оболочкой эксперимента ATLAS(Athena) и ROOT.

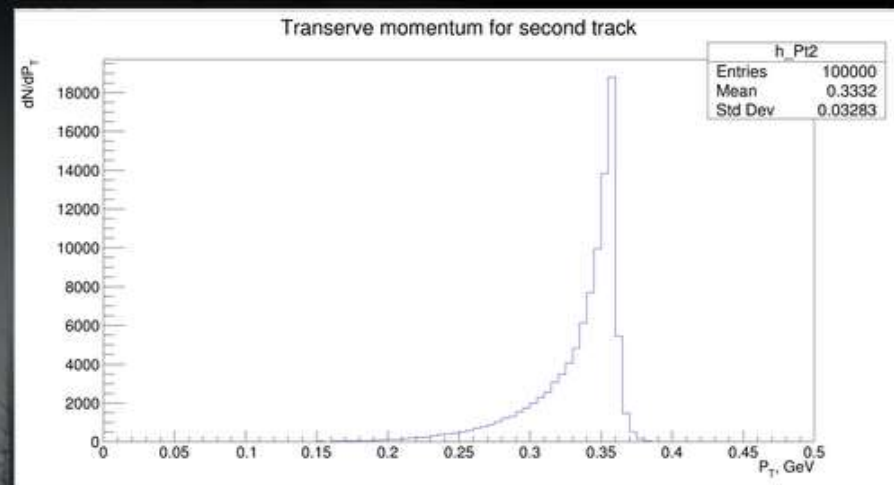


Упрощенная схема полного моделирования

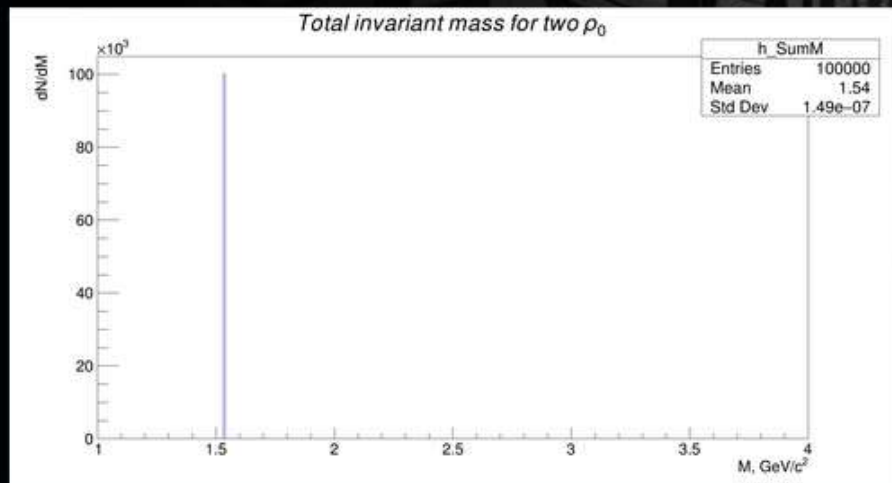
Процесс полного моделирования можно разделить на четыре этапа: генерация событий МС, симуляция детектирования частиц детектором ATLAS, реконструкция и оцифровка полученных данных, создание AOD файла и его дальнейший анализ.



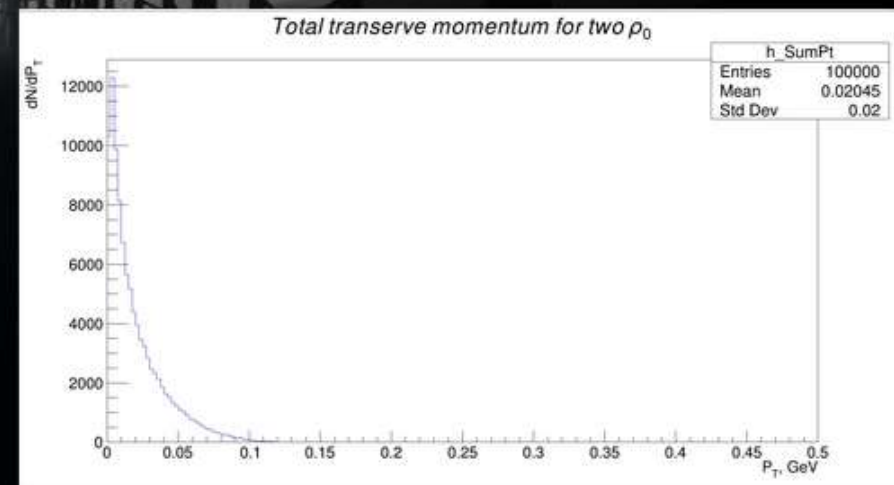
Распределение по инвариатной массе первого мезона



