
КИБЕРНЕТИКА И МЕХАТРОНИКА

УДК 004.922 004.021 004.514

БЫСТРАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРЕКОВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТА COSY-TOF*

Е.И. Бородина

Институт ядерной физики
Исследовательский центр Юлих ГмбХ
Юлих, D-52425, Германия

Московский государственный институт электроники и математики
(Технический университет)
Б. Трехсвятительский пер., 3, Москва, Россия, 109028

Самодостаточный пакет ПО TOF-ONLINE для визуализации и первичной обработки данных в режиме реального времени был разработан для экспериментов на детекторе COSY-TOF. Он автоматически контролирует правильное функционирование детектора при сборе данных на эксперименте, визуализирует ключевые параметры детекторов и выполняет геометрическую реконструкцию треков образовавшихся элементарных частиц в контексте геометрии детектора. В статье детально описывается процесс создания эффективных алгоритмов для последнего этапа — реконструкции треков.

Ключевые слова: детектор COSY-TOF, реконструкция треков, визуализация, конвертация.

Контроль данных в режиме реального времени, основанный на визуализации ключевых параметров детекторов и автоматической проверке функционирования его элементов, играет важную роль в проведении экспериментов в ядерной физике. Концепция и реализация пакета прикладных программ [1] для мониторинга в режиме реального времени были разработаны для эксперимента COSY-TOF [3] ускорителя COSY. Созданное ПО разбито на независимые автономные части — конвертацию, реконструкцию и визуализацию, которые обмениваются данными между собой, а созданный графический интерфейс предоставляет экспериментаторам интуитивное управление потоками данных и различными настройками.

* Работа была поддержана фондом FFE Funding Program of the Jülich Center for Hadron Physics.

В качестве заключительного этапа созданного ПО разработаны алгоритмы быстрой реконструкции треков заряженных частиц на основе индексации элементов детекторов, обеспечивающие тестирование конвертации данных, контроль функционирования детектора и отбор исследуемых реакций.

Созданное программное обеспечение было протестировано и использовалось во время проведения экспериментов на ускорителе. Разработанный пакет программ позволяет существенно улучшить и облегчить с точки зрения пользователя мониторинг эксперимента, обеспечив его в режиме реального времени.

Детектор COSY-TOF

Целью эксперимента COSY-TOF (Time Of Flight — время пролета), расположенного на внешнем луче синхротрона COSY, является измерение протон-протонных или протон-дейтронных взаимодействий в области средних энергий в несколько ГэВ. Главная цель физической программы состоит в исследовании процессов рождения мезонов и реакций с участием странных частиц [1]. Детектор TOF предназначен для измерения потерь энергии заряженных частиц при пролете через элементы детектора, регистрации их времени пролета и координат их траекторий.

Детектор COSY-TOF реализован в виде заполненного вакуумом цилиндрического корпуса, состоящего из множества модульно встроенных поддетекторов. Сцинтилляторы полностью покрывают внутреннюю поверхность этого корпуса для определения времени начала и окончания пролета частиц и их координат. Детектор разработан исходя из оптимальных критериев регистрации исследуемых частиц и обеспечивает полную геометрическую реконструкцию треков всех заряженных частиц и идентификацию частиц на основе измерения их потерь энергии.

В последнее время на TOF были установлены новые координатные детекторы. Для получения самых близких к вершине распада точек траекторий частиц был разработан и установлен рядом с мишенью детектор с высокой позиционной чувствительностью — SQT (Silicon Quirl Telescope — кремниевый вихревой телескоп). Он состоит из четырех многополосных слоев по 128 элементов в каждом и предназначен для измерения энергии частиц. Каждый элемент имеет форму архимедовой спирали, а слои расположены так, что спирали каждого следующего слоя направлены в противоположную сторону. Такая конструкция позволяет однозначно определять позицию пролета частицы.

