

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ТРЕКОВОЙ СИСТЕМЫ УСТАНОВКИ NICA-MPD

А. И. Зинченко^а, Ю. А. Мурин^а, В. П. Кондратьев^{б,1}, Н. А. Прокофьев^б

^а Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

^б Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Внутренняя трековая система установки NICA-MPD предназначена для высокоэффективной регистрации короткоживущих продуктов ядро-ядерных взаимодействий. В статье рассмотрены различные геометрические модели внутренней трековой системы на базе микростриповых кремниевых сенсоров и представлены результаты компьютерного моделирования ее идентификационной способности при реконструкции Λ^0 -гиперонов, образующихся в центральных столкновениях Au + Au при $\sqrt{s_{NN}} = 9$ ГэВ.

The inner tracking system of the NICA-MPD setup is designed for high-performance registration of the short-lived products of nucleus–nucleus interactions. Different geometric models of the inner tracking system based on the silicon microstrip sensors are considered in this article as well as its quality assessment in the reconstruction of Λ^0 -hyperons produced in the central Au + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 9$ GeV.

PACS: 29.40.Wk; 07.05.Tr

ВВЕДЕНИЕ

Изучение экстремально горячей и плотной ядерной материи является актуальной задачей современной физики высоких энергий. Квантовая хромодинамика (КХД) предсказывает существование нового состояния материи — кварк-глюонной плазмы (КГП), которое может быть образовано в релятивистских столкновениях ядер [1]. С изучением свойств КГП связан целый ряд фундаментальных проблем, таких как фазовые переходы в ядерной среде, состояние КХД-вакуума, эволюция Вселенной и механизмы образования нейтронных звезд.

Первые сигналы КГП были получены на протонном суперсинхротроне SPS в ЦЕРН в экспериментах NA49, NA50 и NA57. К наиболее убедительным сигналам теории относятся подавление выхода J/Ψ -мезонов и увеличение выхода странных частиц, что и было обнаружено в столкновениях тяжелых ядер при энергии 40–160 ГэВ/нуклон [2]. Несмотря на то что недавние эксперименты STAR и PHENIX на коллайдере релятивистских тяжелых ионов RHIC [3, 4] при энергии 60–200 ГэВ/нуклон и проводимый в настоящее время эксперимент ALICE [5] на Большом адронном коллайдере (LHC) при энергии

¹E-mail: kondrat_vp@mail.ru

1000–6000 ГэВ/нуклон подтвердили образование КГП в столкновениях ядер золота и свинца, теоретическое описание этого нового состояния ядерной материи далеко от завершения. Необходимы дополнительные экспериментальные данные по ядро-ядерным столкновениям в области энергии 2–10 ГэВ/нуклон, где лежит граница фазового перехода ядерного вещества в состояние КГП. Этот факт стимулировал продолжение экспериментов на SPS с целью поиска критической точки на фазовой диаграмме такого перехода и измерения функции возбуждения ядерной материи. Эта задача будет решаться коллаборацией NA61 [6]. Кроме того, начата подготовка новых экспериментов на ускорительном комплексе FAIR [7] в Дармштадте и на базе нуклотрона Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне. В рамках проекта NICA-MPD (Nuclotron-based Ion Collider fAcility with Multi-Purpose Detector) в ОИЯИ планируется создание многоцелевого детектора [8], предназначенного для детального изучения фазовой диаграммы ядерной материи.

К числу наблюдаемых, чувствительных к критическим явлениям при фазовых переходах в ядерной материи, относятся выходы частиц и их отношения. Особый интерес представляет изучение выхода адронов, содержащих тяжелые странные кварки, так как они характеризуются малыми сечениями взаимодействия с ядерной средой и несут неискаженную информацию о ранней стадии эволюции КГП. Поэтому точная оценка эффективности регистрации мультистранных барионов и антибарионов играет ключевую роль при реконструкции зарегистрированных установкой событий, приобретая особо важное значение на этапе планирования будущих экспериментов. Реконструкция тяжелых гиперонов базируется на точной реконструкции Λ^0 -частицы, продуктом распада которых она является. Поэтому высокая эффективность реконструкции Λ^0 является хорошим критерием идентификационной способности трековой системы установки.

В центральных столкновениях релятивистских ионов рождается большое число вторичных частиц, достигающее нескольких тысяч при энергии 10 ГэВ/нуклон. В связи с этим экспериментальные установки, регистрирующие такие события, должны содержать трековые системы, способные эффективно идентифицировать все первичные частицы наряду с продуктами их распадов в условиях высоких загрузок и в широком диапазоне фазового пространства. Вершинная часть трекера, обеспечивающая рекордное пространственное разрешение и близкую к 100% эффективность регистрации, может быть построена на базе современных кремниевых сенсоров с учетом последних достижений в области электроники front-end [9].

1. ТРЕКОВАЯ СИСТЕМА УСТАНОВКИ NICA-MPD

На рис. 1 показаны схема и основные размеры центрального детектора установки MPD. Он состоит из цилиндрической и двух торцевых частей, расположенных в магнитном поле. Диаметр центрального детектора составляет 400 см и является результатом компромисса между необходимостью достаточной времяпролетной базы и длины треков для точного определения типа частиц и их импульса, с одной стороны, и жестким требованием к однородности магнитного поля, с другой.

