

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР
Российской академии наук**

**ОТЧЕТ О НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИДГ РАН ЗА 2018 г.**

Москва-2019

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН в 2018 г.
М.: ООО “Графитекс”. 2019. – 48 с.

Сборник содержит информацию об основных научных результатах, полученных сотрудниками ИДГ РАН в 2018 году. Приводится библиографический список опубликованных статей в периодических изданиях, включенных в базу реферативной информации: Web of Science, Scopus, систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), Google Scholar и др. в 2018 г.

Ответственный редактор:
д.ф.-м.н., профессор *Г.Г. Кочарян*
Компьютерная подготовка
оригинал-макета: *В.В. Ежакова*

ВВЕДЕНИЕ

В 2018 г. основные научные исследования в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте динамики геосфер РАН выполнялись по следующим разделам Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.:

- ▲ **Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы.**
- ▲ **Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий.**
- ▲ **Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИСтехнологии).**

Работы велись по 17 темам Государственного задания, включая 5 проектов, выполняемых по Программам Президиума РАН. Кроме того, работы велись по 14 инициативным проектам, поддержанным грантами научных фондов и Президента РФ, а также по договорам с различными организациями. Направленность большей части работ отражает основное направление деятельности Института – изучение взаимодействия природных явлений и техногенных процессов. Исследования, выполняемые в Институте, включают теоретические разработки, полевые, лабораторные и численные эксперименты.

Обобщение результатов наблюдений за крупномасштабными процессами при помощи моделей, построенных на основе лабораторных и численных экспериментов, является «фирменным подходом» Института.

Основные источники данных включают материалы, полученные в ходе натурных исследований, проводимых в различных регионах России, данные лабораторных экспериментов на специально созданных установках.

Теоретические исследования направлены на создание физико-математических и феноменологических моделей явлений и процессов, протекающих во взаимодействующих геосферах. Численные расчеты проводятся с использованием оригинальных программ, разработанных специалистами ИДГ РАН. Интерпретация результатов экспериментов и наблюдательного материала проводится в ходе тесного сотрудничества ученых и инженеров разных специальностей, что позволяет решать широкий круг современных научных проблем.

Важнейшие результаты работ 2018 г. связаны с созданием на базе ГФО «Михнево» программно-аппаратного комплекса исследования взаимосвязанных динамических процессов в геосферах, обнаружением нового физического явления: выраженного эффекта изменения механических характеристик разломной зоны перед динамическим срывом, лабораторным исследованием влияния техногенного изменения НДС пласта на распространение трещин гидро-разрыва.

Большим успехом явилось присуждение академику РАН В.В. АДУШКИНУ и д.ф.-м.н. А.А. СПИВАКУ премии им. Б.Б. ГОЛИЦЫНА 2018 года за монографию **«Физические поля в приповерхностной геофизике»**. Удостоенная премии монография является крупным обобщающим трудом, в котором геофизические поля рассматриваются как факторы, определяющие взаимодействие внутренних и внешних геосфер.

Результаты выполнения Государственного задания и грантов РФФИ и РНФ учеными Института в 2018 г. опубликованы в 153 публикациях, входящих в систему научного цитирования РИНЦ, в том числе в 3-х монографиях, 83 статьях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science. По данным Scopus в 2018 г. работы сотрудников ИДГ РАН цитировались свыше 1000 раз.

Вышел в свет очередной, десятый, сборник «Динамические процессы в геосферах».

Полученные результаты доложены на ряде представительных международных и Всероссийских конференций, включая EGU General Assembly, European Seismological Congress, AGU Fall Meeting и др.

Инновационная деятельность Института в 2018 году была направлена на внедрение результатов научных исследований и разработок в практику и производство. Выполнялись исследования в интересах организаций оборонного комплекса, предприятий горнодобывающей промышленности и др.

Подразделения ИДГ РАН участвуют в выполнении нескольких КПНИ, реализуемых в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы: «Безопасность горных работ», «Венера-Д», «Прикладные проблемы гелиогеофизики».

Традиционно, большое внимание уделяется подготовке высококвалифицированных кадров. Работа ведется в нескольких направлениях: базовая кафедра «Теоретическая и экспериментальная физика геосистем» Московского физико-технического института, аспирантура ИДГ РАН и научно-образовательный центр «Геофизика и нефтяной инжиниринг», созданный на базе МФТИ и ИДГ РАН.

Ниже приведены краткие сведения о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН в 2018 г.

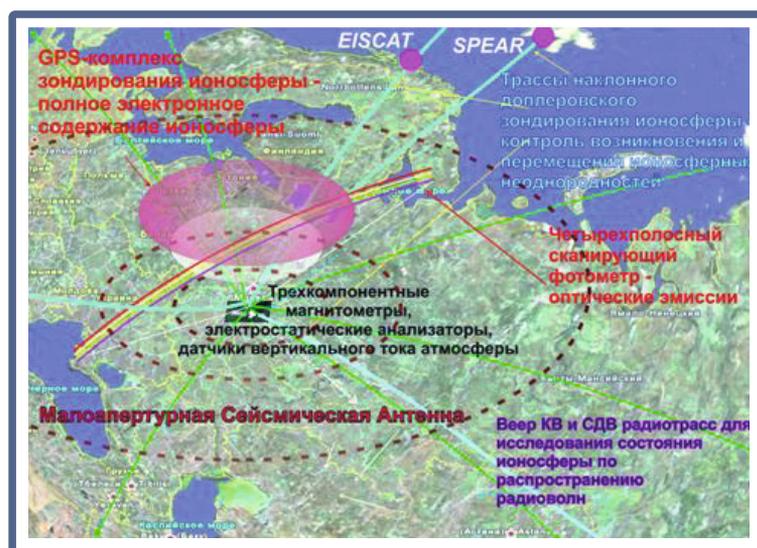
Важнейшие результаты научных исследований Института динамики геосфер РАН за 2018 год

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОСФЕРАХ

В.В. Адушкин, Б.Г. Гаврилов, А.Г. Гоев, Э.М. Горбунова, В.М. Ермак, Ю.И. Зецер, Г.Н. Иванченко, И.Б. Косарев, А.Н. Ляхов, Ю.В. Поклад, О.Ю. Ризниченко, И.А. Ряховский, Ю.С. Рыбнов, С.А. Рябова, И.А. Санина, С.П. Соловьев, А.А. Спивак, В.А. Харламов

На базе геофизической обсерватории ИДГ РАН «Михнево» создан уникальный измерительный комплекс для исследования взаимосвязанных процессов в литосфере, атмосфере, ионосфере Земли. Комплекс включает единственную на Восточно-Европейской платформе малоапертурную сейсмическую группу, магнитометрические, электроизмерительные, навигационные и радиофизические средства наблюдения, ионозонд с линейной частотной модуляцией. Все получаемые данные имеют единую привязку по времени, что обеспечивает возможность исследования взаимосвязи процессов, протекающих в разных оболочках Земли.

Анализ данных 2018 г. позволил получить новые знания о структуре геосфер и протекающих в них физических процессах. Впервые построены скоростные разрезы земной коры и верхней мантии до глубины 300 км коллизийной зоны и микроконтинента Волго-Уралья, продемонстрирована связь между динамическими возмущениями и напряженно-деформированного состояния литосферы и тонкой структурой геомагнитных вариаций, разработана новая методика расчета параметров нижней ионосферы, возмущенной солнечными вспышками



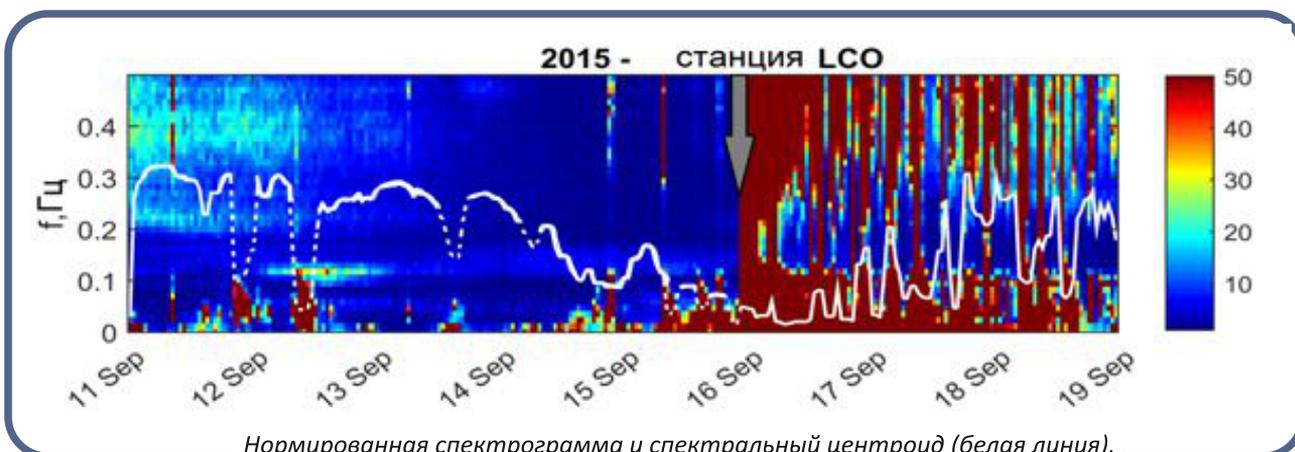
Публикации:

1. V.V. Adushkin, A.A. Spivak, V.A. Kharlamov. **Manifestation of the lunar-solar tide and free oscillations of the Earth in the variations of the magnetic field** // Izvestiya, Physics of the solid Earth. 2018. Vol. 54. No. 6. P.859–871. DOI: 10.1134/S1069351318060010.
2. S.A. Riabova, A.A. Spivak. **Fine structure of the fundamental spheroidal mode OS2 in geomagnetic variations** // SGEM2018 Conference Proceedings. Vol. 18. Issue 1.1. 2018. P.795-801.
3. Б.Г. Гаврилов, Ю.И. Зецер, А.Н. Ляхов, Ю.В. Поклад, И.А. Ряховский. **Пространственно-временные распределения электронной плотности в ионосфере по данным регистрации полного электронного содержания и фазы ОНЧ радиосигналов** // Геомагнетизм и аэронавигация». 2017. т.57, № 4, с. 500509, DOI: 10.7868/S001679401704006X.
4. Гоев А.Г., Косарев Г.Л., Ризниченко О.Ю., Санина И.А. **Скоростная модель западной части Волго-Уралья методом функции приемника** // Физика Земли. 2018. № 6. С. 154-169.
5. Ivanchenko G.N., Gorbunova E.M., Kosarev G.L., Riznichenko O.Yu., Goev A.G. **Lithospheric architecture of European craton** // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. P.205-212. ISBN 978-619-7408-35-5 / ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2018/1.1.

ЭФФЕКТ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛОМНОЙ ЗОНЫ ПЕРЕД ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ

Г.Г. Кочарян, А.А. Остапчук, А.Н. Беседина, Д.В. Павлов

Обнаружено новое физическое явление: выраженный эффект изменения механических характеристик разломной зоны перед динамическим срывом. Этот эффект проявляется в спектре сейсмического шума в виде смещения соответствующих спектральных пиков в область низких частот и может быть обнаружен по результатам инструментальных наблюдений. Перед крупными землетрясениями подобное смещение может быть выявлено за несколько дней до события.



Нормированная спектрограмма и спектральный центростид (белая линия), рассчитанный в частотной области 0,01-0,5 Гц, сейсмического сигнала, зарегистрированного на станции LCO, перед Чилийским землетрясением Mw8.3, 16.09.2015. Момент Землетрясения указан стрелкой. Пунктиром указаны области локального снижения величины центростида, вызванное поверхностными волнами от удаленных землетрясений с $M > 5$.

Обнаруженный феномен может служить основой для создания принципиально новых методов диагностики активных разломов, что найдет свое применение как при разработке новых подходов к прогнозу землетрясений, так и при обеспечении безопасного ведения горных работ.

Публикации:

1. Kocharyan G.G., Ostapchuk A.A., Pavlov D.V. **Traces of laboratory earthquake nucleation in the spectrum of ambient noise** // Scientific Reports (Q1). 2018. Т. 8. № 1. С. 10764. DOI:10.1038/s41598-018-28976-9.
2. Kocharyan G. G., Ostapchuk A.A., Pavlov D.V., and Budkov A. M. **On the Prospect of Detecting the Process of Earthquake Preparation in the Spectrum of Seismic Noise: A Laboratory Experiment** // Izvestiya, Physics of the Solid Earth, 2018, Vol. 54, No. 6, pp. 914–925. DOI:10.1134/S106935131806006X.
3. Besedina A.N., Ostapchuk A.A. **Parametric Analysis of the Low-Frequency Seismic Noise as the Basis for Monitoring Changes of the Stress-Strain State of Rock** // AIP Conference Proceedings. 2018.

Информация в СМИ:

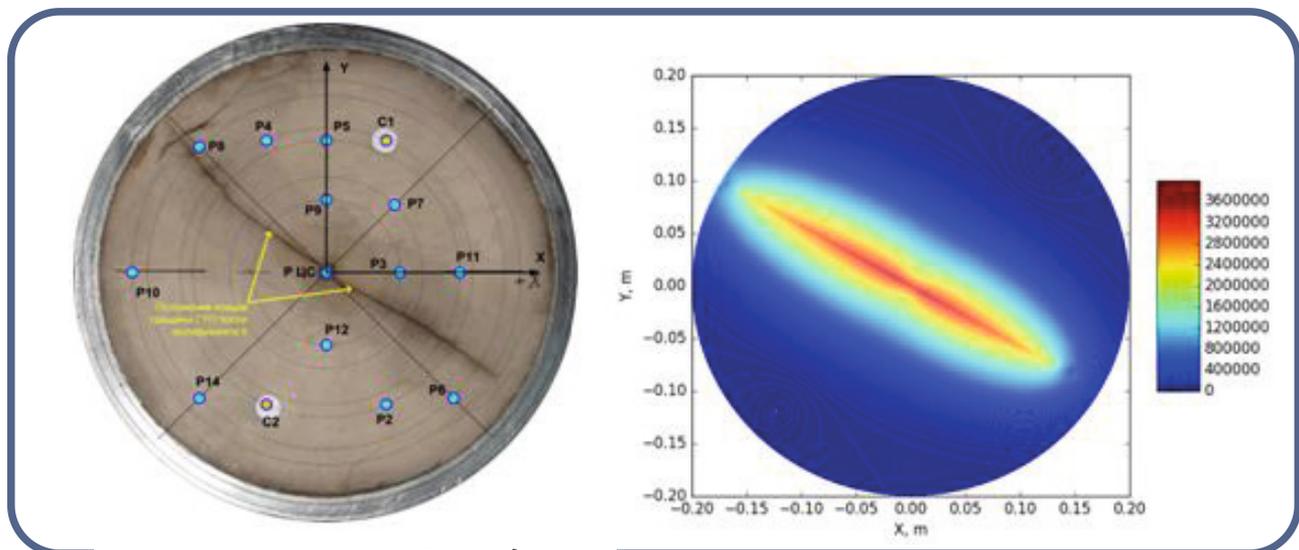
РИА НОВОСТИ – <https://ria.ru/science/20181108/1532358635.html>
НОВОСТИ РОССИИ – <http://www.kremlinrus.ru/news/165/89906/>
ВЕСТИ.RU – <https://www.vesti.ru/doc.html?id=3080947>
ПОИСК - <http://www.poisknews.ru/theme/science/40009/>
Naked Science – <https://naked-science.ru/article/column/shepot-zemli-rasskazal-uchenym-o>

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛАСТА
В ХОДЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ
НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН ГИДРОРАЗРЫВА

С.Б. Турунтаев, Е.В. Зенченко, П.Е. Зенченко, М.А. Тримонова, Н.А. Барышников

На уникальной лабораторной установке ИДГ РАН для моделирования трещин гидроразрыва пласта (ГРП), с учетом критериев подобия, выполнен комплекс лабораторных экспериментов, в которых найдены условия переориентации трещин ГРП из-за изменения напряженного состояния, вызванного разработкой месторождения. Установлено, что при большом контрасте горизонтальных напряжений трещины гидроразрыва распространяются в направлении максимального сжимающего напряжения, тогда как при низком контрасте трещина отклоняется в сторону нагнетательной и от добывающей скважин.

Показано, что возмущение поля напряжений трещинами, созданными ранее, приводит к отклонению трещины ГРП от исходного направления. Продемонстрирован рост трещин автоГРП на нагнетательных скважинах при закачке жидкости с постоянным давлением, меньшим давления гидроразрыва.



Развитие трещины автоГРП при давлении, ниже давления гидроразрыва: слева эксперимент, справа – численное

Полученные результаты могут быть использованы для верификации численных расчетов распространения трещин ГРП и для адекватной интерпретации полевых данных.

Публикации:

1. Турунтаев С.Б., Зенченко Е.В., Зенченко П.В., Тримонова М.А., Барышников Н.А., Айгожиева А.К. **Лабораторное моделирование роста и взаимодействия трещин грп в условиях неоднородного напряженного состояния** // В сборнике: Геодинамика, геомеханика и геофизика: Материалы XVIII Всероссийского семинара. 2018. С. 13-14.
2. Trimonova M., Zenchenko E., Baryshnikov N., Turuntaev S., Zenchenko P., Aigozhieva A. (2018) **Estimation of the Hydraulic Fracture Propagation Rate in the Laboratory Experiment**. In: Karev V., Klimov D., Pokazeev K. (eds). Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. PMMEEP 2018. Springer Geology. Springer, Cham P. 259-268, doi.org/10.1007/978-3-319-77788-7-27.
3. Sergey Turuntaev, Evgeny Zenchenko, Maria Trimonova, Petr Zenchenko, Nikolay Baryshnikov, Akbot Aigozhieva. **Interactions of hydraulic fractures** // 11th International Conference on Structural Integrity and Failure. Conference paper. Australia, Perth, 2018.

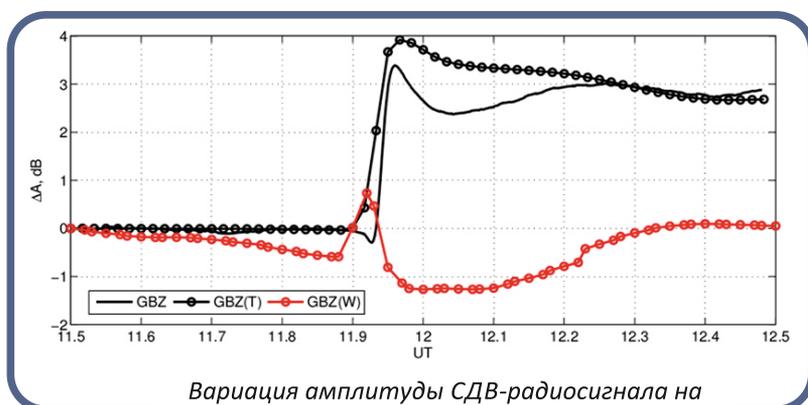
Результаты, полученные Институтом в 2018 году, по темам Государственного задания

НАУКИ О ЗЕМЛЕ: ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ, ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ И ГЛУБИННЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

№ 0146-2017-0002 Оценка изменения величины геомагнитноиндуцированных токов, вызванной изменением магнитного поля Земли. Прогнозные оценки возможных угроз для инфраструктуры Арктического региона России (руководитель проекта к.т.н. А.Н. ЛЯХОВ)

Из анализа данных искусственных спутников Земли Aura и Timed за период 2009–2012 годы впервые получены функции плотности вероятности параметров средней атмосферы (Т, [O₂], [N₂], [H₂O], [O₃] и [CO₂]) и разработана принципиально новая схема ассимиляции этих функций в вероятностной плазмохимической модели нижней невозмущенной среднеширотной ионосферы. Выполнена верификация вероятностной модели по данным измерений в ГФО «Михнево».

Показана полная неадекватность существующих эмпирических моделей нижней ионосферы данным наблюдений отечественной СДВ системы БЕТА и европейских СДВ передатчиков как в спокойных, так и возмущенных условиях. Необходима разработка новых современных моделей нижней ионосферы. Разработана новая вычислительная модель ионизации нижней ионосферы при рентгеновских вспышках, позволившая впервые воспроизвести результаты регистрации СДВ сигналов на близких трассах.



Вариация амплитуды СДВ-радиосигнала на трассе GBZ-Михнево во время солнечной рентгеновской вспышки X9.4 06.09.2017.

Расчет по модели ИДГ (черные кружки), экспериментальные данные (сплошная черная линия) и расчеты по эмпирической модели (красная)

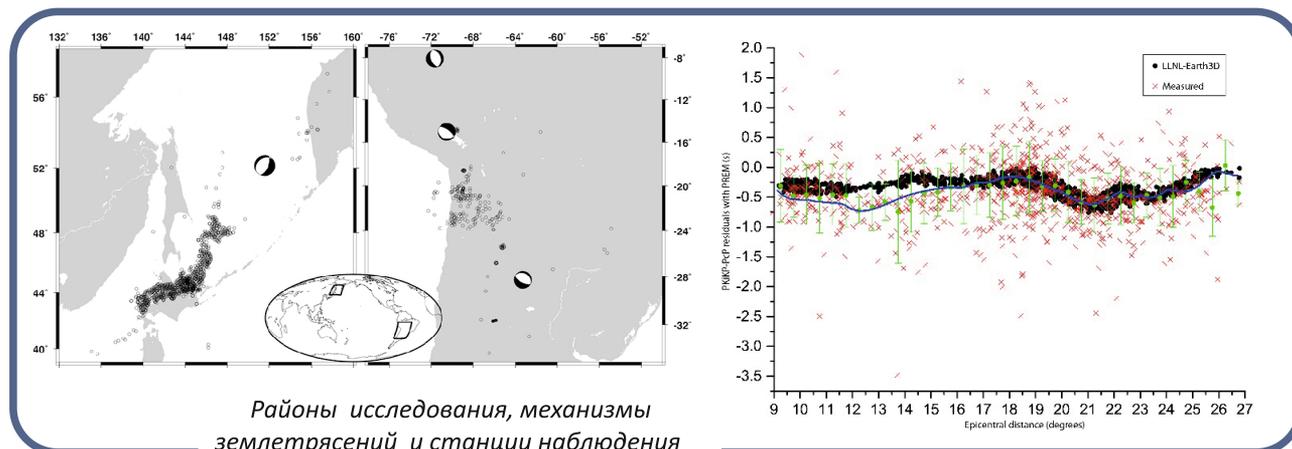
Показано, что существующая схема оценки геоэффективности вспышки на Солнце только по максимальному значению потока рентгеновского излучения неверна и расчеты эффектов в средней атмосфере требуют учета реальных спектров солнечного излучения.

Публикации:

Andrey N. Lyakhov, Julia A. Korsunskaya, Yuri V. Poklad et. al. **The numerical simulation of the 2017 september solar X-flares impact on the midlatitude lower ionosphere** // Proc.SPIE. 2018. Т. 10833. С.10833–10833–7.DOI: 10.1117/12.2504292 .

