

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ ГНЦ ИФВЭ

НИИ «Курчатовский институт»

академик С.В. Иванов

02 февраля 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию **Маматкулова Кахрамона Зиядуллаевича** «Исследование когерентной диссоциации ядра ^{10}C при энергии 1.2 ГэВ на нуклон», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Диссертационная работа К.З. Маматкулова посвящена изучению кластерной структуры ядра ^{10}C , включая изучение глубоко связанных кластерных состояний $^7\text{Be}+^3\text{He}$ и $2\ ^3\text{He}+^4\text{He}$. Детальное изучение кластерной структуры ядер, в том числе и ядра ^{10}C , в процессах релятивистской диссоциации имеет как чисто научное, так и прикладное значение. Диссертационная работа выполнена в рамках Сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ по изучению кластерных степеней свободы при фрагментации легких релятивистских ядер в фотоэмульсиях на Нуклотроне ОИЯИ. При этом достигнутое в фотоэмульсионной методике угловое разрешение для следов релятивистских фрагментов составило величину порядка 10^{-4} рад, что позволило получить Сотрудничеству ряд интересных результатов мирового уровня, которые хорошо известны научному сообществу. В этой связи актуальность представленной диссертации не вызывает сомнений.

В основу диссертации К.З.Маматкулова положены результаты экспозиции ядерных фотоэмульсий на смешанном пучке релятивистских ядер ^{12}N , ^{10}C и ^7Be с близкой магнитной жесткостью при энергии 1.2 АГэВ. Диссертация состоит из Введения, 3 глав и Заключения. Она содержит обширный материал исследований, систематизированный в 42 рисунках и 14 таблицах.

Во **Введении** сформулированы цели проведенных в диссертации исследований, представлены используемые для анализа данных методология и собственно сама фотоэмульсионная методика, включая методику поиска периферических взаимодействий релятивистских ядер, измерения их зарядов,

углов вылета вторичных фрагментов, определения поперечных импульсов и энергий кластерных ансамблей. Рассмотрена структура уровней ядра ^{10}C и предполагаемая роль этого ядра в современных сценариях нуклеосинтеза.

В первой главе диссертации рассмотрены особенности формирования пучка релятивистских ядер ^{12}N , ^{10}C и ^7Be с энергией 1.2 АГэВ на канале 1В-3В нуклотрона ОИЯИ, представлена методика оптимальной настройки канала, его импульсного разрешения, способы измерения и контроля изотопного состава пучка. Здесь также описаны детали экспозиции ядерной фотоэмульсии на пучке, подробно описана методика верификации изотопного состава пучка по данным первичного просмотра пластин фотоэмульсий, калибровки и анализа фотоэмульсионных измерений. Проанализирована зарядовая топология «белых» звезд с целью идентификации событий периферической фрагментации ядер ^{10}C на ядрах фотоэмульсии, составляющего основу для дальнейших исследований. Рассмотрена идентификация релятивистских изотопов Н и Не.

Во второй главе анализируются угловые распределения релятивистских фрагментов Не и Н в событиях периферической фрагментации $^{10}\text{C} \rightarrow 2^4\text{He} + 2\text{H}$. Представлены измерения полярных и азимутальных углов фрагментов, приведены углы разлета фрагментов в сравнении с полученными для событий фрагментации $^9\text{Be} \rightarrow 2^4\text{He} + \text{H}$. Показано, что корреляция пар фрагментов ^4He по азимутальному углу разлета в событиях $^{10}\text{C} \rightarrow 2^4\text{He} + 2\text{H}$ имеет то же поведение, что и в событиях фрагментации ^9Be и обусловлена распадами образовавшихся промежуточных ядер ^8Be из состояний 0^+ и 2^+ . В данной главе обсуждаются также распределения по полному поперечному импульсу продуктов фрагментации ^{10}C , равно как и по поперечному импульсу пар фрагментов ^4He , проведено сравнение их с аналогичными распределениями для событий фрагментации ^9Be . Распределение по полному поперечному импульсу ^{10}C имеет параметры характерные для событий дифракционной диссоциации, распределение по поперечному импульсу пар ^4He интерпретируется как образование в этих событиях ядер ^8Be в состояниях 0^+ и 2^+ .

