

# Фундаментальные свойства и фазовые превращения адронной и кварк-глюонной материи: установка класса мегасайенс «Комплекс NICA» (тема 26-NNN).

---

## Аннотация

В физике адронной и кварк-глюонной материи проявляются явления на малых (фемтоскопических) масштабах, являющиеся крайне важными в других областях науки и ее приложений – такие как спиральные структуры в галактиках, фазовые переходы в нейтронных звездах, циклонические вихри в атмосфере Земли, квантованные вихри в жидком гелии, транспортные явления в Вейлевских полуметаллах, электромагнитные и спиновые возбуждения в наноструктурах.

**Целью объявляемого конкурса** является получение новых фундаментальных знаний об адронной и кварк-глюонной материи в экстремальных условиях больших барионных плотностей, образующейся в столкновениях тяжелых ионов в диапазоне энергий до 11 ГэВ на нуклон в системе центра масс. Для этого в Объединенном институте ядерных исследований (г. Дубна) сооружается современная базовая установка NICA в рамках программы создания и развития уникальных научных установок класса "мегасайенс", крупных исследовательских инфраструктур на территории Российской Федерации, намеченных Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

В двух экспериментах комплекса NICA BM@N ("Барионная материя на нуклотроне") и MPD ("Многоцелевой детектор") столкновения тяжелых ионов будут изучаться соответственно в области энергий до 3,5 ГэВ на нуклон в системе центра масс (пучки выводятся на неподвижную мишень) и в диапазоне 4 – 11 ГэВ на нуклон в системе центра масс (коллайдерная мода). Это позволит получить предельно достижимые в лабораторных условиях плотности барионного и странного зарядов формирующейся сильновзаимодействующей материи, что обеспечит получение уникальных данных о новых ее состояниях и явлениях, таких как критические флуктуации и спиновые поляризации. Анализ этих данных требует развития и совершенствования физических моделей, подготовки их использования для разработки компьютерных программ и проведения численного моделирования, в том числе с использованием суперкомпьютеров.

Разработка физических моделей, позволяющих установить связь свойств адронной и кварк-глюонной материи и физики столкновений тяжелых ионов на комплексе NICA с другими областями науки (физика частиц, физика конденсированных сред, гидродинамика), является одним из приоритетных направлений исследований.

Новые явления, такие как флуктуации и спиновые корреляции,

потребуется введения и анализа новых наблюдаемых, включения их в физические модели и в начальные условия при проведении численного моделирования. Это позволит усовершенствовать методы детектирования и обработки данных с учетом конкретных характеристик детекторов «Комплекса NICA».

## Рубрикатор

1. Исследование фундаментальных свойств новых состояний материи в экстремальных условиях высокой плотности барионного и странного зарядов.
2. Разработка физических моделей плотной адронной и кварк-глюонной материи, устанавливающих связи между физикой кварк-глюонной материи, физикой частиц, физикой конденсированных сред и гидродинамикой, астрофизикой компактных звезд.
3. Численное моделирование процессов рождения и взаимодействия элементарных частиц при энергиях комплекса NICA, описание свойств элементарных частиц в новых состояниях плотной адронной и кварк-глюонной материи.
4. Разработка и реализация методов решеточной квантовой хромодинамики для плотной и быстро вращающейся барионной материи, а также для спиновой структуры адронов.
5. Поиск и исследование наблюдаемых, чувствительных к новым фундаментальным явлениям в плотной адронной и кварк-глюонной материи, и разработка методов их анализа на экспериментальных установках BM@N и MPD комплекса NICA.
6. Совершенствование методов детектирования и алгоритмов обработки данных для проверки моделей, описывающих свойства адронной и кварк-глюонной материи, а также спиновой структуры адронов, с учетом характеристик экспериментальных установок BM@N, MPD и SPD комплекса NICA.
7. Разработка моделей рождения и взаимодействия частиц и ядерных фрагментов в соударениях тяжелых ионов, протонов и дейтронов, при энергиях NICA. Реализация оптимальных алгоритмов для достижения высокой производительности при моделировании соударений тяжелых ионов и обработке соответствующих экспериментальных данных.
8. Анализ накопленных в эксперименте BM@N данных в пучках легких и средних ядер с целью получения физических результатов по образованию странных мезонов, гиперонов, ядерных фрагментов и изучению корреляций нуклонов на малых расстояниях.