

Поиск J/ψ -мезона в ультрапериферических столкновениях на детекторе ATLAS

Выполнил:
Научный руководитель:

Касаткин Д.Д.
Тимошенко С.Л.

Москва 2020

Цель работы

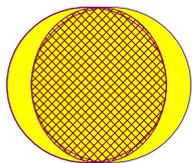
Целью данной работы был поиск J/ψ -мезона на детекторе ATLAS

Основные задачи:

- Провести поиск J/ψ -мезона в мюонной системе;
- Применить алгоритм сшивки треков внутреннего детектора и треков мюонной системы;
- Изучить когерентное и некогерентное образование;
- Обосновать малое количество событий когерентного образования J/ψ -мезона;
- Проверить алгоритм поиска на другом векторном мезоне (Y -мезоне)

Введение

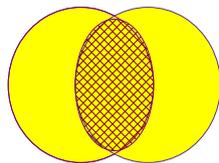
Центральные



Наибольшее
перекрытие
 $b \ll R_A + R_B$

Плотности ядер
перкрываются
Сильные
взаимодействия

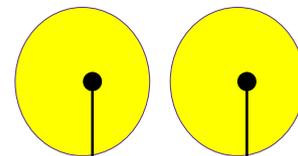
Периферические



Прицельный
параметр
 $b > 1 \text{ Фм}$

Сильные
взаимодействия

Ультра- периферические

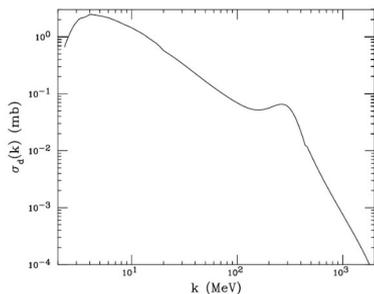


Прицельный параметр
 $b > R_A + R_B$

Электромагнитные
взаимодействия
доминируют над сильными
Нет адронных
взаимодействий

Ультрапериферические взаимодействия

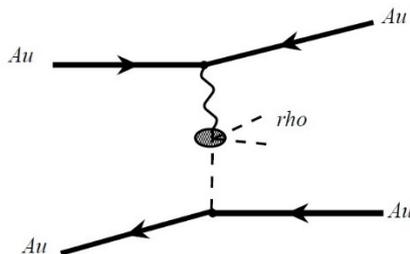
Реакции фотодиссоциации



В когерентных полях:

- Небольшой поперечный импульс
 $p_t < h/R_A \sim 90 \text{ МэВ (для Pb)}$
- Максимальная продольная компонента
 $p_{||} < \gamma h/R_A \sim 100 \text{ ГэВ}$
- Максимальная энергия
 $E_{\text{max}} \sim \gamma hc/b \sim 700 \text{ ГэВ (ЛНС, Pb-Pb)}$

Фотон-фотонные и фотон-померонные взаимодействия

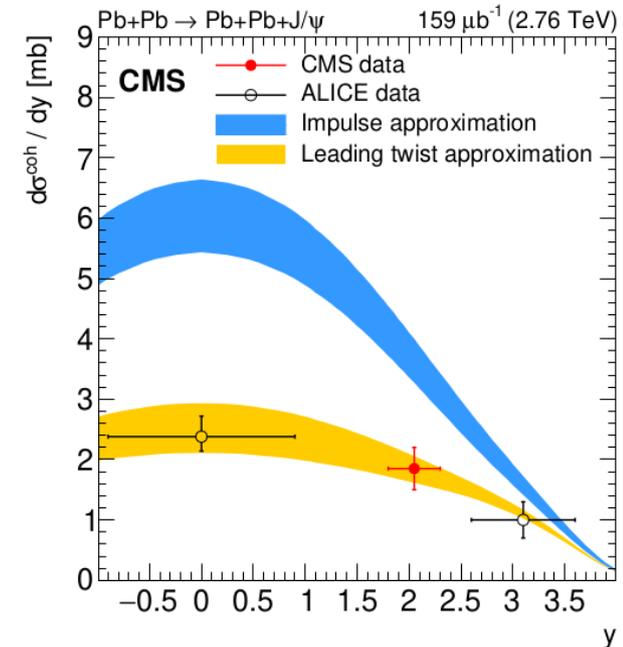


Ионы являются источником полей:

- Фотонов: $\sigma_{\gamma\gamma} \sim Z^4$
- Померонов:
Для тяжелых мезонов (J/ψ):
 $\sigma_{\gamma p} \sim Z^2 A^2$
Для легких мезонов (ρ, ω, ϕ):
 $\sigma_{\gamma p} \sim Z^2 A^{4/3}$

Актуальность поиска J/ψ -мезона

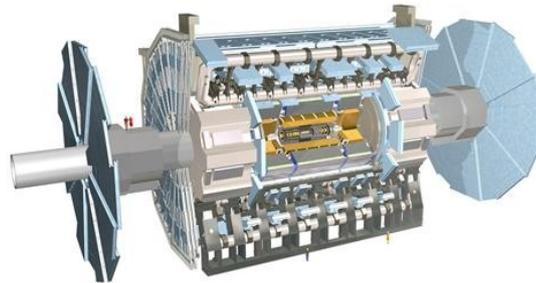
- Малое количество исследований по рождению векторных мезонов в некогерентной области;
- Использование данных когерентного и некогерентного образования J/ψ -мезона для изучения внутренней структуры (глюонной и т.д.);
- Нанесение экспериментальной точки на зависимость дифференциального сечения от псевдобыстроты в когерентной области



Детектор ATLAS

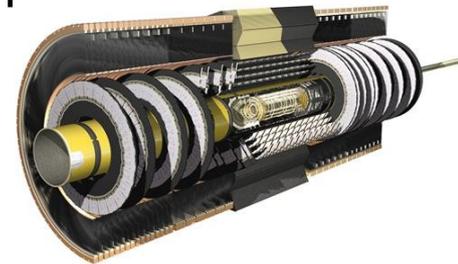


Большой адронный коллайдер

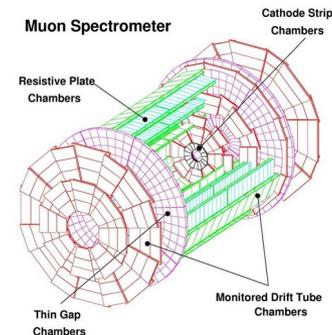


Детектор ATLAS

Внутренний детектор (ID)



Мюонный Спектрометр (MS)



Набор экспериментальной статистики

Параметры данных для статистики:

- Столкновения Pb-Pb;
- $\sqrt{s_{NN}} = 5,02$ ТэВ;
- 39 успешных сеансов;
- Интегральная светимость составила $1,44 \text{ нб}^{-1}$

