

## УСКОРИТЕЛИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 539.126.6:539.144

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР MPD ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛЬНО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ МАТЕРИИ НА КОЛЛАЙДЕРЕ NICA

© 2020 г. В. И. Колесников<sup>a</sup>, \*, А. А. Мудрох<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Московская обл., 141980 Россия

\*E-mail: kolesnik@jinr.ru

Поступила в редакцию 09.06.2020 г.

После доработки 13.06.2020 г.

Принята к публикации 15.06.2020 г.

В Объединенном институте ядерных исследований в Дубне создается новый ускорительный комплекс NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility) для исследования столкновений релятивистских ядер и поляризованных частиц. Основной целью физической программы с тяжелыми ионами на NICA является экспериментальное исследование фазовой диаграммы сильно взаимодействующей материи в слабо изученной области максимальной барионной плотности. Экспериментальная стратегия предполагает подробное сканирование по энергии столкновения и размерам сталкивающихся ядер с измерением выходов, распределений по быстрой, поперечному импульсу и азимутальному углу для большого количества наблюдаемых от гамма-квантов до гиперядер. Для выполнения основных целей проекта многофункциональный детектор MPD сконструирован как спектрометр большого акцептанса, обеспечивающий полное восстановление событий с большой множественностью. В данной статье представлено описание проекта NICA/MPD, включая физическую программу исследований, конструкцию детектора MPD, а также статус его реализации.

Ключевые слова: столкновения тяжелых ионов, кварк-глюонная плазма, детекторы частиц

DOI: 10.1134/S2079562920010054

## ВВЕДЕНИЕ

Основной целью столкновений релятивистских тяжелых ионов является создание в лабораторных условиях сильно взаимодействующей материи при экстремальных условиях. Расчеты КХД на решетках предсказывают, что в адронной системе при достаточно высокой плотности и температуре происходит фазовый переход в состояние деконфайнмента и образуется кварк-глюонная плазма (КГП). Полученные с помощью моделирования по микроскопическим моделям оценки показывают, что в центральных столкновениях ядер золота при энергии около 7 ГэВ (в системе центра масс нуклон-нуклон) барионная плотность в центре образованного фактора примерно в восемь раз выше нормальной ядерной плотности, а плотность энергии в центре области взаимодействия в несколько раз выше порогового значения для образования КГП (равного примерно 0.5 ГэВ фм<sup>-3</sup>). Несмотря на значительное количество экспериментальной информации, полученной в экспериментах на ускорителях SPS, RHIC и LHC, достоверных данных о характерных особенностях фазовой диаграммы сильно взаимодействующей материи на настоящий момент не существует. Считается, что характер фазового перехода зави-

сит от нет-барионной плотности (для разницы барионов и антибарионов), характеризуемой величиной бариохимического потенциала  $\mu_B$ . В частности, расчеты на решетке и по эффективным КХД моделям показывают, что при малых значениях бариохимического потенциала деконфайнмент является непрерывным фазовым переходом (cross-over), тогда как при больших значениях  $\mu_B$  фазовая трансформация имеет вид фазового перехода первого рода [1]. В таком случае должна существовать критическая точка на КХД диаграмме [2], экспериментальное обнаружение которой станет важным тестом существующих представлений о теории сильных взаимодействий и особенностях фазовой диаграммы. Проблема заключается в том, что решеточные методы и расчеты КХД из первых принципов не работают в области ненулевых нет-барионных плотностей. Поэтому положение критической точки на диаграмме и сам факт ее существования могут быть определены только экспериментально. В настоящее время в дополнение к существующим центрам по исследованию столкновений тяжелых ионов ведется строительство новых ускорительных комплексов FAIR (Дармштадт, Германия) и NICA (Дубна, Россия), на которых планируется проводить эксперименты по сканированию фазовой диаграммы в области

