

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**«ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ ПРЯМЫХ ФОТОНОВ
НА УСТАНОВКЕ COMPASS»**

Подготовила:

Студентка 409 группы Кузнецова Наталия

Научный руководитель:

К. ф.-м. н. Гуськов Алексей Вячеславович

Дубна

2017

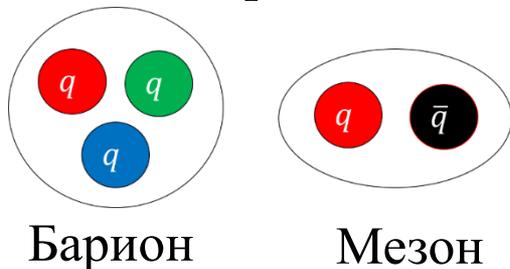
ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена изучению фоновых условий регистрации прямых фотонов на установке COMPASS. В рамках выполнения данной работы были поставлены следующие задачи:

- используя экспериментальные данные по взаимодействию пионного пучка с импульсом 190 ГэВ/с установить и классифицировать основные источники сигналов в электромагнитных калориметрах установки;
- идентифицировать вклад от двухфотонных распадов вторичных частиц, вклад от заряженных частиц;
- исследовать кинематические распределения для каждого из вкладов.

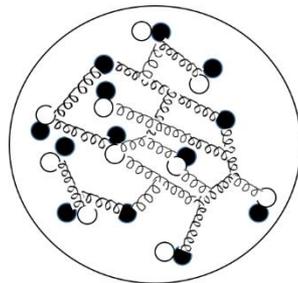
КВАРК –ПАРТОННАЯ СТРУКТУРА АДРОНОВ

Наивная кварковая модель



Современная кварк-партонная модель

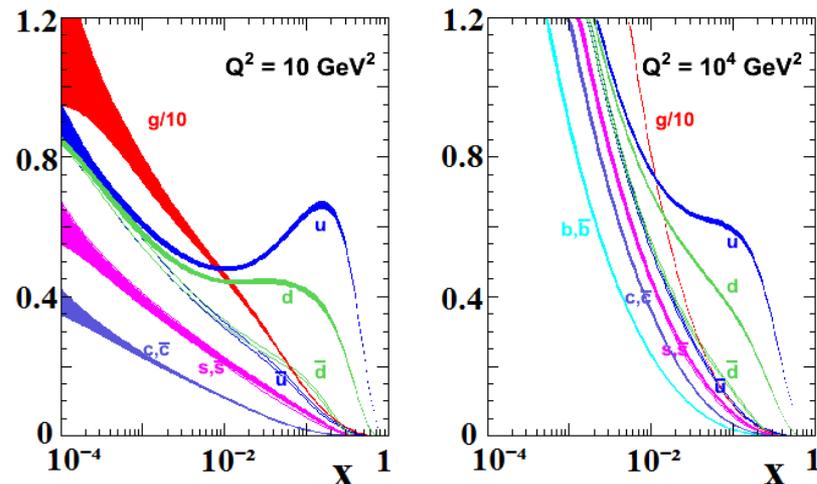
- валентный кварк
- кварк-антикварковая пара
- ⋯⋯⋯ ГЛЮОН



Для нуклонов функции глюонных распределений хорошо известны, для пионов - исследованы недостаточно хорошо, для каонов практически неизвестны.

Функции партонных распределений (PDF-Parton Distribution Functions) - вероятность встретить внутри адрона партон, несущий долю импульса адрона x при переданном квадрате 4-импульса Q^2 .

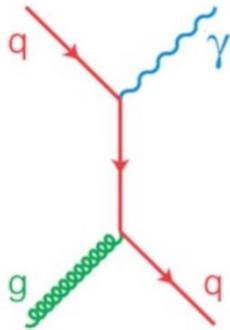
PDF(x):



u, d - валентные кварки; g -глюон;
 $s\bar{s}, b\bar{b}$ - кварк-антикварковые пары

ПРЯМЫЕ ФОТОНЫ

Глюон-комптоновское рассеяние



Прямые фотоны рождаются в жестких соударениях партонов.