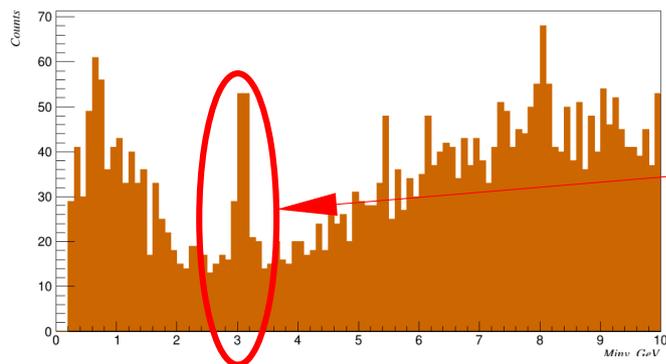
Отбор событий:

- Ограничение на количество треков внутреннего детектора: 2;
- Ограничение треков мюонной системы для сшивки: 1
- Ограничение на псевдобыстроту трека: 2,4;
- Максимальное ограничение на поперечный импульс пары для когерентной области: 0,35 ГэВ

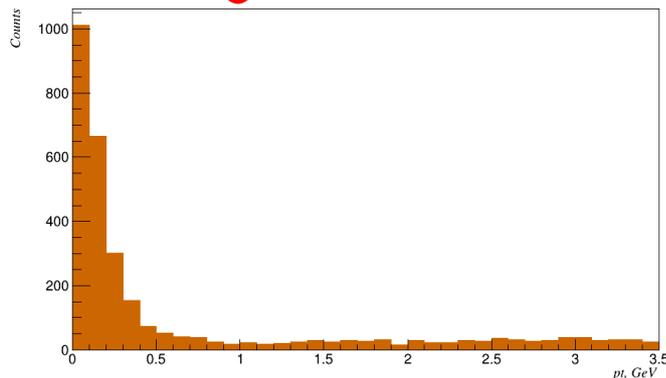
Поиск J/ψ -мезона в мюонной системе

Основная проблема поиска заключается в малом количестве событий

При обработке 0,5 всех данных количество входов на ширину бинов (статистика): 105 ГэВ^{-1}



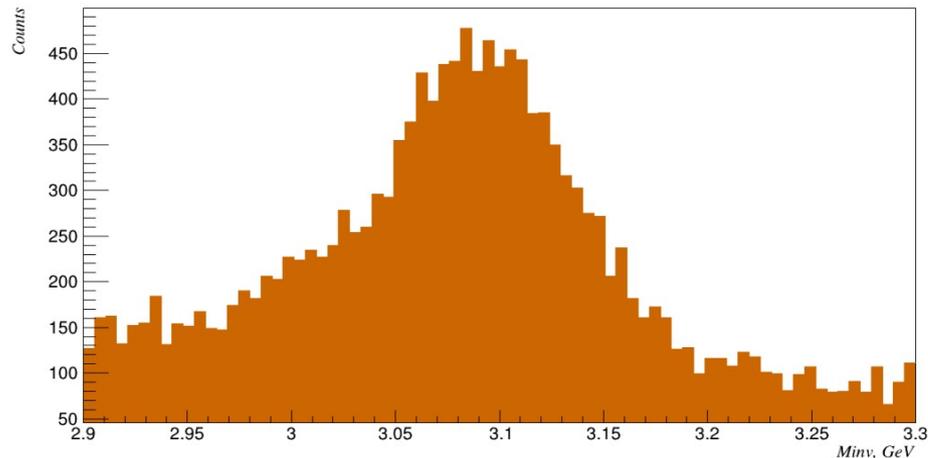
Пик J/ψ -мезона



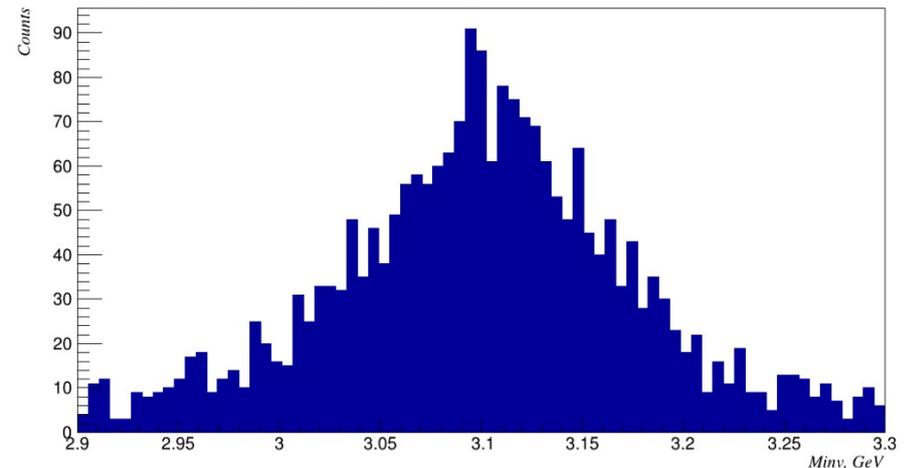
Сшивка треков

$\Delta R = \sqrt{\Delta\varphi^2 + \Delta\eta^2} < 0,1;$ $\varphi_{tr}, \varphi_{mu}, \eta_{tr}, \eta_{mu}$ - азимутальный угол и псевдобыстрота для ID трека и MU трека соответственно

$\Delta\varphi = \varphi_{tr} - \varphi_{mu}; \Delta\eta = \eta_{tr} - \eta_{mu}$



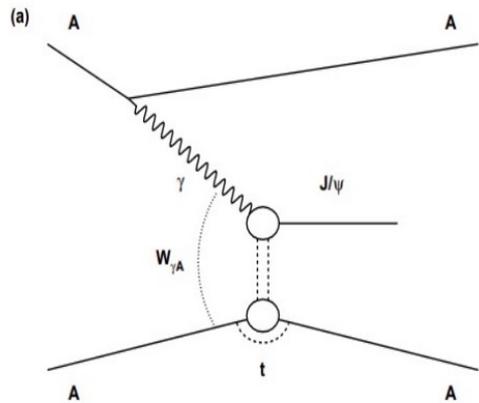
2 ID трека: $3,083 \pm 0,091$ ГэВ
Статистика: 15268 ГэВ⁻¹



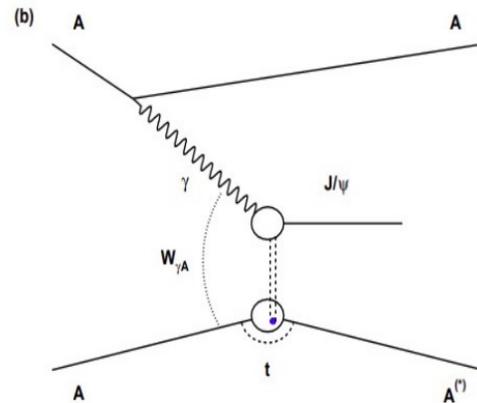
1 ID трек и 1 MU трек: $3,101 \pm 0,076$ ГэВ
Статистика: 2111 ГэВ⁻¹

