

Федеральное агентство научных организаций

**Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки**

ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР

Российской академии наук

**ОТЧЕТ О НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИДГ РАН В 2015 г.**

Москва-2016

**Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР
Российской академии наук**

**ОТЧЕТ О НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИДГ РАН В 2015 г.**

Москва-2016

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН в 2015 г.

М.: ООО "Графитекс". 2016. с. 40

Сборник содержит информацию об основных научных результатах, полученных сотрудниками ИДГ РАН в 2015 году. Приводится библиографический список опубликованных статей в периодических изданиях, включенных в базу реферативной информации: Web of Science, Scopus, систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) в 2015 году.

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

ВВЕДЕНИЕ

В 2015 г. научные исследования в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте динамики геосфер РАН проводились по соответствующим заданиям Плана фундаментальных исследований Государственных академий наук, грантам Российского научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований, договорам с различными организациями, инициативным проектам. Всего были выполнены работы по 13 темам, сформулированным в ИДГ РАН, 12 проектам в рамках Программ Президиума РАН и Отделения наук о Земле РАН, 7 договорным темам. Один проект был поддержан Российским научным фондом, одиннадцать – Российским фондом фундаментальных исследований.

С известной долей условности проводимые исследования можно разделить на несколько направлений. Первое – «Геомеханика блочных структур и разломов земной коры, триггерные эффекты в геосистемах, подземная флюидодинамика, сейсмический мониторинг природных и промышленных объектов, сейсмология взрывов.» К этому направлению относятся проекты, в которых решается широкий круг проблем, охватывающий многие вопросы физики твердой Земли – от изучения структуры земного ядра до геомеханики месторождений углеводородов. Второе – «Приповерхностная геофизика. Изучение структур Земли сейсмическими методами. Приборно-методическое и информационное обеспечение геофизических исследований». В проектах этого направления изучается природа и механизмы взаимодействия и преобразования геофизических полей в приповерхностной зоне Земли.

В проектах третьего направления «Экстремальные воздействия на геосферы» изучается физика и последствия таких явлений, как взрывы, вулканы, внедрение внеземных тел и их удары по поверхности Земли). В рамках четвертого научного направления – «Динамические, радиационные и плазмохимические процессы в ионосфере и атмосфере Земли, литосферно-ионосферно-магнитосферные связи и взаимодействия, физические поля и токи в геосферах, распространение электромагнитных волн в возмущенной среде» - изучаются проблемы физики верхних геосфер.

Важное место в структуре Института занимает Геофизическая обсерватория «Михнево», в которой ведутся сейсмологические, гидрогеологические, метеорологические, радиофизические, электромагнитные, оптические, акустические и электрофизические наблюдения. Комплексный характер проводимых исследований ставит обсерваторию в ряд уникальных, не имеющих аналогов в европейской части России.

В результате выполнения Государственного задания учеными Института выпущено 107 публикаций, индексируемых в базах знаний Scopus, Web of Science и РИНЦ. По данным Web of Science в 2015 г. работы сотрудников ИДГ РАН цитировались свыше 840 раз.

Вышли в свет две монографии и очередной, седьмой, сборник «Динамические процессы в геосферах».

Полученные результаты доложены на представительных международных и Всероссийских конференциях, включая EGU General Assembly, General Assembly of IUGG, AGU Fall Meeting и др.

В 2015 г. ученые ИДГ РАН участвовали в выполнении ряда международных проектов вместе с коллегами из Великобритании, Германии, США, Финляндии, Франции, Швейцарии и др.

При финансовой поддержке ФАНО и РФФИ 16-19 июня 2015 г. в ИДГ РАН успешно прошел третий Всероссийский семинар-совещание «Триггерные эффекты в геосистемах». В работе семинара приняли участие свыше 120 ученых из более, чем 40 научных учреждений. Изданы тезисы докладов и сборник научных трудов семинара.

Инновационная деятельность Института в 2015 году была направлена на внедрение результатов научных исследований и разработок в практику и производство. По результатам научно-исследовательских работ к практическому использованию подготовлены 7 разработок, в том числе 1, выполнявшаяся по государственному контракту.

Одним из приоритетных направлений деятельности Института является подготовка высококвалифицированных кадров. Работа ведется в нескольких направлениях: базовая кафедра «Теоретическая и экспериментальная физика геосистем» Московского физико-технического института, аспирантура ИДГ РАН, ведущая научная школа «Геомеханика: механика природных объектов с неоднородной структурой» и научно-образовательный центр «Геофизика и нефтяной инжиниринг», созданный на базе МФТИ и ИДГ РАН.

По инициативе Совета молодых ученых в июне 2015 года в Институте была проведена школа молодых ученых «Динамические процессы в геосферах». Молодые сотрудники ИДГ РАН повышали квалификацию на нескольких международных тематических научных школах.

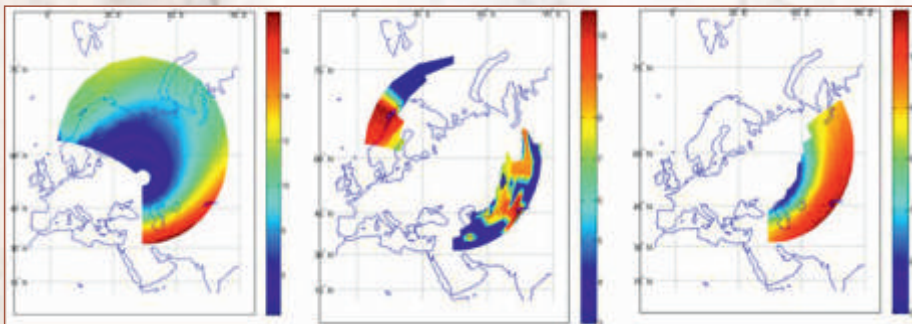
Важнейшие результаты научных исследований Института динамики геосфер РАН за 2015 год

Показано, что ударные кратеры на Луне могут содержать воду в связанном состоянии, принесенную каменными астероидами. Численные эксперименты, моделирующие удары астероидов по Луне, показали, что при скоростях ударов ниже 10-12 км/с значительная часть каменного тела остается в кратере в твердом состоянии и нагревается до температур ниже 1000 К, при которых сохраняется вода, содержащаяся в гидратированных минералах, входящих в состав астероида. Учитывая распределение астероидов по скоростям и оценки содержания в них воды, мы получили, что около 3% ударных кратеров, созданных на Луне астероидами, должны содержать воду.

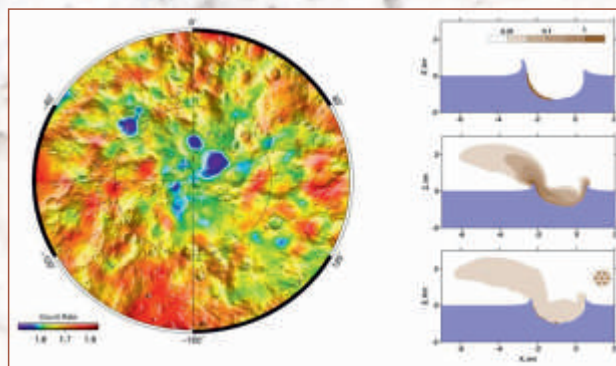
Публикации:

1. Svetsov V.V., Shuvalov V.V. (2015) **Water delivery to the Moon by asteroidal and cometary impacts.** Planetary and Space Science, V. 117, P. 444-452.
2. Svetsov V.V., Shuvalov V.V. (2015) **Heating of projectile material during low velocity impacts on the Moon.** 46th Lunar Planet. Sci. Conf. (Woodlands, Texas), abstract #1173.

На основе глобальной полуэмпирической прогностической модели ионосферы и плазмосферы Земли для высот 40-20000 км создан программный комплекс прогноза распространения КВ радиоволн, включая визуализацию ДЧХ и АЧХ радиоканала. Комплекс по большинству параметров превосходит аналогичную систему AREPS (НАТО), обеспечивает удаленный доступ и позволяет прогнозировать работу КВ передатчиков и РЛС метрового диапазона в разных геофизических условиях - от абсолютно спокойных, до возмущенных по верхней шкале допустимых уровней солнечной и геомагнитной активности, включая рентгеновские вспышки на Солнце.



Максимально применимые частоты 1F2, 1F1 и 1E для ЗГРЛС КВ диапазона в условиях магнитной бури $K_p = 8$

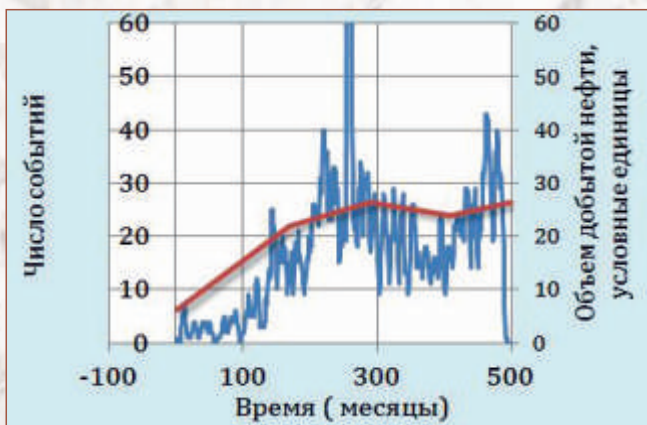


Результаты регистрации потоков эпитегрмальных нейтронов в окрестности южного полюса Луны детектором ЛЕНД (Lunar Exploration Neutron Detector) на борту космического аппарата Lunar reconnaissance orbiter - слева. (Данные из работы Sanin A.B. et al., 2014. Estimation of hydrogen concentration in lunar south polar regions. Lunar Planetary Science Conference XLV, abstract #1358.) Пониженный поток нейтронов (синий цвет) свидетельствует о наличии воды или гидроксидов в кратерах Кабеус, Хаурт и Шумейкер, что может объясняться ударами астероидов, богатых гидроксильными группами. Показано различие между ударами астероида (вверху), кометы и ледяного тела с замороженными камнями (справа)

Публикации:

1. 41-я военно-научная конференция НИЦ ЦНИИ ВВКО МО РФ, г. Тверь. 29-30 октября 2015.
2. S.N. Ponomarchuk, V.I. Kurkin, A.N. Lyakhov, E.B. Romanova, A.V. Tashchilin, **The modeling of HF radio wave propagation characteristics during the periods of solar flares** // Proc. of SPIE Vol. 9680, 96805F, doi:10/1117/12.2203591.

