

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.050.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ МЕЗИНОЙ КСЕНИИ АЛЕКСАНДРОВНЫ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____
Решение диссертационного совета от 05 февраля 2025 г. № 02/4

О присуждении **Мезиной Ксении Александровне**, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Радиоактивность наземных экосистем на примере мохового и лишайникового покровов Арктического и южного регионов Западной Сибири»** по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» принята к защите 04.12.2024 г., протокол № 02/28, диссертационным советом 24.1.050.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, просп. акад. Коптюга, 3), приказ МИНОБРНАУКИ России № 1113/нк от 23.05.2023 г.

Соискатель: Мезина (Золотухина) Ксения Александровна, 1994 года рождения, в 2018 г. с отличием окончила Новосибирский государственный технический университет по направлению 11.04.03 – «Конструирование и технология электронных средств» по профилю «Интеллектуальные геофизические системы и приборы» (магистр). Соискатель работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (№ 216) ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН.

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук Мельгунов Михаил Сергеевич работает в ФГБУН Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН на должности старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией геохимии радиоактивных элементов и экогеохимии (№ 216).

Официальные оппоненты:

Язык Егор Григорьевич – доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – «Геоэкология», профессор отделения геологии инженерной школы природных ресурсов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск).

Яковлев Евгений Юрьевич – кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения», ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией экологической радиологии Инсти-

тута геодинамики и геологии имени чл.-корр. РАН Ф.Н. Юдахина Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук (г. Архангельск).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН), в своем положительном заключении, подписанном **Непомнящих Александром Иосифовичем**, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником лаборатории физики монокристаллов, и **Гребенщиковой Валентиной Ивановной**, доктором геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем, указала, что рецензируемая диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне, является законченным научно-квалификационным исследованием и соответствует п. 9-14 раздела II «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024). Мезина Ксения Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Соискателем К.А. Мезиной заявлено 6 статей по теме диссертации, опубликованных с 2020 по 2022 г. в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК и международные базы данных WoS и Scopus:

1. **Mezina, K.** ^7Be , $^{210}\text{Pb}_{\text{atm}}$ and ^{137}Cs in snow deposits in the Arctic part of Western Siberia (Yamal-Nenets autonomous district) / K. Mezina, M. Melgunov, D. Belyanin // *Atmosphere.* – 2020. – Vol. 11. – № 8. – P. 825. (Q2)

2. Vosel, Y. Accumulation of natural radionuclides (^7Be , ^{210}Pb) and micro-elements in mosses, lichens and cedar and larch needles in the Arctic Western Siberia / Y. Vosel, D. Belyanin, M. Melgunov, S. Vosel, **K. Mezina**, M. Kropacheva, I. Zhurkova, B. Shcherbov // *Environmental Science and Pollution Research.* – 2020. – P. 1-13. (Q1)

3. Belyanin, D. Radioisotope ^7Be , ^{210}Pb , ^{137}Cs and ^{40}K in the needles of larch and cedar in the Novy Urengoy region (Arctic part of Western Siberia) / D. Belyanin, Y. Vosel, **K. Mezina**, M. Melgunov, M. Kropacheva, B. Shcherbov, M. Rubanov, I. Zhurkova // *Applied Geochemistry.* – 2020. – P. 104822. (Q2)

4. Vosel, Y. Distribution of ^{137}Cs in lichens, mosses and pine needles along the transect from the north to the south of Western Siberia / Y. Vosel, D. Belyanin, S. Vosel, M. Melgunov, **K. Mezina**, B. Shcherbov // *Science of The Total Environment.* – 2021. – P. 147874. (Q1)

5. Леонова, Г. А. Природные радиоизотопы и ^{137}Cs в разрезе Шерстобитовского верхового болота Барабинской лесостепи (Западная Сибирь) / Г. А. Леонова, М. С. Мельгунов, **К. А. Мезина**, А. Е. Мальцев, Ю. И. Прейс // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири.* – 2021. – С. 96-109. (Q4)