№ 0146-2017-0004 Определение пространственной мозаики отражений от поверхности внутреннего ядра Земли и отклонений от сферической симметрии структур во внешнем ядре (руководители проекта доктора физ.-мат. наук В.М. ОВЧИННИКОВ, Д.Н. КРАШОЩЕКОВ)

Проведен анализ более 1300 дифференциальных характеристик волн PKiKP и PcP, отражённых от границы ядра Земли под Северо-Восточной Азией и Южной Америкой и зарегистрированных на эпицентральных расстояниях 3.2–35.2°. Сглаженные дифференциальные времена пробега указывают на статистически значимое различие в 0.72 с на западе и востоке внутреннего ядра Земли. Статистически значимое различие в 0.6 г/см³ наблюдается также между оценками скачка плотности на границе внутреннего ядра:

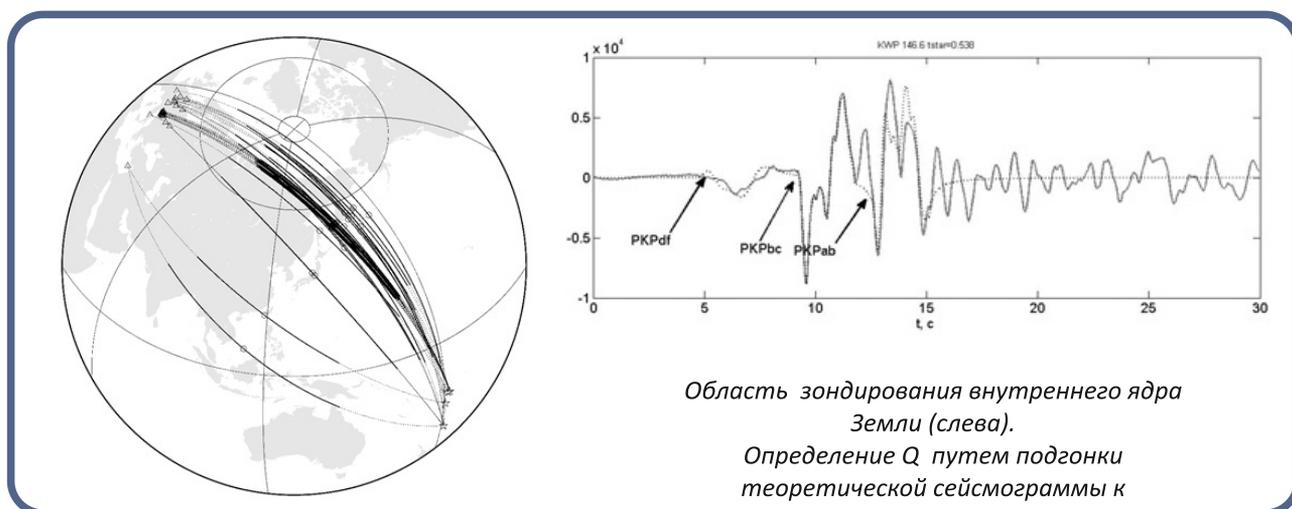


Районы исследования, механизмы землетрясений и станции наблюдения (слева).

Теоретические и экспериментальные невязки дифференциальных времён пробега на станциях в Японии (справа)

под Северо-Восточной Азией - 0.3 г/см^3 , а под Южной Америкой - 0.9 г/см^3 . Эти результаты поддерживают гипотезу о трансляции вещества внутреннего ядра с Запада, где происходит его рост за счет кристаллизации, на Восток, где доминирует плавление.

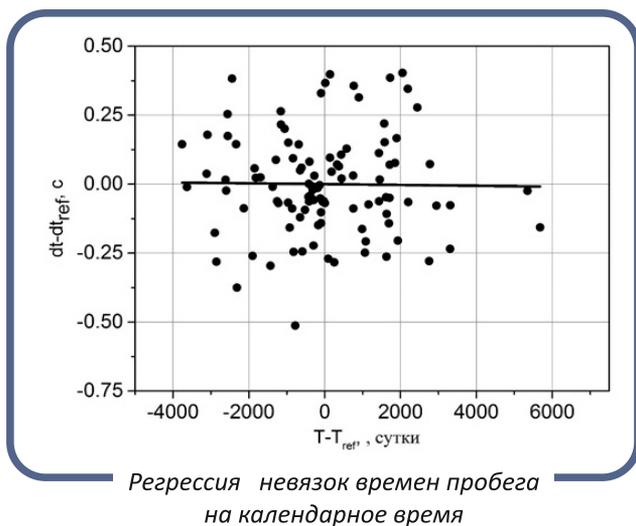
Получены оценки фактора Q , характеризующего поглощающие свойства среды, путем инверсии волновых форм с использованием метода отжига. Для области верхней части внутреннего ядра до глубины 300 км величина $Q = 324 \pm 17$. Сравнение с величинами Q , определёнными методом спектрального отношения, показывает, что результаты статистически неразличимы. Метод инверсии позволяет также одновременно определять дифференциальные времена пробега волн PKP_{DF} и PKP_{BC} , которые значимо различаются от оценок корреляционным методом и по временному положению максимальных амплитуд волн PKP_{DF} и PKP_{BC} в различных частотных окнах.



Область зондирования внутреннего ядра Земли (слева).

Определение Q путем подгонки теоретической сейсмограммы к экспериментальной (справа)

По временам пробега волн PKP_{DF} , зондирующих самую верхнюю часть внутреннего ядра, от 104 подземных ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне, зарегистрированных на сейсмической станции «Новолазаревская» в Антарктиде, показана независимость времени пробега от календарного времени. Это указывает либо на отсутствие дифференциального вращения внутреннего ядра, либо на латеральную однородность внутреннего ядра под Южной Африкой с масштабом порядка 100 км на глубинах до 40 км от границы, если скорость дифференциального вращения составляет около 0.2 градуса в год.



Публикации:

1. Krasnoshchekov D.N., Ovtchinnikov V. M. **The Density Jump at the Inner Core Boundary in the Eastern and Western Hemispheres February 2018** // Doklady Earth Sciences 478 (2), P. 219-223. DOI: 10.1134/S1028334X18020046 (WoS-Q4, Scopus – Q2, РИНЦ).
2. Краснощечков Д.Н., Овчинников В.М. **Об отражающих свойствах границы внутреннее - внешнее ядро Земли под Южной Америкой и Юго-восточной Азией** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: Графитекс. 2018. С. 10-20. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20154 (РИНЦ)

КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ЭНДОГЕННЫЕ И ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВКЛЮЧАЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ: ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА И СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

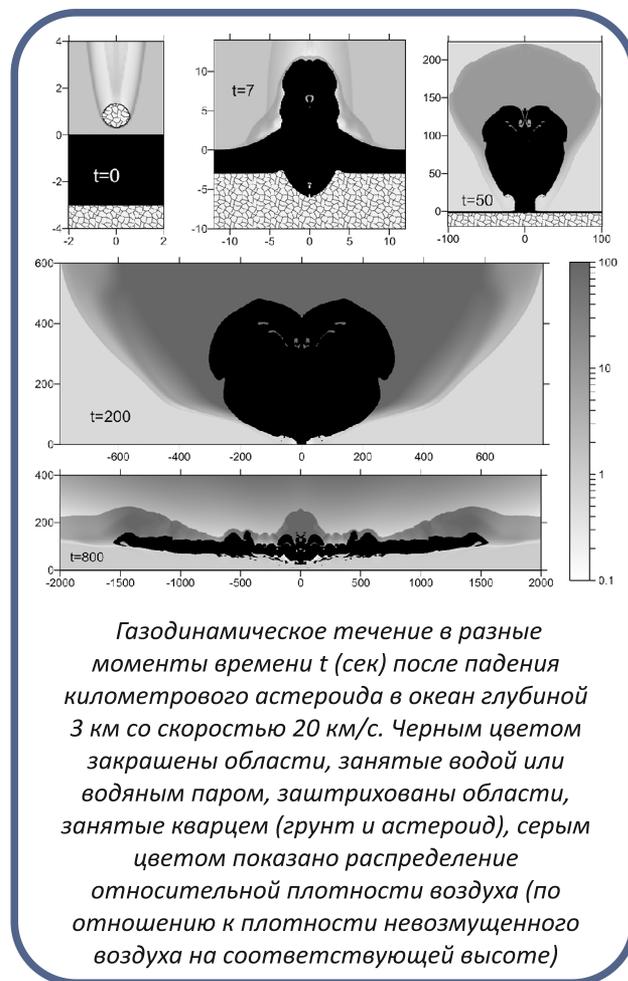
№ 0146-2017-0003 Разработка комплексной модели воздействия на внутренние и внешние геосферы внедряющихся космических тел и оценка последствий таких падений (руководитель проекта д.ф.-м.н. В.В. ШУВАЛОВ)

С помощью разработанных в ИДГ РАН оригинальных компьютерных моделей воздействия на внутренние и внешние геосферы Земли ударов крупных космических тел (диаметром 1-3 км) выполнено моделирование падения километрового астероида на твердую поверхность с образованием кратера и выбросом пыли в атмосферу; в океан с образованием волны цунами и выбросом в атмосферу соленой воды. Оценена возможность возникновения массовых пожаров, вызванных тепловым излучением при падении на Землю крупных космических тел.

Применение разработанных компьютерных программ к моделированию ударов километровых тел по астероиду Веста позволило определить долю теряемой массы ударника и мишени и внести ограничения на возможные сценарии эволюции астероида.

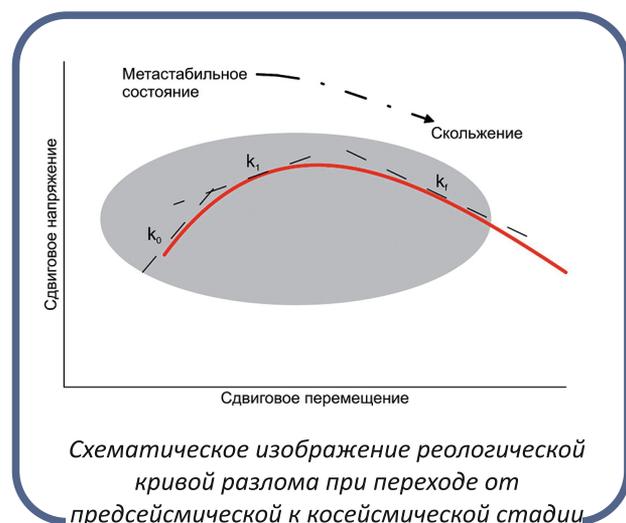
Публикации:

Shuvalov V.V., Khazins V.M. **Numerical Simulation of Ionospheric Disturbances Generated by the Chelyabinsk and Tunguska Space Body Impacts** // Solar System Research. V. 52, Issue 2 P. 129-138. 2018. DOI:10.1134/S0038094618010094 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).



№ 0146-2017-0006 Разработка методологии прогноза последствий изменения режимов деформирования потенциально опасных участков земной коры (разломы, трещины, подземные сооружения и т.д.) при эндогенных и экзогенных воздействиях (руководитель проекта д.ф.-м.н. Г.Г. КОЧАРЯН)

Разработанная в лабораторных экспериментах феноменологическая модель перехода очаговой области будущего землетрясения в метастабильное состояние, нашла подтверждение и при обработке записей некоторых сейсмических наблюдений. Для этого был разработан новый метод выделения характерных собственных частот колебаний в низкочастотном микросейсмическом фоне. Изменение характерной частоты моды собственных колебаний системы «блок-разлом», обусловленное снижением её сдвиговой жесткости, демонстрирует переход среды в метастабильное состояние. Перед тремя рассмотренными мега-землетрясениями, произошедшими вдоль побережья Чили в зоне субдукции, выявлен эффект смещения спектрального пика и проанализированы пространственно-временные закономерности его проявления.



Схематическое изображение реологической кривой разлома при переходе от предсейсмической к косейсмической стадии (скольжение).

Радикальное снижение величины сдвиговой жесткости контакта (пунктирные линии) с k_0 до k_1 может оказаться прогностическим признаком, свидетельствующим о переходе разлома в метастабильное состояние

По результатам прецизионных измерений вариаций уровня подземных вод в скважинах показано, что изменение физических свойств флюидонасыщенного коллектора под действием сейсмических колебаний может рассматриваться в качестве одного из механизмов трансформации геологической среды. Анализ реакции подземных вод продемонстрировал наличие как динамических, так и постсейсмических эффектов, соответствующих необратимому изменению структуры трещинно-порового пространства. Хотя наиболее значительные остаточные явления наблюдаются в результате воздействия низкочастотных поверхностных колебаний от удаленных землетрясений, динамические воздействия от массовых взрывов могут оказаться причиной возникновения вторичных гидродинамических эффектов во флюидосодержащем коллекторе таких, как, например, постепенное «размывание» коллоидных пробок, приводящее к резкому изменению давления флюида в локальных областях и возникновению интенсивных перетоков флюида.

Публикации:

Ruzhich, V.V., Kocharyan, G.G. et al. Determination of the PT conditions that accompanied a seismogenic slip along a deep segment of the marginal suture of the Siberian craton // Dok. Earth Sc. 2018. Vol. 481. P. 1017-1020. DOI: 10.1134/S1028334X18080081 (WoS-Q4, Scopus-Q2, ПИНЦ).

№ 0146-2017-0007 Определение интенсивности сейсмического действия крупных техногенных источников (например, карьерных взрывов) на территории России. Классификация территории Центральной части России по степени сейсмического риска на основе данных о расположении техногенных сейсмических источников (руководитель проекта д.ф.-м.н. И.А. САНИНА)

По данным многоканальных записей ГФО Михнево показана возможность обнаружения и идентификации слабых сейсмических сигналов в массиве при помощи оценивания вектора кажущейся медленности Р-волн сейсмических событий.

На примере ряда карьеров (Афанасьевский, Стойленский, Лебединский) показана ограниченная эффективность кросс-корреляционных методов для идентификации взрывов. Более точное решение получено с применением вейвлет-анализа. В 2018 г. в результате проведенных исследований была расширена база волновых шаблонов (до 60) для всей территории ВЕП, учитывающая особенности проведения взрывных работ. На основании карт событий природного и техногенного характера, зарегистрированных постоянной и временными малоапертурными группами на территории центральной части ВЕП, проведена качественная оценка возможного макросейсмического эффекта с учетом геологического строения региона.

Публикации:

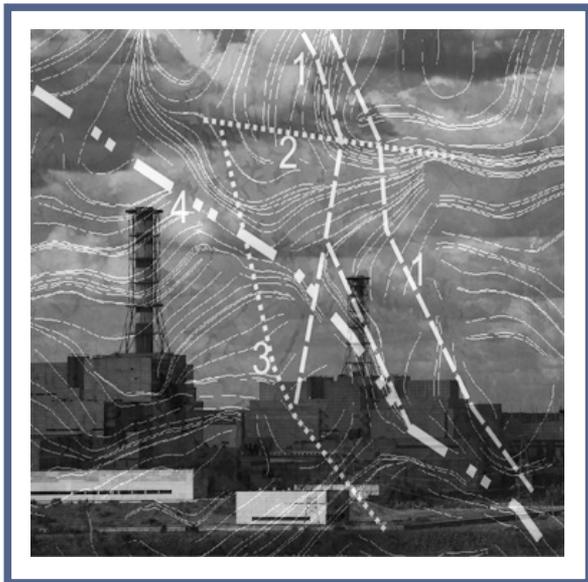
Алешина Е.И., Асминг В.Э., Баранов С.В., Белевская М.А., Варлашова Ю.В., Войтова А.С., Волосов С.Г., Гахдрахманова Ю.В., Габсатарова И.П., Голубева И.В., Данилова Т.В., Девяткина Л.В., Денега Е.Г., Денисенко Г.А., Децик И.В., Дягилев Р.А., Иванова Л.Е., Карпинская О.В., Коваленко Л.С., Козьмин Б.М., Коломиец О.А., Константиновская Н.Л., Косая В.В., Круглова И.П., Лескова Е.В., Лещук Н.М., Манушина О.А., Москаленко Т.П., Мунирова Л.М., Надежка Л.И., Нахшина Л.П., Нестеркина М.А., Паршина И.А., Пивоваров С.П., Подкорытова В.Г., Подлипская Л.А., Санина И.А., Селиванова Е.А., Славский А.В., Сохатюк А.С., Старикович Е.Н., Старкова Е.Н., Федоров А.В., Ферчева В.Н., Хостаева Е.В., Чернецова А.Г., Шаталова А.О., Шевелева С.С., Шевкунова Е.В., Шибаев С.В. **Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах.** ISSN 1819-852X Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018, с. 183-194, (РИНЦ).



№ 0146-2017-0009 Разработка методов сейсмического мониторинга районов расположения особо ответственных объектов на этапах их проектирования, строительства и эксплуатации на базе проведения режимных наблюдений на площадках строящихся АЭС. Локальный сейсмический мониторинг с целью прогнозирования возникновения катастрофических процессов на объекте (руководитель проекта к.ф.-м.н. С.Б. КИШКИНА)

Создана методика многоканального детектирования, позволяющая выявлять слабые сейсмические сигналы на фоне аддитивных и мультипликативных помех.

Определен ряд критериев, позволяющих оценить возможность возникновения катастрофических процессов в районе расположения площадки Курской АЭС.



На основе оценки параметров регистрируемых сейсмических колебаний, возникающих в массиве в результате антропогенного воздействия, проведены теоретические исследования связи очаговых характеристик слабых сейсмических событий и параметров регистрируемых колебаний.

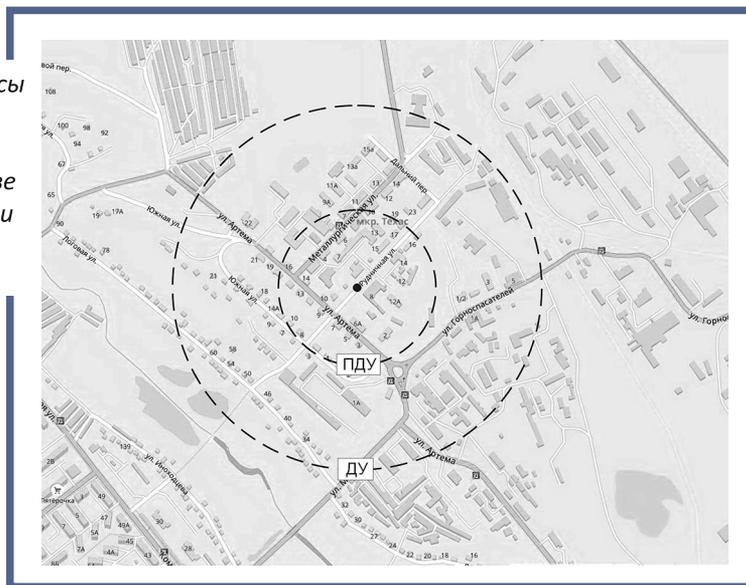
Публикации:

1. Бугаев Е.Г., Кишкина С.Б. Оценка долговременной и текущей сейсмической опасности площадок объектов использования атомной энергии на основании материалов инженерных изысканий // Ядерная и радиационная безопасность. М. 2018, № 3 (89). С. 10-22 (РИНЦ)
2. Besedina A.N., Kishkina S.B., Pavlov D.V. Reaction of the Fault Zone to Periodic Seismic Impact by Example of the Korobkovo Ore Deposit // AIP Conference Proceedings. 2018. Vol. 2151. Article number: 020028. DOI: 10.1063/1.5083271 (WoS, Scopus, РИНЦ)

№ 0146-2017-0010 Прогноз и снижение негативных последствий от геодинамических процессов при разработке месторождений и сейсмическом воздействии на окружающую среду сильных техногенных источников. Разработка прогностической модели катастрофических геодинамических явлений на ряде месторождений России (руководитель проекта к.ф.-м.н. В.И. КУЛИКОВ)

В результате сейсмического мониторинга действия массовых взрывов при подземной разработке месторождения железных руд на шахте КМАруда в г. Губкин получены карты изосейст сейсмического действия массовых взрывов на застройку и инфраструктуру различных районов города. Разработана методика расчета сейсмического действия проектируемых массовых взрывов и пути снижения сейсмо-взрывных нагрузок.

Карта-схема (справа) города Губкина и радиусы зон с допустимым (450 м) и предельно допустимым (165 м) уровнем сейсмических колебаний для населения при массовом взрыве на глубине 265 м и массой ВВ в одной ступени замедления 1 тонна



Впервые на основе санитарных норм и правил по вибровоздействию на человека разработан метод определения городских зон с допустимым и предельно допустимым уровнем воздействия сейсмических колебаний на население города при массовых взрывах.

Показано, что сейсмические колебания дневной поверхности в эпицентре массовых взрывов возбуждают плоские воздушные волны с уровнем громкости звука около 110 Дб.

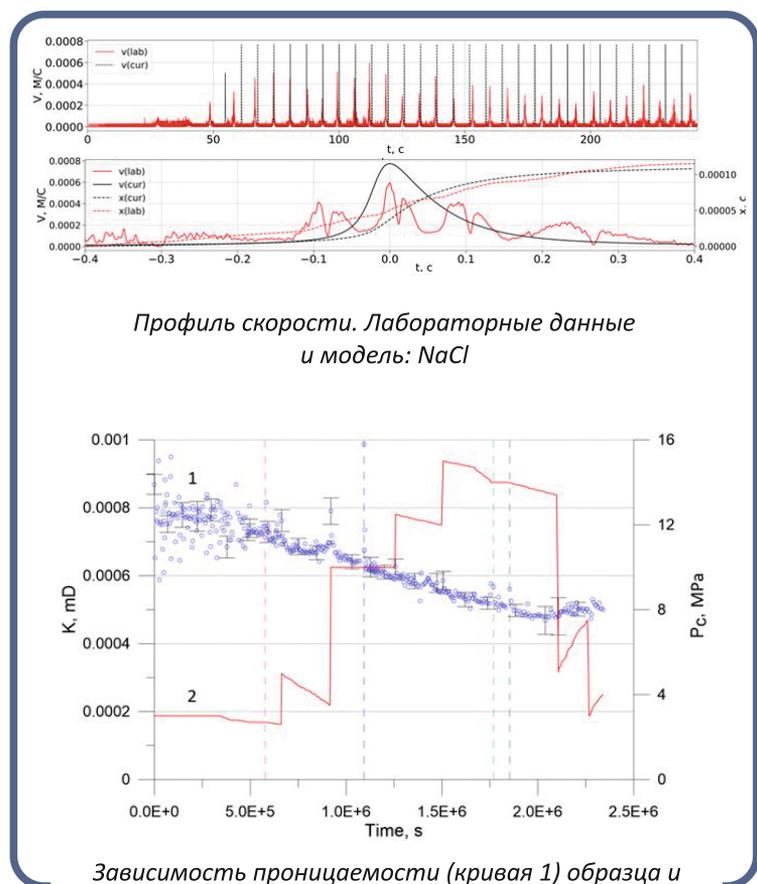
Полученные результаты могут служить основой нового подхода к защите населения от негативного воздействия массовых взрывов.

Публикации:

1. Куликов В.И., Ганопольский М.И. Воздействие массовых взрывов при подземной разработке железорудных месторождений на застройку и население города Губкин. // Взрывное дело. № 121/78, 2018. с. 135-151. (РИНЦ).
2. Kulikov V.I., Pavlov D.V., Markov V.K., Ostapchuk A.A., Sedochenko V.V. Manifestations of nonlinearity of deformation properties of regional fault // Geomechanics and Geodynamics of rock Masses. 2018, vol. 2, p. 1495 – 1500. (РИНЦ).

№ 0146-2017-0011 Решение задач геодинамической безопасности флюидных систем земной коры, включая области шельфа (руководитель проекта д.ф.-м.н. С.Б. ТУРУНТАЕВ)

Применительно к проблемам сейсмичности при воздействии на флюидные системы земных недр рассмотрены различные модификации закона трения rate-and-state и показано, что использование двухпараметрического закона трения с дополнительным слагаемым в виде аналога динамической вязкости позволяет получить адекватное описание развития техногенного сейсмического режима. Показано, что, в зависимости от геомеханических и гидродинамических параметров, можно получить как случай быстрого роста сейсмической активности непосредственно после начала закачки жидкости, так и ситуацию, когда основные сейсмические события происходят уже после окончания роста порового давления.