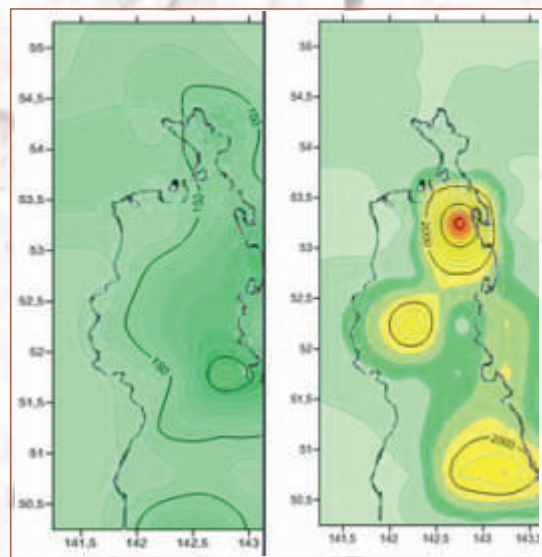
Предложены критерии выявления опасного нарастания активности техногенных сейсмических явлений в различных регионах интенсивного воздействия на недра. Критерии обоснованы путем анализа данных по естественной и техногенной сейсмичности при добыче углеводородов, твердых полезных ископаемых, строительстве плотин, использовании геотермальных источников энергии. Применение разработанных критериев к анализу сейсмичности в районе месторождений углеводородов шельфа о. Сахалин показало, что наблюдается тенденция к усилению техногенной составляющей в сейсмичности региона, хотя при этом опасных техногенных сейсмических событий в настоящее время не отмечено.



Изменение сейсмической активности и объема добычи нефти на о. Сахалин в период 1950-1991 гг.

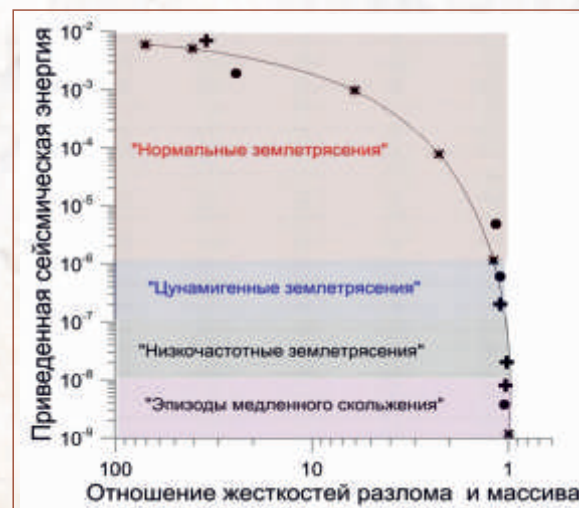
Публикации:

1. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. **Техногенная сейсмичность - индуцированная и триггерная.** М.: ИДГ РАН, 2015, 364 с.
2. S.B. Turuntaev, A.V. Konovalov, and E.Y. Slinkova (2015) **Seismicity in the region of Sakhalin offshore hydrocarbon fields.** SEG Technical Program Expanded Abstracts 2015: pp. 5042-5047. doi: 10.1190/segam2015-5820937.1.



Карты распределения сейсмических событий в районе месторождений углеводородов шельфа о. Сахалин в изолиниях равной активности: слева - 1970-1991 гг., справа - 2011-2014 гг.

Предложен новый механизм формирования и эволюции режима скольжения тектонических разломов, согласно которому даже небольшие вариации вещественного состава заполнителя разлома могут приводить к значительному изменению доли энергии, излучаемой в виде сейсмических волн. Экспериментально установлено, что режим скольжения определяется соотношением двух параметров, которые могут быть найдены из результатов сейсмологических наблюдений - жесткости разлома и жесткости окружающего массива. Полученный результат может быть использован для создания технологий снижения риска возникновения катастрофических техногенных землетрясений при разработке месторождений полезных ископаемых.



На рисунке приведена зависимость величины приведенной сейсмической энергии от отношения жесткостей разлома и массива. Точками показаны результаты измерений в лабораторных экспериментах

Публикации:

1. Кочарян Г.Г., Новиков В.А. Экспериментальное исследование различных режимов скольжения блоков по границе раздела. Часть 1. Лабораторные эксперименты // Физическая мезомеханика. 2015. Т. 18. № 4. С. 94-204.
2. Кочарян Г.Г., Остапчук А.А. Влияние вязкости тонких пленок флюида на закономерности фрикционного взаимодействия блоков горной породы // ДАН, 2015, т. 463, № 3, с. 343-346.
3. А.Н. Беседина, С.Б. Кишкина, Г.Г. Кочарян Влияние жесткости нарушений сплошности породного массива на излучательную эффективность очагов индуцированной сейсмичности // Физ.-тех. Проблемы разработки полезных ископаемых. 2015, № 4, С. 83-95.

Результаты, полученные Институтом в 2015 году, по темам Государственного задания

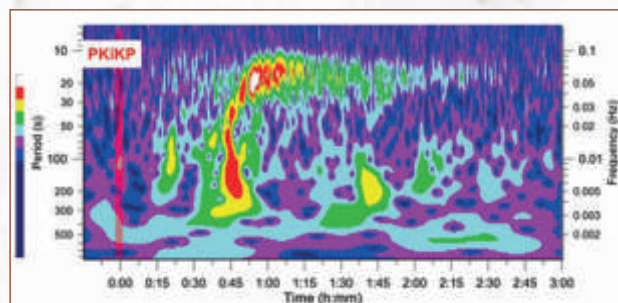
Научное направление: Геомеханика блочных структур и разломов земной коры, триггерные эффекты в геосистемах, подземная флюидодинамика, сейсмический мониторинг природных и промышленных объектов, сейсмология взрыва

Лаборатории: ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **Г.Г. КОЧАРЯН**; ГЕОМЕХАНИКИ И ФЛЮИДОДИНАМИКИ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **С.Б. ТУРУНТАЕВ**; СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **И.А. САНИНА**

№ 0146-2014-0008 Разработка методологии прогноза последствий изменения режимов деформирования потенциально опасных участков земной коры (разломы, трещины, подземные сооружения и т.д.) при эндогенных и экзогенных воздействиях

Цель проекта – установление закономерностей деформирования потенциально опасных участков земной коры и разработка методологии прогнозирования последствий изменения деформационных режимов

В лабораторных экспериментах исследовано влияние различных физических параметров на закономерности скольжения по нарушениям сплошности массивов горных пород. Проведены комплексные исследования гидрогеологического отклика водонасыщенного коллектора на квазистационарные и эпизодические воздействия по данным натурных (полевых) измерений на территории геофизической обсерватории ИДГ РАН «Михнево» (ГФО «Михнево») и лабораторных экспериментов. На основе представительного ряда многолетних прецизионных гидрогеологических наблюдений выполнена оценка барометрической эффективности, выделены основные типы и закономерности формирования приливных волн в уровне подземных вод и прослежена реакция напорного и безнапорного водоносных горизонтов на прохождение сейсмических волн от телесейсмических землетрясений.



Частотно-временная диаграмма уровня воды в наблюдательной скважине. Красная линия - момент прихода волны PKiKP от Чилийского землетрясения с магнитудой $M_S=8.3$, произошедшего 16 сентября 2015 г.

Публикации:

1. Кочарян Г.Г. От землетрясения - к крипу: единство противоположностей // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015, с.10-15.
2. Батухтин И.В., Остапчук А.А., Павлов Д.В. Управление режимом деформирования трещины в лабораторном эксперименте // Там же.
3. A.Besedina, E.Vinogradov, E.Gorbunova, I.Svintsov Chilean Earthquakes: Aquifer Responses at the Russian Platform. Pure and Applied Geophysics. 2016 DOI 10.1007/s00024-016-1256-5.

№ 0146-2014-0011 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

Цель проекта - определение сейсмозрывного воздействия на сооружения метрополитена и при застройке города в ходе ведения работ по строительству новых линий метро

Выполнен мониторинг сейсмозрывного и акустического действий буровзрывных работ (БВР) при проходке наклонных входов-выходов станций метрополитена на действующие перегонные тоннели, станции метро и на застройку и инфраструктуру города.

Построены карты изосейст сейсмозрывного действия БВР на застройку города. По результатам этого мониторинга для кардинального снижения сейсмического действия буровзрывных работ предложено использование устройства "Деструктор".

