

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **19.03.2026** года, протокол № 2

О присуждении Романюку Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Полимерные радиационно-защитные композиты, наполненные соединениями висмута и бора» по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния (технические науки)» принята к защите «15» января 2026 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.2.276.06, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ №1501/нк от 12.07.2023 г.

Соискатель Романюк Дмитрий Сергеевич, 20 февраля 1998 года рождения. В 2021 г. с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по направлению подготовки магистров 20.04.01 – «Техносферная безопасность».

С 2021 по 2025 г. обучался в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «БГТУ им. В. Г. Шухова» по направлению 03.06.01 – «Физика и астрономия» (направленность Физика конденсированного состояния).

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника в научно-исследовательской лаборатории «Разработка научно-технических основ создания полимерных систем из возобновляемого растительного сырья» УНИР управления научно-исследовательских работ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретическая и прикладная химия» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Черкашина Наталья Игоревна, работает в должности ведущего научного сотрудника НИЛ «Разработка научно-технических основ создания полимерных систем из возобновляемого растительного сырья» УНИР Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», и.о. заведующего лабораторией №33 Ядерного реактора Варлачев Валерий Александрович,

2. Доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», доцент, и.о. директора института компьютерных и инженерных наук ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет» Нещименко Виталий Владимирович

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук» (г. Санкт-Петербург) **в своем положительном отзыве**, подписанном Попковым Вадимом Игоревичем, кандидатом химических наук по специальностям 02.00.21 «Химия твёрдого тела» и 02.00.04 «Физическая химия», доцентом, ведущим научным сотрудником – заведующим лабораторией материалов и процессов водородной энергетики Центра физики наногетероструктур указала, что диссертация **Романюка Дмитрия Сергеевича** на тему: «Полимерные радиационно-защитные композиты, наполненные соединениями висмута и бора» выполнена на актуальную тему, является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке и научном обосновании состава, структуры и технологии получения полимерных радиационно-защитных композиционных материалов на основе полиэтилена высокого давления, наполненных карбидом бора и оксидом висмута, обеспечивающих эффективную комплексную защиту от нейтронного и гамма-излучения в широком энергетическом диапазоне, имеющей существенное значение для развития физики конденсированного состояния и смежных областей фундаментального и прикладного характера.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию и отражены в публикациях автора. Полученные в ходе исследования научные результаты, положения и сформулированные выводы являются обоснованными и достоверными, отличаются научной новизной, а также обладают теоретической и практической значимостью. Текст диссертации изложен автором самостоятельно, написан грамотным научно-техническим языком; иллюстративный и графический материал выполнен на высоком уровне.

По актуальности затронутых вопросов, научной новизне и практической значимости, числу публикаций диссертация на тему: «Полимерные радиационно-защитные композиты, наполненные соединениями висмута и бора» соответствует требованиям, изложенным в п.п. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Романюк Дмитрий Сергеевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния (технические науки)».

Соискателем по теме диссертации опубликовано 19 научных работ, в том числе: 6 работ – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 2 – в зарубежных изданиях, индексируемых международными библиографическими базами Scopus и Web of Science (Q1), получен патент на изобретение РФ № 2799773. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации составляет **12,20 печ. л.**, при этом авторский вклад соискателя – **6,51 печ. л.** Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, составляет – **7,30 печ. л.**, авторский вклад – **3,94 печ. л.** В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий и международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК РФ

1. Павленко В.И., **Романюк Д.С.**, Кашибадзе В.В., Куприева О.В. Воздействие давления прессования на характеристики радиационно-защитных композитов // Прикладная механика и техническая физика. 2024. Т. 65 №, (3). С. 107–115.

2. Черкашина Н.И., Павленко В.И., **Романюк Д.С.**, Денисова Л.В., Ручий А.Ю., Носков А.В., Баринов Р.А. Исследование радиационно-защитных свойств полимерных композитов с оксидом висмута к гамма излучению // Поверхность. Рентгеновские синхротронные и нейтронные исследования. 2025. № 7, С. 49–58.

3. Черкашина Н.И., Павленко В.И., **Романюк Д.С.**, Сидельников Р.В., Руднев П.И., Чешигин И.В. Экспериментальное облучение полиэтиленовых композитов нейтронами и гамма-квантами // Физика твердого тела. 2025. Т. 67. вып. 3. С. 578–586.