Зависимость проницаемости (кривая 1) образца и давления обжатия (кривая 2) от времени на протяжении всего времени проведения опыта (месяц). Пунктирными линиями отмечены времена проведения тестов по установлению фильтрации

На уникальной лабораторной установке ИДГ РАН для моделирования трещин гидроразрыва пласта (ГРП) выполнен комплекс лабораторных экспериментов с учетом критериев подобию, в которых найдены условия переориентации трещин ГРП из-за изменения напряженного состояния. Показано, что возмущение поля напряжений трещинами, созданными ранее, приводит к отклонению трещины ГРП от исходного направления. Продемонстрирован рост трещин автоГРП на нагнетательных скважинах при закачке жидкости с постоянным давлением, меньшим давления гидроразрыва. Полученные результаты могут быть использованы для верификации численных расчетов распространения трещин ГРП и для адекватной интерпретации полевых данных.

В результате долговременных экспериментальных исследований зависимости фильтрационных свойств плотных проницаемых пород (типа баженовской свиты) от напряженно-деформированного состояния установлено, что изменение проницаемости на больших временах может быть гораздо значительней, чем в экспериментах по кратковременному нагружению.

Проницаемость образца, находившегося под нагрузкой в течение месяца, снизилась более чем в полтора раза, при этом изменение проницаемости произошло за счет его вязкого деформирования. Обнаруженное явление требует дальнейшего изучения, особенно в связи с возрастанием роли разработки низкопроницаемых пород при добыче трудноизвлекаемых запасов углеводородов.

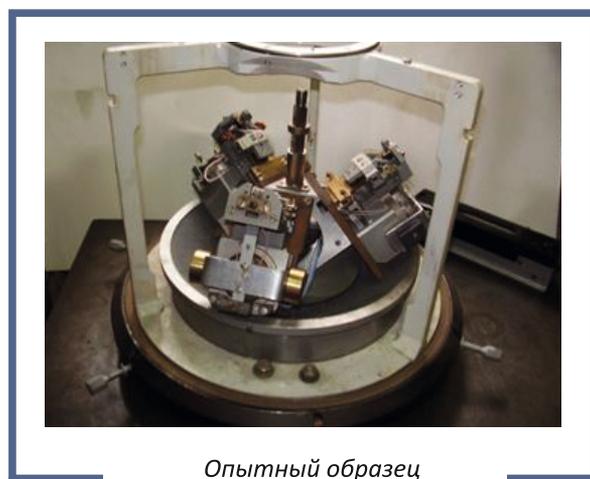
Публикации:

1. Gerke K.M., Vasilyev R.V., Khirevich S., Karsanina M.V., Collins D., Sizonenko T., Korost D.V., Lamontagne S., Mallants D. **Finite-difference method Stokes solver (FDMSS) for 3D pore geometries: Software development, validation and case studies** // Computers & Geosciences, 2018, 114: 41-58. DOI: 10.1016/j.cageo.2018.01.005 (WoS–Q2, Scopus–Q1)
2. Trimonova M., Zenchenko E., Baryshnikov N., Turuntaev S., Zenchenko P., Aigozhieva A. (2018) **Estimation of the Hydraulic Fracture Propagation Rate in the Laboratory Experiment**. In: Karev V., Klimov D., Pokazeev K. (eds) Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. PMMEEP 2017. Springer Geology. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-77788-7_27 (Scopus)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОВЕРХНОСТИ И НЕДР ЗЕМЛИ, АТМОСФЕРЫ, ВКЛЮЧАЯ ИОНОСФЕРУ И МАГНИТОСФЕРУ ЗЕМЛИ, ГИДРОСФЕРЫ И КРИОСФЕРЫ; ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГЕОИНФОРМАТИКА (ИНФРАСТРУКТУРА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ)

№ 0146-2017-0012 **Повышение разрешающей способности сейсмических измерений малоапертурной антенны геофизической обсерватории «Михнево»** (руководитель к.ф.-м.н. С.А. КОРОЛЕВ)

С целью повышения надежности и оперативности получения данных сейсмической группы путём автоматизации процесса подготовки данных к сейсмологической обработке разработаны программные средства модернизации центра сбора данных малоапертурной сейсмической группы (МСГ) «Михнево». К началу 2018 г. был завершён перевод всех точек наблюдения с аналогового способа передачи данных на цифровой. Проведена государственная регистрация двух программ для ЭВМ. Введены в работу две новые трехкомпонентные точки наблюдения.



Опытный образец трёхкомпонентного короткопериодного цифрового сейсмометра с симметричной конструкцией на основе сейсмоприёмников СМ-6

Публикации:

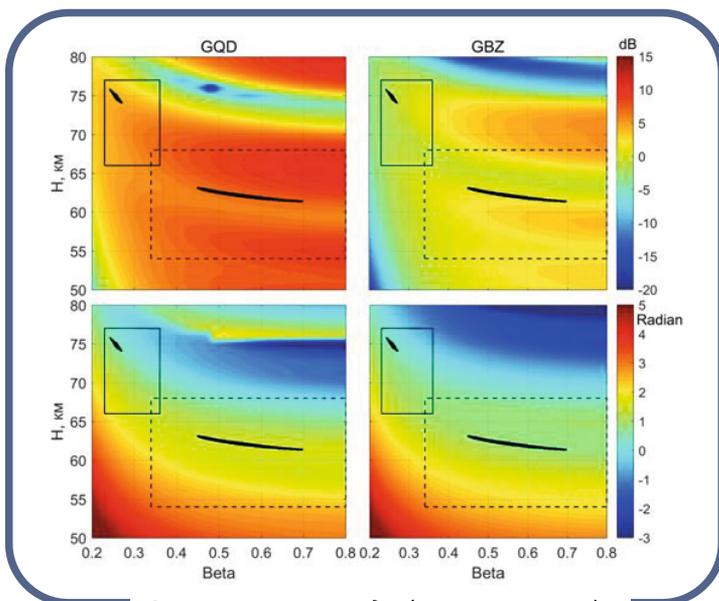
- I.P. Bashilov, S.G. Volosov, S. A. Korolyev, V. A. Merkulov, and V. M. Ovchinnikov. A Family of Seismometers with Capacitive Transducers* // Seismic Instruments, 2018, Vol. 54, No. 5, pp.543-550. (Scopus).

№ 0146-2017-0013 **Развитие новых методов измерения параметров ионосферы-магнитосферы с использованием современных ГЛОНАСС-GPS приемников** (руководитель проекта д.ф.-м.н. Б.Г. ГАВРИЛОВ)

Получены экспериментальные данные по влиянию геофизических эффектов солнечных вспышек, магнитных бурь и ионосферных возмущений, вызванных падением метеоров, на условия распространения ОНЧ радиосигналов. Проведены экспериментальные и теоретические исследования вклада ионизации D-слоя ионосферы в значение ПЭС ионосферы при рентгеновских вспышках.

Разработана методика восстановления параметров (профиля ионизации) D-слоя ионосферы во время, до и после солнечных вспышек.

Исследована связь вариаций электрических параметров в нижних слоях атмосферы и параметров Шумановских резонансов с ионосферными возмущениями и вариациями фаз и амплитуд СДВ радиосигналов.



Значения амплитуды (верхняя панель) и фазы (нижняя панель) СДВ передатчиков GQD и GBZ, рассчитанных для различных значений параметров ионосферы $N\beta$

Разработанные модели влияния рентгеновских солнечных вспышек и протонных высыпаний на среднеширотную нижнюю ионосферу верифицированы по данным наблюдений вариаций параметров ОНЧ/КНЧ радиосигналов в среднеширотной зоне по данным регистрации в ГФО «Михнево».

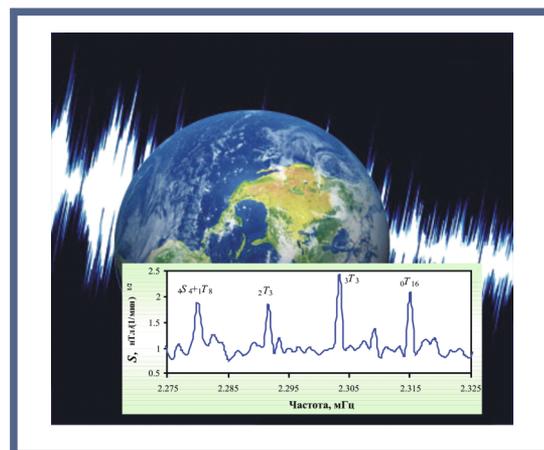
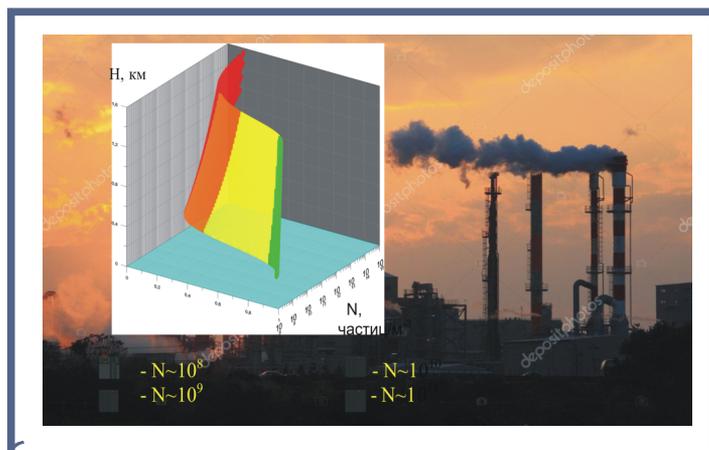
Созданы программные средства определения абсолютных значений полного электронного содержания ионосферы по данным измерений с использованием комплекса пространственно разнесенных мультисистемных приемников GPS и ГЛОНАСС. Исследовано влияние геометрических факторов и алгоритмов обработки данных на ошибки позиционирования ГНСС.

Публикации:

Gavrilov B.G., Lyakhov A.N., Poklad Yu.V., Rybakov V.A., Ryakhovsky I.A., Loseva T.V. **Geophysical effects of solar flare on 6 September 2017** // Proceedings of SPIE 0277-786X, V.10833. 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 29. 2018. DOI:10.1117/12.2502477. (WoS - Q4, Scopus - Q3, РИНЦ).

№ 0146-2017-0014 Создание в здании Института Центра геофизического мониторинга для систематических исследований негативных последствий на среду обитания и инфраструктуру Москвы природных и техногенных факторов (руководитель проекта д.ф.-м.н. А.А. СПИВАК)

По результатам анализа данных синхронной регистрации атмосферного электрического поля в Москве и в Геофизической обсерватории «Михнево» ИДГ РАН, расположенной вне зоны влияния мегаполиса, и выполненных расчетов предложен новый подход к оценке аэрозольного загрязнения мегаполиса, использующий в качестве интегрального показателя антропогенной аэрозольной загрязненности атмосферы мегаполиса соотношение между посуточно усредненными значениями напряженности атмосферного электрического поля в мегаполисе и вне зоны его влияния.



На основе анализа геофизических эффектов урагана 21.04.2018 г. в Москве и с привлечением результатов ранее выполненных инструментальных наблюдений предложен комплексный прогностический признак опасных атмосферных явлений в г. Москве в виде ураганов, шквалов и сильных гроз.

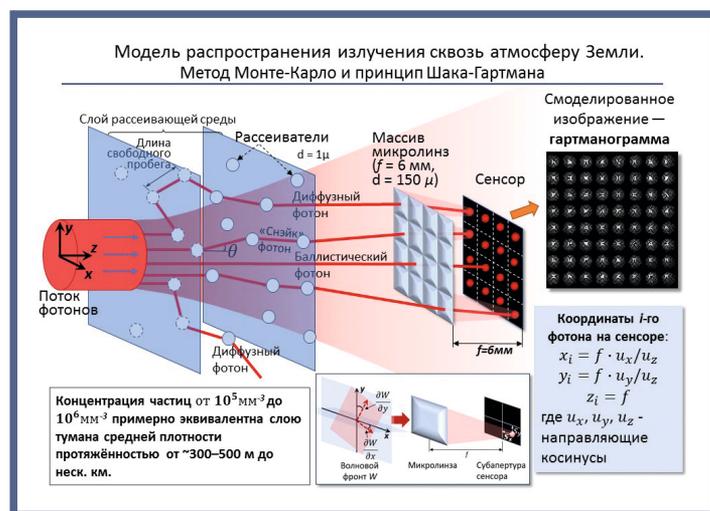
На основе спектрального анализа данных, полученных в результате непрерывной долговременной регистрации магнитного поля в Московском регионе, в геомагнитных вариациях выделены квазигармонические составляющие с периодами, совпадающими с периодами приливных волн и впервые с собственными колебаниями Земли. Полученные данные характеризуют особенности геомагнитных вариаций в отсутствие крупномасштабных техногенных возмущений и расширяют возможности анализа влияния развитой агломерации на природные геофизические поля.

Публикации:

1. Spivak A.A., Rybnov Yu.S., Kharlamov V.A. **Variations in geophysical fields during hurricanes and squalls** // Doklady earth Sciences. 2018. Vol. 480. Part 2. P. 788 – 791. WoS. DOI: 10.1134/S1028334X18060193.
2. Riabova S.A., Spivak A.A. **Variations in the K-index of geomagnetic activity in the Moscow region** // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2018. Vol. 54. No. 7. P. 705-710. WoS. DOI: 10.1134/S0001433818070101.

№ 0146-2016-0001 Коррекция мощного светового излучения, прошедшего рассеивающую и сильно турбулентную атмосферу (руководитель проекта д.ф.-м.н. А.В. КУДРЯШОВ)

Разработана компьютерная модель распространения (методом Монте-Карло) и регистрации рассеянного лазерного излучения с использованием принципа Шака-Гартмана, на основе которой проведены численные исследования величины искажений волнового фронта излучения, прошедшего рассеивающую атмосферу. Создан и протестирован адаптированный алгоритм апертурного зондирования для задачи фокусировки лазерного излучения, проходящего сквозь рассеивающую среду.



Для тестирования разработанного алгоритма создана лабораторная адаптивная оптическая система. Искажения излучения, вносимые рассеивающей средой, измерялись датчиком Шака-Гартмана и анализатором интенсивности и затем компенсировались биморфным зеркалом. Эффективность фокусировки оценивалась по распределению интенсивности излучения в дальней зоне. Экспериментально показано, что использование адаптивного зеркала для фокусировки излучения методом апертурного зондирования позволяет увеличить интенсивность фокального пятна на 60 %.

Публикации:

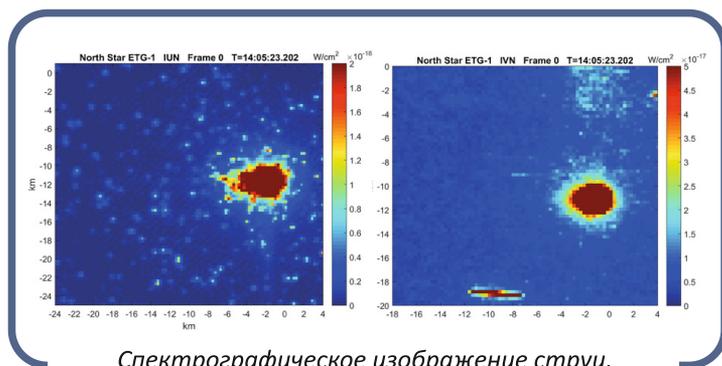
1. Lylova, A N et al. **Formation of doughnut and super-Gaussian intensity distributions of laser radiation in the far field using a bimorph mirror** // Quantum Electronics. 2018. Vol. 48. No 1. P.57-61. DOI: 10.1070/QEL16457 (WoS – Q3, Scopus – Q2, РИНЦ).
2. Galaktionov I., Kudryashov A., Sheldakova J., Nikitin A., Samarkin V. **Comparison of the efficiency of laser beam focusing through the scattering medium using 14- and 31-channel bimorph mirrors** // Proc. SPIE - The International Society for Optical Engineering 10518, 1051818, 2018. DOI: 10.1109/LO.2018.8435699 (Scopus, РИНЦ).

ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕЗИДИУМА РАН № 56

(руководитель проекта д.ф.-м.н. Ю.И. ЗЕЦЕР)

№ 0146-2018-0001 Исследования динамики развития высокоэнергетических потоков плазмы в средней и верхней ионосфере для разработки новых технологий моделирования и контроля

Анализ оптических эффектов, сопровождающих движение массы плазменной струи в ионосфере на высотах 140, 280 и 360 км, показал, что развитие процесса взаимодействия струи с окружающей ионосферой проходит в три стадии: 1 - «мгновенная», когда излучение представляет собой собственное излучение динамически расширяющейся струи; 2 - стадия индуцированного излучения, определяющаяся относительно долго живущими линиями алюминия и авроральными эмиссиями окружающих атомов и молекул кислорода, азота и др.; 3 - продолжительное излучение, источником которого, являются продукты ВВ и их стабильные химические соединения.



Спектрографическое изображение струи, движущейся на высоте 300 км, полученное приборами спутника MSX в диапазонах: 180-300 нм (левая панель) и 300-900 нм (правая панель)

Публикации:

Poklad Yu. V., Gavrilov B.G., Zetzer J. I., Kovalev A.T., Rybakov V.A.
Trigger effect of the afterglow background medium after injection of the high speed plasma jet in the Fluxus and North Star experiments
// Proc of SPIE 0277-786X, V. 10833 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 98. 2018. DOI:10.1117/12.2504059. (WOS-Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).

Сравнение интенсивности спектральных линий для длин волн > 195 нм показывает, что только для эксперимента с предварительно выпускаемым облаком воздуха, в спектральном диапазоне от 168 до 194 нм происходит резкое усиление интенсивности ионизованных атомов алюминия, которое является, по видимому, следствием взаимодействия струи с предварительно выпущенным воздухом.

В соответствии с экспериментами и расчетами, выполненными по специально разработанной модели, энергия излучения массы разлетающейся струи составляет ~1% от ее кинетической энергии.

Зарегистрированные потоки сверх тепловых электронов и появление вистлеров в спектрограмме электрического поля позволили сформулировать возможность стимулированного высыпания электронов в процессе движения высокоскоростной плазменной струи.

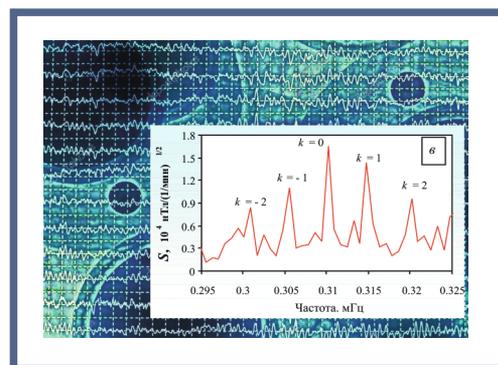
ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕЗИДИУМА РАН № 19

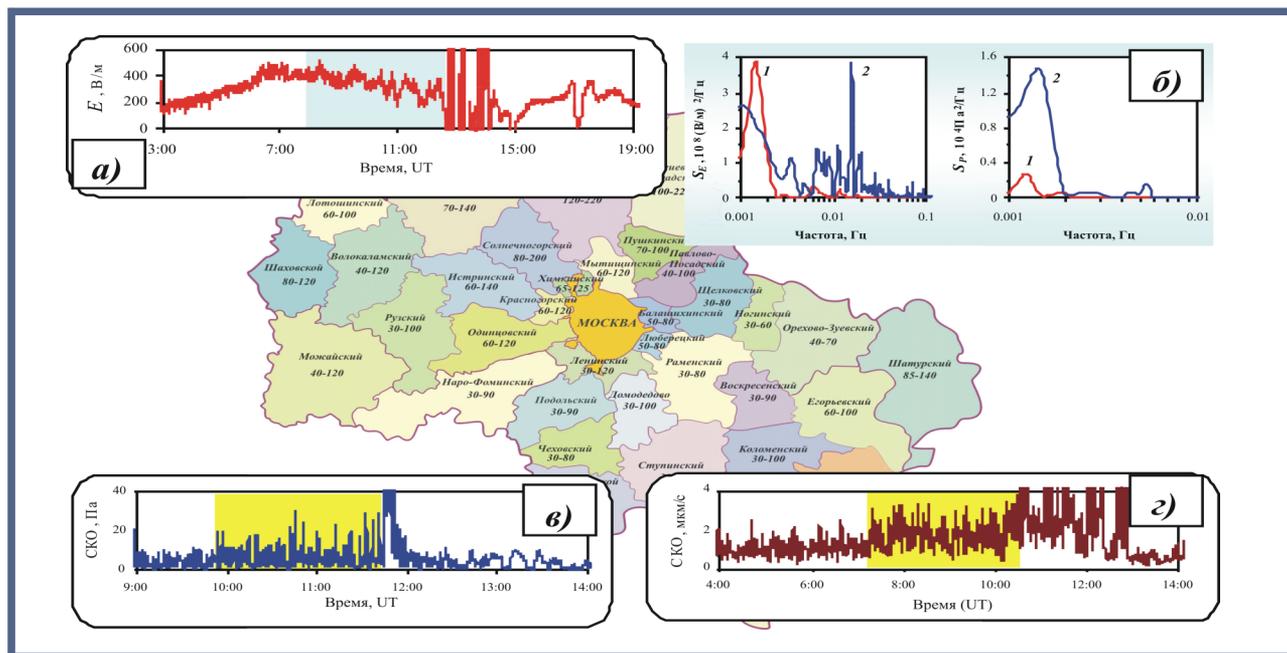
(руководитель проекта д.ф.-м.н. А.А. СПИВАК)

№ 0146-2018-0004 Отражение геодинамических процессов, протекающих в литосфере, в геофизических полях Земли

Выполнено обобщение уникальных данных, полученных в результате инструментальных наблюдений за электрическими эффектами, вызванными техногенными и природными процессами – от крупномасштабных взрывов в земной атмосфере до слабых возмущений, сопровождающих эманацию природного радона и распространение сейсмических волн. Отдельно рассмотрены электрические эффекты, вызванные опасными атмосферными явлениями в виде ураганов, шквалов и сильных гроз, что имеет важное значение при разработке прогностических признаков

18 указанных явлений.





Полученные данные существенно расширяют представления о вызванных вариациях электрического поля, служат основой для верификации имеющихся и вновь создаваемых теоретических и расчетных моделей геофизических процессов, протекающих в приповерхностной зоне Земли. Полученные материалы оформлены в виде монографии.

Публикации:

1. Адушкин В.В., Соловьев С.П., Спивак А.А. **Электрические поля техногенных и природных процессов.** М. : ГЕОС, 2018. С. 464.
2. Spivak A.A. **Manifestation of singlets of the basic spheroidal mode of the Earth' OS2 in geomagnetic variations** // DES. 2018. Vol. 481. Part 2. P.1066–1069. DOI: 10.1134/S1028334X18080226. (WoS–Q4, Scopus–Q2, РИНЦ).

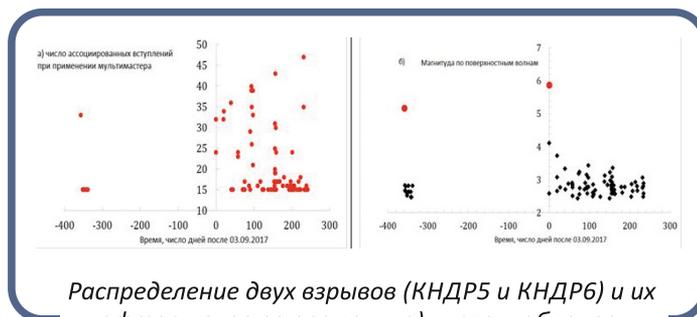
КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ЭНДОГЕННЫЕ И ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВКЛЮЧАЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ: ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА И СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕЗИДИУМА РАН № 56

(руководитель проекта академик РАН В.В. АДУШКИН)

№ 0146-2018-0002 Обнаружение и дискриминация природных и антропогенных сейсмических источников в районах размещения комплексных протяженных объектов с помощью современных методов регистрации и обработки сигналов

Были продолжены исследования по разработке комплексного метода распознавания сейсмических источников, который включает: 1) отношение амплитуд продольных и поверхностных волн; 2) анализ тензора сейсмического момента; 3) развитие метода согласованного фильтра; 4) зависимость волновой формы мастер-события от геологического строения места нахождения источника. Подтверждено, что идентификация сейсмического источника как взрыва на



Распределение двух взрывов (КНДР5 и КНДР6) и их афтершоков во времени: а) число шаблонов, участвующих в идентификации вступления; б) магнитуды событий, определенные по поверхностным волнам

основе только ТСМ, рассчитанного в низкочастотном диапазоне по поверхностным волнам, невозможна и требуются дополнительные данные, например, о знаках первых вступлений.