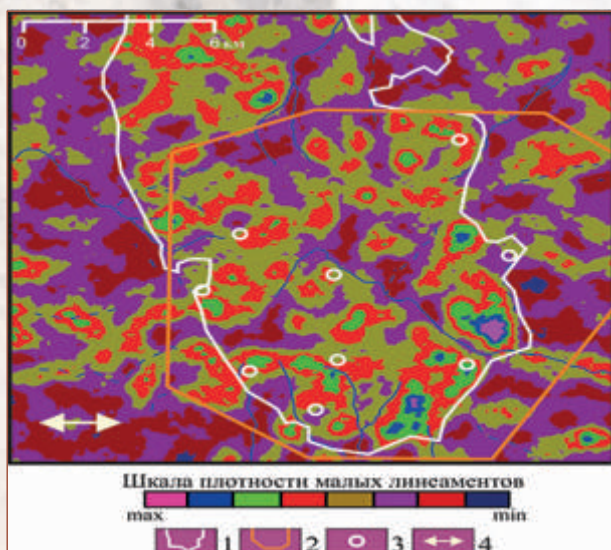
Натурные испытания показали, что за счет конвективно объемного горения Деструктора (вместо детонации штатного ВВ) его сейсмический эффект в прочных горных породах в 10-100 раз ниже, чем штатных ВВ.

Результаты работы открывают возможности вести БВР Деструктором в условиях мегаполиса.

Публикации:

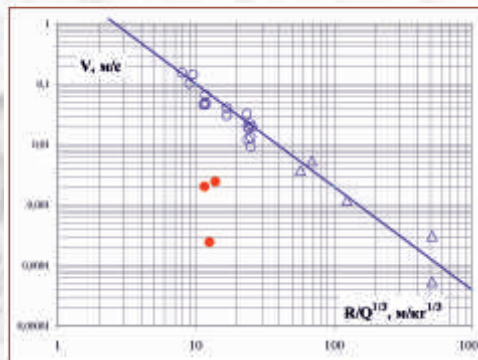
1. Куликов В.И., Кочарян Г.Г., Акимкин М.С. Деструктор - альтернатива БВР при проходке горных выработок // Метро и тоннели, 2015, № 2, с. 36-40.

№ 0146-2015-0004 Изменение эффективных характеристик массива горных пород под воздействием сейсмических колебаний (программа ОНЗ РАН 8.6)



Поле плотности малых линеаментов северо-восточного направления массива Дегелен.

1 - контур интрузивного массива, 2 - контур площадки; 3 - штольни с постоянными водопроявлениями; 4 - направление поля плотности малых линеаментов



Зависимость максимальной скорости колебаний от приведенного гипоцентрального расстояния при буровзрывной проходке горных выработок на станции "Петровско-Разумовская". Синие значки - для БВР с аммонитом, синяя прямая - усредненная зависимость. Красные значки - для работы Деструктора

Цель проекта - оценка возможного влияния сейсмических колебаний на эффективные характеристики массивов горных пород

Проанализированы существующие представления о путях и механизмах миграции вещества в земной коре и влияние на эти процессы эндогенных флюидов. Выполнена актуализация данных геофизических и гидрогеологических изысканий, выполненных на территории Семипалатинского испытательного полигона в период проведения подземных ядерных взрывов (ПЯВ). Показано, что поствзрывные деформации и их последствия сопряжены не только с эпицентральной зоной ПЯВ, но и приурочены к структурным границам разного ранга.

Публикации:

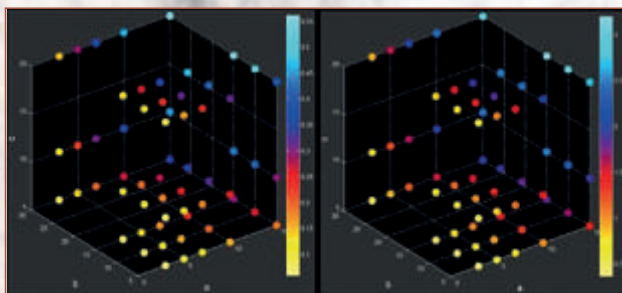
1. Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М. Использование данных дистанционного зондирования участков земной коры для анализа геодинамической обстановки. М.: ГЕОС. 2015. 112 с.

№ 0146-2015-0002 Гидрогеологические процессы в межблоковых зонах - влияние на режим деформирования (программа ОНЗ РАН 8.7)

Цель проекта - изучение гидрогеологических процессов в межблоковых зонах и создание модели их влияния на режим деформирования

Выполнен аналитический обзор результатов исследований гидрогеологических и сейсмологических процессов по данным прецизионного мониторинга уровня подземных вод и геолого-геофизического изучения поствзрывных изменений. Показано, что данные мониторинга водопроявлений согласуются с результатами повторных измерений диэлектрической проницаемости, скорости продольных волн, модуля трещиноватости пород и свидетельствуют о фрагментарных необратимых изменениях проницаемости пород, наиболее значимо выраженных в зонах влияния разрывных нарушений. По результатам прецизионного мониторинга уровня подземных вод, проводимого на территории геофизической обсерватории ИДГ РАН "Михнево", в гидрогеологических данных выделены основные типы полусуточных и суточных приливных волн, для которых рассчитан фазовый сдвиг между деформацией и гидрогеологическим откликом. Полученные значения использованы для оценки проницаемости карбонатного коллектора трещинно-порового типа.

№ 0146-2014-0012 Решение задач геодинамической безопасности флюидных систем земной коры, включая области шельфа

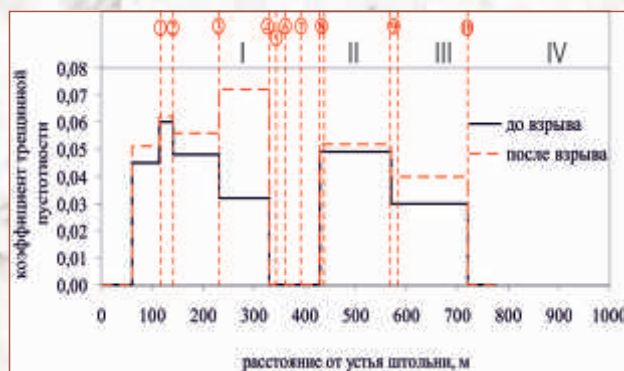


Влияние параметров заданной аналитически корреляционной функции на эффективную проницаемость конструируемой среды для образцов с пористостью 0.4 (слева) и 0.6 (справа).

Проницаемость дана в безразмерных единицах

Публикации:

1. Васильев Р.В., Герке К.М., Карсанина М.В., Корост Д.В. Решение уравнения Стокса в трехмерной геометрии конечно-разностным методом // Математическое Моделирование, 2015, 27(6), с. 67-80.



Изменение коэффициента трещинной пустотности. Красный пунктир - разрывные нарушения; цифры: римские - номера блоков, арабские - номера разломов

Публикации:

1. Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В., Свинцов И.С., Пигулевский П.И., Свистун В.К., Щербина С.В. Отклик флюидонасыщенных коллекторов на лунно-солнечные приливы. Часть 1. Фоновые параметры приливных компонент в смещении грунта и уровне подземных вод // Физика Земли. 2015. № 1. С. 73-82

Цель проекта - получение новых фундаментальных научных результатов в решении задач геодинамической безопасности флюидных систем земной коры, включая области шельфа

1. Для решения задач о реакции флюидных систем на внешние воздействия необходимо адекватно описывать перемещение флюидов в пористых породах, что, в свою очередь, требует подходящего описания геометрии порового пространства. В ходе выполнения работ проводилась проверка возможности моделирования структуры пористого материала с заданной проницаемостью по модельной корреляционной функции. Результаты исследования указывают на возможность подбора параметров заданной аналитической функции таким образом, чтобы получать структуры с желаемым строением порового пространства и значением проницаемости, что может быть использовано для решения множества фундаментальных и прикладных задач флюидодинамики.

2. Gerke K.M., Sidle R.C., Mallants D. **Preferential flow mechanisms identified from staining experiments in forested hillslopes.** Hydrological Processes, 2015, 29(21): 4562-4578, DOI: 10.1002/hyp.10468.

3 Gerke K.M., Korost D.V., Vasilyev R.V., Karsanina M.V., Tarasovsky V.P. **Studying structure and determining effective properties of materials using X-ray microtomography data (using permeable porous ceramics as an example).** Inorganic Materials, 2015, 51(9): 951-957. DOI: 10.1134/S002016851509006X.

2. Одно из главных направлений развития нефтедобычи в России связано с освоением запасов Баженовской свиты, основной потенциал которой связан с керогеном, содержащемся в нефтяных сланцах. Перспективной технологией разработки этих пород является термогазовый метод. В лаборатории Геомеханики и флюидодинамики Института проводилось экспериментальное исследование продвижения фронта плавления части твёрдого вещества пористого скелета при фильтрации через него разогретой вязкой жидкости.

Обнаружено, что фронт плавления легкоплавкой твердой фазы, частично заполнявшей поровое пространство модельного массива, является неустойчивым. Установлено, что температура на фронте постоянна и равна температуре плавления твердой фазы. Это дает возможность предположить, что динамика продвижения фронта плавления определяется переносом тепла в потоке жидкости. Рассмотренная модель конвективного переноса тепла при различных долях легкоплавкой фазы в поровом пространстве и скоростях фильтрации жидкости качественно соответствует результатам эксперимента.

Публикации:

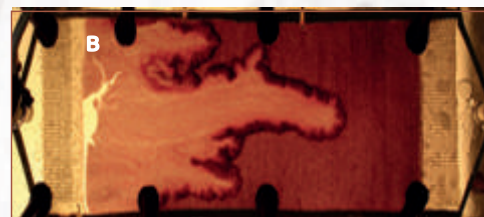
1. Н.А. Барышников, С.Б. Турунтаев, С.В. Елисеев. **Фильтрация вязкой жидкости в пористой среде, сопровождаемая фазовым переходом** // Динамические процессы в геосферах. Вып 7: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. с. 38-43.