Для повышения эффективности реконструкции треков был установлен координатный детектор — STT (Straw Tube Tracker — устройство отслеживания из «соломенных» трубок), состоящий из более чем 3000 дрейфовых трубок, составляющих 15 двойных слоев, расположенных в шести различных ориентациях (0° , $+60^\circ$, 120° , 180° , $+240^\circ$, 300°). Это проволочный газонаполненный ионизационный детектор, в котором координата частицы определяется по времени дрейфа электронов в газе от места ионизации (пролета частицы) до сигнальных анодных проволочек. Срабатывание трубки детектора означает, что траектория частицы прошла по касательной к изохроне с радиусом, равным расстоянию между центром трубки и траекторией пролета частицы.

Обработка данных

Был разработан пакет прикладных программ на языке C++, состоящий из программ конвертации данных, которые преобразовывают сырой бинарный поток информации, полученный с системы сбора данных, в формат событий, базирующийся на модульной геометрии детектора; программ для визуализации цифровых данных; комплекса алгоритмов для реконструкции треков, GUI (Graphical User Interface — графический пользовательский интерфейс) и графики (графического представления геометрии событий и всего детектора). Под событием понимается логический блок данных, соответствующих одному первичному взаимодействию частиц. На основе системы ROOT [4] был разработан GUI TOF-ONLINE, который позволяет наглядным образом контролировать данные с различных детекторов, выбирать методы визуализации отдельных событий и отображать необходимые группы детекторов и треки частиц, сохранять данные для протокола и т.д.

Визуализация осуществляется как для статистических данных (спектры распределения сигналов отдельных элементов детекторов, гистограммы частоты событий для групп детекторов и т.д.), так и для отдельных событий (геометрическая визуализация треков заряженных частиц).

На этапе между конвертацией и визуализацией данных выполняется распознавание треков зарегистрированных частиц. В стартовом командном файле пользователь указывает параметры для реконструкции: какие реакции представляют интерес; данные с каких детекторов будут использоваться при реконструкции. Реконструкция треков позволяет пользователю выбирать интересующие его реакции, тестировать неисправности, возникшие при подключении детекторов, выявлять «шумящие» каналы и т.д. На этапе отладки программы реконструкция и визуализация треков является удобным средством для тестирования созданной геометрии детектора и визуализации отдельных событий.

С целью эффективного использования времени конвертация, реконструкция треков, визуализация и отображение данных распараллелены на несколько независимых процессов, выполняющихся одновременно. Детальное описание концепции ПО TOF-ONLINE можно найти в [1]. Данная работа посвящена визуализации отдельных событий.

Визуализация отдельных событий

Визуализация событий (наглядное графическое изображение), основанная на геометрических классах пакета ROOT [4], графически воспроизводит состояние детекторов и столкновение частиц различными методами отображения в режиме реального времени. Вся визуализируемая геометрическая модель эксперимента TOF представляет собой набор его детекторов в виде трехмерных геометрических объектов. Следует отметить, что данные эксперимента сводятся к реакциям элементов детектора на пролет отдельных элементарных частиц. Соответственно, если выделить среагировавшие элементы, принадлежащие одному событию и изобразить в 3D, то автоматически получается траектория (трек) соответствующих частиц (рис. 1).

