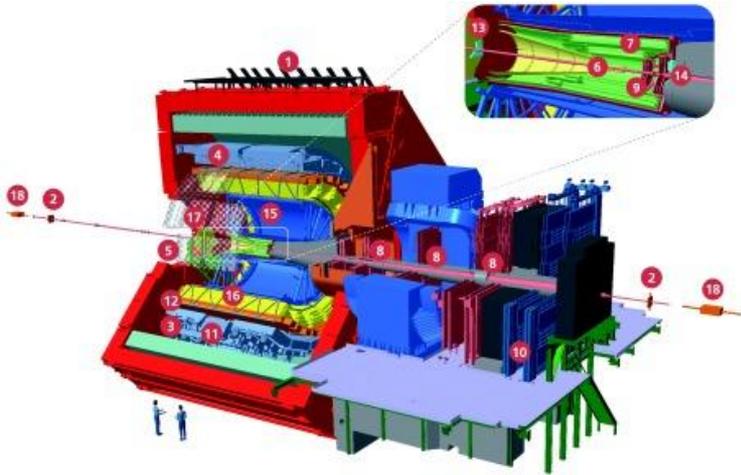

Разработка методов реконструкции анти- Σ - гиперонов с помощью калориметра PHOS эксперимента ALICE в Run3

Студент: Бахтин Павел
Научный руководитель: к.ф.-м.н. Блау Д.С.
Научный консультант: к.ф.-м.н. Пересунько Д.Ю.

Москва 2024

Введение



- 1 ACORDE | ALICE Cosmic Rays Detector
- 2 AD | ALICE Diffraction Detector
- 3 DCal | Di-jet Calorimeter
- 4 EMCal | Electromagnetic Calorimeter
- 5 HMPID | High Momentum Particle Identification Detector
- 6 ITS-IB | Inner Tracking System - Inner Barrel
- 7 ITS-OB | Inner Tracking System - Outer Barrel
- 8 MCH | Muon Tracking Chambers
- 9 MFT | Muon Forward Tracker
- 10 MID | Muon Identifier
- 11 PHOS / CPV | Photon Spectrometer
- 12 TOF | Time Of Flight
- 13 TO+A | Zero + A
- 14 TO+C | Zero + C
- 15 TPC | Time Projection Chamber
- 16 TRD | Transition Radiation Detector
- 17 V0+ | Vzero + Detector
- 18 ZDC | Zero Degree Calorimeter

Эксперимент ALICE:

Цель — исследование кварк-глюонной материи (КГМ) в столкновениях ядер высокой энергии.

PHOS — один из электромагнитных калориметров. Поперечно-сегментированный гомогенный калориметр из PbWO₄

Расстояние до PHOS от точки взаимодействия — 460 см

высокая плотность материала (7,8 г/см³)

ITS - внутренняя трековая система, кремниевый детектор. Способна восстанавливать первичную вершину.

TPC - Время-проекционная камера. Газовый ионизационный детектор.

Эффекты ядро-ядерных столкновений

Следующие физические эффекты ядро-ядерных столкновений не сводились к простому масштабированию протон-протонных столкновений:

- Повышенный выход и измененный спектр прямых фотонов
- Повышенный выход странных мезонов
- Аномально, зависимое от P_t подавление чармониев

Восстановление странных барионов и антибарионов - полезное альтернативное измерение эффекта повышенного выхода странных кварков, для чего его необходимо реализовать после изменения системы хранения и обработки данных.

Инструмент: программный пакет O2

Пакет O2: (O2 sim, O2 Physics..). Представляет данные с эксперимента в виде межсвязных таблиц со сквозной нумерацией. Позволяет по сведениям из одних классов, применять другие.

Исходные данные обработки — AO2D файл с таблицами общих данных, MC-данных и данными по всем детекторам по отдельности.

Данные калориметра после предварительной обработки представляют собой разграниченные по времени области повышенного выделения энергии — кластеры.

В случае, если обрабатываются данные MC-модели, то также создается таблица Labels — список частиц с адресом и выделенной ими в этом кластере энергией. Адрес указывает в таблицу со всеми данными MC-частиц.

Используя общность индексов (межсвязность), можно используя данные одной таблицы, перемещаться к информации из другой, если у таблиц присутствует параметр.

Для изготовления полного набора таблиц необходимо применять предварительный анализ - кластеризацию для данных электромагнитного калориметра и вычисления вероятностей для того, является ли трек пионом.