Фронт плавления без оторочки, доля парафина 0,2



Фронт плавления с частичной оторочкой, доля парафина 0,3



Фронт плавления с оторочкой, доля парафина 0,5

№ 0146-2015-0003 **Геофизические адаптационные процессы в литосфере, связанные с антропогенной деятельностью** (программа Президиума РАН 1.18П)

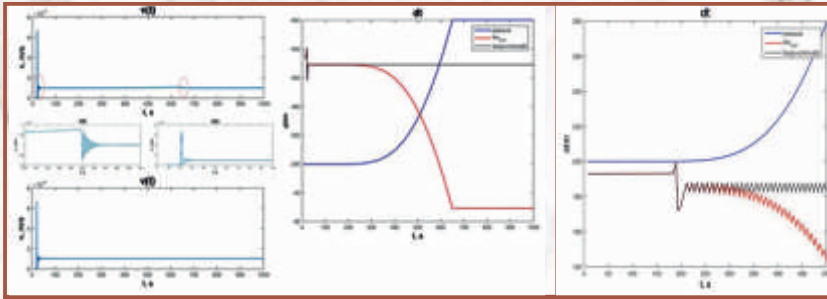
Цель проекта - создание расчетного модуля, позволяющего решать задачу о подвижках блоков с учетом изменяющегося порового давления.

Основными вопросами, решаемыми при изучении техногенной сейсмичности, являются вопросы прогноза и предупреждения катастрофических землетрясений. Особую актуальность в последнее время получила проблема отличия техногенной сейсмичности от естественной.

В результате изучения влияния изменений порового давления жидкости в проницаемых горных породах на подвижки по сейсмогенерирующим разломам были получены аналитические решения для ряда частных случаев (приток жидкости к скважине и течение от скважины, течение от трещины гидроразрыва пласта) и реализована численная модель,

описывающая ситуацию, когда трение между берегами разлома определяется двухпараметрическим уравнением типа rate-and-state.

Получены основные режимы подвижки по разлому, рассмотрено влияние порового давления, найдены условия перехода к хаотическому движению, рассматриваемому, как аналог сейсмического режима. Показано, что хаотические режимы являются устойчивыми в смысле Пуанкаре и характеризуются конечными значениями корреляционных фрактальных размерностей, значение которых зависит от величины критических напряжений.



Зависимость порового давления, касательного напряжения, смещения и скорости подвижек от времени. Касательное напряжение показано для случаев, когда давление постоянно и изменяется

Публикации:

1. Sergey Turuntaev, Alesya Kamay and Alexey Ostapchuk. **Conditions for tectonic fault slow motion transition to stick-slip** // Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, EGU2015-8694, 2015.

№ 0146-2014-0029 Разработка метода обнаружения сверхслабых сейсмических событий (программа Президиума РАН 46П)

Цель проекта - разработка метода обнаружения сверхслабых сейсмических событий на основе кросскорреляции волновых форм, зарегистрированных группой трехкомпонентных датчиков

Разработана методика повышения эффективности обнаружения сверхслабых сигналов (ниже уровня микросейсмического фона) за счет использования 3-компонентных сейсмических станций, объединенных в сейсмическую группу, и согласованного фильтра, который основан на кросскорреляции волновых форм от повторяющихся сейсмических событий.

Впервые в мире экспериментально доказано понижение магнитудного порога обнаружения сверхслабых сигналов за счет использования 3-х компонентных датчиков и согласованного фильтра.

Обнаружение сверхслабых сигналов на малоапертурной сейсмической антенне "Михнево" с помощью кросскорреляции волновых форм // Доклады академии наук, 2015, том 460, № 6, с. 707-709.

2. И.О. Китов, С.Г. Волосов, С.Б. Кишкина, Н.Л. Константиновская, К.С. Непеина, М.А. Нестеркина, И.А. Санина, **Обнаружение региональных фаз объемных сейсмических волн с помощью группы трехкомпонентных датчиков** // Сейсмические приборы. 2015. Т. 51, № 1, с. 27-45.



Снижение магнитудного порога обнаружения при переходе от группы вертикальных к группе 3-С датчиков по результатам исследования 9 постоянно действующих карьеров

Публикации:

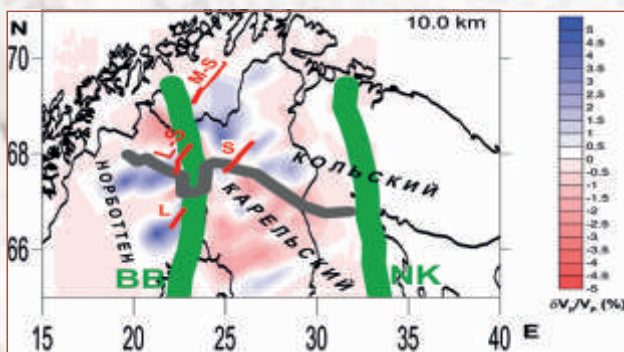
1. В.В. Адушкин, И.О. Китов, Н.Л. Константиновская, К.С. Непеина, М.А. Нестеркина, И.А. Санина, 2015.

№ 0146-2014-0003 Создание сейсмологической модели литосферы и глубинного строения древних щитов

Цель проекта - построение модели скоростей Р волн в гранитно-метаморфическом слое верхней коры для северной части Балтийского щита и установление связей между скоростями и другими геофизическими параметрами для этой территории

Полученная томографическая модель (рис. на стр. 12) скоростей Р волн в верхней коре под Северной Фенноскандией хорошо согласуется с геологической картой района, местонахождением древней сдвиговой Ботниа-Балтийской мегазоны, последнедевонскими разломами. В районе древней мега-

зоны сейсмической сетью POLINET/LAPNET зафиксированы землетрясения с глубиной более 20 км. К востоку южная низкоскоростная аномалия связана с Карельским кратоном и гранитным комплексом. Высокоскоростная северная аномалия может быть сопоставлена с Кольским кратоном и гранулитовым комплексом. К западу на глубинах 1.3-18 км проявляются неоднородности Норботтен кратона. Послеледниковой разлом Lansjarv прослеживается как граница высоко- и низкоскоростной области до глубин 18 км.



Относительные скорости Р волн на глубине 10 км. На географическую карту наложены древняя Ботния-Балтийская мегазона (зеленая линия с буквам ВВ), Северо-Карельская мегазона (зеленая линия с буквами НК), граница Карельского кратона (серая линия) по [Berthelsen, Marker, 1986]. Красные линии с буквами обозначают послеледниковые разломы по [Muir Wood, 1993]: M-S - Mierujarvi-Svaerholt, L-S - Lainio-Suljavaara, L - Lansjarv, S - Suasselka

Публикации:

1. Усольцева О.А., Гамбурцева Н.Г., Гамбурцев А.Г., Никонов А.А., Кузнецов О.П. **Современные геодинамические процессы в литосфере Балтийского щита** // *Пространство и Время*. 2015. No 1-2 (19-20). С. 307-313.
2. Никонов А.А., Усольцева О.А., Гамбурцева Н.Г., Гамбурцев А.Г., Кузнецов О.П. **Проблемы современной геодинамики Балтийского щита: исследование на основе новых разработок** // «Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты», 3-7 февраля 2015 г., Москва, Том 2, с. 11-1547.

№ 0146-2014-0009 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

Цель проекта - определение интенсивности сейсмического действия крупных техногенных источников на территории России

На основе наблюдений за 2013-2015 гг. проведено районирование территории ВЕП по количеству сейсмической энергии, излученной в результате взрывов на карьерах. Установлено, что наибольшее количество сейсмической энергии излучается в результате взрывов на карьерах Липецкой (5), Тульской (1) и Владимирской областей(4). Полученный результат необходимо учитывать при коррекции карт ОСР для центральной части России.



Рис. 2. Гистограмма распределения количества взрывов по годам для каждой из выделенных групп

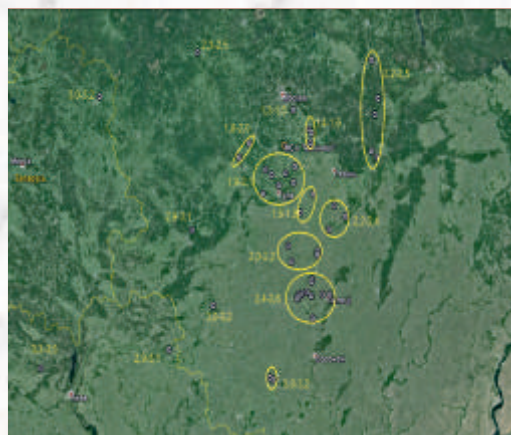


Рис. 1. Карта-схема расположения действующих карьеров (белые кружки). Овалами показаны группы карьеров, где производятся взрывы примерно одинаковой мощности.

1. Тульская область: $mb = 2,0$.
2. Восток Московской области: $mb = 1,5$.
3. Калужская область: $mb = 1,9$.
4. Владимирская область: $mb = 2,35$.
5. Липецкая область: $mb = 2,5$.
6. Карьеры Данковский и др.: $mb = 2,1$.
7. Карьер Михайлов-цемент: $mb = 1,8$.
8. Белгородская область: $mb = 3,1$.
9. Курская область: $mb = 3,1$.
10. Рязанская область: $mb = 2,3$.
11. Карьер Кричев (Беларусь): $mb = 3,1$.
12. Карьер Глуховский (Украина): $mb = 3,2$.
13. Карьер Малин (Украина): $mb = 3,2$.

Публикации:

1. Санина И.А., Нестёркина М.А., Константиновская Н.Л., Волосов С.Г., Данилова Т.В., Кузнецов О.П., Китов И.О., Нестёркин В.Н. **Каталог промышленных взрывов, зарегистрированных геофизической обсерваторией ИДГ РАН «Михнево» в 2013 году** // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621791, 15.12.2015.

Цель проекта – исследование особенностей структуры внутреннего ядра на основе нового набора сейсмических данных

По характеристикам сейсмических волн РКPDF и РКPBC, зондирующих область внутреннего ядра Земли под Юго-Восточной Азией, обнаружена структура, имеющая следующие свойства:

1) скорость сейсмических волн РКPDF зависит от направления распространения волны относительно оси вращения Земли. При углах около 30-35° скорость на 1.6% выше, чем при углах 55-70° (рис. 1).