Третья глава посвящена идентификации различных ядерных резонансов в системе $2^4\text{He} + 2\text{H}$. Центральный результат главы – это идентификация ядра ^9B в каскадном процессе $^{10}\text{C} \rightarrow ^9\text{B} + \text{H} \rightarrow (^8\text{Be}_{\text{g.s.}} + \text{H}) + \text{H} \rightarrow 2^4\text{He} + 2\text{H}$ и измерение вероятности (30 ± 4 %) кластерной конфигурации $^9\text{B} + \text{H}$ в ядре ^{10}C . При этом следует отметить, что, во-первых, реконструкция релятивистского ядра ^9B и

измерение его вклада в кластерную конфигурацию ^{10}C выполнены здесь впервые, а во-вторых, ядро $^8\text{Be}_{g.s.}$ напрямую, как один из фрагментов кластерной структуры ^{10}C , в представленных данных не наблюдается, но входит в кластерную структуру ядра ^9B . Другой значимый результат – это наблюдение в ядре ^{10}C глубоко связанных кластерных состояний $^7\text{Be}+^3\text{He}$ и $2^3\text{He}+^4\text{He}$ с вероятностью 8% и полной когерентной кластеризации из шести ядер водорода (4%).

В **Заключении** перечислены основные результаты диссертационной работы, которые выносятся автором на защиту.

Диссертация, в целом, производит хорошее впечатление. Следует отметить высокий методический и экспериментальный уровень работы, а также адекватность выбранной методики поставленным в диссертации задачам. К слову, ряд результатов, вообще, невозможно получить вне рамок фотоэмульсионной методики. Примерами могут служить наблюдение перерассеяния фрагментов ^9B (рассеяния нестабильных ядер ^9B) на ядрах фотоэмульсии, равно как и изучение глубоко связанных кластерных состояний в событиях множественной диссоциации ядер ^{10}C . Полученные автором научные результаты являются важным вкладом в изучение кластерной структуры легких ядер и, безусловно, будут востребованы как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях.

Вместе с тем диссертационная работа не лишена определенного количества опечаток, неточностей и пр. Приведем несколько примеров. На стр.22 автор пишет: «Амплитудный спектр со сцинтилляционного счетчика (рис.1.2.), установленного на месте облучения, указывал на преобладание изотопов ^3He , ^7Be , C ...», – тогда как на рисунке пик от ^3He не может быть увиден в принципе, т. к. он находится вне области амплитуд, которая показана на рисунке. Другой пример имеем на стр.61: «На рис. 3.1 приведено распределение событий канала $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$ по энергии возбуждения $Q_{2\alpha}$ пар 2α и Q_{2ap} троек $2ap$, определяемой по формуле (9)». При этом легко видеть, что формула (9) записана для двухчастичной системы, а формула для вычисления энергии Q_{2ap} (трехчастичных систем) в диссертации отсутствует вообще. Или, скажем, на стр.66 читаем: «Имея время жизни на два порядка меньшее, чем ^9Be , ядро ^9B еще с большим основанием относят к резонансам». Строго это утверждение является бессмысленным, поскольку ядро ^9Be стабильно. Очевидно, автор хотел сравнить ядра ^9B и ^8Be . Можно привести еще несколько

примеров, однако они совершенно не влияют на общее высокое качество данной диссертации.

Подведем итоги. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование. По теме диссертации опубликовано 5 статей в ведущих физических журналах. Она полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, а ее автор, К.З. Маматкулов, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Отзыв составил

доктор физико-математических наук



С.А. Садовский

Подпись доктора физико-математических наук

С.А. Садовского заверяю,

Ученый секретарь ФГБУ ГНЦ ИФВЭ

НИЦ «Курчатовский институт»



Н.Н. Прокопенко

Почтовый адрес:

142281, Московская обл., г. Протвино, площадь Науки, дом 1,

ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт»,

Тел.: +7 (496) 7713823, e-mail: Serguei.Sadovsky@ihep.ru