



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН ИЗК СО РАН,
Ален-корр. РАН, д.г.-м.н.

Д.П. Гладкочуб

«5» октября 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института земной коры
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИЗК СО РАН)

Диссертационная работа «ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ШУМОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В СВЯЗИ С ПРИРОДНЫМИ И ТЕХНОГЕННЫМИ ФАКТОРАМИ» выполнена в лаборатории сейсмологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) и в лаборатории поисковых исследований и работ Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (ИДСТУ СО РАН).

В период подготовки диссертации Король Светлана Александровна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) в должности ведущего инженера (с 15.06.2018 г. по настоящее время). В период с 27.12.2021 г. по 01.04.2022 г. – в должности младшего научного сотрудника.

В 2020 г. окончила Иркутский государственный университет с присуждением квалификации магистр геологии.

В 2023 г. окончила аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

Документы о сдаче кандидатских экзаменов выданы Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Иркутским научным центром Сибирского отделения Российской академии наук (ИНЦ СО РАН) по предметам «История и философия науки» в 2021 г., «Английский язык» в 2021 г., и Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по предмету «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика» в 2022 г.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Добрынина Анна Александровна – работает в должности ведущего научного сотрудника лаборатории комплексных исследований Арктики, ученого секретаря Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

Материалы диссертации представлены соискателем на Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

- члены Секции геофизики и современной геодинамики: доктора геол.-мин. наук: В.И. Джурик, О.В. Лунина, В.И. Мельникова, В.В. Мордвинова, А.В. Поспеев, В.В. Ружич; кандидаты геол.-мин. наук: С.Г. Аржанников, С.А. Борняков, Е.В. Брыжак, А.И. Мирошниченко, Н.А. Радзиминович, В.А. Саньков, А.К. Семинский, О.П. Смекалин, А.В. Черемных, В.В. Чечельницкий; кандидаты физ.-мат. наук: А.А. Добрынина, Е.А. Кобелева.

- приглашенные специалисты ИЗК СО РАН: доктор геол.-мин. наук А.Г. Вахромеев, кандидат геол.-мин. наук Л.М. Бызов.

Заслушали: доклад С.А. Король «ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ШУМОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В СВЯЗИ С ПРИРОДНЫМИ И ТЕХНОГЕННЫМИ ФАКТОРАМИ».

Вопросы задавали (всего – 23 вопроса): к.г.-м.н. В.А. Саньков, д.г.-м.н. А.Г. Вахромеев, д.г.-м.н. О.В. Лунина, д.г.-м.н. В.В. Мордвинова, д.г.-м.н. В.И. Мельникова, к.ф.-м.н. Е.А. Кобелева, к.г.-м.н. С.А. Борняков, д.г.-м.н. В.В. Ружич.

Выступления специалистов ИЗК СО РАН, ознакомившихся с работой до заседания:

- кандидата геол.-мин. наук Н.А. Радзиминович,
- кандидата геол.-мин. наук В.В. Чечельницкого.

Был заслушан:

- отзыв научного руководителя кандидата физ.-мат. наук А.А. Добрыниной.

Были заслушаны следующие сопровождающие документы:

- выписка из протокола №7 заседания семинара лаборатории сейсмологии ИЗК СО РАН от 9 сентября 2026 г.

В обсуждении приняли участие: д.г.-м.н. О.В. Лунина, д.г.-м.н. А.В. Поспеев, д.г.-м.н. А.Г. Вахромеев, к.г.-м.н. В.А. Саньков.

Замечания, высказанные при обсуждении, не носят принципиального характера. Они касаются формы представления результатов и не требуют существенной переработки представляемой диссертационной работы.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Объектом исследования данной работы является поле микросейсмических шумов Байкальского региона и его временные вариации в зависимости от природных и техногенных факторов.

