

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.119.01
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **13.02. 2020 г. № 1/58**

О присуждении **Конобеевскому Евгению Сергеевичу**, гражданину РФ, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Исследование нейтрон-нейтронного взаимодействия в реакциях с двумя нейтронами в конечном состоянии» по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц, - принята к защите 3 октября 2019 года, протокол № 9/56 диссертационным советом Д 002.119.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), Министерства науки и высшего образования, 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а, приказ Министерства образования и науки России № 75/нк от 15 февраля 2013 года.

Соискатель Конобеевский Евгений Сергеевич, 1943 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Возбуждение коллективных уровней при неупругом рассеянии нейтронов в области 3р-резонанса» защитил в 1981 году, в диссертационном совете, созданном на базе Института ядерных исследований АН СССР.

Конобеевский Е.С. работает заведующим Лабораторией атомного ядра в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), Министерства науки и высшего образования.

Диссертация выполнена в Лаборатории атомного ядра Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных

исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), Министерства науки и высшего образования.

Официальные оппоненты:

1. Демьянова Алла Сергеевна, доктор физико-математических наук, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Лаборатория ядерных структур, начальник лаборатории;

2. Зеленская Наталья Семеновна, доктор физико-математических наук, профессор, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Отдел ядерных реакций, главный научный сотрудник;

3. Пенионжкевич Юрий Эрастович, доктор физико-математических наук, профессор, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н.Флерова, начальник сектора;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН) (г. Москва), в своем положительном заключении, составленном Фильковым Львом Васильевичем (доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Лаборатории адронов и ядер Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук); подписанном Топчиевым Николаем Петровичем (доктор физико-математических наук, ученый секретарь Отделения ядерной физики и астрофизики Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук); утвержденном Рябовым Владимиром Алексеевичем (доктор физико-математических наук, профессор, Зам. директора Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук) указала, что диссертация Конобеевского Евгения Сеергеевича «Исследование нейтрон-нейтронного взаимодействия в реакциях с двумя нейтронами в конечном состоянии» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации «24» сентября 2013г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени доктора физико-математических наук, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Соискатель имеет более 150 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 47 работ, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 41.

Работы соискателя, представленные в диссертации, посвящены исследованиям нейтрон-нейтронного взаимодействия в реакциях с двумя нейтронами в конечном состоянии. В статьях, опубликованных в российских и зарубежных журналах в период 2006 – 2018 г.г., отражены этапы выбора экспериментов, создания экспериментальных установок и получения данных в экспериментах на пучках нейтронов, дейтронов и гало-ядер при непосредственном участии соискателя. Вклад соискателя в моделирование и постановку экспериментов, получение и анализ экспериментальных данных – определяющий. Персональный вклад автора в получение результатов диссертационной работы отражается в публикациях в журналах *Few-Body Systems*. 2008, 2015, 2017, *Ядерная Физика* 2008, 2010, 2013, 2015, *Int. Journ.of Modern.Phys.* 2008, 2010, ПТЭ 2008, 2010 и др.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Е.С. Конобеевский, С.В. Зуев, А.А. Каспаров, В.И. Кукулин, В.М. Лебедев, М.В. Мордовской, В.Н. Померанцев, А.В. Спасский / Низкоэнергетические параметры нейтрон-нейтронного взаимодействия: анализ данных, извлеченных из реакций nd - и dd -развалов // *Ядерная физика*, 2018, том 81, № 5, с. 555–563.
2. E. Konobeevski, A. Kasparov, M. Mordovskoy, S. Zuyev, V. Lebedev, A. Spassky / Determination of energy of nn-singlet virtual state in $d+^2\text{H} \rightarrow p+p+n+n$ reaction // *Few-Body Systems*. 2017. Т. 58. № 3. С. 107.
3. С.В. Зуев, А.А. Каспаров, Е.С. Конобеевский / Математическое моделирование малонуклонных экспериментов с тремя и более частицами в конечном состоянии // *Известия РАН. Серия физическая*. 2017. Т. 81. № 6. С. 753–757.

4. Е.С. Конобеевский, В.И. Кукулин, С.В. Зуев, В.М. Лебедев, М.В. Мордовской, А.В. Спасский / Исследование нейтрон-нейтронных и протон-протонных корреляций в малонуклонных системах в реакциях с двумя нуклонами в конечном состоянии // Известия РАН. Серия физическая. 2014. Т. 78. № 5. С. 521.
5. С.В. Зуев, Е.С. Конобеевский, М.В. Мордовской / Система сбора данных для установки с регистрацией совпадающих событий на основе цифровых сигнальных процессоров // Известия РАН. Серия физическая. 2014. Т. 78. № 5. С. 532.
6. Е.С. Конобеевский, С.В. Зуев, А.А. Каспаров, В.М. Лебедев, М.В. Мордовской, А.В. Спасский / Исследование реакции $d+d \rightarrow {}^2\text{He}+{}^2n$ при энергии дейтронов 15 МэВ // Ядерная физика. 2015. Т. 78. № 7-8. С. 687.
7. С.В. Зуев, А.А. Каспаров, Е.С. Конобеевский, М.В. Мордовской, И.М. Железных, А.Г. Гасанов, В.М. Лебедев, А.В. Спасский / Установка для изучения pn -корреляций в реакции $d+{}^2\text{H} \rightarrow n+n+p+p$ // Известия РАН. Серия физическая. 2016. Т. 80. № 3. С. 254.
8. С.В. Зуев, А.А. Каспаров, Е.С. Конобеевский, В.М. Лебедев, М.В. Мордовской, А.В. Спасский / Реакция $d+{}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{He}+n$ как источник квазимоноэнергетических нейтронов для исследования свойств нейтронных детекторов // Известия РАН. Серия физическая. 2016. Т. 80. № 3. С. 260.
9. E. Konobeevski, S. Zuyev, A. Kasparov, V. Ostashko / Simulation of the $d + {}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + 2n$; $2n \rightarrow n + n$ reaction // Few-Body Systems. 2014. Т. 55. № 8-10. С. 1059–1060.
10. С.В. Зуев, Е.С. Конобеевский, М.В. Мордовской / Получение синглетной длины nn -рассеяния из данных о выходе реакции $n + d \rightarrow p + n + n$ путем решения обратной задачи // Приборы и техника эксперимента. 2008. № 3. С. 5–8.
11. Ю.М. Бурмистров, С.В. Зуев, Е.С. Конобеевский, М.В. Мордовской, С.И. Поташев, В.М. Скоркин / Экспериментальная установка для изучения нейтрон-нейтронного взаимодействия в конечном состоянии на нейтронном

- канале Московской мезонной фабрики // Приборы и техника эксперимента. 2009. № 6. С. 11–15.
12. E. Konobeevski, M. Mordovskoy, S. Potashev, V. Sergeev, S. Zuyev / Study of the nd breakup reaction at neutron energy of 40-60 MeV // International Journal of Modern Physics E. 2010. Т. 19. № 5–6. С. 1162–1169.
13. Е.С. Конобеевский, Ю.М. Бурмистров, С.В. Зуев, М.В. Мордовской, С.И. Поташев / Определение 1S_0 нейтрон-нейтронной длины рассеяния в реакции nd -развала при $E_n=40-60$ МэВ // Ядерная физика. 2010. Т. 73. № 8. С. 1343–1349.
14. Е.С. Конобеевский, В.И. Кукулин, М.В. Мордовской, В.Н. Померанцев, С.И. Поташев, О.А. Рубцова, В.А. Сергеев, С.В. Зуев, И.М. Шарапов / Определение длины нейтрон-нейтронного рассеяния из экспериментов по nd -развалу: экспериментальные и теоретические аспекты // Известия РАН. Серия физическая. 2011. Т. 75. № 4. С. 478–484.
15. E. Konobeevski / Study of neutron-neutron scattering in nd breakup reaction // Journal of Physics: Conference Series . 2012. Т. 340. С. 012047.
16. С.В. Зуев, Е.С. Конобеевский, М.В. Мордовской, С.И. Поташев, И.М. Шарапов / Спектрометр нейтронного пучка на базе сцинтилляционного детектора с n - γ разделением по форме импульса // Известия РАН. Серия физическая. 2013. Т. 77. № 7. С. 919.
17. Е.С. Конобеевский, С.В. Зуев, М.В. Мордовской, С.И. Поташев, И.М. Шарапов / Реакция nd -развала как инструмент изучения нейтрон-нейтронного взаимодействия // Ядерная физика. 2013. Т. 76. № 11. С. 1479.
18. E. Konobeevski, G. Belovitsky, A. Stepanov, V. Zavarzina, S. Zuyev, N. Polukhina, A. Rusetsky, N. Starkov, S. Lukyanov, Y. Sobolev / Study of the neutron halo structure in interaction of ^6He with nuclei of photoemulsion // Few-Body Systems. 2008. Т. 44. № 1–4. С. 277–280.
19. G. Belovitsky, E. Konobeevski, A. Stepanov, V. Zavarzina, S. Zuyev, S. Lukyanov, Yu. Sobolev / Study of quasi-free scattering of protons by clusters of ^6He halo nucleus // International Journal of Modern Physics E. 2008. Т. 17. № 10. С. 2331–2335.

20. Е.С. Конобеевский, Г.Е. Беловицкий, А.В. Степанов, В.П. Заварзина, С.В. Зуев / Исследование структуры нейтронного гало в реакции квазисвободного рассеяния протона на гало-ядре ${}^6\text{He}$ // *Ядерная физика*. 2008. Т. 71. № 12. С. 2146–2150.
21. С.В. Зуев, А.А. Каспаров, Е.С. Конобеевский / Возможности исследования структуры гало-ядер в реакциях квазисвободного рассеяния протона при низких энергиях // *Ядерная физика*. 2015. Т. 78. № 7–8. С. 739.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы оппонентов и ведущей организации. Во всех отзывах сделан вывод о том, что работа является актуальной, содержит хорошо обоснованные новые результаты и полностью отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Отмечается, что диссертация выполнена на высоком уровне на актуальную тему и представляет собой законченное фундаментальное исследование нейтрон-нейтронного взаимодействия в малонуклонных системах, включающее моделирование исследуемых реакций, создание экспериментальных методик, проведение экспериментальных исследований этих реакций и теоретический анализ полученных данных. Полученные в диссертации экспериментальные результаты и их анализ являются новыми, обоснованность и достоверность положений диссертации подтверждается обширным списком публикаций в реферируемых журналах и докладов на международных конференциях. Созданные в рамках диссертации комплекс программ кинематического моделирования и методики проведения корреляционных экспериментов применяются, как в существующих экспериментах, так и могут быть использованы в будущих экспериментах.

Отзывы содержат критические замечания:

1. При анализе экспериментальных установок, на которых проводились эксперименты по определению nn -длины рассеяния в реакциях nd - и dd -

развалов, повторены рисунки, ранее приведенные в главах 3 и 5 (Рис 3.1 и 6.5), (Рис 5.9 и 6.7), (Рис 5.19 и 6.8).

2. Формула, связывающая длину рассеяния a_{nn} с энергией виртуального уровня E_{nn} (Рис 3.3), приведенная в главе 3, повторяется в главе 6 как Рис 6.3.

3. При сравнении экспериментального временного спектра нейтронов с результатами моделирования (например на Рис. 5.19), не указано принималось ли во внимание временное разрешение эксперимента при моделировании аналогичного расчетного спектра.

4. Из экспериментов по захвату остановившихся пионов на дейтроне $\pi^- + {}^2\text{H} \rightarrow \gamma + n + n$ было получено значение длины nn - рассеяния равным $a_{nn} = -18.63 \pm 0.48$ фм. Это значение считается в настоящее время наиболее корректным, поскольку в таком процессе отсутствует вклад трехнуклонной силы. Диссертантом было получено значение $a_{nn} = 16.6 \pm 0.9$ фм, не зависящее от $3N$ -сил. Причина расхождения не вполне ясна. В диссертации в Главах 1 и 6 дается объяснение этого расхождения на основе модели проф. Кукулина В.И. Однако, это объяснение не дает полного понимания этого расхождения.

5. Говорится о роли nn -взаимодействия в реакциях nd -развала при энергии нейтронов 40 МэВ, однако не приводится анализ данных такого взаимодействия при более низкой энергии (13 –23 МэВ), полученных в других работах.

6. Недостаточно обосновано заключение о наличии динейтронных кластеров в галообразных ядрах (например ${}^6\text{He}$).

7. Имеется ряд стилистических ошибок при описании проблемы малонуклонных систем. Например, выражения “Этой проблемой занималось огромное число физиков-ядерщиков на протяжении почти столетия”, “Некоторые расхождения эксперимента и теории удастся ликвидировать”, ” определяет меру нарушения зарядовой симметрии (НЗС) ядерных сил.”, “..если из ${}^6\text{He}$ или ${}^{11}\text{Li}$ быстро удалить кор” и др.

8. В тексте диссертации имеется ряд повторов и стилистических погрешностей, которые несколько не снижают ее качества и ценности полученных автором результатов.

Во всех отзывах отмечается, что указанные замечания не снижают общую высокую оценку диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организацией обосновывается их высокой научной квалификацией, полученными ими научными результатами мирового уровня и многолетним опытом научных исследований по сходной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что разработанные в диссертации методики различных экспериментов, создание экспериментальных установок, получение новых экспериментальных данных и их анализ можно квалифицировать как крупное научное достижение.

На основании выполненных соискателем исследований:

- Разработаны методики и созданы экспериментальные установки для исследования реакций с двумя нейтронами в конечном состоянии на пучках нейтронов, дейтронов и гало-ядер ${}^6\text{He}$
- Впервые получены новые данные о параметрах nn -взаимодействия в реакции nd -развала при энергии нейтронов 40 МэВ – энергии виртуального синглетного состояния nn -системы $E_{nn} = 0.129 \pm 0.013$ МэВ и длине nn -рассеяния $a_{nn} = -16.6 \pm 0.9$ фм (ранее в литературе присутствовали только данные полученные при энергии 13–23 МэВ).
- Получены данные, о квазисвободном рассеянии протонов на динейтронном кластере, позволяющие рассматривать двухнейтронное гало в ${}^6\text{He}$ как квазисвязанный динейтрон, а структуру ${}^6\text{He}$ как систему кор (${}^4\text{He}$) + динейтрон.
- В реакции $d+{}^2\text{H} \rightarrow n+n+p+p$ при энергии дейтронов 15 МэВ получено значение энергии синглетного nn -состояния $E_{nn} = 0.076 \pm 0.06$ МэВ, соответствующее длине nn -рассеяния $a_{nn} = -22.6 \pm 0.6$ фм

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Показано, что для реакций, проходящих через стадии образования и развала промежуточного nn -состояния, энергетический спектр нейтронов

имеет специфический вид, зависящий от энергии виртуального 1S_0 состояния nn -системы и, соответственно, от длины рассеяния a_{nn} .

2. В результате анализа данных о нейтрон-нейтронной длине рассеяния показана возможность согласования существующих данных из реакций nd и dd -развала, полученных при различных энергиях, учетом влияния $3N$ -сил, зависящих от скорости разлета вторичных фрагментов (nn -пары и заряженного фрагмента). Сделан вывод, что учет эффекта $3N$ -сил позволит получить значение параметров nn -взаимодействия в их отсутствие

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

1. Разработаны и внедрены: Программа для кинематического моделирования экспериментов по изучению реакций с тремя и более частицами в конечном состоянии (Гос.регистр.№ 2017661947), Программа для оптимизации спектров коррелирующих наблюдаемых (Гос.регистр.№ 2017662450)
2. Разработаны и опубликованы методики определения параметров NN -взаимодействия в малонуклонных реакциях

Оценка достоверности результатов выявила:

- 1) Теоретические положения основаны на сравнении авторских данных и данных, полученных ранее в работах по рассматриваемой тематике;
- 2) Экспериментальные данные и их анализ по теме диссертации опубликованы в рецензируемых журналах и доложены на престижных международных конференциях

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

- автор непосредственно участвовал в разработке схем экспериментов, моделировании исследуемых реакций, создании программ накопления и обработки данных, создании экспериментальных установок
- автор принимал непосредственное участие в получении всех экспериментальных данных по теме диссертации и их интерпретации;
- автор является соавтором всех работ, опубликованных по теме диссертации;
- автором проанализированы все данные о нейтрон-нейтронной длине рассеяния, полученных в реакциях nd и dd -развала и показана возможность согласования

существующих данных, полученных при различных энергиях, учетом влияния $3N$ -сил, зависящих от скорости разлеты nn -пары и заряженного фрагмента;
- непосредственно автором и при его определяющем участии подготовлены все основные публикации по теме диссертации.

На заседании 13 февраля 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Конобеевскому Е. С. ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **23** человек, из них **9** докторов наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц, участвовавших в заседании, из **30** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **0** человек, проголосовали: за- **22**, против -**1**, недействительных бюллетеней- **нет**.

Председатель

диссертационного совета Д 002.119.01

д-р физ.-мат. наук, академик РАН _____ Рубаков В.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.119.01

канд. физ.-мат. наук. _____ Демидов С.В.

13.02.2020 г.

МП