

Рецензия на проект

"Многоцелевой детектор (MPD)"

Ускорительный комплекс NICA и экспериментальная установка MPD ("Многоцелевой Детектор") находятся на завершающей стадии строительства, с ожиданием первых пучков тяжелых ионов в конце 2025 года. Основной научной задачей эксперимента MPD является поиск новых свойств сильновзаимодействующей материи при экстремально больших барионных плотностях, реализуемых при энергиях взаимодействия $\sqrt{s_{NN}} = 4-11$ ГэВ в режиме коллайдера и/или при $\sqrt{s_{NN}} = 2.4-3.5$ ГэВ в режиме эксперимента с фиксированной мишенью. Поиск сигналов начала деконфайнмента, фазового перехода первого рода и критической точки сильновзаимодействующей материи является основной целью для эксперимента MPD. Для достижения данной цели предполагается реализовать программу сканирования по энергии и размеру сталкивающихся ядер на коллайдере NICA. Расчеты показывают, что самая высокая плотность барионов достигается в диапазоне энергий NICA, что делает MPD особенно хорошо подходящим для решения данных задач. Эта область энергий важна и для современной астрофизики. Модельные расчеты показывают, что при слиянии нейтронных звезд ядерная материя достигает плотностей и температур, аналогичных тем, которые возникают при столкновении тяжелых ионов в диапазоне энергий NICA. Таким образом, MPD предлагает уникальную возможность дополнить изучение слияний нейтронных звезд, получив данные из наземного лабораторного эксперимента. Ожидается, что возможность изучать столкновения различных ядерных систем на комплексе NICA значительно расширит результаты программы сканирования по энергии для одной системы Au+Au на коллайдере RHIC, которая закончилась в 2021 году.

В 2020-24 гг. были изготовлены основные элементы всех детекторных подсистем базовой конфигурации установки MPD, которая включает в себя: время-проекционную камеру (TPC), время-пролётную систему (TOF), электромагнитный калориметр (EMCal), передний быстрый детектор (FFD) и передний адронный калориметр (FHCAL). В настоящее время осуществляется их сборка, тестирование и калибровка. Была проведена большая работа по сборке и вводу в эксплуатацию сверхпроводящего магнита установки. В начале 2024 года было проведено тестовое охлаждение магнита до температуры жидкого азота. В ноябре началось плановое охлаждение магнита до температуры жидкого гелия, осуществляется подготовка к измерению магнитного поля. Были разработаны и построены многоуровневые платформы с чистыми комнатами для источников питания, электроники и систем управления детекторными

подсистемами, оптимизирован трекинг огромного числа кабелей и труб различного диаметра. На первом этапе запуска установки MPD с пучками в 2025-2026 предполагается использование ядер Xe и Bi, которые обеспечивают более надежную работу ускорительного комплекса NICA во время его ввода в эксплуатацию. В базовой конфигурации установка MPD позволит измерять импульсы частиц и идентифицировать их в диапазоне псевдобыстрот до $|\eta| < 1.2$.

В тот же период была проведена комплексная программа исследований производительности установки MPD в базовой конфигурации. Используя Монте-Карло моделирование с полной реконструкцией событий, была исследована эффективность измерения выходов различных типов частиц, включая легкие мезоны и гипероны, резонансы, легкие ядра и (гипер)ядра, прямые фотоны и дилептоны. Было показано, что установка MPD в базовой конфигурации будет способна измерять коллективные потоки и корреляции частиц в зависимости от центральности столкновений, поперечного импульса и быстроты частиц с высокой эффективностью. Были исследованы возможности MPD и для работы с фиксированной мишенью, что позволит значительно расширить диапазон доступных энергий и решить проблему уменьшающейся частоты ядерных столкновений при уменьшении энергии, наиболее актуальной при запуске коллайдера. Результаты этих исследований были представлены на представительных международных конференциях, а также опубликованы в реферируемых журналах (более 60 публикаций).

В проекте детально обсуждается концепция будущего обновления установки MPD с установкой передних спектрометров, содержащих трековые станции и детекторы для идентификации частиц. Добавление передних спектрометров увеличит покрытие детектора MPD по псевдобыстроте до $|\eta| < 2.0$. При этом эксперимент MPD получит возможность осуществить еще более детальное изучение фазовой диаграммы КХД, впервые используя трехмерный скан по переменным: энергия столкновения, размер взаимодействующей системы и быстрота частиц. Реализация проекта увеличит чувствительность измеряемых сигналов к изменениям в фазовой диаграмме КХД.

На настоящий момент в реализации проекта MPD принимает участие более 500 ученых и инженеров из 39 институтов и университетов из 12 стран. Впервые на основе проекта MPD в ОИЯИ создана реально действующая большая международная коллаборация, которая за 6 лет существования прошла испытание временем.

Коллектив участников проекта несомненно обладает высокой научной квалификацией в создании современной детекторной аппаратуры, а также огромным опытом в проведении экспериментов по изучению столкновений релятивистских тяжелых ионов на ускорителях SIS, Nuclotron, SPS, RHIC и LHC, обработке экспериментальных данных и моделировании процессов.

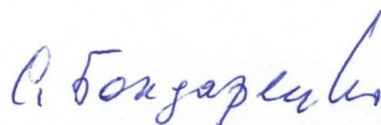
План-график завершения создания базовой конфигурации установки MPD и начало работы на пучках ускорительного комплекса NICA выглядит вполне реалистичным.

Ресурсы, запрашиваемые на создание второй очереди установки MPD, включая создание переднего трекера, выглядят адекватными задаче и соответствуют опыту построения и финансирования сравнимых экспериментальных систем.

Поддерживаю проект и предлагаю продлить его на 5 лет первым приоритетом.

Начальник сектора ЛТФ ОИЯИ,

к.ф.-м.н.



С.Г. Бондаренко

21 ноября 2024 г.