Актуальность темы

Микросейсмические шумы несут информацию о состоянии недр Земли, ее строении, процессах подготовки сильных землетрясений, а также отражают внешние (экзогенные) воздействия на поверхность Земли. Микросейсмический шум (или микросейсмы) регистрируется в любой точке земной поверхности и складывается из природных и техногенных шумов. В зависимости от положения и условий частотный состав и амплитуды микросейсмических шумов в разных точках могут очень сильно различаться, что делает их индикатором текущего состояния среды в конкретном месте. Актуальность изучения микросейсмических шумов и их вариаций в связи с воздействием источников различной природы обусловлена, во-первых, задачей очистки записей землетрясений и промышленных взрывов от помех при проведении сейсмического мониторинга, во-вторых, ростом техногенной нагрузки в городских агломерациях и сопутствующим ему ростом шумового и вибрационного воздействия, повышающим уровень дискомфорта, в-третьих, необходимостью учета помех различной природы при проведении мониторинга микросейсмических шумов, направленного на изучение вариаций состояния среды перед, во время и после подготовки и реализации опасных геологических процессов (таких, как сильные землетрясения, сходы селевых потоков, паводки и пр.).

Байкальский регион и окружающие его территории отличаются многообразием природных и техногенных факторов, влияющих на амплитудно-частотный состав микросейсмических шумов: здесь развита островная мерзлота, присутствуют резкие колебания зимних и летних температур, большое промерзание верхнего слоя в холодные периоды, а также – крупные водоемы, включая оз. Байкал, долины крупных рек и пр. В регионе очень большая техногенная нагрузка: железнодорожные и автомобильные магистрали, искусственные водоемы (Иркутское и Братское водохранилища), плотины гидроэлектростанций и др. В 1998–2003 гг. в Байкальском и Бурятском филиалах Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (БФ ФИЦ ЕГС РАН и БуФ ФИЦ ЕГС РАН соответственно) реализовался переход на непрерывную цифровую регистрацию сейсмических событий. Благодаря цифровой регистрирующей аппаратуре, которой оснащены сейсмостанции региона, стало возможным провести детальный анализ микросейсмических шумов в регионе, изучить амплитудно-частотный состав микросейсмических шумов и его временные вариации в связи с изменениями природных и техногенных условий.

Цель работы: выявить закономерности вариаций микросейсмических шумов Байкальского региона в зависимости от природных и техногенных факторов.

Задачи исследования заключаются в определении амплитудно-частотных и поляризационных характеристик микросейсмических шумов для Байкальского региона, установлении зависимости их вариаций от различных природных и техногенных проявлений.

Фактический материал и методы исследования

В работе использовались непрерывные цифровые сейсмические записи, получены сетями сейсмических станций Байкальского и Бурятского филиалов Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (БФ и БуФ ФИЦ ЕГС РАН соответственно) и локальными сетями Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН), а также данные метеостанции и уровнемера, установленных в районе р. Кынгарга Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (ИГ СО РАН), информация об уровне воды в Иркутском водохранилище и объеме сброса воды на Иркутской гидроэлектростанции по данным ПАО «РусГидро» и информация о метеопараметрах в регионе по архивным данным сайта GisMeteo (<https://www.gismeteo.ru/>). В работе использовался ряд стандартных методов: метод спектральных отношений Накамуры [Nakamura, 1980], методы спектрального и спектрально-временного анализа, методы поляризационного анализа, реализованные в программных пакетах SESAME и Geopsy.

Научная новизна

Впервые выполнен детальный анализ микросейсмических шумов в Байкальском регионе и их временных вариаций в частотном диапазоне от 0.5 до 50 Гц в связи с различными природными и техногенными факторами на основе непрерывных цифровых сейсмических записей. Методом спектральных отношений горизонтальных и вертикальных компонент получены амплитудно-частотные характеристики среды под сейсмическими станциями региональной и локальных сетей сейсмических станций и их сезонные вариации. Впервые проанализированы сейсмические записи, зарегистрированные во время прохождения паводков на реке Кынгарга (Тункинская долина), полученные данные сопоставлялись с результатами изучения сейсмических записей селевых потоков на р. Кынгарга. Впервые изучены вариации микросейсмического фона в пределах гг. Иркутск и Байкальск в связи с техногенной нагрузкой.