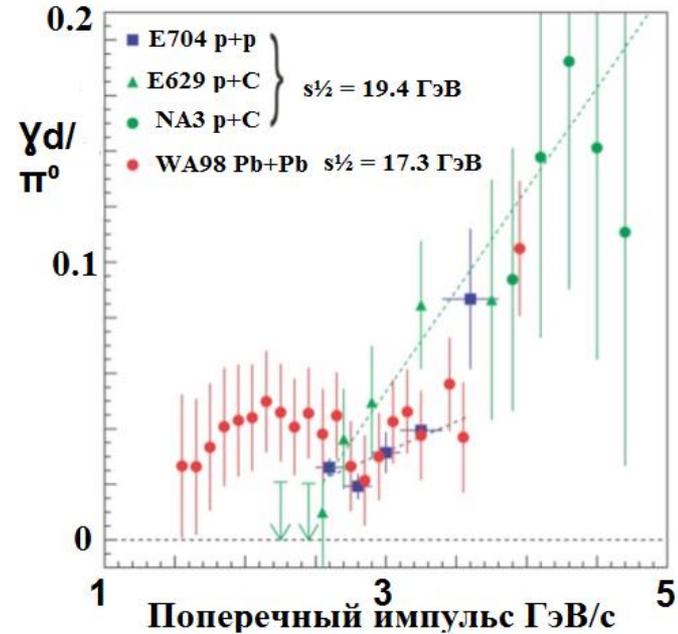
Прямые фотоны – метод изучения глюонной структуры нуклонов.

Основной механизм их рождения – глюонное комптоновское рассеяние.

Основная проблема регистрации прямых фотонов – на один прямой фотон приходится ~ 100 - 1000 фотонов от распада π^0 или η -мезонов.

Прямые фотоны имеют большие поперечные импульсы.

Зависимость γ_{direct}/π^0 от поперечного импульса



ПРЕДЫДУЩИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ПРЯМЫМИ ФОТОНАМИ:

Эксперимент	Пучок и мишень	\sqrt{s} , ГэВ	Диапазон быстроты, y	Диапазон x_T , $x_T = 2p_T/\sqrt{s}$
E95(1979)	p; Be	19.4, 23.75	-0.7 - 0.7	0.15 – 0.45
E629(1983)	p, π^+ ; C	19.4	-0.75 - 0.2	0.22 – 0.52
NA3 (1986)	p, π^+ , π^- ; C	19.4	-0.4 - 1.2	0.26 – 0.62
NA24 (1987)	p, π^+ , π^- ; p	23.75	-0.65 - 0.52	0.23 – 0.59
WA70 (1988)	p, π^+ , π^- ; p	22.96	-0.9 - 1.1	0.35 – 0.61
E706 (1993)	p, π^- ; Be	30.63	-0.7 - 0.7	0.20 – 0.65
E704 (1995)	p; p	19.4	< 0.74	0.26 – 0.39
UA6(1993,1998)	\bar{p} ; p	24.3	-0.2 - 1.0	0.34 – 0.50

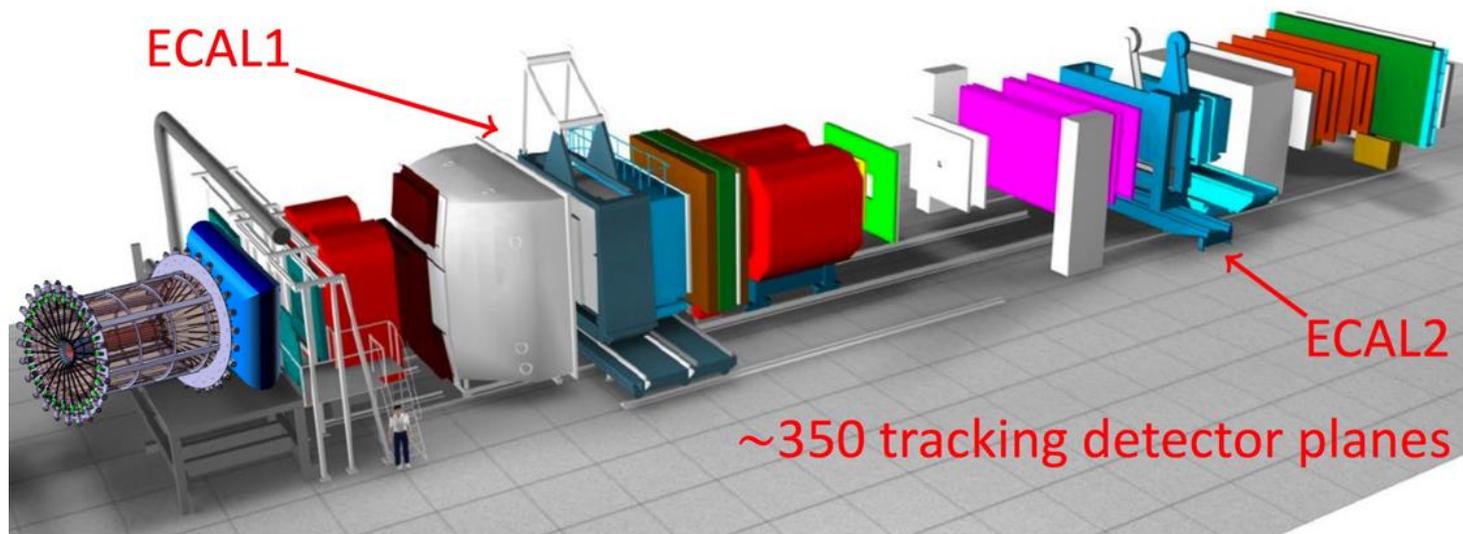
Последние эксперименты по измерению дифференциального сечения рождения прямых фотонов при данных энергиях были выполнены с протонными, антипротонными и пионными пучками с фиксированной мишенью в ЦЕРНе (E95, E629, E704, E706) и в Национальной ускорительной лаб. им. Энрико Ферми (NA3, NA24, WA70, UA6.)