В качестве основного трекового детектора MPD была выбрана времяпроекционная камера (TRP). Ее дополняет внутренний трекер (IT) на основе кремниевых позиционно-чувствительных детекторов, обладающих наилучшим пространственным разрешением

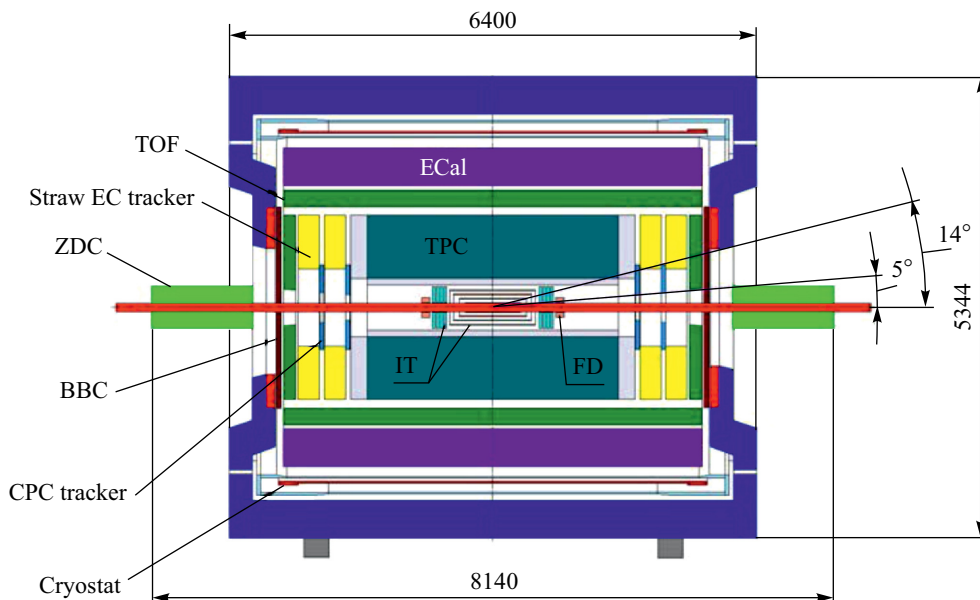


Рис. 1. Центральный детектор установки NICA-MPD [8]

при высокой скорости счета. Именно комбинация TPC и внутреннего трекера IT позволит с высокой эффективностью регистрировать короткоживущие продукты ядро-ядерных взаимодействий, к числу которых относятся и мультистранные барионы.

Предполагается, что IT будет построен на базе микростриповых сенсоров, разработанных для экспериментов ALICE (LHC), STAR (BNL), D0 (FNAL) и расположенных вдоль поверхности четырех или пяти коаксиальных цилиндров и торцевых дисков. Элементы опорной конструкции цилиндров и дисков будут изготовлены из углепластика с целью уменьшения ее массы и, следовательно, снижения в ней многократного кулоновского рассеяния частиц, которое приводит к ухудшению разрешающей способности трекера. Толщина каждого цилиндрического слоя с учетом материала системы охлаждения не должна превышать $0,01X_0$ для любого трека.

Микростриповые сенсоры в каждом слое будут объединены в линейки, на торцах которых располагаются электронные чипы (FEE). Количество таких линеек зависит от номера слоя: внутренний слой состоит из шести линеек, тогда как во внешних слоях их число возрастает пропорционально радиусу соответствующего цилиндра.

В качестве минимального позиционно-чувствительного элемента внутреннего трекера предлагается выбрать двухсторонние микростриповые детекторы размером 62×62 мм и толщиной 300 мкм. Такие детекторы можно использовать либо как независимые регистрирующие элементы, либо объединять их в сектора, состоящие из двух или трех детекторов с размерами 62×124 мм и 62×186 мм соответственно.

Планируемая топология микростриповых сенсоров предполагает, что стереоугол между стрипами на разных сторонах детектора будет составлять $7,5^\circ$. При такой топологии стрипов с шагом 100 мкм пространственное разрешение составит $\sigma_\varphi = 23$ мкм в напра-

влении азимутального угла в плоскости (r, φ) , перпендикулярной пучку, и $\sigma_z = 120$ мкм в направлении z вдоль оси пучка. Оптимальное значение стереоугла является объектом для исследования в процессе компьютерного моделирования эффективности реконструкции треков заряженных частиц.

2. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТРЕКЕРА MPD

Стандартное моделирование методом Монте-Карло (МК) функций отклика детекторов экспериментальной установки на регистрируемые события включает следующие основные этапы:

- МК-розыгрыш событий на основе адекватного рассматриваемой физической задаче генератора событий;
- МК-транспорт всех частиц, образующихся в данном событии, через детекторные системы;
- генерацию сигналов детекторов, возникающих в результате взаимодействия проходящих через них первичных и вторичных частиц с веществом детектора;
- реконструкцию событий (трекинг) на основе сгенерированных сигналов детекторов с целью оценки их эффективности регистрации.

