Важнейшие результаты исследований, полученные в 2025 г. в рамках тематик НИР, финансируемых из средств федерального бюджета, в соответствии с направлениями Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы)

Направление фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1. «Геофизика»

Раздел фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1.2. «Геофизические поля; модели строения и эволюции Земли и планет»

1. Долговременные вариации (тренды) критических частот слоев *F*2 и *E* ионосферы над Уралом по данным вертикального зондирования на станции Свердловск (Арти) за период с 1943 г. по 2023 г.

Впервые установлено изменение знака тренда критической частоты слоя *E* с отрицательного на положительный («Свердловский разворот») в зависимости от локального времени и сезона, которое появилось после глубокого минимума солнечной активности 2009–2010 гг. (рис. 1). Тренды частот нижерасположенного слоя *E*, по сравнению с вышерасположенным слоем *F*2 значительно сложнее. Они отражают картину фотохимических процессов в термосфере Земли, к которым слой *E* более чувствителен.

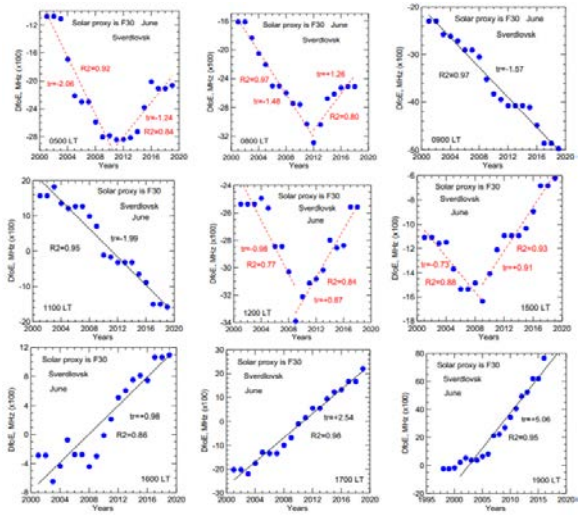


Рис. 1. Графики вариаций параметра критической частоты *DfoE* ионосферного слоя *E* для июня месяца в зависимости от локального времени *LT* за период 2000-2019 годов

Условные обозначения: точки – $DfoE=foE_{(набл.)}-foE_{(модель)}$ сплошные и пунктирные прямые линии – линии регрессии графиков вариаций; R^2 – коэффициент определенности Фишера, tr – угловое преобразование Фишера; *F30* – индекс солнечной активности

Авторы: Григорьева С.А. (ст. инж.), Рябухин И.А.(инж.) (ИГФ УрО РАН); Данилов А.Д., Константинова А.В. (ИПГ Росгидромета)

Публикации:

1. *Данилов А.Д., Константинова А. В., Рябухин И. А.* Тренды параметров слоя F2 по данным ст. Свердловск (Арти) / Геомагнетизм и аэрономия Т. 65, №4, 2025. С.482-499 DOI: https://doi.org/10.31857/S0016794025040073
2. *Данилов А.Д., Константинова А.В., Григорьева С.А.* Эволюция трендов критической частоты слоя Е по данным ст. Свердловск (Арти) / Гелиогеофизические исследования. Вып. 48 (октябрь), 2025. С. 32-43.
3. *Danilov A.D., Ryabukhin I.A.*. Trends of the F2-layer parameters based on Sverdlovsk (Arti) station data. Advances in Space Research. https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.12.078
4. *Chernigovskaya M.A., Zherebtsov G.A., Ratovsky K.G., Setov A.G., Khabituev D.S., Kalishin A.S., Dolgacheva S.A., Stepanov A.E., Belinskaya A.Yu., Bychkov V.V., Grigorieva S.A., Panchenko V.A., Timchenko A.V.* Ionospheric response to superstorm in May 2024 over mid- and high-latitude Eurasia. Advances in Space Research, Volume 76, Issue 12, 15. December 2025, Pages 7351–7374.

(ИГФ УрО РАН, ИПГ Росгидромета)

Раздел фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1.1. «Геофизические методы изучения строения, вещественного состава земных недр и глубинных процессов; взаимодействие геосфер»

2. Подземная тепловая аномалия г. Екатеринбурга и условия ее формирования.

