

## СТЕНОГРАММА

заседания № 16-01 диссертационного совета Д 720.001.02  
на базе Международной межправительственной организации  
Объединенный институт ядерных исследований  
от 18 февраля 2016 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ диссертационного совета – доктор физико-математических наук, профессор Малахов Александр Иванович.

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ диссертационного совета – кандидат физико-математических наук Арефьев Валентин Александрович.

На заседании присутствовали члены диссертационного совета:

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, физико-математические науки:

Водопьянов Александр Сергеевич	- доктор физико-математических наук
Глаголев Виктор Викторович	- доктор физико-математических наук
Мелкумов Георгий Леонович	- доктор физико-математических наук
Никитин Владимир Алексеевич	- доктор физико-математических наук
Таратин Александр Михайлович	- доктор физико-математических наук
Тяпкин Игорь Алексеевич	- доктор физико-математических наук
Ужинский Владимир Витальевич	- доктор физико-математических наук
Арефьев Валентин Александрович	- кандидат физико-математических наук.

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, технические науки:

Матюшин Валентин Тарасович	- доктор физико-математических наук
Романов Юрий Иванович	- доктор технических наук
Смирнов Виталий Анатольевич	- доктор технических наук
Тимошенко Геннадий Николаевич	- доктор физико-математических наук.

Специальность 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, физико-математические науки:

Батюня Борис Владимирович	- доктор физико-математических наук
Золин Леонид Сергеевич	- доктор физико-математических наук
Кекелидзе Владимир Дмитриевич	- доктор физико-математических наук
Малахов Александр Иванович	- доктор физико-математических наук
Панебратцев Юрий Анатольевич	- доктор физико-математических наук
Ставинский Алексей Валентинович	- доктор физико-математических наук

Специальность 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, технические науки:

Агапов Николай Николаевич	- доктор технических наук
Зайцев Лев Николаевич	- доктор технических наук

Коваленко Александр Дмитриевич - доктор физико-математических наук  
Серов Александр Васильевич - доктор физико-математических наук

**Малахов А.И.:** Уважаемые коллеги, на заседании присутствуют 22 члена совета, совет полномочен. По специальности защищаемой диссертации присутствуют 6 докторов наук 6.

Объявляю защиту кандидатской диссертации Маматкулова Кахрамона, тема на экране. Научные руководители указаны. Кроме того, присутствуют официальные оппоненты, Зеленская Наталья Семеновна, доктор физ.-мат. наук, профессор НИИЯФ МГУ, главный научный сотрудник и Владимир Георгиевич Недорезов, доктор физ.-мат. наук, профессор Института ядерных исследований РАН, г. Москва, заведующий ЛФЯР. Ведущее научно-исследовательское учреждение «Государственный научный центр РФ, Институт физики высоких энергий», г. Протвино. Прошу Валентина Александровича ознакомить совет с представленными по защите документами.

**Арефьев В.А.:** В совет поступило заявление от научного сотрудника Маматкулова Кахрамона Зиядуллаевича: «Прошу принять к защите мою диссертацию на тему: «Исследование когерентной диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$  при энергии 1.2 ГэВ на нуклон», на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц». Защита работы проводится впервые. Текст диссертации был своевременно размещен на сайт ОИЯИ. Все необходимые документы представлены, я вас познакомлю с ними детально. Была назначена комиссия по предварительному рассмотрению диссертации, комиссия рекомендовала принять ее к защите. Диссертация была принята к защите 18 ноября 2015 года.

Маматкулов Кахрамон Зиядуллаевич, родился 17 января 1984 года. Место рождения село Кильдон, Самаркандской области, Республики Узбекистан. Гражданство Узбекистан. Образование высшее. В 2002 году поступил и в 2008 году закончил факультет физики и математики Джизакского государственного педагогического института им. А. Кадыри. Получил специальность «физик» и степень магистра. Владеет английским языком, ученой степени не имеет. Опубликовано 48 печатных работ в виде статей в журналах и трудах конференций. Список трудов прилагается. С 2009 года по настоящий момент работает в Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ научным сотрудником. Бывал в заграничных командировках. Женат, имеет дочь. В деле имеется копия магистерского диплома и свидетельство от Министерства образования и науки РФ о признании диплома, выданного в Узбекистане и о его соответствии требованиям, установленным законодательством Российской Федерации. Предоставлены удостоверение о сдачи кандидатских экзаменов, экзамены сданы в течение 2013-2014 годов. Физика атомного ядра – «отлично», история и философия науки – «хорошо», английский язык – «отлично». Имеются отзывы обоих научных руководителей, кандидата физ.-мат. наук Артеменкова Дениса Александровича и доктора физ.-мат. наук, профессора Бекмирзаева Рахматуллы Нурмурадовича, заключение по диссертационной работе Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ, где и была

выполнена работа. Отзыв ведущей организации «Институт физики высоких энергий» и отзывы официальных оппонентов, все документы соответствуют требованиям, установленным «Положением о порядке присуждении ученых степеней».

**Малахов А.И.** Спасибо, Валентин Александрович. Пожалуйста, есть ли у членов совета вопросы по документам, если есть, то задавайте. Достаточно подробно изложено, хорошо, спасибо. Передаем слово Кахрамону.

**Маматкулов К.З.** Здравствуйте, тема моей диссертации «Исследование когерентной диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$  при энергии 1.2 ГэВ на нуклон». Работа выполнена в Лаборатории физики высоких энергии в ОИЯИ, г.Дубна.

Во Введении формулируются цели исследования, представлена методология и даны ссылки на предшествующие исследования в релятивистском подходе по этой проблеме. Также отмечены методы анализа периферических взаимодействий в ЯЭ (ядерной эмульсии), в том числе, методы поиска взаимодействий релятивистских ядер, методы идентификации фрагментов по треку, измерения их зарядов и углов испускания фрагментов, определения поперечных импульсов и энергии кластерных ансамблей. Обсуждается структура возбужденного состояния ядра  $^{10}\text{C}$ , проявляющаяся во фрагментации. Сформулирован практический план настоящего исследования.

В первой Главе описаны условия облучения в смешанном пучке изотопов ядер N, C и Be, процедуры накопления статистики взаимодействий, зарядовая калибровка следов пучка фрагментов, зарядовая топология найденных «белых» звезд и применение метода идентификации, по оценке многократного рассеяния для определения типа фрагментов.

Вторая Глава посвящена описанию процедуры угловых измерений основного канала диссоциации, дается сравнение со статистической моделью и данными по ядрам  $^9\text{Be}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ .

В третьей Главе обсуждаются процедуры реконструкции и оценка вклада распадов нестабильных ядер, в том числе роль редких каналов в диссоциацию ядра  $^{10}\text{C}$ .

В заключении суммированы основные результаты экспериментального исследования фрагментации релятивистских ядер  $^{10}\text{C}$  в ядерной фотографической эмульсии. Дается список опубликованных по теме работ и литература.

Настоящая работа посвящена исследованию особенностей периферических взаимодействий релятивистских радиоактивных ядер  $^{10}\text{C}$  в ядерной эмульсии. Ее цель состоит в экспериментальном изучении кластерной структуры ядра  $^{10}\text{C}$  проявляющейся в вероятностях образования возможных конфигураций фрагментов, включая нестабильные ядра  $^8\text{Be}$  и  $^9\text{B}$ . Ядро  $^{10}\text{C}$  является единственным примером устойчивой структуры, в которой удаление одного из кластеров ведет к образованию несвязанного состояния. Тем самым наибольший интерес представляет исследование особенностей его диссоциации по каналу  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$  с порогом 3.7 МэВ. На рисунке представлен яркий пример когерентной диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$ . Их так же называем «белыми» звездами. Условием отнесения события к когерентной диссоциации является то, что при взаимодействии, ядро-мишень участвует как целое, получая малый импульс, при этом не возбуждается, не разрушается и сохраняет свой заряд. Такого рода взаимодействия

происходят без образования фрагментов ядра мишени или рождения мезонов. В результате наблюдаются только фрагменты ядра снаряда. На данном рисунке вход в эмульсию ядра  $^{10}\text{C}$  слева, также указана вершина взаимодействия. Как можно описать наблюдаемое событие? Из ядра  $^{10}\text{C}$  из устойчивой системы отделяется один из протонов, образуется нестабильное ядро  $^9\text{B}$ . Затем  $^9\text{B}$  распадается на протон, и короткоживущее ядро  $^8\text{Be}$ . А ядро  $^8\text{Be}$  в свою очередь распадается на 2  $\alpha$  - частицы.

План исследования ядра  $^{10}\text{C}$  состоял из проверки состава пучка изотопов, содержащих  $^{10}\text{C}$  по статистике «белых» звезд в облученной ЯЭ; измерения углов испускания фрагментов в основных каналах диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$  и получения на основе измерений выводов о динамике диссоциации и структуре ядра  $^{10}\text{C}$ .

Стопка из 15 слоев ядерной фотоэмульсий типа БР-2, с размерами слоя - 10 x 20 см<sup>2</sup> и толщиной около 600 мкм, впервые были облучены в смешанном пучке изотопов ядер Be, C и N в 2006 году на Нуклотроне ОИЯИ в корпусе выведенных пучков в канале 4В. Смешанный пучок создан путем отбора продуктов фрагментации ускоренных ядер  $^{12}\text{C}$  с энергией 1.2 А ГэВ. Схема формирования пучков вторичных ядер предложена Павлом Александровичем Рукояткиным. Формирование пучка и облучение также проводились его группой.

Амплитудный спектр со сцинтилляционного счетчика, установленного на месте облучения, демонстрирует состав пучка, указаны положения пиков для ядер с зарядами  $Z_{\text{пр}} = 4, 6$  и 7. На рисунке представлен микроскоп поискового типа МБИ-9, с фотоэмульсионными пластинками. Микроскоп может комплектоваться фотокамерой с выводом изображения на экран компьютера.

Поиск и измерения зарядов фрагментов, образованных во взаимодействии, выполнены в 12 слоях облученной ядерной фотоэмульсии. При просмотре первичных следов на общей длине 1.088 км, было найдено 7241 неупругих взаимодействий, в том числе 608 «белых» звезд. Классификация по заряду треков ядер пучка проводилась на основе измерения плотности  $\delta$ -электронов  $N_{\delta}$  на 1 мм длины трека. На рисунке представлено суммарное распределение по числу дельта-электронов для пучковых следов. Наблюдаемая структура позволяет провести классификацию по зарядам ядер пучка. В процентном отношении указаны доли изотопов ядер от общего числа взаимодействий типа «белых» звёзд.

В таблице приведена зарядовая топология «белых» звёзд диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$ . Также для сравнения приведено распределение по топологии событий с фрагментами мишени или рожденными мезонами  $N_{\text{if}}$ . Сравнение показывает, что вероятности каналов фрагментации за пределом «чистой»  $2\alpha 2p$ -кластеризации не слишком отличаются. Это обстоятельство так же указывает на существование в структуре  $^{10}\text{C}$  глубоко связанных кластерных конфигураций.

Для идентификации изотопов N и He в эмульсионных экспериментах используются измерения величины  $r_{\beta c}$ , характеризующей многократное кулоновское рассеяние. На рисунке приведены распределения по величине  $r_{\beta c}$  изотопов N и He для 16 событий лидирующего канала  $2\text{He} + 2\text{N}$ . Также для сравнения приведено распределение по величине  $r_{\beta c}$  для фрагментов  $^3\text{He}$  из событий фрагментации  $^9\text{C}$

→  $3^3\text{He}$  при энергии 1.2 А ГэВ. Фрагменты  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$  по величине  $p\beta c$  четко разделяются. Таким образом, в набранной статистике «белых» звезд в канале  $2\text{He} + 2\text{H}$ , фрагменты He с вероятностью 75-80% могут быть отнесены к изотопу  $^4\text{He}$  ( $\alpha$ ), а H –  $^1\text{H}$  ( $p$ ).

Среди найденных «белых» звезд наблюдались события  $3\text{He}$  и  $\text{Be} + \text{He}$ , которые в случае диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$ , имеют пороги около 15 и 16,5 МэВ. Результаты идентификации фрагментов He по величине  $p\beta c$  позволяют отнести эти события к каналам диссоциации изотопа  $^{10}\text{C} \rightarrow 2^3\text{He} + ^4\text{He}$  и  $^7\text{Be} + ^3\text{He}$ .

Основу анализа облучения составили результаты угловых измерений лидирующего канала  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$ . На рисунке представлены распределения по полярному углу вылета  $\theta$  фрагментов H и He. Параметры, описывающие эти распределения, относящиеся к распределениям Релея, соответствуют значениям, вычисленным по статистической модели.

Приведенный спектр по величине  $\Theta_{2\alpha}$ , представляющей собой угол между парами  $\alpha$ -частиц, позволил предположить, что в структуре ядра  $^{10}\text{C}$  роль основы играет нестабильное ядро  $^8\text{Be}$ . Распады релятивистских ядер  $^8\text{Be} \rightarrow 2\alpha$  через основное состояние  $0^+$  идентифицируются по углу разлёта  $\alpha$ -частичных пар в области от 0-10.5 мрад. Как и в случае  $^9\text{Be}$ , доминируют  $\alpha$ -пары с узкими и широкими углами разлета, соответствующими распадам ядра  $^8\text{Be}$  из  $0^+$  и  $2^+$  состояний. Также зарегистрированы 10 случаев рассеяния узких  $\alpha$ -пар на «большие углы», которые интерпретируются как образование и рассеяние ядер  $^8\text{Be}$ .

На левом рисунке приведено распределение по величине энергии возбуждения, определенной для  $\alpha$ - пар из событий лидирующего канала  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$ . Распределение  $Q_{2\alpha}$  позволяет заключить, что в этих событиях образовались ядра  $^8\text{Be}_{g.s.}$ . Распределение  $Q_{2ap}$  указывает на то, что диссоциация  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$  сопровождается образованием несвязанного ядра  $^9\text{B}$ . Четкая корреляция между значениями величин  $Q_{2\alpha}$  и  $Q_{2ap}$  для данной группы событий указывает на каскадный характер процесса  $^{10}\text{C} \rightarrow ^9\text{B} \rightarrow ^8\text{Be}$ . Таким образом, было установлено, что в структуре ядра  $^{10}\text{C}$  с вероятностью около  $(30 \pm 4)\%$  проявляется ядро  $^9\text{B}$ .

В пользу этого утверждения свидетельствует распределение по полному поперечному импульсу  $P_{T2ap}$  троек  $2\alpha + p$  из «белых» звезд  $^{10}\text{C} \rightarrow ^9\text{B}$ . Для группы из 47 событий величина  $\sigma_{PT}(^9\text{B})$  составляет  $(92 \pm 15)$  МэВ/с, что согласуется со значением, ожидаемым в статистической модели.

На рисунке представлено распределение по углу образования ядер  $^9\text{B}$   $\theta_{9\text{B}}$  своеобразного аналога  $P_{T2ap}$ . Среднее значение  $\langle\theta_{9\text{B}}\rangle$  составляет  $9.2 \pm 0.8$  мрад. В распределении  $\theta_{9\text{B}}$  обращают на себя внимание 10 событий с  $\theta_{9\text{B}} > 13$  мрад, которые можно интерпретировать как рассеяние ядра  $^9\text{B}$  на ядрах эмульсии. При исключении этих 10 событий, среднее значение  $\langle\theta_{9\text{B}}\rangle$  уменьшается до  $6.7 \pm 0.4$  мрад.

Для примера на слайде представлена трехмерная картина одного из событий, восстановленная по измеренным данным. Факт рассеяния не противоречит существованию  $^9\text{B}$  как структурного элемента  $^{10}\text{C}$ .

Распределение событий по углу разлета  $\Theta_{\alpha p}$  для 184 измеренных событий в канале  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$  позволяет оценить вклад в диссоциацию  $^{10}\text{C}$  распадов резонанса  $^5\text{Li}$ . Соответствующие значения углов для  $^5\text{Li}$  лежат в области ( $20 < \Theta_{\alpha p} < 45$ ) мрад и 122 пар  $\alpha p$  может быть также отнесено к распадам  $^5\text{Li}$ .

В распределении по величине энергии возбуждения  $Q_{\alpha 2p}$  при условии угла между  $\alpha$ -частицей и протоном  $p$  в интервале  $0 < \Theta_{\alpha p} < 20$  мрад и без образования ядер  $^9\text{B}$  примерно 34 события можно отнести к распадам  $^6\text{Be}$ . Интерпретация долей статистики, связанной с резонансами  $^5\text{Li}$  и  $^6\text{Be}$ , носит приблизительный характер и может служить в качестве верхних оценок для будущих исследований.

В статистике «белых» звёзд диссоциации  $^{10}\text{C}$  также наблюдаются редкие события по 6-ти каналам. Они выделены красным цветом. Несмотря на небольшую статистику представленных мод диссоциации, факты их наблюдения полезны для оценки роли глубоко связанных конфигураций в структуре ядра  $^{10}\text{C}$ .

**Заключение.** Обеспечен поиск ядерных взаимодействий на длине порядка 1088 метров в слоях ядерной эмульсии, впервые облученной в смешанном пучке релятивистских ядер  $^{12}\text{N}$ ,  $^{10}\text{C}$  и  $^7\text{Be}$ . Сканирование позволило отобрать 227 событий когерентной диссоциации ядер углерода  $^{10}\text{C}$ , не сопровождаемых образованием фрагментов мишени и рождением мезонов.

Установлено, что число событий в канале диссоциации с двумя ядрами гелия и двумя ядрами водорода составляют 82% от общего числа найденных событий когерентной диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$ . Лидирование этого канала соответствует представлениям о структуре изотопа  $^{10}\text{C}$  и подтверждает правильность формирования пучка. Среди изотопов He и H, в канале  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\text{He} + 2\text{H}$  присутствуют в основном изотопы  $^4\text{He}$  и  $^1\text{H}$ , что подтверждается методом идентификации по многократному кулоновскому рассеянию.

Для массива из 184 событий когерентной диссоциации ядер  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$  осуществлены измерения полярных и азимутальных углов вылета фрагментов, а также относительных пространственных углов разлета фрагментов.

Установлено, что в распределении по инвариантной массе приблизительно 60 событий в канале два альфа и два протона соответствуют каскадному распаду ядра  $^9\text{B}$  через ядро  $^8\text{Be}$ . Таким образом, в структуре ядра  $^{10}\text{C}$  с вероятностью  $(30 \pm 4) \%$  проявляется нестабильное ядро  $^9\text{B}$ , а нестабильное ядро  $^8\text{Be}$  проявляет себя только как компонента  $^9\text{B}$ . Этот вывод подтверждается распределением по полному поперечному импульсу ядер  $^9\text{B}$ , которое в основной части описывается распределением Релея с параметром  $(92 \pm 15)$  МэВ/с, соответствующим статистической модели. Также обнаружены 10 событий рассеяния ядра  $^9\text{B}$  за пределы конуса фрагментации.

Обнаружены редкие события диссоциации, указывающие на существование в ядре  $^{10}\text{C}$  глубоко связанных кластерных состояний  $^7\text{Be} + ^3\text{He}$  и  $2^3\text{He} + ^4\text{He}$  с весом порядка 8%. Для 4% от общей статистики наблюдались события полной диссоциации ядер  $^{10}\text{C}$  на шесть однозарядных фрагментов и нейтронов.

Полученные результаты указывают на перспективность дальнейших исследований многочастичных систем легчайших ядер методом релятивистской фрагментации в экспериментах с более высокой статистической обеспеченностью.

Результаты исследования, вошедшие в данную диссертационную работу, представлялись на следующих научных мероприятиях. Демонстрируется список конференций.

По теме диссертации опубликовано 8 работ в российских и зарубежных реферируемых журналах. Демонстрируется список работ. Спасибо за внимание.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Перейдем к вопросам. Пожалуйста, Владимир Витальевич.

**Ужинский В.В.:** На слайде 22, у Вас приводятся цифры  $30 \pm 4$ , вот это  $\pm 4$  откуда взялось? И скольким событиям соответствует число в 30%?

**Маматкулов К.З.:** Число 4 это корень из числа событий. Числу 30% соответствует приблизительно 60 событий.

**Ужинский В.В.:** Хорошо, еще один вопрос. На предыдущем слайде у Вас в первом предложении, 1088 метров, а в диссертации 1088.1 м?

**Маматкулов К.З.:** Действительно число указано 1088 м. Просмотр осуществлялся с шагом 1 микрон.

**Никитин В.А.:** Скажите, какой был пучок ускорен на Нуклотроне, и каким образом превратился пучок вот в эти три изотопа, которые указаны в третьей строчке, и почему там нет других изотопов углерода, почему вы уверены, что вы работаете с  $^{10}\text{C}$ ?

**Маматкулов К.З.:** Ускорено первичное ядро  $^{12}\text{C}$  с энергией 1.2 ГэВ на нуклон. После фрагментации получен следующий состав ядер, а именно углерод-10, поскольку канал был настроен на  $^{12}\text{N}$ , там могут присутствовать ядра с отношением заряда к массовому числу, отличающимся от  $^{12}\text{N}$  в пределах 3%. Это свойства канала.

**Малахов А.И.:** Еще вопросы?

**Золин Л.С.:** Вы определяли  $^{10}\text{C}$  по импульсу, делали измерения по импульсу?

**Маматкулов К.З.:** Мы не определяем импульс, только по фрагментам.

**Никитин В.А.:** Импульс определен каналам, об этом говорят специалисты, работающие непосредственно на ускорителе, что в вашем канале определен импульс.

**Золин Л.С.:** Значит по магнитной жёсткости частицы, да?

**Маматкулов К.З.:** Да, по магнитной жесткости.

**Никитин В.А.:** Вы часто ссылаетесь на статистическую модель, можете сказать, что это за модель?

**Маматкулов К.З.:** Статистическая модель, предложена в 70-х годах двадцатого века Гольдхабер, Фешбахом и Хуангом, которая описывает импульсное распределение нуклонов в ядре, оно же определяет импульсное распределение фрагментов. По сути основным параметром модели является Ферми импульс.

**Золин Л.С.:** Вы утверждаете, что в диссоциации видите указание на присутствие именно этих кластеров в исходном ядре. Откуда такой вывод? Вы считаете, именно такие кластерные состояние, с такой вероятностью присутствуют в исходном ядре. Чем ваша реакция характерна? Вы изучаете фрагментацию при кулоновском возбуждении ядра. Чем Ваш эксперимент по фрагментации, отличается от экспериментов на

установке ФАЗА. На ФАЗА ядро возбуждается легкими частицами, протонами или дейтронами вот в чем ваше отличие. Характер возбуждения какой?

**Малахов А.И.:** Леонид Сергеевич, давайте оставим эти вопросы на дискуссию?

**Малахов А.И.:** Прошу еще вопросы?

**Золин Л.С.:** Почему у вас разность масс конечных продуктов исходного ядра и вероятность в процентном отношении не приведены?

**Маматкулов К.З.:** Вероятность образования фрагментов продуктов первичного ядра приведена на диаграмме (слайд № 3)

**Мелкумов Г.Л.:** Собственно говоря, на Нуклотроне не ускоряются все эти ядра, а каким было первичное ядро?

**Маматкулов К.З.:** Был ускорен углерод-12.

**Малахов А.И.:** Еще вопросы есть? Если нет, тогда по регламенту слово предоставляется руководителю Денису Александровичу.

**Артеменков Д.А.:** В свободной форме излагает содержание отзыва. Отзыв прилагается.

**Малахов А.И.:** Спасибо, хорошо. У нас есть еще один отзыв второго руководителя. Зачитайте заключение, пожалуйста (обращается к Арефьеву В.А.).

**Арефьев В.А.:** Зачитывает отзыв. Отзыв прилагается. Заключение следующее: «В целом Маматкулова Кахрамона Зиядуллаевича можно охарактеризовать как сформировавшегося научного работника, способного решать поставленные задачи. К.З. Маматкулов достоин присуждения ученой степени «кандидат физико-математических наук».

**Никитин В.А.:** Критика есть?

**Арефьев В.А.:** Это отзыв научного руководителя. Критики нет.

**Малахов А.И.:** Перейдем к отзывам официальных оппонентов и ведущей организации.

**Арефьев В.А.:** Заключение по диссертационной работе от организации, где выполнялась работа, представлено в виде Выписки из протокола заседания Научно-технического совета экспериментального Отдела физики тяжелых ионов, в Лаборатории физики высоких энергий. Заключение утверждено директором Лаборатории физики высоких энергий профессором В.Д. Кекелидзе. Совет постановил дать следующее заключение по диссертационной работе. Диссертация Маматкулова К. З. является законченной научно-исследовательской работой, посвященной изучению структурных особенностей ядра  $^{10}\text{C}$ , которые проявляются в периферической фрагментации на ядрах фотоэмульсии при энергии 1.2 ГэВ на нуклон. Подробно исследуется основной канал когерентной диссоциации ядра с испусканием двух альфа частиц и двух протонов.

Далее, отмечаются следующие наиболее важные результаты и выводы диссертационной работы, в получение которых соискатель внес определяющий вклад.

1. Обеспечен поиск ядерных взаимодействий на длине порядка 1088 метров в слоях ядерной эмульсии, облученной в смешанном пучке, релятивистских ядер  $^{12}\text{N}$ ,  $^{10}\text{C}$  и  $^7\text{Be}$ . Сканирование позволило отобрать 227 событий когерентной диссоциации ядер углерода  $^{10}\text{C}$ , не сопровождаемых образованием фрагментов мишени и рождением мезонов.



2. Установлено, что число событий в канале диссоциации с двумя ядрами гелия и двумя ядрами водорода составляют 82% от общего числа найденных событий когерентной диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$ . Лидирование этого канала соответствует представлениям о структуре изотопа  $^{10}\text{C}$  и подтверждает правильность формирования пучка. Среди изотопов He и H, в канале  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\text{He} + 2\text{H}$  присутствуют в основном изотопы  $^4\text{He}$  и  $^1\text{H}$ , что подтверждается методом идентификации по многократному кулоновскому рассеянию.

3. Для массива из 184 событий когерентной диссоциации ядер  $^{10}\text{C} \rightarrow 2\alpha + 2p$  осуществлены измерения полярных и азимутальных углов вылета фрагментов, а также относительных пространственных углов разлета фрагментов.

4. Установлено, что в распределении по инвариантной массе приблизительно 60 событий в канале два альфа и два протона соответствуют каскадному распаду ядра  $^9\text{B}$  через ядро  $^8\text{Be}$ . Таким образом, в структуре ядра  $^{10}\text{C}$  с вероятностью не менее чем  $(30 \pm 4)\%$  проявляется нестабильное ядро  $^9\text{B}$ , а нестабильное ядро  $^8\text{Be}$  проявляет себя только как компонента  $^9\text{B}$ . Этот вывод подтверждается распределением по полному поперечному импульсу ядер  $^9\text{B}$ , которое в основной части описывается распределением Релея с параметром  $(92 \pm 15)$  МэВ/с, соответствующим статистической модели. Обнаружены 10 событий рассеяния ядра  $^9\text{B}$  за пределы конуса фрагментации.

5. Обнаружены редкие события диссоциации, указывающие на существование в ядре  $^{10}\text{C}$  глубоко связанных кластерных состояний  $^7\text{Be} + ^3\text{He}$  и  $2^3\text{He} + ^4\text{He}$  с весом порядка 8%. Для 4% от общей статистики наблюдались события полной диссоциации ядер  $^{10}\text{C}$  на шесть однозарядных фрагментов и нейтроны.

Результаты эксперимента представляют решение одной из ключевых задач проекта БЕККЕРЕЛЬ на Нуклотроне.

Получены уникальные данные о соотношении каналов диссоциации  $^{10}\text{C}$ , угловых спектрах релятивистских фрагментов, которые представляют ценность при планировании исследований на пучках релятивистских радиоактивных ядер в ОИЯИ, Институте физики высоких энергий (г. Протвино) и в зарубежных центрах.

Таким образом, научная и методическая значимость изложенных в диссертации результатов не вызывает сомнений.

Далее, приводится список работ, в которых опубликованы основные результаты диссертации и заключение:

Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц. НТС НЭОФТИ рекомендует диссертационному совету Д 720.001.02 при Объединенном институте ядерных исследований:

Принять к защите диссертацию Маматкулова К.З. «Исследование когерентной диссоциации ядра  $^{10}\text{C}$  при энергии 1.2 ГэВ на нуклон» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Тема диссертации утверждена на научно–техническом совете Лаборатории физики высоких энергий от 4 июля 2013 года.

Настоящее заключение принято присутствующими членами НТС НЭОФТИ единогласно.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Есть еще один отзыв от ведущей организации.

**Арефьев В.А.:** В качестве ведущей организации было назначено Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт физики высоких энергий» научно-исследовательского центра Курчатовский институт.

Диссертационная работа К.З.Маматкулова посвящена изучению кластерной структуры ядра  $^{10}\text{C}$ , включая изучение глубоко связанных кластерных состояний. Актуальность представленной диссертации не вызывает сомнений.

В основу диссертации К.З.Маматкулова положены результаты экспозиции ядерных фотоэмульсий на смешанном пучке релятивистских ядер  $^{12}\text{N}$ ,  $^{10}\text{C}$  и  $^7\text{Be}$  при энергии 1.2 А ГэВ. Далее, излагается краткое содержание работы. В Заключение 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. Ряд результатов, вообще, невозможно получить вне рамок фотоэмульсионной методики. Примерами могут служить наблюдение рассеяния фрагментов  $^9\text{B}$  на ядрах фотоэмульсии, равно как и изучение глубоко связанных кластерных состояний в событиях с высокой множественностью в диссоциации ядер  $^{10}\text{C}$ . 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  $^3\text{He}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $\text{C}$  ...», – тогда как на рисунке пик от  $^3\text{He}$  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  $2\alpha$  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  $^9\text{Be}$ , ядро  $^9\text{B}$  еще с большим основанием относят к резонансам». Строго это утверждение является бессмысленным, поскольку ядро  $^9\text{Be}$  стабильно. Очевидно, автор хотел сравнить ядра  $^9\text{B}$  и  $^8\text{Be}$ . 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 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 составлен доктором физико-математических наук С.А. Садовским и утвержден директором академиком Ивановым С.В.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Ответ диссертанта.

**Маматкулов К.З.** С замечаниями согласен.

Действительно, сравнивается не  ${}^9\text{Be}$  с  ${}^9\text{B}$ , а  ${}^9\text{B}$  с  ${}^8\text{Be}$ , допущена опечатка. Речь идет о ссылке на неопубликованный спектр где пик от  ${}^3\text{He}$  присутствует. Демонстрируется слайд. Демонстрируется слайд с формулой для вычисления  $Q_{2\text{cp}}$ .

**Малахов А.И.** Имеются ли дополнительные отзывы?

**Арефьев В.А.** Дополнительные отзывы на автореферат и диссертацию не поступали.

**Малахов А.И.:** Переходим к отзывам оппонентов. Слова предоставляется профессору Наталье Семеновны Зеленской, НИИЯФ МГУ, главный научный сотрудник.

**Зеленская Н.С.:** Излагает содержание отзыва. Отзыв прилагается.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Существенных вопросов не было?

**Маматкулов К.З.:** Благодарю за отзыв. С замечанием согласен. Сравнение с кластерными моделями не проводилось. Данная работа может быть продолжена в тесной работе с физиками-теоретиками.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Слово предоставляется оппоненту Владимиру Георгиевичу Недорезову, профессору, ЛФЯР, ИЯИ. Пожалуйста.

**Недорезов В.Г.:** Свободно излагает содержание отзыва. Отзыв прилагается.

**Малахов А.И.:** Спасибо, Владимир Георгиевич. Ответ диссертанта.

**Маматкулов К.З.:** С замечанием согласен. Ядро-мишень вызывающее диссоциацию налетающего высокоэнергетического ядра, взаимодействует с ним как целое, получая малый импульс, при этом не разрушается, не возбуждается и сохраняет заряд. В результате наблюдаем только фрагменты налетающего ядра. Вклад реакций с вылетом нейтронов, можно оценить вклад порядка 30-40%. Средняя энергия возбуждения ядер в процессах фрагментации около 5.2 МэВ на нуклон.

Действительно в последнее время в рамках коллаборации ГРААЛ при участии сотрудников Института ядерных исследований получен ряд результатов по фото-мультифрагментации ядра углерода под действием фотонов с энергией 700-1500 МэВ, что заслуживает обсуждения в семинарах и конференциях.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Приступаем к обсуждению и дискуссии. Профессор Ужинский В.В.

**Ужинский В.В.:** Разрешите начать с характеристики диссертации. На протяжении всей диссертации, обсуждается кластерная структура ядра, но как-то четко не говорится о результатах других лабораторий. На протяжении всей диссертации говорится, что фотоэмульсия дает уникальное пространственное разрешение, которое недостижимо современных электронных экспериментах, что при определенной постановке все же достижимо. Конечно, эмульсия обладает своими преимуществами.

**Зарубин П.И.:** В электронных экспериментах существует проблема реконструкции  $^8\text{Be}$ .

**Ужинский В.В.:** Да, действительно.

**Малахов А.И.:** Возможно, вопрос нужно адресовать руководителю.

**Ужинский В.В.:** Обсуждает результаты, изложенные в диссертации привлекая представления о ГДР (гигантских дипольных резонансах) и возможности мировых научных центров для исследований в данной области. В целом конечно диссертация мне понравилась, ее автор заслуживает присуждения степени. Но вот есть некоторые замечания, в частности – калориметр, которые я пытался изобразить и что калориметр в принципе может решить. Почему-то удивительно, не отметили опечатки в диссертации. Вот, например: на странице 12, четвертая строка там присутствует какие-то иероглифы. Смотрел так и так мне не понятно. Это может на компьютере опечатка или при печати. На странице 17 «список работ, легших основу исследования» и т.п. Действительно получены интересные результаты, которые могут составить основу будущих экспериментов.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Владимир Георгиевич, вам слово.

**Недорезов В.Г.:** Опечатки абсолютно не влияют на восприятие.

**Малахов А.И.:** Еще желающие высказаться? Павел Игоревич Зарубин- руководитель сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ.

**Зарубин П.И.:** Действительно сделан огромный объем работы, эти данные составляют достижение нашего сотрудничества. Сейчас есть данные эксперимента по  $^{11}\text{C}$ , идет работа по  $^{10}\text{B}$  в контексте идентификации  $^9\text{B}$ . Относительно электронных экспериментов отмечу следующее. Структура фрагментации  $^{12}\text{C}$  на  $3^4\text{He}$ , то что видели в 70х годах в эмульсии, до сих пор не воспроизведена в экспериментах с электроникой.

Сейчас у меня развивается дискуссия с лидером этих исследований Мартином Фриром, Система 2 альфа и 2 протона, наблюдалась 2007 году в резонансе 3-4 МэВ. Это ядерно-молекулярное состояние,. Когда мы посмотрели  $^9\text{B} + p$  (это не вошло в диссертацию), мы увидели этот резонанс. В тоже время Фрир оказался атакован людьми низких энергий. В Phys. Rev., Фрир и др. написали отказ от этого резонанса. Сказали, что, мешает (в результате моделирования) кросс-ток в каналах регистрации. Им не хватает углового разрешения.

Для электронных экспериментов, в GSI был интерес к структуре фрагментации  $^{10}\text{C}$  и  $^{11}\text{C}$  молодых людей, которые ведут диссертационные исследования. Потому что это «убойная вещь» для электронных экспериментов. Даже когда заворачиваете магнитом ядра, у вас остается пучок, который идет с большей ионизацией.

У нас идет дискуссия о характере реакции. Мы считаем, что это не электромагнитное взаимодействие, а ядерно-дифракционная диссоциация, которую исследовали Владимир Алексеевич Никитин и вы, Леонид Сергеевич. То что, это ядерно-дифракционное диссоциация, подсказано исследованием Чернова Г. М. Поперечный импульс  $P_T$  характерен для ядерной диссоциации. Мы видели, что в случае электромагнитной диссоциации,  $^8\text{B}$   $P_T$  всей системы менее 50 МэВ/с, что это диссоциация фотонная. В данном случае это 200 МэВ/с. Измерения Маматкулова показали, что это ядерно-дифракционная диссоциация. На самом деле электромагнитная

диссоциация тоже очень важна. Мы думаем сейчас делать насадки высокозарядных элементов как вольфрам и т.д.. Это критичный тест, который зависит от заряда ядра, но это предмет будущих исследований.

В методическом плане эта работа является прямым продолжением работы  ${}^9\text{Be}$ , которую вел Денис Артеменков. Много из того, что было им апробировано, получило больший размах. Конечно, при диссоциации этих ядер им некогда деформироваться. В обзорах Карлоса Бертулани и Герхарда Баура отмечалось достоинство электромагнитного взаимодействия в кратчайшем времени реакции и отсутствии перекрытия ядерной плотности. И поэтому, мгновенное импульсное приближения применимо к таким ядерным взаимодействиям, которое в отличие от электромагнитного взаимодействия, еще и не разрушает спиновой структуры ансамбля. Конечно это слова, но и экспериментальные опоры, которые позволяет нам двигаться к  ${}^{11}\text{C}$  и дальше. И вот тут диссертация является крайне важной для нашей работы.

**Ужинский В.В.:** У Вас в GSI продолжения есть?

**Зарубин П.И.:** В случае GSI ..... как на поиске под своим фонарем, каждый делает, что может. Наш подход состоит в том, что мы реконструируем нестабильные ядра  ${}^8\text{Be}$  и  ${}^9\text{Be}$ , то что не может делать электроника в силу углового разрешения. Они, например, делают изотопную идентификацию, которая здесь не нужна. И поэтому они заинтересованы в работах, где они все видят. Например, структура  ${}^{15}\text{O}$  и отделение одного или максимум 2 протонов. Потому что это нужно для ядерной астрофизики. Множественные каналы  ${}^{15}\text{O}$  они не увидят. Поэтому это конкуренция, и это не дружба. Эти работы в GSI будут 2019 году идти, сейчас нет пучка. Мы стараемся все это сделать до 2019 года.

**Золин Л.С.:** Можно вопрос? В Лаборатории 2 эксперимента, ваш и другие, конечно, но я имею ввиду ФАЗА. Значит, в конечных продуктах у вас одно и то же.

**Зарубин П.И.:** Это два эксперимента в разных областях, которые нельзя сравнивать. Там детектируются фрагменты промежуточной массы. Они не могут работать с одно- и двухзарядными частицами, с литием. Они не контролируют прицельный параметр соударения. У них есть достаточное тяжелое ядро. Мы выбираем лучшие, самые удачные взаимодействию, и исследуем там, где никто не видит.

**Золин Л.С.:** Я говорю, что тут методика совершенно разная. Нет, в конечном итоге вы идете к моему вопросу, то есть к структуре ядра.

**Зарубин П.И.:** Ядро - богатая область, профессиональная. Есть и трансурановые в ЛЯРе.....

**Золин Л.С.:** Вот, казалось бы, вы работаете вместе лет 15 параллельно, ваша эмульсия и ФАЗА. Почему нельзя было бы сопоставить и анализ провести, что могут они, что можете вы. Если какие-то совпадающие, например, вероятности фрагментов такого-то типа, хотя бы совпадения или его нет.

**Зарубин П.И.:** Зачем это?

**Золин Л.С.:** Потому что ваши результаты о структуре ядра, у вас должны совпадать вероятности.

**Зарубин П.И.:** Они работают стабильными мишенями, а мы делаем структуру радиоактивных ядер.

**Золин Л.С.:** Нет, надо проверить на стабильных.

**Зарубин П.И.:** Хорошо, да,  $^{12}\text{C}$ , пожалуйста. Если они способны  $^8\text{Be}$  реконструировать  $0^+$ , я их поздравлю.

**Золин Л.С.:** А почему вы не интересуетесь?

**Зарубин П.И.:** Это не пересекающиеся данные, не пересекающиеся экспериментальные возможности, это разные области ядерной физики.

**Золин Л.С.:** Я понимаю различие.

**Зарубин П.И.:** Мне кажется такое сравнение это поверхностным.

**Золин Л.С.:** Нет, не поверхностное, если вы ищете ответы на одни вопросы. Интерпретация у вас идет как распад через промежуточные состояния. Идет развал ядра, из какого состояния, чем возбуждается оно, параметры удара (не знаю, кулоновское возбуждения или возбуждения прямой частицей, разные механизмы). Или ваш метод, скажем так возбуждения развала ядра...

**Никитин В.А.:** Он экономичный.

**Зарубин П.И.:** Он рекордный по разрешению, он уникальный по полноте, он вне конкуренции.

**Золин Л.С.:** Конкурировать надо за выводы.

**Малахов А.И.:** Смысл понятен, сравнения провести.... Так у нас есть еще желающие, вот пожалуйста, Владимир Алексеевич.

**Никитин В.А.:** небольшое замечание, Леонид Сергеевич. Эти два эксперимента ничего общего не имеют. Исследуется фазовый переход жидкость-газ при фрагментации очень тяжелого ядра, смотрит спектры масс вторичных фрагментов. Там до 15, 20 вторичных фрагментов, находится их зависимость от массы, и делаются выводы, что есть фазовый переход - жидкость-газ. Ну какое отношение это сюда имеет? Никакого.

**Золин Л.С.:** Ну тут сама постановка — это исследование структуры ядра, исходная проблема одна и та же.

**Малахов А.И.:** В общем, понятно. Так, Владимир Георгиевич, пожалуйста.

**Недорезов В.Г.:** Мне опять хочется включиться в дискуссию, потому что, то что говорит вот профессор Золин Л.С., это есть абсолютно обоснованная позиция. Потому что, каскадный испарительный модель, которое является единственный для описания явления, основанных целиком на одном единственном параметре, эта температура ядра. И мы сможем увидеть? развал углерода до полного каскадного перехода к газообразного состояние, хотя это ничего не говорит, ну разваливается на 12 нуклонов и все. Исключительно исходя из этой модели. Наши теоретики, которые вам докажут, что все эти явления происходит только тогда, когда энергия возбуждения ядра превышает 5 МэВ на нуклон. А дальше уже вероятность будет падать, чем тяжелее фрагмент, тем будет меньше его вероятность. Поэтому независимо от того, как будете его возбуждать, в лоб его альфа частицей как на ФАЗА или кулоновской диссоциации при энергии 10 МэВ, механизм один и тот же.

**Малахов А.И.:** Так, спасибо. Еще какие-то есть выступления? Если нет, тогда будем и двигаться дальше. Из дискуссии видно, что работа проделана большая, учитывая, что Кахрамон пришел сюда из Узбекистана, и трудности языковые были, обучаться надо было. Действительно проделана большая работа, и видно, что получены достойные результаты. Конечно, квалификация вполне соответствует кандидата физ.-мат. наук. Я думаю, что мы готовы голосовать. Надеюсь, проголосуем соответствующим образом. Чтобы двигаться дальше, мы, наверное, предоставим заключительное слово, пожалуйста.

**Маматкулов К.З.:** В заключении мне хотелось бы сказать благодарность научным руководителям кандидата физ.-мат. наук, старшему научному сотруднику НЭОФТИ Артеменкову Денису Александровичу и также доктору физ.-мат. наук Джизакского государственного педагогического института, профессору Бекмирзаеву Рахматулле Нурмурадовичу, также начальнику сектора НЭОФТИ, руководителю сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ Зарубину Павлу Игоревичу за постановку задач и всестороннюю помощь в ее выполнении. Также всем участникам сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ. И самое сердечное благодарю мою семью, за поддержку, за понимание и терпение при выполнении работ, и всем вам спасибо.

**Малахов А.И.:** Спасибо. Присаживайтесь, значит, займемся с выбором счетной комиссией. Вот такое предложение есть, ну последний был из ученого у нас Тимошенко Г.Н. И у нас есть традиция, как говорится, поддерживается. По другому принципу, мы бы вот попросили Никитина Владимира Алексеевича поучаствовать, если он не будет возражать. И у нас ученый секретарь Валентин Александрович. Нет у нас возражение, да? Нет. Хорошо, тогда я считаю, что выбрали, и просим комиссию приступить к работе, а членам диссертационного совета голосовать и посмотреть на заключение, которые мы должны принять.

Объявляется перерыв на голосование.

После перерыва:

**Малахов А.И.:** Уважаемые члены совета, комиссия готова представить результаты голосования, слово председателю комиссии профессору Никитину. Пожалуйста, Владимир Алексеевич.

**Никитин В.А.:** Комиссия избрана для подсчета голосов при тайном голосовании по диссертации Маматкулова К.З. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Присутствовали 22 члена совета из 31, в том числе докторов наук по специальности диссертации 6, роздано бюллетеней 22, осталось нерозданных 9. Оказалась в урне 22 Результаты голосования: за – 21, против – нет, недействительный – 1.

**Малахов А.И.:** Спасибо, мы должны утвердить протокол. Кто за то чтобы утвердить протокол - 22, против и воздержавшихся нет. Теперь надо принять заключение, проект всем был роздан. Есть ли у кого-то замечания, пожалуйста.

**Глаголев В.В.:** Последний абзац один из первых результатов, перед личным вкладом. Облучали образцов эмульсии тепловыми, быстрыми термоядерными нейтронами, что это за реакция?

**Зарубин П.И.:** Это продукты реакции с нейтронами с энергией 14 МэВ.

**Глаголев В.В.:** Ну как хотите, и второе на следующем строчке. Личный вклад, на первом строчке, просто грамматическая ошибка – «получении», понятно да.

**Малахов А.И.:** да, понятно. Следующий кто, да, пожалуйста.

**Ужинский В.В.:** замечание на том же абзаце, «Квалификация соискателя как специалиста в методе ядерной эмульсии нашла свое подтверждение при выполнении им серий облучений», то, что люди обрабатывали пластинки и смотрели, измеряли это понятно. Т.е. автор принимал участие в серии облучения, сам ставил мишень и пучок формировал, может быть тут как-то по-другому надо сформулировать?

**Малахов А.И.:** принимать, конечно, при облучении, пучок не формировал, но я так понимаю эмульсию ставил в стопке. Это был вопрос или предложение, какие предложения есть у Вас.

**Ужинский В.В.:** Мне кажется вот этот абзац, именно с этим, серии облучений, выполнении им серии облучений, я принимаю измерения и результаты конечно.

**Малахов А.И.:** Павел Игоревич, Кахрамон в облучениях принимал участие?

**Зарубин П.И.:** В данном облучении, в 2006 году он просто не мог, он не был в лаборатории. Он великолепно сделал серии облучений эмульсии в ЛЯРе, на ИБРе, принимал участие при проявке.

**Малахов А.И.:** Т.е. он принимал участие?

**Зарубин П.И.:** Да, он понимает что делает.

**Ужинский В.В.:** я понимаю то, что в работе облучении контролирует пучок, контролирует интенсивность, что, где и как, какие параметры, это я понимаю как участие.

**Зарубин П.И.:** Это творческое участие Павла Рукояткина. Деятельность Маматкулова способствует тому, чтобы эмульсия возвращалась к практике эксперимента.

**Малахов А.И.:** Ответ есть, ваше предложения, вы снимаете или можно опустить абзац?

**Зарубин П.И.:** да, конкретно в этом облучении не участвовал, он не мог.

**Ужинский В.В.:** Все таки не серии облучений, а обработке?

**Зарубин П.И.:** нет, если перечисляются эти облучения, он непосредственно и сделал облучения новых образцов, на основании которых мы облучали  $^{11}\text{C}$ .

**Малахов А.И.:** Понятно, он принимал участие?

**Зарубин П.И.:** принимал участие, еще и при облучении  $^8\text{He}$  не принимал.

**Малахов А.И.:**, понятно, в общем. Ну что, оставляем. Что скажете Владимир Витальевич?

**Ужинский В.В.:** я не ускорительщик, но надо как-то сформулировать, мне кажется, что то здесь не так.

**Малахов А.И.:** предложите как, или оставляем как есть.

**Никитин В.А.:** руководитель сказал, что в облучении был.



**Ужинский В.В.:** так он все время говорил об обработке данных, это не облучение. В облучении есть куча параметров, настройка, он пучки настраивал, ускорительщики не допустили бы его.

**Зарубин П.И.:** Павел Рукояткин настраивает пучок, мы контролируем, подсказываем ему. На таких работах делается работа по равномерному заполнению эмульсии, которая стоит дорого, Делается сплюснутый пучок, чтобы заполнить, это проволочные камеры, это его хозяйство.

**Ужинский В.В.:** а при облучении с тепловыми нейтронами что, принес и поставил на нужный канал, а что еще требуется?

**Зарубин П.И.:** Условия, время облучения, оценка, а то черной будет пластинка. Надо знать, что делаешь.

**Малахов А.И.:** Все понятно. Давайте двигаться дальше. Надо принять заключение. Кто за то, что принять заключение с учетом замечаний -22, против – нет, воздержавшихся – нет. Принято.

Теперь самое приятное, Кахрамон, поздравляем, желаем успехов. Для дальнейших докторских работ материалы много.

Все, спасибо большое членам диссертационного совета и всем присутствующим, заседание объявляю закрытым.

Председатель  
диссертационного совета

Малахов А.И.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Арефьев В.А.

« 19 » марта 2016 г.