Двухчастичный распад

Наблюдаемые:

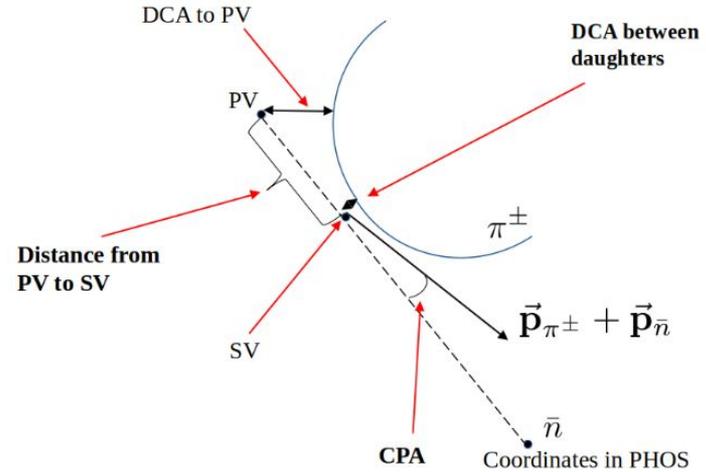
Первичная вершина

Кластер в калориметре

Трек заряженной частицы

Алгоритм:

- Отборы кластеров и треков
- Вычисление вторичной вершины одним из двух методов (DCA, CPA)



Максимизация CPA: CPA > 0.96

Минимизация DCA: DCA < 0.2 см

Использование наблюдаемых

Для трека:

Расстояние до пионной линии

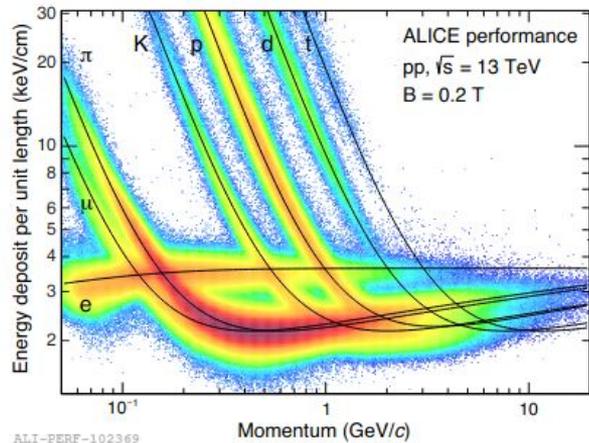
Измерение трека

Для кластера:

Координаты кластера
указывают направление

Время прилета - используется
для восстановления импульса
по формуле:

$$P_{\bar{n}} = \frac{m_{\bar{n}}}{\sqrt{\left(\frac{t \cdot c}{r}\right)^2 - 1}}$$



Отбор треков

- 1) Есть сигнал в ITS
- 2) Есть сигнал в TPC
- 3) Расстояние до пионной линии энерговыделения меньше, чем 3 сигмы распределения

Критерии отборов

Для событий - соответствующий триггер.

Для кластеров:

1) Нейтральность

Ближайший заряженный трек не менее, чем в 3 сигмах ширины распределения

2) Выделенная энергия в кластере больше 0.4 ГэВ

Энергия, выделяемая при прохождении через калориметр mir - 250 МэВ

3) Наибольшая ось дисперсии больше 0.2 См

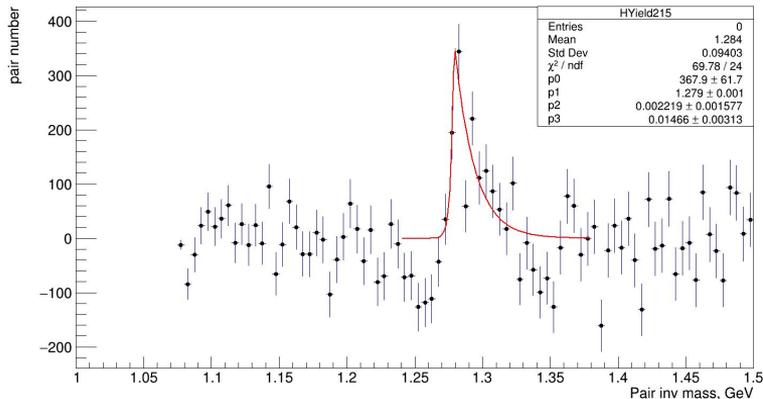
4) Число ячеек в кластере больше 3

5) Дисперсионный критерий (Сумма дисперсий по большей и меньшей оси больше 4 см, где ячейки калориметра в диаметре 2.2 см: подавление фотонов, предположительно)