Рассмотренная схема моделирования для экспериментов на базе MPD реализуется в рамках программной объектно-ориентированной среды MpdROOT, основные интерфейсы и компоненты которой демонстрирует рис. 2. В оболочку MpdROOT интегрированы программные пакеты GEANT и FLUKA, в рамках которых осуществляется МК-транспорт частиц, поставляемых генератором событий. Взаимодействие транспортных программ с файлами, содержащими подробное описание геометрических объемов, занимаемых

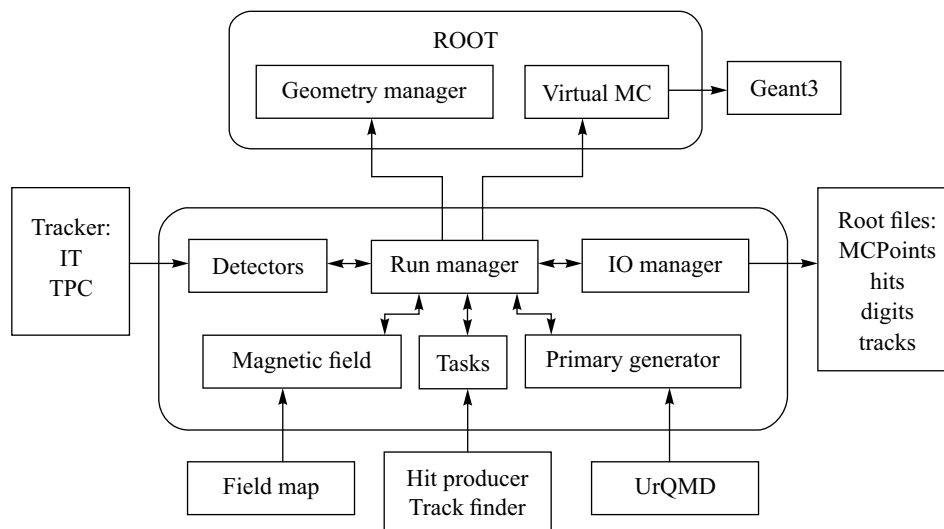


Рис. 2. Программная среда MpdROOT

детекторами, и материалов, из которых они построены, осуществляется посредством менеджера Geometry manager. Общее управление моделирующим процессом выполняет менеджер Run manager. На шаге транспорта он обеспечивает взаимодействие входных потоков, содержащих данные о геометрии детекторов (Detectors), магнитном поле (Field map) и обо всех частицах из банка выбранного генератора событий (Primary generator), и формирует выходной файл с информацией о координатах всех треков частиц (MCPoints), попадающих в чувствительный объем детекторов. На шаге реконструкции Run manager выполняет последовательный ряд задач (Tasks), к числу которых относится формирование откликов детекторов (Hit producer), поиск на их основе треков частиц (Track finder) с использованием метода фильтра Кальмана, восстановление первичных и вторичных вершин взаимодействия и другие задачи. Каждая задача определяет необходимые ей входные данные и параметры и создает в процессе инициализации выходные root-файлы, куда записывается информация об откликах детекторов (Hits, Digits) и треках частиц (Tracks).

В процессе реконструкции событий большое значение имеет формирование сигналов детектора, отвечающих проходящим через его чувствительный объем частицам. Эта задача решается с помощью специального программного модуля, называемого хит-продюсером. Этот модуль преобразует данные МК-транспорта в оцифрованный отклик детектора, обеспечивая связь МК-точек треков, попадающих в детектор, с информацией, считываемой с детектора электронными микросхемами. В случае микростриповых детекторов такой информацией является номер стрипа, на котором выделился заряд, обусловленный прохождением через детектор заряженной частицы. В реалистичном варианте хит-продюсера этот сигнал формируется с учетом флуктуаций образующегося заряда, величины шумов и уровня порогов регистрирующей электроники.

Первоочередная задача в процессе моделирования внутренней трековой системы MPD заключается в оценке эффективности регистрации продуктов ядро-ядерных столкновений при энергии NICA. С этой целью была создана реалистичная геометрическая модель внутреннего трекера, в рамках которой осуществляется транспорт всех частиц, полученных при помощи выбранного генератора событий, и разработан реалистичный вариант хит-продюсера, на основе которого формируются выходные сигналы сенсоров, используемые на шаге реконструкции треков.

3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО ТРЕКЕРА

При разработке геометрической конструкции цилиндрических слоев внутреннего трекера учитывались следующие обстоятельства:

- диаметр внутреннего слоя ограничивается размерами ионопровода, диаметр которого может составлять от 8 до 10 см;
- диаметр внешнего слоя ограничивается размерами ТРС, внутренний диаметр которой составляет 50 см;
- линейки микростриповых детекторов, образующие цилиндрический слой, должны располагаться с частичным перекрытием, чтобы исключить образование мертвых зон по всей поверхности цилиндра;