По данным геотермических исследований в наблюдательных скважинах на территории г. Екатеринбурга, математического моделирования и измерений тепловых свойств городских покровов оценены основные характеристики подземного городского острова тепла до глубины 40 м. Максимальные локальные аномалии среднегодовой температуры (до 8°С на глубине 10 м) приурочены к зданиям и связаны с утечками тепла из теплых подвалов. Интенсивность таких аномалий зависит от времени эксплуатации зданий. Количество накопленного в недрах под зданиями тепла в десятки раз превышает климатический вклад, обусловленный глобальным потеплением, но при этом составляет лишь $n\cdot(0.01–0.0001)$ от потребленной зданием энергии. Умеренные аномалии (до 4°С) обусловлены пониженными значениями альбедо городских поверхностей. На формирование подземной аномалии также оказывают влияния тепловые свойства городских покрытий и снежного покрова, гидрогеологический режим. Окраины города и лесопарки характеризуются фоновыми значениями подземных температур. Подземная тепловая аномалия г. Екатеринбурга в настоящее время не оказывает сколь-нибудь значимого влияния на экологию города.

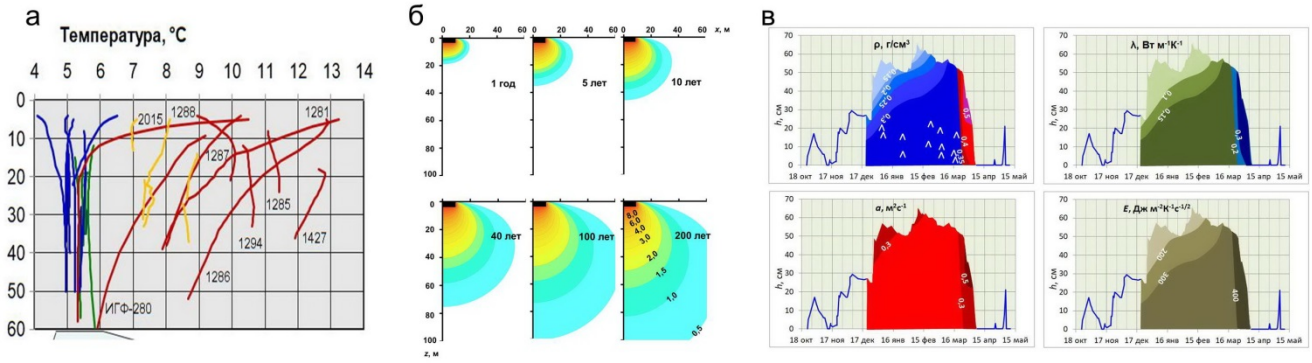


Рис. 1. Среднегодовые температуры грунта на различных глубинах (а), эволюция подземной температурной аномалии, связанная с утечками тепла из подвала (б) и распределение высоты, плотности, тепло-, температуропроводности и тепловой активности снега в зимний сезон 2023/2024 г. (в)

Авторы: Демежко Д.Ю. (д.г.-м.н, г.н.с.), Горностаева А.А. (к.ф.-м.н., с.н.с.), Хацкевич Б.Д. (н.с.), Факаева Н.Р.(м.н.с.).

Публикации:

1. *Демежко Д.Ю., Хацкевич Б.Д., Факаева Н.Р., Горностаева А.А., Антипин А.Н.* Теплопотери зданий и формирование подземного городского острова тепла // Литосфера. 2025. Т. 25. № 5. С. 1201–1215. https://doi.org/10.24930/2500- 302X-2025-25-5-1201-1215. EDN: IQPYYL.
2. *Факаева Н.Р., Демежко Д.Ю., Горностаева А.А., Хацкевич Б.Д.* Теплофизические характеристики снежного покрова Екатеринбурга // Криосфера Земли. 2025. Т. XXIX, № 2. С. 64–73. DOI: 10.15372/KZ20250206. EDN: YYFEKM.
3. *Демежко Д.Ю., Факаева Н.Р., Горностаева А.А., Хацкевич Б.Д.* Теплопроводность городских рыхлых приповерхностных отложений и покрытий // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2025. № 2. С. 73–80. DOI: 10.31857/S0869780925020071. EDN EPZEGJ.

Работа выполнена при поддержке РНФ. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период 2021–2030 годы. Подпрограмма 5 – "Инициативные фундаментальные и поисковые научные исследования, финансируемые фондами поддержки научной и научно-технической и инновационной деятельности", 1.5.1 - Геофизика.

(ИГФ УрО РАН)

Раздел фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1.1. «Геофизические методы изучения строения, вещественного состава земных недр и глубинных процессов; взаимодействие геосфер»

3. Скважинный сейсмоприемник.