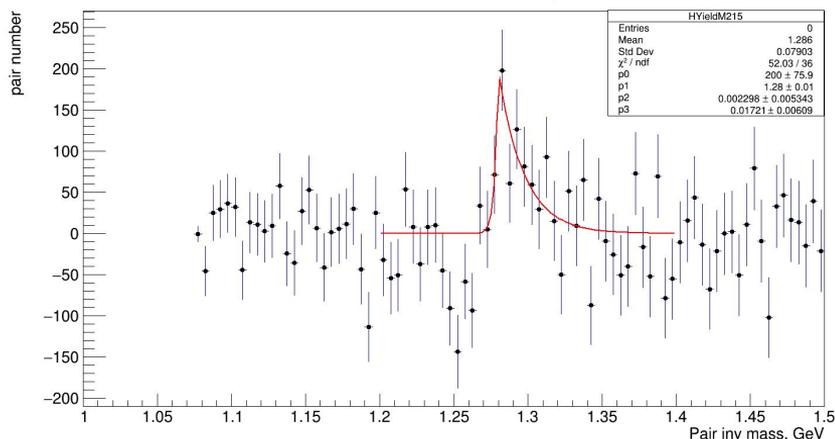
Критерии помогают отыскать кластеры не соответствующие форме электромагнитного ливня.

Применение анализа к данным (1): CPA

Получающийся спектр инвариантных масс можно увидеть следующее значение - 1.28 ГэВ

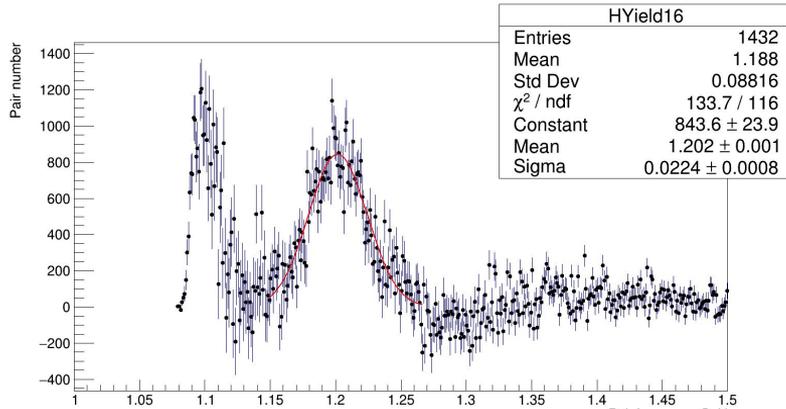


Спектр инвариантных масс пар антинейтрона и положительно заряженного пиона в p_T - диапазоне от 1.0 до 1.5 ГэВ/с

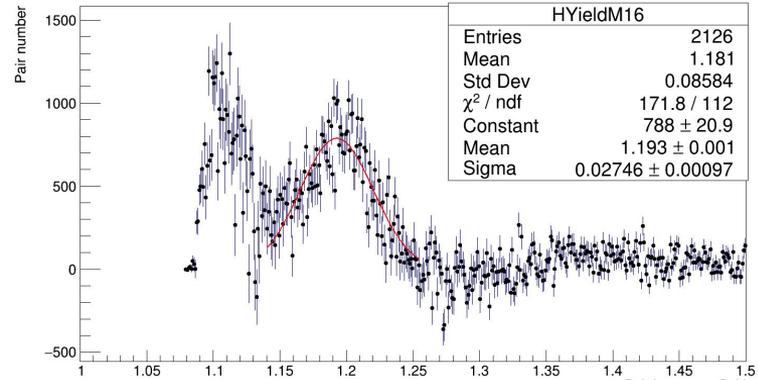


Спектр инвариантных масс пар антинейтрона и отрицательно заряженного пиона в p_T - диапазоне от 1.0 до 1.5 ГэВ/с