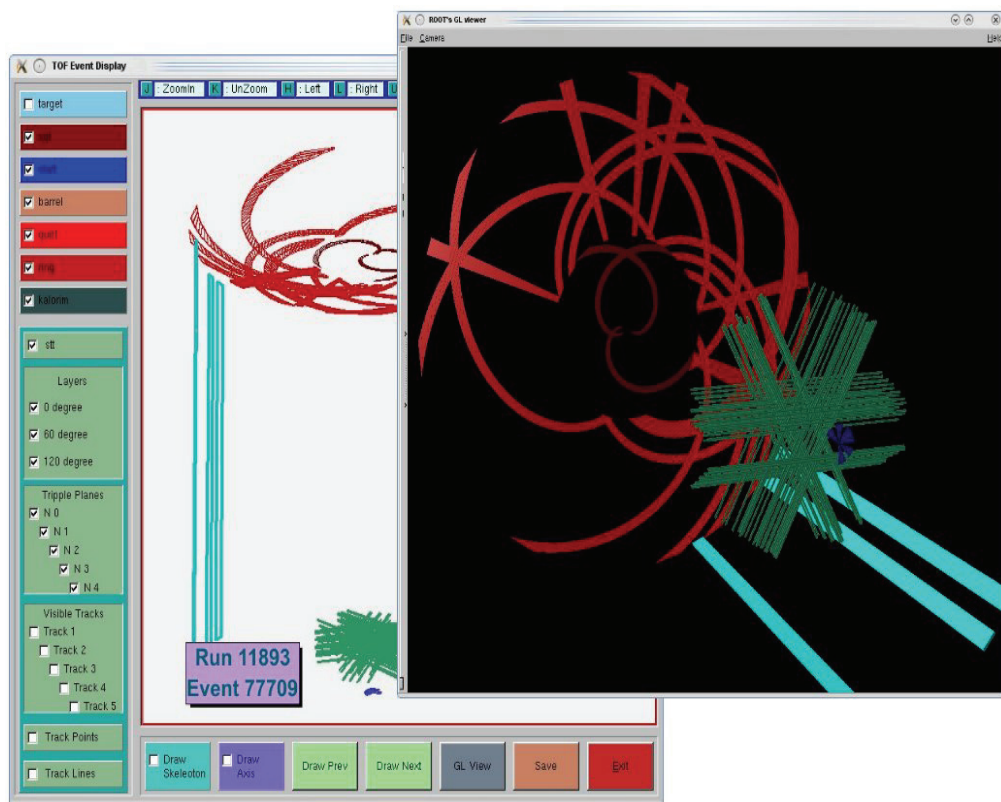


Рис. 1. Результат ПО TOF-ONLINE — GUI с изображением визуализации события. Среагировавшие элементы разных детекторов изображены разным тоном

Однако данная визуализация не всегда позволяет определить, какие элементы принадлежат каким трекам, какие вообще измерили шум. Также не ясны конкретные координаты пересечения треками элементов детекторов (в какой точке элемента детектора лежит трек).

Реконструкция треков

Для вычисления конкретных координат треков заряженных частиц были разработаны алгоритмы реконструкции треков, а для наглядного представления — соответствующие методы визуализации. Реконструкция производится по требованию пользователя для выбора интересующих его реакций, тестирования созданного ПО и настройки детекторов.

Для быстрой ориентации среди множества событий и более детального контроля эксперимента были разработаны методы выборки событий, основанные на заданных свойствах наблюдаемой реакции или на первичной реконструкции треков. На системе сбора данных эксперимента устанавливаются значения триггеров (первичные условия отбора событий) на допустимое количество поступающих одновременно сигналов на стартовые и конечные детекторы. Это позволяет предотвратить регистрацию событий, не представляющих интереса, на этапе сбора данных. Затем для каждого из поддетекторов мы определяем, принадлежат ли полученные сигналы искомым трекам. Для многослойных вихревых детекторов про-

изводится проверка на общее пересечение: если наложить их элементы друг на друга, образуют ли все они одну площадь пересечения? Для этого перебираются всевозможные комбинации их элементов. Для дрейфовых камер рассчитывается, можно ли провести прямую, проходящую через задетые трубки каждого из пяти двойных слоев для каждого из трех направлений.

Реконструкция треков позволяет:

- быстро определять количества первичных и вторичных частиц, образовавшихся в результате конкретной реакции;
- определить, какие из среагировавших элементов детектора измеряют не сигнал, а шум, а также выявить несработавшие элементы;
- осуществлять калибровку элементов детектора;
- определять ошибки при физическом подключении кабелей детекторов;
- тестировать созданную геометрическую визуализацию событий;
- вычислять отклонения положений детекторов при установке.

Алгоритмы реконструкции были разработаны для логических групп детекторов, затем полученные данные в соответствии с заданными правилами объединяются в единое целое. При разработке алгоритмов приоритет отдавался скорости работы программы: в отличие от ПО для физического анализа данных, где важно не пропустить ни одной реакции, в режиме реального времени реакции, не подходящие под заданные параметры, просто отбрасываются с целью экономии времени.