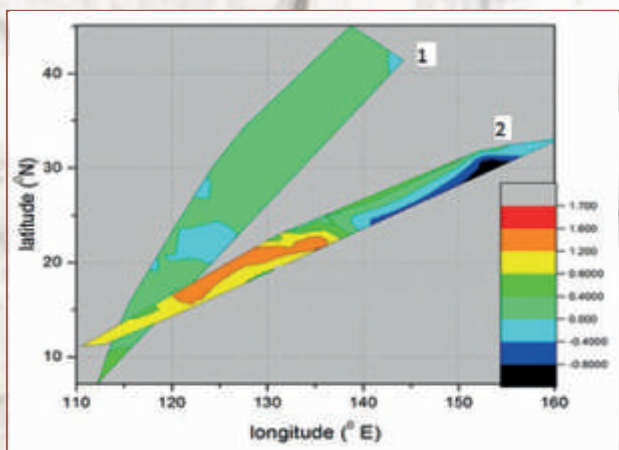


Рис. 1. Приведенные к поверхности внутреннего ядра относительные вариации скорости сейсмических волн. В области 1 - угол между сейсмическими лучами и осью вращения Земли 55-70°, в области 2 - угол - 30-35°

Публикации:

1. P.B. Kaazik, D.N. Krasnoshchekov, V.M. Ovtchinnikov. **An Anisotropic Block in the Inner Core Beneath Southern Asia** // Doklady of Earth Sciences. 2015. Vol. 465, part 1, pp.1147-1150.
2. Каазик П.Б., Краснощечков Д.Н., Овчинников В.М., Усольцева О.А. **О затухании сейсмических волн во внутреннем ядре** // Динамические процессы в геосферах. Вып.7. М.: ГЕОС. 2015. с. 197-208.

2) поглощение также зависит от направления распространения волны относительно оси вращения Земли и в 4-5 раз меньше для углов около 30°, чем для углов 55-70°, то есть область с более высокой скоростью (эпицентральные расстояния 151-153°) имеет большее поглощение (рис. 2).

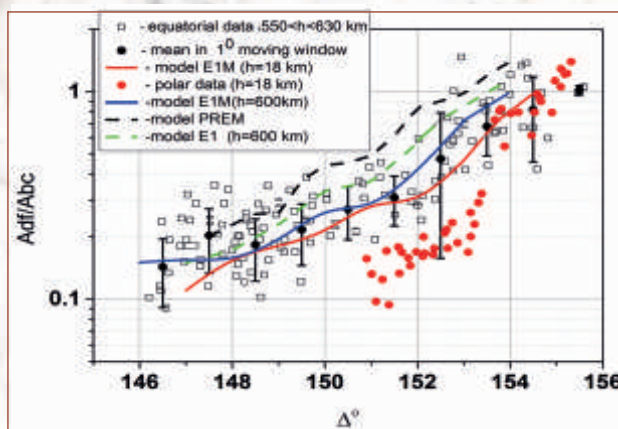


Рис. 2. Зависимость отношения амплитуд волн РКPDF и РКPBC от эпицентрального расстояния. Пунктирные и сплошные линии - зависимости для различных моделей Земли, полученные из теоретических сейсмограмм, кружки (светлые и красные) - экспериментальные данные, точки с вертикальными черточками - среднее (из светлых кружков) в интервале 10 и их среднеквадратическое отклонение

3) в области 2 поглощение в диапазоне частот 0.2-1.2 Гц зависит от частоты и не зависит от частоты в области 1 (рис. 3).

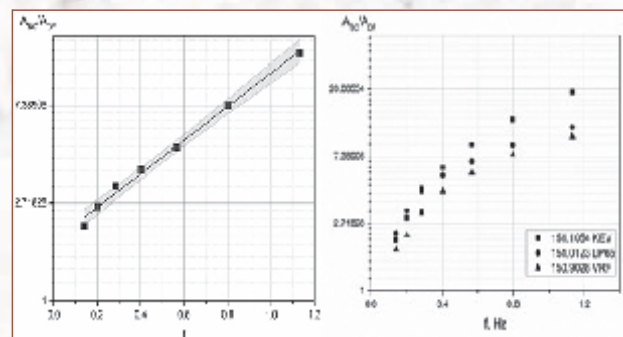


Рис. 3. Зависимость отношения амплитуд волн РКPDF и РКPBC от частоты. На станции GFRO (слева) зондирующей область 1 отношение является линейной функцией частоты, в то время как на станциях KEV, LP65, VRF (справа) отношение является нелинейной функцией

Научное направление: Приповерхностная геофизика. Изучение структур Земли сейсмическими методами. Приборно-методическое и информационное обеспечение геофизических исследований

Лаборатории: ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ГЕОФИЗИКИ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **А.А. СПИВАК**; МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **В.В. ШУВАЛОВ**; ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **Г.Г. КОЧАРЯН**; СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **И.А. САНИНА**

№ 0146-2015-0001 **Взаимодействие и преобразование геофизических полей на границе земная кора-атмосфера** (программа ОНЗ РАН IV. 8.7)

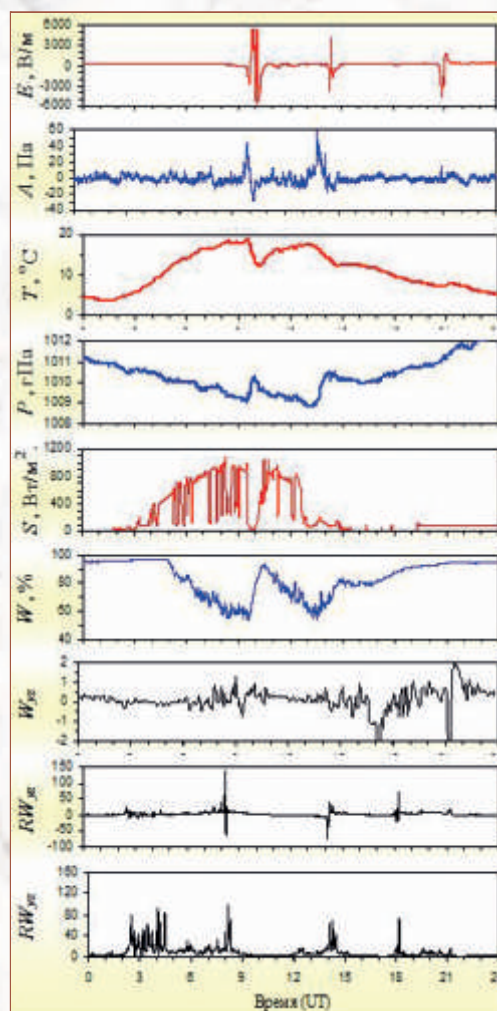
Цель проекта – анализ данных инструментальных синхронных наблюдений за вариациями электрического и магнитного полей и микропульсаций атмосферного давления в приповерхностной зоне Земли в сопоставлении с вариациями метеорологических параметров приземной атмосферы

1. Выполнен анализ экспериментальных данных синхронных наблюдений за вариациями электрического и магнитного полей, а также акустических колебаний в приповерхностной зоне Земли в сопоставлении с вариациями метеорологических параметров. Показан синхронизм вариаций указанных полей и параметров атмосферы, впервые отмечены не только синхронные, но также опережающие проявления возмущений геомагнитного поля, введен к рассмотрению новый параметр - обратный магнитный типпер, вариации которого при возмущениях атмосферы проявляются более ярко по сравнению с вариациями магнитного типпера.

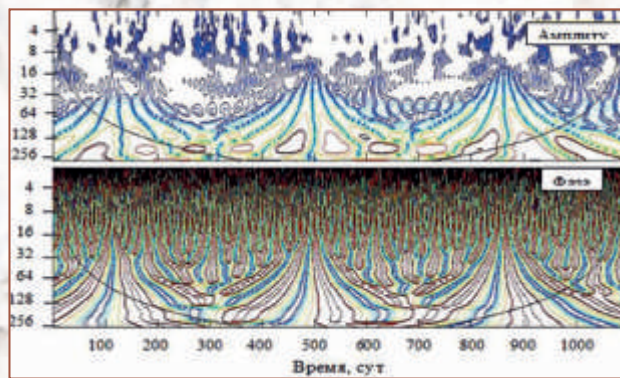
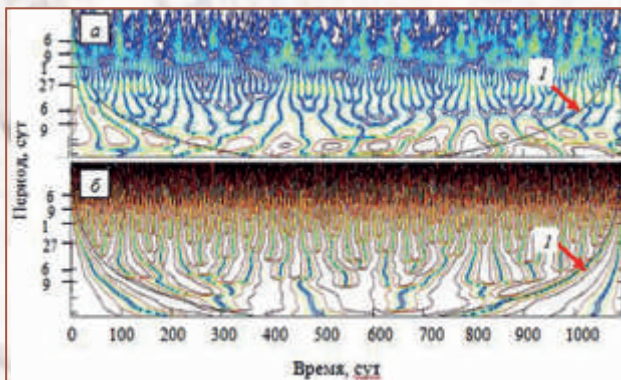
Рисунок. Примеры синхронных вариаций геофизических полей и метеорологических параметров атмосферы на ГФО "Михнево" 25.06.2014 г. в период прохождения двух холодных атмосферных фронтов ~9:30 и ~13:30 UT (T и P - температура и атмосферное давление, A - пульсации давления, W - влажность воздуха, S - мощность солнечной радиации, E - вариация вертикальной компоненты напряженности электрического поля, $W_{\text{г}}$ и $RW_{\text{г}}$ - компоненты магнитного и обратного магнитного типпера, RT - модуль обратного магнитного типпера

Публикации:

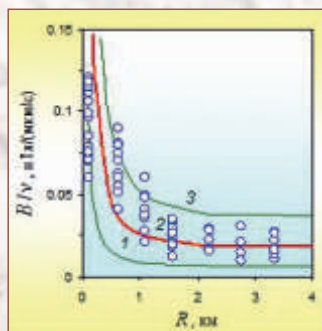
1. Спивак А.А., Локтев Д.Н., Рябова С.А., Харламов В.А. Синхронизм вариаций геофизических полей в приповерхностной зоне земли // Триггерные эффекты в геосистемах. М.: ИДГ РАН, ГЕОС, 2015. С. 310-317.