максимальных барионных плотностей. В состав комплекса NICA [3] входят несколько элементов-ускорителей: а) новый источник ионов с линейным ускорителем ионов; б) новый сверхпроводящий синхротрон-бустер на энергию 600 МэВ/нуклон; в) существующий сверхпроводящий ускоритель Нуклотрон на энергию до 6 ГэВ/нуклон; г) новый коллайдер для тяжелых ионов. Основными задачами научной программы NICA будут являться [4]: а) исследование характеристики фазового перехода адронной материи в состояние КГП; б) изучение уравнения состояния сильно взаимодействующей материи; в) поиск сигналов о частичном восстановлении киральной симметрии и модификации свойств адронов в плотной барионной материи; г) исследование нуклон-гиперонных и гиперон-гиперонных взаимодействий по измерению процессов рождения гиперядер; д) поиск сигналов о критической точке. Экспериментальная стратегия будет заключаться в подробном сканировании по энергии столкновения и размерам сталкивающихся ядер с измерением распределений по скорости, поперечному импульсу и азимутальному углу для большого количества наблюдаемых от электронов и фотонов до гиперядер. В дополнении к этому планируется изучение корреляций частиц и по-событийных флуктуаций. Область энергии столкновения на NICA составляет от 4 до 11 ГэВ в системе центра масс нуклон-нуклонных соударений при светимости  $L = 10^{27} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$  для Au + Au столкновений, причем последнее является рекордным значением для светимости ядерных пучков в данной области энергии. Высокая светимость позволит получить значительное количество измерений при сканировании фазовой диаграммы быстро набирая необходимую статистику в каждой точке. Следует отметить, что интерпретация экспериментальных данных, полученных в ядро-ядерных столкновениях (и особенно обнаруженных нетривиальных результатов), должна быть основана на сравнении с элементарными реакциями. Поэтому на NICA планируется исследование протон-протонных реакций в аналогичных экспериментальных условиях.

В следующей главе будет дано описание детектора MPD и представлены его основные характеристики. Далее будут приведены результаты моделирования нескольких пробников, чувствительных к сигналам о КГП и критической точке. Заключение завершит данную статью.

### МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР MPD НА УСКОРИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ NICA

Многофункциональный детектор MPD предназначен для изучения столкновений тяжелых ионов в области энергии ускорителя NICA. Детектор обладает большим аксептансом с полным

перекрытием по азимутальному углу и обеспечивает точное восстановление траекторий частиц, их идентификацию, а также позволяет восстанавливать плоскость реакции и определять центральность столкновения.

Все подсистемы детектора, схематично представленного на рис. 1, расположены внутри сверхпроводящего соленоида, генерирующего аксиальное магнитное поле величиной до 0.6 Т. Для обеспечения высокой однородности магнитного поля внутри рабочего объема в состав системы соленоида входят две торцевые корректирующие обмотки, их применение позволит сохранить уровень неоднородности поля ниже  $10^{-3}$ . Основной системой для регистрации траекторий заряженных частиц является цилиндрическая время-проекционная камера (Time Projection Chamber – TPC) длиной 3.4 м и диаметром 2.8 м (внутренний диаметр – 54 см) с тонкой перемычкой в центре, делящей дрейфовый объем в TPC на две равные части и являющейся центральным электродом. Образованные при прохождении частиц в газовой смеси TPC (90% аргон + 10% метан) заряды дрейфуют по направлению к торцевым элементам под действием электрического поля параллельного оси пучка. Торцевые элементы TPC разделены на 12 азимутальных секторов, каждый из которых содержит независимую систему регистрации на основе многопроволочной пропорциональной камеры с падовыми считывающими элементами. TPC детектора обеспечивает высокую эффективность реконструкции треков и импульсное разрешение в интервалах по псевдобыстроте  $|\eta| < 1.5$  и поперечному импульсу  $0.1 < p_t < 3 \text{ ГэВ с}^{-1}$ . Кроме этого, возможно проводить идентификацию частиц по зарегистрированной величине ионизационных потерь. Для треков с радиальным сегментом траектории, имеющим максимальное количество измерений равное 53 падам, точностью определения величины потерь составляет порядка 8%. В состав переднего трекера (End Cap Tracker – ECT), расположенного позади торцов TPC, входит несколько регистрирующих слоев на основе камер с катодным считыванием информации (Cathode-Pad Chambers – CPC). Данные с CPC обеспечат дополнительные измерения элементов траектории частиц в передней полусфере. Внутренний трекер (Inner Tracker – IT) состоит из нескольких коаксиальных слоев двухсторонних кремниевых микростриповых детекторов. Он предназначен для прецизионного определения вторичных вершин распада короткоживущих частиц (гиперонов и чармованных частиц), смещенных относительно основной вершины взаимодействия. Время-пролетной система (Time-Of-Flight – TOF) расположена сразу за TPC и предназначена для идентификации заряженных адронов с импульсами до  $3 \text{ ГэВ с}^{-1}$ . TOF система состоит из 12 моду-