Когерентное и некогерентное образование J/ψ -мезона

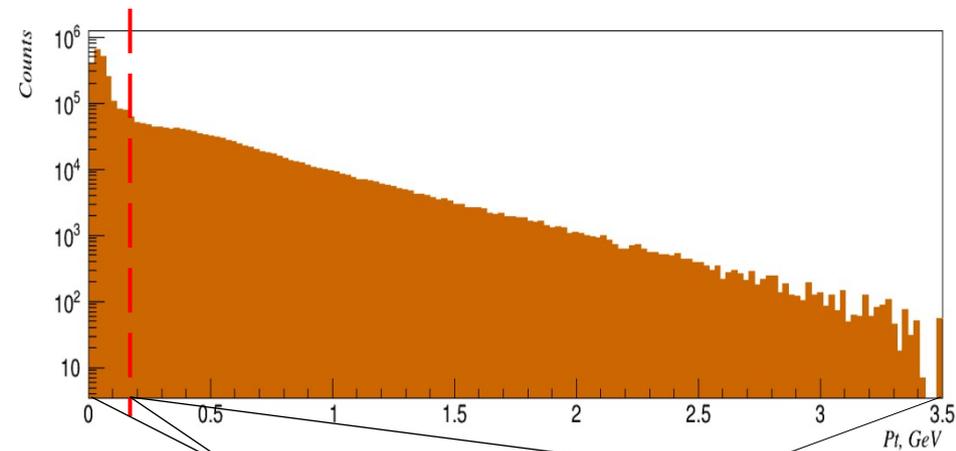
Когерентное образование характеризуется малым поперечным импульсом двух треков, а также разлетом дочерних частиц back-to-back



(а)
когерентное образование



(б)
некогерентное образование

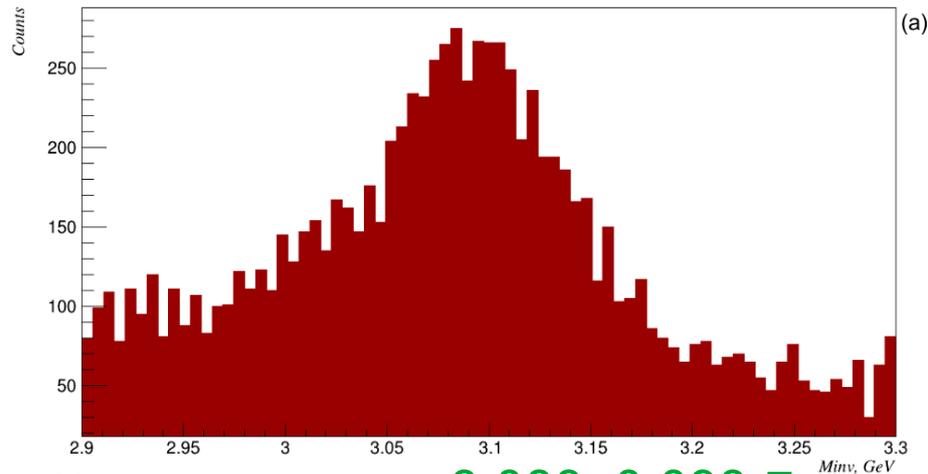


когерентное образование

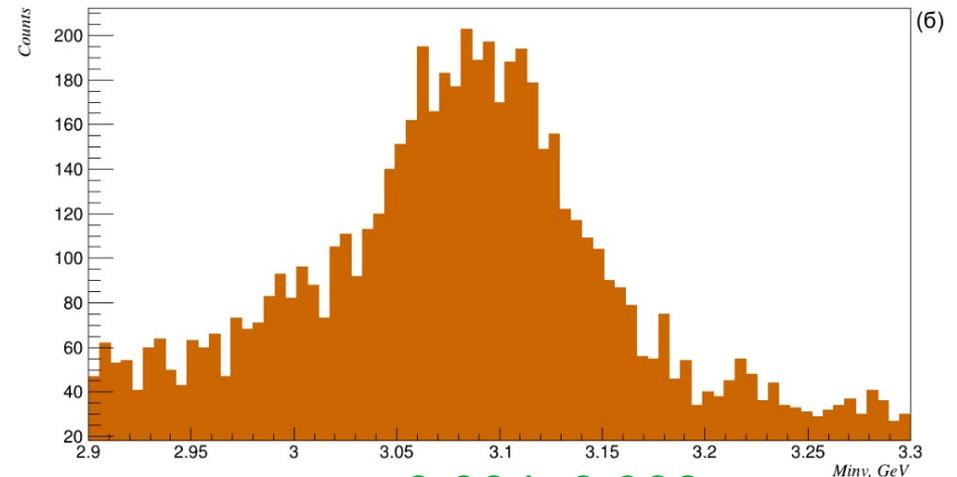
некогерентное образование

Когерентное и некогерентное образование J/ψ -мезона

Ограничение на поперечный импульс пары: $p_t < 0,15$ ГэВ - ког. обл.
 $p_t > 0,15$ ГэВ - неког. обл