2. Предложена феноменологическая модель генерации магнитных сигналов при распространении сейсмических волн через раздробленную горную породу в зоне влияния тектонического разлома. Геомагнитные вариации возникают при изменении электрической проводимости фрагментированных горных пород при деформировании контактов отдельностей. Рассчитанные по модели амплитуды геомагнитных вариаций согласуются с данными инструментальных наблюдений.



Результаты вейвлет-анализа горизонтальной компоненты V_x геомагнитных вариаций на ГФО «Михнево» за период 2010–2012 гг.: 1 - конус влияния, а - амплитуда, б - фаза (слева) и вариаций уровня подземных вод за период 2010–2012 гг. (справа)



Относительные геомагнитные вариации B , вызванные сейсмическим сигналом амплитудой ν в зависимости от расстояния R до серединной линии разломной зоны; расчет при α , мЗ/а: 1 - 10^{-8} ; 2 - $3 \cdot 10^{-8}$; 3 - $6 \cdot 10^{-8}$. Кружки результаты инструментальных наблюде-

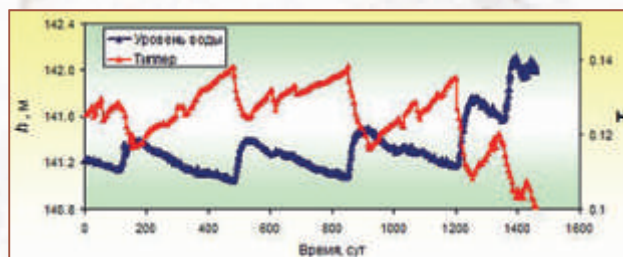
Публикации:

1. Spivak A.A. A tribological model of a seismomagnetic effect in a heterogeneous medium // Doklady Earth Sciences. 2015. Vol. 465. Part 1. P. 1151–1153.
2. Спивак А.А. Контактная модель сейсмомагнитного эффекта // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2015.

3. Выполнен анализ локальных длиннопериодных геомагнитных вариаций и уровня подземных вод безнапорного водоносного горизонта на ГФО "Михнево" ИДГ РАН. Определены основные периодичности локальных фоновых вариаций магнитного поля Земли. Показано, что периодичности фоновых вариаций имеют регулярный и спорадический характер. Определены особенности изменения во времени отдельных спектральных составляющих геомагнитных вариаций. Прослежена годовая цикличность сезонных вариаций уровня подземных вод.

В результате сравнения годовой цикличности гидрогеологического режима и геомагнитных вариаций показана значимая корреляция между сезонными вариациями передаточной функции, представленной магнитным типпером T , и изменением уровня подземных вод в безнапорном горизонте h .

Полученный результат существенно расширяет возможности обнаружения и контроля формирования и развития карстовых пустот и таликов на основе регистрации физических полей на земной поверхности.



Совместные вариации абсолютного уровня подземных вод h и магнитного типпера T (начало записи 01.01.2010 г.)

Публикации:

1. Лосева Т.В., Спивак А.А., Кузьмичева М.Ю. Геомагнитные вариации при изменении гидрогеологического режима в зоне разлома // Доклады академии наук. 2015. Т. 463. № 5. С. 598–601.
2. Спивак А.А., Рябова С.А., Горбунова Э.М. Геомагнитные вариации на земной поверхности и их связь с динамикой подземных вод // Вестник НЯЦ РК. № 4(64), декабрь 2015. С. 98–106.
3. Рябова С.А., Спивак А.А., Горбунова Э.М. Вариации магнитного типпера на земной поверхности при изменении уровня подземных вод // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Екатеринбург, 14–18 сентября 2015 г. С. 288–292.

4. Характеристики аэроэлектрических, электродного и других геофизических эффектов в приповерхностной атмосфере во многом зависят от динамики пыли в вихревых структурах. В процессе исследования численными методами аэродинамического режима воздушного потока, содержащего пылевые частицы, вблизи границы литосфера-атмосфера при наличии орографической неоднородности в виде локального понижения рельефа (карьера), было показано, что удаление пыли из карьера ветром можно существенно ускорить с помощью искусственно образованной конвективной струи нагретого воздуха, источник которой локализован вблизи дна карьера.

Минимальный размер основания струи по отношению к размеру дна карьера в расчетах составлял 0.2, избыток температуры - 25-50° С, начальная скорость 4-8 м/с. Струя в рассматриваемом случае играет роль пылесоса. Вихревые структуры внутри карьера в присутствии струи практически исчезают.

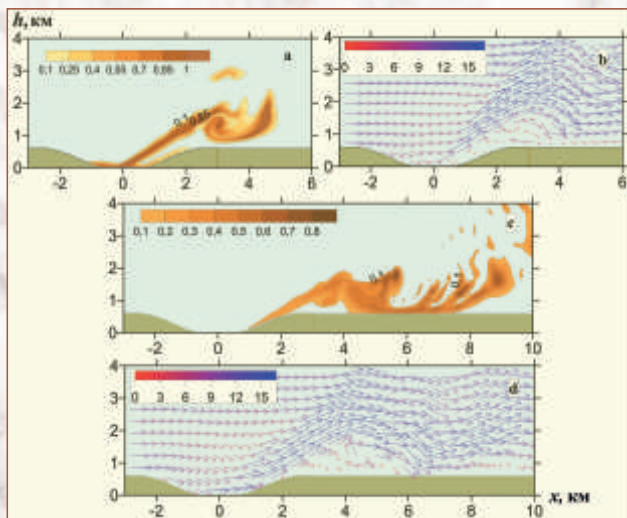


Рисунок. Поля концентрации пыли и скорости потока, реализующиеся в процессе переноса пыли из каньона в горизонтальное облако конвективной струей в поле равномерного горизонтального ветра (панели a, b соответствует моменту времени 10 мин; c, d - 20 мин. Скорость ветра - 10 м/с, начальная скорость струи - 4 м/с)

Публикации:

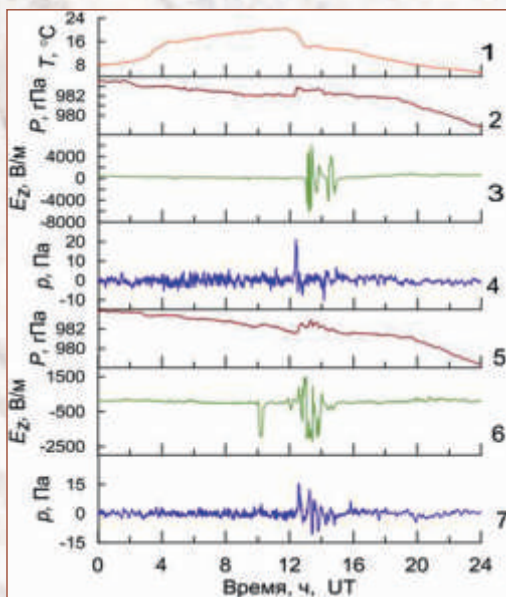
1. Хазинс В.М., Спивак А.А. Интенсификация вентиляции карьера конвективной струей // Взрывное дело, 114/71. М.: Наука, 2015. С. 253-265.
2. Спивак А.А., Хазинс В.М. Взаимодействие воздушных потоков с орографической неоднородностью в виде локального понижения рельефа // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2015. С. 99-106.

№ 0146-2015-0007 Анализ геофизических полей с целью диагностики локальных участков земной коры

Цель проекта – совершенствование имеющихся и разработка новых перспективных методов диагностики и контроля геодинамического состояния локальных участков земной коры

Синхронные возмущения акустического и электрического полей наблюдаются для широкого круга природных и техногенных явлений. Это связано с тем, что источники генерации находятся в средах, содержащих электрически заряженные частицы с широким распределением по размерам и подвижностям. Возникновение неоднородностей в таких средах будет приводить не только к появлению условий для генерации акустико-гравитационных волн, но и к протеканию электродинамических процессов, которые проявятся как возмущения атмосферного электрического поля. Изучение инфразвуковых колебаний давления, предшествующих грозам, может представлять интерес при изучении вопросов физики атмосферы, в частности, для определения скорости распространения волн в волноводных слоях, мощности этих слоев. Совместный анализ записей давления и электрического поля позволяет повысить надежность идентификации общего источника генерации сигналов, получить информацию о его параметрах.

Для случая акустических колебаний показано, что вариации поля давления приводят к изменениям объемного электрического заряда в приземном слое атмосферы, и как следствие, к изменению напряженности атмосферного электрического поля. Наблюдается приблизительная пропорциональность амплитуды возмущений электрического поля и амплитуды изменения давления инфразвука. Из уравнений движения заряженных частиц в воздушной зоне, уравнений непрерывности и Пуассона для потенциала электрического поля были получены теоретические оценки возмущений напряженности атмосферного электрического поля, обусловленных распространяющейся воздушной волной. Результаты оценок соответствуют величинам, зафиксированным при проведении наблюдений (рис. на стр. 17).



