

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.02 НА БАЗЕ
МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 18.02.2016 № 16-01

о присуждении Маматкулову Кахрамону Зиядуллаевичу, гражданину Узбекистана, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование когерентной диссоциации ядра ^{10}C при энергии 1,2 ГэВ на нуклон» по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 19 ноября 2015 г., протокол № 15-05, диссертационным советом Д 720.001.02 на базе Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований, почтовый адрес: 141980, ул. Жолио-Кюри, д.6, г. Дубна, Московская область, РФ, приказ от 11.04.2014 г. №105/нк.

Соискатель Маматкулов Кахрамон Зиядуллаевич 1984 года рождения. В 2006 году окончил факультет Физика-математика Джизакского государственного педагогического института им А.Кадыри. В 2008 году окончил магистратуру по направлению «Физика» в том же институте. С 2009 г. по 2014 г. работал в должности младшего научного сотрудника, с 2014 г. по настоящее время работает в должности научного сотрудника в Международной межправительственной научно-исследовательской организации «Объединенный институт ядерных исследований», Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, Отделение №2 – Научно экспериментальный отдел физики тяжелых ионов (НЭОФТИ), сектор №4.

Для подготовки диссертации и сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре был прикреплен в Объединенном институте ядерных исследований

Диссертация выполнена в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

– кандидат физико-математических наук Артеменков Денис Александрович, Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, Отделение №2 – Научно экспериментальный отдел физики тяжелых ионов (НЭОФТИ), сектор №4, старший научный сотрудник.

– доктор физико-математических наук, профессор Бекмирзаев Рахматулла Нурмуродович, Джизакский государственный педагогический институт им. А.Кадыри, заведующий кафедрой «Общей физики».

Официальные оппоненты:

- **Зеленская Наталья Семеновна**, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова”, Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ). (почтовый адрес: 119992, Москва, Ленинские Горы, с.51, тел. 495-939-2410, e-mail: ns-zelenskaya@yandex.ru)
- **Недорезов Владимир Георгиевич**, доктор физико-математических наук, профессор заведующий ЛФЯР, Институт ядерных исследований РАН. (почтовый адрес: 117312, Москва, В-312, проспект 60-летия октября, дом 7а, тел. 499-135-0578, e-mail: vladimir@cpc.inr.ac.ru)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт физики высоких энергий» (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ) (почтовый адрес: 142281, Московская область, город Протвино, площадь Науки, дом 1, тел. +7 (4967) 71-36-23, +7 (4967) 71-35-55, Факс: +7 (4967) 74-28-24, E-mail: fgbu@ihep.ru) в своем положительном заключении, составленном доктором физико-математических наук Садовским Сергеем Анатольевичем, ведущим научным сотрудником ФГБУ ГНЦ ИФВЭ, указала: «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 представляет собой законченное научное исследование. По теме диссертации опубликовано 5 статей в ведущих физических журналах. Она полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым Положением о порядке присуждения ученых

степеней 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.»

Соискатель имеет 48 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 19 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 8. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. К. З. Маматкулов и др. «Диссоциация ядер ^{10}C с энергией 1.2 А ГэВ в ядерной фотографической эмульсии». *Ядерная физика*, т. 76, № 10, с. 1286–1291 (2013). [*Phys. At. Nucl.* Vol. 76, No. 10, pp. 1224–1229 (2013)]; arXiv: 1309.4241 [nucl-ex].
2. D. A. Artemenkov, ... К. Z. Mamatkulov et al. «Dissociation of relativistic ^{10}C nuclei in nuclear track emulsion». *Few-Body Systems*, Vol. 50, Issue 1–4, pp 259–261 (2011); arXiv: 1105.2374 [nucl-ex].
3. D. A. Artemenkov, ... К. Z. Mamatkulov et al. «Clustering in relativistic dissociation of ^9Be , ^9C , ^{10}C and ^{12}N nuclei». *International Journal of Modern Physics E*. Vol. 20, No. 4, pp 993–998 (2011); arXiv: 1106.1748 [nucl-ex].
4. Р. Р. Каттабеков, К. З. Маматкулов и др. «Облучение ядерной эмульсии в смешанном пучке релятивистских ядер ^{12}N , ^{10}C и ^7Be ». *Ядерная физика*, т. 73, № 12, с. 2166–2171 (2010). [*Phys. At. Nucl.* Vol. 73, 2110 (2010)]; arXiv: 1104.5320 [nucl-ex].
5. К. З. Маматкулов и др. «Кластеризация в диссоциации релятивистских ядер ^{10}C ». *Доклады Академии наук Республики Узбекистан*. № 1, с. 43–46 (2013).
6. С. С. Аликулов, ... К. З. Маматкулов и др. «Диссоциация релятивистских ядер ^{10}C в ядерной фотоэмульсии в $^{10}\text{C} \rightarrow ^9\text{C} + \text{n}$ ». *Доклады Академии наук Республики Узбекистан*. № 3, с. 33–36 (2013).
7. К. З. Маматкулов и др. «Диссоциация релятивистских ядер ^{10}C в ядерной фотоэмульсии». *Доклады Академии наук Республики Узбекистан*. № 5, с. 43–47 (2011).
8. R.Sh. Stanoeva, ... К. Z. Mamatkulov et al. «Clustering in relativistic dissociation of ^9C , ^{10}C and ^{12}N nuclei». *Nuclear theory*. Heron Press, Sofia. Vol. 29, pp. 250–256 (2010).