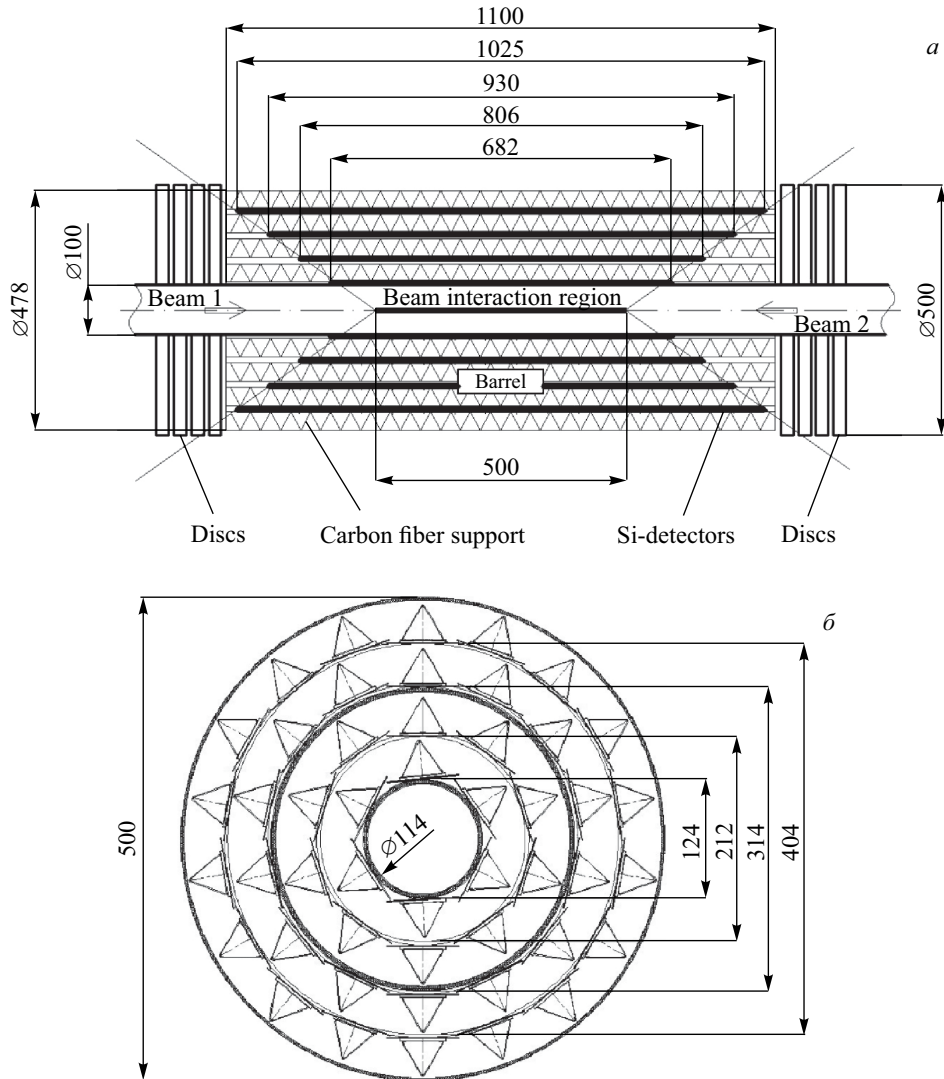


Рис. 3. Боковой вид (а) и поперечный разрез (б) четырехслойного внутреннего трекера установки NICA-MPD для ионопровода диаметром 10 см

— число цилиндрических слоев определяется минимальным расстоянием между ними, которое определяется конструктивными размерами углепластиковой поддержки и не может быть меньше 5 см, а число линеек в каждом слое — поперечным размером детекторов, который составляет 62 мм.

Указанные ограничения приводят к четырех- или пятислойному варианту внутреннего трекера с шестью линейками во внутреннем слое. На рис. 3 представлен вариант конструкции четырехслойного трекера с диаметром внутреннего слоя 11,4 см и с шах-

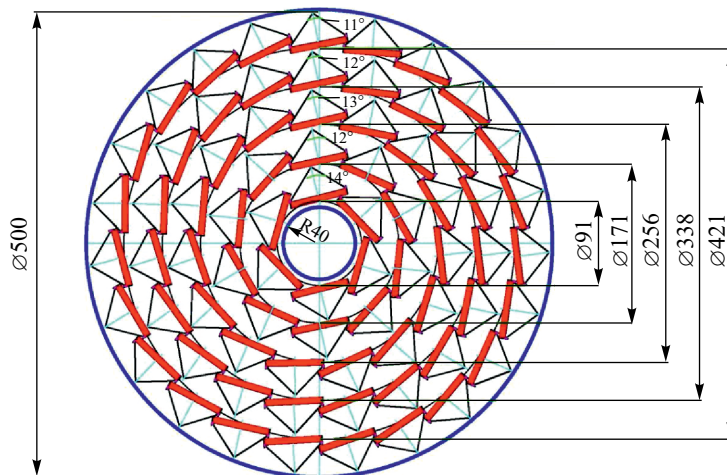


Рис. 4. Поперечный разрез пятислойного внутреннего трекера установки NICA-MPD для ионпровода диаметром 8 см

матным расположением линеек в слоях, а на рис. 4 — альтернативный вариант пяти-слойного трекера с диаметром внутреннего слоя 9,1 см и веерообразным расположением линеек в каждом слое.

Основное требование при разработке геометрической конструкции внутреннего трекера MPD состояло в том, чтобы все линейки микроstriповых детекторов содержали одинаковое количество секторов, каждый из которых может быть построен из одного, двух или трех сенсоров стандартного размера 62×62 мм. Это требование продиктовано, с одной стороны, необходимостью унификации считывающей электроники и минимизации числа каналов считывания, с другой стороны — технологической возможностью объединять стандартные сенсоры в модули размерами 62×124 мм и 62×186 мм. Выбранная секторная структура линеек предполагает, что для всех цилиндрических слоев все линейки состоят из 10 секторов. Число стандартных сенсоров 62×62 мм в каждом секторе данной линейки зависит от номера слоя и возрастает по мере удаления сектора

Таблица 1. Распределение сенсоров по слоям для четырехслойной и пятислойной конструкций ПТ с диаметром ионпровода 10 и 8 см соответственно