Вариации атмосферного давления, температуры и напряженности электрического поля при прохождении атмосферного фронта. 1, 2, 3, 4 - изменение температуры, атмосферного давления, вертикальной компоненты напряженности атмосферного электрического поля и инфразвуковых вариаций давления (полоса частот от 0,001 до 0,1 Гц), соответственно (ГФО "Михнево" 12 июня 2014 г.); 5, 6, 7 - изменение атмосферного давления, вертикальной компоненты напряженности атмосферного электрического поля и инфразвуковых вариаций давления (полоса частот от 0,001 до 0,1 Гц), соответственно (ИДГ РАН, Москва, 12 июня 2014 г.)

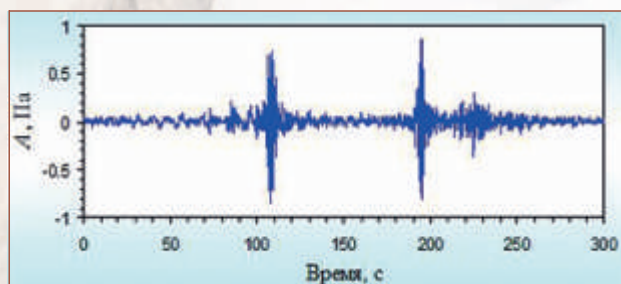
Публикации:

1. Соловьев С.П., Рыбнов Ю.С., Харламов В.А. Синхронные возмущения акустического и электрического полей, вызванные источниками природного и техногенного происхождения. В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания. М.: ИДГ РАН, ГЕОС, 2015. С. 317-326.

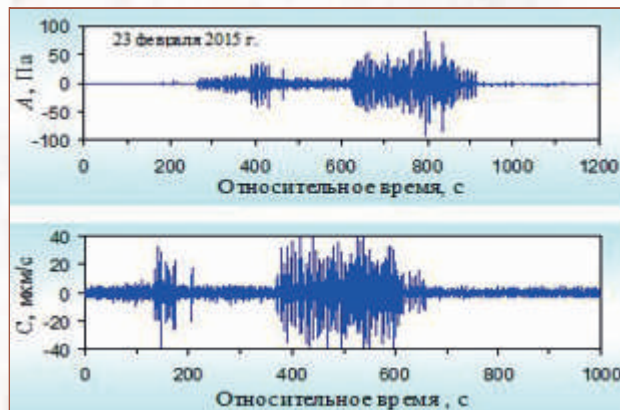
№ 0146-2014-0015 Создание в здании Института Центра геофизического мониторинга для систематических исследований негативных последствий на среду обитания и инфраструктуру Москвы природных и техногенных факторов

Цель проекта – организация и проведение постоянного геофизического мониторинга среды обитания в г. Москве, установление источников физических полей, в частности, техногенного происхождения, а также их пространственных и временных вариаций, определение негативного влияния природных и техногенных факторов на среду обитания и инфраструктуру мегаполиса

Анализируются результаты синхронных наблюдений за физическими полями и метеопараметрами атмосферы, выполненных в Центре геофизического мониторинга г. Москвы и на Геофизической обсерватории "Михнево" ИДГ РАН, расположенной вне зоны влияния Москвы. Показано, что влияние мегаполиса проявляется в увеличении амплитуд физических полей, изменении их спектрального состава, нарушении естественных периодичностей. Важным фактором, характеризующим мегаполис, является наличие техногенной составляющей, которая оказывает значительное влияние на ход естественных физических процессов в приземной атмосфере.



Фрагмент записи акустических колебаний при пожаре и обрушении здания 24.11.2014 г. (начало записи 15:31 МСК)



Микробарические вариации (верхняя панель) и сейсмический сигнал (нижняя панель), вызванные праздничным салютом 23.02.2015 г. в г. Москве

Публикации:

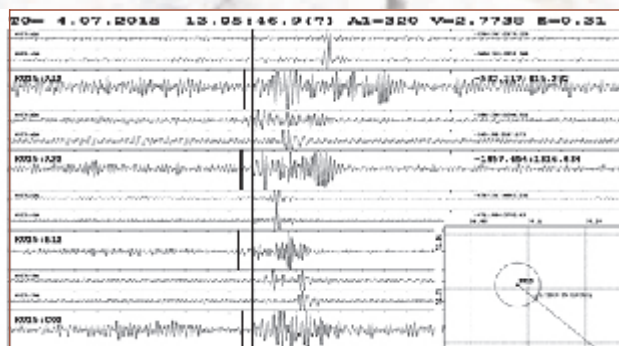
1. Спивак А.А., Волосов С.Г., Крашенинников А.В., Локтев Д.Н., Рыбнов Ю.С., Рябова С.А., Соловьев С.П., Харламов В.А. Влияние мегаполиса на вариации физических полей. В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: материалы семинара-совещания. М.: ГЕОС, 2015.

2. Локтев Д.Н., Соловьев С.П., Спивак А.А. Центр геофизического мониторинга г. Москвы ИДГ РАН. Сергеевские чтения. Инженерно-геологические проблемы городских агломераций. Вып. 17. Москва: РУДН, 2015. С. 504-508.

№ 0146-2014-0010 **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**

Цель проекта – развитие методов сейсмического мониторинга, разработка методики сейсмического мониторинга таких объектов с помощью малоапертурной группы

Временной малоапертурной сейсмической группой проведены краткосрочные сейсмологические наблюдения в районе площадки Курской АЭС и апробация разработанного метода сейсмического мониторинга районов расположения особо ответственных объектов; продолжается сбор, систематизация и анализ сейсмологических данных. Результаты наблюдений подтвердили существование на платформенной территории России слабых тектонических событий с магнитудами около и ниже нуля. Создано программное обеспечение для обнаружения региональных фаз объемных сейсмических волн с помощью группы трехкомпонентных датчиков.



Запись местного сейсмического события в районе площадки Курской АЭС

Публикации:

1. Бугаев Е.Г., Кишкина С.Б. Полнота реализации нормативных требований при обосновании сейсмической безопасности АЭС и ХОЯТ // Ядерная и радиационная безопасность. М. 2015, № 3 (77), с. 1-7.

Лаборатории: МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **В.В. ШУВАЛОВ**; ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **Г.Г. КОЧАРЯН**

Научное направление: Экстремальные воздействия на геосферы (взрывы, вулканы, внедрение взнезменных тел и их удары по поверхности Земли) и их последствия

№ 0146-2015-0006 **Ударные кратеры на Луне, планетах и астероидах (программа Президиума РАН 1.9П)**

Цель проекта – выявление основных процессов, действующих на объекты, лежащие на поверхности космического тела, при ударе

В рамках подготовки к анализу данных с КА "DAWN" на орбите вокруг астероида Церера:

- ▲ сделаны оценки возможности обнаружения крупных ударов по деформации каменного ядра астероида;
- ▲ сделаны оценки размеров ударников, образовавших малые кратеры на Церере, что необходимо для определения распределения по размерам ударников;
- ▲ обновлен систематический обзор проблем и достижений в области определения возрастов поверхности планетных тел Солнечной системы по числу наложенных кратеров;
- ▲ полученные результаты применены для анализа популяции малых кратеров на Марсе, образовавшейся за последние 10 лет;

- ▲ в рамках исследования о происхождении борозд на поверхности Фобоса в качестве наиболее перспективного направления выбрано изучение движения камней при метеоритном ударе вследствие их отскока при толчке проходящей сейсмической волны (рисунок на стр. 19).

Публикации:

1. Б.А. Иванов (2015) **Колебания поверхности астероида при образовании ударного кратера (на примере Фобоса)** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. с. 30-38.

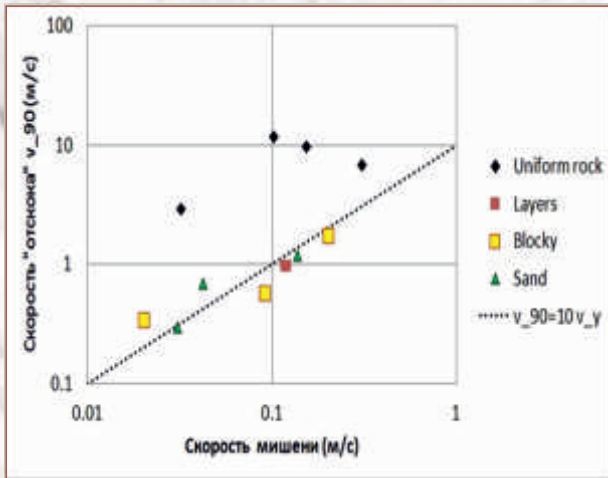
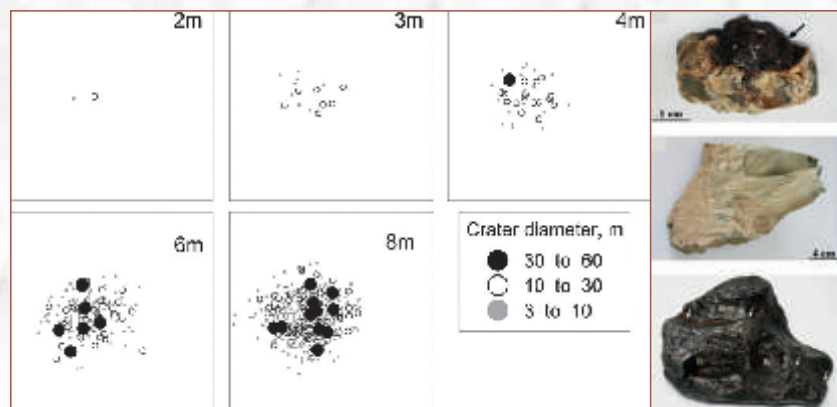


