

УДК 550.34

Организация временного сейсмологического пункта наблюдения в условиях повышенной техногенной активности

© 2026 г. М.Н. Воскресенский, Е.А. Косорова

ИГФ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

Поступила в редакцию 29.05.2026 г.

Аннотация. В статье оценивается эффективность организации временного сейсмологического пункта наблюдения с использованием скважинного сейсмоприёмника в условиях повышенной техногенной активности — на примере площадки в черте г. Екатеринбурга на территории Института геофизики (ИГФ) УрО РАН. Цель исследования — определить регистрационные возможности такого пункта для сейсмических событий малых магнитуд и подтвердить его работоспособность в городской среде, где наземные станции часто неэффективны из-за высокого уровня антропогенных шумов. Сейсмоприёмник размещён в скважине на уровне монолитных скальных пород, что позволяет существенно снизить влияние поверхностных помех. Регистрация данных велась четыре месяца с помощью сейсмического регистратора «Урал». Результаты верифицированы путём сопоставления с каталогом сейсмических событий, формируемым на базе Горного института (ГИ) УрО РАН. За период наблюдений выделено 123 события с чётким вступлением P - и S -волн: 55 подтверждены каталогом, 68 ранее не фиксировались (в т.ч. 59 с $ML < 1.6$). Станция уверенно регистрирует события с минимальной магнитудой $ML < 1.6$ на расстоянии до 34 км и с минимальной магнитудой $ML = 1.6–1.8$ до 85 км; на расстоянии до 20 км от временного пункта наблюдения зафиксированы события с минимальной магнитудой $ML > 0.8$. Основная масса зарегистрированных событий относится к техногенным (промышленным взрывам). Также зарегистрированы три сейсмических события естественного происхождения с $m_b > 3$. Результаты подтверждают перспективность скважинных пунктов для мониторинга слабой сейсмичности в промышленных городах и сейсмического контроля горнопромышленных предприятий.

Ключевые слова: сейсмология, скважинный сейсмоприёмник, мониторинг слабой сейсмичности, сейсмический мониторинг, магнитуда, промышленный взрыв.

Для цитирования: Воскресенский М.Н., Косорова Е.А. Организация временного сейсмологического пункта наблюдения в условиях повышенной техногенной активности // Российский сейсмологический журнал. — 2026. — Т. 8, № 3. — С. 49–57. — DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2026.3.03>. — EDN: MVMCGJ

Введение

Развитие сейсмологии в России, в частности на Урале, тесно связано с обеспечением безопасной эксплуатации горнодобывающих предприятий и крупных инфраструктурных объектов [Кашубин и др., 2001; Дягилев, 2011]. Благодаря опыту отечественных и зарубежных сейсмологов, в современной сейсмологии сформированы фундаментальные принципы регистрации слабых сейсмических событий и методы выделения полезного сигнала на фоне интенсивных промышленных помех. Увеличение техногенной нагрузки на геологическую среду обуслав-

ливает необходимость создания и использования локальных систем мониторинга, способных обеспечить регистрацию в условиях повышенной техногенной активности. Особую актуальность это приобретает для решения задач инженерной сейсмологии, мониторинга слабой сейсмичности в крупных промышленных городах и сейсмического контроля горнопромышленных предприятий.

Одной из ключевых проблем при проведении сейсмологических наблюдений в городской среде является высокий уровень антропогенных шумов, создаваемых работой транспорта, промышленных предприятий и жизнедеятельностью

человека. В этих условиях наземные пункты наблюдения часто оказываются малоэффективными для регистрации слабых сейсмических событий, так как сигнал от события оказывается слабее промышленных помех.

Существует несколько подходов к размещению сейсмологических пунктов наблюдения в зависимости от поставленных задач и геологических условий. Первый и наиболее простой — наземная установка сейсмоприёмника на дневной поверхности, которая часто используется при оперативных или краткосрочных работах, но наиболее подвержена влиянию техногенных помех [Носкова, Верхованцев, 2025]. Второй вариант предполагает размещение оборудования в подземных бункерах или подвалах капитальных сооружений, что позволяет снизить уровень микросейсмического фона за счёт экранирующих свойств массива горных пород [Сычёва, 2016]. Однако наиболее эффективным методом решения данной проблемы является заглубление сейсмоприёмников в скважины, что позволяет существенно снизить влияние поверхностных шумов [Михайлова, Мукамбаев, 2022].