Повышение эффективности регистрации данных при проведении региональных сейсмологических наблюдений достигается использованием в скважинном зонде (рис.1) геофонов с конкретными характеристиками (GS-ONE-LF), а также благодаря конструкции внутренней части измерительного блока (немагнитное винтовое шасси с гнездами под каждый геофон, см. рис.2). Так как глубина исследований не превышает 100 метров, из конструкции зонда исключены избыточные узлы, такие как: схема оцифровки, усиления и передачи сигнала, схема электропитания. Для регистрации упругих колебаний микросейсмического поля заданной длительности скважинный сейсмоприемник временно фиксируется в стволе обсадной колонне прижимным устройством, в составе которого рычаг с пружинным механизмом создает давление в точке прижима. Тип крепления к зонду – винтовой. Количеством пружинных секций регулируется необходимое усилие. Для сохранения вертикального положения зонда в нижнюю часть прижимного устройства добавлена шайба, внешний диаметр равен по размеру диаметру зонда. При изменении диаметра корпуса зонда меняется размер шайбы.



Рис.1. Комплект скважинного сейсмоприемника с прижимным устройством в сборе

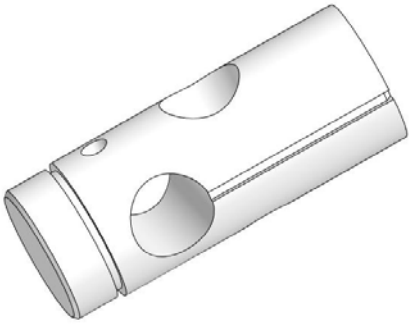


Рис.2. Винтовое шасси с гнездами под каждый геофон

Авторы: Воскресенский М.Н (к.т.н., в.н.с. ИГФ УрО РАН); Михайлов В.С. (н.с., НГАСУ)
Публикации:

1. *Воскресенский М.Н., Михайлов В.С.* Скважинный сейсмоприемник. Патент РФ № 2815393. Опубликовано: 14.03.2024 г. Бюл. № 8.
2. *Воскресенский М.Н., Михайлов В.С.* Прижимное устройство скважинного сейсмоприемника. Патент РФ № 2844754. Опубликовано: 05.08.2025. Бюл. № 22.

(ИГФ УрО РАН, НГАСУ)

Направление фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1. «Геофизика»
Раздел фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1.1. «Геофизические методы изучения строения, вещественного состава земных недр и глубинных процессов; взаимодействие геосфер»

4. Способ определения времени и места землетрясения по данным мониторинга почвенного радона.

Способ заключается в измерении объемной активности почвенного радона (ОАР) в режиме непрерывной откачки из шпуров, не менее чем в 4 пунктах наблюдения вокруг контролируемого объекта, разнесенных друг от друга на радиус дальней зоны (R_1). В случае появления аномалии ОАР на любом пункте отслеживается появление аномалии на других пунктах. При обнаружении аномалии ОАР на втором пункте делают вывод о возможном землетрясении в течение 0-6 суток, начиная с момента прохождения максимума аномалии ОАР на втором пункте, в области, ограниченной радиусом ближней зоны (R_2) с центром в точке, где появилась первая аномалия. Применение предложенного способа прогноза целесообразно при защите мегаполисов и опасных объектов, расположенных в сейсмоактивных регионах.

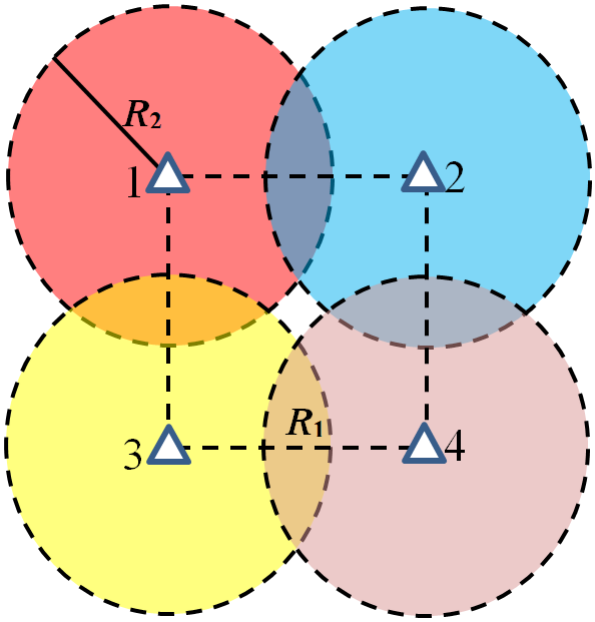


Рис. 1. Расположение пунктов мониторинга радона

Авторы: Козлова И.А.(к.г.-м.н.), Юрков А.К. (к.г.-м.н., в.н.с), Бирюлин С.В. (к.г.-м.н., с.н.с.)

