

Новый алгоритм поиска треков-кандидатов для реконструкции событий в эксперименте BM@N

Реконструкция событий — одна из наиболее важных задач в экспериментах по физике высоких энергий. Она состоит из поиска треков и оценки их параметров в трековых детекторах эксперимента. Это требует огромного числа переборов всех хитов (хит — это реконструированный отклик детектора), чтобы найти те из них, которые принадлежат одному треку. Найденные наборы хитов с вычисленными параметрами называют треками-кандидатами.

BM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) — это эксперимент на фиксированной мишени, планируемый к реализации на нуклотроне ОИЯИ. Основная цель эксперимента — изучение барионной материи в столкновениях тяжелых ионов при экстремальных условиях [1].

Процедура реконструкции событий в эксперименте BM@N состоит из поиска треков-кандидатов в GEM-станциях и их последующей экстраполяции с помощью фильтра Калмана [2] к

S. P. Merts, G. A. Ososkov, O. V. Rogachevsky

New Algorithm of Seed Finding for Track Reconstruction in BM@N Experiment

Event reconstruction is one of the most important problems in high energy physics experiments. It consists of track finding and track fitting procedures in the experiment tracking detectors. This requires a tremendous search of detector responses belonging to each track aimed at obtaining the so-called “seeds”, i.e., the initial approximations of track parameters of charged particles.

BM@N (Baryonic Matter at Nuclotron) is a fixed target experiment at the Nuclotron to study $A + A$ collisions by measuring a variety of observables [1].

The event reconstruction for the BM@N experiment consists in finding track seeds in the GEM detectors and then their extrapolation by Kalman filter [2] to other detectors. As one can see from the left image of Fig. 1, the seed finding problem is really a hard and time consuming one on any projection, due to overcrowded area of search with hits (hit is a reconstructed spatial point of crossing track and subdetector system). To find a seed from the set of hits registered by a tracking detector, one should classify somehow those hits by their closeness to particle trajectories. There are several methods which are used to

остальным детекторам. Как можно видеть на рис. 1, слева, задача поиска треков-кандидатов действительно сложная и требует много вычислительного времени из-за высокой плотности хитов. Чтобы найти трек-кандидат из набора реконструированных хитов, нужно каким-либо образом классифицировать хиты по близости к траектории частицы. Существуют различные методы для достижения данной цели: преобразование Хафа, эластичный трекинг, клеточные авто-

маты и пр. [3,4]. Авторами данной статьи предлагается новое координатное преобразование:

$$\{X, Y\} \rightarrow \left\{ \frac{X}{R}, \frac{Y}{R} \right\},$$

где $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

Предложенное преобразование переводит экспериментальные данные в пространство нормированных координат, в котором хиты, соответствующие одному

Рис. 1. Слева: вид данных Monte-карло-моделирования для эксперимента BM@N в плоскости XY; справа: представление тех же данных в пространстве нормированных координат

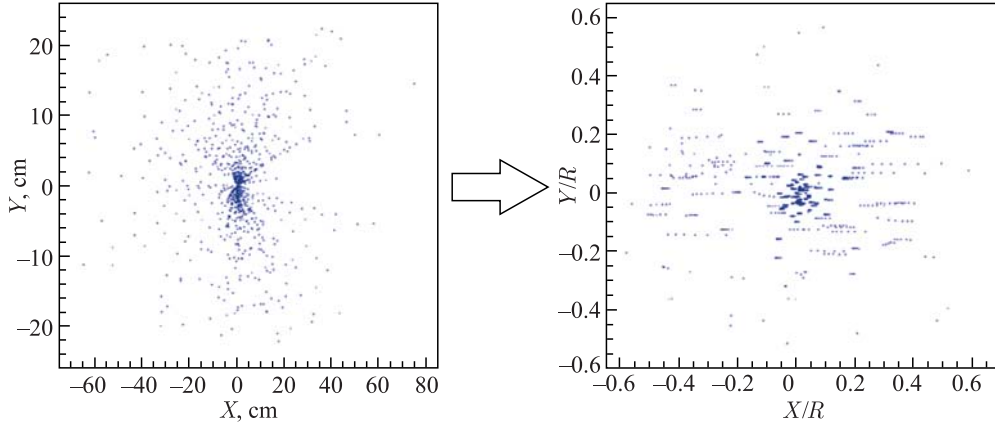


Fig. 1. Left: XY view of a simulated data for the BM@N facility; right: representation of the same tracks after using the proposed transformation