Некогерентное: $3.083 \pm 0,093$ ГэВ
Статистика: 9134 ГэВ⁻¹

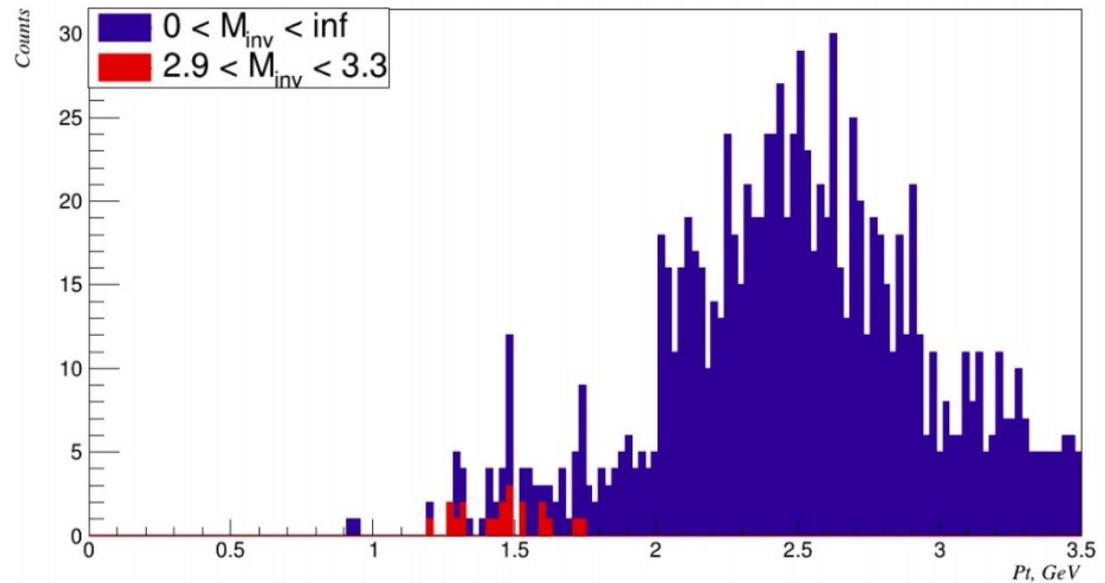


Когерентное: $3.084 \pm 0,088$ ГэВ
Статистика: 6030 ГэВ⁻¹

Исследование малого количества событий в когерентной области

В когерентной области мюонной системы небольшое количество событий

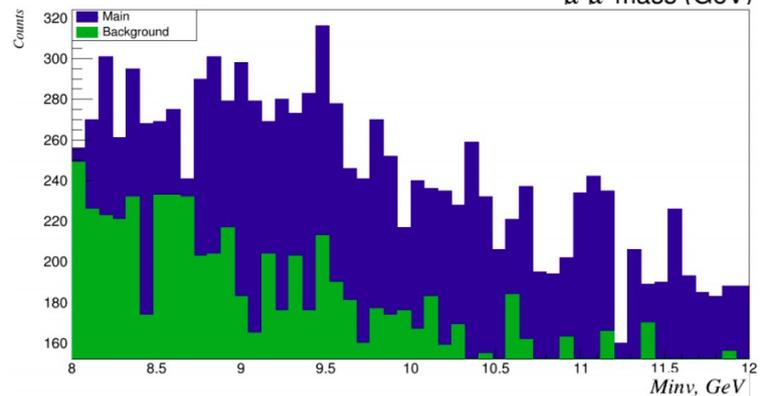
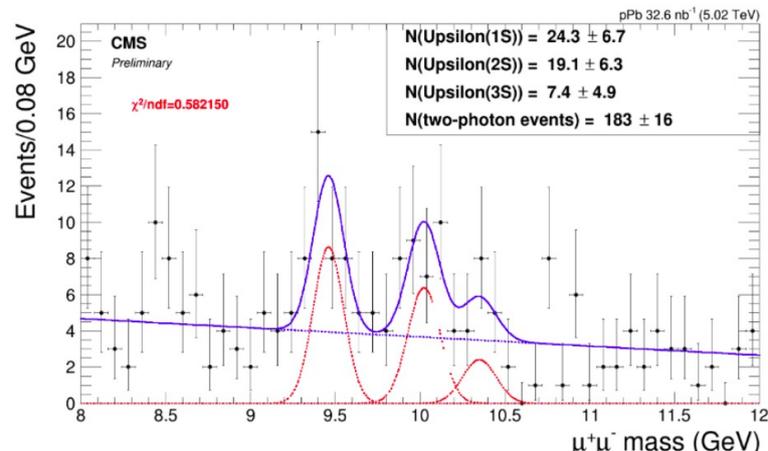
Это связано с настройкой мюонного спектрометра на более жесткие мюоны



Проверка алгоритма поиска

J/ψ-мезон похож по распадам на Υ-мезон, но Υ-мезон обладает массой $9,399 \pm 0,002$ ГэВ

Мода распада	Вероятность распада
Адроны	92.34%
e^+e^-	2.38%
$\mu^+\mu^-$	2.48%
$\tau^+\tau^-$	2.60%



Заключение

В данной работе:

- Разработан алгоритм сшивки, которая уменьшила погрешность на 16%, а также это позволило найти J/ψ -мезон в мюонной моде распада; масса J/ψ составила $3,083 \pm 0,091$ - без сшивкой, $3,101 \pm 0,076$ - со сшивкой;
- Найден J/ψ -мезон в когерентной и некогерентной областях, масса J/ψ составила $3,083 \pm 0,093$ - некогерентное, $3,084 \pm 0,088$ - когерентное;
- Обосновано малое количество событий в когерентной области мюонного спектрометра
- Осуществлена проверка алгоритма на Y -мезоне;

Поиск J/ψ -мезона в ультрапериферических столкновениях на детекторе ATLAS

Выполнил:

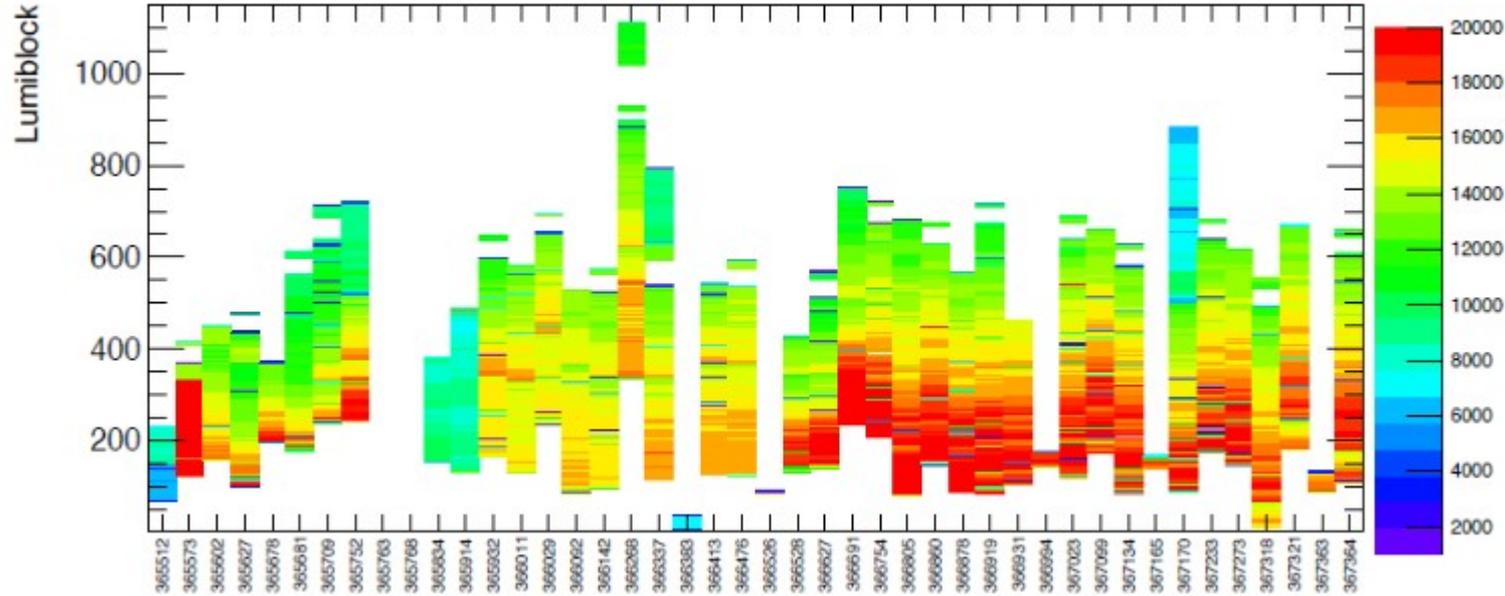
Научный руководитель:

Касаткин Д.Д.