Применение алгоритма кросс-корреляции на основе единичных и обобщенных мастер-событий. позволило обнаружить и оценить мощность 23 наиболее мощных афтершоков с магнитудами от $m_b = 2.5$ до $m_b = 4.11$. Введено понятие «мультимастера», который состоит их множества шаблонов отдельных событий, включая волновые формы всех взрывов и наиболее мощных афтершоков (до 57 одновременно). Применение мультимастера позволило выделить более 80 слабых афтершоков. На примере взрывов на карьере Афанасьевский показано влияние геологической среды в месте проведения взрывов на волновые формы мастер-события.

Публикации:

1. Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л., Чулков А.Б., Куликов В.И., Волосов С.Г. **Проблемы, возникающие при идентификации источника сейсмического сигнала, связанные с вариациями волновых форм (на примере карьера «Афанасьевский»)**. В сборнике Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Материалы XIII Международной сейсмологической школы. 2018. С. 184-188.
2. В.М. Овчинников. **Параметры сейсмического источника 03.09.2017 г. в Северной Корее по наблюдениям на региональных расстояниях // Динамические процессы в геосферах: Сб. научн. тр. ИДГ РАН, вып. 8. М.: Графитекс. 2018, с. 29-38. РИНЦ**

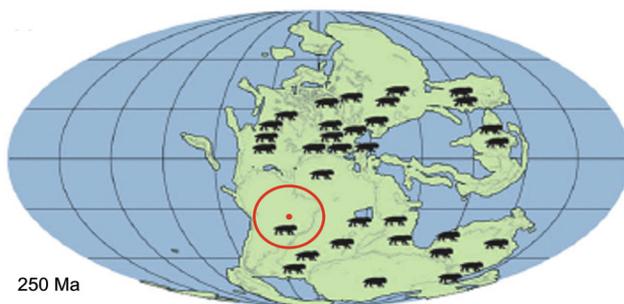
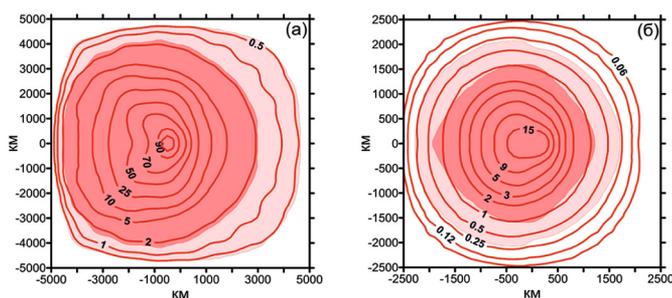
ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕЗИДИУМА РАН № 17

(руководитель проекта д.ф.-м.н. В.В. СВЕТЦОВ)

№ 0146-2018-0005 Влияние ударов космических тел и энергетических процессов в геосферах на эволюцию биосферы Земли

Проведено численное моделирование ударов астероидов диаметром 1–10 км с учетом излучения ударного плюма. Вычисление потоков излучения на поверхности Земли позволило определить размеры зоны поражения живых организмов излучением и потенциального возникновения массовых пожаров. Оценена вероятность глобального воздействия удара астероида диаметром 3-10 км на растительность в период массового вымирания на границе пермь-триас.

На основе современных данных переоценено количества тепла, выделившегося в земных недрах в первые 500 млн лет существования Земли при радиоактивном распаде короткоживущих ^{26}Al , ^{60}Fe и долгоживущих ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K . Получены существенно более низкие величины (в разы меньше), чем оцененные ранее.



В верхней части рисунка показаны изолинии поверхностной плотности радиационной энергии в кДж/см^2 на поверхности Земли при ударе астероидов диаметром 10 км (а) и 3 км (б) со скоростью 20 км/с под углом 45° . Площадь потенциального воспламенения сухих листьев показана розовым цветом, воспламенение древесины – красным. Ось абсцисс направлена вдоль проекции траектории астероидов. Тело двигалось справа налево. В нижней части рисунка на карте Земли в раннем триасе 250 млн лет назад (Bernardi et al., 2018) красным эллипсом показана область воспламенения при ударе трехкилометрового астероида с центром, соответствующим ударному кратеру Арагуайнья диаметром 40 км и возрастом $\sim 254.7 \pm 2.5$

Рассчитана тепловая эволюция выбросов из ударного кратера и определены доли размагниченного вещества, способного приобрести послеударную намагниченность, они составляют величину порядка процента от всей массы выбросов. Показана возможность определения параметров палеомагнитного поля по вторичной намагниченности, вызванной геомагнитным полем в момент удара астероида и вскоре после него.

Публикации:

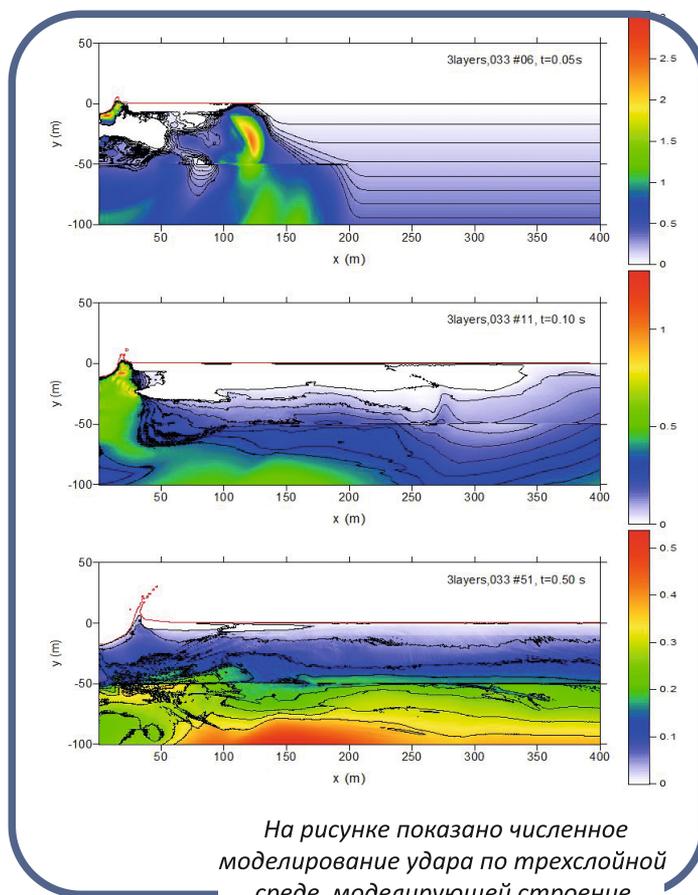
1. Kuz'micheva M.Yu. **Heating of ejecta from a meteorite crater by a perturbed atmosphere** // Solar System Research. 2018. V.52. Iss.2. P. 139-145. DOI: 10.1134/S0038094618020053 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
2. Светцов В.В., Шувалов В.В. **Инициирование пожаров при ударах астероидов** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: 2018. С. 141-150. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20189 (РИНЦ).

ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕЗИДИУМА РАН № 28 (руководитель проекта д.ф.-м.н. Б.А. ИВАНОВ) № 0146-2018-0003 **Динамика лунных кратеров**

Для определения вклада сейсмических воздействий на старение лунных кратеров определены параметры сейсмических волн, излучаемых при высокоскоростном ударе. Обнаружена интересная особенность – неравномерное распределение в пространстве энергии сейсмической волны при ударе и при взрыве вблизи поверхности. Создана модель гранулированной среды под кратером как набора блоков, упруго деформированных за счет напряжений вокруг кратерной депрессии в поле тяжести. Периодическая разгрузка при сейсмических воздействиях описывается как квази-вязкость или ползучесть – конечная скорость деформации достигается при почти постоянных сдвиговых напряжениях, что позволило по-новому оценить скорость старения кратеров.

Публикации:

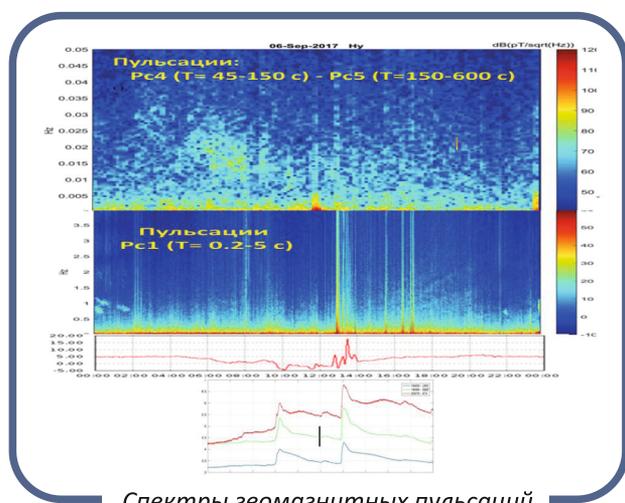
1. Ivanov B.A. **Size-frequency distribution of small lunar craters: widening with degradation and crater lifetime** // Sol. Syst. Res. 2018. Vol. 52. Iss. 1. P. 1-25. DOI: 10.1134/S0038094618010021 (WoS-Q4, Scopus-Q3, РИНЦ).
2. Shkuratov Y., Basilevsky A., Kaydash V., Ivanov B., Korokhina V., Videen G. **Surface erosion and sedimentation caused by ejecta from the lunar crater Tycho** // Planetary and Space Science. Volume 151. 2018. P. 130-140. DOI: 10.1016/j.pss.2017.12.002 (WoS-Q3, Scopus-Q2, РИНЦ).
3. Melosh, H.J., Ivanov, B.A. **Slow Impacts on Strong Targets Bring on the Heat** // Geophysical Research Letters. 2018. Vol. 45. P. 2597-2599. DOI: 10.1002/2018GL077726. (WoS-Q1, Scopus-Q1, РИНЦ).



На рисунке показано численное моделирование удара по трехслойной среде, моделирующей строение лунной поверхности. Цветом показано распределение давлений в три момента времени. В слоистой среде верхний слой испытывает откол (нулевое давление) на расстоянии до 300 м от точки удара. Такое «встряхивание» облегчает «старение» (уменьшение глубины) ранее образованных кратеров [Иванов, Будков, Беседина, 2018]

Геофизическая обсерватория «Михнево»

Исследование геофизических эффектов солнечной вспышки 6 сентября 2017 года. Солнечная вспышка 6 сентября 2017 года оказалась самой сильной с 2009 г. Всплеск рентгеновского и ультрафиолетового излучения вызвал значительные возмущения в верхней и нижней ионосфере и магнитном поле. Согласованное исследование возмущений различных геофизических параметров позволило оценить их взаимосвязь и пространственно-временное распределение. Для анализа вариаций электронной плотности в верхней ионосфере проанализировано поведение полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы. При измерении на поверхности Земли в обсерватории «Михнево» в 12 UT были зарегистрированы геомагнитные пульсации РС4, РС5 и РС1 и синхронные с ними вариации приземного электрического поля.



Спектры геомагнитных пульсаций и напряженность приземного электрического поля по данным обсерватории «Михнево» во время солнечной вспышки 06.09.2017 г.

Нижняя ионосфера также испытала воздействие рентгеновского излучения вспышки. На нижней панели рисунка показаны графики изменения фазы радиосигнала, принятого в обсерватории «Михнево» от трех СДВ радиостанций ICV (40.9, 9.73), JXN (66.9, 13.9) и GBZ (54.9, 3.3), расположенных на освещенной стороне Земли, но в разных направлениях от приемника. Трассы отреагировали на обе вспышки синхронным и близким по величине скачком фазы сигнала.

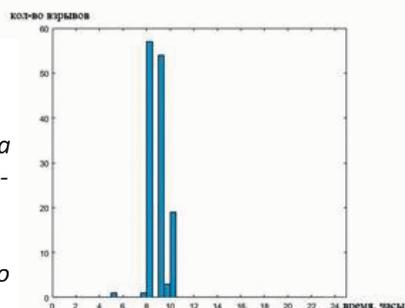
Таким образом, комплексные измерения вариаций геомагнитного и приземного электрического полей, вариаций ПЭС ионосферы и вариаций параметров ОНЧ сигналов, распространяющихся в волноводе Земля-ионосфера, позволили исследовать воздействие мощной солнечной вспышки 6 сентября 2017 г. на параметры верхней и нижней ионосферы Земли и приземных слоев атмосферы.

Сейсмологические наблюдения на МСГ «Михнево»

В течение года МСГ «Михнево» регистрирует порядка 1000 событий различной природы, произошедших на региональных расстояниях: это - промышленные взрывы и землетрясения. Технология проведения массовых взрывов на карьерах постоянна, что позволило создать банк волновых форм для каждого карьера. Известно, что одним из критериев распознавания природы события является его регистрация в определенный интервал времени, как правило, в рабочие часы.

Однако иногда события регистрируются в «нетипичное» время, что может привести к ложным выводам о природе события. 24 октября 2018 г. в 05:41 по GMT характеризовалось нетипичными волновыми формами (рис.). Применяв критерии идентификации событий, предложенные (В.В. Адушкин и др. «Взрывы и землетрясения на территории Европейской части России»), сделан вывод, что данное событие является промышленным взрывом на карьере Лебединского ГОКа, и не имеет тектонической природы.

Распределение количества взрывов по времени суток на карьере Лебединского ГОКа (по данным 150 взрывов с 2004 по 2018 гг.). Время GMT



РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОНД

16-17-00095 Разработка новых принципов снижения риска возникновения сильных техногенных землетрясений и изучение антропогенного влияния на сейсмичность в платформенных районах (руководитель проекта академик РАН В.В. АДУШКИН)

Задачей проекта являлось исследование факторов и механизмов, определяющих возможность возникновения крупных сейсмических событий при разработке месторождений полезных ископаемых, в том числе в тектонически малоактивных районах. Научные результаты, полученные в ходе выполнения проекта, представлены в 21 статье. В том числе опубликовано 2 статьи в журналах первого квартала Q1.



Лазерный деформометр на стенке горного массива

На основе результатов, полученных в ходе проведения лабораторных, численных и полевых экспериментов, определены геомеханические условия возникновения сильных техногенно-тектонических землетрясений, связанных с динамическим скольжением по разлому. Кратко их можно сформулировать следующим образом.

А. Касательные напряжения в локальной области разлома должны достигать уровня, близкого к текущей величине прочности (в большинстве случаев справедливо для активных разломов).

Б. Свойства геоматериала, слагающего зону магистрального сместителя, и НДС разлома должны соответствовать условиям разупрочнения контакта при сдвиге.

В. Во вмещающем массиве скорость снижения напряжений, касательных к плоскости скольжения, должна быть ниже, чем скорость снижения сопротивления сдвигу по разлому (определенное соотношение между жесткостями массива и разлома).

Эти условия положены в основу феноменологической модели процесса инициирования сильных ($M > 3$) техногенных землетрясений, инициированных горными работами.

На базе выявленных условий возникновения динамической неустойчивости и на основе оценки влияния горных работ на эти характеристики разработана феноменологическая модель инициирования техногенно-тектонических землетрясений горными работами; предложены новые принципы снижения риска их возникновения.

Публикации:

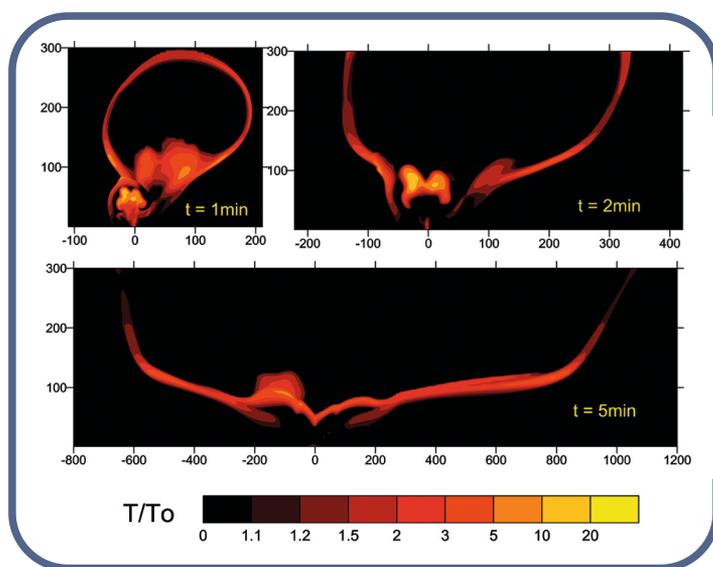
1. *Gevorg G. Kocharyan; Alexey A. Ostapchuk; Dmitry V. Pavlov; Vadim K. Markov. The Effects of Weak Dynamic Pulses on the Slip Dynamics of a Laboratory Fault // Bulletin of the Seismological Society of America. Volume 108, Number 5B, pp. 2983-2992. DOI 10.1785/0120170363.*
2. *Кочарян Г.Г., Будков А.М., Кишкина С.Б. (Kocharyan G.G., Budkov A.M., Kishkina S.B.) Об инициировании тектонических землетрясений при подземной отработке месторождений // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2018. № 4, с. 34-44. DOI: 10.15372/FTPRPI20180405.*

№ 16-17-00107 Разработка комплексной модели воздействия на внутренние и внешние геосферы внедряющихся космических тел и оценка последствий таких падений (руководитель проекта д.ф.-м.н. В.В. ШУВАЛОВ)

Разработан комплекс программ, позволяющий оценить основные последствия (максимальные амплитуды ударных волн и скоростного напора в разных точках на поверхности Земли, потоки излучения в разных точках на поверхности Земли, сейсмический эффект и ионосферные возмущения) ударов космических тел в широком диапазоне изменения их параметров.

С помощью разработанного комплекса программ проведены численные эксперименты, моделирующие падения на Землю космических тел размером от 30 м до 3 км.

По результатам всех проведенных расчетов были построены приближенные аналитические интерполяционные модели, которые позволяют быстро оценивать последствия падения космических тел с заданными параметрами. Разработанные модели были реализованы в виде компьютерных программ, которые стали основой для калькулятора, позволяющего быстро оценивать все основные последствия ударов космических тел.



Одним из последствий падения на Землю крупных космических тел является генерация крупномасштабных возмущений атмосферы.

На рисунке показано распределение относительной температуры в плоскости, перпендикулярной поверхности Земли и проходящей через траекторию космического тела, в разные моменты после падения астероида диаметром 1 км со скоростью 20 км/с под углом 60°

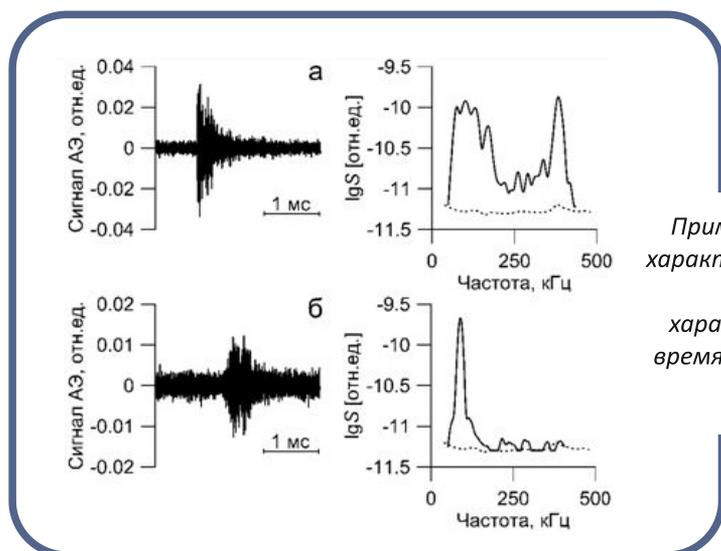
Публикации:

1. Светцов В. В., Шувалов В. В., Попова О. П. **Излучение суперболида** // *Астрономический вестник*. Т. 52. № 3. С. 201-212, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0320930X1802007X>.
2. Svetstov V.V., Shuvalov V.V., Popova O.P. **Radiation from a Superbolide** // *Solar System Research*. V. 52, Issue 3 P. 195-205. 2018. DOI: 10.1134/S0038094618020065 (WoS–Q4, Scopus–Q3, РИНЦ).

№17-77-10071 Разработка механической модели и построение концепции контроля в реальном времени процесса подготовки техногенно-тектонических землетрясений (руководитель проекта к.ф.-м.н. А.А. ОСТАПЧУК)

В рамках проекта в 2018 г. были исследованы акустоэмиссионные проявления, сопровождающие снижение жесткости модельного разлома при подготовке динамических событий.

В лабораторных экспериментах показано, что переход на заключительный этап сейсмического цикла сопровождается изменением механизма генерации акустических импульсов. Если на межсейсмической стадии преобладают импульсы с волновой формой, характерной для зарождения «трещины отрыва», то при переходе в метастабильное состояние начинают преобладать импульсы с волновой формой характерной для «трещин сдвига».



Примеры волновых форм акустических импульсов, характерных для «трещины отрыва» (а) и «трещины сдвига» (б). Спектр «трещины отрыва» характеризуется 2 максимумами в области, в то время как «трещины сдвига» только 1 максимумов в области низких частот

Публикации:

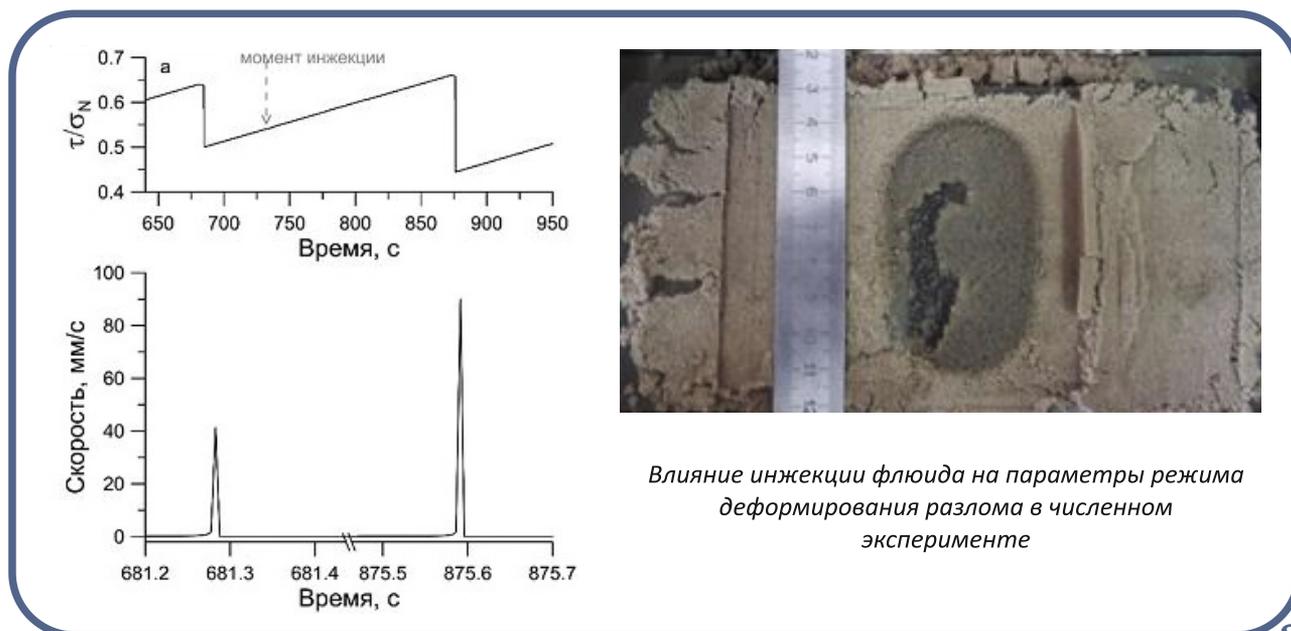
Ostapchuk A.A., Ruzhich V.V. (2018). Deformation monitoring of a tectonically active fault // Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the 2018 European Rock Mechanics Symposium, Vol.2, 1489-1494.