Распределение по поперечному импульсу первого трека



Распределение по инвариатной массе для двух мезонов



Распределение по суммарному поперечному импульсу для двух мезонов

# Заключение

В ходе данной работы была проведена модуляция фотон-фотонного образования пары  $\rho^0$  как на внешнем, так и на вшитом в  $\text{I}x\text{plus STARLIGHT}$ , начат анализ полученных распределений, получены навыки работы с Монте-Карло генератором STARLIGHT, был пройден Analysis Software Tutorial.

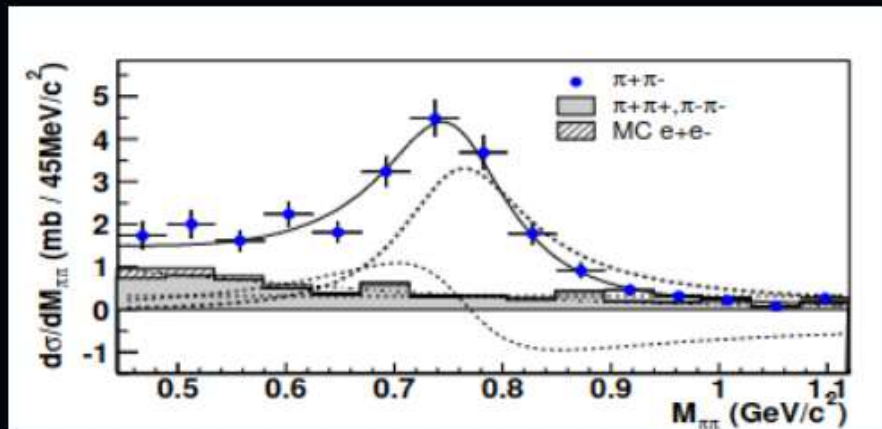
Дальнейший план работы:

- Провести полное моделирование рождение пары  $\rho^0$  на ATLAS
- Анализируя результаты полного моделирования, попытаться идентифицировать рождение  $\rho^0$  пары
- Добавить в STARLIGHT каналы  $\rho^0\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$  и  $\rho^0\phi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ , и провести их полную модуляцию