В более раннем исследовании авторов сейсмологические пункты наблюдений размещались на дневной поверхности. Летом 2024 г. сотрудниками лаборатории сейсмометрии Института геофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИГФ УрО РАН) были организованы временные сейсмологические пункты наблюдения в нескольких районах Свердловской области. Организация пунктов наблюдения проводилась с целью получения опыта одновременной регистрации и обработки записей сейсмологической активности [Косорогова и др., 2023]. При выборе мест размещения пунктов наблюдения учитывались геологические условия, а также уровень техногенных помех. В ходе выездных полевых работ выполнены измерения, направленные на оценку отношения «сигнал/шум» в ряде пунктов наблюдений. Для выбранных участков проведён спектральный анализ записей с помощью расчёта спектров мощности скорости смещений, что позволило количественно охарактеризовать уровень шумов и качество сигналов. По результатам анализа были выбраны две точки с наилучшими условиями регистрации, то есть с минимальным уровнем помех. Дальнейшая обработка данных выполнена по записям трёх станций (ARU, IGF2 и IGF3), на основе которых сформирован локальный каталог сейсмических событий. Полученные результаты сопоставлены с региональным каталогом, формируемым на базе Горного института Уральского отделе-

ния Российской академии наук (ГИ УрО РАН) [Региональный ..., 2026], что позволило оценить полноту регистрации и корректность выделения событий. На текущий момент данный каталог является единственным регулярным региональным каталогом, содержащим систематизированные сведения о естественных событиях и промышленных взрывах на территории Урала. Поэтому данные, представленные в каталоге, принимаются эталонными [Голубева и др., 2006]. Проведённые исследования подтвердили целесообразность расширения региональной сети наблюдений, в том числе за счёт организации временных пунктов на территории Свердловской области.

Сейсмологический мониторинг территории Урала выполняется совместно двумя организациями — Федеральным исследовательским центром «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН) и ГИ УрО РАН. Региональная сеть охватывает более обширную территорию Урала (включая Пермский край, Республику Башкортостан и другие регионы) [Верхованцев и др., 2025], а Свердловская область является её частью; поэтому установка временных пунктов наблюдения именно в этой области позволяет уплотнить сеть в густонаселённом промышленном районе. Вместе с тем показано, что создание наземных пунктов наблюдения, которые смогут обеспечить качественную регистрацию, связано со значительными временными и материальными затратами. Это обусловило необходимость поиска более оперативных и экономически эффективных решений, в частности, с использованием скважинного размещения сейсмоприёмников.

Наземная установка временных сейсмологических пунктов наблюдения хорошо зарекомендовала себя в относительно «тихих» зонах за пределами городской застройки, где уровень антропогенных помех достаточно низкий и позволяет регистрировать слабые сейсмические сигналы. Однако в городской среде, где уровень техногенной нагрузки выше, наземная установка приборов не обеспечивает удовлетворительных результатов в получении качественных записей. Промышленные и транспортные шумы маскируют слабые сейсмические сигналы, затрудняя их выделение и анализ.

В рамках текущего исследования сейсмоприёмник был размещён в скважине, пробурённой непосредственно в городской черте. Такое размещение оборудования минимизирует влияние поверхностных антропогенных шумов и повышает вероятность регистрации слабых сейсмических

событий даже в условиях интенсивной техногенной нагрузки.

Цель данного исследования — оценить эффективность организации временного сейсмологического пункта наблюдения в условиях повышенной техногенной активности на основе установки скважинного сейсмоприёмника.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Выполнить регистрацию сейсмических событий с использованием скважинного сейсмоприёмника.
2. Определить регистрационные возможности созданного пункта наблюдения для событий малых магнитуд.
3. Верифицировать полученные данные путём сопоставления с региональным каталогом.
4. Проанализировать уровень сейсмического шума на пункте наблюдения и сравнить его с моделями микросейсмических шумов Пертерсона.

Описание метода исследования и фактического материала

Для регистрации сейсмических событий в условиях городской застройки выбран скважинный метод размещения сейсмоприёмника, что позволяет снизить уровень помех по сравнению с наземным размещением, что важно

для регистрации событий малой магнитуды [Михайлова, Комаров, 2006].

Временный сейсмологический пункт наблюдения организован в черте г. Екатеринбурга на территории ИГФ УрО РАН. Регистрация осуществлялась в течение четырёх месяцев, в качестве регистрирующего оборудования использован сейсмический трёхканальный регистратор «Урал» [Сейсмический ..., 2026] в комплекте со скважинным сейсмоприёмником [Воскресенский, Михайлов, 2024] (рис. 1). Частота дискретизации — 250 Гц, что позволяет провести анализ широкого диапазона частот, включая высокочастотные составляющие, характерные для техногенных взрывов. Скважинный сейсмоприёмник представляет собой герметичный зонд с корпусом из немагнитного металлического цилиндра. Внутри корпуса размещены три ортогональных геофона GS-ONE-LF (частотный диапазон — от 0.1 до 1000 Гц), сохраняющие свои рабочие характеристики при наклоне датчика до 30 градусов [Геофон ..., 2026]. Связь зонда с наземным регистратором осуществляется посредством усиленного шестижильного кабеля. Устройство рассчитано на работу в вертикальных обсаженных скважинах глубиной до 100 м. Для более плотного примыкания зонда к стенке обсадной колонны скважины используется специальное прижимное устройство [Воскресенский, Михайлов, 2025].