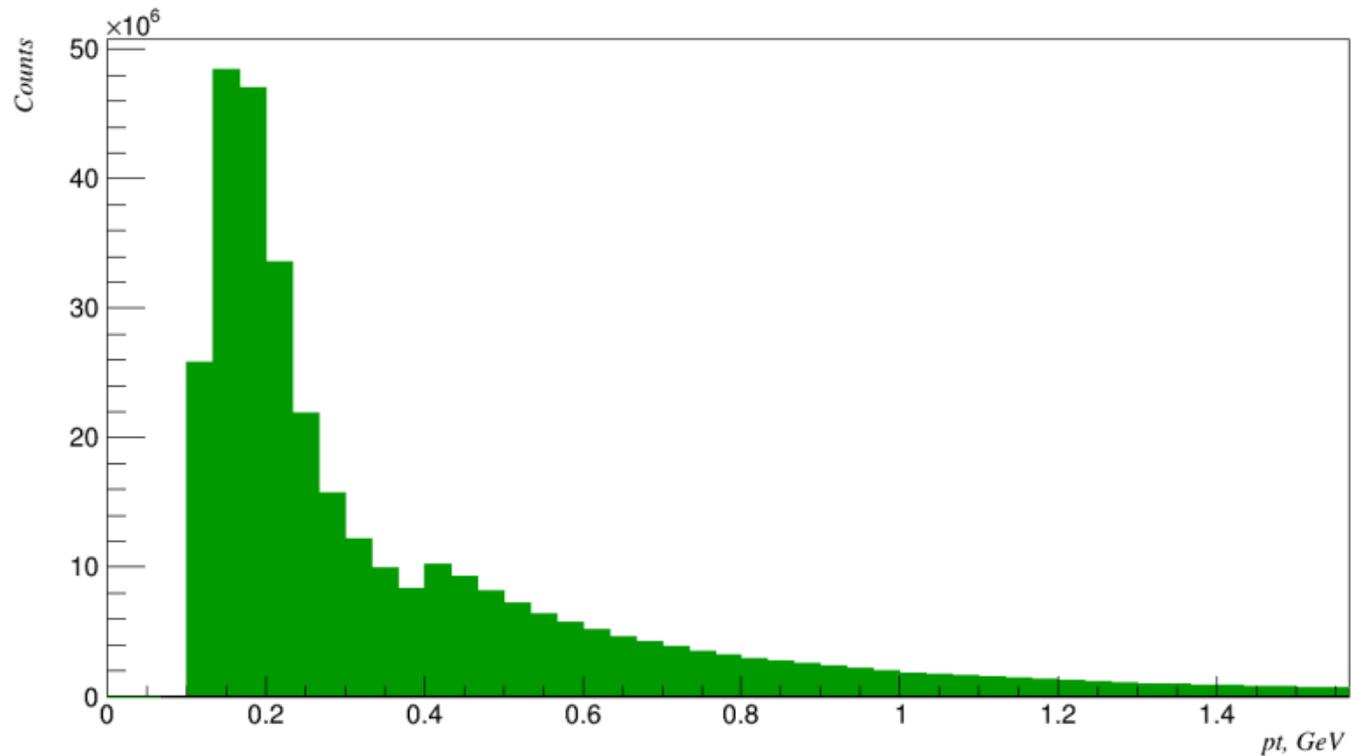
Тимошенко С.Л.

