

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке (НС РАН)

Сведения о результатах фундаментальных научных исследований, полученных в 2019 году по направлению 136 – «Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий», раздела IX– «Науки о Земле» Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013 – 2020 годы

Номер и наименование направления фундаментальных исследований	Полученные результаты (в привязке к ожидаемым результатам по Программе)
IX Науки о Земле	
<p>136. Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий</p>	<p>Тема: «Изучение геодинамических, сейсмических и геофизических процессов как основы прогноза землетрясений (включая моделирование неупругих процессов в сейсмогенерирующих зонах)» Номер темы в Плане НИР НС РАН: 0155-2019-0003 Номер темы в ЕГИСУ НИОКТР: АААА-А19-119020190064-9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Установлено, что удаленные землетрясения магнитудой $M > 5.0$ являются важным фактором, оказывающим краткосрочное влияние на напряженно-деформированное состояние земной коры на территории БГП, которое проявляется в синхронных или предваряющих разнонаправленных изменениях приращений удельного электрического сопротивления $\Delta\rho_r(t)$ на величину порядка 5–12 Ом*м (более $\pm 3\sigma$). • Показано, что энергетические и временные параметры афтершоковых последовательностей подчиняются степенным законам распределения, что характерно для систем с детерминированным хаосом. Активность афтершоков Суусамырского землетрясения хорошо описывается модифицированным законом Омори, значение параметра которого согласуется с результатами исследований афтершоковых последовательностей в других регионах. Значение параметра Тсаллиса, вычисленное по каталогу сейсмических событий Института сейсмологии НАН КР (~ 1.5), соответствует результатам, полученным для других сейсмоактивных регионов и свидетельствует о том, что наблюдаемая последовательность землетрясений представляет собой систему с памятью и дальними корреляциями. Параметр Тсаллиса, рассчитанный для афтершоковых последовательностей, превышает значение, полученное для всего каталога, что свидетельствует, о том, что перед главным событием в наблюдаемой системе возрастают дальние корреляции, которые сохраняются во время афтершоковой активности. • Предложенный подход с использованием метода метод неортогонального амплитудно-частотного анализа сглаженных сигналов (НАЧАСС) позволяет количественно описать сложную структуру волн от землетрясений и найти их АЧХ. Сравнение с исходными сигналами землетрясений показывает, что количественный анализ этих интегрированных размерностей проще, и эта особенность может быть использована и для целей классификации сигналов. Такой способ описания сигналов землетрясений с помощью НАЧАСС алгоритма открывает новые возможности в геофизических исследованиях сейсмоактивных регионов, в том числе, осуществляемых Научной станцией РАН на территории Тянь-Шаня.