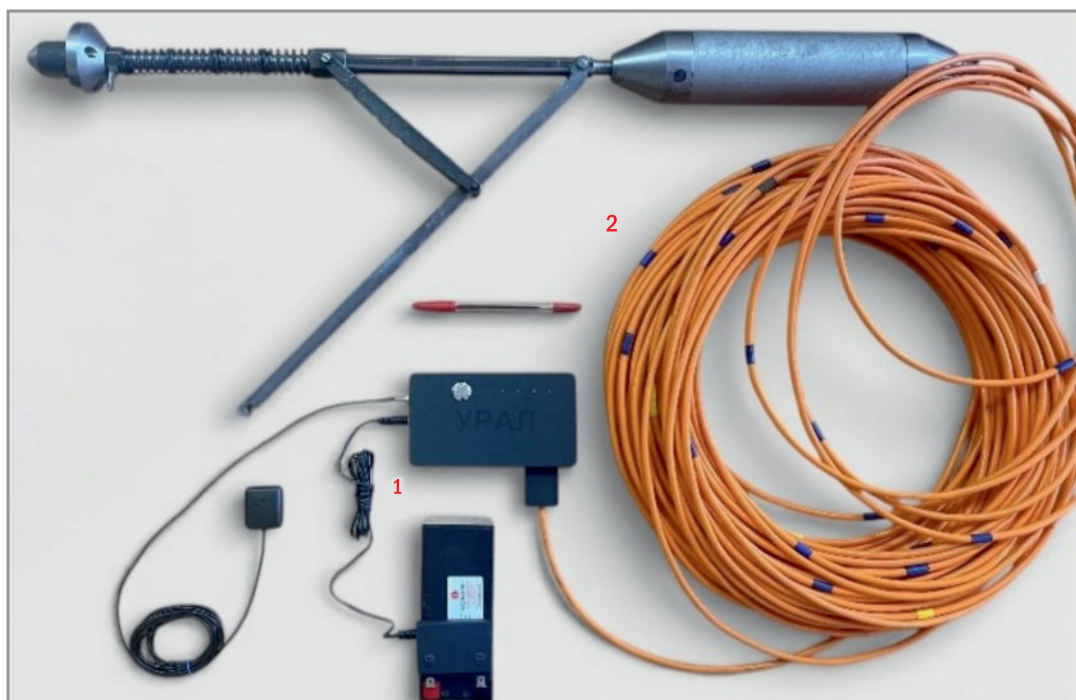


Рис. 1. Комплект оборудования: 1 — сейсмический регистратор «Урал», 2 — скважинный сейсмоприёмник

Скважинный сейсмоприёмник установлен на уровне монолитных скальных пород на глубине 22 м. Скважина ИГФ-280 («Кисловодск») пробурена в 1983 г. на территории Института геофизики УрО АН СССР (ныне УрО РАН). До глубины 20 м скважина вскрывает глинистую и дресвянистую коры выветривания габбро, ниже — плотное габбро с редкими прослоями перидотитов, амфиболитов, жилами кварца [Горностаева и др., 2024].

Регистрация осуществлялась в непрерывном режиме с последующей обработкой и анализом полученных записей. Обработка выполнялась в программном комплексе WSG [Акимов, Красилов, 2020], предназначенном для автоматизированной обработки сейсмических данных [Автоматизированное ..., 2026]. На первом этапе выполнялась полосовая фильтрация сигналов, позволяющая подавлять низко- и высокочастотные помехи, обусловленные работой транспорта, промышленного оборудования и другими источниками антропогенного воздействия, что способствовало повышению отношения «сигнал/шум» и улучшению качества выделяемого полезного сигнала. На следующем этапе проводился визуальный анализ непрерывных записей с целью выделения событий с чёткими вступлениями продольных (P) и поперечных (S) волн. Для каждого выделенного события определялись времена вступлений P - и S -волн. На основании разности времён их прихода оценивалось расстояние от пункта наблюдения до эпицентра, а также рассчитывалась магнитуда события. Далее, в качестве заключительного этапа, полученные значения времени возникновения события в очаге (t_0) и магнитуды сопоставлялись с данными регионального каталога.

Результаты исследования и их обсуждение

За четыре месяца непрерывной регистрации на временном пункте наблюдения «Кисловодск» выделено 123 события, имеющих чёткие первые вступления P - и S -волн. По результатам сопоставления с региональным каталогом удалось идентифицировать 55 событий, для которых также были определены координаты. Ещё 68 событий, зарегистрированных на пункте наблюдения «Кисловодск», не отмечены в региональном каталоге.

На основе идентифицированных событий построена схема пространственного распределения эпицентров зарегистрированных сейсмических событий, на которой дополнительно выделены зоны регистрационной возможно-

сти временного пункта наблюдения «Кисловодск» в соответствии с минимальными магнитудами регистрируемых событий (рис. 2). На схеме показаны области уверенной регистрации событий различной магнитуды, определённые по минимальным значениям магнитуд зарегистрированных событий на различных расстояниях от пункта наблюдения. Выбор пороговых значений обусловлен фактическим распределением зарегистрированных событий по магнитуде и расстоянию от станции.