Москва 2020

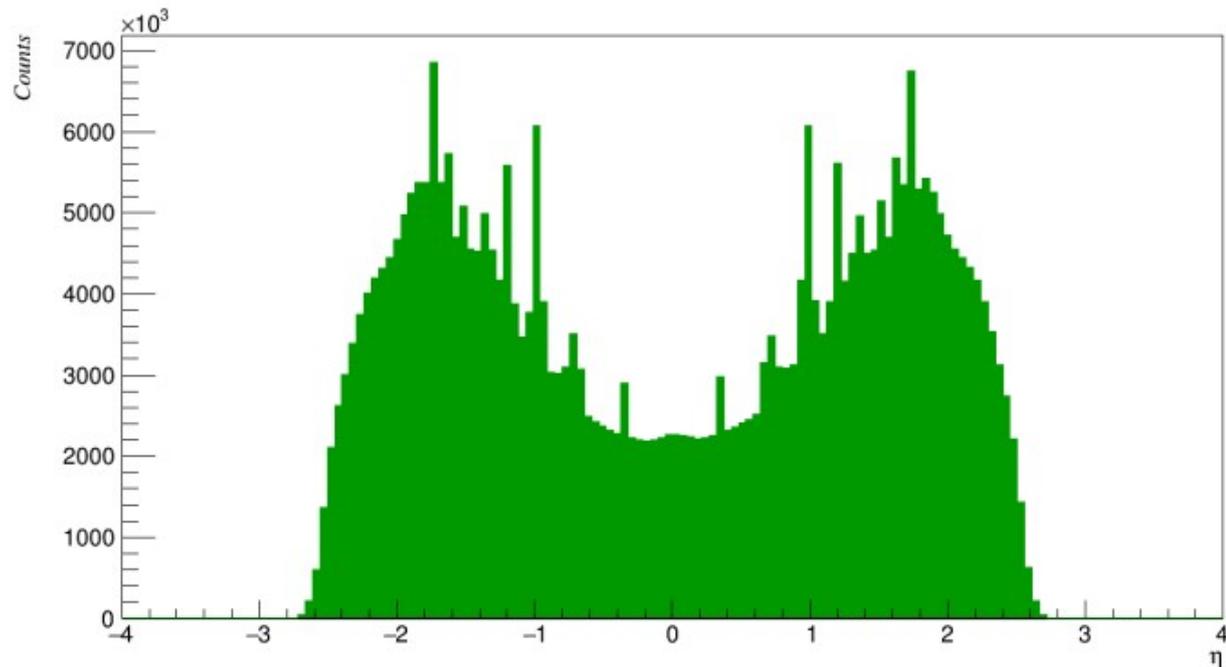
Дополнительные слайды



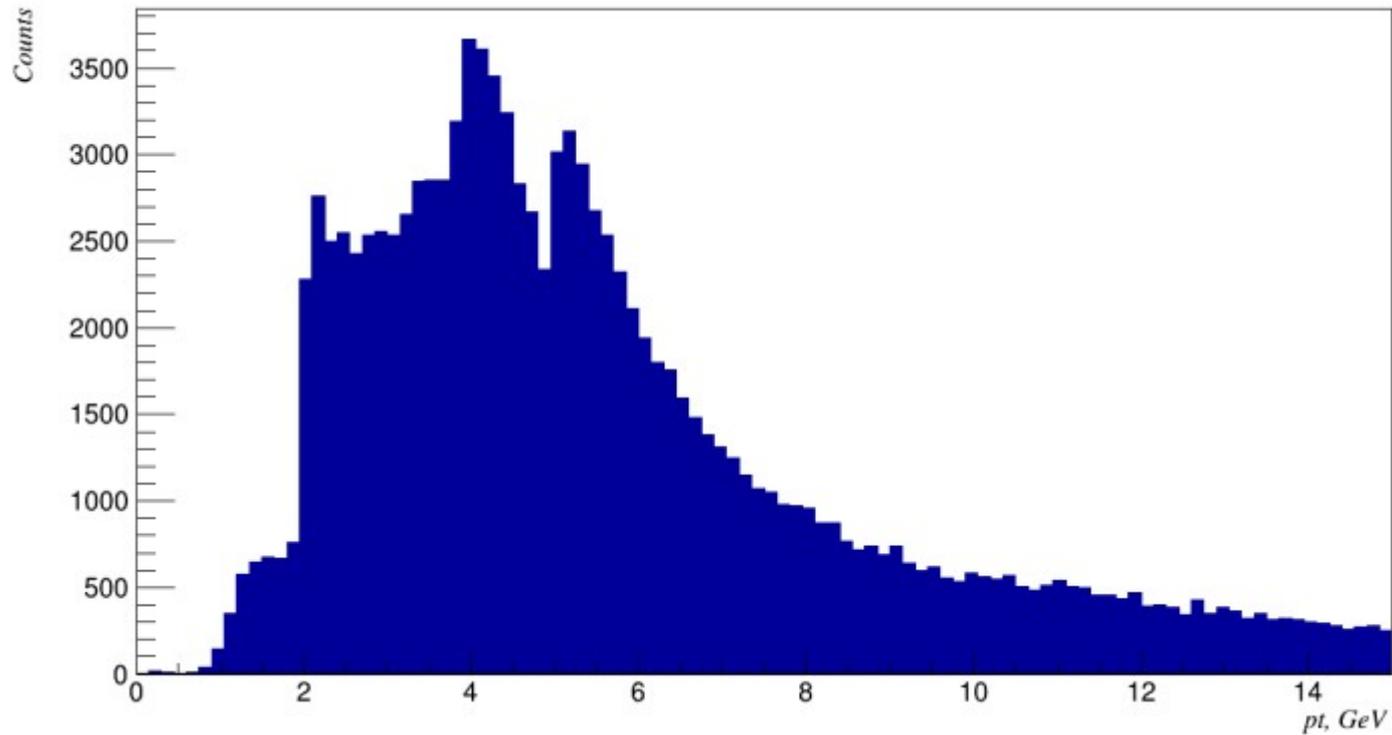
Дополнительные слайды



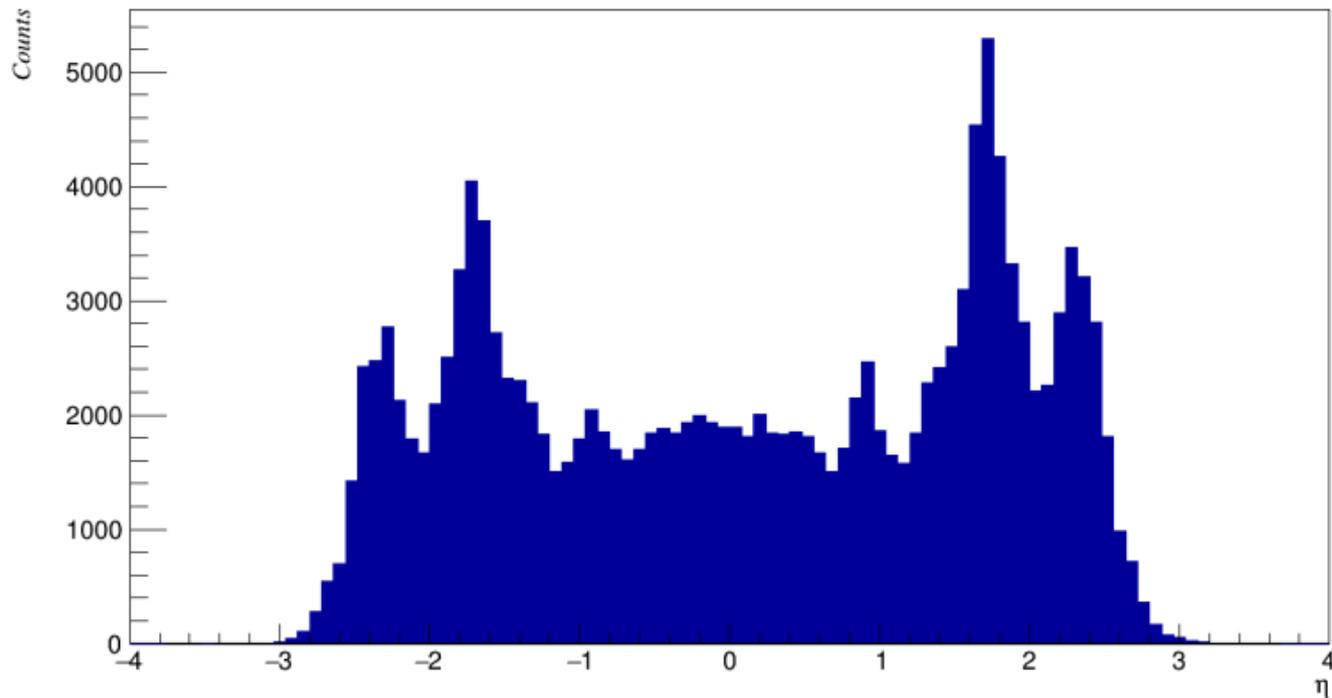
Дополнительные слайды



