

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФИЦ КНЦ СО РАН

С. Н. Варнаков

2026 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

Диссертация «Модификация эффектов радионуклидов гуминовыми веществами и фуллеренолом. Билюминесцентный мониторинг» в лаборатории фотобиологии Института биофизики СО РАН – обособленного подразделения ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ИБФ СО РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Колесник Ольга Владиславовна обучалась в аспирантуре ФИЦ КНЦ СО РАН и работала в должности младшего научного сотрудника в лаборатории фотобиологии ИБФ СО РАН.

В 2023 году окончила аспирантуру в ФИЦ КНЦ СО РАН по направлению подготовки 06.06.01. «Биологические науки». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИЦ КНЦ СО РАН в 2025 году.

Научный руководитель – Кудряшева Надежда Степановна, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории фотобиологии Института биофизики Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

**На семинаре присутствовали:** к.б.н. Высоцкий Е.С.; к.б.н. Родионова Н.С. д.ф.-м.н., профессор Кудряшева Н.С.; д.б.н., профессор Кратасюк В. А.; д.ф.-м.н. Барцев С. И.; к.б.н. Петушков В.Н.; к. б. н. Буракова Л. П.; д.б.н. Франк Л.А.; к.б.н. Есимбекова Е. Н; к.б.н. Ларионова М. Д.; к.б.н. Наташин П. В.; к.б.н. Ронжин Н. О.; к.б.н. Еремеева Е. В.; к.б.н. Маликова Н. П.; к.б.н. Красицкая В. В.; к.б.н. Маркова С. В.; к.б.н. Торгашина И. Г.; к.б.н. Пуртов К. В.; к.ф.-м.н. Немцева Е. В, к.б.н. Степанова Л. В.; Пузырь А. П.; Кудрявцев А. Н.; Посохина Е. Д.; Жукова Г. В.; Сушко Е. С.; Кичеева А. Г.; Зеньков, А. В.; Коротов И. А.; Райков А. В.; Сатир Д. В.; Гульнов Д. В.

Были заданы следующие вопросы:

1. Адекватно ли сравнивать воздействия разных доз на клетки крови кроликов и бактериальные клетки?

2. Полученные корреляционные зависимости для трития и тория с разным знаком. Почему?

3. Торий – тяжёлый металл? Может быть действие тория обусловлено его свойством тяжёлого металла, а не радиоактивностью?

4. Как измеряли содержание активных форм кислорода?

5. Какой источник гуминовых веществ? Как Вы можете утверждать, что у Вас именно такая концентрация гуминовых кислот?

6. Эффект от препарата гуминовых веществ к другому препарату варьирует? Можно ли утверждать, что другой препарат гуминовых веществ будет радиопротектором?

7. Что подразумевается под «оптимальным» биотестовым объектом?

8. Как Вы соотносите интенсивность свечения бактерий с токсичностью среды?

9. Что такое «гормезис»?

На все вопросы соискатель дал исчерпывающие ответы.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

#### **Актуальность исследования.**

Низкоинтенсивные радиоактивные загрязнения являются актуальной проблемой в связи с их распространенностью в современных условиях. Радиоактивное излучение характеризуется как продолжительностью воздействия радионуклидов, так и их концентрацией (или удельной радиоактивностью) в случае излучения альфа- и бета-типа или мощностью дозы гамма-излучения.

Чувствительность организмов к низкодозовому радиационному воздействию недостаточно изучена, поэтому представляет в настоящее время особый интерес.

Известно, что присутствие некоторых веществ в окружающей среде может оказывать радиомодифицирующее действие на организмы: они могут как снижать, так и интенсифицировать отклики организмов на радиационное воздействие, т.е. оказывать радиопротекторное или радиосенсибилизирующее действие. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы могут иметь как искусственное, так и естественное происхождение, и их использование чрезвычайно перспективно для медицины и экологии.

Молекулярные механизмы биологических откликов на низкоинтенсивное облучение в присутствии радиомодификаторов представляют практический интерес; выявленные закономерности позволяют прогнозировать реакцию живых организмов на низкоинтенсивное излучение на больших территориях после ядерных аварий, сбросов атомных станций или подземных горных работ. К молекулярным механизмам низкодозовых эффектов относятся процессы, связанные с активными формами кислорода, которые могут возникать в результате радиолитического распада воды в присутствии растворенного молекулярного кислорода, а также являться продуктом более сложных процессов, связанных с жизнедеятельностью организмов в условиях радиационного воздействия.