Представленные на рис. 2 зоны регистрационной возможности, ограниченные изолиниями минимальных магнитуд регистрируемых событий, демонстрируют, что на расстоянии до 34 км от станции обеспечивается уверенная регистрация событий с минимальной локальной магнитудой $ML < 1.6$, которая применяется для слабых локальных событий. В то время как для событий с минимальной магнитудой $ML = 1.6–1.8$ расстояние увеличивается до 85 км.

Также на пункте наблюдения «Кисловодск» зарегистрировано 68 событий, которые не указаны в региональном каталоге, предположительно по причине малых магнитуд. Поскольку определение координат источников невозможно по данным одиночной станции, было рассчитано только расстояние от временного пункта наблюдения до эпицентров событий. Анализ данных показал, что эти события локализируются на расстоянии до 40 км от временного сейсмологического пункта наблюдения «Кисловодск» (рис. 3).

Зарегистрированные события на пункте наблюдения «Кисловодск», которых нет в региональном каталоге, характеризуются $ML < 2.2$, причём для 59 событий $ML < 1.6$. В радиусе до 20 км зарегистрированы события с минимальной магнитудой $ML > 0.8$. Это позволяет утверждать, что зона уверенной регистрации микросейсмических событий с $ML < 1.6$ для скважинного пункта наблюдения в условиях повышенной техногенной активности составляет первые десятки километров, что сопоставимо с характеристиками стационарных сейсмических наземных сетей.

Также временным сейсмологическим пунктом наблюдения «Кисловодск» зарегистрировано три удалённых события с магнитудой, рассчитанной по объёмным волнам (m_b), которая традиционно применяется для оценки магнитуды региональных и телесейсмических событий. Из них два микроземлетрясения с $m_b = 3.3$ и $m_b = 3.5$ произошли на территории Республики Башкортостан и одно землетрясение с $m_b = 6.8$ — на территории

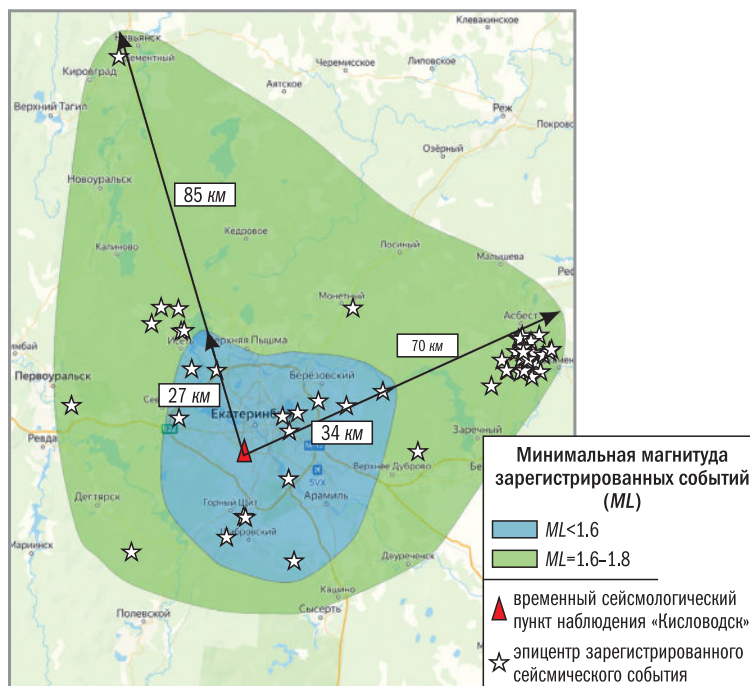


Рис. 2. Пространственное распределение эпицентров зарегистрированных сейсмических событий и зоны регистрационной возможности пункта наблюдения «Кисловодск» (события присутствуют в региональном каталоге)