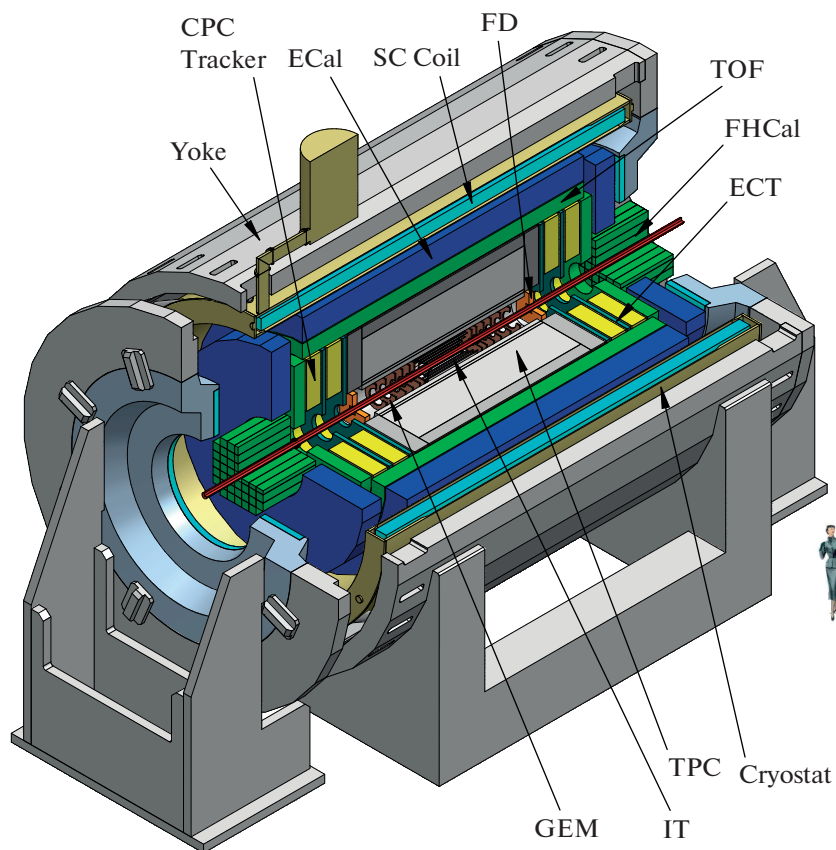


Рис. 1. Схема детектора MPD. Все аббревиатуры подсистем детектора объяснены в тексте.

лей, расположенных по азимуту, в каждом модуле находятся 10 детекторов типа MRPC (Multi-gap Resistive Plate Chamber). Каждый такой детектор состоит из 15 тонких газовых промежутков и считывающей плоскости с системой электродов в виде стрипов. При попадании заряженной частицы в модуль генерируется временная отметка, причем временное разрешение каждой MRPC камеры составляет порядка 60 пс. С учетом разрешения стартового сигнала для TOF (порядка 40 пс) полное временное разрешение системы составит менее 80 пс, что позволит эффективно разделять по времени пролета адроны и легкие ядра вплоть до импульсов порядка нескольких  $\text{ГэВ с}^{-1}$ . Электромагнитный калориметр (ECAL) для измерения электронов и гамма-квантов расположен сразу за TOF системой. Калориметр состоит из 38000 отдельных модулей, конфигурация которых позволяет сформировать геометрию близкую к проективной, т.е. при этом продольная ось каждого модуля направлена на геометрический центр детектора. Каждый детектор представляет собой сэмплинг-калориметр (свинец + сцинтиллятор) длиной около 35 см и поперечником  $4 \times 4 \text{ см}^2$ . Считывание сигнала происходит с помощью специализированных фотодетекторов – кремниевых