Номер слоя	Четырехслойная конструкция			Пятислойная конструкция		
	Радиус, мм	Число линеек	Число сенсоров	Радиус, мм	Число линеек	Число сенсоров
1	51,4	6	108	45,5	6	108
2	111,7	12	240	85,5	10	200
3	170,0	18	396	128,0	15	330
4	227,3	24	576	169,0	19	456
5	—	—	—	210,5	23	552

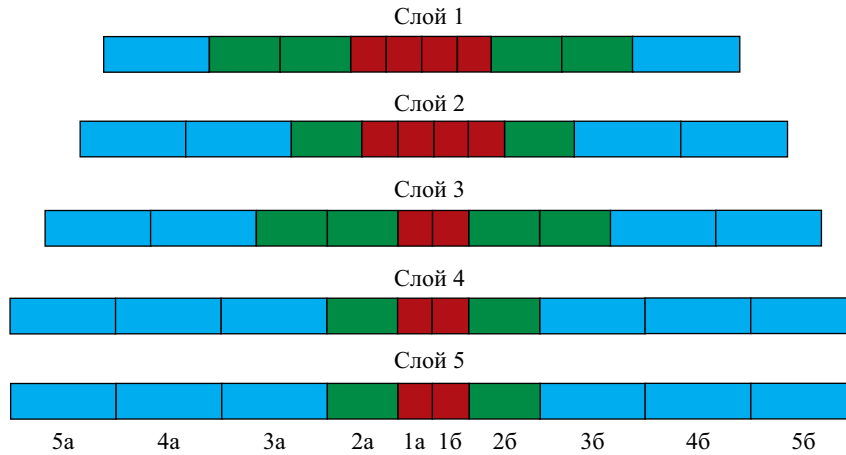


Рис. 5. Секторная структура линеек в различных слоях внутреннего трекера (вид сверху). Размер сектора на рисунке пропорционален числу объединенных в нем сенсоров

от центра линейки. В табл. 1 представлено необходимое количество сенсоров для реализации четырехслойной и пятислойной конструкций ИТ, а на рис. 5 показана секторная структура линеек в каждом слое.

4. ОЦЕНКА ЗАГРУЗКИ МИКРОСТРИПОВЫХ СЕНСОРОВ ВНУТРЕННЕГО ТРЕКЕРА ПРИ РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ ЯДРО-ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ ПРИ ЭНЕРГИЯХ КОЛЛАЙДЕРА NICA

На эффективность реконструкции событий, зарегистрированных внутренним трекером, влияют наложения сигналов, вызванных в данном канале считывания разными заряженными частицами, образовавшимися в одном и том же событии. Для оценки вероятности таких наложений был использован упрощенный вариант хит-продюсера, в котором по координатам треков в чувствительном объеме сенсора вычислялся номер сработавшего стрипа на обеих сторонах микрострипового детектора.

Моделирование откликов трекера на заряженные частицы проводилось на основе событий, разыгранных в рамках генератора UrQMD [10]. В процессе транспорта частиц через трекер использовалась секторная структура линеек, показанная на рис. 5, с учетом кабелей, выходящих с торцов каждого сектора. В каждом секторе число каналов считывания одинаково и составляет 1024 в соответствии с полным числом стрипов в сенсорах. Если два разных трека пересекают один и тот же стрип в данном секторе, то возникает наложение сигналов в соответствующем канале. Для оценки среднего числа наложений в одном событии моделировались отклики детекторов в 1000 центральных столкновениях $Au + Au$ при максимальной энергии NICA $\sqrt{s_{NN}} = 10$ ГэВ.

В качестве примера на рис. 6 приведено распределение по множественности заряженных частиц, попадающих в центральный сектор линейки первого цилиндрического слоя трекера с четырехслойной конструкцией, а на рис. 7 — распределение по числу много-

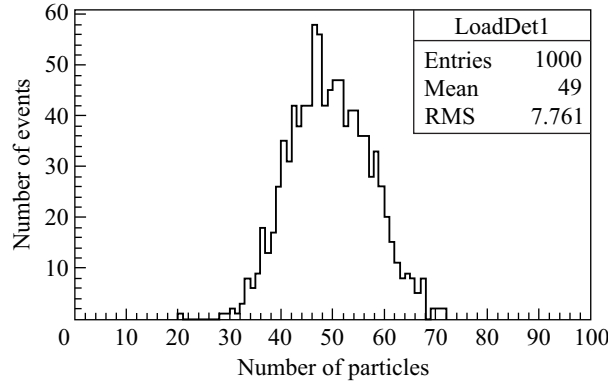


Рис. 6. Распределение по множественности заряженных частиц, попадающих в центральный сектор линейки первого цилиндрического слоя вершинного трекера, для 1000 центральных столкновений Au + Au при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 10$ ГэВ

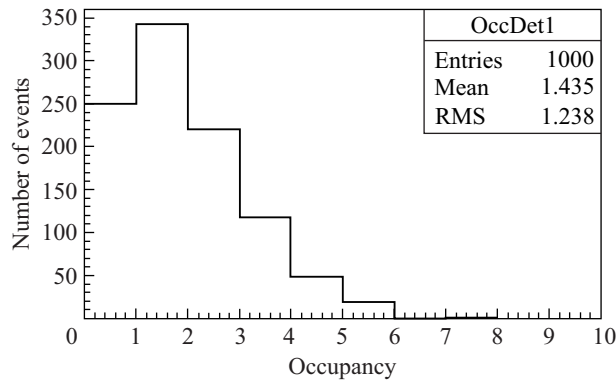


Рис. 7. Распределение по числу наложений сигналов в центральном секторе линейки первого цилиндрического слоя трекера для 1000 центральных столкновений Au + Au при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 10$ ГэВ

кратных наложений сигналов в этом секторе (т. е. по числу случаев, когда в один и тот же стрип выбранного сектора попало более одной частицы). Тогда мы можем определить вероятность наложений сигналов в данном секторе как отношение среднего числа наложений к средней загрузке. В предположении азимутальной симметрии в каждом слое рассматривалось распределение числа наложений по секторам в пределах только одной линейки, расположенной в каждом слое под азимутальным углом $\varphi = 90^\circ$. В табл. 2 приведены рассчитанные таким образом вероятности наложения сигналов, снимаемых со стрипов каждого сектора в линейках первого слоя трекера.