Реконструкция треков для вихревых детекторов

При пролете частицы через сцинтилляторы, из которых построена существенная часть детекторов, частица вызывает рождение фотонов, но при этом нельзя определить, в каком месте элемента детектора это произошло. В связи с этим для локации места пролета необходимо использовать точки «пересечения» нескольких детекторов. Чтобы покрыть определенный объем пространства, приходится использовать детекторы сложной формы, например, в виде спиралей — «вихрей».

Часть вихревых детекторов позволяет определить точку пролета частицы однозначно, часть требует дополнительных данных с других детекторов. Геометрически каждый слой вихревого детектора можно описать как цилиндр, разбитый на элементы таким образом, что каждая пара соседних элементов имеет общую грань, что обеспечивает отсутствие полых пространств в детекторе. Вероятность того, что частица пролетит между двумя соседними элементами и не будет зафиксирована, меньше 1%. Вихревые элементы таких детекторов можно описать как трехмерную геометрическую фигуру, ограниченную вдоль направления пучка частиц двумя параллельными плоскостями с заданным расстоянием, по краям — цилиндрами с заданными радиусами, а по бокам ограниченную архимедовыми спиралью с заданными координатами.

В рассматриваемых случаях вычисляются не конкретные координаты точек, а области, являющиеся «пересечением» трех элементов детектора, т.е. геометрические фигуры, ограниченные прямой и двумя архимедовыми спиралью. Следует отметить, что физически элементы детекторов не пересекаются, но так как расстояние между слоями детекторов пренебрежимо мало по сравнению с их размером,

т.е. они почти наложены друг на друга, мы можем рассматривать пересечения проекций элементов как пересечение элементов.

Для реконструкции точек трека были разработаны алгоритмы, использующие не координаты элементов детекторов и не функции, которыми заданы их геометрические формы, а присвоенные им порядковые номера, что позволяет избежать громоздких вычислений.

Рассмотрим строение детектора Ring, расположенного в 3 м от мишени и состоящего из трех дисков с внешним радиусом 154 см и внутренним радиусом 56 см. Первый диск разбит на 96 сегментов, а второй и третий — на 48 левых и правых вихревых элементов соответственно. Таким образом, детектор разбит на 2880 областей «пересечения» элементов. Погрешность определения угла рассеяния частиц составляет примерно $\pm 1^\circ$ и зависит от расположения области детектора, где произошло столкновение. Азимутальный угол определяется с погрешностью $\pm 3,75^\circ$. Такая точность позволяет почти всегда однозначно распознать треки частиц, пролетевших через детектор.

Частица может пролететь через все три слоя детектора или застрять в одном из них. В последнем случае мы получаем большое значение выделенной энергии. Для однозначного определения точек пролетевших частиц необходимы либо данные со всех трех слоев, либо дополнительные данные с других детекторов.

В случае если частицы прошли все три слоя детектора или застряли в последнем из них, можно однозначно рассортировать задетые элементы по соответствующим частицам. Каждая тройка элементов имеет общую область пересечения, если точка пересечения спиральных элементов совпадает с углом сектора (рис. 2). Таким образом, получается однозначное распознавание любого количества частиц. Элементы, не вошедшие в триплеты, либо измерили шум, либо задержали частицу, либо один из элементов возможного триплета не среагировал, что можно проверить на основе остальных детекторов.