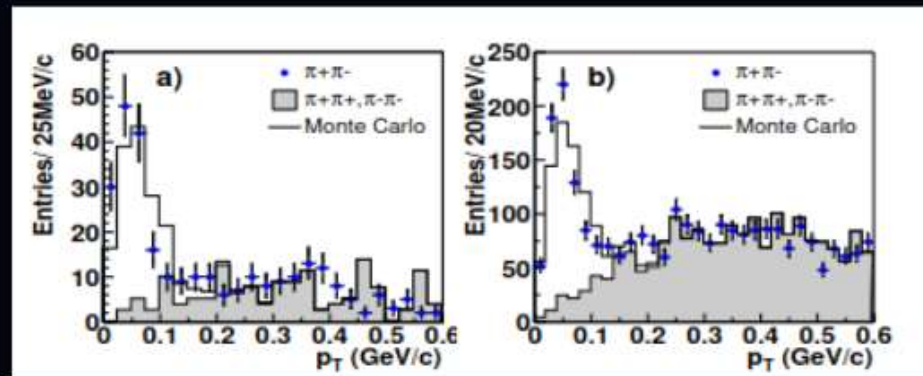


Спасибо за внимание

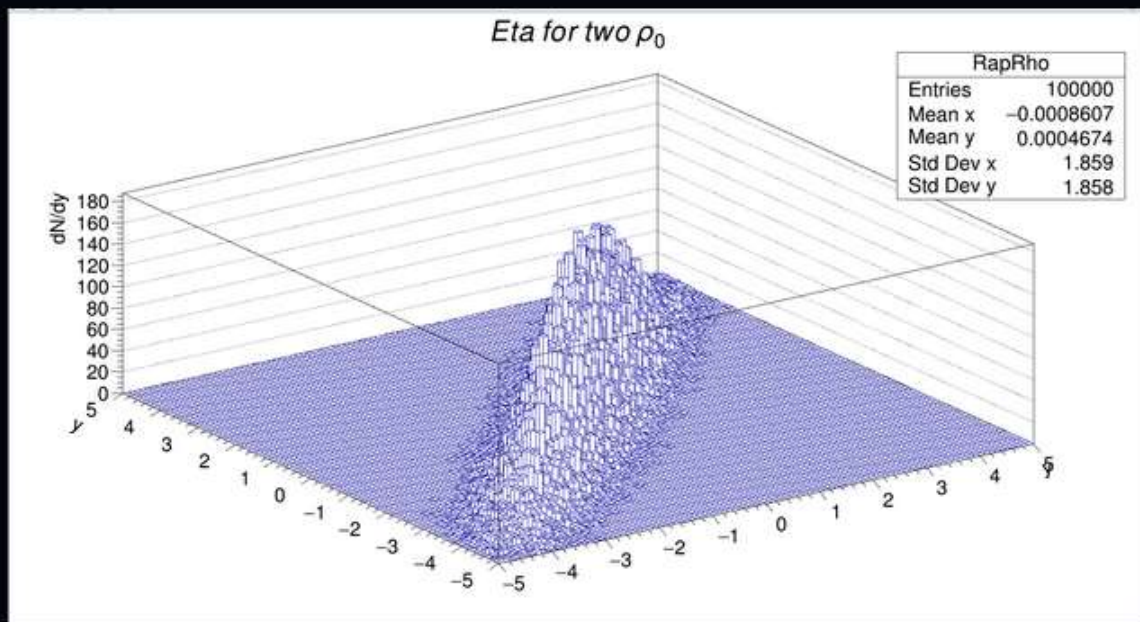




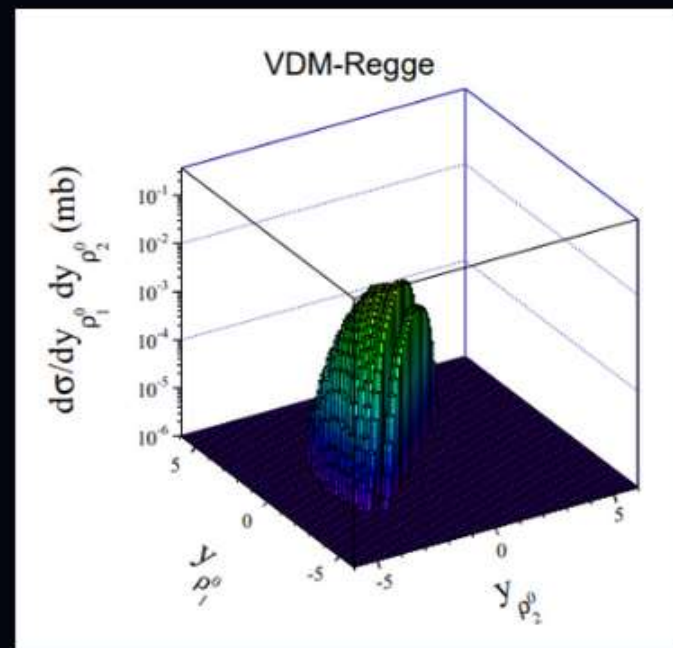
Дифференциальное сечение по инвариантной массе для реакции  $AuAu \rightarrow Au^*Au^*\rho^0$



Распределение по поперечному импульсу для реакции  $AuAu \rightarrow Au^*Au^*\rho^0$



a



b

Распределения по псевдоскоростям для двух  $\rho^0$  мезонов, а -STARLIGHT, б - VDM-Regge