фотоумножителей (SiPM), а энергетическое разрешение ECAL при регистрации электронов с энергией 1  $\text{ГэВ}$  составляет порядка 5%. Годоскоп кварцевых счетчиков (FD) служит для выработки стартового сигнала время-пролетной системы и триггерной логики. Два набора модулей адронного калориметра (FHCAL), перекрывающие область псевдобыстрот  $2.8 < |\eta| < 4.5$ , служат для измерения энергии вылетающих вперед частиц и нуклонов-спектаторов, а также для определения центральности столкновения и плоскости реакции. Более подробное описание компонентов детектора MPD находится в работе [5].

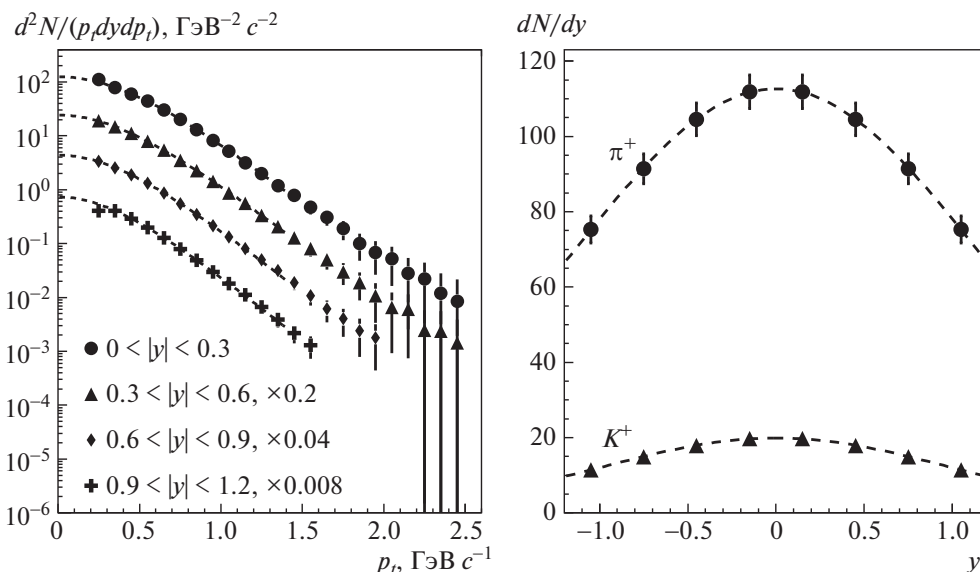
Реализация проекта NICA осуществляется по плану. На настоящий момент изготовлены и собраны все магнитные элементы для бустера и коллайдера. Сам бустер проходит пусковые испытания, монтаж колец коллайдера начнется летом 2020 г. Кроме изготовления и тестирования ускорительных элементов, построено большое количество новых зданий, в том числе здание детектора MPD, обновлены все ключевые для эксплуатации ускорительного комплекса и экспериментальных установок службы (электрические сети, высоковольтное питание, водяное охлаждение, криогеника, и т.д.). В настоящее время про-

изводство элементов детектора также проходит согласно плану. Изготовлены все компоненты сверхпроводящего магнита и сейчас проводится сборка магнитопровода, а также криогенные испытания обмоток. Все элементы FHCAL и FD систем, а также более половины модулей TOF тестируются на космических лучах. Отработана технология и развернуты несколько производств по сборке модулей ECAL. Окончательная сборка детектора и начало испытаний на космических лучах запланировано на 2021 г., а регистрация первых ядро-ядерных столкновений планируется в конце 2022 г.

### РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕТЕКТОРА MPD

В данной главе будет кратко описана процедура моделирования детектора MPD и представлены результаты исследования характеристик детектора по измерению спектров и выходов частиц, а также по-событийных флуктуаций. Анализ распределений частиц по поперечному импульсу и быстрой из реакций столкновения ядер позволяет получить информацию о динамике процесса, а также о характеристиках образованной в столкновении системы. В частности, термодинамические параметры источника частиц (температура и бариохимический потенциал) могут оценены на основе данных о выходах частиц и их отношениях. Более того, как показывают расчеты по микроскопическим моделям отношение выходов частиц со странностью к пионам может быть чувствительно одновременно к фазовому переходу деконфайнмент и к восстановлению киральной симметрии в плотной барионной материи [6]. Для моделирования в качестве генератора событий была использована модель RHQMD [7], которая реализует данные физические процессы. Модель RHQMD описывает микроскопическую эволюцию системы в виде партонных и адронных степеней свободы от момента начального касания ядер до финальной стадии процесса, при которой источник представляет собой систему свободно распространяющихся частиц. Характеристики детектора изучались на основе центральных событий  $Au + Au$  при нескольких энергиях столкновения от 4 до 9 ГэВ в системе центра масс нуклон–нуклон. Распространение частиц через вещество детектора осуществлялся с помощью пакета GEANT. При взаимодействии частиц в активном веществе детектора образуются т.н. хиты, которые затем конвертируются в сигналы с помощью реалистичного описания отклика детектора. На следующем этапе из набора сигналов в TPC восстанавливались траектории частиц и определялись значения импульса по кривизне траекторий в магнитном поле с использованием метода фильтра Калмана. При экстраполяции всех восстанов-

ленных траекторий в центр установки восстанавливается первичная вершина столкновения, а обратная экстраполяция из вершины на плоскости TOF и ECAL детекторов позволяет для каждого трека связать информацию с TPC со временем пролета и величиной энергосодержания в TOF и ECAL, соответственно. В результате по комбинации информации о полном импульсе, времени пролета и длине трека может быть рассчитана масса частицы. Заряженные адроны ( $\pi/K/p$ ) с импульсами до  $1 \text{ ГэВ } c^{-1}$  могут быть идентифицированы сравнения величины ионизационных потерь при данном импульсе с ожидаемым значением для частицы определенного сорта в используемой в TPC газовой смеси. Комбинируя информацию об ионизационных потерях и рассчитанной массе частицы идентификация заряженных адронов возможна и для импульсов более  $1 \text{ ГэВ } c^{-1}$ . В результате были получены распределения по фазовому пространству (в терминах быстрой  $y$  и поперечного импульса  $p_t$ ) для заряженных каонов и пионов, причем все коррекции на потери частиц и экспериментальный аксептанс установки были также получены в бинах по  $(y, p_t)$ . Значительное покрытие по фазовому пространству установки MPD позволяет получать инвариантные спектры частиц в нескольких интервалах по быстрой, а в конечном счете — полные выходы частиц. В качестве примера на рис. 2а показаны реконструированные распределения по поперечному импульсу в нескольких интервалах по быстрой для положительно заряженных каонов. Для получения интеграла спектров, т.е. плотности частиц на единицу быстрой —  $dN/dy$ , формы спектров были описаны по т.н. BlastWave модели [8], функции фитирования по данной модели показаны штриховыми линиями. Суммируя экспериментальные точки вместе с результатами фитов для областей поперечных импульсов где нет измерений были получены значения  $dN/dy$  в бинах по быстрой. На правой панели рис. 2 показаны быстройные спектры для положительно заряженных пионов и каонов. В результате сравнения значений  $dN/dy$  для реконструированных спектров и данных из модели оказалось, что разница между исходными и восстановленными значениями не превышает 1% для всех интервалов по быстрой и сортов частиц. Линиями на рисунке для быстройных спектров показаны результаты фитирования распределениям Гаусса, используя которые для экстраполяции можно получить полный интеграл распределения частиц по фазовому пространству — множественность частиц на одно событие. По результатам анализа оказалось, что MPD аксептанс для идентифицированных частиц покрывает от 70 до 90% фазового пространства для заряженных пионов и каонов (в зависимости от энергии столкновения), причем, разница между полученными из реконструкции событий значениями и исходными ве-

