

## ОТЧЕТ

о выполнении студентами КФВЭ, сотрудниками ЛФВ МФТИ

НИР в рамках соглашения с ГНЦ ИФВЭ

(март- июнь 2016 г.)

### I. Выделение эксклюзивных реакций взаимодействия антипротонов с нуклонами при $p = 29$ ГэВ/с

На универсальном спектрометре с электромагнитной калориметрией зарегистрировано около  $1.5 \cdot 10^6$  событий прохождения антипротонного пучка с импульсом 29 ГэВ/с через бериллиевую мишень с триггером на взаимодействие преимущественно в кинематической области фрагментации пучка. Измерены импульсы пучковой частицы, «быстрых» заряженных частиц, энергии и координаты гамма-квантов в калориметре; восстановлена вершина взаимодействия. С использованием этого набора данных выделен ряд (квази)эксклюзивных реакций. Идентификация вторичных заряженных частиц не использовалась; одна из отрицательно заряженных из них (комбинаторно) полагалась антипротоном.

1. Выполнена топологическая классификация событий в антипротонном пучке по количеству положительно и отрицательно заряженных частиц и гамма-квантов от распадов нейтральных частиц

2. Выполнен отбор кандидатов в события эксклюзивных реакций с требованиями:

- баланса суммарного импульса

- вершины взаимодействия в области мишени

В качестве дополнительного критерия оценки «эксклюзивности» использован баланс поперечных компонент импульсов

3. Оценено количество событий по ряду реакций, а также наклона распределения по квадрату переданного импульса в  $t$  – канале. Указаны возможные пики в спектре инвариантной массы системы «быстрых» частиц.

Таб.1. Сводка данных по эксклюзивным реакциям вида  $\bar{p} N \rightarrow B X$ , где  $B$  – предполагаемый медленный барион отдачи,  $X$  – измеренная система «быстрых» частиц, включающая  $\bar{p}$ .  $N_{ev}$  – число событий;  $M$  - положение видимых пиков в спектре

инвариантной массы  $X$ ,  $a$  – оценка параметра наклона  $t$ -распределения в форме  $dN/dt \sim \exp(-a*t)$

№	$X$	$N_{ev}$ , тыс.	$B$	$M$ , ГэВ	$a$ , ГэВ <sup>-2</sup>	Примеч.
1	$\bar{p}\pi^0$	10	$N, \Delta$	1.3(?), 1.65, 1.9	30	
1.1	$\bar{p}\pi^0 \gamma$	5		1.3, 1.45, 1.65, 1.9		
2	$\bar{p} \eta$	0.5	$N$	1.6, 1.9		
2.1	$\bar{p}\eta \gamma$	0.5		1.7, 1.9		
3	$\bar{p} \pi^+$	5	$N, \Delta$	1.2, 1.3 (?), 1.5, 1.68, 1.9	10	$\Delta Q=1$
4	$\bar{p} \pi^+ \pi^0$	2	$N, \Delta$	1.9		$\Delta Q=1$
5	$\bar{p} \pi^-$	5	$\Delta$	1.23	12	$\Delta Q=-1$
6	$\bar{p} \pi^- \pi^0$	2	$\Delta$	1.95		$\Delta Q=-1$
7	$\bar{p} \pi^- \eta$	0.1	$\Delta$			
8	$\bar{p} \pi^- \pi^+$	10	$N, \Delta$			
9	$\bar{p} \pi^- \pi^+ \pi^0$	2	$N, \Delta$			

## II. Выделение эксклюзивной реакции образования системы $p_i$ - $3p_i0$

На универсальном спектрометре с электромагнитной калориметрией зарегистрировано около  $3 \cdot 10^9$  событий прохождения пучка отрицательно заряженных пионов с импульсом 29 ГэВ/с через бериллиевую мишень с триггером на взаимодействие преимущественно в кинематической области фрагментации пучка. Измерены импульсы пучковой частицы, «быстрых» заряженных частиц, энергии и координаты гамма-квантов в калориметре; восстановлена вершина взаимодействия. С использованием этого набора данных выделена (квази)эксклюзивная реакция  $\pi^- N \rightarrow N' \pi^- 3\pi^0$ .

1. Выполнен топологический отбор событий – кандидатов: отрицательно заряженная частица и 6 гамма-квантов.
2. Выполнено комбинаторное спаривание  $\gamma$
3. Выполнен отбор кандидатов в события эксклюзивных реакций с требованиями:
  - баланса суммарного импульса
  - вершины взаимодействия в области мишени
  - наличия 3-х непересекающихся пар гамма-квантов с инвариантной массой вблизи массы  $\pi^0$  – мезона на уровне статистической достоверности  $S.L.(3\pi^0) > 90\%$  .