Kocharyan G.G., A.A. Ostapchuk, D.V. Pavlov., Markov V.K.. (2018). Traces Of Laboratory Earthquake Nucleation In The Spectrum Of Ambient Noise // Scientific Reports, doi: 10.1038/s41598-018-28976-9.

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

№ 16-05-00694 Экспериментальное определение факторов, влияющих на закономерности динамической разгрузки нарушений сплошности массивов горных пород (руководитель проекта д.ф.-м.н. Г.Г. КОЧАРЯН).

Целью проекта являлось выявление эндогенных и экзогенных факторов, определяющих вариации механических характеристик разломов и трещин.



Влияние инъекции флюида на параметры режима деформирования разлома в численном эксперименте

На основании полученных результатов лабораторных экспериментов, на базе численного моделирования и интерпретации данных натурных наблюдений, полученных авторами в рамках других исследовательских проектов, а также опираясь на опубликованные ранее результаты, разработана феноменологическая модель процесса вариации механических характеристик разломов и трещин при эндогенных и экзогенных воздействиях, базирующаяся на гипотезе определяющего влияния жесткости разлома на процесс его динамического скольжения, знании факторов, определяющих величину этого параметра, и характерных размерах задачи.

Публикации:

Kocharyan G.G., Ostapchuk A.A., Pavlov D.V. Traces of laboratory earthquake nucleation in the spectrum of ambient noise // Scientific Reports (Q1). 2018. Т. 8. № 1. С. 10764. DOI:10.1038/s41598-018-28976-9.

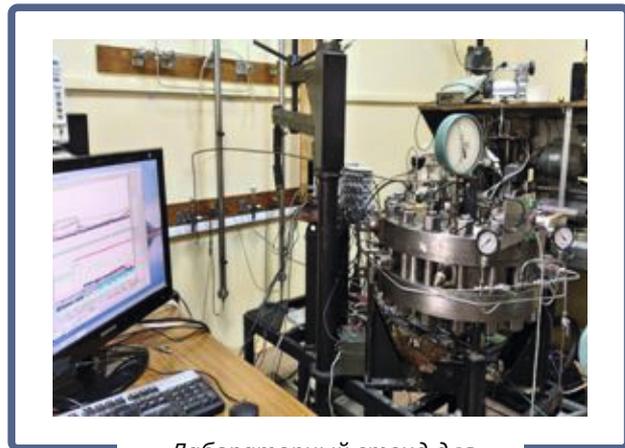
Результаты проекта нашли отражение в средствах массовой информации: сюжет в программе «Утро России

https://russia.tv/video/show/brand_id/3838/episode_id/2088207/video_id/2110806/view_type/picture/ канал Россия, сюжет в программе «Черные дыры. Белые пятна», канал «Культура

https://tvkultura.ru/video/show/brand_id/20863/episode_id/2060331/, многие интернет ресурсы).

№16-05-00869 Геомеханические и флюидодинамические аспекты техногенной сейсмичности (руководитель проекта д.ф.-м.н. С.Б. ТУРУНТАЕВ)

Проект выполнялся путем сочетания экспериментальных исследований в лаборатории, построения моделей наблюдаемых закономерностей, создания численных кодов для расчетов по разработанным моделям, верификации расчетов по данным экспериментов, анализа натурных данных по сейсмичности в районе разрабатываемых месторождений с позиций предложенных моделей.

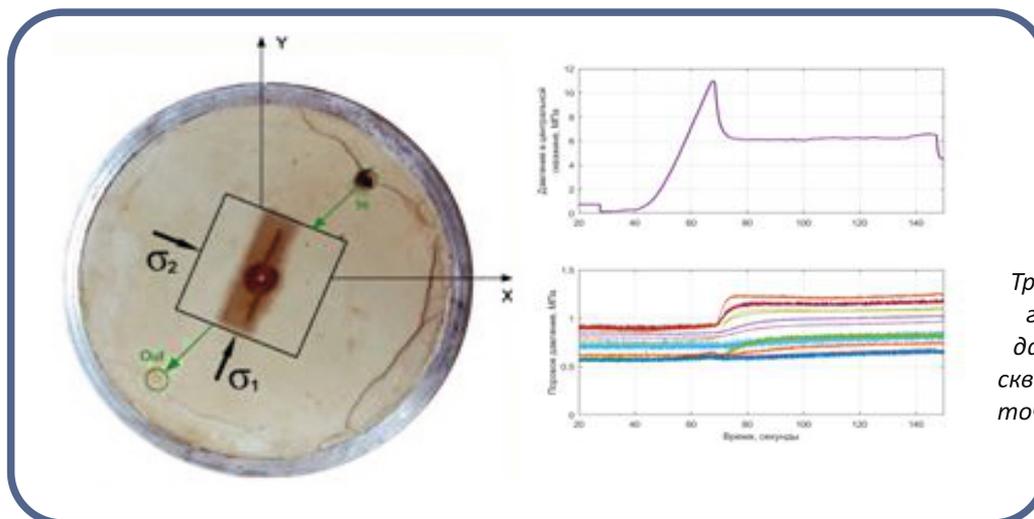


Лабораторный стенд для проведения экспериментов по гидроразрыву пласта

Создан уникальный лабораторный стенд для проведения экспериментов по гидроразрыву пласта в условиях неравнокомпонентного трехосного нагружения на образцах большого размера (диаметр 0,46 м) из искусственного пористого материала с возможностью задавать постоянный расход или постоянное давление в модельной скважине, задавать различные значения горизонтальных и вертикальных напряжений, задавать значения контраста горизонтальных напряжений (разницы между максимальными и минимальными компонентами напряжений), регистрировать поровое давление в различных точках образца, регистрировать микросейсмическую (акустическую) эмиссию, деформацию образца, прохождение трещины, измерять скорость ее роста.

Выполнен комплекс лабораторных экспериментов с учетом критериев подобия и получены данные об изменении порового давления и поля напряжений при закачке жидкости и развитии трещин гидроразрыва пласта. Проведены оригинальные эксперименты по ГРП в находящимся рядом друг с другом скважинах, показано взаимодействие новых трещин ГРП с трещинами, созданными ранее.

Показано, что возмущение поля напряжений трещинами, созданными ранее, приводит к отклонению трещины ГРП от исходного направления. Продемонстрирован рост трещин автоГРП на нагнетательных скважинах при закачке жидкости с постоянным давлением, меньшим давления гидроразрыва. Проведены работы по доработке оригинальной модели развития трещин автоГРП, объясняющая полученные



Трещина ГРП (слева) и графики изменения давления жидкости в скважине и в нескольких точках образца при ГРП

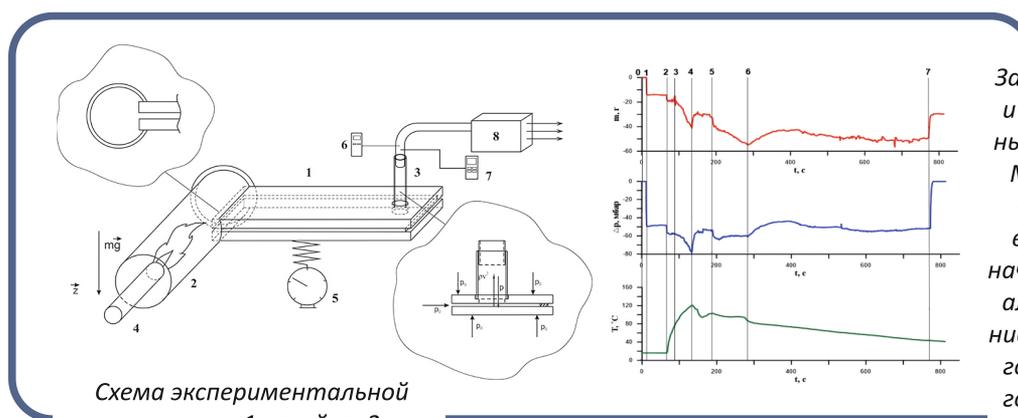
Полученные результаты могут быть использованы для верификации численных расчетов распространения трещин ГРП и для адекватной интерпретации полевых данных по микросейсмическому мониторингу на месторождениях углеводородов.

Публикации:

Trimonova M., Zenchenko E., Baryshnikov N., Turuntaev S., Zenchenko P., Aigozhieva A. (2018) **Estimation of the Hydraulic Fracture Propagation Rate in the Laboratory Experiment.** In: Karev V., Klimov D., Pokazeev K. (eds) Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. PMMEEP 2017. Springer Geology, Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-319-77788-7_27.

№ 16-05-00605 Устойчивость фильтрационных двухфазных течений в пористых средах с переменной проницаемостью (руководитель проекта к.ф.-м.н. Г.В. БЕЛЯКОВ)

Методом лабораторного моделирования рассматривалось распространение экзотермической реакции в щели. Оригинальная установка позволила получить значения скорости потока, а так же уноса массы с поверхности щели нагретыми спутными потоками воздуха и продуктов горения.



Записи весов, манометра и термометра полученные в ходе эксперимента. Моменты времени: 1 – включение насоса, 2 – включение горелки, 3 – начало испарения материала ячейки, 4 – выключение горелки, 5 – включение горелки, 6 – выключение горелки, 7 – выключение насоса

Схема экспериментальной установки: 1 – ячейка, 2 – кварцевый стакан (камера сгорания), 3 – кварцевая трубочка, независимо соединенная с турбонасосом, 4 – газовая горелка, 5 – весы, 6 – манометр, 7 – термометр, 8 – турбонасос

Публикации:

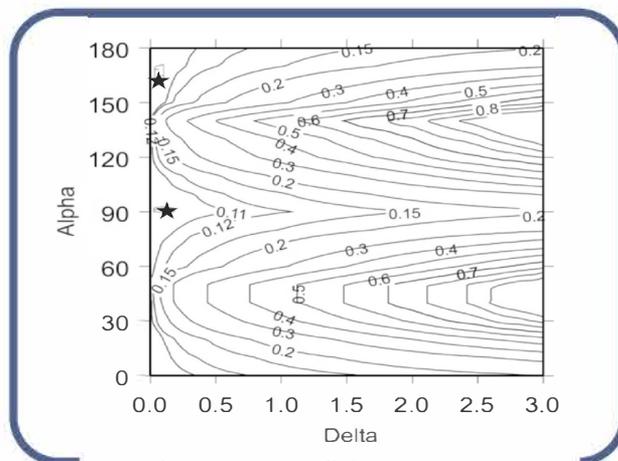
Таирова А.А., Беляков Г.В. **Измерение газодинамических параметров течения разогретого газа в щели при испарении ее стенок.** В сб. материалов четвертой школы молодых ученых «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах», Москва, 2018, с. 223.

№ 17-05-01099 Разработка новой пространственной (3D) модели литосферы центральной части Восточно-Европейской платформы по комплексу сейсмологических данных (руководитель проекта академик РАН В.В. АДУШКИН)

Впервые для станции «Михнево» были сделаны оценки параметров мантийной анизотропии по методу SKS волн. Считается, что мантийная анизотропия обусловлена линейно согласованной ориентировкой анизотропных кристаллов, преимущественно оливина. В использованном подходе анизотропия характеризуется двумя параметрами – запаздыванием «медленной» квазипоперечной волны относительно «быстрой» (параметр delta, характеризующий величину анизотропии) и направлением главной оси симметрии (alpha).

Получено два решения обратной задачи, соответствующих параметрам Alpha – 900, Delta – 0.3 (абсолютный минимум) и Alpha – 1600, Delta – 0.2. Результаты находятся в согласии с современными представлениями о движении литосферной плиты – Евразия преимущественно с запада на восток.

Изучение литосферной мантии является чрезвычайно важным для понимания процессов региональной сейсмичности и глобальной геодинамики. Подтверждено различие скоростного строения двух разновозрастных глубинных мегаструктур на уровне земной коры и литосферной мантии.



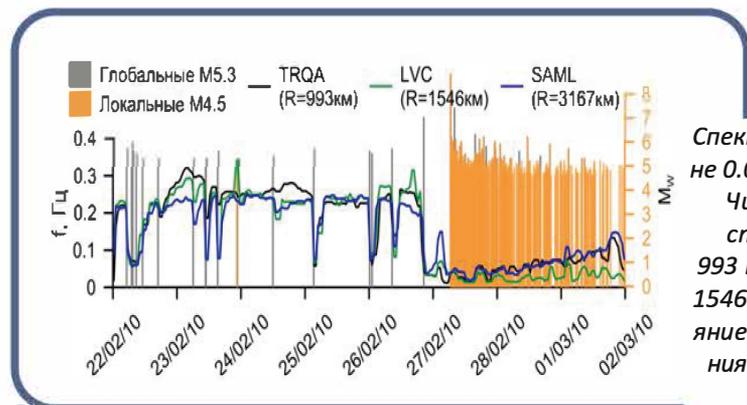
Распределение целевой функции направления оси симметрии (Alpha) и времени запаздывания (Delta). Звездой указаны расположение абсолютного минимума (решения) на 900 и второго минимума на 1600

Публикации:

1. А.Г. Гоев, Г. Л. Косарев, О. Ю. Ризниченко, И. А. Санина. Скоростная модель западной части Волго-Уралии методом функции приемника // Физика земли, 2018, № 6, с. 154–169.
2. Ivanchenko G.N., Gorbunova E.M., Kosarev G.L., Riznichenko O.Yu, Goev A.G. Lithospheric architecture of European craton // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. P. 205-212. ISBN 978-619-7408-35-5. DOI: 10.5593/sgem2018/1.1.

№ 18-05-00923 Определение возможности использования результатов регистрации параметров низкочастотного сейсмического фона для оценки напряженно-деформированного состояния разломной зоны (руководитель проекта к.ф.-м.н. А.Н. БЕСЕДИНА)

Подтвержденная в лабораторных экспериментах идея о том, что при переходе очаговой области будущего землетрясения в метастабильное состояние механические характеристики разломной зоны должны существенно изменяться, нашла подтверждение при обработке записей сейсмических наблюдений.



Спектральный центроид, рассчитанный в диапазоне 0.01-0.5 Hz для землетрясения, произошедшего в Чили 27.02.2010 Mw 8.8, зарегистрированного станцией TRQA (эпицентральное расстояние 993 км) - черный, LVC (эпицентральное расстояние 1546 км) – зеленый, SAML (эпицентральное расстояние 3167 км) - синий. Серым показаны землетрясения по всему миру с $M > 5.3$, оранжевым – локальные события с $M > 4.5$

В ходе исследования параметров сейсмического фона выделены мега-землетрясения, перед которыми наблюдается понижение спектральной частоты. Например, смещение спектрального пика для землетрясения Maule 2010 г. появляется за 12 часов до основного толчка для всех исследуемых станций.

Публикации:

A. N. Besedina, A. A. Ostapchuk **Parametric analysis of the low-frequency seismic noise as the basis for monitoring changes of the stress-strain state of rock** // AIP Conference Proceedings 2051, 020030 (2018); doi: 10.1063/1.5083273.
View online: <https://doi.org/10.1063/1.5083273>.

№ 18-05-00619 Изучение текстуры и свойств переходной зоны внутреннее-внешнее ядро Земли сейсмическими методами (руководитель проекта д.ф.-м.н. Д.Н. Краснощеков)

Собрана уникальная база данных, включающая более 1300 измерений параметров волн PсР, отраженных от границы мантия-внешнее ядро, и волн PKiKP, отраженных от границы между жидким внешним и твёрдым внутренним ядром, на эпицентральных расстояниях от 3.2 до 35°. На основе анализа отношения амплитуд ARKiKP/APсP показано, что в восточном полушарии под Юго-Восточной Азией величина скачка плотности на границе между внешним и внутренним ядром составляет 0.3 г/см³, в то время как в западном полушарии под Южной Америкой – 0.9 г/см³ (рис. 1).

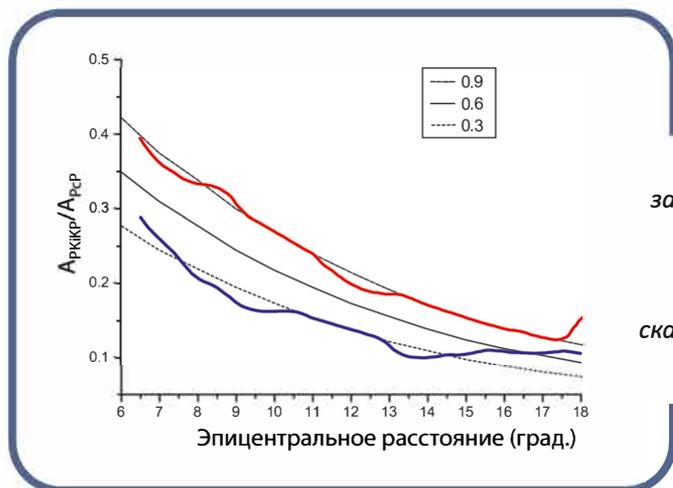
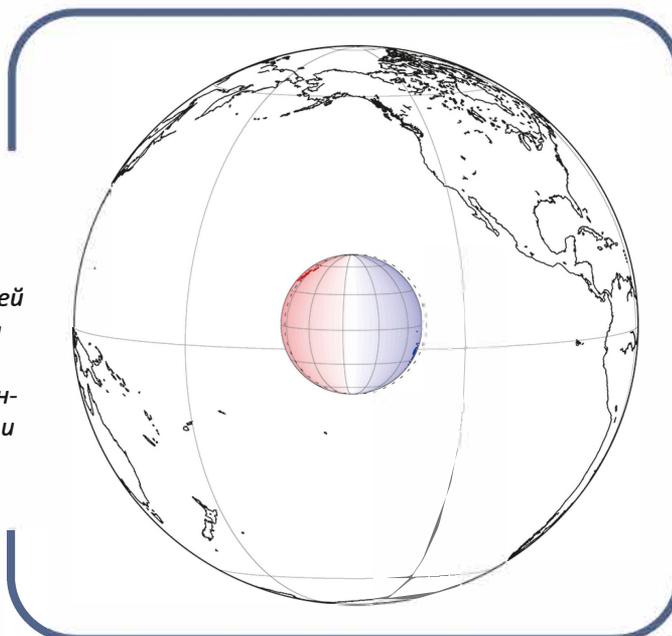


Рис. 1. Экспериментальные и теоретические зависимости амплитудного отношения PKiKP/PсP от эпицентрального расстояния. Красная кривая – восточное полушарие, синяя – западное. Теоретические кривые приведены для различных скачков плотности на границе внутреннего ядра Земли в г/см³ (см. легенду в правом верхнем углу)

Рис. 2 Дихотомия скачка плотности на границе внутреннего ядра. Внутреннее ядро изображено вблизи положения равновесия в центре прозрачной Земли (курсив). Красные и синие пятна на его поверхности под Азией и Америкой соответствуют точкам отражения PKiKP из собранного набора данных. Линейное распределение температуры во внутреннем ядре изображено цветом от более холодного и тяжелого западного полушария к более тёплому восточному



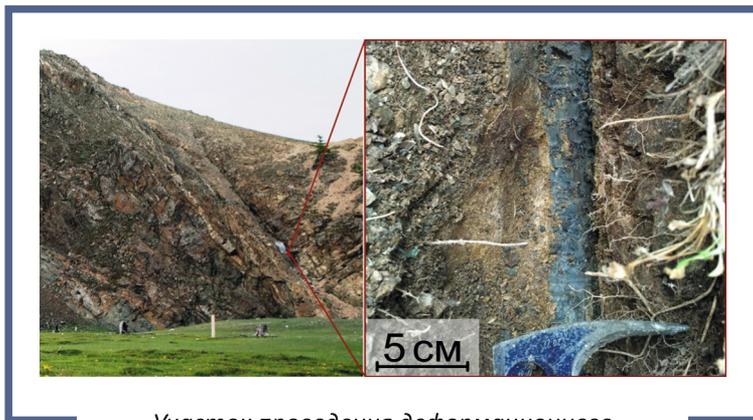
Эти наблюдения могут быть проинтерпретированы как с позиций мозаичной поверхности внутреннего ядра Земли, так и в терминах его полусферной асимметрии. Однако наличие систематического смещения в невязках дифференциальных времён пробега РКiKP – PсP относительно сферически-симметричной модели Земли, эквивалентного различной толщине жидкого ядра в западном и восточном полушариях (на 1–3 км), может служить дополнительной поддержкой интерпретации в терминах дихотомии внутреннего ядра. Причём, согласно полученным оценкам кристаллизация будет доминировать на Западе, а плавление – на Востоке (рис. 2), а не наоборот, как предусмотрено в геодинамической модели, основанной на термохимической конвекции во внешнем ядре и тепловом балансе системы ядро – мантия.

Публикации:

Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М. **О скачке плотности на границе внутреннего ядра Земли в восточном и западном полушариях** // ДАН, 2018. Т. 469, № 4. С. 463-468. DOI: 10.7868/S0869565218040199 (РИНЦ).

№17-05-01271 Релаксация избыточных напряжений в областях структурных нарушений массивов горных пород (руководитель проекта к.ф.-м.н. А.А. ОСТАПЧУК)

Данные полевых изысканий в совокупности с результатами минералогического анализа и петрографического описания образцов горных пород представляют собой комплексную геолого-геофизическую информацию, позволяющую судить о реализуемом режиме деформирования разлома. Проведенные комплексные исследования показывают, что участок Приморского разлома в районе поселка Бугульдейка может быть отнесен к потенциально неустойчивым. На современном этапе исследуемому участку разлома присущ сбросо-сдвиговый тип деформирования со средней скоростью смещения берегов – 2 мм/год, жесткость разлома составляет ~100 МПа/м.



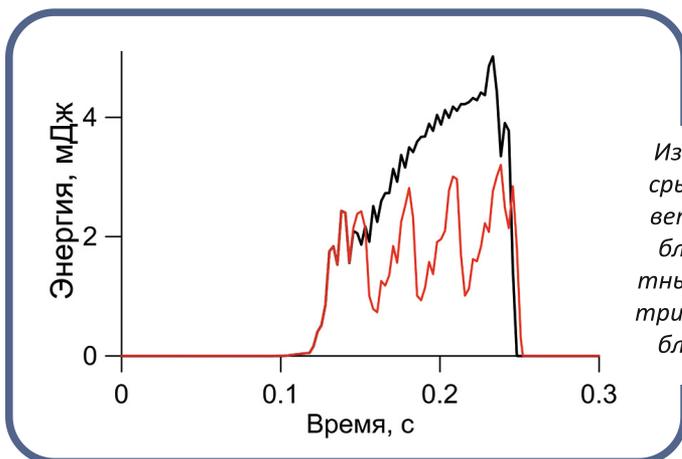
Участок проведения деформационного мониторинга в центральной зоне Приморского разлома. На рисунке справа представлена осевая часть разлома, сложенная милонитом

Публикации:

Ostapchuk A.A., Gorbunova E.M., Ruzhich V.V., Grigorieva A.V. **Formation of Heterogeneous International Structure of Fault Under Long-Term Deformation** // AIP Conference proceedings. 2051, 020221 (2018); doi: 10.1063/1.5083464.