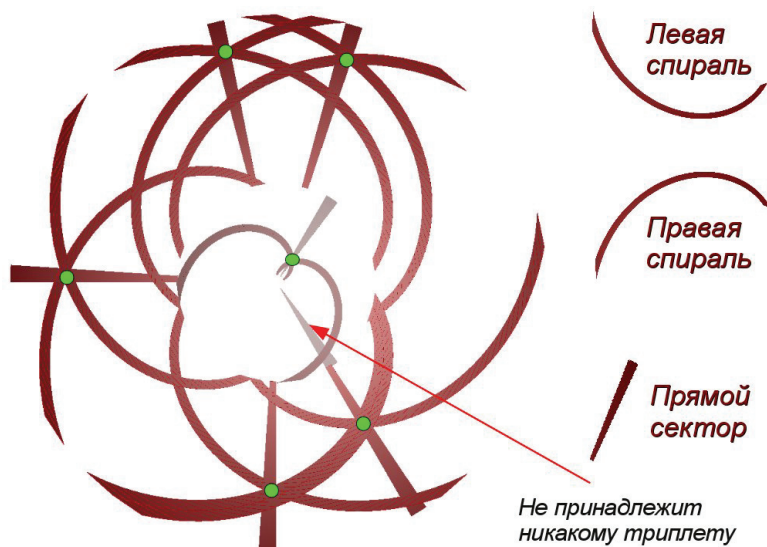


Рис. 2. Пример реконструкции треков для вихревых детекторов Ring (внешний контур) и Quirl (внутренний контур)

На рисунке изображены среагировавшие на пролетевшую частицу элементы детектора. Один из секторов не принадлежит ни одному из триплетов, что может быть вызвано либо задержанием частицы в этом элементе, либо шумом электроники. В приведенной реакции образовалось как минимум шесть частиц.

Аналогично распознаются треки для других групп вихревых детекторов.

Вихревой кремниевый детектор SQT, находящийся рядом с мишенью, позволяет определить точки пролета частиц с большей точностью, чем остальные детекторы. Погрешность определения угла рассеяния частиц составляет $\pm 0,17^\circ$, что как минимум в 5 раз точнее остальных детекторов. Данная конфигурация включает только вихревые элементы, что не позволяет на основе данных только вихревых элементов однозначно определить, какие именно группы элементов принадлежат к какому треку, следовательно, необходимо предварительно грубо определить примерные координаты треков с помощью других детекторов (например, STT, описанного далее), а затем уточнить, используя данные SQT.

Реконструкция треков для координатного детектора STT

Рассмотрим реконструкцию треков с помощью соломенного детектора STT. Он состоит из 15 двойных слоев, расположенных в шести различных ориентациях (0° , 60° , 120° , 180° , 240° , 300°). Так как направление трубок не имеет значения для реконструкции треков, можно выразить координаты двойных слоев на основе всего трех ориентаций (0° , 60° , 120°).

Пролетающая через соломинку частица вызывает электронные лавины, по времени задержки прихода которых на анодные проволочки относительно стартового сигнала определяются координаты частицы. Положение частицы вдоль соломины нам неизвестно. Таким образом, трек частицы находится на воображаемой оболочке цилиндра с радиусом, заданным измеренным расстоянием между треком частицы и центром соломины. Радиус изохроны выражается полиномиальной функцией в зависимости от измеренного сигнала. Коэффициенты полинома подбираются отдельно для каждого слоя путем калибровки.

В связи с тем, что при старте эксперимента до калибровки не всегда известна функция расчета радиуса изохроны, был разработан алгоритм реконструкции треков на основе координат среагировавших трубок, что дает большое преимущество по времени расчета. Это имеет значение для вычислений в реальном времени, а также позволяет работать с самыми первичными данными. Точность вычисления направления трека на основе лишь геометрических данных составляет около $\pm 0,5^\circ$, что в любом случае гораздо точнее, чем на остальных детекторах, и вполне достаточно для решения поставленных задач. Разработанный алгоритм предусматривает возможность последующего уточнения направления треков с учетом калибровочных данных.

Можно вычислять треки двумя способами, суть которых состоит в реконструкции точек трека на заранее определенных плоскостях и последующем объединении полученных данных в трехмерную картину. Метод тройных слоев состоит в том, что для каждого тройного слоя находят точки пролета частиц в системе координат этого слоя. При методе трех ориентаций для каждой из трех плоскостей берут все трубки, которые ей ортогональны, и вычисляют проекцию трека частиц

на эту плоскость. Затем путем совмещения всех трех плоскостей получается трехмерная реконструкция трека.

В данной работе было отдано предпочтение методу тройных слоев, потому что таким образом легче различать близко расположенные треки между собой.