ЭКСПЕРИМЕНТ “COMPASS”

COMPASS (COmmon Muon Proton Apparatus for Structure and Spectroscopy)

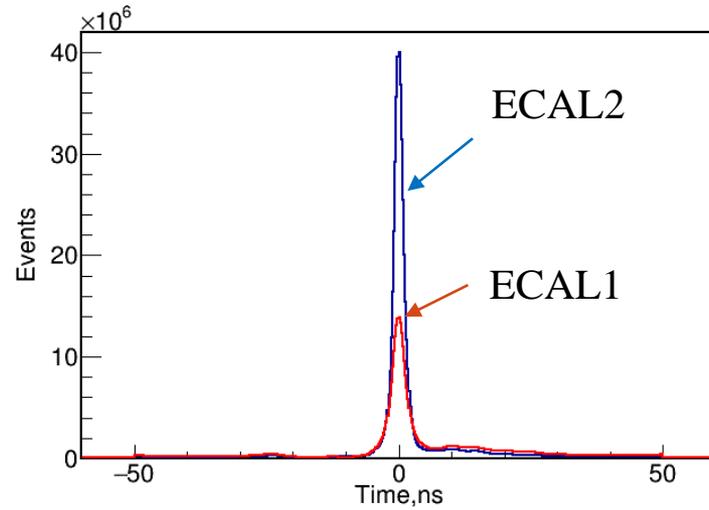
COMPASS (NA58) - эксперимент по физике высоких энергий на Протонном Суперсинхротроне (Super Proton Synchrotron) в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН, Женева).

Основными задачами эксперимента являются изучение внутренней структуры адрона с использованием мюонных и адронных пучков высокой интенсивности.



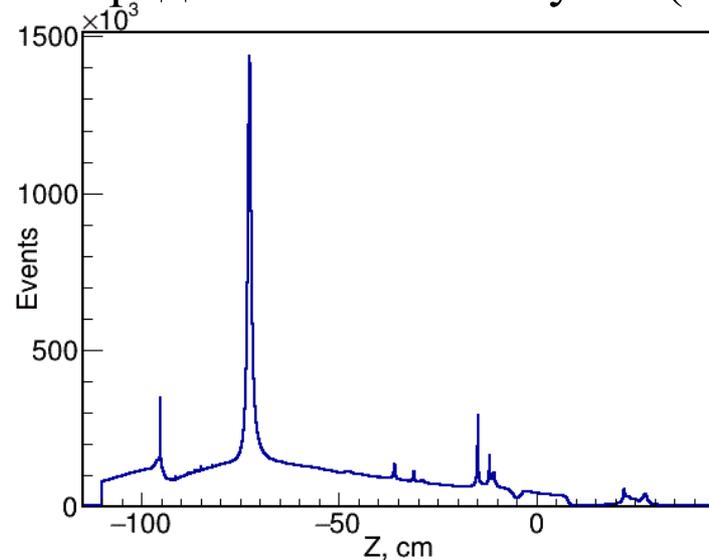
ГИСТОГРАММЫ ИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Распределение по времени ECAL1, ECAL2