Вклад соискателя в эти работы определяющий.

На диссертацию и автореферат дополнительные отзывы не поступали.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен как особенностями и направлениями их исследований, а так и специальностью, по которой выполнена работа соискателя.

Проф. Н. С. Зеленская является признанным специалистом по теоретическому анализу кластерных аспектов в структуре легких ядер. Наряду с работами по стабильным ядрам, суммированным в обзоре журнала ЭЧАЯ, ее недавние публикации включают и легкие радиоактивные изотопы. Является организатором российских конференций «Ядро», на которых представлялись материалы настоящей диссертации.

Проф. В. Г. Недорезов является ведущим экспертом по физике электромагнитных взаимодействий ядер адронов и ядер, что тесно примыкает к исследованиям наиболее периферических взаимодействий, представленным в диссертации. Его научные интересы, наряду с фоторождением мезонов, представленные в соответствующих публикациях, включают эксперименты по фотоделению ядер и ядерной мультифрагментации. Его опыт включает как методы физики высоких и низких энергий, что важно при оценке ядерной эмульсии как достаточно универсального детектора. Является организатором регулярно проводимых в ИЯИ РАН Международных семинаров по электромагнитным взаимодействиям ядер, на которых также представлялся ход настоящего исследования.

Институт физики высоких энергий является исследовательским центром по физике элементарных частиц, признанным на мировом уровне. Ранними исследованиями ядерной дифракционной диссоциации адронов в ядерной эмульсии, облученной на пучках ускорителя У-70 ИФВЭ, был инициирован схожий подход к ядерной кластеризации. Недавно на У-70 ускорены ядра углерода и получен опыт формирования вторичных ядерных пучков, что дает возможности применения результатов настоящей диссертации к планированию новых исследований.

Диссертационный совет отмечает на основании выполненных соискателем исследований:

Впервые экспериментально исследована кластерная структура радиоактивного ядра ^{10}C , проявляющаяся в наиболее периферических взаимодействиях, что достигнуто с полным охватом зарядовых каналов его диссоциации при полном наблюдении релятивистских фрагментов гелия и водорода, включая канал с распадом нестабильного ядра ^9B . Объединяясь с данными по соседним ядрам, эта информация является ключевой для создания целостной картины эволюции ядерной структуры в начале таблицы изотопов.

Уникальная детальность наблюдений при рекордном пространственном разрешении обеспечены путем облучения ядерной эмульсии в смешанном пучке изотопов азота, углерода и бериллия нуклотрона ОИЯИ. На длине 1 км обеспечен поиск и измерение событий когерентной диссоциации этих изотопов. Совокупность данных по измерению зарядов пучковых следов, зарядовой топологии, углов эмиссии и многократного рассеяния фрагментов в событиях диссоциации ядер углерода соответствует ожидавшейся именно для изотопа ^{10}C и свидетельствует о получении уникального по полноте экспериментального материала по его структуре.

Впервые установлено, что зарядовую топологию когерентной диссоциации изотопа ^{10}C , отличает доминирование событий в канале $2\text{He} + 2\text{H}$, составляющих 82% общего числа событий такого типа. Для ансамбля 184 событий $2\text{He} + 2\text{H}$ получено распределение по инвариантной массе, указавшее на то, что в структуре ядра ^{10}C с вероятностью около 30 % проявляется нестабильное ядро ^9B , а нестабильное ядро ^8Be проявляется только как компонента ^9B .

Обнаружены редкие события когерентной диссоциации, указывающие на существование в ядре ^{10}C глубоко связанных кластерных состояний $^7\text{Be} + ^3\text{He}$ и $2^3\text{He} + ^4\text{He}$ с весом около 8%.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Впервые реконструированы распады релятивистских ядер ^9B , что составляет решение принципиальной методической проблемы исследования структуры легких ядер в сочетании возможностей релятивистской ядерной физики и ядерной эмульсии.

Физический анализ событий в ядерной эмульсии, облученной в использованном пучке смеси изотопов, позволил убедиться в доминировании изотопа ^{10}C среди ядер углерода, что важно для оценки качества сепарирующего канала при постановке новых облучений и экспериментов на нуклотроне ОИЯИ.

Выполненный на рекордном уровне точности массив измерений событий когерентной диссоциации имеет высокую статистическую обеспеченность и может служить для сравнительного анализа и планирования исследований в этой области на нуклотроне ОИЯИ, а также ускорителях других центров (ИФВЭ и ГСИ (Германия)).