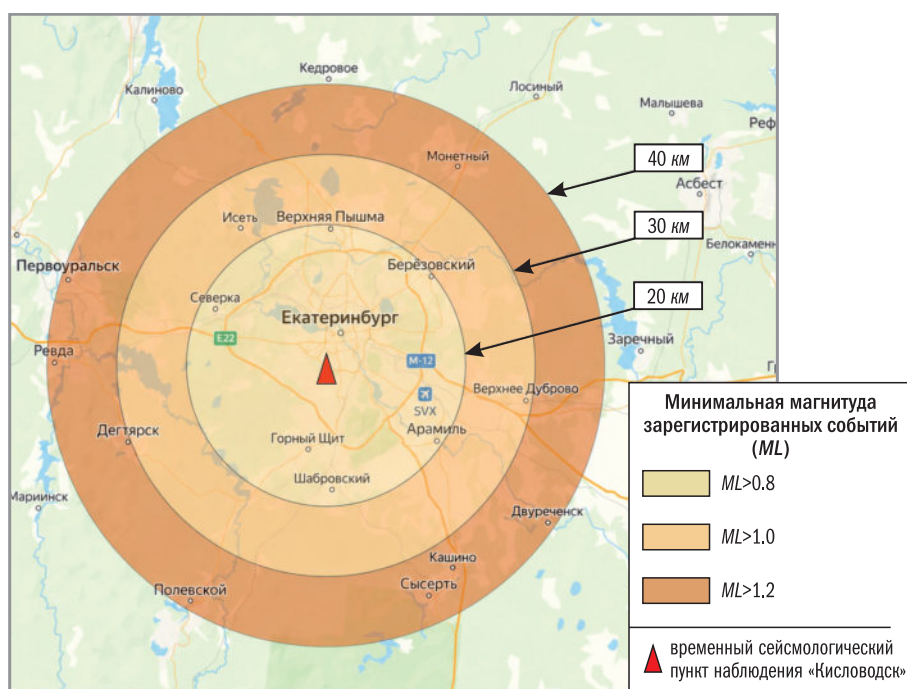


Рис. 3. Зоны регистрационной возможности слабых сейсмических событий пункта наблюдения «Кисловодск» (события отсутствуют в региональном каталоге)

Афганистана [Каталог ..., 2026]. Магнитуды m_b приведены по данным каталога Казахстанского национального центра данных, который используется в качестве источника параметров удалённых землетрясений. В рамках текущего исследо-

вания значения магнитуд не пересчитывались, а принимались по данным каталога для обеспечения сопоставимости результатов с международными сейсмологическими наблюдениями. Пример записи землетрясения представлен на рис. 4.

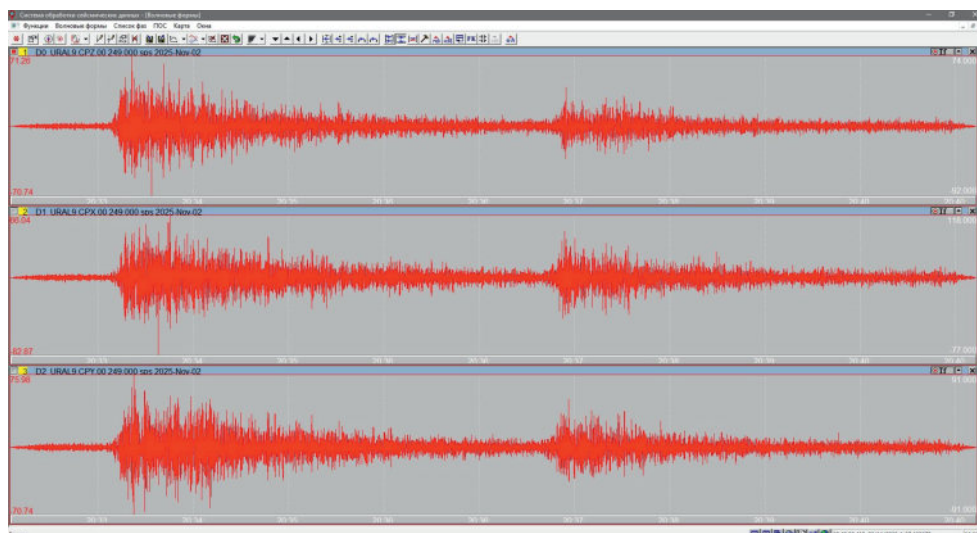


Рис. 4. Сейсмограммы землетрясения, произошедшего в Афганистане, полученные на пункте наблюдения «Кисловодск». Дата и время в очаге (UTC) – 02.11.2025 г., 20:29:00, $m_b=6.8$

В пределах «зелёной» и «синей» зон на карте распределения событий (рис. 2) на пункте наблюдения «Кисловодск» зарегистрировано 55 событий. В то же время по данным регионального каталога, в описываемой зоне за данный период зафиксировано и локализовано 70 событий. Значительное совпадение (около 79%) зарегистрированных событий с данными каталога свидетельствует о достоверности полученных результатов и корректности работы временного пункта наблюдения. Расхождение с данными регионального каталога обусловлено тем, что использование сети стационарных станций обеспечивает более полное покрытие территории и повышает вероятность регистрации событий, которые могут быть пропущены одиночным пунктом наблюдения. Кроме того, эффективность регистрации зависит от направления прихода сейсмических волн и особенностей распространения их в неоднородной геологической среде, что также может приводить к неполному выявлению событий.

Также для оценки качества регистрации данных, полученных с пункта наблюдения «Кисловодск», произведено сравнение спектра мощности скорости смещений с моделью Петерсона (рис. 5) [Peterson, 1993]. Для соотношения выбрана тихая ночная запись с минимальным уровнем помех. Следует отметить, что в диапазоне частот ниже 1 Гц спектральная плотность мощности может испытывать существенное влияние собственных шумов используемого геофона GS-ONE-LF, что ограничивает возможность количественного сопоставления с моделью

Петерсона в данной области частот. В исследуемом диапазоне частот спектральная плотность мощности шума на пункте наблюдения «Кисловодск» располагается между моделями нового низкого (NLNM) и нового высокого (NHNM) уровня сейсмического шума Петерсона, при этом результаты для области частот ниже 1 Гц следует интерпретировать с учетом возможного влияния собственных шумов геофона. Полученные результаты свидетельствуют о нормальном рабочем режиме временного сейсмологического пункта наблюдения «Кисловодск» и подтверждают эффективность скважинного метода размещения для снижения техногенных помех в городской среде.