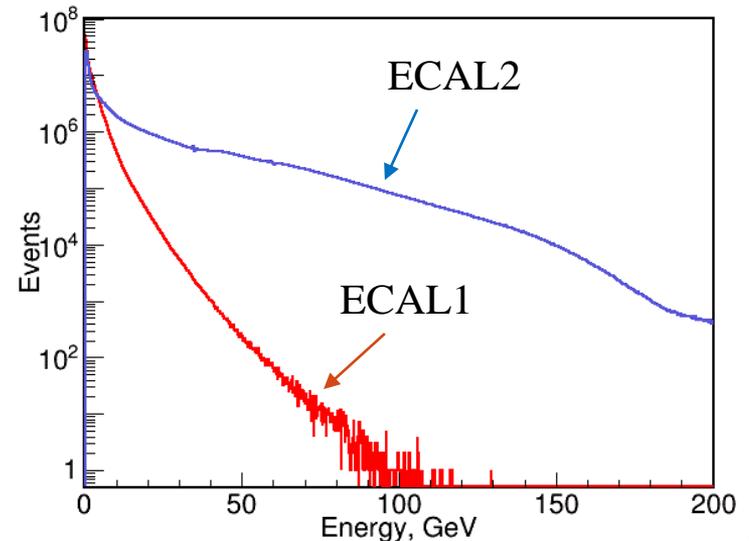


Представлено распределение по оси Z , где его пик – примерное расположение мишени около -70 см. и распределение по времени кластеров энерговыделения с энергией больше 2 ГэВ, а также описаны спектры ECAL1, ECAL2.

Распределение по оси пучка (ось Z)

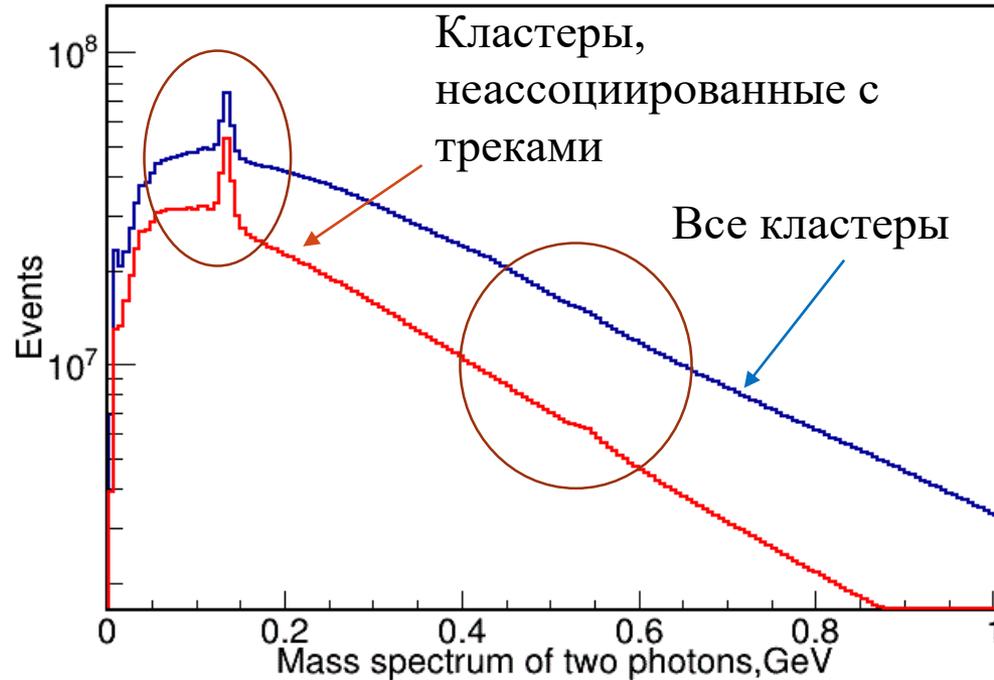


Спектры энергии ECAL1, ECAL2



РЕЗУЛЬТАТЫ:

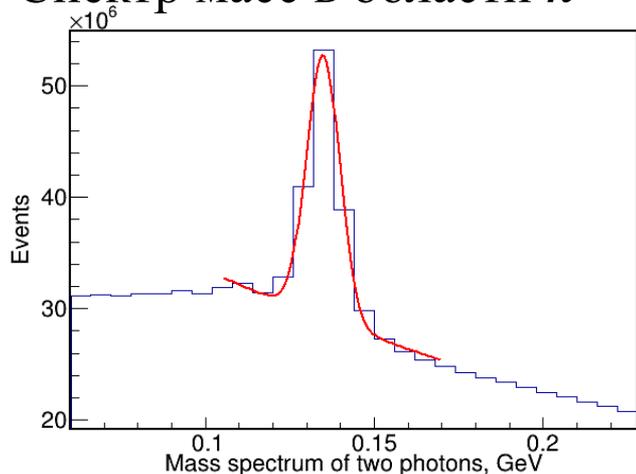
Восстановление спектра инвариантной массы двух фотонов.



Была рассчитана инвариантная масса для каждой пары кластеров по формуле $M_{\pi^0} = \sqrt{(P_1 + P_2)^2}$, где $P_1 = (E_1, \vec{p}_1)$ и $P_2 = (E_2, \vec{p}_2)$ - 4-х импульсы двух перебираемых фотонов. Пики около 0.135 ГэВ и около 0.548 ГэВ, которые соответствуют инвариантной массе π^0 и η мезонов. В результате аппроксимации получены значения для массы π^0 мезона 134.9 МэВ, для массы η мезона 544.7 МэВ.

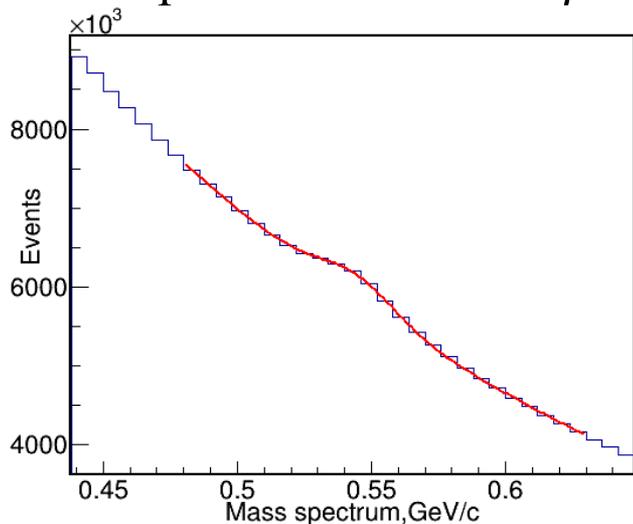
РЕЗУЛЬТАТЫ:

Спектр масс в области π^0



Полученные в результате аппроксимации значения для масс π^0 и η мезонов находятся в согласии со значениями из PDG. Полученная ширина равна 4.9 МэВ находится в согласии со значением изученной информации, где ширина равна 4,6 МэВ.