DCA: Pt-диапазон до 1.2 ГэВ

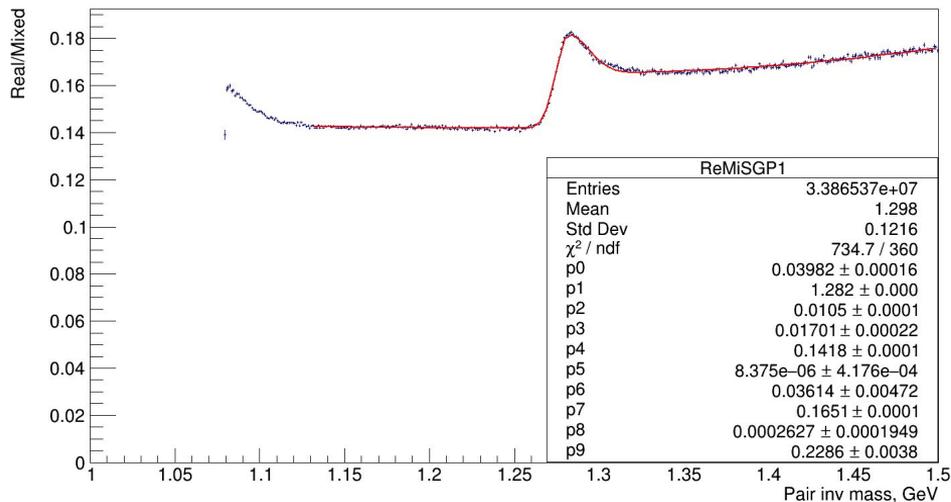


Спектр инвариантных масс пар антинейтрона и положительно заряженного пиона в p_T - диапазоне от 0.4 до 0.6 ГэВ/c



Спектр инвариантных масс пар антинейтрона и отрицательно заряженного пиона в p_T - диапазоне от 0.4 до 0.6 ГэВ/c

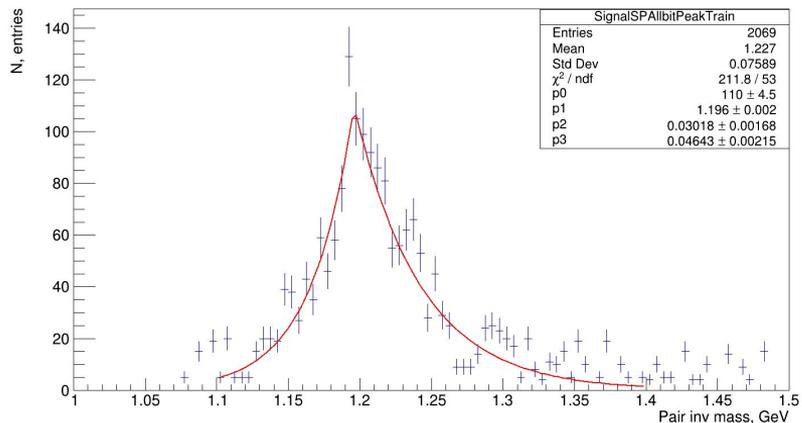
DCA: Pt-диапазон полный



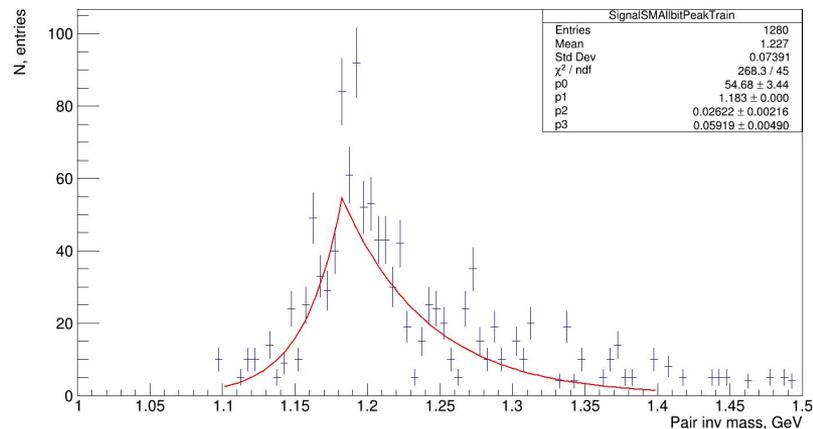
Спектр инвариантных масс пар антинейтрона и положительно заряженного пиона в p_T - диапазоне от 0.2 до 10.0 ГэВ/с

Анализ МС (1): CPA

Пики инвариантных масс для положительно и отрицательно заряженных анти-гиперонов, восстановленные методом CPA