Все тройные слои STT рассматриваются как группы, каждая из которых состоит из трех соседних слоев. Количество групп зависит от шага реконструкции, шага между двумя ближайшими тройными слоями, для которых вычисляются точки треков. Время вычисления координат трека прямо пропорционально шагу, а точность — обратно пропорциональна. Таким образом, получаются следующие группы слоев:

$$[P_0, P_1, P_2], [P_{0+n}, P_{1+n}, P_{2+n}], \dots, [P_{0+2n}, P_{1+2n}, P_{2+2n}],$$

где P_i — слой детектора под номером i , $0 \leq i \leq 15$; n — выбранный шаг реконструкции.

Наиболее оптимальным шагом для быстрой реконструкции треков является шаг $n = 3$, так как при этом используются данные всех слоев по одному разу. Однако в случае частого несрабатывания трубок отдельных слоев шаг необходимо уменьшить.

На следующем шаге алгоритма каждая соломина параметризуется как прямая в локальной двумерной системе координат:

$$y = x \cdot \operatorname{tg}(\alpha) + D\operatorname{shift} / \cos(\alpha),$$

где $D\operatorname{shift}$ — минимальное расстояние между трубкой и центром координат, mod — остаток от целочисленного деления, $\alpha = \operatorname{mod}((i \cdot 60), 360)$, $i = 0, 1, \dots, 15$ — порядковый номер слоя.

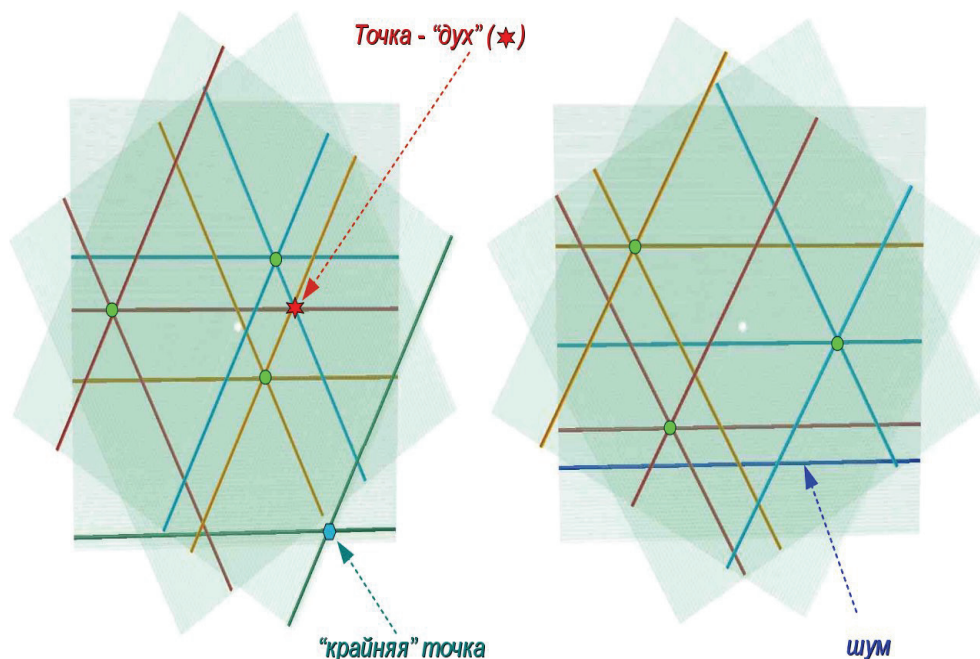


Рис. 3. Пример реконструкции точек треков для одного тройного слоя STT

В зависимости от угла между треком частицы и слоем детектора частица может быть зарегистрирована как одной, так и несколькими трубками. Для данного метода необходимо, чтобы в каждом из слоев была бы задета хотя бы одна трубка. Трубки были параметризованы таким образом, что условием группировки трубок соответственно трекам с небольшими углами рассеяния выглядит как пересечение проекций трубок на плоскости XU . В случае больших углов рассеяния вводятся дополнительные коэффициенты:

$$Dshift_1 \cdot a_1 - Dshift_2 \cdot a_2 + Dshift_3 \cdot a_3 = 0,$$

где коэффициенты a_j пропорциональны углу рассеяния частицы (угол между основным пучком и треком частицы), $j = 0, 1, 2$ — ориентации.

