

**сообщения  
Объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна**

P10-85-382

П.Г.Евтухович,<sup>1</sup> С.М.Коренченко, Н.А.Кучинский,  
Д.А.Мжавия<sup>2</sup>

**АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ШАБЛОННЫХ ТРЕКОВ  
ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ  
ИНФОРМАЦИИ В СПЕКТРОМЕТРЕ "АРЭС"**

---

<sup>1</sup> Институт физики АН БССР, Минск

<sup>2</sup> Тбилисский государственный университет

**1985**

## ВВЕДЕНИЕ

В спектрометре АРЕС обработка информации, поступающей из цилиндрических пропорциональных камер, расположенных коаксиально, осуществляется в несколько этапов. Начальный этап - это аппаратная обработка с помощью электронного оборудования, реализующего триггер запуска, который происходит при срабатывании определенной совокупности сцинтилляторов и групп нитей на пропорциональных камерах, а также оборудования, представляющего собой специализированный процессор РАСТР /распознавание треков/<sup>3,4/</sup>, работающий по жесткому алгоритму и предназначенный для предварительного поиска треков в событии. Следующим этапом является обработка информации программой предварительной фильтрации, работающей в режиме реального времени<sup>5/</sup>. Эта программа проводит поиск и идентификацию всех треков заряженных частиц, имеющих в событии, с помощью полной системы треков-шаблонов, построению которых посвящена данная работа. Следующим этапом является запись информации на внешний носитель и ее окончательная обработка.

### 1. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ШАБЛОНОВ

Проекция цилиндрических пропорциональных камер спектрометра АРЕС на плоскость, перпендикулярную оси камер, представляет собой систему коаксиальных окружностей с мишенью в центре в виде круга. При наличии магнитного поля треки заряженных частиц в этой проекции выглядят как дуги окружностей, или как спиральные линии. Нити в каждой камере пронумерованы против часовой стрелки, начиная с нулевой. Нулевая линия является общей для всех камер. Если энергетический спектр частиц известен, то для каждой нити на любой камере можно определить все траектории, соответствующие всевозможным энергиям спектра и местам вылета частиц из мишени. Так как установка обладает круговой симметрией в выделенной плоскости, вполне достаточно иметь полный набор траекторий только для одной, скажем, нулевой, нити определенной камеры, чтобы с помощью вращения получать такие наборы для любой другой нити этой же камеры. Конкретизируя выбор камеры и процесс для исследования, мы получаем возможность идентифицировать треки реальных частиц с помощью заранее определенных треков, которые назовем шаблонами. Конкретное построение было сделано для процесса  $\mu^+ - e^+ + e^- + e^+ / \mu\text{-Ze} /$  с целью получения

полного набора шаблонов для идентификации электронного, либо позитронного треков. Опорной выбрана нить на шестой камере. Получившийся веер /см. рисунок/ ограничен снизу треком максимального радиуса, а сверху - треком, выходящим с противоположной края мишени и входящим до нулевой нити шестой камеры. Ряд интервалов нитей, заключенных между граничными треками на каждой камере, располагающейся ближе к мишени, назовем областью шаблонов.

Из формулы, задающей произвольную окружность в полярной системе координат, с учетом особенностей треков, ограничивающих область шаблонов снизу и сверху, получим выражения, определяющие граничные точки /нити/ области. Для нижней границы имеем:

$$\phi_{0 \text{ н.г.}} = -\arccos \left[ \frac{R_6^2 + R_M(R_M + 2r_{\max})}{2R_6(R_M + r_{\max})} \right],$$

$$\phi_{i \text{ н.г.}} = \phi_{0 \text{ н.г.}} + \arccos \left[ \frac{R_i^2 + R_M(R_M + 2r_{\max})}{2R_i(R_M + r_{\max})} \right].$$

Здесь  $\phi_{0 \text{ н.г.}}$  - угол центра окружности трека, ограничивающего снизу область шаблонов,