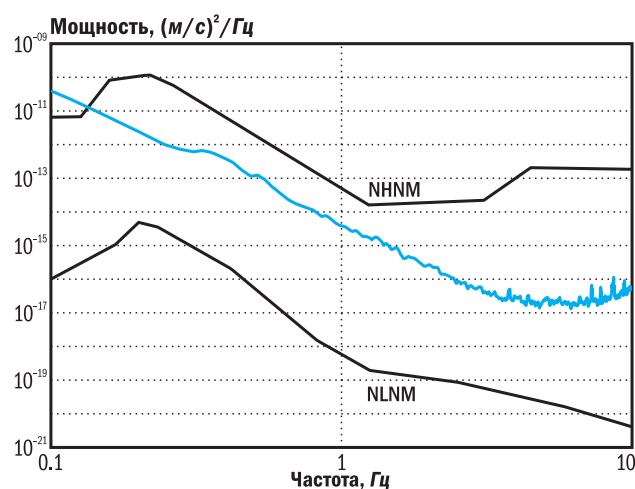


Рис. 5. Соотношение спектра мощности скорости смещений в точке наблюдения «Кисловодск» с моделью микросейсмического шума Петерсона. Вертикальная компонента

Заключение

Проведённое исследование подтверждает, что организация временного сейсмологического пункта наблюдения с использованием скважинного сейсмоприёмника на уровне монолитных скальных пород позволяет успешно регистрировать сейсмические события малой магнитуды даже в условиях высокой техногенной активности на расстоянии до 85 км от пункта наблюдения. Полученные результаты демонстрируют перспективность использования сейсмологических пунктов наблюдения в скважинах для решения задач инженерной сейсмологии, мониторинга слабой сейсмичности в крупных промышленных городах, а также могут быть полезны для решения задач сейсмологического мониторинга горнопромышленных предприятий.

Литература

- Автоматизированное рабочее место (АРМ) сейсмолога* // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://www.gsras.ru/new/soft/WSG/> (дата обращения 15.01.2026).
- Акимов А.П., Красилов С.А. Программный комплекс WSG «Система обработки сейсмических данных» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2020664678, 16.11.2020. — EDN: IJOVUE
- Верхоланцев Ф.Г., Злобина Т.В., Дягилев Р.А., Шулаков Д.Ю. Сейсмичность Урала и Западной Сибири в 2021 году // Землетрясения Северной Евразии. — 2025. — Вып. 28 (2021 г.). — С. 206–219. — DOI: 10.35540/1818-6254.2025.28.19. — EDN: RGDIPW
- Воскресенский М.Н., Михайлов В.С. Прижимное устройство скважинного сейсмоприёмника / Патент на изобретение RU 2844754 C1, 05.08.2025. — EDN: BXWCIV
- Воскресенский М.Н., Михайлов В.С. Скважинный сейсмоприёмник / Патент на изобретение RU 2815393 C2, 14.03.2024. — EDN: FXSZHW
- Геофон GS-ONE LF // Геоспейс Технолоджис Евразия [сайт]. — URL: <https://geospace-ufa.ru/products/geofony-bez-korpusov/tproduct/529383148-693763689591-geofon-gs-one-lf> (дата обращения 31.03.2026).
- Голубева И.В., Иванова Ю.В., Белевская М.А., Старикович Е.Н. Западно-Уральская сейсмологическая сеть и результаты мониторинговых наблюдений в 2005 г. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2006. — С. 62–65. — EDN: TPPBKT
- Горностаева А.А., Демежко Д.Ю., Хацкевич Б.Д., Вдовин А.Г., Факаева Н.Р. Влияние зданий на подземное тепловое поле г. Екатеринбург // Геофизические процессы и биосфера. — 2024. — Т. 23, № 2. — С. 12–24. — DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-551-566. — EDN: JKOWRA
- Дягилев Р.А. Техногенная сейсмичность горнодобывающих регионов и ее влияние на сейсмическую опасность // Проблемы региональной экологии. — 2011. — № 5. — С. 116–120. — EDN: OIMPFZ
- Каталог сейсмических событий // Казахстанский национальный центр данных [сайт]. — URL: <https://kndc.kz/index.php/sejsmicheskie-byulleteni/interactive-bulletin> (дата обращения 15.01.2026).
- Кашубин С.Н., Дружинин В.С., Гуляев А.Н., Кусонский О.А., Ломакин В.С., Маловичко А.А., Никитин С.Н., Парыгин Г.И., Рыжий Б.П., Уткин В.И. Сейсмичность и сейсмическое районирование Уральского региона. — Екатеринбург: УрО РАН, 2001. — 126 с.
- Косоротова Е.А., Курданова А.А., Воскресенский М.Н., Парыгин Г.И. Организация временных сейсмологических точек наблюдения на территории Свердловской области // Уральский геофизический вестник — 2023. — № 2(52). — С. 55–61. — DOI: 10.25698/UGV.2023.2.7.55. — EDN: UMSGQS
- Михайлова Н.Н., Комаров И.И. Спектральные характеристики сейсмического шума по данным Казахских станций мониторинга // Вестник НЯЦ РК. — 2006. — № 2. — С. 19–26.
- Михайлова Н.Н., Мукамбаев А.С. Сейсмические станции национального ядерного центра РК и их вклад в решение задач оценки сейсмической опасности Восточного Казахстана // Вестник НЯЦ РК. — 2022. — № 2. — С. 3–16. — DOI: 10.52676/1729-7885-2022-2-3-16. — EDN: IBVVXX
- Носкова Н.Н., Верхоланцев Ф.Г. Временные сейсмические наблюдения на севере Республики Коми (Полярный Урал) в 2023 году // Вестник геонаук. — 2025. — № 2. — С. 34–42. — DOI: 10.19110/geov.2025.2.4. — EDN: RYJXVW
- Региональный каталог сейсмических событий // Сейсмологический мониторинг Западного Урала [сайт]. — URL: http://pts.mi-perm.ru/mlp/?page_id=727&php=tc&cat (дата обращения 14.01.2026).
- Сейсмический регистратор Урал // Конструкторское бюро Урал [сайт]. — URL: <https://xn----8sbb9ai2au.xn--p1ai/> (дата обращения 31.03.2026).
- Сычёва Н.А. Киргизская сейсмологическая сеть KNET // Вестник КРСУ. — 2016. — № 5. — С. 175–183. — EDN: WGWOWD
- Peterson J. Observation and modeling of seismic back-ground noise // U.S. Department of Interior, Geological Survey. Open-File Report 93-322. — 1993. — 95 p.