Всего около 0.5 млн. событий.

4. Из спектра инвариантной массы системы  $3\pi^0$  (рис.1) определено количество событий реакции образования системы  $\pi^- \eta (\rightarrow 3\pi^0)$ : около 90 тыс.

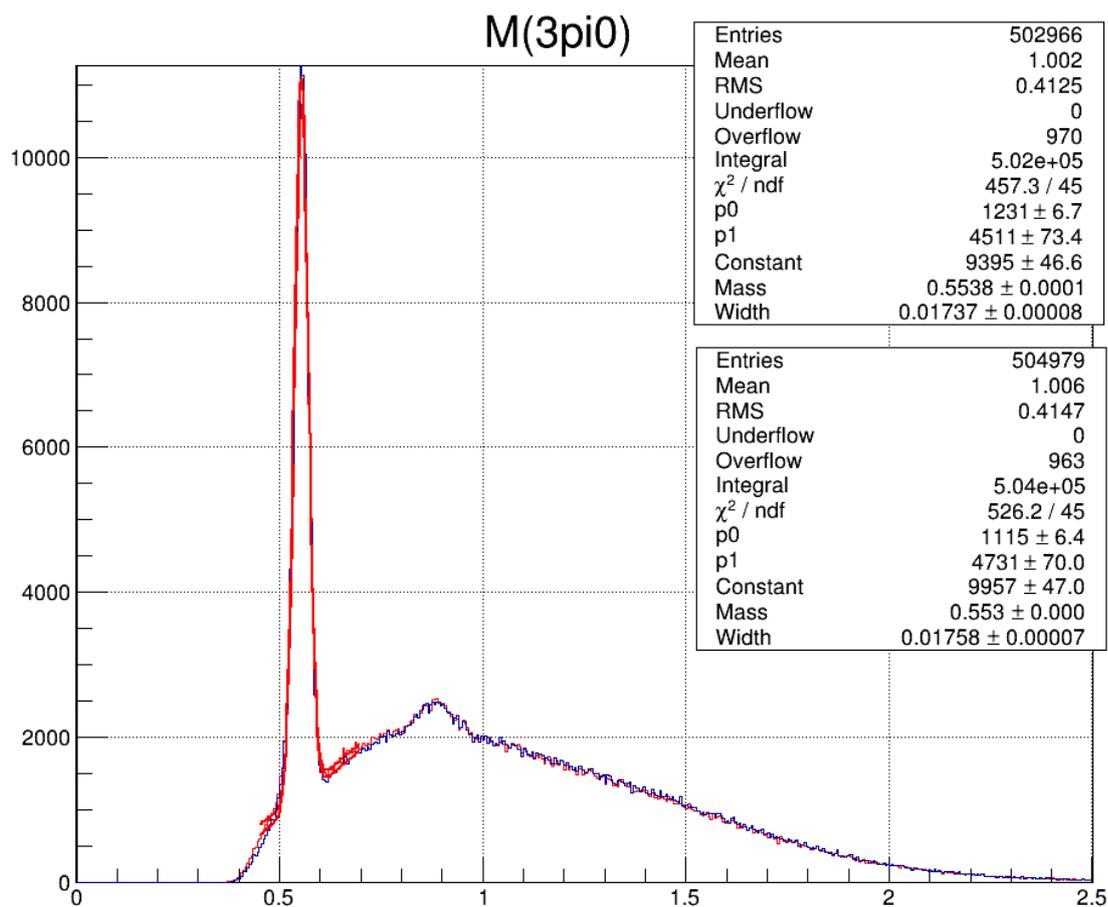


Рис.1. Спектр инвариантной массы системы  $3\pi^0$  в 2-х вариантах реконструкции данных (гистограммы). Кривая – подгонка гистограммы суммой линейного фона и функции Гаусса для сигнала  $\eta(547)$ .

### III. Моделирование светосбора в сцинтилляционном нейтринном детекторе.

В рамках подготовки предложения по созданию нейтринного детектора из массива сцинтилляционных ячеек выполнено моделирование светосбора в ячейке размером 30 x 30 x 500 см<sup>3</sup> со спектросмещающим волокном вдоль центральной оси и фотоприемниками на обоих концах волокна.

#### 1. Создание модели элементарной ячейки нейтринного детектора в GEANT4

1.1. Написана программа, рассчитывающая вероятность фотона попасть в детектор по описанию геометрии и оптических свойств во входном файле.