Нумерация секторов в линейках, приведенная в табл. 2, соответствует нумерации на рис. 5. Как видно из таблицы, вероятность наложения сигналов максимальна для секторов, расположенных ближе к центру трекера, и убывает по мере приближения к его торцам. Тот факт, что вероятность наложения сигналов остается примерно постоянной

Таблица 2. Средняя загрузка, среднее число наложений и вероятность наложений сигналов в каждом из 10 секторов в линейках первого слоя трекера

Сектор	Средняя загрузка	Среднее число наложений	Вероятность наложений, %
1a	49	1,44	$2,9 \pm 0,4$
2a	26	0,61	$2,3 \pm 0,4$
3a	22	0,53	$2,4 \pm 0,5$
4a	9	0,22	$2,4 \pm 0,7$
5a	7	0,15	$2,1 \pm 0,8$
1б	48	1,29	$2,7 \pm 0,4$
2б	25	0,53	$2,1 \pm 0,4$
3б	22	0,54	$2,4 \pm 0,6$
4б	10	0,22	$2,2 \pm 0,7$
5б	8	0,16	$2,0 \pm 0,8$

для всех секторов данной линейки и не превышает допустимых значений, установленных на уровне 5%, говорит о правильном выборе рассмотренной секторной конструкции линеек трекера.

5. РЕКОНСТРУКЦИЯ Λ^0 -ГИПЕРОНОВ В ТРЕКОВОЙ СИСТЕМЕ NICA-MPD

Критерием для сравнения идентификационной способности различных конфигураций трековой системы установки NICA-MPD была выбрана эффективность реконструкции Λ^0 -гиперонов, образующихся в столкновениях ядер золота при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 9$ ГэВ. Сравнение проводилось на основе анализа 1000 событий центральных столкновений Au + Au с прицельным параметром 0–3 фм, разыгранных в рамках генератора UrQMD [10]. Λ^0 -гипероны идентифицировались по трекам заряженных продуктов их слабого распада $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$, вероятность которого составляет 63,9%. Эффективность реконструкции Λ^0 определялась отношением числа реконструированных гиперонов к числу Λ^0 , попадающих на шаге МК-транспорта в пределы геометрического аксептанса трекера, ограниченного по псевдобыстроте диапазоном $|\eta| < 1,3$.

Для выделения сигнала (S), отвечающего Λ^0 -частице, строился спектр по инвариантной массе протона и π^- -мезона. Участок этого спектра в районе пика, положение которого соответствует табличному значению массы Λ^0 -гиперона, аппроксимировался суммой гауссиана с шириной σ и полиномиальной функции. Площадь спектра ниже полиномиальной функции в интервале $\pm 2\sigma$ вокруг пика определяет уровень фона (B), а интеграл по распределению Гаусса в том же интервале дает оценку числа реконструированных гиперонов.

При реконструкции Λ^0 уровень комбинаторного фона, обусловленного случайными комбинациями треков протонов и π^- -мезонов, может превосходить уровень полезного сигнала более чем на порядок. Чтобы добиться существенного подавления фона, необходимо использовать более строгие критерии отбора полезных событий. Топология распада долгоживущей Λ^0 -частицы на заряженные адроны диктует следующие критерии отбора: большое расстояние наибольшего сближения между треками продуктов распада и пер-