6. Leonova, G. A. Natural and manmade (^{137}Cs) radioisotopes in Holocene sequence of the Sherstobitovsky raised bog in the Barabinsk forest-steppe (West Siberia) / G. A. Leonova, M. S. Melgunov, **K. A. Mezina**, Y. I. Preis, A. E. Maltsev, A. S. Shavekin, M. V. Rubanov // *Applied Geochemistry.* – 2022. – Vol. 140. – P. 105258. (Q2)

На диссертацию поступило 13 отзывов (все положительные, из них 4 без замечаний) от:

1) доктора биологических наук, заведующего лабораторией радиоэкологии Института биофизики – обособленного подразделения ФИЦ «Красноярского научного центра СО РАН» **Болсуновского Александра Яковлевича**;

2) кандидата геолого-минералогических наук, старшего научного сотрудника лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Геологического института им. Н.Л. Добрецова СО РАН **Украинцева Александра Викторовича**;

3) кандидата географических наук, старшего научного сотрудника отдела биогеохимии моря ФИЦ «Морского гидрофизического института РАН» **Кременчуцкого Дмитрия Александровича**, и кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника отдела биогеохимии моря ФИЦ «Морского гидрофизического института РАН» **Батракова Геннадия Федоровича**;

4) кандидата геолого-минералогических наук, научного сотрудника лаборатории гидрогеологии Института земной коры СО РАН **Пеллинина Вадима Александровича**;

5) кандидата геолого-минералогических наук, доцента отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета **Соктоева Булата Ринчиновича**;

6) кандидата геолого-минералогических наук, научного сотрудника лаборатории экологической радиологии Института геодинамики и геологии им. чл.-корр. РАН Ф.Н. Юдахина Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова УрО РАН **Пучкова Андрея Викторовича**;

7) кандидата биологических наук, заместителя директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии СО РАН **Чумбаева Александра Сергеевича**;

8) кандидата биологических наук, старшего научного сотрудника Института биофизики СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ «Красноярского научного центра СО РАН» **Зотиной Татьяны Анатольевны**;

9) доктора геолого-минералогических наук, старшего научного сотрудника лаборатории прогнозно-металлогенических исследований Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН **Артамоновой Светланы Юрьевны**;

10) кандидата геолого-минералогических наук, старшего научного сотрудника лаборатории региональной геологии и тектоники Дальневосточного геологического института ДВО РАН **Михайлика Павла Евгеньевича**;

11) кандидата биологических наук, старшего научного сотрудника лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Геологического института им. Н.Л. Добрецова СО РАН **Дорошкевич Светланы Геннадьевны**;

12) кандидата химических наук, ведущего научного сотрудника отдела аналитических методов контроля ФБУН «Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека **Бондаревой Лидии Георгиевны**;

13) кандидата геолого-минералогических наук, ведущего инженера лаборатории моделирования геохимических процессов Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН **Бычинского Валерия Алексеевича**.

В отзывах отмечено, что диссертация представляет собой законченное научное исследование, выполненное профессионально и на высоком уровне. Подчеркивается статистически значимое количество изученных образцов, применение комплекса высокочувствительных аналитических методов исследования и глубина проработки полученного материала. Полученные результаты представляют большую ценность и будут чрезвычайно полезны при валидации результатов моделирования транспорта радионуклидов в атмосфере. Данное исследование не только заполняет пробелы в текущих знаниях о радиоактивности биогенных покровов на исследуемой территории, но и способствует глобальному пониманию динамики радионуклидов в атмосфере и их влияния на биосферу. Результаты диссертационной работы могут стать актуальной основой для будущих научных изысканий и практических рекомендаций в области геоэкологии и охраны окружающей среды.

Основные замечания и предложения по диссертации касаются следующего:

1) Отсутствия информации об источниках повышенной техногенной нагрузки (ведущая организация);

2) несоответствия названия параграфа 4.2.3 и представленных в нем данных; отсутствия расшифровки терминов «в составе «мокрых» и «сухих» выпадений» (ведущая организация);

3) Контроля участков закладки мест отбора проб методом гамма-радиометрии; взаимосвязи между количеством осадков и накоплений в лишайниках и мхах; повышенных значений МЭД гамма-излучений в районе отбора почвенных и растительных образцов (мхов, лишайников) на высоте 1 метр на территории Алтайского края и ЯНАО (официальный оппонент Язиков Е.Г.);

4) Влияния ядерных испытаний на Новой Земле и Семипалатинском полигоне на лесную подстилку Арктического и южного регионов Западной Сибири (официальный оппонент Язиков Е.Г., официальный оппонент Яковлев Е.Ю.);

5) Отсутствия цели проведения анализа неустойчивых физико-химических параметров Eh-pH; объяснения термина «лесная подстилка» (официальный оппонент Яковлев Е.Ю.);

6) Способа послойного отбора почв до глубины 30 см (официальный оппонент Яковлев Е.Ю., Дорошкевич С.Г.);

7) Максимальной активности ^{210}Pb в почвенном слое и минимальной его активности в верхней части лишайника для южного региона; размера участков опробования и их влияния на локальную неоднородность активностей радионуклидов (официальный оппонент Яковлев Е.Ю.);

8) Корреляции между накопленным запасом ^7Be во мхах и количеством выпавших осадков, связи между накопленными запасами других радионуклидов и количеством осадков; наличия равновесия в мохово-лишайниковом покрове и верхнем слое почв для пары ^{210}Pb - ^{210}Po (официальный оппонент Яковлев Е.Ю.);

9) Высокого значения $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ во фракции $< 0,45$ мкм (Соктоев Б.Р.);

10) Вида лишайников в Арктическом и южном регионах Западной Сибири (Соктоев Б.Р.);

11) Выделения нерастворимой фракции атмосферного аэрозоля из атмосферных выпадений (Кременчуцкий Д.А. и Батраков Г.Ф.);

12) Расчёта активности ^7Be (Пучков А.Ю., Бондарева Л.Г.);

13) Учета влияния климатических факторов при анализе и сравнении полученных результатов по двум регионам Западной Сибири; противоречия информации, представленной в первом абзаце на стр. 18 автореферата и на стр. 13 на рис. 13 (Пучков А.Ю.);

14) Использования данных из компьютерной программы «ERICA...» для пересчета активности радионуклидов на сырой вес (Пучков А.Ю.);

15) Расчета мощности поглощенной дозы внешнего облучения биообъектов (Болсуновский А.Я.);

16) Разницы в соотношениях удельных активностей радионуклидов в «верхней» и «нижней» частях таллома в разных широтах и ее влияния на оценку накопления запасов радионуклидов на единицу площади территории (Зотина Т.А.);

17) Отражения в названии работы «снеговой» части; резкого увеличения интенсивности осаждения ^7Be в районах с техногенной нагрузкой, в результате которого изменяется $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ отношения (Артамонова С.Ю.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Язиков Егор Григорьевич и Яковлев Евгений Юрьевич являются высококвалифицированными специалистами в области геохимии окружающей среды и экогеохимии. Оппоненты имеют многочисленные публикации в высокорейтинговых изданиях в области исследования, соответствующей тематике диссертации, и способны объективно оценить данную диссертационную работу.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что направление ее научно-исследовательской деятельности полностью соответствует тематике диссертации, а специалисты могут объективно и аргументированно оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненным соискателем исследований: для территории Арктического и южного регионов Западной Сибири оценен вклад снеговых выпадений в общую радиоактивность мхов и лишайников. Актуализирована на 2017-2020 гг. база данных по содержаниям ^7Be , ^{210}Pb и ^{137}Cs в мохово-лишайниковом покрове наземных экосистем, дана сравнительная характеристика их пространственного распределения. Впервые проведена оценка степени воздействия ионизирующих излучений на мхи и лишайники в естественных условиях их обитания.

Теоретическая значимость исследования обусловлена выявлением условий и закономерностей формирования современного уровня радиоактивности мохово-лишайниковых покровов и роли атмосферных выпадений в этих процессах.

Доказаны следующие положения:

- Изотопы ^{210}Pb и ^7Be обнаружены во всех выделенных фракциях взвешенного и растворенного вещества снеговой воды. ^7Be преимущественно связан с растворенным, ^{210}Pb со взвешенным веществом. Индикатором наличия антропогенного воздействия является $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ отношение во взвешенном веществе снеговых вод, составляющее 0,5-0,7 для условно-фоновых районов и 1,1-1,8 вблизи источников повышенной техногенной нагрузки. Потоки осаждения ^{210}Pb и ^7Be в составе снеговых выпадений коррелируют с количеством осадков за сезон. Содержания ^{137}Cs в сезонных снеговых выпадениях не превышают 1 Бк/м².
- Для ^{210}Pb , ^7Be и ^{137}Cs установлены существенно различные особенности накопления в

системах «лишайник/мох-лесная подстилка». Различие определяется периодами полураспада радионуклидов и временными параметрами их поступления на земную поверхность. ^7Be является индикатором вертикальной миграции атмосферного вещества по телу растений. В пределах исследованных территорий установлены современные уровни запасов ^{210}Pb , ^7Be и ^{137}Cs в мохово-лишайниковом покрове Западной Сибири. Содержание ^7Be в лишайниках и мхах коррелирует с количеством выпавших осадков.

- Для исследуемых регионов Западной Сибири суммарная мощность поглощенной дозы составляет 13,5-18,5 мкГр/сут для лишайников и 19,9-25,4 мкГр/сут для мхов. Вклад внутреннего облучения в суммарную поглощенную дозу составляет более 98%. Основным дозообразующим радионуклидом является ^{210}Po , вклад которого в суммарную поглощенную дозу составляет более 79%.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в получении объемного материала о современных уровнях содержания ^7Be , ^{210}Pb и ^{137}Cs в лишайниках и мхах, представляющего собой базовую основу для проведения длительных мониторинговых и прогнозных исследований при изучении регионального, глобального атмосферного переноса вещества и исследований экогеохимической направленности. Выявление региональных фоновых содержаний радионуклидов в компонентах окружающей среды является первым шагом к обнаружению площадей с их аномальными концентрациями естественной и техногенной природы. Это важно для решения проблем рационального природопользования, особенно в районах проживания коренных народов Сибири.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в основу диссертационной работы легли представительная выборка фактического материала и результаты аналитических исследований, проведенных с применением современных методов анализа, точность которых обеспечивается внутренним и внешним контролем. Аналитические данные получены методами полупроводниковой и сцинтилляционной гамма-спектрометрии, рентгенофазового и рентгенофлуоресцентного анализов. Комплекс аналитических исследований выполнен на высокоточном оборудовании: полупроводниковый гамма-спектрометр с колодезным HPGe детектором GWL-220-15 (США), спектрометр СУ-05П1 (Россия), порошковый рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA (Швейцария), рентгеновский спектрометр ARL-9900-XP (Thermo Fisher Scientific Ltd).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в экспедиционных работах на территории Алтайского края и Новосибирской области совместно с коллегами, в отборе проб (мхов, лишайников, снеговых атмосферных выпадений, лесных подстилок и подстилающих почв) и их первичной обработке. Соискатель самостоятельно провел пробоподготовку всего фактического материала для лабораторных исследований, а также статистическую обработку данных и интерпретацию полученной информации. Выполнено определение содержаний радионуклидов во мхах, лишайниках и атмосферных выпадениях (снег) методом полупроводниковой гамма-спектрометрии. Результаты исследований доложены и апробированы на шести всероссийских и пяти международных конференциях, а также опубликованы в виде шести научных статей в рецензируемых журналах.

На заседании 05 февраля 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Мезиной Ксении Александровне учёную степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 15 докторов наук по специальности 1.6.4, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 16, «против» - 0, «недействительных бюллетеней» - 0.

Председатель диссертационного совета,
академик РАН



Н.П. Похиленко

Ученый секретарь диссертационного
совета, д.г.-м.н.

О.Л. Гаськова

07.02.2025 г.