№ 18-35-00587 (мол_а) Трансформация режима скольжения по модельному разлому при внешнем воздействии (руководитель проекта В.С. МАРТЫНОВ)

В ходе лабораторного и численного экспериментов, показано, что незначительные вариации фрикционных свойств интерфейса разлома могут привести к существенному изменению его реологии и доли энергии излучаемой в виде сейсмических волн. Понимание условий формирования различных режимов деформирования в дальнейшем может помочь созданию инженерных методов «корректировки»



Изменение энергии системы во время динамического срыва в численном эксперименте. Черная линия соответствует случаю когда фрикционные свойства всех блоков «слайдер»-модели, характеризуются скоростным разупрочнением, красная линия – система имеет три стабильных (проявляющих скоростное упрочнение) блока, делящих модельный разлом на три равных по площади участка

Публикации:

Мартынов В.С., Остапчук А.А., Будков А.М. (2018). **Инжекция флюида как метод изменения энергии динамических событий** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: сб. научн. тр. ИДГ РАН. М. : Графитекс, с. 109-116. ISSN 2222-8535. РИНЦ.

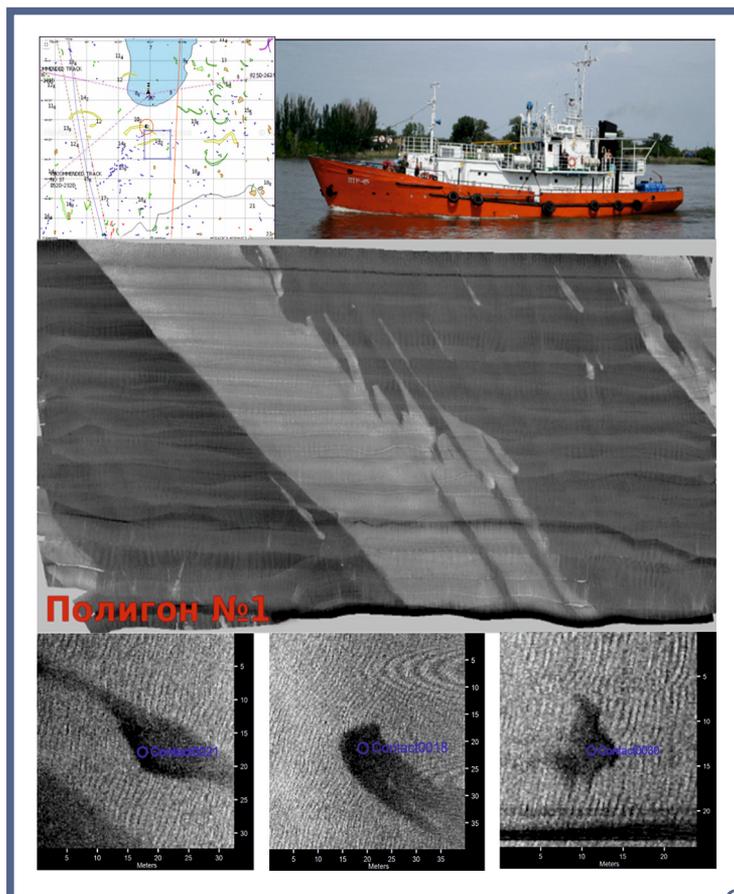
№ 17-55-560003 Сравнительное изучение флюидодинамики осадочных бассейнов Среднего и Южного Каспия (руководитель проекта к.т.н. Л.Р. МЕРКЛИН)

На основании данных спутникового мониторинга и фондовых гидрофизических и сейсмоакустических данных, полученных в академических экспедициях прошлых лет, проанализированы и выделены наиболее вероятные места водо-газообмена между донными осадками и водной толщей Каспия.

Организована и проведена океанологическая экспедиция на борту гидрографического судна ПТР-45 (на рис. справа сверху) на полигоне с выявленными по спутниковым радиолокационным данным устойчивыми многолетними сликами поверхностных углеводородных плёнок (на рис. сверху слева).

На полигоне выполнена гидролокационная съёмка с помощью высокочастотного гидролокатора бокового обзора, которая показала наличие многочисленных покмарок - высачиваний флюидов из донных осадков (на рис. - гидролокационное изображение поверхности дна полигона и участки покмарок).

Выявленные места покмарок планируется опробовать в 2019 году с использованием лёгководолазных работ и проверить их источник высокоразрешающими сейсмоакустическими методами.



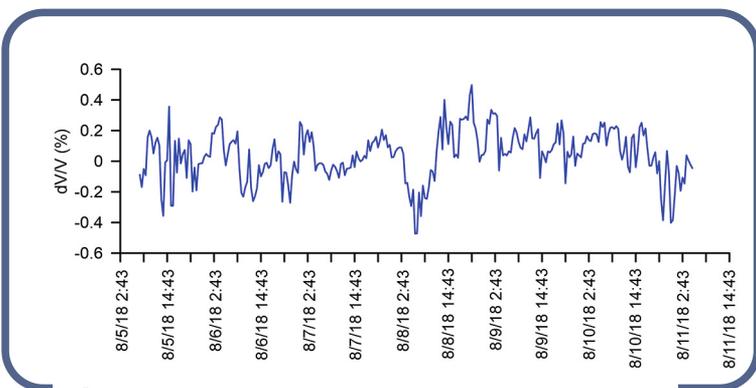
Публикации:

1. Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Зеленин А.В. Сейсмоакустические аномалии Среднего Каспия: флюидодинамика и сейсмичность. В сб. Современные методы изучения и освоения недр Евразии: Труды Международной геолого-геофизической конференции «ГеоЕвразия». 2018. С. 744–746.
2. Путанс В.А., Мерклин Л.Р., Зеленин А.В. Проявления современных тектонических событий в структуре позднечетвертичных осадков Среднего Каспия // Успехи современного естествознания. Науки о Земле. № 4. 2018. С. 139–144.

ГРАНТ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ МОЛОДЫХ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

МК-2698.2017.5 Разработка методов сейсмического контроля механических характеристик участков локализации деформаций в массивах горных пород на территории Восточно-Европейской платформы (руководитель проекта к.ф.-м.н. А.Н. БЕСЕДИНА)

Проведено апробирование методики оценки деформационных характеристик разломных зон, не требующий наличия внешних источников возбуждения колебаний на эксгумированном участке Приморского разлома Байкальской рифтовой зоны, расположенного в зоне межплитной коллизии на северо-западном побережье оз. Байкал. С помощью анализ кросс-корреляционных функций в разных частотных диапазонах удалось выделить группы волн со скоростью распространения 1300 м/с (длина волны 30 м) и 2400 м/с (длина волны 40 м). В предположении, что полученные параметры характеризуют именно локальную область разлома – зону накопления наиболее интенсивных деформаций, получены значения жесткости 100 и 300 МПа/м соответственно, которые находятся в хорошем соответствии с зависимостью жесткости разлома от масштаба по мировым данным. Анализ временных вариаций параметров микросейсмического шума в теле разлома в диапазоне частот 20-150 Гц в течение недели показал, что вариации скорости составили 0.5 %, что соответствует относительным вариациям жесткости до 1 %.



Вариации скорости, полученные на основе кросс-корреляционного анализа параметров микросейсмического шума в диапазоне частот 20-150 Гц

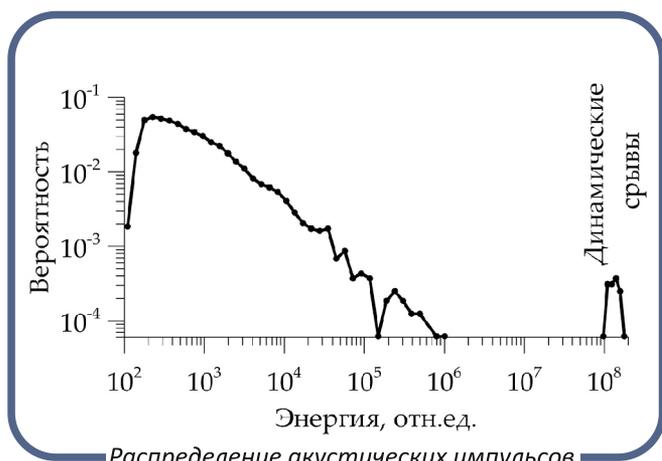
Публикации:

Besedina A.N., Ostapchuk A.A. Microseismic Ambient Noise Analysis for Estimation of the Deformation Characteristics of a Fault Zone // AIP Conference Proceedings, 2051, 020029 (2018); doi: 10.1063/1.5083272.

МК-758.2018.5 Определение структурных и механических характеристик нарушений сплошности массивов горных пород по результатам анализа параметров сейсмоакустических колебаний (руководитель проекта к.ф.-м.н. А.А. ОСТАПЧУК)

В ходе экспериментов исследовалось влияние структуры модельного разлома на параметры и статистику акустических импульсов, излучаемых при его деформировании. Показано, что изменение структуры заполнителя разлома существенно влияет на параметры излучаемых импульсов. В различных экспериментах с одинаковой амплитудой динамических срывов *b-value* закона повторяемости Гутенберга-Рих-

32 тера могло измениться на 60 %, а показатель *p* закона Омори на 100 %.



Распределение акустических импульсов по энергиям, зарегистрированных в ходе одного эксперимента

Публикации:

Ostapchuk A.A., Pavlov D.V., Martynov V.S. (2018). Seismic and Acoustic Manifestation of the Process of Shear Event Nucleation in Different Frequency Bands // AIP Conference Proceedings 2051, 020222.

ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДОГОВОРЫ

1. № TCS-SMR-2017-IDG (этап 2) **Разработка сеточных моделей для определения проницаемости проппантных пачек.** Заказчик ООО «Технологическая компания Шлюмберже» (отв. к.ф.-м.н. К.М. ГЕРКЕ).
2. № 02/2018 (332/2018) **Исследование скорости детонации и полноты взрывания взрывчатых веществ.** Заказчик ООО «Комбинат КМАруда» (отв. к.ф.-м.н. В.И. КУЛИКОВ).
3. №170343 (этапы 1–4) **Мониторинг и обеспечение сейсмической и акустической безопасности массовых взрывов в карьере ОАО «Лебединский ГОК».** Заказчик ОАО «Лебединский ГОК» (отв. к.ф.-м.н. В.И. КУЛИКОВ).
4. № 6//9/6204-Д (этапы 1–2) **Курская АЭС-2. Наблюдения за сейсмическими проявлениями (природными и инициированными взрывами) – сейсмический мониторинг.** Заказчик АО ИК «АСЭ» (отв. к.ф.-м.н. Д.Н. ЛОКТЕВ).
5. № 01/2018 (1484/2017; этапы 1–4) **Мониторинг сейсмического действия массовых взрывов на застройку города Губкина.** Заказчик ООО «Комбинат КМАруда» (отв. к.ф.-м.н. В.И. КУЛИКОВ).
6. № 202/249–18 (этапы 1–4) **Проектно-поисковые исследования, технические решения создания и целевого применения бортового специального комплекса радиоэлектронного воздействия для космического аппарата высокой энерговооруженности.** Заказчик АО «КБ «Арсенал» (отв. к.т.н. В.Г. ДМИТРИЕВ).

Инновационная и патентно-лицензионная деятельность

Инновационная деятельность Института в 2018 году была направлена на получение и внедрение результатов научных исследований и разработок в практику и производство.

В 2018 году следующие разработки научно-исследовательских работ нашли практическое применение:

- ▲ Осуществлен мониторинг за сейсмическим и акустическим действием массовых взрывов мощностью до 3000 тонн на производственные сооружения ГОКа, застройку региона карьера и инфраструктуру и застройку города Губкин.

Результаты мониторинга позволили внести коррективы в проекты массовых взрывов с целью уменьшения сейсмического и акустического действия массовых взрывов до безопасного уровня.

- ▲ Благодаря мониторингу подземных массовых взрывов в шахте удалось выявить районы города с предельно допустимым сейсмическим воздействием 5 баллов и внести предложения в технологию короткозамедленных взрывов для снижения сейсмического действия до 4 баллов. Показано, что сейсмические колебания поверхности Земли в эпицентре подземных взрывов генерируют плоские акустические волны, которые слышит население города и у некоторых они вызывают негативные психофизиологические реакции.
- ▲ Установлены скорости и режимы детонации различных эмульсионных взрывчатых веществ в скважинах длиной 50 м и диаметром 100 мм, что имеет важное практическое значение при внедрении новых технологий при разработки твердых полезных ископаемых.
- ▲ Создан постоянно действующий стационарный пункт мониторинга на борту карьера и получены важные результаты по исследованию сейсмозврывных и воздушных волн.
- ▲ На базе работы наземных малоапертурных групп и сейсмических наблюдений в шахте в районе КМАруда проводилась апробация разработанного метода сейсмического мониторинга районов расположения особо ответственных объектов, а также сбор, систематизация и анализ сейсмологических данных.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ПРОГРАММЫ ЭВМ:

1. 2018611717 от 06.02.2018 г. **Программное обеспечение контроля качества данных для Уникальной научной установки «Малоапертурная сейсмическая антенна «Михнево».** Авторы: С.И. СЕРГЕЕВ, С.А. КОРОЛЕВ, К.С. СЕРГЕЕВ, С.Г. ВОЛОСОВ.
2. 2018611719 от 06.02.2018 г. **Программа автоматического поиска и сохранения записей сейсмособытий из общего банка записей Уникальной научной установки «Малоапертурная сейсмическая антенна «Михнево».** Авторы: К.С. СЕРГЕЕВ.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ БАЗЫ ДАННЫХ:

1. № 2018621825 от 16.11.2018 г. **Каталог промышленных взрывов зарегистрированных геофизической обсерваторией ИДГ РАН «Михнево» в 2016 году.** Авторы: И.А. САНИНА, М.А. НЕСТЕРКИНА, Н.Л. КОНСТАНТИНОВСКАЯ, С.Г. ВОЛОСОВ, Т.В. ДАНИЛОВА.
2. № 2018621826 от 16.11.2018 г. **Мониторинг сейсмических событий Центральной части Восточно-Европейской платформы по данным малоапертурной группы «Михнево» в 2016 году.** Авторы: И.А. САНИНА, М.А. НЕСТЕРКИНА, Н.Л. КОНСТАНТИНОВСКАЯ, С.Г. ВОЛОСОВ, Т.В. ДАНИЛОВА.
3. № 2018621795 от 14.11.2018 г. **Каталог аномальных вариаций электрического поля, акустических колебаний и метеопараметров атмосферы, зарегистрированных Геофизическим центром ИДГ РАН в Москве в 2015–2017 гг.** Авторы: А.А. СПИВАК, Д.Н. ЛОКТЕВ, Ю.С. РЫБНОВ, С.П. СОЛОВЬЕВ.

Интеграция науки и образования

Одним из приоритетных направлений деятельности Института динамики геосфер РАН является подготовка молодых высококвалифицированных кадров и привлечение талантливой молодежи в сферу науки.

В Институте активно поддерживаются молодые ученые в их стремлении к творческому росту и достижению конкретных научных результатов

**Базовая кафедра МФТИ:
«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ
ФИЗИКА ГЕОСИСТЕМ»**

В Институте динамики геосфер РАН уже более 50 лет действует базовая кафедра **«Теоретическая и экспериментальная физика геосистем»** (до 08.11.2011 г. кафедра называлась «Геофизика сильных возмущений») Московского физико-технического института (МФТИ), готовящая специалистов в области фундаментальных и прикладных наук о Земле и наукоемких отраслей промышленности. Основатель кафедры – известный геомеханик, профессор, д.ф.-м.н. Владимир Николаевич Родионов. Около двадцати лет кафедрой возглавлял академик РАН, доктор физ.-мат.наук, профессор В.В. Адушкин. Многие годы на кафедре преподавали крупные российские ученые, профессора и доктора физ.-мат.наук: И.В. Немчинов, В.Н. Костюченко, В.М. Цветков, И.А. Сизов и др. **Кафедра готовит магистров по направлению «03.04.01 – прикладная математика и физика» и бакалавров по направлению «03.03.01 – прикладная математика и физика».**

В 2017 году на кафедре произошли значительные кадровые изменения. Возглавил кафедру С.Б. Турунтаев, директор ИДГ РАН, д.ф.-м.н. На кафедру пришли со своими новыми курсами лекций молодые преподаватели, кандидаты физ.-мат. наук, ведущие научные сотрудники ИДГ РАН, недавние выпускники нашей кафедры А.А. Таирова, А.А. Остапчук, А.Н. Беседина, К.М. Герке.

В 2018/19 учебном году на кафедре обучается 18 студентов (3 – 6 курсы) и 5 аспиранта. Профессорско-преподавательский состав кафедры представлен 9 докторами и 9 кандидатами наук. Преподавателями кафедры разработаны и читаются курсы лекций для студентов 3-6 годов обучения. Базовая кафедра создана с целью повышения качества подготовки студентов, расширения их специализированной подготовки по геофизическим специальностям, подготовки кадров для ИДГ РАН и других институтов РАН геофизического направления.

В лабораториях ИДГ РАН на современных установках и стендах для студентов проводятся практические занятия. В ходе подготовки своих квалификационных работ студенты принимают участие в текущей научно-исследовательской работе Института и приобретают навыки работы с

современными приборами, осваивают новейшие методы обработки данных и компьютерного программирования.

Молодые сотрудники Института, аспиранты и студенты МФТИ также работают на научном полигоне ИДГ РАН (геофизическая обсерватория «Михнево»). ГФО «Михнево» предоставляет возможность студентам ознакомиться с комплексом геофизических наблюдений за ионосферой, магнитным и сейсмическими полями Земли и получить навык практического использования аппаратуры и знаний в мониторинге физических полей.

Студенты кафедры постоянно участвуют в студенческих, всероссийских и международных научных конференциях и совещаниях. В 2018 году на 61-ой научной конференции МФТИ **«Проблемы фундаментальных и прикладных, естественных и технических наук в современном информационном обществе»** выступили 5 аспирантов и студентов кафедры с докладами, тезисы которых были опубликованы в трудах конференции. Всего в 2018 году студентами и аспирантами было сделано 18 докладов на международных и Российских конференциях, опубликовано 9 статей в научных журналах и трудах конференций. Аспирант кафедры С.З. Беккер в 2018 году защитила диссертацию на соискание ученой степени к.ф.-м.н.

В рамках образовательной деятельности некоторые сотрудники Института ведут педагогическую деятельность в других вузах Москвы (МИФИ, МГВМИ, ВЗФЭИ, МФТИ и др.).

А С П И Р А Н Т У Р А

В соответствии с Федеральным законом РФ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» от 22.08.1996 г. № 125-ФЗ докторантура и аспирантура являются основными формами подготовки научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования, представляющими гражданам Российской Федерации возможность повышения уровня научной квалификации

Согласно лицензии на право осуществления образовательной деятельности послевузовского профессионального образования (регистрационный № 1524 от 20.07.2011 г.) Институт динамики

геосфер РАН проводит ежегодный набор в аспирантуру лиц, имеющих высшее профессиональное образование, по следующим специальностям:

25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы

Руководство аспирантами как Института динамики геосфер РАН, так и Московского физико-технического Института осуществляется ведущими научными сотрудниками ИДГ РАН.

Обучение в аспирантуре осуществляется по очной и заочной формам за счет бюджетных средств и на договорной основе.

Аспиранты ИДГ РАН принимают активное участие в научно-исследовательской деятельности Института. По рекомендации своих научных руководителей обучающиеся участвуют в российских и международных конференциях и симпозиумах с представлением устных и стендовых докладов. Полученные аспирантами результаты ежегодно публикуются в материалах совещаний, периодических изданиях и в ежегодном сборнике научных трудов ИДГ РАН.

В 2018 г. выпускникам аспирантуры М.А. Тримоновой и Д.В. Гашеву согласно Приказу Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 870 об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по специальности **25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»**. Мария Тримонова готовится к защите кандидатской диссертации.

11 декабря 2018 г. Диссертационный совет Д002.050.01 (ИДГ РАН) единогласно принял решение присудить м.н.с. лаборатории Приповерхностной геофизики, выпускнице первого выпуска по ФГОСу Светлане Александровне Рябовой ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
«ГЕОФИЗИКА И НЕФТЯНОЙ ИНЖИНИРИНГ»**

Научно-образовательный центр «Геофизика и нефтяной инжиниринг» (далее НОЦ «Геофизика и нефтяной инжиниринг»), возглавляемый д.ф.-м.н. директором ИДГ РАН С.Б. ТУРУНТАЕВЫМ,

создан на базе Московского физико-технического института (МФТИ) и Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер РАН (ИДГ РАН) для развития и координации научно-исследовательских работ и учебного процесса по приоритетным направлениям «Подготовка специалистов в области снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф в геофизических системах» и «Подготовка специалистов в области нефтяной инжиниринг и геофизика месторождений углеводородов».

Целями НОЦ является:

- достижение научных результатов мирового уровня по приоритетному направлению развития науки, технологии и техники «Рациональное природопользование»;
- закрепление в сфере науки и образования научных и научно-педагогических кадров;
- объединение усилий и ресурсов ИДГ РАН, с одной стороны, и МФТИ, с другой стороны;
- формирование эффективных и жизнеспособных научных коллективов, в которых студенты, аспиранты и молодые ученые работают с наиболее результативными исследователями старших поколений.

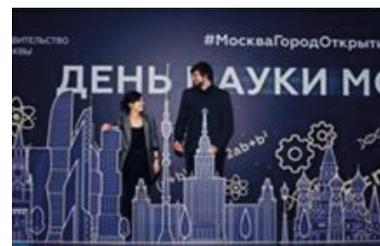
Образовательная деятельность НОЦ осуществляется школой Аэрофизики и космических исследований МФТИ и лабораториями ИДГ РАН. Подготовка молодых специалистов проводится по профилям кафедры «Теоретическая и экспериментальная физика геосистем». Обязательными принципами организации образовательной деятельности являются: модернизация базовых учебных программ и внедрение новых учебных дисциплин; совершенствование учебно-методической работы, инновационная направленность учебного процесса; развитие методов индивидуальной целевой подготовки; создание современных практикумов и междисциплинарных курсов.

Научная деятельность НОЦ ведется в лабораториях МФТИ и ИДГ РАН и проводится в рамках Федеральных целевых программ, отраслевых программ Минобрнауки, РАН, а также по международным контрактам и программам сотрудничества. Основными принципами организации научной деятельности являются сочетание фундаментальных и прикладных исследований и разработок с образовательным процессом и широкое привлечение к исследованиям студентов, аспирантов и молодых ученых и специалистов.

Совет молодых ученых

Деятельность Совета молодых ученых направлена на повышение научной активности молодых ученых. Научные успехи молодых ученых были отмечены грантами РФФИ, РНФ, Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов. Благодарностью директора ГЕОХИ РАН был отмечен аспирант ИДГ РАН В.В. ЕФРЕМОВ за активное и плодотворное участие в организации 81-ой международной ежегодной конференции Meteoritical Society, 2018.

Совет молодых ученых проводит активную работу по продвижению Института на различных Интернет-платформах. Был создан аккаунт Совета молодых ученых в Instagram (www.instagram.com/young_geoscientists/). Молодые ученые активно работают в сфере популяризации науки. При их непосредственном участии были опубликованы статьи в газетах Известия, Вечерняя Москва, а также подготовлены репортажи в передачах для телеканалов Культура – Черные дыры. Белые пятна и Россия – Утро России.