$\phi_{i \text{ н.г.}}$  - угол пересечения трека, ограничивающего область шаблонов снизу с соответствующими камерами / $i = 1, 2, 3, 4, 5$ /,

$R_6, R_i, R_M$  - означают соответственно радиусы шестой,  $i$ -той камеры, и радиус мишени,

$R_{\max}$  - радиус трека, ограничивающего область шаблонов снизу. Для верхней границы имеем:

$$\phi_{i \text{ в.г.}} = \arccos \left[ \frac{R_i^2 - R_6 R_M}{R_i(R_6 - R_M)} \right],$$

где  $\phi_{i \text{ в.г.}}$  - угол пересечения трека, ограничивающего область шаблонов сверху с  $i$ -той камерой.

Зная  $N_i$  - полное число нитей на каждой камере, можно легко перевести величины  $\phi_{i \text{ н.г.}}$ ,  $\phi_{i \text{ в.г.}}$  и  $\phi_i$  /угол пересечения любого трека из области шаблонов с  $i$ -той камерой/ в номера нитей на соответствующих камерах ( $n_i$ ):

$$n_i = \frac{\phi_i N_i}{2\pi}.$$

Далее, перенумеруем нити так, чтобы нулевыми стали те, которые принадлежат треку, ограничивающему область шаблонов снизу. После преобразования область шаблонов состоит из следующих интервалов:

1-я камера - с 0 по 81 нить,  
2-я камера - с 0 по 82 нить,

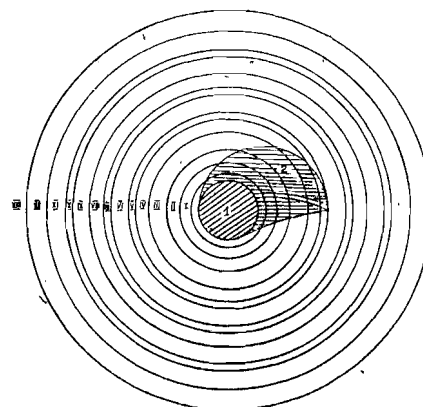


Рис. Детектирующая часть спектрометра. 1 - мишень, 2 - область шаблонов, I - VIII - пропорциональные камеры.

3-я камера - с 0 по 76 нить,  
4-я камера - с 0 по 59 нить,  
5-я камера - с 0 по 40 нить.

Известно, что для задания окружности нужны три точки. В качестве таких точек мы выбрали нити первой, четвертой и шестой камер. Выбор шестой камеры сделан

в целях согласования обработки информации на предыдущем этапе /т.е. для согласования с работой РАСТРА/, а первая и четвертая камеры выбираются потому, что они стриповые, т.е. катодные поверхности у них выполнены в виде совокупности наклонных полос /стрипов/, служащих для определения Z-координаты трека. Находя по заданным трем точкам параметры трека ( $\phi_0, \rho_0, r$ ), можно определить, какие нити должны сработать во второй, третьей и пятой камерах. После элементарных преобразований получаем выражения для определения параметров трека по заданным трем точкам:

( $\phi_1, \phi_4, \phi_6, \rho_1 = R_1, \rho_4 = R_4, \rho_6 = R_6$ ):

$$\phi_0 = -\arctg \left[ \frac{a \cos \phi_1 - b \cos \phi_4 - c \cos \phi_6}{a \sin \phi_1 - b \sin \phi_4 - c \sin \phi_6} \right],$$

$$\rho_0 = \frac{R_1^2 - R_4}{2[R_1 \cos(\phi_1 - \phi_0) - R_4 \cos(\phi_4 - \phi_0)]},$$

$$r = \sqrt{R_1^2 + \rho_0^2 - 2R_1 \rho_0 \cos(\phi_1 - \phi_0)},$$

где  $a = R_1(R_4^2 - R_6^2)$ ;  $b = R_4(R_1^2 - R_6^2)$ ;  $c = R_6(R_1^2 - R_4^2)$ .