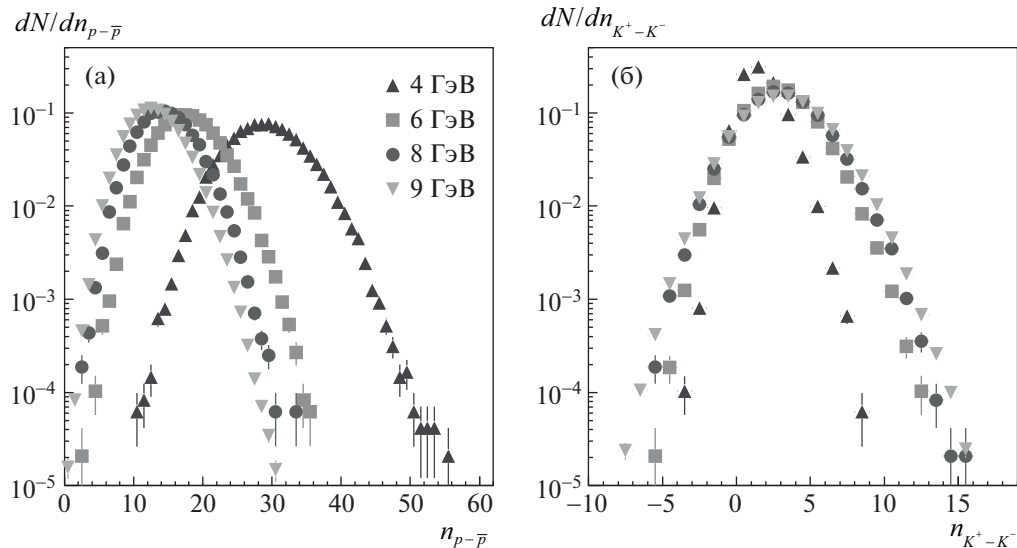


**Рис. 2.** Левая панель — распределения по поперечному импульсу для положительно заряженных каонов в интервалах по быстрой для центральных Au + Au при энергии столкновения 9 ГэВ. Правая панель — быстротные распределения для  $\pi^+$  и  $K^+$  для тех же событий.

личинами для выходов частиц из модели составляет около 4% для каонов и не более 3% для пионов. Данные оценки на основе реалистичного моделирования детектора позволяют нам сделать вывод о хороших перспективах предложенной конструкции детектора в измерениях механизма рождения адронов и фазовых превращений в столкновениях ядер.

Если фазовая траектория эволюции системы, образованной в столкновении тяжелых ионов при данной энергии, проходит вблизи критической точки то ожидаются значительные вариации характерных для системы термодинамических величин [9]. Наличие таких флуктуаций может быть обнаружено в анализе по-событийных флуктуаций сохраняющихся величин — барионного числа или странности. В частности, расчеты КХД показывают, что моменты (а именно, моменты с первого порядка по четвертый:  $M$  — Mean,  $\sigma^2$  — Dispersion,  $S$  — Skewness,  $\kappa$  — Kurtosis) а также их комбинации чувствительны к характеристике фазового перехода — корреляционной длине, а также характеризуют термодинамические восприимчивости сохраняющихся величин [10]. Для оценки чувствительности детектора к сигналам о критических явлениях моделирование MPD проводилось для моментов распределений нет-протонов (протоны минус антипротоны) и нет-каонов (положительно заряженные каоны минус отрицательно заряженные каоны), которые служат прокси для барионного числа и странности. Для того чтобы исключить зависимость от вариации объема системы от события к событию исследовались комбинации

