

Заключение диссертационного совета МГУ.013.2  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  
Решение диссертационного совета от «13» марта 2026 г. № 5  
О присуждении Фурсовой Надежде Юрьевне, гражданке Российской Федерации  
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фотоядерные реакции на изотопах эрбия, диспрозия, палладия и молибдена» по специальности 1.3.15. «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» принята к защите диссертационным советом 26.12.2025, протокол № 3.

Соискатель Фурсова Надежда Юрьевна 1997 года рождения, с 1 октября 2021 года по 30 сентября 2025 года обучалась в очной аспирантуре физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Соискатель работает в должности программиста 1 категории в отделе электромагнитных процессов и взаимодействия атомных ядер Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре общей ядерной физики физического факультета и в отделе электромагнитных процессов и взаимодействия атомных ядер Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Кузнецов Александр Александрович, доцент кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, старший научный сотрудник отдела электромагнитных процессов и взаимодействия атомных ядер Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Джилавыян Леонид Завенович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории фотоядерных реакций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт ядерных исследований Российской академии наук;

Северюхин Алексей Павлович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории теоретической физики имени Н.Н. Боголюбова Международной

межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований;

Савельев-Трофимов Андрей Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики частиц и экстремальных состояний материи физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их профессиональной квалификацией, компетентностью и наличием публикаций в области экспериментального и теоретического исследования фотоядерных реакций.

Соискатель имеет 44 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 6 работ, все 6 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук.

1. **Фурсова Н.Ю.**, Бельшев С.С., Кузнецов А.А., Порядина О.В., Ханкин В.В. Экспериментальное исследование фотоядерных реакций на изотопах молибдена // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2025. – Т. 80, №6. – 2560202. DOI: 10.55959/MSU0579-9392.80.2560202. Импакт-фактор: 0.169 (РИНЦ), Q4. 1.04 п.л., вклад соискателя: 50%.

2. **Фурсова Н.Ю.**, Алиев Р.А., Бельшев С.С., Кузнецов А.А. Теоретические расчеты наработки  $^{161}\text{Tb}$  на изотопах диспрозия // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2025. – Т. 80, №4. – 2540201. EDN: JIFGRW. Импакт-фактор: 0.169 (РИНЦ), Q4. 0.61 п.л., вклад соискателя: 50%.

Переводная версия:

**Fursova N.Yu.**, Aliev R.A., Belyshev S.S., Kuznetsov A.A. Theoretical Calculations of  $^{161}\text{Tb}$  Production on Dysprosium Isotopes // Moscow University Physics Bulletin. – 2025. – Vol. 80, №4. – pp. 698–706. EDN: FBODFV. Импакт-фактор: 0.159 (SJR), Q4. 0.65 п.л., вклад соискателя: 50%.

3. Poriadina O.V., Belyshev S.S., **Fursova N.Yu.**, Khankin V.V., Kuznetsov A.A. Photonuclear reactions on mercury isotopes // Nuclear Physics A. – 2025. – Vol. 1063. – 123206. DOI: 10.1016/j.nuclphysa.2025.123206. Импакт-фактор: 2.5 (JIF), Q2. 1.18 п.л., вклад соискателя: 30%.

4. Rasulova F.A., Aksenov N.V., Alekseev S.I., Belyshev S.S., Chuprakov I., **Fursova N.Yu.**, Madumarov A.S., Khushvaktov J.H., Kuznetsov A.A. Photonuclear reactions on stable isotopes of

molybdenum at bremsstrahlung endpoint energies of 10–23 MeV // *Physical Review C*. – 2025. – Vol. 111, Iss. 2. – 024604. EDN: YSETLY. Импа́кт-фа́ктор: 3.4 (JIF), Q1. 1.07 п.л., вклад соискателя: 20%.

5. Бельшев С.С., Ишханов Б.С., Кузнецов А.А., Орлин В.Н., Просняков А.А., **Фурсова Н.Ю.**, Ханкин В.В. Фоторасщепление изотопов палладия // *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия*. –2020. – №6. – С. 3–27. EDN: UDPBIU. Импа́кт-фа́ктор: 0.169 (РИНЦ), Q4. 1.65 п.л., вклад соискателя: 40%.

Переводная версия:

Belyshev S.S., Ishkhanov B.S., Kuznetsov A.A., Orlin V.N., Prosnyakov A.A., **Fursova N.Yu.**, Khankin V.V. Photodisintegration of Palladium Isotopes // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2020. – Vol. 75, №6. – pp. 513–540. EDN: JCIWJQ. Импа́кт-фа́ктор: 0.159 (SJR), Q4. 1.81 п.л., вклад соискателя: 40%.