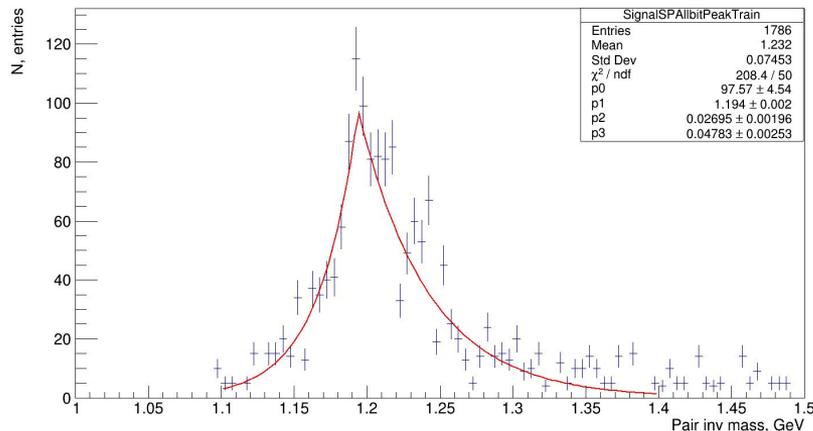
Спектр инвариантных масс пар антинейтронов и положительно заряженных пионов, являющихся дочерними к анти-сигма-гиперону



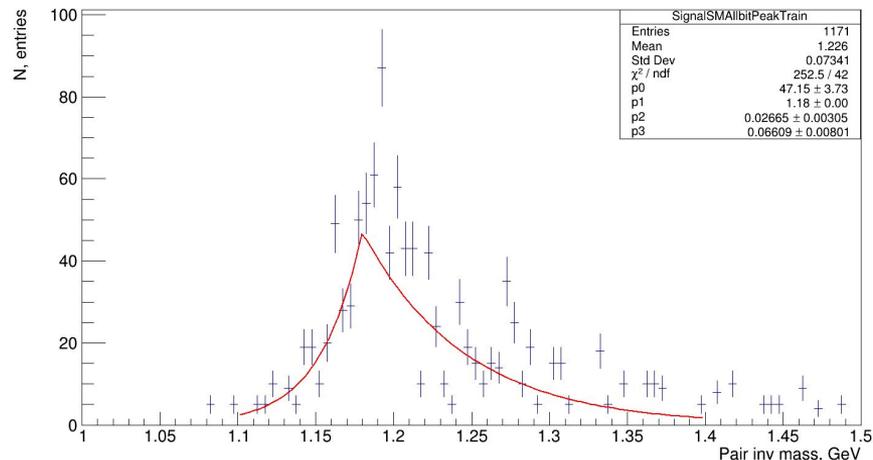
Спектр инвариантных масс пар антинейтронов и отрицательно заряженных пионов, являющихся дочерними к анти-сигма-гиперону

Анализ МС (2): DCA

Пики инвариантных масс для положительно и отрицательно заряженных антигиперонов, восстановленные методом DCA



Спектр инвариантных масс пар антинейтронов и положительно заряженных пионов, являющихся дочерними к анти-сигма-гиперону



Спектр инвариантных масс пар антинейтронов и отрицательно заряженных пионов, являющихся дочерними к анти-сигма-гиперону

Заключение

Параметр	Σ_+	Σ_-
Инв. Масса (Данные, CPA) ГэВ	1.28 ± 0.01	1.28 ± 0.01
Инв. Масса (Данные, DCA) ГэВ	1.28 ± 0.01	1.28 ± 0.01
Инв. Масса (MC, CPA) ГэВ	1.196 ± 0.002	1.183 ± 0.002
Инв. Масса (MC, DCA) ГэВ	1.194 ± 0.002	1.180 ± 0.002
Инв. Масса (PDG) ГэВ	1.197	1.189
Выход (Pч/соб)	$(7,6 \pm 1,34) \times 10^{-5}$	$(4.38 \pm 1,45) \times 10^{-5}$
Выход (MC, CPA) (Pч/соб)	2.55×10^{-6}	1.58×10^{-6}
Выход (MC, DCA) (Pч/соб)	2.20×10^{-6}	1.44×10^{-6}

1) Метод максимизации CPA дает больший выход, а следовательно, его эффективность выше, чем у минимизации DCA

2) Соотношение между выходами Σ_+ и Σ_- соответствует брэнчингам их распадов

3) Правая часть распределений по инвариантной массе при использовании

DCA шире, чем для CPA, значит, его разрешение хуже.

Backslides