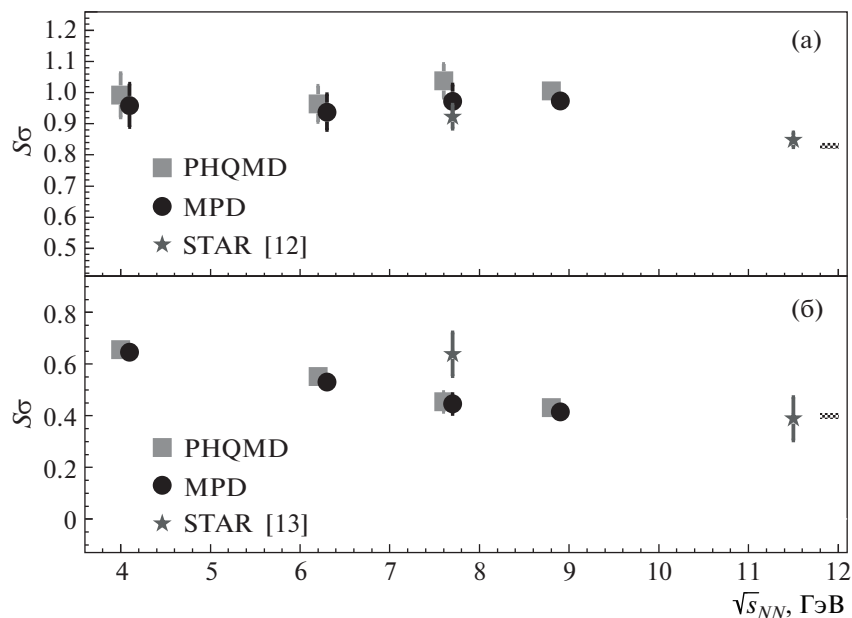
моментов, а именно, комбинацию моментов третьего и второго порядков (effective skewness —  $S\sigma$ ), а также комбинацию моментов 4-го и 2-го порядков (effective kurtosis —  $\kappa\sigma^2$ ). В анализе по-событийных флуктуаций использовались те же наборы данных, что и для анализа спектров частиц (набор данных при энергии 9 ГэВ составляет  $10^6$  событий, при других энергиях число событий равно 50000). Следует отметить, что адекватного описания фазовых переходов и критической точки в генераторах событий, используемых для моделирования ядро-ядерных столкновений, на настоящий момент нет. Поэтому результаты анализа реконструированных данных моделирования сравнивались с исходными данными самой модели, а также с небольшим количеством экспериментальных данных для оценки базового уровня (baseline) предсказаний самой модели. На рис. 3 (левая панель) показаны распределения идентифицированных нет-протонов (протоны минус антипротоны) в одном событии при нескольких энергиях столкновения. Для уменьшения зависимости эффективности детектора от кинематических переменных анализ проводился в интервалах по быстрой и поперечному импульсу  $|y| < 0.5$  и  $0.4 < p_t < 0.8 \text{ ГэВ} c^{-1}$ . Среднее значение нет-протонов на событие меняется от 28.7 при энергии 4 ГэВ до 12.5 при энергии 9 ГэВ. Соответствующие распределения для нет-каонов ( $K^+ - K^-$  показаны на правой панели рис. 3. Среднее значение нет-каонов на событие растет с увеличением энергии от значения 1.1 при энергии 4 ГэВ до величины 2.7 при энергии 9 ГэВ.



**Рис. 3.** Левая панель — распределения числа нет-протонов (протоны минус антипротоны), зарегистрированных в одном центральном событии Au+Au при нескольких энергиях столкновения. Правая панель — то же для числа нет-каонов ( $K^+ - K^-$ ).

Эффективность регистрации адронов в детекторе MPD в указанной области фазового пространства меняется от 70 до 80%. Для коррекции значений моментов распределений на эффективность детектора использовался метод, предложенный в работе [11]. На рис. 4 представлены ре-

зультаты анализа для эффективной асимметрии (effective skewness)  $S\sigma$  для нет-протонов (верхняя панель) и нет-каонов (панель внизу) в Au + Au реакциях при нескольких энергиях столкновения. Исходные данные из модели обозначены как PHQMD (квадраты), реконструированные значе-



**Рис. 4.** Эффективная асимметрия (effective skewness)  $S\sigma$  для нет-протонов (a) и нет-каонов (б) в Au + Au реакциях при нескольких энергиях столкновения. PHQMD — результаты из модели, MPD — реконструированные значения, STAR — экспериментальные данные из [12, 13]. Квадраты и кружки смещены по горизонтальной оси относительно друг друга для лучшей видимости. Ожидаемое значение ошибок измерения для статистики  $10^6$  событий показано заштрихованной областью в правой части панелей.