Для того, чтобы получить полный набор шаблонов, принадлежащих выбранной нами области, введем шестимерную матрицу  $A_{ijlmnk}$ , каждый из шести индексов которой принимает значения номеров нитей в области шаблонов из первой, четвертой, шестой, третьей и пятой камер соответственно. Тем элементам матрицы, наборы индексов которых реализует трек, входящий в область шаблонов, поставим в соответствие значения чисел  $n_2, n_3, n_5, \phi_0, \rho_0, r$ . Элементам, не реализующим трек, соответствует ноль. В общем случае, перебирая всевозможные комбинации индексов /из-за единственности значения индекс  $l$  в этой операции не участвует/, получим полный набор шаблонов. Неточность регистрации частицы на каждой камере,

ограниченная  $\pm 1/2$  расстояний между соседними нитями, приводит к тому, что матричные элементы с одинаковыми индексами  $I, J$  и отличающимися на  $\pm 1$  индексами  $m, n, k$  всеми сразу, попарно, или одним из них/ имеют близкие по значению параметры, и в целях однозначности по индексам  $i, j$  могут быть заменены одним, усредненным по значениям соответствующих индексов элементом, что в свою очередь ведет к резкому сокращению отличных от нуля матричных элементов, а следовательно; и общего числа шаблонов /несколько увеличенный для наглядности "коридор" показан на рисунке/.

В соответствии с изложенными соображениями на языке фортран была написана программа, образующая полный набор шаблонов. Для идентификации электронного и позитронного треков в распаде  $\mu\text{-}3e$  получено 1226 шаблонов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как уже отмечалось во введении, создание полного набора шаблонов ориентировано на использование их в программах, реализующих алгоритмы быстрой обработки информации при исследовании тех или иных процессов. Полный набор из 1226 шаблонов используется программой предварительной фильтрации в эксперименте по поиску распада  $\mu\text{-}3e$ . Результаты работы программы на смоделированных событиях показали, что использование шаблонов при идентификации треков дает возможность оперативно проводить отбор нужных событий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коренченко С.М. и др. ОИЯИ, P13-9542, Дубна, 1976.
2. Баранов В.А. и др. ОИЯИ, 13-81-381, Дубна, 1981.
3. Баранов В.А. и др. ОИЯИ, 13-82-769, Дубна, 1982.
4. Евтухович П.Г. и др. ОИЯИ, 13-82-768, Дубна, 1982.
5. Баранов В.А. и др. ОИЯИ, 11-81-300, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 мая 1985 года

Евтухович П.Г. и др.  
Алгоритм построения шаблонных треков  
для предварительной обработки информации  
в спектрометре "АРЕС".

P10-85-382

Работа выполнена с целью получения шаблонных треков для заряженных частиц, регистрируемых на спектрометре АРЕС. В основе используемого алгоритма лежит тот факт, что дуга окружности, заданная тремя точками, дает всю необходимую информацию об окружности. Всевозможные комбинации из трех нитей различных камер, заключенных в области, определяемой кинематикой процесса и условиями регистрации, а также учет точности регистрации спектрометра дают возможность построить полный набор шаблонов для их дальнейшего использования программами предварительной фильтрации. Конкретное построение сделано для идентификации электронного и позитронного треков при поиске распадов  $\mu\text{-}3e$ . Получено 1226 шаблонов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод М.И.Потапова

Evtukhovich P.G. et al.  
Reference Track Construction Algorithm  
for Data Preliminary Processing at ARES  
Spectrometer

P10-85-382

The paper is aimed at obtaining reference tracks to compare them with charged particle tracks detected at ARES spectrometer. The algorithm used is based on the fact that the circumference are given by three points yields the necessary information on the circumference. The sorting-out of various combinations of various chambers within the region, determined by the process kinematics and the registration conditions, and allowance for the spectrometer registration, permit one to construct a full set of reference tracks to be used in future by preliminary filtration programmes. A practical construction has been performed in the search for  $\mu\text{-}3e$  decays. 1226 reference tracks have been obtained.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985