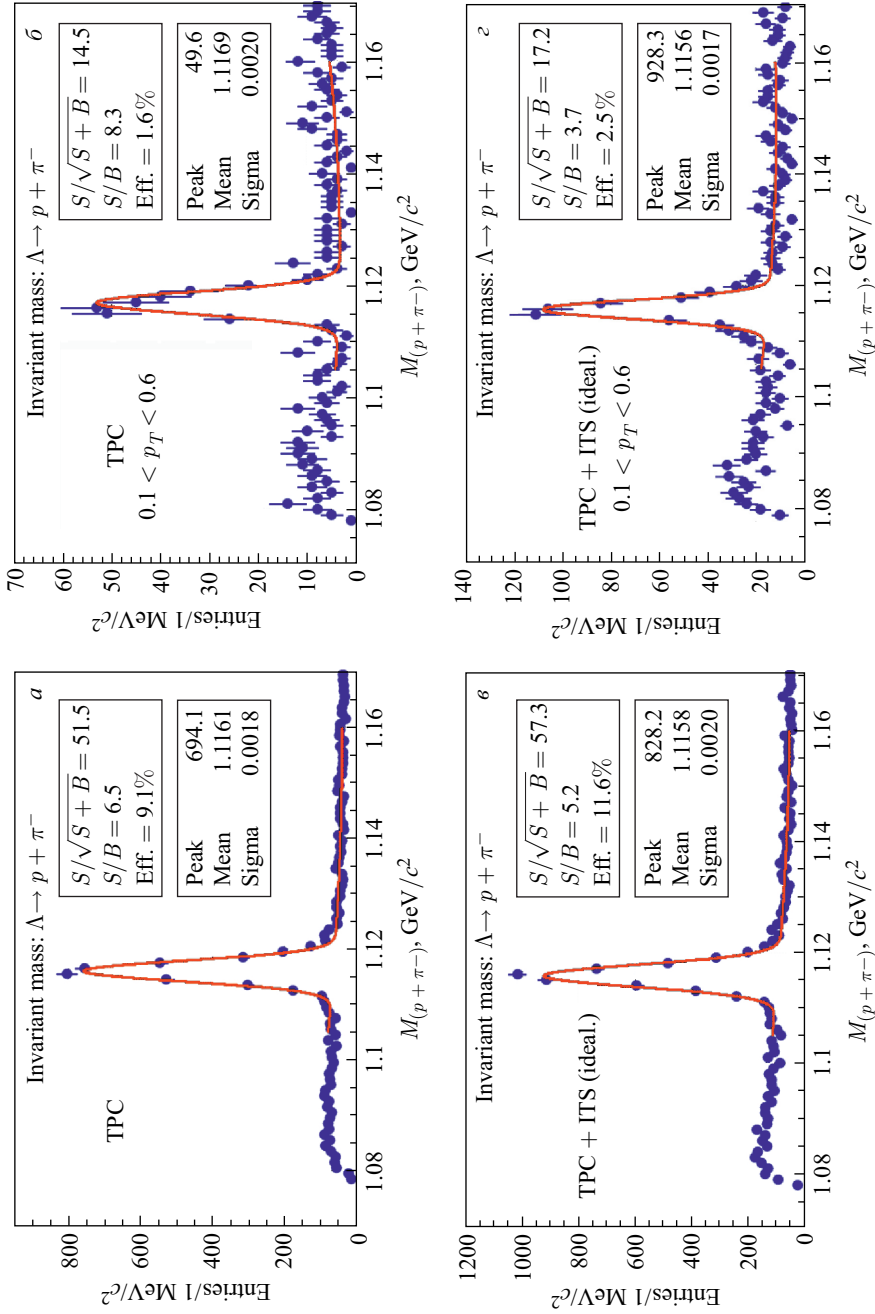


Рис. 8. Распределения по инвариантной массе реконструированных Λ^0 -частиц в двух диапазонах по поперечному импульсу для различных конфигураций трековой системы: а) TPC ($p_T > 0$); б) TPC ($p_T < 0,6$ ГэВ/c); в) TPC+четырёхслойный ИТ ($p_T > 0$, идеальный хит-продосер); г) TPC + четырёхслойный ИТ ($p_T < 0,6$ ГэВ/c, идеальный хит-продосер)

вичной вершиной, малое расстояние между двумя треками в вершине распада и относительно большая длина пробега Λ^0 до момента ее распада [11]. Оптимальные значения указанных параметров отбора наряду со значениями χ^2 для треков продуктов распада Λ^0 выбирались исходя из требования максимума значимости $S/\sqrt{S+B}$, где S и B — число полезных и фоновых событий.

Расчеты эффективности реконструкции Λ^0 в трековой системе, включающей внутренний трекер, были выполнены с использованием двух вариантов хит-продюсера: идеального и реалистичного. В идеальном хит-продюсере вычисляются локальные координаты трека заряженной частицы в данном сенсоре и номер сработавшего стрипа без учета амплитуды сигнала, снимаемого в соответствующем канале. Реалистичный хит-продюсер построен с учетом физических процессов в чувствительном объеме сенсоров. В нем накапливается информация о величине заряда, собранного на активных стрипах сенсора или сектора, которая используется для поиска группы стрипов (кластеров), активированных прохождением через детектор каждой заряженной частицы. Локальные координаты центра тяжести каждого кластера являются входными параметрами для программы реконструкции треков.

На рис.8 показаны распределения по инвариантной массе реконструированных Λ^0 -частиц, полученные с использованием оптимизированных критериев отбора для двух различных конфигураций трековой системы: построенной на базе только ТРС и включающей внутренний трекер ИТ. Приведенные на рис.9 спектры для комбинированной трековой системы (ТРС + ИТ) получены для четырехслойного варианта ИТ с использованием идеального хит-продюсера. Как видно, эффективность восстановления Λ^0 возрастает с включением в трековую систему внутреннего трекера: выигрыш составляет 30 % во всем диапазоне по поперечному импульсу (p_T) Λ^0 -частиц и достигает 60 % для Λ^0 с $p_T < 600$ МэВ, что подчеркивает важную роль внутреннего трекера при реконструкции гиперонов в области малых значений поперечного импульса.