1.1.1 Расширен функционал модуля GEANT4 GDML parser, а именно добавлена возможность задавать некоторые характеристики (например, коэффициент отражения) оптических поверхностей.

1.2. Создана геометрическая модель ячейки.

1.3. Заданы оптические свойства материалов ячейки.

1.4. Рассчитаны распределения отклика детекторов в зависимости от координаты рождения фотона. Моделирование производилось в двух вариантах, различающихся типом покрытия боковых граней.

#### 2. Обработка результатов в пакете ROOT

2.1. Реализована первичная обработка гистограмм отклика: суммирование гистограмм, вычисляемых в различных потоках, усреднение с учетом симметрии детектора

2.2. Написан набор функций для построения двумерных и одномерных срезов трехмерной гистограммы, а также для построения графика суммарного отклика вдоль заданного направления.

2.3. Реализованы функции для фитирования гистограммы.

2.4. Для данных, полученных в п.1.4, построены фиты и графики суммарного отклика.

#### IV. Изучение алгоритмов реконструкции и идентификации струй от векторных $W$ и $Z$ бозонов по распадам в адронной моде.

Применительно к эксперименту АТЛАС на Большом адронном коллайдере (БАК) на модельных данных  $pp$ - взаимодействий при 8 ТэВ выполнена предварительная оценка возможностей реконструкции струй от адронных мод распадов векторных бозонов.

1. Сформирован тестовый набор модельных событий из 2-х процессов:  $Z$ +струи (сигнальный) и двухструйные (фоновый).
2. Выполнена установка программного пакета FastJet и освоена работа с ним.
3. С его использованием выполнен пошаговый поиск модельных струй при больших поперечных импульсах от векторных бозонов:
  - 3.1. Поиск струи большого радиуса (с конусом 1) с возможными дополнительными компонентами (underlying event, pile-up и др.)
  - 3.2. Очистка струи (т.н. grooming - разделение на компоненты и удаление по определенным правилам некоторых частей) с вариацией параметров алгоритма в целях оптимизации:
    - тримминг с различными значениями малого радиуса в диапазоне 0.1 - 0.3;
    - обрезание по минимальной доле импульса тонкой струи в диапазоне 0.01 - 0.05.
4. Выполнена грубая оценка эффективности алгоритма подсчетом числа найденных струй с массой в окне вокруг табличного значения массы  $Z$ -бозона (рис.1).

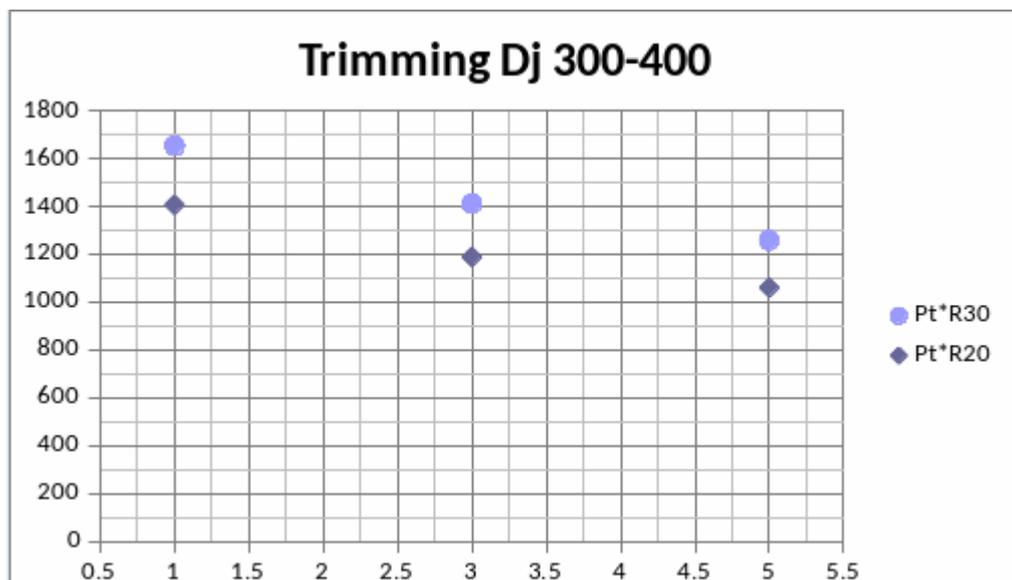


Рис. 1. Число событий в окне Z-бозона при тримминге с малым конусом 0.2 и 0.3 в зависимости от значения обрезания по минимальной доле импульса тонкой струи для выборки событий с Z-бозоном в интервале поперечных импульсов 300-400 ГэВ.

Руководитель ЛФВ МФТИ к.ф.м.н. Ю.В.Харлов