Сведения об авторах

Воскресенский Михаил Николаевич, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., зав. лаб. сейсмометрии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук (ИГФ УрО РАН), г. Екатеринбург, Россия. E-mail: voskresenskiy.mn@gmail.com

Косоротова Елена Александровна, мл. науч. сотр. ИГФ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: kosorotiha30@gmail.com

Establishment of a temporary seismological observation station under conditions of elevated anthropogenic activity

© 2026 M.N. Voskresenskiy, E.A. Kosorotova

IGF UB RAS, Yekaterinburg, Russia

Received May 29, 2026

Abstract This study evaluates the performance of a temporary seismological observation station employing a borehole seismometer under conditions of elevated anthropogenic activity, using a test site located within the city of Yekaterinburg at the Institute of Geophysics UB of RAS (IG UB RAS) as a case study. The objective of the research is to check of such a station operational reliability in an urban environment, where surface stations are often ineffective due to high levels of anthropogenic noise and to assess its recording capabilities for low-magnitude seismic events. The seismometer was installed in the borehole at the level of competent bedrock, significantly reducing the influence of surface noise. Data acquisition was carried out over a four-month period using the seismic recorder “URAL”. The results were verified with the seismic event catalog formed on the basis of the Mining Institute UB of RAS (MI UB RAS). During the observation period, 123 seismic events with clear P- and S-wave arrivals were identified: 55 events were confirmed by the catalog, while 68 had not been previously recorded (including 59 events with $ML < 1.6$). The station reliably detects events with $ML < 1.6$ at a distance of up to 35 km and events with $ML = 1.6–1.8$ up to 85 km; at a distance of up to 20 km, events with a minimum magnitude of $ML > 0.8$ were recorded. In addition, three natural seismic events with $m_b > 3$ were detected. The results demonstrate the strong potential of borehole-based observation stations for monitoring weak seismicity in industrial urban areas and for seismic surveillance of mining operations.

Keywords Seismology, borehole seismometer, microseismic monitoring, seismic monitoring, magnitude, industrial explosion.

For citation Voskresenskiy, M.N., Kosorotova, E.A. (2026). [Establishment of a temporary seismological observation station under conditions of elevated anthropogenic activity]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 8(3), 49–57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2026.3.03>. EDN: MVMCGJ