Теоретическая значимость исследования состоит в следующем:

Характеризуя исследование в целом, можно заключить, что получена уникальная по полноте экспериментальная информация о структуре изотопа ^{10}C , которая послужит развитию теории ядерной структуры и концепций ядерной астрофизики.

Впервые выявлен значительный вклад в структуру ^{10}C конфигурации в виде основы нестабильного ядра ^9B и присоединенного к ней протона. Тем самым выявлена ограниченность представлений о ^{10}C только как о симметричной конфигурации пары альфа-частиц и пары протонов. Несмотря на свою нестабильность вне ядерных структур ядро ^9B , проявляет себя как другие стабильные ядра-основы, а его нестабильность влияет только на ход нуклеосинтеза в области легких ядер.

Экспериментальная идентификация ядер ^8Be и ^9B в удобных условиях, обеспечиваемых дефицитом нейтронов в ^{10}C , создает предпосылки для установления их вклада в структуру соседних ядер (^{10}B , ^{11}C и ^{12}N), где имеется большее разнообразие кластерных конфигураций нуклонов, кластеров и ядер-основ.

Каналы когерентной диссоциации $^7\text{Be} + ^3\text{He}$ и $2^3\text{He} + ^4\text{He}$, наблюдавшиеся в исследовании указывают на возможное существование в ядре ^{10}C состояний, связанных с нуклеосинтезом в смеси изотопов ^3He и ^4He . Распад ^{10}C ведет к образованию стабильного изотопа ^{10}B , наблюдаемого в составе космических лучей.

Достоверность результатов исследования обусловлена тем, что:

Данное исследование проводилось в рамках проекта БЕККЕРЕЛЬ на нуклотроне ОИЯИ. Физическая программа проекта БЕККЕРЕЛЬ, ориентирована на систематическое изучение кластерной структуры легких ядер, и настоящее исследование ядра ^{10}C является одной из ее наиболее принципиальных частей. Проект БЕККЕРЕЛЬ опирается на возможности нуклотрона ОИЯИ по формированию пучков легких релятивистских ядер, включая вторичные. Формирование пучков обеспечивается специалистами сектора пучков научно-экспериментального отдела нуклотрона.

Другой фактор – апробированная десятилетиями исследований химико-технологическая и микроскопная база фотоэмульсионного сектора Лаборатории физики высоких энергий имени В. И. Векслера и А. М. Балдина ОИЯИ, работа, которой обеспечивается специалистами в данных областях. Все это позволило передать для анализа соискателю первичный экспериментальный материал высокого качества.

В процессе практической работы соискатель стал специалистом высокого класса в части измерений на микроскопах высокой точности. Одновременно соискатель освоил работу с современными программами анализа и представления данных, а также моделирования физических процессов, внес вклад в процедуры анализа. Исследование является логическим продолжением исследования ядра ${}^9\text{Be}$, выполненного ранее руководителем соискателя Д. А. Артеменковым, в котором центральную роль сыграли распады нестабильного ядра ${}^8\text{Be}$ и результаты которого активно использовались для сравнения. Вместе с тем данное исследование является качественным шагом вперед по экспериментальной сложности, размаху и качеству измерений.


Квалификация соискателя как специалиста в методе ядерной эмульсии нашла свое подтверждение при выполнении им серии облучений новых образцов ядерной эмульсии тепловыми, быстрыми, термоядерными нейтронами, медленными тяжелыми ионами и ультрарелятивистскими мюонами. При анализе этих облучений получены и опубликованы интересные физические результаты.

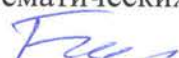
Личный вклад соискателя состоит в получении исходных данных, определивших содержательную сторону диссертационной работы, а именно в реализации процедур сканировании слоев ядерной фотоэмульсии, ведении журналов фиксации событий, проведении идентификационных и измерительных процедур. Так же стоит отметить реализованный перечень работ по адаптации расчетных и измерительных процедур в методике ядерных эмульсий к задаче изучения фрагментации ${}^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$. Представленный список опубликованных работ не был бы получен без непосредственного участия автора диссертации в обработке и интерпретации результатов. Приведенный в диссертации иллюстративный материал также является результатом работы соискателя. Стоит отметить, что в перечне семинаров и конференций, на которых представлялись, обсуждались данные, составившие основу диссертационной работы, подавляющее большинство принадлежит сообщениям (выступлениям) соискателя. Несомненно, работы, осуществленные Маматкуловым К.З., определили результаты исследования по фрагментации ядра ${}^{10}\text{C}$ на ядрах эмульсии в ЛФВЭ ОИЯИ.

На заседании 18 февраля 2016 года диссертационный совет сделал вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, и принял решение присудить Маматкулову Кахрамону Зиядуллаевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 21, против нет, недействительных бюллетеней 1.

Заключение подготовили:

Доктор физико-математических наук, профессор Глаголев Виктор Викторович 

Доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Батюня Борис Владимирович 

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Арефьев Валентин Александрович 

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук
профессор


Малахов Александр Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета
Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник


Арефьев Валентин Александрович

« 26 » февраля 2016 года