Публикации:

1. *Козлова И.А., Бирюлин С.В., Юрков А.К.* Способ определения времени и места землетрясения. Патент РФ на изобретение № 2839307. Заяв. 03.05.2024. Опубл. 29.04.2025.
2. *Козлова И.А., Юрков А.К., Бирюлин С.В.* Применение вариаций объемной активности почвенного радона при изучении геодинамических процессов // Геология и геофизика. 2025. Т. 66. № 6. С. 734–743
3. *Юрков А.К., Заалишвили В.Б., Козлова И.А., Бирюлин С.В., Мельков Д.А., Бутанаев Ю.В., Рычкова К.М., Имашев С.А., Лазарева Е.А., Каменев П.А.* Особенности проведения радонового мониторинга в режиме принудительной доставки почвенного радона к детектору в регионах с различными геодинамическими условиями // Геология и геофизика Юга России. 2025. Т. 15. № 1. С. 32–44.

(ИГФ УрО РАН)

Раздел фундаментальных и поисковых исследований 1.5.1.1. «Геофизические методы изучения строения, вещественного состава земных недр и глубинных процессов; взаимодействие геосфер»

5. Способ оценки сейсмостойкости грунтов, покрывающих тоннель метрополитена, методом сейсмического микрорайонирования с использованием коэффициента уязвимости.

Техническим результатом предложенного способа является повышение надежности оценки сейсмической уязвимости (сейсмостойкости) грунтовой толщи, покрывающей тоннель метрополитена. Достигается этот результат за счет использования при его реализации коэффициента уязвимости и приращения сейсмической интенсивности, расчет которых производится в интервалы времени, когда отсутствует движение поездов метрополитена.

Область применения предложенного способа. При движении электропоезда метро, по стенкам тоннеля и, соответственно, в покрывающей толще грунтов, включая дневную поверхность, распространяются интенсивные упругие воздействия, которые до некоторой степени изменяют состояние грунтовой толщи после каждого прохождения электропоезда (рис.1). В частности, это может быть, например, небольшое уплотнение или разуплотнение грунта, изменение спектра передаточной функции *H/V* и т.д. Поэтому, исследуя сейсмические записи в промежутках между прохождением поездов метро, рассчитывая приращение сейсмической интенсивности и сопоставляя, например, такой параметр сейсмограммы, как коэффициент уязвимости во времени, можно сделать вывод о стабильном или нестабильном поведении грунтов в точке измерения. Кроме того, проводя такие исследования над тоннелями метро по площади можно построить схематическую карту сейсмического микрорайонирования (СМР), по которой легко оценить сейсмостойкость грунтовой толщи.

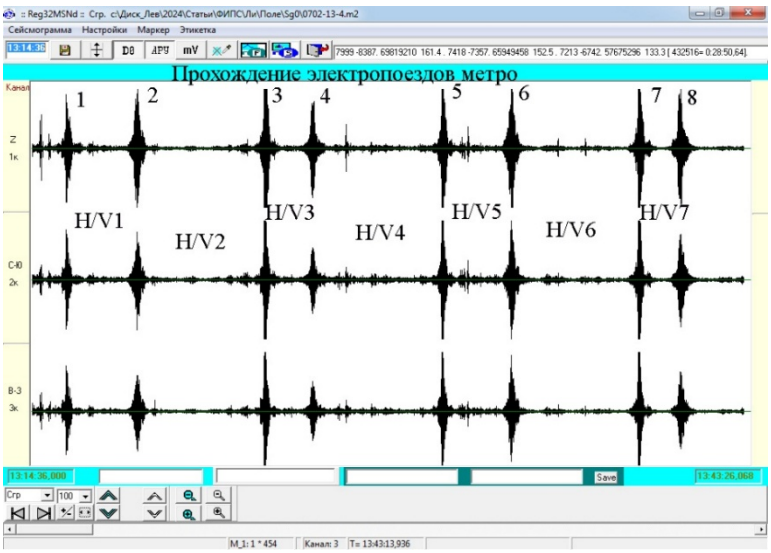


Рис. 1. Сейсмограмма прохождения электропоездов метро под точкой измерения

Авторы: Сенин Л. Н. (д.т.н., в.н.с); Сенина Т. Е. (с.н.с)
Публикация: *Сенин Л.Н., Сенина Т.Е.* Способ оценки сейсмостойкости грунтов, покрывающих тоннель метрополитена, методом сейсмического микрорайонирования с использованием коэффициента уязвимости. Патент РФ № 2837232. Опубликовано: 27.03.2025 г. Бюл. № 9.

(ИГФ УрО РАН)