6. Бельшев С.С., Ишханов Б.С., Кузнецов А.А., Просняков А.А., **Фурсова Н.Ю.**, Ханкин В.В. Исследование фотонейтронных реакций, приводящих к образованию и распаду изотопа  $^{102}\text{Pd}$  // *Ядерная физика*. – 2020. – Т. 83, №6. – С. 474–481. EDN: MZIOJI. Импа́кт-фа́ктор: 0.357 (РИНЦ), Q4. 0.55 п.л., вклад соискателя: 40%.

Переводная версия:

Belyshev S.S., Ishkhanov B.S., Kuznetsov A.A., Prosnyakov A.A., **Fursova N.J.**, Khankin V.V. Investigation of Photoneutron Reactions Leading to the Production and Decay of the Isotope  $^{102}\text{Pd}$  // *Physics of Atomic Nuclei*. – 2020. – Vol. 83, №6. – pp. 787–795. EDN: YFNCCG. Импа́кт-фа́ктор: 0.196 (SJR), Q4. 0.60 п.л., вклад соискателя: 40%.

В работах, выполненных в соавторстве, личный вклад соискателя заключается в подготовке экспериментов по облучению мишеней естественного изотопного состава на импульсном разрезном микротроне РМ-55 НИИЯФ МГУ, обработке спектров остаточной активности облучённых мишеней, определении экспериментальных выходов, сечений на эквивалентный квант фотоядерных реакций на изотопах  $^{162-170}\text{Er}$ ,  $^{156-164}\text{Dy}$ ,  $^{102-110}\text{Pd}$ ,  $^{92-100}\text{Mo}$  и изомерных отношений для изотопов  $^{109}\text{Pd}$ ,  $^{105,104,102,101,99}\text{Rh}$ ,  $^{91}\text{Mo}$ ,  $^{95,89}\text{Nb}$ . Интерпретация полученных результатов проведена соискателем на основе сравнения экспериментальных данных по указанным характеристикам реакций с результатами теоретических расчётов, выполненных с использованием современных моделей фотонуклонных реакций.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании результатов выполненных

автором исследований получены новые данные о фотоядерных реакциях различной множественности на изотопах эрбия, диспрозия, палладия и молибдена. С использованием гамма-активационного метода в экспериментах на мишенях естественного изотопного состава получена информация о реакциях  $(\gamma, 1p)$ ,  $(\gamma, 1n1p)$ ,  $(\gamma, 2n1p)$ ,  $(\gamma, 1n)$ ,  $(\gamma, 2n)$  и  $(\gamma, 3n)$  на изотопах Er, Dy, Pd и Mo, что позволило получить зависимости сечений этих реакций от массового числа ядра-мишени. Показана необходимость учёта изоспинового расщепления гигантского дипольного резонанса ядер для корректного описания фотопротонных реакций, а также важность учёта многонуклонных реакций и порогового фактора для описания изомерных отношений для изотопов палладия, родия, молибдена и ниобия.

Получены данные, важные для областей ядерной медицины и астрофизики: установлены оптимальные энергии для фотоядерной наработки на ускорителях электронов перспективных медицинских изотопов  $^{161}\text{Tb}$  и  $^{166}\text{Ho}$ , а также определены сечения на эквивалентный квант для основных фотоядерных реакций, приводящих к фоторасщеплению обойдённых ядер  $^{92}\text{Mo}$  и  $^{102}\text{Pd}$  в процессе их нуклеосинтеза.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые обоснованные научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Сечения на эквивалентный квант для реакции  $(\gamma, 1p)$ , полученные в экспериментах на тормозных пучках электронов, уменьшаются с ростом массового числа внутри одного изотопного ряда, а также с ростом отношения  $N/Z$  в области массовых чисел от 74 до 201.
2. Для корректного теоретического описания фотопротонных реакций необходим учёт изоспинового расщепления гигантского дипольного резонанса.
3. Расхождение экспериментальных и теоретических сечений на эквивалентный квант для реакций  $^{92}\text{Mo}(\gamma, 1n)^{91}\text{Mo}$  и  $^{92}\text{Mo}(\gamma, 1p)^{91}\text{Nb}$  является одним из возможных источников существенного занижения теоретических оценок распространенности обойдённого ядра  $^{92}\text{Mo}$ .
4. Фотоядерный метод наработки радионуклидов позволяет производить перспективные медицинские изотопы  $^{161}\text{Tb}$  и  $^{166}\text{Ho}$  на ускорителях электронов в количествах, достаточных для доклинических исследований. Оптимальные энергии пучка ускорителя электронов для наработки  $^{161}\text{Tb}$  составляют: 21-22 МэВ при использовании моноизотопной мишени из  $^{162}\text{Dy}$ , 29-30 МэВ при использовании мишени из изотопа  $^{163}\text{Dy}$ .

На заседании 13 марта 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Фурсовой Надежде Юрьевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 12 докторов наук по специальности 1.3.15. Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель совета, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН

Э.Э. Боос

Ученый секретарь совета, к.ф.-м.н.

Л.И. Галанина

18.03.2026