Выбранная таким образом система координат позволяет очень быстро группировать среагировавшие элементы детектора по трекам частиц.

После прохождения всех тройных слоев детектора для каждого из них получается множество всех возможных точек пересечения его треком частицы, пролетевшей через каждый их трех слоев. Но при данном методе реконструкции получают дополнительные точки — «духи» (см. рис. 3). «Духами» называются ложно реконструированные и не принадлежащие ни одному треку точки, которые образуются пересечением проекций трубок трех соседних хитов. «Духи» возникают при реакциях с образованием трех и более частиц. Особенностью выявления и отсеивания «духов» является то, что соломина и на самом деле может зарегистрировать несколько треков одновременно. В таких случаях алгоритм дополнительно проверяет возможные комбинации хитов. На рис. 3 приведен пример неоднозначного (слева) и однозначного (справа) события для реконструкции треков в одном тройном слое STT детектора. В левой части рисунка через тройной слой пролетают четыре частицы. Одна из них имеет слишком большой угол разлета и задела только две трубки, а три другие образуют дополнительную несуществующую точку — «дух». В правой части рисунка реакция одиночной трубки, вероятно, является шумом, так как большая часть ее длины перекрывается другими плоскостями детектора, не зарегистрировавшими соответствующего сигнала.

Затем для каждого хита ищутся соседние и парные трубки (ближайшие соседи для своего для второго подслоя). Вычисляются координаты в локальной системе координат данного тройного слоя и с помощью соответствующего разворота и учета положения каждого слоя получают координаты в глобальной системе координат.

Таким образом, получается набор относительно достоверных точек, по которым можно реконструировать трехмерные треки. Для этого множество полученных точек разбивается на группы, принадлежащие разным трекам, и затем каждая группа точек аппроксимируется прямой методом наименьших квадратов. Затем производится анализ оставшихся точек, не вошедших ни в одну из групп.

На заключительном этапе аппроксимируются неполные слои — тройные слои, содержащие одиночные трубки, не образовавшие тройных хитов. Для этих

одиночных трубок проверяется принадлежность к уже реконструированным трекам. Например, для единичного шага на двойном слое n при пролете частицы не среагировало ни одной трубки. Это означает, что для трех шагов $n - 1$, n и $n + 1$ хит для соответствующих тройных слоев не был реконструирован, но имеются среагировавшие на него трубки. Они проверяются на принадлежность к данному треку и при необходимости включаются в него.

Недостатки такого подхода реконструкции треков — неоднозначное или нечеткое определение треков при больших углах рассеяния частиц из-за недостатка количества реконструированных точек, возникновение духов и сбой метода пересечения проекций в тех редких случаях, когда вторичная вершина распада сильно удалена от оси пучка.

Для экономии памяти и затрат времени на обработку данных пользователи могут выставлять соответствующие критерии для создания геометрической реконструкции отдельных событий. Например, исследуются только события с образованием n -ого количества частиц, или события с определенными углами разлета и т.д.

Созданная реконструкция треков интегрирована как с геометрической визуализацией отдельных событий в контексте геометрии детектора, так и с графическим интерфейсом пользователя, что позволяет эффективно отслеживать функционирование элементов детектора.

Анализ упругих реакций

Для контроля данных в режиме реального времени приходится искать компромисс между точностью реконструкции и временем обработки. Например, наименьшее время занимает реконструкция треков для упругих реакций (без образования новых частиц). В этой ситуации точно известны начальные координаты треков

Для отбора упругих реакций проверяется кинематика треков частиц. Два необходимых условия — копланарность треков и углы разлета частиц — должны соответствовать закону сохранения импульса. С целью ускорения обработки сначала проверяется копланарность на тех детекторах, для которых разработаны наиболее быстрые алгоритмы, а затем, ориентируясь на них, переходим к детекторам с наиболее высокой позиционной чувствительностью. Это дает возможность максимально быстро отбрасывать фоновые события, которые не удовлетворяют заданным критериям, но при этом составляют около 75% всех измеряемых данных в случае поиска упругих реакций.