ния (кружки) помечены как MPD, причем для лучшей видимости квадраты и кружки смещены друг относительно друга по горизонтальной оси. Экспериментальные данные коллаборации STAR [12, 13] показаны звездочками. Как видно из приведенного рисунка реконструированные значения моментов согласуются в пределах ошибок с данными модели, ожидаемое значение ошибок измерения для статистики  $10^6$  событий показаны заштрихованной областью в правой части панелей. На основании проведенного анализа показано, что алгоритмы реконструкции событий, идентификации частиц, и восстановления моментов распределений по-событийной множественности нет-протонов и нет-каонов в детекторе MPD позволяют исследовать энергетическую зависимость флуктуаций сохраняющихся величин с хорошей точностью и малой систематической погрешностью.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сооружаемый в ОИЯИ (Дубна) новый ускорительный комплекс NICA позволит исследовать барионную материю в области максимальных значений плотности. Многофункциональный детектор MPD предлагает выполнение широкой программы исследований столкновений релятивистских ядер, включая прецизионное измерение выходов адронов, а также поиск сигналов о фазовом переходе деконфайнмент и наличии критических явлений.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Данная работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-02-40037.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Aoki Y., Endrodi G., Fodor Z., Katz S.D., Szabo K.K. // *Nature*. 2006. V. 443. P. 675.
2. Stephanov M., Rajagopal K., Shuryak E. // *Phys. Rev. Lett.* 1998. V. 81. P. 4816.
3. Kekelidze V., Lednicky R., Matveev V. et al. // *Eur. Phys. J. A*. 2016. V. 52. P. 211.
4. Golovatuk V., Kekelidze V., Kolesnikov V. et al. // *Eur. Phys. J. A*. 2016. V. 52. P. 212.
5. Abraamyan K.U. et al. (MPD Collab.) // *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A*. 2011. V. 628. P. 99.
6. Palmese A., Cassing W., Seifert E. et al. // *Phys. Rev. C*. 2016. V. 94. P. 044912.
7. Aichelin J., Bratkovskaya E., le Fevre A. et al. // *Phys. Rev. C*. 2020. V. 101. P. 044905.
8. Schnedermann E., Sollfrank J., Heinz U. // *Phys. Rev. C*. 1993. V. 48. P. 2462.
9. Stephanov M. // *Phys. Rev. Lett.* 2009. V. 102. P. 032301.
10. Karsch F., Redlich K. // *Phys. Lett. B*. 2011. V. 695. P. 136.
11. Bzdak A., Koch V. // *Phys. Rev. C*. 2015. V. 91. P. 027901.
12. Luo X., Xu N. // *Nucl. Sci. Tech.* 2017. V. 28. P. 112.
13. Adamczyk L. et al. (STAR Collab.) // *Phys. Lett. B*. 2018. V. 785. P. 551.

## Multipurpose Detector MPD for the Study of Strongly Interacting Matter at the NICA Collider

V. I. Kolesnikov<sup>1, \*</sup> and A. A. Mudrokh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow oblast, 141980 Russia

\*e-mail: kolesnik@jinr.ru

Received June 9, 2020; revised June 13, 2020; accepted June 15, 2020

**Abstract**—A new accelerator complex NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility) for the study of the collisions of heavy ions and polarized particles is under construction at JINR (Dubna, Russia). The main goal of the NICA physics program is the experimental investigation of the strongly interacting matter phase diagram in the poorly explored region of the maximal baryon density. As the experimental strategy, a detailed energy and system size scan will be performed with an emphasis to the yields, rapidity spectra, transverse momentum as well as azimuthal angle distributions for multiple probes from gammas to hypernuclei. In order to fulfill all project's goals, the multipurpose detector MPD is designed as a high acceptance spectrometer allowing full reconstruction of high multiplicity events. In this paper, the MPD project at NICA is described, including the MPD physics cases, the MPD design and the status of project's realization.

**Keywords:** heavy-ion collisions, quark-gluon plasma, particle detectors