**Предложение по продлению проекта «БЕККЕРЕЛЬ2023»**

**П.И. Зарубин**

**АННОТАЦИЯ**

Эксперимент БЕККЕРЕЛЬ нацелен на решение актуальных проблем физики ядерных кластеров. Используемый метод ядерной эмульсии (ЯЭ) позволяет благодаря уникальной чувствительности и пространственному разрешению изучать в едином подходе множественные конечные состояния, возникающие в диссоциации релятивистских ядер. Прогресс на этом направлении опирается компьютеризованную микроскопию.

В настоящее время в фокусе исследования находится концепция α-частичного конденсата Бозе-Эйнштейна (αBEC) – предельно холодного состояния нескольких S-волновых α-частиц вблизи порогов связи. Нестабильное ядро 8Be описывается как 2αBEC, а возбуждение 12C(0+2) или состояние Хойла (HS) как3αBEC. Распады 8Be → 2α и 12C(0+2) → 8Beα могут служить сигнатурами более сложных распадов *n*αBEC. Так состояние 0+6 ядра 16O при 660 кэВ над 4α-порогом, рассматриваемое как 4αBEC, может последовательно распадаться 16O(0+6) → α12C(0+2) или 16O(0+6) → 28Be(0+). Его поиски ведутся в нескольких экспериментах по фрагментации легких ядер при низких энергиях. Подтверждение существования этой и более сложных форм αBEC могло бы дать основу для расширения сценариев синтеза средних и тяжелых ядер в ядерной астрофизике.

Рассмотрение αBEС как инвариантного явления указывает на возможность его поиска в релятивисткой фрагментации. Практическую альтернативу обеспечивают слои ЯЭ, продольно облученные релятивистскими ядрами. Инвариантная масса ансамблей фрагментов He и H может быть определена по углам испускания в приближении сохранения импульса на нуклон родительского ядра. Благодаря предельно малым значениям энергии и ширин, распады 8Be и HS, а также 9B → 8Be*p* идентифицируются во фрагментации легких ядер ограничением сверху на инвариантную массу.

Будучи апробирован, этот подход стал применяться для идентификации 8Be и HS и поиска более сложных состояний *n*αBEC во фрагментации средних и тяжелых ядер. Недавно на статистике десятков распадов 8Be обнаружено возрастание вероятности обнаружения 8Be в событии с ростом числа релятивистских α-частиц. Сделан предварительный вывод о том, что вклады распадов 9B и HS также растут. Экзотически большие размеры и времена жизни 8Be и HS позволяют предположить возможность синтеза αBEC последовательным соединением возникающих α-частиц 2α.

Главная задача предстоящего этапа проекта – прояснение связи между возникновением 8Be и HS и множественностью α-ансамблей и поиск на этой основе распадов состояния 16O(0+6). В этой связи эксперимент БЕККЕРЕЛЬ нацелен на измерение множественных каналов фрагментации ядер 84Kr до 1 ГэВ на нуклон. Имеется достаточное количество слоев ЯЭ, поперечное сканирование которых на моторизованном микроскопе Olympus BX63 позволяет достичь требуемой статистики. Вместе с тем, необходима модернизация имеющихся микроскопов МБИ-9, KSM и МПЭ-11 для продолжения прецизионных измерений согласно апробированным процедурам.

В продолжение исследования фрагментации легких ядер начат поиск распадов изобар-аналоговых состояний (ИАС), в том числе в возбуждениях 8Be\* и 9B\*. Проявляясь при высокой энергии возбуждения, но также имея весьма малые ширины, ИАС служат “маяками” перестройки структуры в направлении сходства с их менее стабильными изобарами. В контексте *n*αBEC и ИАС продолжится анализ облучения ЯЭ ядрами 9Be, 10C, 14N, 22Ne, 24Mg, 28Si.

Поиски *n*αBEC и ИАС ведут к изучению ядерной материи с температурой и плотностью от красных гигантов до сверхновых. В этом отношении слои ЯЭ, облученные тяжелыми ядрами при энергии несколько ГэВ на нуклон ускорительного комплекса NICA позволят исследовать в оптимальных условиях релятивистские ансамбли изотопов H и He беспрецедентной множественности. Особые преимущества метода ЯЭ проявятся для ядер на границе протонной стабильности, что потребует формирования вторичных пучков (например, 31Ar).