References

- Akimov, A.P., & Krasilov, S.A. (2020). [WSG software package “Seismic data processing system”]. Certificate of state registration of a computer program No. 2020664678. (In Russ.). EDN: IJOVUE
- Diagilev, R.A. (2011). [Induced seismicity in mining areas and its influence on seismic hazard]. *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology], 5, 116–120. (In Russ.). EDN: OIMPFZ
- GS RAS. (2026). Automated workstation (AWS) of a seismologist. Retrieved from <http://www.gsras.ru/new/soft/WSG/> (In Russ.).
- Geospace Technologies Eurasia. (2026). GS-ONE LF Geophone. Retrieved from <https://geospace-ufa.ru/products/geofony-bez-korpusov/tproduct/529383148-693763689591-geofon-gs-one-lf>
- Golubeva, I.V., Ivanova, Iu.V., Belevskaia, M.A., & Starikov, E.N. (2006). [West Ural seismological network and results of monitoring observations in 2005]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Materialy Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly*. Otv. red. A.A. Malovichko [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Proceedings of the International Seismological Workshop. Resp. ed. A.A. Malovichko] (pp. 62–65). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: TPPBKT
- Gornostaeva, A.A., Demezhko, D.Iu., Khatskevich, B.D., Vdovin, A.G., & Fakaeva, N.R. (2024). [Influence of buildings on the subsurface thermal field of Yekaterinburg]. *Geofizicheskie protsessy i biosfera* [Geophysical processes and the biosphere], 23(2), 12–24. (In Russ.). DOI: [10.21821/2309-5180-2020-12-3-551-566](https://doi.org/10.21821/2309-5180-2020-12-3-551-566). EDN: JKOWRA
- Kashubin, S.N., Druzhinin, V.S., Guliaev, A.N., Kunsenskii, O.A., Lomakin, V.S., Malovichko, A.A., Nikitin, S.N., Parygin, G.I., Ryzhii, B.P., & Utkin, V.I. (2001). *Seismichnost' i seismicheskoe raionirovanie Ural'skogo regiona* [Seismicity and seismic zoning

- of the Ural region]. Yekaterinburg, Russia: IG UB RAS, 126 p. (In Russ.).
- Kazakhstan national data center. (2026). Catalog of seismic events. Retrieved from <https://kndc.kz/index.php/seismicheskie-byulleteni/interactive-bulletin>
- Kosorotova, E.A., Kurdanova, A.A., Voskresenskii, M.N., & Parygin, G.I. (2023). [Arrange of temporary seismic observation points on the territory of the Sverdlovsk region]. *Ural'skii geofizicheskii vestnik* [Ural geophysical bulletin], 2, 55-61. (In Russ.). DOI: 10.25698/UGV.2023.2.7.55. EDN: UMSGQS
- Mikhailova, N.N., & Komarov, I.I. (2006). [Spectral characteristics of seismic noise according to data from Kazakh monitoring stations]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan], 2, 19-26. (In Russ.).
- Mikhailova, N.N., & Mukambaev, A.S. (2022). [Seismic stations of the national nuclear center of RK and its contribution into solving of tasks on seismic hazard assessment of the East Kazakhstan]. *Vestnik NIaTs RK* [Bulletin of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan], 2, 3-16. (In Russ.). DOI: 10.52676/1729-7885-2022-2-3-16. EDN: IBVXX
- Noskova, N.N., & Verkholtantsev, F.G. (2025). [Temporary seismic observations in the north of the Komi Republic (Polar Urals) in 2023]. *Vestnik geonauk* [Bulletin of geosciences], 2, 34-42. (In Russ.). DOI: 10.19110/geov.2025.2.4. EDN: RYJXVW
- Peterson, J. (1993). *Observation and modeling of seismic background noise. Open-File Report 93-322*. U.S. Department of Interior, Geological Survey, 95 p.
- Seismological monitoring of the Western Urals. (2026). Regional catalog of seismic events. Retrieved from http://pts.mi-perm.ru/mlp/?page_id=727&php=tcad (In Russ.).
- Sycheva, N.A. (2016). [Kyrgyz seismic network KNET]. *Vestnik KRSU* [Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University], 5, 175-183. (In Russ.). EDN: WGWOWD
- Ural Design Bureau. 2026. Seismic recorder Ural. Retrieved from <https://xn----8sbb9ai2au.xn--p1ai/> (In Russ.).
- Verkholtantsev, F.G., Zlobina, T.V., Dyagilev, R.A., & Shulakov, D.Yu. (2025). [Seismicity of the Urals and Western Siberia in 2021]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 206-219. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2025.28.19. EDN: RGDIPW
- Voskresenskii, M.N., & Mikhailov, V.S. (2024). [Downhole seismometer]. Patent RF for invention, No. 2815393 C2. (In Russ.). EDN: FXSZHW
- Voskresenskii, M.N., & Mikhailov, V.S. (2025). [Downhole seismic receiver clamping device]. Patent RF for invention, No. 2844754 C1. (In Russ.). EDN: BXWCY

Information about authors

Voskresenskiy Mikhail Nikolaevich, PhD, Leading Researcher, Head of Seismometry Laboratory of the Institute of Geophysics Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IGF UB RAS), Yekaterinburg, Russia. E-mail: voskresenskiy.mn@gmail.com

Kosorotova Elena Alexandrovna, Junior Researcher of the IGF UB RAS, Yekaterinburg, Russia. E-mail: kosorotiha30@gmail.com