Для мониторинга токсичности в сложных многокомпонентных средах удобным является биотест, основанный на люминесцентных морских бактериях. В качестве тестируемого параметра этот биотест используется интенсивность биолюминесценции. Преимуществами биотеста являются высокая чувствительность, простота, высокая скорость проведения анализа (1–3 мин), доступность приборов для регистрации токсичности. Эти преимущества обеспечивают возможность проведения многочисленных анализов и оптимальной статистической обработки, что важно для изучения эффектов низких доз, которые, как известно, характеризуются стохастичностью.

**Цель работы** – выявить и охарактеризовать радиопротекторные свойства гуминовых веществ и фуллеренола с помощью бактериальной биолюминесцентной тест-системы в условиях низкоинтенсивного радиационного воздействия.

#### **Научная новизна.**

Исследование направлено на выявление молекулярных механизмов низкоинтенсивных радиационных воздействий в условиях варьирования молекулярного окружения клеточного организма, что чрезвычайно актуально для экологических мероприятий и медицины. С помощью биолюминесцентного клеточного биотеста изучены радиопротекторные свойства нанообъектов природного (гуминовые вещества) и искусственного (фуллеренолы) происхождения. Продемонстрирована роль активных форм кислорода и ферментативных процессов в биоэффектах тория-232 и трития в отсутствие и присутствии потенциальных

радиопротекторов. Показана возможность использования модельного клеточного организма (люминесцентных бактерий) для прогнозирования воздействий низкодозовой радиации и выявления радиомодифицирующей активности биологически-активных соединений для высших организмов.

#### **Практическая значимость.**

Данные по изучению роли активных форм кислорода и ферментативных процессов формируют основу для прогнозирования результатов воздействия радиации на биологические системы, а также служат базой для разработки эффективных методов радиомодификации и управления последствиями радиационных воздействий, что особенно актуально в условиях роста низкоинтенсивных радиоактивных загрязнений окружающей среды. Практическую значимость имеет также продемонстрированная возможность использования результатов экспрессного бактериального биотеста для прогнозирования воздействия субклинических доз радиации на высшие организмы.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Активация и ингибирование биолюминесценции бактерий при низкодозовом воздействии тория-232 и трития сопровождаются изменением содержания активных форм кислорода как в присутствии, так и отсутствии радиомодификаторов;

2. Гуминовые вещества и фуллеренол нейтрализуют как активирующее, так и ингибирующее действие трития на бактерии;

3. Отклики клеток бактерий и высшего организма (фагоцитарная активность клеток крови кроликов) на низкодозовое воздействие трития и гуминовых веществ аналогичны.

**Личный вклад автора** заключается в планировании экспериментов, обработке и интерпретации полученных результатов, их обсуждении, сопоставлении полученных данных с литературными. Все экспериментальные исследования, включенные в диссертационную работу, выполнены лично либо при непосредственном участии автора. Результаты исследования были представлены лично автором в виде устных и стендовых докладов на международных конференциях, автор также принимал основное участие в подготовке статей и тезисов к публикации. Часть экспериментальных результатов была получена совместно с Федотовой А. С., Жигаревым А. А., Лапиной М. А., Соловьёвым, В. С. и Грабовым А. С. В обсуждении результатов участвовали Бадун Г. А. и Стом Д. И. Вклад соавторов отражен в публикациях. Автор благодарит всех коллег за участие в совместных исследованиях и в обсуждении результатов.

**Достоверность результатов подтверждается** подтверждена достаточным объемом данных, их воспроизводимостью, а также использованием современных методов исследования и статистического анализа при проведении научной работы.

**Основные положения и результаты диссертационной работы представлены на** российских и международных конференциях: 10-ой встрече молодых ученых-экологов SETAC Europe (онлайн, 2021); Междисциплинарной конференции молодых учёных ФИЦ КНЦ СО РАН (КМУ-XXIV) (Красноярск, Россия, 2021); Международной сателлитной конференции «Экологический мониторинг. Методы и подходы» (Красноярск, Россия, 2021); Междисциплинарной конференции молодых учёных ФИЦ КНЦ СО РАН (КМУ-XXV) (Красноярск, Россия, 2022); Междисциплинарной конференции молодых учёных ФИЦ КНЦ СО РАН (КМУ-XXVI) (Красноярск, Россия, 2023); XIX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективны – 2023» (Красноярск, Россия, 2023); Международной научно-практической конференции «Радиобиология и экологическая безопасность – 2023» (Гомель, Республика Беларусь, 2023); Международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда» (Минск, Республика Беларусь, 2024); VIII Международной научно-практической конференции «Хроническое радиационное

воздействие: медико-биологические эффекты малых доз» (Челябинск, Россия, 2025); XI Российской конференции «Радиохимия-2025 (Красноярск, Россия, 2025)».

Работа была выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда №23-26-10018 «Прогнозирование реакции сельскохозяйственных животных на низкоинтенсивную радиацию и применение радиопротекторов. Экспрессный биоломинесцентный скрининг радиобиологических эффектов» (2023–2024, исполнитель).

Работа удостоена диплома II степени за победу на Всероссийском Конкурсе научно-исследовательских проектов «Шаг в будущее : результаты научных исследований» в номинации «Результаты научных исследований в области экологии» (Елец, Россия, 2021), премии Фонда Осаму Шимомуры за успешное исследование в области биоломинесценции (Красноярск, Россия, 2023 г.), победы III Всероссийского Конкурса «К вершинам науки» по направлению «Результаты научных исследований в области химии и фармакологии» (Елец, Россия, 2024).

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

Основные результаты диссертации изложены в 26 работах, из которых: 5 статей входящих в базы Scopus и Web of Science, ВАК, Белый список; 10 публикаций в материалах конференций, индексируемых в базах данных РИНЦ; 11 публикаций в материалах конференций, не индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, РИНЦ.

**Список статей, опубликованных автором по теме диссертации:**

1. Humic Substances Mitigate the Impact of Tritium on Luminous Marine Bacteria. Involvement of Reactive Oxygen Species / T. V. Rozhko, **O. V. Kolesnik**, G. A. Badun [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. – Vol. 21, Iss. 18. – P. 6783. Q1

2. Development of Cellular and Enzymatic Bioluminescent Assay Systems to Study Low-Dose Effects of Thorium / **O. V. Kolesnik**, T. V. Rozhko, M. A. Lapina [et al.] // Bioengineering. – 2021. – Vol. 8, Iss. 12. – P. 194.

3. Marine Bacteria under Low-Intensity Radioactive Exposure: Model Experiments / **O. V. Kolesnik**, T. V. Rozhko, N. S. Kudryasheva // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – Vol. 24, Iss. 1. – P. 410.

4. Воздействие тория-232 на биоломинесцентную ферментативную систему и радиопротекторная активность гуминовых веществ / Т. В. Рожко, **О. В. Колесник**, А. С. Сачкова [и др.]. // Биофизика. – 2024. – Т. 69, №3. – С. 444–454. (на английском: *The Effects of Thorium-232 on the Bioluminescent Enzymatic System and Radioprotective Activity of Humic Substances* / T. V. Rozhko, O. V. Kolesnik, A. S. Sachkova [et al.] // *Biophysics*. – 2024. – Vol. 69. – P. 370-379)

5. Radioprotective Properties of Fullerenol: Cellular, Biochemical and Physicochemical Approaches / **O. V. Kolesnik**, A. S. Grabovoy, G. A. Badun [et al.] // Eurasian Journal of Chemistry. – 2024. – Vol. 29, Iss. 3. – P. 72-81.

**Материалы конференций, входящие в РИНЦ:**

1. Радиопротекторные свойства гуминовых веществ в растворах бета-излучающего радионуклида трития / **О. В. Колесник**, Т. В. Рожко, Г. А. Бадун, Н. С. Кудряшева // Международная сателлитная конференция «Экологический мониторинг : методы и подходы» и XX Международный симпозиум «Сложные системы в экстремальных условиях» : материалы конференции / Сиб. федер. ун-т. – Красноярск, 2021. – С. 115-116.

2. Соловьёв, В. С. Гуминовые вещества как радиопротекторы. Биоломинесцентный мониторинг / В. С. Соловьёв, **О. В. Колесник**, А. С. Сачкова // Шаг в будущее: результаты научных исследований: Всероссийский конкурс научно-исследовательских проектов студентов, аспирантов и молодых ученых / Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина. – Елец, 2021. – С. 146-155.

3. Снижение радиационной токсичности гуминовыми веществами. Билюминесцентный мониторинг / В. С. Соловьёв, М. А. Лапина, **О. В. Колесник**, Е. С. Ковель // XXII Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвященной 125-летию со дня основания Томского политехнического университета : материалы конференции / Томский политехнический университет. – Томск, 2021. – С. 157-158.

4. Изучение воздействия Th-232 на билюминесцентные клеточные системы. Роль активных форм кислорода / **О. В. Колесник**, Т. В. Рожко, А. С. Сачкова, Н. С. Кудряшева // X Международная конференция молодых учёных: биоинформатиков, биотехнологов, биофизиков, вирусологов и молекулярных биологов : материалы конференции / АНО «Инновационных центр Кольцово». – Новосибирск, 2023. – С. 345-346.

5. Грабовой, А. С. Изучение радиопротекторных свойств фуллеренола C60,70 с помощью бактериального люминесцентного биотеста / А. С. Грабовой, **О. В. Колесник**, Н. С. Кудряшева // X Международная конференция молодых учёных: биоинформатиков, биотехнологов, биофизиков, вирусологов и молекулярных биологов : материалы конференции / АНО «Инновационных центр Кольцово». – Новосибирск, 2023. – С. 320-321.

6. Мониторинг радиопротекторных свойств гуминовых веществ и фуллеренола C60,70 с помощью билюминесцентных бактерий / **О. В. Колесник**, А. С. Грабовой, Т. В. Рожко, Н. С. Кудряшева // Международная научная конференция «Радиобиология и экологическая безопасность» : материалы конференции / ИВЦ Минфина. – Минск, 2023. – С. 129-131.

7. Рожко, Т. В. Воздействие тория на бактериальную билюминесценцию / Т. В. Рожко, **О. В. Колесник**, Н. С. Кудряшева // Международная научная конференция «Радиобиология и экологическая безопасность» : материалы конференции / ИВЦ Минфина. – Минск, 2023. – С. 129-131.

8. Воздействие нитрата тория на интенсивность билюминесценции двух сопряженных реакций, катализируемых бактериальными ферментами / А. А. Семенова, В. В. Медведев, **О. В. Колесник**, А. С. Сачкова // Двадцать восьмая Всероссийская научная конференция студентов-физиков и молодых учёных (ВНКСФ-28) : материалы конференции / АСФ России. – Новосибирск, 2024. – С. 213-214.

9. Грабовой, А. С. Использование бактериального и ферментативного люминесцентного биотестов для характеристики радиопротекторных свойств фуллеренола C60,70 / А. С. Грабовой, **О. В. Колесник**, Н. С. Кудряшева // Двадцать восьмая Всероссийская научная конференция студентов-физиков и молодых учёных (ВНКСФ-28) : материалы конференции / АСФ. – Новосибирск, 2024. – С. 202-203.

10. Семенова, А. А. Выявление нейтрализующего эффекта гуминовых веществ и фуллеренолов в условиях низкодозового воздействия тория-232. Билюминесцентный мониторинг / А. А. Семенова, **О. В. Колесник** // К вершинам науки : сборник научных статей по результатам Всероссийского конкурса / ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина». – Елец, 2024. – С. 191.

#### **Соответствие диссертации паспорту специальности 1.5.2 Биофизика:**

Диссертационная работа Колесник Ольги Владиславовны удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата биологических наук, и **соответствует паспорту специальности 1.5.2 Биофизика (биологические науки)** по п. 5. Внутриклеточная сигнализация. Рецепторы. Формирование и трансдукция сигналов в клетке, внутриклеточные медиаторы. Образование радикалов, активные формы кислорода и азота. Колебательные процессы в биологии, автоволны, резонанс; п. 10. Взаимодействие электромагнитного излучения (ультрафиолетовое, инфракрасное излучение, радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ) с биологическими объектами; действие электромагнитных излучений малой интенсивности. Ионизирующее излучение.

**Заключение:** Диссертация Колесник Ольги Владиславовны «Модификация эффектов радионуклидов гуминовыми веществами и фуллеренолом. Биоломинесцентный мониторинг» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.2 Биофизика.

Заключение принято на биоломинесцентном семинаре Института биофизики Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

Присутствовало на заседании 31 чел., из них с правом решающего голоса – 21 чел. Результаты голосования: «за» – 29 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 2 чел. Протокол №46 от 17 декабря 2024 г.



The image shows a redacted signature area. It consists of a vertical grey bar that obscures the text of the signature. To the left of the bar, there are two horizontal lines, one above and one below the bar, which appear to be part of a signature line or a table structure. There are some faint blue ink marks on the lines, possibly remnants of a signature or initials.

Председатель биоломинесцентного семинара  
Высоцкий Евгений Степанович,  
кандидат биологических наук,  
заведующий лабораторией фотобиологии ИБФ СО РАН

Секретарь биоломинесцентного семинара,  
Родионова Наталья Сергеевна  
кандидат биологических наук,  
с.н.с. лаборатории фотобиологии ИБФ СО РАН