Научная и практическая значимость

Научная и практическая значимость работы определяется результатами оценки временных вариаций микросейсмического шума, показывающими зависимость H/V -

отношений от внешних факторов (климатические условия, антропогенные воздействия), при существующем предположении о стабильности H/V -кривой на коротких временах. Полученные сезонные кривые H/V -отношений могут использоваться для внесения корректировок в спектр при обработке очаговых параметров землетрясений. На основе оценки влияния техногенных источников на уровень микросейсмических шумов могут быть приняты рекомендации о размещении сейсмических станций в пределах городских и сельских поселений. Также, оценки уровня микросейсмического шума, вибрационных воздействий и шумового загрязнения могут использоваться при геоэкологическом районировании городских агломераций. Характеристики амплитудно-частотного состава и ориентации колебаний частиц в микросейсмических волнах при подъеме воды и во время прохождения селевых потоков могут быть использованы для создания системы мониторинга и срочного оповещения о чрезвычайной ситуации в горных селеопасных районах.

Личный вклад

Автором подобран материал и проведены расчеты фонового режима и временных вариаций микросейсмических шумов на сейсмических станциях БФ и БуФ ФИЦ ЕГС РАН, ИЗК СО РАН, проанализировано влияние техногенных шумов и уровня воды в р. Кынгарга на уровень и характеристики микросейсмического фона, выполнен анализ и интерпретация полученных данных.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов подтверждается успешным применением апробированных методов и подходов для изучения свойств микросейсмического шума, большим набором исходных данных, хорошим соответствием результатов, полученных соискателем и предшественниками, а также их апробацией на всероссийских и международных конференциях и в опубликованных работах автора.

Основные положения и результаты работ были представлены на следующих научных совещаниях и конференциях: VIII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Проблемы комплексного геофизического мониторинга сейсмоактивных регионов» (26 сентября – 2 октября 2021 г., г. Петропавловск-Камчатский, Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН); XXIX Всероссийская молодежная конференция «Строение литосферы и геодинамика» (11–16 мая 2021 г., г. Иркутск, Институт земной коры СО РАН), Всероссийское совещание, посвященное памяти профессора С. И. Шермана «Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ» (26–30 апреля 2021 г., г. Иркутск, Институт земной коры СО РАН), Байкальский молодежный научный семинар «Современные проблемы в вопросах геологии, петрологии и геофизики» (2022 г., пос. Листвянка, Институт земной коры СО РАН), V Международная научная конференция «Ресурсы, окружающая среда и региональное устойчивое развитие в Северо-Восточной Азии» (23–26 августа 2022 г., г. Иркутск, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН), Всероссийская научная конференция «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса от океана к континенту» (2022, 2023, 2024, 2025 гг., г. Иркутск, Институт земной коры СО РАН), Всероссийская научная конференция «Ляпуновские чтения» (2022, 2024, 2025 гг., г. Иркутск, Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН), Всероссийская научная конференция с международным участием «Геотермальная вулканология, гидрогеология, геология нефти и газа» (29 августа – 3 сентября 2022 г., г. Петропавловск-Камчатский, Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 2022), Международная конференция «Environmental Hazards in Asia» (2024, 2026 гг., Улан-Батор, Монголия), Международная конференция «International Conference on the 120th Anniversary of the Bulnay Earthquake: Advances in Astronomy and Geophysics» (11–17 августа, 2025 г., г. Улан-Батор, Монголия).

По теме диссертации самостоятельно и в соавторстве опубликовано 23 работы, из них 5 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК (Геодинамика и тектонофизика, Доклады академии наук, Геология и геофизика):

1. Семинский К.Ж., Добрынина А.А., Борняков С.А., Саньков В.А., Поспеев А.В., Рассказов С.В., Перевалова Н.П., Семинский И.К., Лухнев А.В., Бобров А.А., Чебыкин Е.П., Едемский И.К., Ильясова А.М., Салко Д.В., Саньков А.В., **Король С.А.** Комплексный мониторинг опасных геологических процессов в Прибайкалье: организация пилотной сети и первые результаты // ГЕОДИНАМИКА И ТЕКТОНОФИЗИКА. 2022; 13(5). <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-5-0677>
2. **Король С.А.**, Саньков А.В., Добрынина А.А., Саньков В.А. Вариации уровня микросейсм перед землетрясениями в Байкальской рифтовой системе // ГЕОДИНАМИКА И ТЕКТОНОФИЗИКА. 2022; 13(2). <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-2s-0632>
3. Добрынина А.А., Саньков В.А., Борняков С.А., **Король С.А.**, Саньков А.В. Аномалии микросейсмических шумов в связи с Кударинским землетрясением 09 декабря 2020 г. с $M_w=5,6$ в Байкальской впадине // ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК. Науки о Земле. 2023, том 509, № 1, с. 74–80. DOI: 10.31857/S2686739722602733
4. Добрынина А.А., В.А. Саньков, **Король С.А.**, Н.В. Кичигина, А.А. Рыбченко. Сейсмические эффекты паводков на р. Кынгарга (Тункинская долина, Восточный Саян) // ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА, 2025. Т. 66, № 3. С. 395-411. DOI: 10.15372/GiG2024170
5. Добрынина А.А., **Король С.А.**, Саньков В.А., Саньков А.В. «Портрет» городской агломерации в микросейсмических шумах // ГЕОДИНАМИКА И ТЕКТОНОФИЗИКА. 2026;17(4):903. <https://doi.org/10.5800/GT-2026-17-4-0903>.

Все вышеизложенное позволяет утверждать, что диссертационная работа С.А. Король **соответствует паспорту специальности:** согласно паспорту научной специальности 1.6.9. диссертация соответствует пунктам № 16, 27.

Пункт 16. «Методы обработки и интерпретации результатов измерений геофизических полей». В диссертационной работе изучаются микросейсмические шумы Байкальского региона.

Пункт 27. «Применение геофизических методов при решении экологических задач и мониторинге состояния окружающей среды, включая многолетнемерзлые породы». В диссертационной работе выполнен анализ вибрационных и шумовых воздействий в пределах гг. Иркутск и Байкальск, предложены физические основы для создания системы мониторинга и экстренного оповещения о сходе селевого потока.

При экспертизе текста диссертации, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» установлено, что оригинальных блоков в диссертации – 80.36%, заимствованных источников в диссертации – 19.64%:

- соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;

- сведения, представленные соискателем об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;

- в тексте диссертации соискателем отмечено, какие результаты им получены лично, а какие - в соавторстве.

Работа КОРОЛЬ Светланы Александровны «ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИХ ШУМОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В СВЯЗИ С ПРИРОДНЫМИ И ТЕХНОГЕННЫМИ ФАКТОРАМИ» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и после внесения правок редакционного характера рекомендуется к представлению в диссертационный совет ИЗК СО РАН 24.1.062.02 для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Заключение принято на заседании Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН. Присутствовали на заседании 18 членов Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН, зам. председателя – к.г.-м.н. В.А. Саньков, секретарь – к.г.-м.н. Е.В. Брыжак. Результаты открытого голосования Секции геофизики и современной геодинамики по вопросу о принятии заключения по диссертации С.А. Король: за – 17, против – 0, воздержалось – 1. Протокол № 9 от 5 октября 2026 г.

Зам. председателя Секции геофизики и современной геодинамики
Ученого совета ИЗК СО РАН,
к.г.-м.н.

 В.А. Саньков

Секретарь Секции геофизики и современной геодинамики
Ученого совета ИЗК СО РАН,
к.г.-м.н.

 Е.В. Брыжак