4. Павленко В.И., Бондаренко Г.Г., Черкашина Н.И., **Романюк Д.С.** Синтез и свойства композиционного материала на основе полиэтилена // Перспективные материалы. 2025. № 9. С. 22–31.

5. Noskov A.V., Shurshakov V.A., Pavlenko V.I., Cherkashina N.I., and **Romanjuk D.S.** Transport of Neutrons and γ -Quanta through a Highly Filled Polymer

Composite // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. 2022. Vol. 16, No. 6. P. 1248–1252.

6. Павленко В.И., Романюк Д.С., Кашибадзе В.В., Ручий А.Ю., Форова Е.В. Исследования радиационно-защитных свойств многокомпонентного композиционного материала с использованием источников ^{207}Bi , ^{137}Cs , ^{60}Co // Известия вузов. Физика. 2024. Т. 67. № 2. С. 60–70.

На автореферат поступило 9 отзывов от:

1. Доктора технических наук (специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), профессора, заведующего кафедрой 915 «Физика и физическая химия» ФГАОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» **Ушакова Ивана Владимировича** и **кандидата технических наук** (специальность 2.6.6 – Нанотехнологии и наноматериалы), старшего преподавателя кафедры 915 «Физика и физическая химия» ФГАОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» **Ошорова Аюра Дашеевича**, *1 замечание:*

В автореферате используется не вполне корректные переносы. Например, допущены переносы с разрывом «С-С» и « γ -излучение». Данное замечание не является критическим, но автору в будущих работах следует внимательно подходить к оформлению.

2. Доктора физико-математических наук (специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), профессора, генерального директора ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», члена корреспондента НАН Беларуси **Федосюка Валерия Михайловича**, *2 замечания:*

1. В третьей главе указано о проведении исследований по подбору оптимального содержания Bi_2O_3 в композитных материалах. Однако было бы полезно включить более подробную информацию о выборе метода исследований по подбору оптимального содержания Bi_2O_3 в композитных материалах.

2. Так же в третьей главе указано о достижении допустимого значения прочности для конструкционного материала при содержании 40 масс. % Bi_2O_3 . Какое значение подразумевается под термином «допустимое»?

3. Доктора физико-математических наук (специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), заведующего лабораторией ФГБУН «Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» РАН **Пименова Валерия Николаевича**, *3 замечания:*

1. В научной новизне автореферате указано, что прочность на изгиб снижается незначительно после облучения, но в тексте автореферата не представлены исследование радиационной стойкости для нейтронного- и гамма-излучения.

2. В своей работе автор исследует структурные изменения в полимерном композите после облучения, но не указывает поглощенные дозы.

3. Анализ рентгеновской дифрактограммы композита до и после гамма-облучения не объясняет исчезновения пика при $15,06^\circ$ после облучения.

4. Кандидата технических наук (специальность 1.3.8 – Физика конденсированного состояния), научного сотрудника лаборатории аналитического контроля отделения радионуклидных источников и препаратов АО «ГНЦ НИИАР» **Кожановой Марии Юрьевны**, *без замечаний*.

5. Доктора физико-математических наук (специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния), профессора кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» **Савотченко Сергея Евгеньевича**, *1 замечание*:

Из текста автореферата не понятен вклад механоактивации при криопомоле на общую структуру композита, так как далее по тексту указывается на повышение характеристик композита за счет уменьшения размера частиц при смене технологии помола, а не за счет межфазного взаимодействия частиц с полимерной матрицей.

6. Доктора технических наук (специальность 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы), профессора кафедры «Электроэнергетика» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заслуженного деятеля науки РФ **Якимовича Бориса Анатольевича**, *2 замечания*:

1. В автореферате указано, что в качестве полимерной матрицы использовался полиэтилен высокого давления. Почему был выбран именно этот материал?

2. В автореферате указано, что в качестве наполнителя для поглощения тепловых нейтронов использовался карбид бора. Почему именно этот материал, а не соединения редкоземельных металлов, например?

7. Кандидата физико-математических наук (специальность 01.04.05 – Оптика), доцента Международного научно-образовательного центра Физики наноструктур ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», ученого секретаря диссертационного совета ИТМО 15.24.00 **Старовойтова Антона Андреевича**, *2 замечания*:

1. В моделировании GEANT4 использовались образцы толщиной 1 см, тогда как экспериментальные испытания проводились на образцах 15 см. Следовало бы обосновать корректность корреляции между экспериментом и теорией, а также экстраполяции результатов на реальные толщины защитных панелей.

2. Эффект нейтронного и гамма-облучения изучены отдельно, при этом ожидаемые эффекты при одновременном воздействии смешанного потока излучения, характерного для космического пространства, не были рассмотрены.

8. Доктора физико-математических наук (специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния), профессора, заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры теоретической и экспериментальной физики ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина» **Федорова Виктора Александровича**, *1 замечание*.

1. Автор утверждает, что криогенный помол повышает радиационно-защитные характеристики ПВД. За счет чего? В автореферате не приведена температура помола. И есть ли зависимость исследуемых свойств от температуры помола?

9. Доктора физико-математических наук (специальность 01.04.10 – физика полупроводников), профессора, заведующего лабораторией радиационного и космического материаловедения (РМК) ФГАОУ ВО «Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники» **Михайлова Михаила Михайловича**, 2 замечания:

1. В описании рентгенограммы композита до и после действия гамма-квантов (рисунок 7) не раскрыто значительное снижение интенсивности размытого максимума при угле $15, 06^\circ$.

2. В ИК-Фурье спектрах композита (рисунок 6) следует разнести обозначения полос поглощения, либо изменить размеры шрифта, для комфортного восприятия рисунка.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния (технические науки)», которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, использованных диссертантом, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзыве на диссертационную работу.

Ведущая организация – ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе» Российской академии наук, является одним из крупнейших и старейших научно-исследовательских институтов Российской академии наук, ведущим фундаментальные и прикладные исследования в области физики конденсированного состояния, физики полупроводников, радиационной физики, физики прочности и материаловедения.

Выбор данной организации в качестве ведущей обоснован тем, что в ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН функционируют научные подразделения, проводящие комплексные исследования в области свойств функциональных и композиционных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана технология получения полимерных радиационно-защитных композиционных материалов для защиты от нейтронного и гамма-излучения, основанная на создании композитов на базе полиэтилена высокого дав-

ления с использованием оксида висмута и карбида бора, обеспечивающих сочетание поглощающих, замедляющих и рассеивающих механизмов взаимодействия с ионизирующим излучением; однородность структуры и равномерность распределения наполнителей достигаются за счёт применения криогенной механоактивации и оптимизации параметров горячего прессования.

предложен механизм формирования межфазного взаимодействия в системе «полиэтилен высокого давления – оксид висмута – карбид бора», заключающийся в активации поверхности полимерной матрицы в процессе криогенного измельчения, сопровождающейся образованием реакционно-активных центров и повышением химической совместимости органической и неорганической фаз, что способствует структурной стабилизации композита на стадии формования;

доказана перспективность использования комбинированного наполнения оксидом висмута и карбидом бора в полимерных композиционных материалах для обеспечения эффективной комплексной радиационной защиты, что подтверждено экспериментальными исследованиями ослабления нейтронного и гамма-излучения, а также результатами численного моделирования взаимодействия излучения с композитами в широком энергетическом диапазоне.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказано что криогенная механоактивация смеси ПВД, Bi_2O_3 и B_4C обеспечивает гомогенизацию компонентов за счёт формирования активных поверхностей взаимодействия, что приводит к равномерному распределению наполнителей в полимерной матрице и повышению радиационно-защитных и механических характеристик композита;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных экспериментальных и расчётных методов исследования полимерных радиационно-защитных композиционных материалов, включающий физико-химические, структурные и физико-механические методы анализа, а также численное моделирование взаимодействия нейтронного и гамма-излучения с веществом на основе физических моделей библиотеки GEANT4, что позволило получить воспроизводимые и согласующиеся между собой результаты;

изложены различия в механизмах ослабления нейтронного излучения в композите оптимального состава (ПВД – 55 масс. %, Bi_2O_3 – 40 масс. %, B_4C – 5 масс. %): установлено, что тепловые нейтроны эффективно поглощаются в B_4C по (n,α) -реакциям, тогда как в области быстрых нейтронов основной вклад в ослабление вносят процессы неупругого рассеяния и реакции $(n,n'\gamma)$ и $(n,2n)$ на ядрах висмута;

раскрыта роль оксида висмута в повышении эффективности защиты от γ -излучения за счёт увеличения вклада фотоэффекта, комптоновского рассеяния и процессов образования электрон-позитронных пар, что обеспечивает снижение плотности потока γ -квантов по сравнению с борированным полиэтиленом;

изучено влияние введения оксида висмута на радиационную стойкость композита: показано, что за счёт поглощения энергии ионизирующего излучения тяжёлыми ядрами Вi снижается плотность радиационно-индуцированных дефектов в полиэтиленовой матрице, что обеспечивает незначительное снижение прочности на изгиб после нейтронного и γ -облучения;

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

разработаны и внедрены состав и технология получения полимерных радиационно-защитных композиционных материалов на основе полиэтилена высокого давления, оксида висмута и карбида бора, обеспечивающих эффективную защиту от нейтронного и гамма-излучений; разработаны и введены в действие технические условия ТУ 22.21.42.140-333-02066339-25 «Полимерные радиационно-защитные композиты, наполненные соединениями висмута и бора»;

определены оптимальные технологические параметры формирования композитов, включая режимы криогенной механоактивации и горячего прессования (температура 150 °С, давление 20 МПа), обеспечивающие структурную однородность и стабильность физико-механических и радиационно-защитных характеристик;

получены экспериментально подтверждённые и расчётно обоснованные данные о радиационно-защитных характеристиках разработанных композитов в диапазоне энергий нейтронов 0,025 эВ – 16 МэВ и гамма-излучения 0,2 – 9,0 МэВ, пригодные для использования при инженерных расчётах элементов радиационной защиты;

представлены рекомендации по практическому применению разработанных полимерных радиационно-защитных материалов, в том числе при выполнении работ по государственному контракту ГК «Роскосмос» в рамках целевой работы «Защитный композит» для Российского сегмента Международной космической станции, а также в образовательном процессе подготовки инженеров по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием современного сертифицированного оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова и аттестованных методик физико-химического, структурного и радиационного анализа, обеспечивающих воспроизводимость и корректность экспериментальных данных;

теория исследования основана на фундаментальных положениях физики конденсированного состояния, радиационной физики и материаловедения полимерных композиционных материалов и согласуется с современными научными представлениями о взаимодействии нейтронного и гамма-излучения с веществом;

идея базируется на анализе современных радиационно-защитных материалов и научных подходов к созданию полимерных композитов комплексного действия, обобщении отечественного и зарубежного опыта разработки материалов для условий повышенных радиационных нагрузок;

использованы современные методы численного моделирования взаимодействия излучения с веществом на основе физических моделей библиотеки GEANT4, позволившие получить результаты, согласующиеся с экспериментальными данными;

установлена сопоставимость полученных результатов с опубликованными данными отечественных и зарубежных исследований в области полимерных радиационно-защитных материалов;

использованы методы статистической обработки экспериментальных данных и сравнительный анализ результатов, полученных расчётными и экспериментальными способами, что подтверждает их достоверность.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и задач исследования, разработке научного подхода к созданию полимерных радиационно-защитных композитов, выполнении экспериментальных и расчётных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, формулировке научных положений, выводов и практических рекомендаций, подготовке публикаций и патента по теме диссертации. Основные результаты, представленные в диссертационной работе, получены лично автором.

В ходе защиты диссертации принципиальных критических замечаний высказано не было.

Соискатель Романюк Дмитрий Сергеевич дал развернутые и аргументированные ответы на вопросы, заданные в ходе заседания диссертационного совета, и обосновал научную и практическую значимость выполненных исследований и полученных результатов.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученой степени. Диссертация Романюка Дмитрия Сергеевича является завершённой научно-квалификационной работой и соответствует требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции).

На заседании 19 марта 2026 г. диссертационный совета принял решение за разработку теоретически и экспериментально обоснованного решения научной задачи, заключающейся в разработке и научном обосновании состава, структуры и технологии получения полимерных радиационно-защитных композиционных материалов на основе полиэтилена высокого давления, наполненных карбидом бора и оксидом висмута, обеспечивающих эффективную комплексную защиту от нейтронного и гамма-излучения в широком энергетическом диапазоне, имеющей существенное значение для развития физики конденсированного состояния, присудить Романюку Дмитрию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **8** человек, из них **7** докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **11** человек, входящих в состав совета проголосовали: за – **8**, против – **0**.

Председатель
диссертационного совета

Ястребинский Роман Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Бондаренко Надежда Ивановна

19.03.2026 г.