

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИДСТУ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИДСТУ СО РАН
академик

И.В. Бычков
«29» 09 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук
на диссертацию Король Светланы Александровны
«Вариации амплитудно-частотных характеристик микросейсмических шумов в земной
коре Байкальского региона в связи с природными и техногенными факторами»
по специальности 1.6.9 – «Геофизика»

Диссертация «Вариации амплитудно-частотных характеристик микросейсмических шумов в земной коре Байкальского региона в связи с природными и техногенными факторами» выполнена 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) и в лаборатории сейсмологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН). В период подготовки диссертации соискатель **Король Светлана Александровна** работала в ИДСТУ СО РАН в Лаборатории поисковых исследований и работ в должности младшего научного сотрудника.

Король С.А. в 2020 г. окончила Иркутский государственный университет по специальности «Геология». В 2023 г. освоила программу подготовки научно-педагогических кадров прошла обучение в аспирантуре ИЗК СО РАН по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» и успешно прошла государственную итоговую аттестацию.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук А.А. Добрынина, старший научный сотрудник ИДСТУ СО РАН и ведущий научный сотрудник ИЗК СО РАН.

Диссертация С.А. Король посвящена изучению вариаций микросейсмических шумов в Байкальском регионе и их связи с природными и антропогенными воздействиями разной природы.

По итогам обсуждения принято следующее **заключение**.

Актуальность темы диссертации. 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.). В 1998–2003 гг. в Байкальском регионе реализовался переход на непрерывную цифровую регистрацию: сейсмические станции были оборудованы короткопериодными и широкополосными приборами, которые предназначались для регистрации близких, местных и региональных землетрясений. Благодаря цифровой регистрирующей аппаратуре стало возможным провести детальный анализ микросейсмических шумов в регионе на качественно новом уровне, изучить амплитудно-частотный состав микросейсмических шумов и его временные вариации в связи с воздействиями внешних факторов.

Научную новизну и значимость составляют следующие основные результаты исследования, выносимые на защиту:

1. Амплитудно-частотные характеристики микросейсмических шумов Байкальского региона не являются стационарными и зависят от локальных условий в месте измерения. Сезонные вариации амплитудно-частотного состава микросейсмических колебаний в диапазоне частот от 0.5 до 50 Гц связаны с промерзанием и оттаиванием грунтов, сокращением стока и/или перемерзанием горных рек, антропогенной активностью.

2. Периоды паводковой активности сопровождаются резким увеличением уровня микросейсмического шума в частотном диапазоне 2–40 Гц с максимумом в области частот 20–30 Гц, связанным с увеличением турбулентности водного потока. Сопоставление амплитудно-частотных и поляризационных свойств микросейсмических шумов при спокойном течении реки, во время паводков и селевых потоков позволило выделить характерные особенности каждого

процесса и предложить на их основе принципиальную схему системы мониторинга и экстренного оповещения о сходе селевого потока.

3. Городская агломерация характеризуется большим количеством источников микросейсмических шумов, наиболее интенсивными из них являются железнодорожный и автотранспорт, которые проявляются в частотном диапазоне 2–45 и 4–15 Гц соответственно, выбросы отработанного пара на ТЭЦ (частотный диапазон 6–18 Гц, расчетная интенсивность звука – до 110 дБ). Отчетливо фиксируется суточный цикл вариаций микросейсмических шумов в пределах городской агломерации, связанный с периодами активности человеческой деятельности.

Теоретическая значимость работы определяется результатами оценки временных вариаций микросейсмического шума, показывающими зависимость Н/V-отношений от внешних факторов (климатические условия, антропогенные воздействия, влияние эндогенных факторов), при существующем предположении о стабильности Н/V-кривой на коротких временах.

Практическая значимость состоит в обосновании физических основ создания системы мониторинга и экстренного оповещения о сходе селевого потока, основанной на разнице спектрально-поляризационных характеристик при подъеме воды и во время прохождения селевых потоков, которая может использоваться для мониторинга чрезвычайных ситуаций в горных районах селеопасных рек. Полученные сезонные кривые Н/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 может использоваться при экологическом районировании городских агломераций.

Основные результаты диссертационного исследования были получены при выполнении гранта № 075-15-2024-533 Министерства науки и высшего образования РФ на выполнение крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технологического развития (проект «Фундаментальные исследования Байкальской природной территории на основе системы взаимосвязанных базовых методов, моделей, нейронных сетей и цифровой платформы экологического мониторинга окружающей среды»).

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.

Полнота изложения результатов диссертации в научных работах, опубликованных соискателем, подтверждается перечнем основных работ, включающим следующие статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

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, **С.А. Король**, 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>.

Личный вклад автора диссертации. Все основные результаты, выносимые на защиту, получены соискателем лично. Автором подобран материал и проведены расчеты фонового режима и временных вариаций микросейсмических колебаний на стационарных и временных сейсмических станциях Байкальского региона, проанализировано воздействие природных и техногенных шумов на уровень и характеристики микросейсмического шума, выполнен анализ и интерпретация полученных результатов.

Апробация научных работ соискателя подтверждена представлением результатов диссертационной работы на всероссийских и международных научных конференциях, в том числе: 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. Листваянка, 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).

Соответствие паспорту специальности. Основные результаты диссертационной работы Король С.А. соответствует паспорту специальности 1.6.9. «Геофизика» в следующих пунктах:

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

п. 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.

Представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук диссертация Король Светланы Александровны «Вариации амплитудно-частотных характеристик микросейсмических шумов в земной коре Байкальского региона в связи с природными и техногенными факторами» является завершенной научно-квалификационной работой. Она выполнена на высоком научном уровне по актуальной тематике, обладает научной новизной, содержит оригинальные результаты, имеет теоретическое и практическое значение. В

рамках работы решена важная научная проблема изучения связи вариаций микросейсмических полей с внешними факторами различной природы, показано влияние городской среды на вибрационный и шумовой фон, предложены физические основы для создания системы мониторинга и экстренного оповещения о сходе селевого потока. Работа полностью соответствует пп. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (с дополнениями и изменениями), не содержит заимствованного материала без ссылок на автора и (или) источник заимствования.

Диссертационная работа Король Светланы Александровны «Вариации амплитудно-частотных характеристик микросейсмических шумов в земной коре Байкальского региона в связи с природными и техногенными факторами» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9. Геофизика в профильном диссертационном совете.

Обсуждение диссертации проведено на открытом заседании Семинара по информационно-вычислительным технологиям и на заседании Объединенного семинара ИДСТУ СО РАН (протокол № 3 от 21.05.2026).

Заключение принято на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук. На заседании присутствовало 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – 0, «воздержались» – 0 (протокол № 6 от 29.09.2026).

Председатель Учёного совета,
академик, д.т.н.

И.В. Бычков