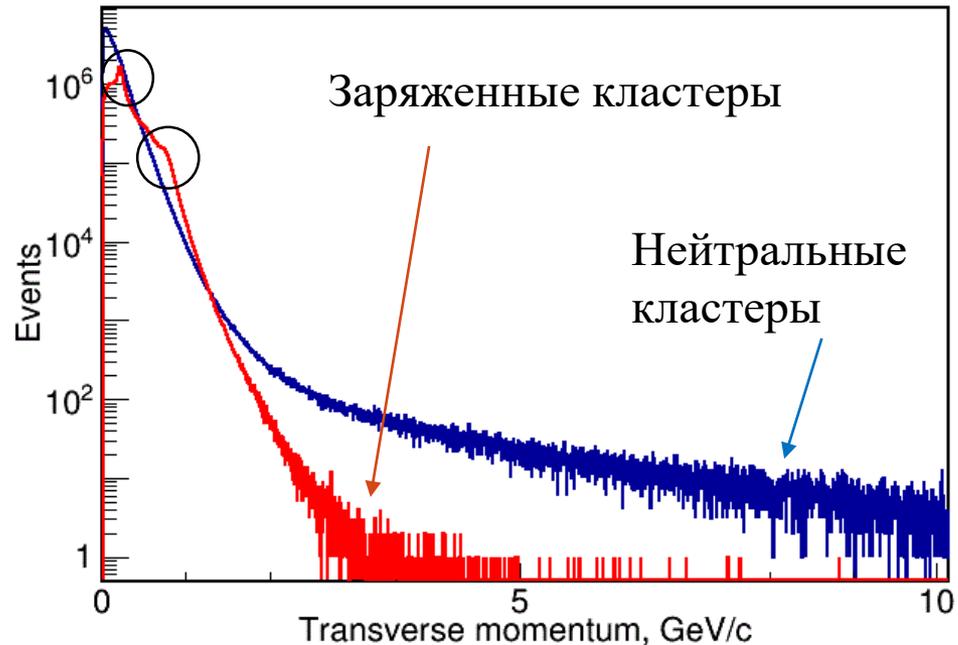
Спектр масс в области η



Было установлено отношение числа распадов от π^0 к числу распадов η : $\frac{N_{\pi^0}}{N_{\eta}} \approx 25$ при данной конфигурации и эффективности установки. При поиске прямых фотонов фон от распадов π^0 и η мезонов может быть устранен.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

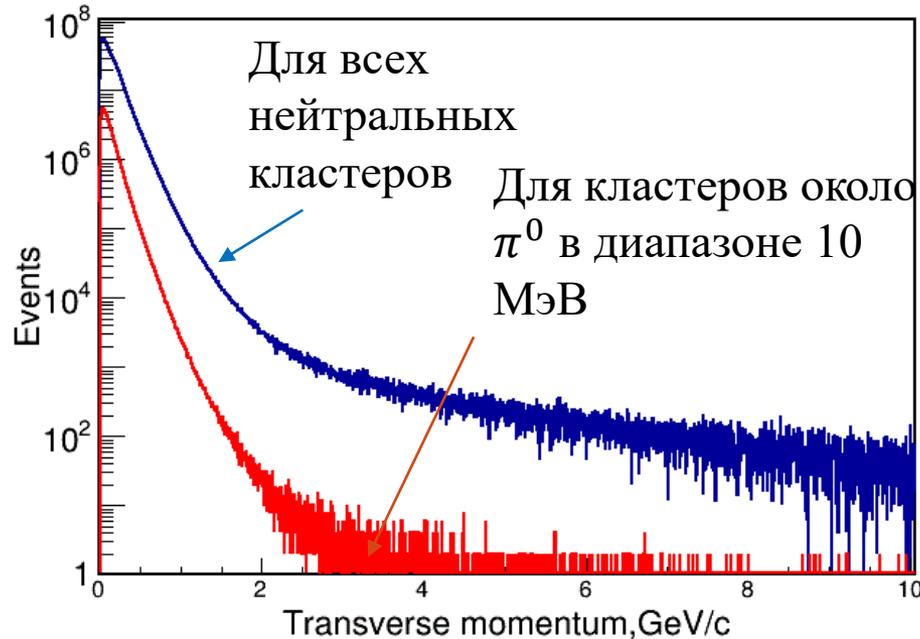
Распределение по поперечным импульсам для заряженных и нейтральных кластеров.



Поперечный импульс был посчитан для кластеров с импульсом не более 3 ГэВ/с. Даже в ситуации, когда из-за ассоциации кластера с треком, часть кластеров, оставленных заряженными частицами, будут идентифицироваться как нейтральные кластеры, такие кластеры не создают значительной проблемы для будущей регистрации прямых фотонов.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

Распределение поперечных импульсов для нейтральных частиц



Распределение поперечных импульсов для нейтральных частиц тянется в область больших значений и превышает максимально возможную величину $\frac{\sqrt{s}}{2} \approx 9.4$ ГэВ, при этом данный эффект не наблюдается для нейтральных кластеров π^0 мезона. Из этого следует, что кластеры с энергией больше 9.4 ГэВ не являются фотонами, испущенными из первичной вершины. Природу таких кластеров нужно изучать в дальнейшем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были выполнены поставленные задачи:

- были исследованы сигналы в установке COMPASS при взаимодействии пучка с энергией 190 ГэВ с никелевой мишенью;
- были выделены сигналы двухфотонных распадов от $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ и $\eta \rightarrow \gamma\gamma$;
- были проанализированы поперечные импульсы для нейтральных и заряженных кластеров.

Полученные результаты будут использованы при дальнейшем изучении прямых фотонов в пион-ядерных взаимодействиях.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !