

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.162.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. БУДКЕРА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
подведомственного Минобрнауки России, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.09.2024 № 5

О присуждении **Бикчуриной Марине Игоревне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени **кандидата физико-математических наук**.

Диссертация **«Исследование генерирующих свойств литиевой мишени»** по специальности **1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника** принята к защите 27.05.2024 (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.162.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 11, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Бикчурина Марина Игоревна, «08» марта 1998 года рождения, работает инженером-исследователем в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственном Минобрнауки России.

В 2021 году Бикчурина Марина Игоревна с отличием окончила магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», с сентября 2021 г. и по настоящее время Марина Игоревна обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории 9-0 и секторе 9-21 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Таскаев Сергей Юрьевич, главный научный сотрудник сектора 9-21 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Окс Ефим Михайлович – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», заведующий лабораторией плазменной электроники, заведующий кафедрой физики;

2. Швецов Валерий Николаевич – кандидат физико-математических наук, Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, начальник Отделения ядерной физики

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», г. Нижний Новгород, в своем положительном отзыве, подписанном Скалыгой Вадимом Александровичем, доктором физико-математических наук, профессором РАН, заместителем директора по научной работе ИПФ РАН, Голубевым Сергеем Владимировичем, доктором физико-математических наук, руководителем научного направления «Физика плазмы», Крюкиным Игорем Валерьевичем, ученым секретарем ИПФ РАН и Денисовым Григорием Геннадьевичем, доктором физико-математических наук, профессором, академиком РАН, директором ИПФ РАН, указала, что диссертация Бикчуриной Марины Игоревны «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника является научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты, имеющие принципиальную значимость для развития ускорительных источников нейтронов и их применения для бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний.

Диссертационная работа М.И. Бикчуриной «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени» полностью соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них четыре в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и одна в сборнике тезисов докладов научных конференций. Работы посвящены измерению выхода нейтронов из литиевой мишени, разработанной для нужд бор-нейтронозахватной терапии, определению элементного состава литиевой мишени и его изменению с течением времени под пучком протонов и на воздухе, измерению сечения ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Cross-section measurement for the ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ reaction at proton energies 0.6 - 2 MeV / S. Taskaev, M. Bikchurina, T. Bykov [et al.]. – Текст : электронный // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with

Materials and Atoms. – 2022. – Vol. 525. – P. 55-61. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2022.06.010>. – Дата публикации: 15.08.2022.

2. VITA high flux neutron source for various applications / M. Bikchurina, T. Bykov, E. Byambatseren [et al.]. – Текст : электронный // Journal of Neutron Research. – 2022. – Vol. 24, nr. 3-4. – P. 273–279. – URL: DOI 10.3233/JNR-220020. – Дата публикации: 18.01.2023.

3. The measurement of the neutron yield of the ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ reaction in lithium targets / M. Bikchurina, T. Bykov, D. Kasatov [et al.]. – Текст : электронный // Biology. – 2021. – Vol. 10, nr 9. – P. 824 – URL: <https://doi.org/10.3390/biology10090824>. – Дата публикации: 24.08.2021.

4. Neutron Source Based on Vacuum Insulated Tandem Accelerator and Lithium Target / S. Taskaev, E. Berendeev, M. Bikchurina [et al.]. Текст : электронный // Biology. – 2021. – Vol. 10, nr 5. – P. 350. URL: <https://doi.org/10.3390/biology10050350>. – Дата публикации: 21.04.2021.

Личный вклад автора в получение научных результатов, лежащих в основе диссертации, является определяющим. Автором лично получены и проанализированы экспериментальные результаты при исследовании генерирующих свойств литиевой мишени [3, 4]. Автором лично измерен выход нейтронов из литиевой мишени и проведено сравнение экспериментальных результатов с теоретическими расчетами [3, 4]. При участии автора проведена абсолютная калибровка HPGe γ -спектрометра эталонными радионуклидными источниками фотонного излучения [3]. При содействии автора обеспечен пучок протонов с постоянной энергией, что достигнуто использованием поворотного магнита как энергоанализатора и контролем положения пучка на поверхности литиевой мишени [3, 4]. Автором лично освоены и применены для исследований α -спектрометр и средства моделирования исследуемых процессов. Автором определен элементный состав литиевой генерирующей мишени методом обратно отраженных протонов [2]. Автором установлено, что при создании мишени литиевый слой покрывается тонкой пленкой примесей, содержащей атомные ядра лития, кислорода и углерода [2]. Автором исследована зависимость толщины пленки от флюенса пучка протонов при использовании литиевой мишени в условиях, близких к клиническим, а также в условиях повышенной плотности мощности протонного пучка [2]. При ключевом участии автора проведено численное моделирование процессов взаимодействия протонного пучка с литиевой мишенью [2]. При ключевом участии автора измерено сечение ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ [1]. Достоверность результатов обеспечивается несколькими способами измерения толщины литиевого слоя [1]. Автором написаны соответствующие разделы в опубликованных статьях.

В диссертации соискателя ученой степени Бикчуриной М.И, отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От официального оппонента Окса Ефима Михайловича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией плазменной электроники, заведующего кафедрой физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». В отзыве представлен обзор диссертационной работы, подчеркиваются актуальность темы исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. В отзыве имеются замечания, которые, как отмечено, отражают, прежде всего, интерес к проделанной работе и полученным результатам исследований. Они носят редакционный и рекомендательный характер и никаким образом не снижают общую высокую оценку диссертационной работы. В заключительной части отзыва отмечено, что диссертационная работа Бикчуриной Марины Игоревны «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени», представляет собой успешное решение актуальной научной проблемы, имеющей важное практическое значение для создания эффективного отечественного ускорительного оборудования и технологии бор-нейтронозахватной терапии. Выводы и заключения по результатам исследований обоснованы. Подчеркивается высокий уровень работы соискателя и практическая значимость полученных результатов.
2. От официального оппонента Швецова Валерия Николаевича, кандидата физико-математических наук, начальника Отделения ядерной физики Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Международной межправительственной организации Объединенного института ядерных исследований. В отзыве описано содержание диссертации, актуальность и научная новизна работы, практическая значимость полученных результатов, а также обоснованность и достоверность научных положений и выводов. В отзыве подчеркивается, что значимых замечаний к диссертационной работе нет, и приведен ряд уточняющих вопросов и предложений. В заключении отмечено, что диссертация М.И. Бикчуриной является научно-квалификационной работой, в которой получены результаты, совокупность которых можно квалифицировать как решение важных научных проблем, связанных с разработкой источников нейтронов на основе ускорителей заряженных частиц и их применения для терапии онкологических заболеваний методом бор-нейтронозахватной терапии.
3. На автореферат поступил отзыв, подписанный Громиловым Сергеем Александровичем, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником лаборатории кристаллохимии Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве отмечается актуальность и новизна проведенных диссертационных исследований. Два замечания, указанные в отзыве, носят рекомендательный характер и не меняют хорошего впечатления от представленной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в области физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники, их компетентностью, наличием публикаций по теме

защищаемой диссертации и способностью определить научную и практическую значимость диссертационного исследования, а также дать рекомендации по использованию полученных результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Выход нейтронов из разработанной для бор-нейтронозахватной терапии литиевой мишени, измеренный при энергии протонов от 2 до 2,2 МэВ с точностью 5 %, согласуется с расчетным.

При вакуумном термическом напылении лития на подложку мишени литиевый слой покрывается пленкой толщиной от 10 до 50 нм, содержащей литий, кислород ($40 \cdot 10^{15} - 300 \cdot 10^{15}$ ат/см²) и углерод ($5 \cdot 10^{15} - 20 \cdot 10^{15}$ ат/см²), защищающей литий от взаимодействия с сухим воздухом.

При длительном облучении литиевой мишени пучком протонов с плотностью мощности 1 кВт/см² пленка, содержащая литий, кислород и углерод, увеличивается в толщине в несколько раз, не приводя к заметному снижению нейтроногенерирующих свойств мишени.

Измеренное сечение ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ в диапазоне энергии протонов от 0,6 до 2 МэВ согласуется со значениями, приведенными в базе данных ядерных реакций JENDL-4.0, и примерно в 2 раза больше значений, приведенных в базах данных ядерных реакций ENDF/B-VIII.0 и TENDL-2019.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Раскрыты значительные противоречия в значениях сечения ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$, представленных в различных базах данных.

Установлено, что достоверное сечение ядерной реакции ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ представлено в базе данных ядерных реакций JENDL-4.0, а не в ENDF/B-VIII.0 или TENDL-2019;

Изложены аргументы и доказательства высказанных предположений и гипотез.

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

Впервые с высокой точностью измерен полный выход нейтронов из литиевой генерирующей мишени, созданной для бор-нейтронозахватной терапии;

Определен элементный состав литиевой мишени, установлено его влияние на выход нейтронов из литиевой мишени и определено его изменение с течением времени.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов подтверждена применением большого набора независимых диагностических средств для анализа полученных результатов и тщательным проведением экспериментального исследования. При измерении выхода нейтронов эффективность регистрации HPGe γ -спектрометра определена с использованием девяти эталонных радионуклидных источников фотонного излучения с учетом геометрического размера детектора и влияния загрузки детектора на достоверность измерений. При измерении сечения реакции толщина литиевого слоя с высокой точностью определена предложенным и реализованным *in situ* методом, а также еще пятью независимыми методами. Достоверность полученных результатов подтверждена длительной и стабильной

генерацией нейтронов, в том числе при успешном лечении домашних животных со спонтанными опухолями.

Личный вклад соискателя состоит в его определяющем участии на всех этапах вычислений, проведении необходимых экспериментов, исследовании генерирующих свойств литиевой мишени, анализе полученных экспериментальных результатов, подготовке публикаций и представлении результатов на международных и российских конференциях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания. Председателем диссертационного совета, д.ф.-м.н. П.А. Багрянским был задан вопрос о том, изучена ли теперь литиевая мишень или же остались нерешенные вопросы; академик РАН, д.ф.-м.н. А.Е. Бондарь поинтересовался с какой точностью проведены измерения выхода нейтронов из литиевой мишени и с какой точностью проведено сравнение с расчетными значениями; профессор РАН, д.ф.-м.н. Н.Ю. Мучной попросил прокомментировать график на слайде 22; академик РАН, д.ф.-м.н. В.В. Пархомчук задал вопрос о площади литиевой мишени и попросил уточнить, какая плотность мощности приходится на квадратный сантиметр.

Соискатель Бикчурина М.И. согласилась с замечаниями и ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы, приводя собственную аргументацию.

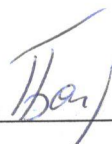
Диссертация Бикчуриной М.И. «Исследование генерирующих свойств литиевой мишени» соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842.

На заседании 24.09.2024 диссертационный совет принял решение:

за решение научной задачи исследования генерирующих свойств литиевой мишени, имеющей значение для развития физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники, присудить **Бикчуриной М.И.** ученую степень **кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» - 19, «против» - 0.

Председатель диссертационного
совета 24.1.162.02,
д.ф.-м.н.



/ Багрянский Петр Андреевич /

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.162.02,
д.ф.-м.н., профессор РАН

/ Лотов Константин Владимирович /

25.09.2024