С помощью реконструкции треков упругих реакций может быть проведена калибровка элементов детекторов. На основе статистических данных для отдельных элементов, измеряющих сигналы, координаты которых не подошли под реконструированные треки, легко определяется уровень помех для каждого элемента детектора.

При сборке и установке детектора возникают сдвиги, в результате которых реальное положение его элементов не совпадает с разработанным. Например, при

установке детектора SQT, имеющего существенно меньший размер, чем остальные детекторы, очень сложно выставить угол азимута, а при монтаже STT, который фиксируется только с одной из сторон, велика вероятность наклона детектора. Для определения подобных ошибок отбираются упругие реакции, для которых точно известны начальные точки треков частиц, и на основе реконструированных треков вычисляются реальные положения детекторов относительно пучка. Условием отбора является определенный азимутальный угол плоскости реакции.

Для детектора SQT вычисляется отклонение вычисленного азимутального угла от предполагаемого. По сдвигу реконструированной первичной точки реакции от позиции мишени вычисляется наклон детектора STT. Полученное реальное положение детектора запоминается в качестве калибровочной поправки.

В рамках данной статьи были разработаны комплексы алгоритмов быстрой реконструкции треков на основе индексации элементов детекторов. Эти методы интегрированы в ранее созданную систему ПО TOF-ONLINE, существенно улучшающую (обеспечивающую работу в режиме реального времени) контроль сбора данных при проведении экспериментов на детекторе COSY-TOF.

Созданная реконструкция треков частиц позволяет быстро обнаруживать ошибки как в техническом функционировании всей установки и ее отдельных элементов, так и в разработанном ПО для первичной обработки данных. Также на основе созданной реконструкции пользователи могут соответственно заданным критериям (количество образовавшихся частиц, углы рассеяния и т.д.) выбирать интересующие их реакции.

Разработанная система является штатным ПО в институте ядерной физики в НИЦ Юлих и позволяет существенно повысить эффективность работы персонала при проведении экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Бородина Е.И., Родербург Е., Ритман Д.* Качественное улучшение мониторинга для контроля в режиме реального времени для эксперимента COSY-TOF // Качество. Инновации. Образование. — 2011. — № 1. — С. 35—43.
- [2] *Borodina E.* Online control and data visualisation system for the COSY-TOF experiment // Годовой отчет 2010, FZJ. URL: <http://www.fz-juelich.de/ikp/COSY-TOF/publikationen/index.html>
- [3] The COSY-TOF Collaboration Influence of N^* -resonances on hyperon production in the channel $pp \rightarrow K^+ \Lambda p$ at 2.95, 3.20 and 3.30 GeV/c beam momentum // Physics Letters B688, 2010. — С. 142.
- [4] *Rene Brun, Philippe Canal, Fons Rademakers.* Design, Development and Evolution of the ROOT System. PoS(ACAT2010)002, Jaipur, Индия.
- [5] *Borodina E.* Online Control Software for the upgraded COSY-TOF Experiment // Доклад, Конференция Deutsche Physikalische Gesellschaft, Бонн, 2010. — С. 118.

FAST RECONSTRUCTION OF THE ELEMENTARY PARTICLE TRACKS FOR THE COSY-TOF EXPERIMENT

E.I. Borodina

Nuclear Physics Institute
Forschungszentrum Jülich GmbH
D-52425, Jülich, Германия

Moscow State Institute of Electronics and Mathematics
B. Trehsyjetitsky, 3, Moscow, Russia, 109028

Self-sufficient software package “TOF-ONLINE” for online visualization and preliminary data processing for experiments at COSY-TOF particle detector at COSY accelerator was developed. It automatically controls the detector elements functionality during data acquisition at the experiment, visualizes the detectors key parameters and creates geometrical reconstruction of the tracks of produced elementary particles in the context of the detector geometry. This work describes in details the algorithms of the final stage — the track reconstruction.

Key words: detector COSY-TOF, reconstruction of tracks, visualization, conversion.