Рис. 9, а иллюстрирует сравнение эффективности реконструкции Λ^0 в зависимости от верхней границы диапазона по поперечному импульсу для трековых систем, включающих

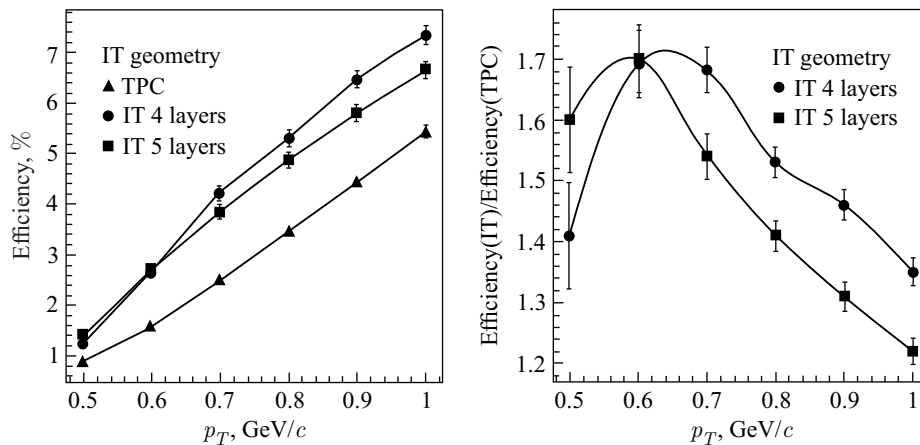


Рис. 9. Эффективность реконструкции Λ^0 -частиц для различных вариантов ИТ (а) и их отношения (б) в зависимости от верхней границы диапазона по поперечному импульсу

Таблица 3. Эффективность реконструкции Λ^0 -частиц (%) для различных конфигураций трековой системы в двух диапазонах по поперечному импульсу

Импульс, ГэВ/с	Трекер				
	TRC	TRC + IT (4 слоя)		TRC + IT (5 слоев)	
	—	Идеальный	Реалистичный	Идеальный	Реалистичный
$p_T > 0,1$	$9,1 \pm 0,2$	$11,6 \pm 0,2$	$8,8 \pm 0,2$	$10,0 \pm 0,2$	$8,1 \pm 0,2$
$0,1 < p_T < 0,6$	$1,6 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$

только TRC, а также IT с четырехслойной и пятислойной конструкциями. На рис. 9, б представлены факторы выигрыша от использования IT в различных интервалах по p_T , которые определялись как отношение эффективности реконструкции Λ^0 для трековой системы, включающей IT и состоящей только из TRC. Как видно, добавление к точкам треков протонов и π^- -мезонов в TRC до 8 (10) хитов вершинного трекера существенным образом улучшает качество трекинга продуктов распада Λ^0 при малых p_T . Следует отметить, что эффективность реконструкции Λ^0 в диапазоне $p_T < 600$ МэВ/с оказывается выше для пятислойного варианта IT.

В табл. 3 приведены значения эффективности реконструкции Λ^0 для трековой системы TRC + IT, рассчитанные с использованием идеального и реалистичного хит-продюсера. Как видно, эффективность падает, если при реконструкции треков применялись реалистичные отклики микростриповых детекторов. Это говорит о необходимости оптимизации алгоритмов реконструкции, связанных главным образом с кластеризацией откликов и учетом многократного рассеяния в веществе детекторов и кабелей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере реконструкции Λ^0 -гиперонов исследована идентификационная способность трековой системы установки NICA-MPD для различных ее конфигураций: с использованием только времяпроекционной камеры и в ее комбинации с внутренним кремниевым трекером. Рассмотрены четырех- и пятислойная конструкции внутреннего трекера, построенного на базе кремниевых микростриповых сенсоров. Показано, что для обеих геометрических моделей внутреннего трекера его включение в трековую систему приводит к 60 %-му увеличению эффективности реконструкции Λ^0 в области малых значений поперечного импульса $p_T < 0,6$ ГэВ/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дремин И. М., Леонидов А. В. Кварк-глюонная среда // УФН. 2010. Т. 180. С. 1167–1196.
2. Кондратьев В. П., Феофилов Г. А. Рождение странных частиц в релятивистских столкновениях тяжелых ионов // ЭЧАЯ. 2011. Т. 42, вып. 6. С. 1721–1803.
3. Harris J. W. et al. (STAR Collab.). The STAR Experiment at the Relativistic Heavy Ion Collider // Nucl. Phys. A. 1994. V. 566. P. 277c–286c.
4. Gregory J. C. et al. (PHENIX Collab.). PHENIX Experiment at RHIC // Ibid. P. 287c–298c.

5. *Aamodt K. et al. (ALICE Collab.). The ALICE Experiment at the CERN LHC // JINST. 2008. V. 3. P. 1–245.*
6. *Abgrall N. et al. (NA61 Collab.). NA61/SHINE Facility at the CERN SPS: Beams and Detector System // JINST. 2014. V. 9. P. 1–52.*
7. *Friman B. et al. Compressed Baryonic Matter in Laboratory Experiments // Lect. Notes Phys. 2011. V. 814. P. 1–960.*
8. *Afanasiev S. V. et al. (MPD Collab.). The MPD Detector at the NICA Heavy-Ion Collider at JINR // Nucl. Instr. Meth. A. 2011. V. 628. P. 99–102.*
9. *Abelev B. et al. (ALICE Collab.). Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System // J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 2014. V. 41. P. 1–195.*
10. *Bleicher M. et al. Relativistic Hadron–Hadron Collisions and the Ultra-Relativistic Quantum Molecular Dynamics Model (UrQMD) // Prog. Part. Nucl. Phys. 1998. V. 41. P. 225–370.*
11. *Ilieva M. A. et al. Evaluation of the MPD Detector Capabilities for the Study of the Strangeness Production at the NICA Collider // Part. Nucl., Lett. 2015. V. 12, No. 2(193). P. 543–559.*

Получено 15 января 2016 г.