Диссертационный совет Д002.050.01 (ИДГ РАН) на заседании от 11.12. 2018 г. единогласно принял решение присудить м.н.с. лаб. Электродинамических процессов в геофизике Сусанне БЕККЕР (справа) и м.н.с. лаб. Приповерхностной геофизики Светлане РЯБОВОЙ ученую степень кандидатов физико-математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»



Алия Алиевна ТАИРОВА к.ф.-м.н., работает с.н.с. в лаб. Геомеханики и флюидодинамики более 10 лет. Являясь студенткой МФТИ, защитила на нашей кафедре бакалаврский и магистерский дипломы, а позднее и кандидатскую диссертацию. А.А. Таирова – доцент МФТИ, преподает на 1 и 5 курсах

Руководство Института поддерживает участие молодых ученых в российских и международных научных школах и конференциях. В 2018 г. молодые ученые приняли участие в Atlantic Radio Science Conference, URSI, V-я Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы военной геофизики и контроля состояния природной среды», 15-ой ежегодной конференции Геофизического союза Азии и Океании, XXIII Международном симпозиуме «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы». Прослушали образовательные курсы международной летней школы «Механика землетрясений», организованный Международной школой Энрико Ферми, а также Гордоновской научной школы по деформированию массива горных пород. Профессиональный рост молодых ученых нашел отражение в преподавательской деятельности на кафедре МФТИ «Теоретическая и экспериментальная физика геосистем» и в аспирантуре ИДГ РАН. Курс лекций читают кандидаты физ.-мат. наук А.Н. Беседина, А.А. Таирова, А.А. Остапчук, И.А. Ряховский. М.А. Тримонова является научным руководителем.

Публикационная активность

В 2018 году изданы:

МОНОГРАФИИ

1. Адушкин В.В., Соловьев С.П., Спивак А.А. **Электрические поля техногенных и природных процессов.** М.: ГЕОС, 2018. 464 с.
2. Алпатов В.В., Калинин Ю.К., Козлов С.И., Репин А.Ю., Щелкалин А.В. **Вопросы модификации ионосферы.** Обнинск: Изд. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2018. 199 с.
3. Баранов Н.Н., Мандругин А.А., Пустовалов А.А., Цветков Л.А. Радионуклидные полупроводниковые батареи – новый класс высокоэффективных источников электрического питания для портативной техники с неограниченным ресурсом работы. М. : РадиоСофт. 2018. – 128 с. ; ил.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

1. **Динамические процессы в геосферах Вып. 10:** Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. – 224 с. ISSN 2222-8535.

1. Адушкин В.В., Соловьев С.П., Спивак А.А. **Электрические поля техногенных и природных процессов.** М. : ГЕОС, 2018. – 464 с.
2. Адушкин В.В., Спивак А.А., Харламов В.А. **Проявление лунно-солнечного прилива и собственных колебаний Земли в вариациях магнитного поля // Физика Земли.** 2018. № 6. С. 59–71.
3. Алпатов В.В., Калинин Ю.К., Козлов С.И., Репин А.Ю., Щелкалин А.В. **Вопросы модификации ионосферы.** Обнинск: Изд. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2018. 199 с.
4. Алешина Е.И., Асминг В.Э., Баранов С.В. и др. **Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2016 году.** Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018, с. 183–194. ISSN 1819-852X (РИНЦ).
5. Ан В.А., Каазик П.Б., Непеина К.С. **Оценка тренда времени пробега волны РКР_{DF} на трассе Семипалатинский испытательный полигон – сейсмическая станция «Новолазаревская» в Антарктиде // Вестник НЯЦ РК,** 2018, Вып.2, с.32-34. ISSN1729-7516, <http://www.nnc.kz/ru/publications/vestnik.html> (РИНЦ).
6. Баранов Н.Н., Мандругин А.А., Пустовалов А.А., Цветков Л.А. **Радионуклидные полупроводниковые батареи – новый класс высокоэффективных источников электрического питания для портативной техники с неограниченным ресурсом работы.** Москва : Изд. «РадиоСофт». 2018. 128 с.
7. Барышников Н.А., Куприянов А.Д., Зенченко Е.В.,

- Турунтаев С.Б. Орлов А.В. **Экспериментальное исследование изменения фильтрационных свойств вязкоупругих пористых сред под влиянием внешней нагрузки // Динамические процессы в геосферах.** Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 84–90. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20180 (РИНЦ).
8. Батухтин И.В., Павлов Д.В., Марков В.К., Варыпаев А.В. **Влияние пространственной гетерогенности заполнителя трещины на инициацию сейсмогенного разрыва. Лабораторный эксперимент // Динамические процессы в геосферах.** Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 117–124. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20186 (РИНЦ).
9. Башилов И.П., Верещагин А.А., Волосов С.Г., Меркулов В.А., Рязанцев Ю.В., Сачков В.И., Червинчук С.Ю. **Скважинный электродинамический сейсмоприемник нового поколения для сейсмологических исследований // Вулканология и сейсмология,** № 2, с. 84–88, 2018. DOI: 10.7868/S0203030618020074 (РИНЦ).
10. Беккер С.З. **Анализ результатов расчетов концентрации электронов по детерминированно-вероятностной модели среднеширотной невозмущенной D-области ионосферы // Солнечно-земная физика.** Иркутск. 2018. Т. 4. № 3. С. 84–94. (РИНЦ).
11. Бугаев Е.Г., Кишкина С.Б. **Оценка долговременной и текущей сейсмической опасности площадок объектов использования атомной энергии на**

основании материалов инженерных изысканий // Ядерная и радиационная безопасность. М. 2018, № 3 (89). С. 10–22 (РИНЦ).

12. *Варыпаев А.В., Санина И.А., Чулков А.Б., Кушнир А.Ф.* Применение робастных фазовых алгоритмов для выявления сейсмической эмиссии в районе проведения взрывных работ в шахтах // Сейсмические приборы. 2018. Т. 54, № 2. С. 5–18. DOI: 10.21455/si2018.2-2 (WoS, РИНЦ).

13. *Варыпаев А., Санина И.* Идентификация сигналов слабых сейсмических событий по записям малоапертурной группы при мониторинге локальной сейсмичности горных выработок // Динамические процессы в геосферах. Вып.10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. Графитекс 2018. С. 38–46. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20161 (РИНЦ).

14. *Вениаминов С.С., Ключников В.Ю., Козлов С.И., Нагорский П.М.* Анализ временных вариаций аварийных запусков ракет в СССР (России) и США // Космические исследования. 2018. № 6. С. 353–364 (РИНЦ).

15. *Габсатарова И.П., Голубева И.В., Дягилев Р.А. и др.* Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь // Землетрясения России в 2016 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018, С. 23–29. ISSN 1819-852X (РИНЦ).

16. *Галактионов И.В., Кудряшов А.В., Никитин А.Н., Рукусуев А.Л., Мар Г.Н., Шелдакова Ю.В.* Исследование эффективности фокусировки лазерного пучка, рассеянного аэрозолем, с помощью адаптивной оптической системы // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 200–204. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20196 (РИНЦ).

17. *Герке, К.М., Сизоненко, Т.О., Карсанина, М.В., Корост, Д.В., Баюк, И.О.* Апскелинг фильтрационных характеристик пород с помощью сеточных моделей // ГеоЕвразия. Современные методы изучения и освоения недр Евразии. 2018. С. 474–477 (РИНЦ).

18. *Горбунова Э.М.* Исследование поствзрывных деформаций дневной поверхности // Геоэкология. № 5. С. 40–52. 2018. (РИНЦ).

19. *Горбунова Э.М.* Определение режима деформирования массива горных пород по данным мониторинга уровня подземных вод на территории Семипалатинского полигона // Вестник НЯЦ РК. Выпуск 2 (74). С. 78–87 (РИНЦ).

20. *Горбунова Э.М., Беседина А.Н., Виноградов Е.А.* Динамика деформирования флюидонасыщенного коллектора по данным прецизионного мониторинга уровня подземных вод на

территории ГФО «Михнево» // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 74–83. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20178 (РИНЦ).

21. *Ефремов В.В., Попова О.П., Глазачев Д.О., Карташова А.П.* Определение параметров мелких метеорных тел по наблюдательным данным // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 150–156. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20190 (РИНЦ).

22. *Иванов Б.А.* Распределение по размерам малых лунных кратеров: роль увеличения диаметра при старении кратеров // Астрономический Вестник. 2018. Т. 52. № 1. С. 3–31. DOI: 10.7868/S0320930X18010024. (РИНЦ).

23. *Иванов Б.А.* Распределение в пространстве энергии сейсмических волн при метеоритном ударе и взрыве // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 46–53. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20170 (РИНЦ).

24. *Иванов Б.А.* Предельная модель квази-вязкого затекания ударных кратеров в лунном реголите // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 54–61. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20175 (РИНЦ).

25. *Иванченко Г.Н.* Оценка тектонической стабильности территории Курской АЭС методами компьютерного линейного анализа // Динамические процессы в геосферах. Вып.10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. Графитекс. 2018. С. 65–74. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20177 (РИНЦ).

26. *Каазик П.Б., Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М.* Поглощающие свойства и дифференциальные времена пробега во внутреннем ядре Земли из инверсии волновых форм // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 21–28. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20156 (РИНЦ).

27. *Карсанина, М.В., Герке, К.М., Сизоненко, Т.О., Корост Д.В.* Влияние пространственного разрешения цифровой модели на точность моделирования в масштабе пор // ГеоЕвразия. Современные методы изучения и освоения недр Евразии. С. 423–427, 2018 (РИНЦ).

28. *Ковалева И.Х.* Электромагнитно-акустическое взаимодействие через аэроионы как источник электрофонных шумов, сопровождающих падения метеороидов // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 178–184. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20194 (РИНЦ).

29. Козлов С.И., Николайшвили С.Ш., Платов Ю.В. **Оптические явления, наблюдаемые при запусках некоторых отечественных ракет** // Геомagnetизм и аэрoномия. 2018. Т. 58. № 1. С. 141–148 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).

30. Кочарян Г.Г., Остапчук А.А., Павлов Д.В., и др. **О перспективе обнаружения процесса подготовки землетрясения в спектре сейсмического шума. Лабораторный эксперимент** // Физика Земли. 2018. № 6. С.117–128. (РИНЦ).

31. Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М. **О скачке плотности на границе внутреннего ядра Земли в восточном и западном полушариях** // ДАН, 2018. Т. 469, № 4. С. 463–468. DOI: 10.7868/S0869565218040199 (РИНЦ).

32. Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М. **Об отражающих свойствах границы внутреннее – внешнее ядро Земли под Южной Америкой и Юго-восточной Азией** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : ГРАФИТЕКС. 2018. С. 10–20. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20154 (РИНЦ).

33. Крашенинников А.В., Локтев Д.Н., Соловьев С.П. **Атмосферное электрическое поле в условиях аэрозольного загрязнения мегаполиса** // Материалы XXIV Международного симпозиума «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы», 2–5 июля 2018 г. Томск, Россия. С. D151–D154.

34. Кузьмичева М.Ю. **Нагрев выбросов из метеоритного кратера возмущенной атмосферой** // Астрономический вестник. 2018. Т. 52. № 2. С. 152–159. DOI: 10.7868/S0320930X18020068 (РИНЦ).

35. Кузьмичева М.Ю. **Моделирование разлета алюминиевой струи в агрэ с учетом отклонения от термодинамического равновесия** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 185–192. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20195 (РИНЦ).

36. Куликов В.И., Ганопольский М.И. **Воздействие массовых взрывов при подземной разработке железорудных месторождений на застройку и население города Губкин** // Взрывное дело, № 121/78, 2018. С. 135–151 (РИНЦ).

37. Куликов В.И. **Акустический эффект массовых взрывов при шахтной разработке железорудных месторождений** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сб. научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018, с. 61–65. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20176 (РИНЦ).

38. Куликов В.И. **Сейсмозрывное воздействие подземных БВР на население и застройку региона**

шахт. В сб. Научные основы безопасности горных работ: Материалы научно-практической конференции. Изд. ИПКОН РАН, 2018. с. 154–160. (РИНЦ).

39. Лаврухин, Е.В., Герке, К.М., Сизоненко, Т.О., Корост, Д.В. **Использование методов машинного обучения для сегментации изображений пород, полученных методом рентгеновской томографии** // ГеоЕвразия. Современные методы изучения и освоения недр Евразии. С. 418–422, 2018 (РИНЦ).

40. Лосева Т.В., Косарев И.Б., Зецер Ю.И., Ляхов А.Н., Черменин А.В. **Свечение высокотемпературного алюминиевого облака на начальной стадии его разлета в ионосфере** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : 2018. С. 193–200. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20196 (РИНЦ).

41. Лылова А., Шелдакова Ю., Кудряшов А., Самаркин В. **Формирование кольцевого и супергауссова распределений интенсивности лазерного излучения в дальней зоне с использованием биморфного зеркала** // Квантовая электроника 48(1), С. 57–61, 2018 (РИНЦ).

42. Мартынов В.С., Остапчук А.А., Будков А.М. **Инъекция флюида как метод изменения энергии динамических событий** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 109–116. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20184 (РИНЦ).

43. Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л., Чулков А.Б., Куликов В.И., Волосов С.Г. **Проблемы, возникающие при идентификации источника сейсмического сигнала, связанные с вариациями волновых форм (на примере карьера «Афанасьевский»)**. В кн. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Материалы XIII Международной сейсмологической школы / отв. ред. А.А. Маловичко. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018, С. 184–189. ISBN 978-5-903258-37-6 (РИНЦ).

44. Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л., Ризниченко О.Ю., Волосов С.Г. **Землетрясения на региональных расстояниях, зарегистрированные ГО «Михнево» за период 2005-2017 гг.** В кн. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Материалы XIII Международной сейсмологической школы / отв. ред. А.А. Маловичко. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018, С. 179–184. ISBN 978-5-903258-37-6 (РИНЦ).

45. Нестеркина М.А., Куликов В.И., Константиновская Н.Л., Санина И.А., Ризниченко О.Ю. **Оценка уровня сейсмического воздействия промышленных взрывов центральной части ВЕП** // Сейсмические приборы. Том 54, № 2, 2018. С. 49–65 DOI: 10.21455/si2018.2-41(WoS, РИНЦ).

46. Овчинников В.М. **Параметры сейсмического источника 03.09.2017 г. в Северной Корее** по наблюдениям на региональных расстояниях // *Динамические процессы в геосферах*. Вып.10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : 2018. С. 29–38. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20160 (РИНЦ).
47. Рига В.Ю., Турунтаев С.Б., Остапчук А.А. **Численное моделирование сейсмогенерирующих подвижек на основе модели gate-state экспериментов межблокового скольжения** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып. 10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 99–109. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20183 (РИНЦ).
48. Ружич В.В., Кочарян Г.Г. и др. **Определение РТ-условий при формировании сейсмогенных подвижек по глубинному сегменту краевого шва Сибирского кратона** // *ДАН*. Том 4. № 481. С. 1–4 (РИНЦ).
49. Рыбнов Ю.С., Спивак А.А., Харламов В.А., Соловьев А.В. **Инфразвуковые шумы мегаполиса** // *Материалы XXIV Международного симпозиума «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы»*, 2–5 июля 2018 г. Томск, Россия. С. D61–D64.
50. Светцов В.В., Шувалов В.В. **Инициирование пожаров при ударах астероидов** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып.10: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 141–150. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20189 (РИНЦ).
51. Сергеев В.Н., Печерникова Г.В. **Переоценка выделившегося радиогенного тепла Земли в первые 500 млн лет ее существования, высвобождение гравитационной энергии при формировании земного ядра** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып.10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 169–176. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20193 (РИНЦ).
52. Соловьев А.В., Дюлембаев М.В., Рыбнов Ю.С., Соловьев С.П., Попова О.П. **Влияние архитектурно-планировочной структуры города Томска на уровень акустических шумов** // *Материалы XXIV Международного симпозиума «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы»*, 2–5 июля 2018 г. Томск, Россия. С. D167–D170.
53. Соловьев А.В., Смирнов А.В., Рыбнов Ю.С., Соловьев С.П., Попова О.П. **Оценка влияния звуковых и инфразвуковых шумов на простые реакции человека** // *Материалы XXIV Международного симпозиума «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы»*, 2–5 июля 2018 г. Томск, Россия. С. D127–D130.
54. Спивак А.А., Рыбнов Ю.С., Соловьев С.П., Харламов В.А., Соловьев А.В. **Вариации акустических и электрических полей при прохождении сильных фронтальных возмущений** // *Материалы XXIV Международного симпозиума «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы»*, 2–5 июля 2018 г. Томск, Россия. С. D33–D36.
55. Спивак А.А., Рыбнов Ю.С., Харламов В.А. **Геофизические эффекты урагана в Москве 21апреля 2018 г.** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып. 10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : Графитекс. 2018. С. 165–169. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20192 (РИНЦ).
56. Спивак А.А., Рябова С.А. **Нелокальные геомагнитные эффекты при падении Липецкого (21.06.2018 г.) и Челябинского (15.02.2013 г.) метеоритов** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып. 10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : 2018. С. 157–164. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20191 (РИНЦ)
57. Спивак А.А., Рябова С.А. **Исследование атмосферного прилива по данным регистрации барических вариаций на среднеширотной обсерватории «Михнево»** // *Ученые записки физического факультета Московского университета, № 4, 1840406 (2018). С. 1840406–1–1840406–7 (РИНЦ).*
58. Топоровский В.В., Кудряшов А.В., Самаркин В.В., Рукосуев А.Л., Никитин А.Н. **Зеркало на пьезоактюаторах для компенсации аббераций при распространении мощного лазерного излучения сквозь турбулентную атмосферу** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып. 10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : 2018. С. 205–214. DOI:10.26006/IDG.2018.10.20196 (РИНЦ).
59. Хазинс В.М., Шувалов В.В., Светцов В.В. **Сейсмическая эффективность ударов космических тел** // *Астрономический вестник*. 2018. Т. 52. № 6. С. 566–576. DOI: 10.1134/S0320930X18060026.
60. Хазинс В.М., Шувалов В.В. **Оценка газодинамических возмущений верхней атмосферы земли при падении космических тел** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып. 10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : 2018. С. 132–141. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20188 (РИНЦ).
61. Шувалов В.В. **Выброс воды в атмосферу при падении астероидов в океан** // *Динамические процессы в геосферах*. Вып. 10: Сб. науч. тр. ИДГ РАН. М. : 2018. С. 126–131. DOI: 10.26006/IDG.2018.10.20187 (РИНЦ).
62. Шувалов В.В., Хазинс В.М. **Численное моделирование возмущений в ионосфере, генерируемых при падении Челябинского и Тунгусского космических тел** // *Астрономический Вестник*, том 52, № 2, С. 142–151, 2018. DOI: 10.7868/S0320930X18010097.

63. *Adushkin V.V., Spivak A.A., Kharlamov V.A.* **Manifestation of the lunar-solar tide and free oscillations of the Earth in the variations of the magnetic field** // *Izvestiya, Physics of the solid Earth*. 2018. Vol. 54. No. 6. P. 859–871. DOI: 10.1134/S1069351318060010 (WoS).
64. *Adushkin V.V., Rybnov Yu.S., Spivak A.A., Kharlamov V.A.* **New approach to assessment of energy of sources of infrasound disturbances in atmosphere** // *Proceeding of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics*. 2–5 July 2018. Tomsk, Russian Federation. Vol. 10833. 10833-OZ. DOI: 10.1117/12.2502337. (WoS, Scopus, PИHЦ).
65. *Adushkin V.V., Aksenov O.Yu., Veniaminov S.S., Kozlov S.I.* **Challenging Aspects in Evaluating the Potential Danger of Space Objects Breakups and Collisions for Space Flights** // *Adv. Astrophysics*. 2018. V. 3. № 2. P. 83–90 (WoS–Q4, Scopus–Q3, PИHЦ).
66. *Artemieva N., Shuvalov V.* **Atmospheric shock waves after impacts of cosmic bodies up to 1000 m in diameter** // *Meteoritics and Planetary Science*. 2018.
67. *Artemieva N., Morgan J.* **Numerical Simulations of Chicxulub Ejecta** // 81-st Annual Meeting of the Meteoritical Society, 2018. Abstract 6034 (WoS – Q2, Scopus–Q1, PИHЦ).
68. *Bashilov I.P., Volosov S.G., Korolyev S.A., Merkulov, V.A., Ovchinnikov V.M.* **A Family of Seismometers with Capacitive Transducers** // *Seismic Instruments*, Vol. 54. No. 5, Allerton Press, Inc., 2018. P. 543–550. ISSN 0747-9239 (WOS, PИHЦ).
69. *Bekker S.Z., Lyakhov A.N., Kozlov S.I., Ryakhovskiy I.A.* **Verification of the deterministic-probabilistic model of the D-region of the ionosphere by the radio physical data obtained in the geophysical observatory Mikhnevo** // *Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics*. 2018. V. 10833. P. 10833–10833–6. DOI:10.1117/12.2504295. (WoS–Q4, Scopus–Q3, PИHЦ).
70. *Bekker S.Z.* **Analysis of electron density calculations using deterministic-probabilistic model of the ionospheric D-region** // *Solar-Terrestrial Physics*. 2018. V. 4, № 3. P. 67–75. DOI: 10.12737/stp-43201809. (WoS–Q4, Scopus–Q3, PИHЦ).
71. *Besedina A.N., Kishkina S.B., Pavlov D.V.* **Reaction of the Fault Zone to Periodic Seismic Impact by Example of the Korobkovo Ore Deposit** // *AIP Conference Proceedings*. 2018. Vol. 2151. Article number: 020028. DOI: 10.1063/1.5083271 (WoS, Scopus, PИHЦ).
72. *Besedina A.N., Ostapchuk A.A.* **Parametric Analysis of the Low-Frequency Seismic Noise as the Basis for** **42 Monitoring Changes of the Stress-Strain State of Rock** // *AIP Conf. Proc.* 2018. Vol. 2051. Article number: 020030, DOI: 10.1063/1.5083273 (WoS, Scopus, PИHЦ).
73. *Besedina A.N., Ostapchuk A.A.* **Microseismic Ambient Noise Analysis for Estimation of the Deformation Characteristics of a Fault Zone** // *AIP Conf. Proc.* 2018. Vol. 2051. Article number: 020029, DOI: 10.1063/1.5083272 (WoS, Scopus, PИHЦ).
74. *Borovička Jiří, Popova Olga, Spurný Pavel* **The Maribo CM2 meteorite fall – survival of weak material at high entry speed** // *Meteoritics and Planetary Science*. 2018.
75. *Dubinya N., Triminova M., Tyurin A., Golovin Yu., Zenchenko E., Samodurov A., Turuntaev S., Fokin I.* **Experimental and Theoretical Study of Fracture Toughness Effect on Hydraulic Fracture's Geometry** // *SPE Russian Petroleum Technology Conference*. 2018. SPE-191630-MS. DOI:10.2118/191630-18RPTC-MS (Scopus).
76. *Efremov, V.V., Popova, O.P., Glazachev, D.G., Kartashova, A.N.* **Determination of the Meteor Particles Properties from Observational Data** // *Meteoritical Society*, 2018. LPI Contributions 6026 (WoS–Q2, Scopus–Q1, PИHЦ).
77. *Gavrilov B.G., Lyakhov A.N., Poklad Yu.V., Rybakov V.A., Ryakhovsky I.A., Loseva T.V.* **Geophysical effects of solar flare on 6 September 2017** // *Proceedings of SPIE 0277-786X*, V.10833. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 29. 2018. DOI:10.1117/12.2502477. (WoS–Q4, Scopus–Q3, PИHЦ).
78. *Galaktionov I., Sheldakova J., Kudryashov A., Nikitin A.* **Laser beam focusing through the scattering medium using 14-, 32- and 48-channel bimorph mirrors** // *Proc. International Conference Laser Optics (ICLO)*, St. Petersburg, 2018, 8435699, 223. DOI: 10.1109/LO.2018.8435699 (Scopus, PИHЦ).
79. *Galaktionov I., Sheldakova J., Kudryashov A.* **Scattered laser beam control using bimorph deformable mirror** // *Proc. International Conference Laser Optics (ICLO)*, St. Petersburg, 2018, 8435775, 186. DOI: 10.1109/LO.2018.8435775 (Scopus, PИHЦ).
80. *Galaktionov I., Nikitin A., Samarkin V., Sheldakova J., Kudryashov A.* **Laser beam focusing through the scattering medium-low order aberration correction approach** // *Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10772*, 2018. DOI: 10.1117/12.2324275 (Scopus, PИHЦ).
81. *Galaktionov I., Kudryashov A., Sheldakova J., Nikitin A., Samarkin V.* **Comparison of the efficiency of laser beam focusing through the scattering medium using 14- and 31-channel bimorph mirrors.**