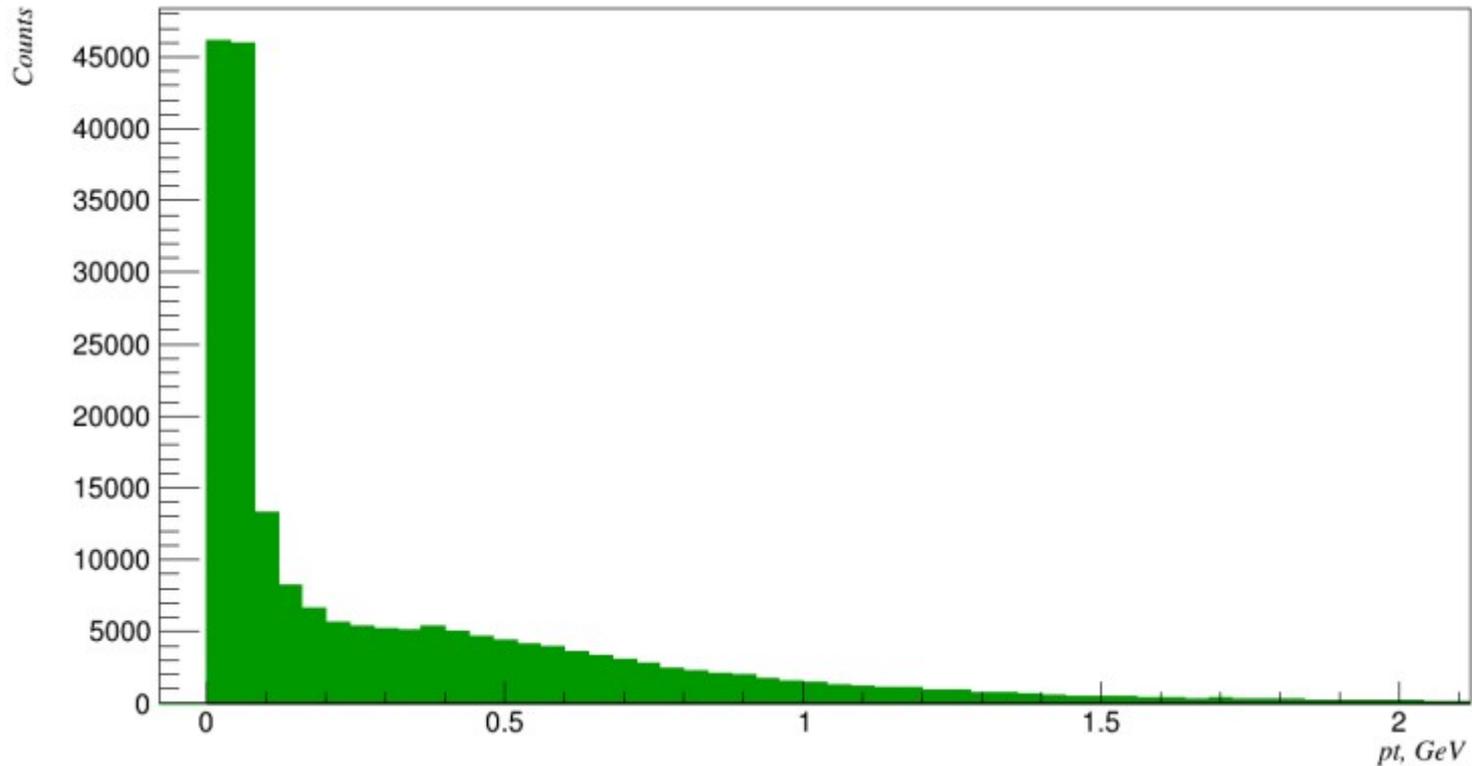
Дополнительные слайды



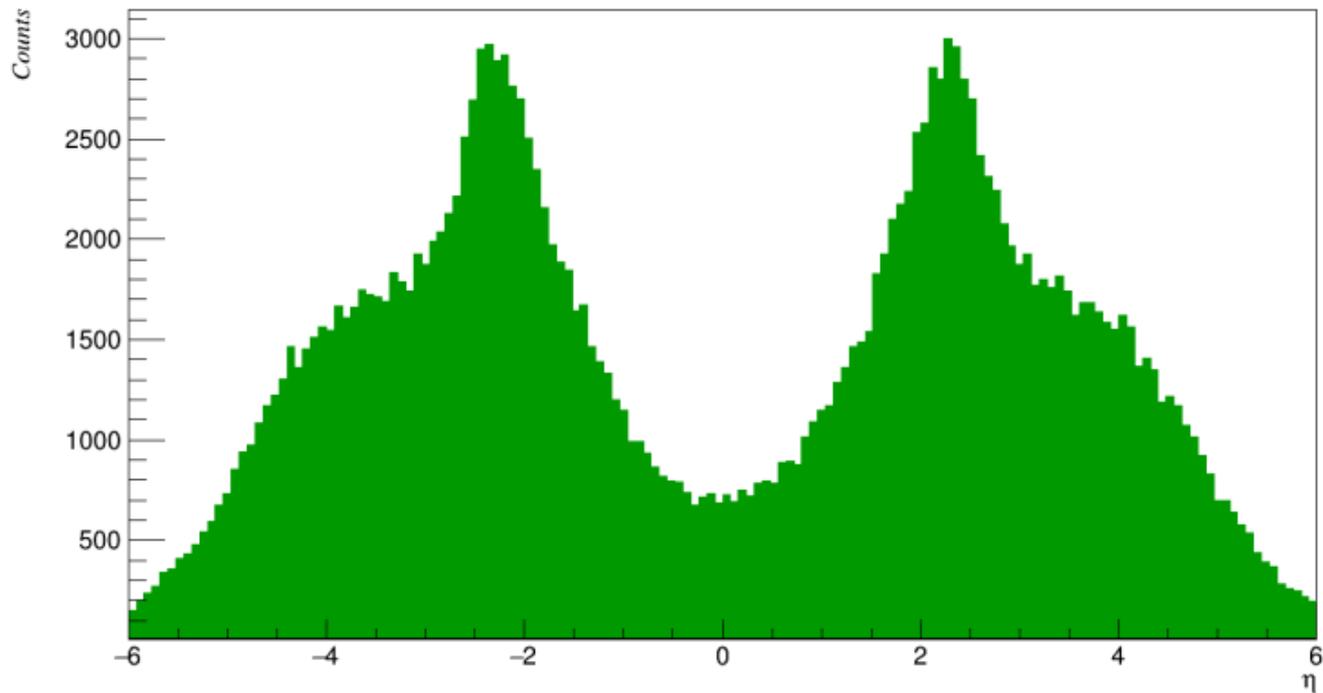
Дополнительные слайды



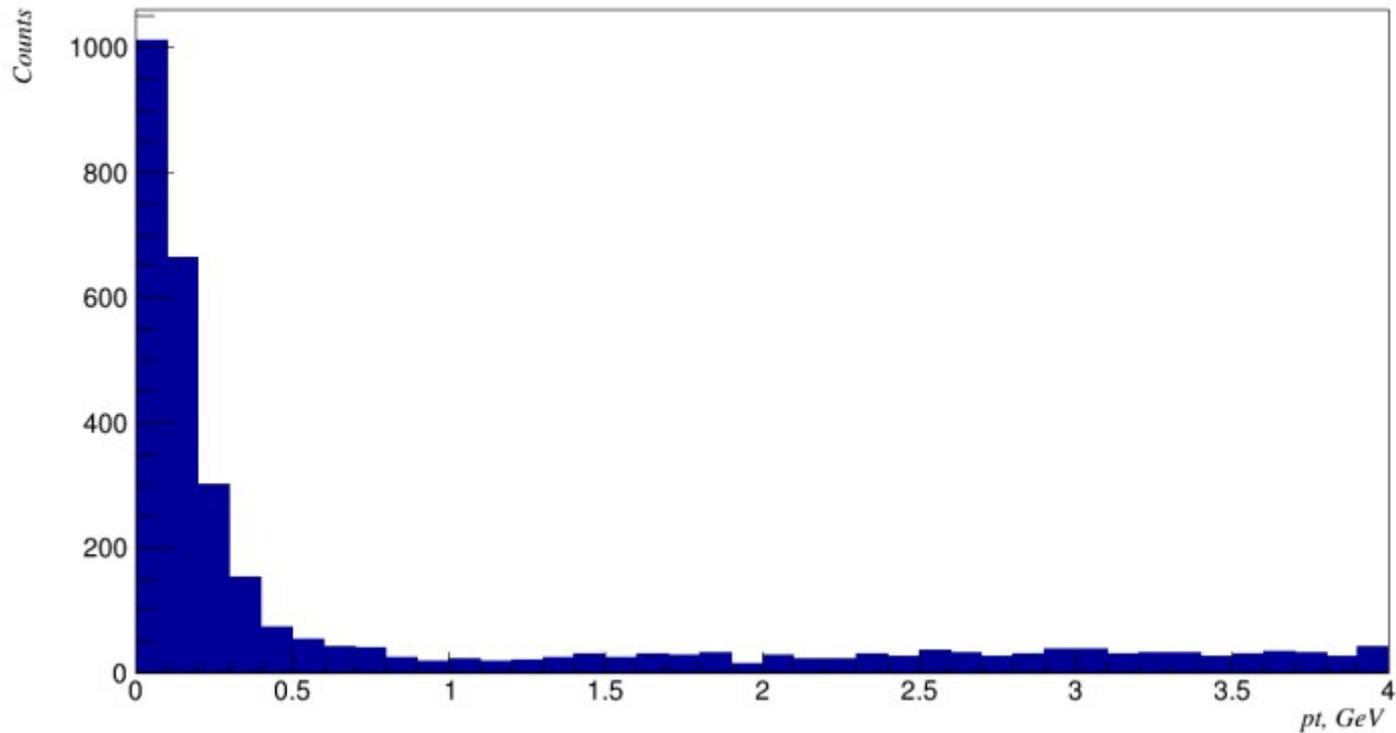
Дополнительные слайды



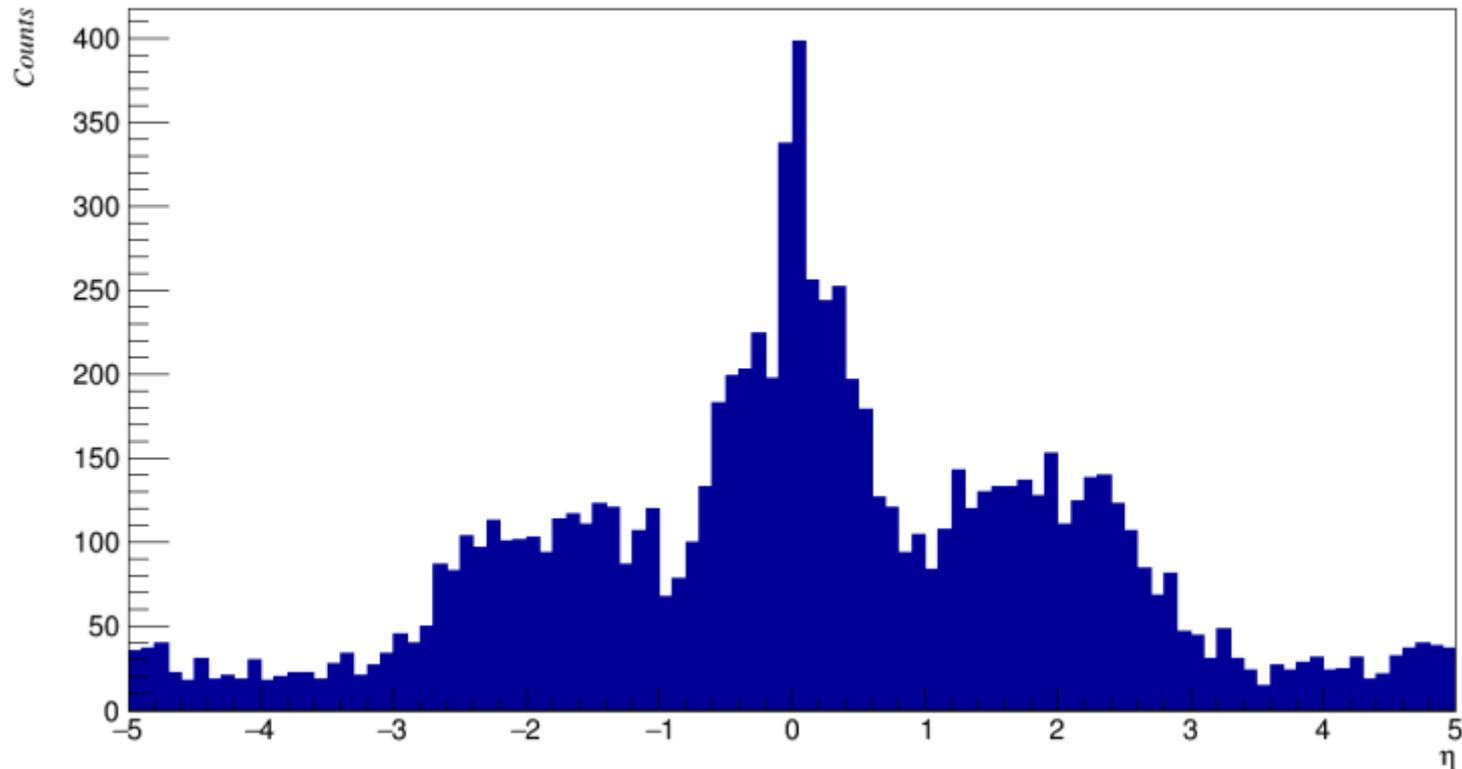
Дополнительные слайды



Дополнительные слайды



Дополнительные слайды



Дополнительные слайды

Мода распада	Вероятность распада
Адроны	87.7%
e^+e^-	5.971%
$\mu^+\mu^-$	5.961%

Дополнительные слайды