Рис. 2. Эффективность реконструкции и импульсное разрешение для столкновения ядер золота на установке BM@N

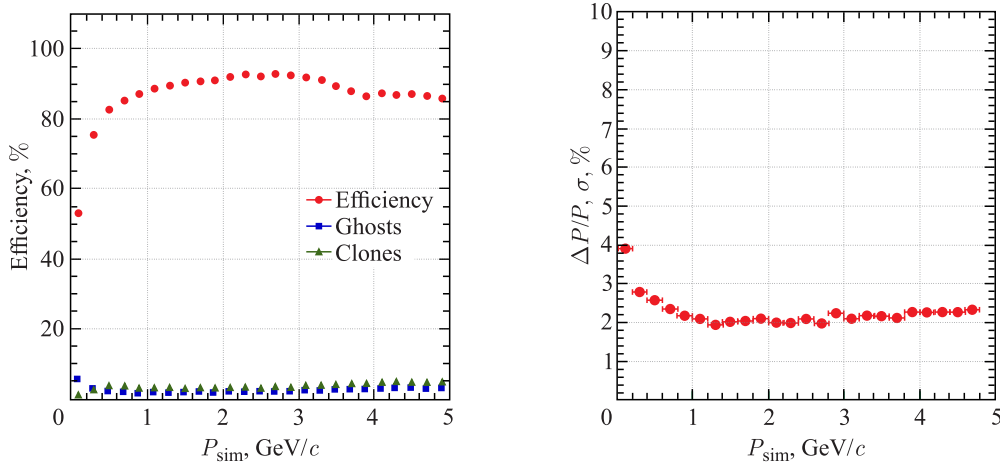


Fig. 2. BM@N track reconstruction efficiency and momentum resolution for Au+Au collision

achieve that, namely, Hough transform, elastic tracking, cellular automaton, etc., with their advantages and shortcomings [3,4]. We propose here a new transformation of the coordinate system:

$$\left\{ X, Y \right\} \rightarrow \left\{ \frac{X}{R}, \frac{Y}{R} \right\},$$

where $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

This transformation converts experimental data into a space of normalized coordinates where the hits corre-

sponding to one track are grouped more compactly (the right image, Fig. 1) and almost horizontally.

An appropriate algorithm of the fast horizontal histogramming for track-candidate search has been proposed [4] in order to find track candidates as groups of closed hits satisfying special acceptance criteria. The obtained track candidates are approximated by Archimedean spirals to estimate the required track parameters (momentum, charge, vertex, etc.). The proposed algorithm of horizontal histogramming

треку, группируются в компактные горизонтальные отрезки (рис. 1, справа). Быстрый алгоритм поиска треков-кандидатов в пространстве нормированных координат был предложен в [4].

Для оценки параметров найденные треки-кандидаты аппроксимируются спиралями Архимеда. Ввиду компактности данных в пространстве нормированных координат предложенный алгоритм может быть эффективно распараллелен на современных компьютерах.

На рис. 2, слева представлено распределение эффективности и доля ложных треков и треков-клонов. Импульсное разрешение представлено на рис. 2, справа. Данные получены из генератора LaQGSM для столкновения ядер золота.

В случае высокой множественности в задаче трекинга остро встает проблема возникновения ложных хитов. В работе [5] мы предложили новый подход к решению этой проблемы, основанный на применении потенциалов Лоренца.

reveals an opportunity to be parallelized on modern computers.

A distribution of the efficiency and the percentage of the ghost tracks and clones are shown on the left pad of Fig. 2. A momentum distribution is presented on the right pad of Fig. 2.

In case of high multiplicity, the problem of the fake hits gets extremely important. We proposed a new approach with applying Lorenz potential to reject the fake hits [5].

Список литературы / References

1. *BM@N Collab.* BM@N Conceptual Design Report. http://nica.jinr.ru/files/BM@N/BMN_CDR.pdf
2. *Fruhworth R.* // Nucl. Instr. Meth. A. 1987. V. 262. P. 444.
3. *Fruhworth R. et al.* Data Analysis Techniques for High-Energy Physics. 2nd ed. Cambridge Univ. Press, 2000.
4. *Merts S.P. et al.* // Mat. Model. 2015. V. 27, No. 7. P. 10–14.
5. *Baranov D. et al.* // EPJ Web of Conferences. 2016. V. 108. P. 02012.