82. Gerke K.M. et al. **Finite-difference method Stokes solver (FDMSS) for 3D pore geometries: Software development, validation and case studies** // Computers & Geosciences, 2018, 114: 41–58. DOI: 10.1016/j.cageo.2018.01.005 (WoS–Q2, Scopus–Q1).
83. Glazachev, D.O., Podobnaya, E.D., Popova, O.P., Artemieva, N.A., Shuvalov, V.V. **Scaling Relations for Shock Wave Effects from Large Meteoroids Decelerated in the Earth's Atmosphere** // Meteoritical Society, 2018. LPI Contributions 6032 (WoS – Q2, Scopus–Q1, PИHЦ).
84. Gorbunova E.M., Besedina A.N., Vinogradov E.A. **Reaction of the fluid saturated collector during the propagation of the seismic waves** // AIP Conf. Proc. 2018. Vol. 2051. Article number: 020100, DOI: 10.1063/1.5083343 (WoS, Scopus, PИHЦ).
85. Hartmann W., Daubar I., Popova O., Joseph E. **Martian cratering 12. Utilizing primary crater clusters to study crater populations and meteoroid properties** // Meteoritics and Planetary Science. 53. P. 672–686. 2018. DOI: 10.1111/maps.13042 (WoS – Q2, Scopus – Q1, PИHЦ).
86. Ivanov B.A. **Size-frequency distribution of small lunar craters: widening with degradation and crater lifetime** // Sol. Syst. Res. 2018. Vol. 52. Iss. 1. P. 1–25. DOI: 10.1134/S0038094618010021 (WoS-Q4, Scopus-Q3, PИHЦ).
87. Ivanchenko G.N, Gorbunova E.M., et al. **Lithospheric architecture of European craton** // 18-th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. SGEM. 2018. P. 205–212 DOI: 10.5593/sgem2018/1.1/S01.027 (WoS, Scopus, PИHЦ).
88. Ivanchenko G.N, Kishkina S.B. **Seismotectonic researches of the area of the Rostov nuclear power plant** // SGEM 2018 Conference Proceedings 18. Issue 1.1. 2018. P. 981–988. (WoS, Scopus, PИHЦ).
89. Jenniskens P., Popova O., Glazachev D., Podobnaya E., Kartashova A. **Tunguska eyewitness accounts, injuries, and casualties** // Meteoritics and Planetary Science. Vol. 53. P. 6234–6234. (WoS – Q2, Scopus – Q1, PИHЦ).
90. Karsanina M.V., Gerke K.M. et al. **Enhancing image resolution of soils by stochastic multiscale image fusion** // Geoderma, 2018, 314: 138-145. DOI: 10.1016/j.geoderma.2017.10.055 (WoS – Q1, Scopus – Q1).
91. Kartashova, A.P., Popova, O.P., Glazachev, D.O., Jenniskens, P., Podobnaya, E.D. **Eyewitness Accounts and Modeling Results for Chelyabinsk** // Meteoritical Society, Airburst. 2018. LPI Contributions 6169 (WoS–Q2, Scopus–Q1, PИHЦ).
92. Kartashova A.P., Popova O.P., Glazachev D.O., Jenniskens P.V., Emel'yanenko E.D., Podobnaya Ya A., Skripnik A.Ya. **Study of injuries from the Chelyabinsk airburst event** // Planetary and Space Science 160, P. 107-111. DOI: 10.1016/j.pss.2018.04.019 Get (WoS – Q3, Scopus–Q2, PИHЦ).
93. Khazins V.M., Shuvalov V.V., Svetsov. **The Seismic Efficiency of Space Body Impacts** // Solar System Research. 2018. Vol. 52. P. 547–556. DOI: 10.1134/S0038094618060023. (WoS – Q4, Scopus – Q3, PИHЦ).
94. Kozlov S. I., Lyakhov A. N., Yakubovsky S. V., Bekker S.Z., Gavrilov B.G., Poklad, Y.V., Ermak V.M. **The requirement justification to the ionosphere models for the UHF-SHF radars** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics. 2018. V. 10833. P. 10833–10833–6. DOI: 10.1117/12.2504294. (WoS–Q4, Scopus–Q3, PИHЦ).
95. Kocharyan G.G., Ostapchuk A.A., Pavlov D.V. **Traces of laboratory earthquake nucleation in the spectrum of ambient noise** // Scientific Reports. 2018. № 8. Article number: 10764. DOI: 10.1038/s41598-018-28976-9 (WoS–Q1, Scopus–Q1, PИHЦ).
96. Kocharyan G.G., Ostapchuk A.A., Pavlov D.V., et al. **On the prospect of detecting the process of earthquake preparation in the spectrum of seismic noise: a laboratory experiment** // Izvestiya. Physics of the Solid Earth. 2018. Vol. 54, №. 6. P. 914-925. DOI: 10.1134/S106935131806006X (WoS–Q4, Scopus–Q2, PИHЦ).
97. Korsunkaya J., Lyakhov A. **The analysis of the solar spectra dynamics under X-ray super flares in September 2017 for the geophysical applications** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics. 2018. V. 10833. P. 10833–10833–6. DOI: 10.1117/12.2504399. (WoS–Q4, Scopus–Q3, PИHЦ).
98. Krasnoshchekov D.N., Ovtchinnikov V.M. **The Density Jump at the Inner Core Boundary in the Eastern and Western Hemispheres February 2018** // Doklady Earth Sciences 478(2), P. 219–223. DOI: 10.1134/S1028334X18020046 (WoS – Q4, Scopus – Q2, PИHЦ).
99. Krashennnikov A.V., Loktev D.N., Soloviev S.P. **Atmospheric electric field in megacity aerosol pollution conditions** // Proceeding of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, Tomsk, Russian Federation. Vol. 0833. 10833-72. DOI: 10.1117/12.2502313 (WoS).
100. Kudryashov A., Rukosuev A., Samarkin V., Galaktionov I., Kopylov E. **Fast adaptive optical system for 1.5 km horizontal beam propagation** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10772, 2018. DOI: 10.1117/12.2324273 (Scopus, PИHЦ).

101. Kulikov V.I., Pavlov D.V., Markov V.K., Ostapchuk A.A., Sedochenko V.V. **Manifestations of nonlinearity of deformation properties of regional fault** // Geomechanics and Geodynamics of rock Masses. 2018, vol. 2, p. 1495–1500 (РИНЦ).
102. Kuzmicheva M.Yu., Ryahovsky I.A., Poklad Yu. V., Gavrilov B.G., Lyakhov A.N. **The influence of geometric factors and data processing algorithms on the error of GNSS position in the GFO «MIHNEVO»** // Proc. of SPIE 0277-786X, V. 10833. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 257. 2018. DOI:10.1117/12.2504513 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
103. Kuz'micheva M.Yu. **Heating of ejecta from a meteorite crater by a perturbed atmosphere** // Solar System Research. 2018. V. 52. Iss.2. P. 139–145. DOI: 10.1134/S0038094618020053 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
104. Lyakhov A., Korsunskaya J., Poklad Y., et al. **The numerical simulation of the 2017 September solar X-rays impact on the midlatitude lower ionosphere** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics. 2018. V. 10833. P. 10833–10833. DOI: 10.1117/12.2504292. (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
105. Lyakhov A.N., Gavrilov B.G., Ryakhovskiy I.A. et al. **Verification of the empirical lower ionosphere models on VLF observations at midlatitude Mikhnevo geophysical observatory** // Proc/ of SPIE 0277-786X, V. 10833 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 143. DOI: 10.1117/12.2504293. (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ)
106. Lylova, A N et al. **Formation of doughnut and super-Gaussian intensity distributions of laser radiation in the far field using a bimorph mirror** // Quantum Electronics. 2018. Vol. 48. № 1. P.57–61. DOI: 10.1070/QEL16457 (WoS – Q3, Scopus – Q2, РИНЦ).
107. Melosh, H.J., Ivanov, B.A. **Slow Impacts on Strong Targets Bring on the Heat** // Geophysical Research Letters. 2018. Vol. 45. P. 2597–2599. DOI: 10.1002/2018GL077726. (WoS – Q1, Scopus – Q1, РИНЦ).
108. Nesterkina M.A., Sergeev S.I., Sanina I.A. et. al. **Identification of Local Seismic Events Using the Mikhnevo Seismic Array** // ISSN 0747-9239, Seismic Instruments, 2018, Vol. 54, No. 4. P. 408–416. DOI: 10.3103/S0747923918040059 (WoS, РИНЦ).
109. Nikitin A., Baryshnikov N., Denisov D. et. al. **Comparative analysis of methods and optical-electronic equipment to control the form parameters of spherical mirrors** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10539, 105390Z, 2018. DOI: 10.1117/12.2297078 (Scopus, РИНЦ).
110. Ostapchuk A.A., Gorbunova E.M., Ruzhich V.V, et al. **Formation of Heterogeneous Internal Structure of Fault Under Long-Term Deformation** // AIP Conf.Proc. 2018. Vol. 2051. Article number: 020221, DOI: 10.1063/1.5083464 (WoS, Scopus, РИНЦ).
111. Ostapchuk A.A., Pavlov D.V., Martynov V.S. **Seismic and Acoustic Manifestation of the Process of Shear Event Nucleation in Different Frequency Bands** // AIP Conf.Proc. 2018. Vol. 2051. Article number: 020222, DOI: 10.1063/1.5083465 (WoS, Scopus, РИНЦ).
112. Podobnaya, E.D., Glazachev, D.O., Popova, O.P., Svetsov, V.V., Shuvalov, V.V. **Scaling Relations for Radiation Effects due to Impacts of Large Cosmic Objects** // Meteoritical Society, 2018. LPI Contributions 6030 (WoS – Q2, Scopus – Q1, РИНЦ).
113. Poklad Yu. V., Gavrilov B.G., Zetzer J. I., Kovalev A.T., Rybakov V.A. **Trigger effect of the afterglow background medium after injection of the high speed plasma jet in the Fluxus and North Star experiments** // Proc. of SPIE 0277-786X, V. 10833 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 98. 2018. DOI:10.1117/12.2504059. (WOS-Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
114. Poklad Yu. V., Rybnov Yu. S., Gavrilov B.G., Ryakhovsky I. A., Ermak V.M. **The impact of the Chelyabinsk bolide on the lower ionosphere** // Proc. of SPIE 0277-786X, V.10833. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 102. 2018. DOI: 10.1117/12.2504072 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
115. Poklad Yu. V., Ermak V.M., Ryakhovsky I.A. **Influence of local time and power of solar x-ray flashes of M and X classes on the variation of frequency of first mode of Schumann resonance** // Proc. of SPIE 0277-786X, V.10833. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 255. 2018. DOI: 10.1117/12.2504511 (WoS – Q4, Scopus – Q3, РИНЦ).
116. Popova, O., Rybnov, Y., Kharlamov et al. **Multi-Technique Registration of Romanian Superbolide** // Meteoritical Society 2018. LPI Contributions 6233 (WoS – Q2, Scopus – Q1, РИНЦ).
117. Riabova S.A., Spivak A.A. **Variations in the K-index of geomagnetic activity in the Moscow region** // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2018. Vol. 54. No. 7. P. 705–710. DOI: 10.1134/S0001433818070101 (WoS).
118. Riabova S.A. **Calculation of magnetotelluric functions and their variations due to changes in the groundwater level** // SGEM. 2018. Conference Proc. Vol. 18. Issue 2.2. 2018. P. 119–126 (WoS).

119. *Riabova S.A., Spivak A.A.* **Synchronous change of geophysical fields in the Earth's near-surface zone** // Physical and mathematical modeling of Earth and environmental processes. Springer geology. 2018. P. 90–98. DOI: 10.1007/978-3-319-77788-7. (WoS).
120. *Riabova S.A., Spivak A.A.* **Fine structure of the fundamental spheroidal mode OS2 in geomagnetic variations** // SGEM 2018 Conf. Proc. Vol. 18. Issue 1.1. 2018. P. 795–801 (WoS).
121. *Riznichenko O., Nesterkina M., Konstantinovskaya N., Volosov S., Gorbunova E.* **An estimation of the effective attenuation for P waves applied to the central part of the East European Craton based on the quarry blasts data** // 18-th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. SGEM. 2018. Volume 18. Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining. Issue 1.1. Applied and Environmental Geophysics. P. 675–682. DOI:10.5593/sgem2018/1.1. (WoS, PИHЦ).
122. *Ruzhich, V.V., Kocharyan, G.G. et al.* **Determination of the PT conditions that accompanied a seismogenic slip along a deep segment of the marginal suture of the Siberian craton** // Dok. Earth Sc. 2018. Vol. 481. P. 1017–1020. DOI: 10.1134/S1028334X18080081 (WoS – Q4, Scopus – Q2, PИHЦ).
123. *Ryakhovskiy I.A., Gavrilov B.G., Lyakhov A.N., Poklad Y.V., Bekker S.Z., Kozlov S.I.* **Ionization of the lower ionosphere during the x-ray solar flare on September 6, 2017** // Proc. of SPIE 0277-786X, V.10833. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 311. 2018. DOI:10.1117/12.2504599 (WoS – Q4, Scopus – Q3, PИHЦ).
124. *Rybnov Yu.S., Soloviev S.P., Krashennnikov A.V., Soloviev A.V.* **Acoustic and electrical effects in the atmosphere surface layer due to some ionospheric sources** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2–5 July 2018. Tomsk. Vol. 10833. 10833-OY. DOI: 10.1117/12.2502320. (WoS, Scopus, PИHЦ).
125. *Rybnov Yu.S., Spivak A.A., Kharlamov V.A., Soloviev A.V.* **Infrasound noises of megapolis** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2–5 July 2018. Tomsk. Vol. 10833. 10833-72. DOI: 10.1117/12.2502335 (WoS).
126. *Rybakov V.A., Gavrilov B.G., Poklad Yu.V., Ryakhovskiy I.A.* **Sensor cluster for the atmospheric electric field and currents registration at the Geophysical Observatory «Mikhnevo»** // 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. P. 193. 2018. DOI:10.1117/12.2504402. (WoS – Q4, Scopus – Q3, PИHЦ).
127. *Sergeev K, Sergeev S, Sanina I, Korolev S, Ivanchenko G.* **Adaptive selection of the channels of small aperture seismic arrays for cross-correlation processing** // 18-th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. SGEM 2018. P. 607–614. DOI:10.5593/sgem2018/1.1. (WoS, Scopus, PИHЦ).
128. *Sheldakova J., Kudryashov A., Galaktionov I. et al.* **Formation of the doughnut and Super-Gaussian intensity distribution by means of different types of wavefront correctors** // Proc. SPIE. International Society for Optical Engineering 10518, 105181E, 2018. DOI: 10.1117/12.2297089 (Scopus, PИHЦ).
129. *Sheldakova J., Kudryashov A., Rukosuev A. et al.* **Adaptive optical system for laser beam formation** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10712, 107121A, 2018. DOI: 10.1117/12.2318986 (Scopus, PИHЦ).
130. *Sheldakova J., Galaktionov I., Nikitin A., Rukosuev A., Kudryashov A.* **LC phase modulator vs deformable mirror for laser beam shaping: what is better?** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10744, 107440S, 2018. DOI: 10.1117/12.2324260 (Scopus, PИHЦ).
131. *Shkuratov Y., Basilevsky A., Kaydash V., Ivanov B., Korokhina V., Videen G.* **Surface erosion and sedimentation caused by ejecta from the lunar crater Tycho** // Planetary and Space Science. Volume 151. 2018. P. 130–140. DOI: 10.1016/j.pss.2017.12.002 (WoS – Q3, Scopus – Q2, PИHЦ).
132. *Shuvalov V.V., Khazins V.M., Svetsov V.V.* **Estimation of Seismic Efficiency of Impacts of Cosmic Objects by Methods of Numerical Analysis** // Meteoritical Society, 2018. LPI Contributions 6068 (WoS – Q2, Scopus – Q1, PИHЦ).
133. *Soloviev A.V., Dulembaev Meir, Rybnov Yu.S., Soloviev S.P., Popova O.P.* **The influences of urban planning and green spaces on the level of traffic noise** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 2–5 July 2018. Tomsk. Vol. 10833. 10833 8D (WoS).
134. *Soloviev A.V., Smirnov A.V., Rybnov Yu.S., Soloviev S.P., Popova O.P.* **Evaluation of the influence of sound and infrasound noise on simple human responses** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 2–5 July 2018. Tomsk. Vol. 10833. 10833 8E. (WoS)..
135. *Spivak A.A.* **Manifestation of singlets of the basic spheroidal mode of the Earth' OS2 in geomagnetic variations** // Doklady earth Sciences. 2018. Vol. 481. Part 2. P. 1066–1069. DOI: 10.1134/S1028334X18080226. (WoS – Q4, Scopus – Q2, PИHЦ).

136. Spivak A.A., Rybnov Yu.S., Kharlamov V.A. **Variations in geophysical fields during hurricanes and squalls** // Doklady earth Sciences. 2018. Vol. 480. Part 2. P. 788–791. DOI: 10.1134/S1028334X18060193 (WoS).
137. Spivak A.A., Rybnov Yu.S., Soloviev S.P., Kharlamov V.A., Soloviev A.V. **Acoustic and electric field variations during strong frontal disturbances 1. propagation** // Proc. of SPIE. 24-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2018. Tomsk. Vol. 10833. 10833-71. DOI: 10.1117/12.2502330 (WoS).
138. Svetsov V.V., Shuvalov V.V., Artemieva, N.A., Khazins, V.M., Popova, O.P., Glazachev, D.O., Podobnaya, E.D. **Complex Assessment of Hazardous Effects of Impacts of Cosmic Objects** // Meteoritical Society. 2018. LPI Contributions 6145 (WoS – Q2, Scopus–Q1, РИНЦ).
139. Svetsov V., Shuvalov V. **Effects of thermal radiation from impact plumes** // Meteoritics and Planetary Science. Vol. 52. P.A340–A340. (WoS – Q2, Scopus–Q1, РИНЦ).
140. Svetsov V.V., Shuvalov V.V. **Thermal radiation and luminous efficiency of superbolides** // Earth and Planetary Science Letters. 2018. Vol. 503. P. 10–16. DOI: 10.1016/j.epsl.2018.09.018 (WoS – Q1, Scopus – Q1, РИНЦ).
141. Toporovsky V., Skvortsov A., Kudryashov A., Samarkin V., Pshonkin D. **High spatial resolution bimorph deformable mirror for laser beam control** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10518, 1051821, 2018. DOI: 10.1117/12.2297598 (Scopus, РИНЦ).
142. Toporovskiy V., Skvortsov A., Kudryashov A., Sheldakova J., Pshonkin D. **High-resolution bimorph deformable mirror for laser beam shaping** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10744, 107440R, 2018. DOI: 10.1117/12.2324259 (Scopus, РИНЦ)
143. Toporovsky V., Kudryashov A., Samarkin V., Sheldakova J., Rukosuev A. **Water-cooled stacked-actuator deformable mirror for high CW power laser beam correction** // Proc. SPIE-The International Society for Optical Engineering 10772, 2018. DOI: 10.1117/12.2324271 (Scopus, РИНЦ).
144. Toporovskiy V., Kudryashov A., Samarkin V., Romanov P., Galaktionov I. **Stacked-actuator deformable mirror for high-power lasers** // Proc. International Conference Laser Optics (ICLO), St. Petersburg, 2018, 8435677, 94. DOI: 10.1109/LO.2018.8435677 (Scopus, РИНЦ).
145. Toporovskiy V., Kudryashov V., Samarkin V., Skvortsov A., Pshonkin D., Sheldakova J. **Small-size bimorph mirror with high spatial resolution of the electrodes** // Proc. International Conference Laser Optics (ICLO), 2018, 8435662, 226. DOI: 10.1109/LO.2018.8435662 (Scopus, РИНЦ).
146. Trimonova M., Zenchenko E., Baryshnikov N., Turuntaev S., Zenchenko P., Aigozhieva A. (2018) **Estimation of the Hydraulic Fracture Propagation Rate in the Laboratory Experiment** / In: Karev V., Klimov D., Pokazeev K. (eds) Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. PMMEEP 2017. Springer Geology. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-77788-7_27 (Scopus).
147. Trimonova M.A. Zenchenko E.V. Turuntaev S.B., Golovin Yu.I., Samodurov A.A., Tyurin A.I., Dubinya N.V. **Rock Toughness Importance For Hydraulic Fracture Modelling** // AIP Conference Proceedings 2051, 020308 (2018), DOI: 10.1063/1.5083551 (Scopus).
148. M.A., Zenchenko E.V., Zenchenko P.E., Turuntaev S.B., Baryshnikov. N.A. **Determination of the Fracture Opening Pressure: Experiment Vs. Theory** // Geomodel 2018. DOI: 10.3997/2214-4609.201802421.
149. Turuntaev S., Zenchenko E., Trimonova M., Zenchenko P., Baryshnikov N., Aigozhieva A. **Interactions of hydraulic fractures** // Advances in Mechanics: Failure, Deformation, Fatigue, Waves and Monitoring. Proceedings of the 11-th International Conference on Structural Integrity and Failure. Perth. 2018. PP. 88–94 (Scopus).
150. Turuntaev S.B., Riga V.Yu. **Rate-state based simulation of laboratory and natural induced seismicity** // SEG Technical Program Expanded. Abstracts. 2018. P. 5002–5006 DOI: 10.1190/segam2018-2998197.1 (Scopus).
151. Varypaev A., Kushnir A. **Algorithm of micro-seismic source localization based on asymptotic probability distribution of phase difference between two random stationary Gaussian processes** // International Journal on Geomathematics. 2018. Vol. 9. P. 335–358. DOI: 10.1007/s13137-018-0108-0. 2018 (WoS, Scopus–Q3, РИНЦ).
152. Veniaminov S.S., Klyushnikov V.Yu., Kozlov S.I., Nagorskii P.M. **Analesis of Tempjral Variations in Failed Launches in the Sviet Union (Russia) and the United States** // Cosmic Research, 2018. V. 56, № 6, pp. 480–487. (WoS–Q4, Scopus–Q3, РИНЦ).
153. Zhu, M. et al. **The Moon's Impact History: Reconstruction Based on Highly Siderophile Elements** // 81-st Annual Meeting of the Meteoritical Society, 2018. (WoS–Q2, Scopus–Q1, РИНЦ).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3-4
Важнейшие результаты Фундаментальных исследований Института динамики геосфер за 2018 год.....	5-7
Результаты, полученные Институтом в 2018 году, по темам Государственного задания.....	8-21
Геофизическая обсерватория ИДГ РАН «Михнево».....	22-22
Гранты РНФ, РФФИ, Президента РФ, Договоры.....	23-33
Инновационная и патентно-лицензионная деятельность.....	33-34
Интеграция науки и образования.....	34-36
Совет молодых ученых.....	37-37
Публикационная деятельность.....	38-46

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН за 2018 г.
Утвержден к печати Ученым советом
от 17.01.2019 г. № 1/17

© ИДГ РАН, 2019
Отпечатано в типографии ООО «Графитекс»
127018, Москва, ул. Складочная, д. 6, стр. 7