- Показано, что качество каталога землетрясений сильно зависит от конфигурации сети и используемых скоростных моделей. Это приводит к неоднородности каталога как в пространстве, так и во времени. Для территории 37° - 47° с.ш. 68° - 83° в.д. наиболее представительным можно считать уточненный каталог ISC, который основывается на 3-х основных региональных каталогах для этой территории: KRNET, SOME и NNC.
- Явно выраженные аномальные изменения температуры в верхней тропосфере наблюдались за 1–8 дней до сильных сейсмических событий, что согласуется с ранее полученными результатами диагностирования аномалий температуры в различных сейсмически активных регионах Азии.
- В лабораторных условиях (на сантиметровом масштабе) триггерный эффект от воздействия электромагнитного поля на процесс разрушения образцов горных пород и искусственных материалов проявляется в росте активности акустической эмиссии и скорости деформации. Известны проявления электромагнитных триггерных эффектов в сейсмичности – кратковременное увеличение сейсмической активности и скорости сеймотектонических деформаций. В этом случае эффекты характеризуются размерами от единиц до десятков километров (натурный масштаб). В отчете представлены результаты более, чем 20-летних лабораторных исследований триггерных эффектов на образцах, обнаруживающие определенное сходство с наблюдениями на натурном масштабе (сейсмичность). В обоих случаях реакция среды на воздействие ЭМ поля происходит с задержкой.
- Электромагнитное зондирование земной коры на Бишкекском геодинимическом полигоне (Северный Тянь-Шань) сопровождается непрерывной релаксацией напряжений, что отражается в накоплении условных деформаций Беньоффа. Проведена интерпретация данных о взаимосвязи электромагнитных зондирований и вариаций сейсмичности Северного Тянь-Шаня за весь период зондирований, начиная с 1983 года. Ранее отмеченные случаи прироста деформаций Беньоффа сверх линейного тренда в 1987 – 1989 и 2002-2005 гг. предложено трактовать как кумулятивный результат непрерывных зондирований в режимах с наибольшим вкладом энергии, начатых соответственно в 1983 и 2000 г.
- Геоакустический сигнал, регистрируемый в стационарной точке на территории Научной Станции РАН, представляет собой набор нестационарных компонент различной амплитуды и частоты и демонстрирует мультифрактальное поведение в периоды электрзондирования с помощью установки ЭРГУ-600-2. Методом анализа флуктуаций после исключения масштабно-зависимых трендов (DFA) выявлено, что во время электрзондирований в геоакустическом сигнале отмечаются периоды резкого падения значений параметра Херста относительно фонового уровня. Вне периодов электромагнитного зондирования значения параметра Херста варьируются на фоновом уровне ~ 0.5 , свидетельствуя об отсутствии в сигнале в этот период коррелированности, как в случае с классическим броуновским движением. Обнаруженные отклики геоакустической эмиссии подтверждают возможность влияния импульсов тока на процесс деструкции геосреды, что согласуется с результатами, изложенными в работах о стимулировании локальной сейсмичности территории Северного Тянь-Шаня зондированиями ЭРГУ-600-2.
- Фрактальные свойства сейсмоакустических сигналов различной амплитуды были проанализированы с использованием моно- и мультифрактального анализа на основе метода DFA. Выявлено, что фоновый шум до и после вступления сейсмической волны характеризуется узкой шириной спектра мультифрактальности ($\Delta\alpha \approx 0.1$) и почти постоянным значением обобщенного параметра Херста ($H_q \approx 0.5$), демонстрируя монофрактальное поведение подобно белому шуму. Участки же сигнала, содержащие сейсмическую волну имеют более широкие спектры мультифрактальности и диапазоны изменения параметра Херста, соответствующие различным фазам сейсмической волны. Указанные различия можно использовать для обнаружения момента регистрации сейсмической волны, выделения участков P-, S- и кода-волн

в сигналах с низкой амплитудой, соизмеримой с уровнем шума.

- Подготовлен отчет о НИР
- Получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ:
Программа фрактального анализа микроснимков поверхности образцов горных пород FractMicroSurf // Правообладатель: ФГБУН ИС РАН. Авторы: Чешев М.Е., Имашев С.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019617817, дата регистрации: 20.06.2019 г.
- Подготовлены публикации:
 1. **Imashev S., Mishchenko M., Cheshev M.** Fractal analysis of seismoacoustic signals of near-surface sedimentary rocks in Kamchatka // Geofizika. 2019. Vol. 36, No. 1. P. 43-59. DOI: 10.15233/gfz.2019.36.15.
 2. **Nigmatullin R.R., Vorobev A.S., Nepeina K.S., Alexandrov P.N.** Fractal description of the complex beatings: How to describe quantitatively seismic waves? // Chaos, Solitons & Fractals 2019. 120: p. 171–82. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2019.01.017>.
 3. **Sychev V. N., Bogomolov L.M., Sycheva N.A.** Electromagnetic soundings of the earth crust and deformation processes in geosphere of the Bishkek geodynamic polygon (BGP) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 324(2019) 012008 doi:10.1088/1755-1315/324/1/012008.
 4. **Sychev V. N., Sycheva N. A.** The earthquakes aftershock processes of the Tien Shan and its surrounding area // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 324(2019) 012003 doi:10.1088/1755-1315/324/1/012003.
 5. **Sverdlik L., Imashev S., Yamskikh T.** Anomalous atmospheric temperature perturbations over seismically active regions of Europe according to satellite measurements // E3S Web of Conferences 75. 2019. P 02004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20197502004>.