Рисунок. Корреляция максимальной скорости в преломленной ударной волне на поверхности v_{90} от приращения продольной скорости мишени за счет импульса ударника. Скорость v_{90} является минимальной скоростью "отскока", обычно достигающегося на угловом расстоянии 90° от точки удара (скорость "отскока" возрастает и ближе к точке удара и ближе к антиподальной - 180° - точке). Видно, что скорости "отскока" для однородной мишени достигают 10 м/с (см. рис.). Но и для "неоднородного" Фобоса сейсмические скорости на порядок превышают скорость поступательного движения Фобоса за счет передачи импульса ударника

№ 0146-2014-0007 Разработка комплексной модели воздействия на внутренние и внешние геосферы внедряющихся космических тел и оценка последствий таких падений

Цель проекта – разработка методов оценки последствия падения на Землю космических тел разного размера

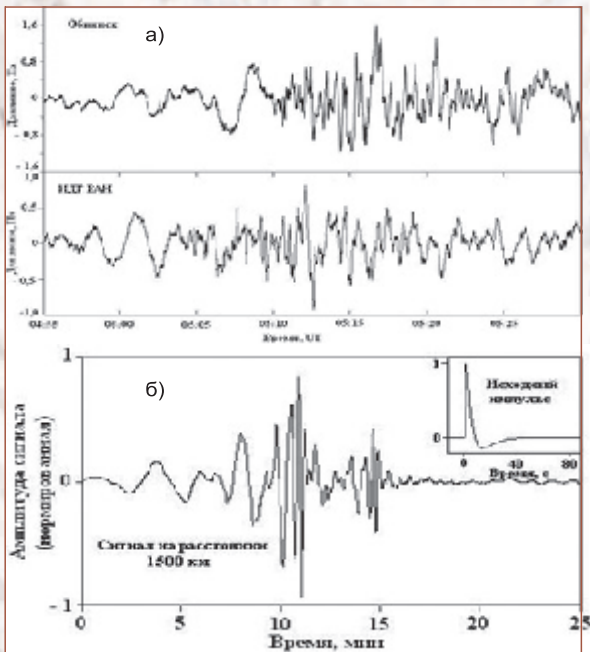
1. Российские геологи (ГЕОХИ РАН) обнаружили в Марокко следы небольшого ударного кратера. Место было известно давно как поле рассеяния железного метеорита Агудаль. Находка конусов сотрясения, аллохонтных и автохонтных брекчий, а также сильно деформированных (шрапнель) осколков метеоритов указывает на то, что железный астероид был достаточно большим и, по крайней мере, часть его имела достаточно большую скорость у поверхности для образования ударного кратера. Численное моделирование входа железного астероида в атмосферу Земли позволило оценить начальные размеры тела в 3-4 м. Так как конусы рассеяния найдены на большой площади, скорее всего, произошло образование 7-10 небольших ударных кратеров, которые теперь полностью эродированы, но конусы сотрясения сохранились. Поле рассеяния более мелких фрагментов имеет размеры порядка 6х2 км. Альтернативная гипотеза падения небольшого метеорита в крупный полностью эродированный старый кратер тоже возможна, но вероятность такого события очень мала.



Слева: возможная конфигурация ударных кратеров для разных начальных размеров железного метеороида. Если размер меньше 3 м, образуется только 1-2 кратера размером порядка 10 м; если размер больше 4 м, образуется плотная группа перекрывающихся кратеров, которые скорее всего, сливаются в одну общую структуру. Справа сверху-вниз: 1) кусочек метеорита внутри брекчии; 2) конус сотрясения; 3) 2-кг железный метеорит Агудаль

Публикация:

1. Lorenz CA, Ivanova MA, Artemieva NA et al. 2015. Formation of a small impact structure discovered within the Agoudal meteorite strewn field, Morocco. Meteoritics and Planetary Science 50: 112-134.



2. Анализ распространения инфразвукового сигнала, сформированного при полете и разрушении крупного метеороида, в атмосферном (стратосферном) волноводе показал, что характеристики сигнала в точке регистрации зависят от дисперсии скорости распространения. Дисперсия скорости приводит к увеличению длительности сигнала и изменению его волновой формы. На расстояниях порядка 1500 км исходный сигнал распадается на несколько волновых групп, что подтверждается как расчетом распространения модельного сигнала, так и экспериментальными данными.

Рисунок. (а) Волновые формы инфразвуковых сигналов от Челябинского метеороида, зарегистрированные в западном направлении на расстоянии около 1500 км; (б) Волновая форма инфразвукового сигнала, полученная теоретическим путем. В правом верхнем углу исходный импульс

Публикации:

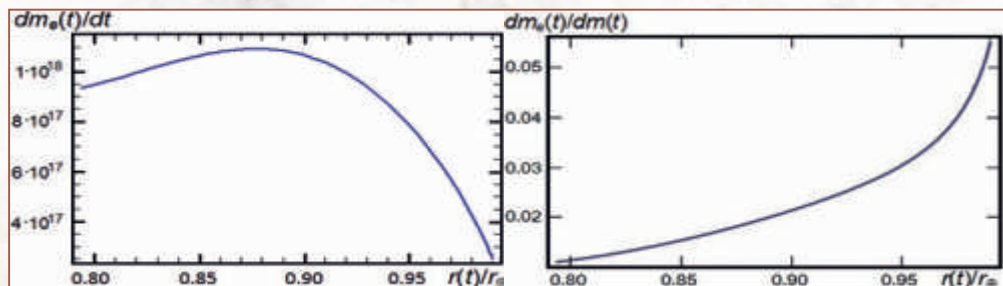
1. **О.П. Попова, Д.С. Провоторов, Ю.С. Рыбнов, Соловьев А.В.** Изменение волновых форм инфразвуковых сигналов с расстоянием // Известия высших учебных заведений. Физика. Том 57. № 9/2.

№ 0146-2015-0009 **Формирование Земли и планет земной группы и их эволюция** (программа Президиума РАН 1. 30П)

Цель проекта – развитие теории образования и эволюции системы Земля – Луна

В рамках стохастической ко-аккреционной модели формирования системы Земля-Луна исследована возможность подпитки околоземного роя веществом, выброшенным при макроударах на баллистические и гелиоцентрические орбиты, при столкновениях частиц роя с частицами выбросов.

В настоящей работе рассмотрен третий источник пополнения долунного роя веществом в дополнение к захвату тел при свободно-свободных и свободно-связанных столкновениях в сфере Хилла растущей планеты - вещество, выброшенное при столкновениях планеты с допланетными телами в процессе её роста. Масса ударного выброса m_e в зависимости от массы тела-ударника m' и массы растущей планеты $m(t)$ была получена по результатам численного моделирования В.В. Светцовым ударов допланетных тел под разными углами по растущей Земле. С учетом скорости роста Земли и распределения допланетных тел (тел-ударников) по массам впервые была получена оценка потока вещества в ударных выбросах с растущей планеты. Учет этого важного источника вещества для подпитки долунного роя, возможно, поможет решить проблемы массы и состава в исследовании формирования Луны.



Поток вещества ударных выбросов с растущей планеты в г/год в зависимости от относительного радиуса планеты (справа); изменение доли массы вещества, выбрасываемого с планеты, от вещества, выпадающего на планету в процессе ее роста (слева)

Публикации:

1. **Печерникова Г.В.** Масса вещества, выброшенного при макроударах с растущей планеты, и проблема образования Луны // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: GEOS, 2015. С. 200-207.

Научное направление: Динамические, радиационные и плазмохимические процессы в ионосфере и атмосфере Земли, литосферно-ионосферно-магнитосферные связи и взаимодействия, физические поля и токи в геосферах, распространение электромагнитных волн в возмущенной среде

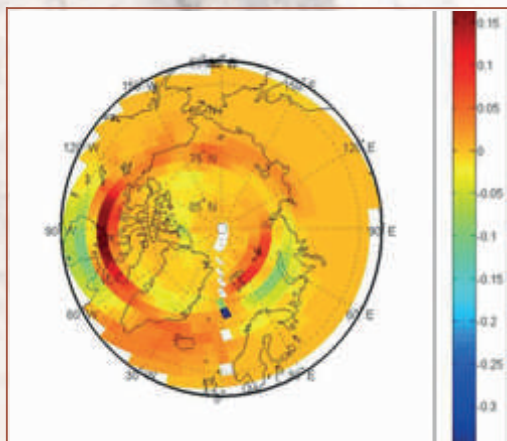
Лаборатории: ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОФИЗИКЕ, зав. лаб. к.т.н. **А.Н. ЛЯХОВ**; ЛИТОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ СВЯЗЕЙ, зав. лаб. д.ф.-м.н. **Б.Г. ГАВРИЛОВ**

№ 0146-2014-0002 Оценка изменения величины геомагнитно-индуцированных токов, вызванной изменением магнитного поля Земли. Прогнозные оценки возможных угроз для инфраструктуры Арктического региона России

Цель проекта – разработка методов расчета геомагнитно-индуцированных токов, вызванных геомагнитной активностью и оценка техногенных рисков

В 2015 году разработано программное обеспечение (программа ПОЛЕ-Д) для расчета величины вариаций компонент геомагнитного поля в заданных точках координат, использующее в качестве входных параметров вертикально проинтегрированные электрические токи в ионосфере (восточного и северного направлений). Данная программа позволяет прогнозировать *уровень геоэлектрических полей и наводок в длинных линиях при геомагнитных бурях.*

Впервые выполнено трехмерное самосогласованное моделирование изменения структуры полей ионосферы и электродинамических эффектов (распределение токов в ионосфере Земли и геоэлектрического поля) на период 1980-2015 годы с использованием реально наблюдавшихся изменений геомагнитного поля, описываемых моделью IGRF-2012. Моделирование выполнено с помощью программы TIEGCM v. 1.95. В Арктической зоне РФ, на Чукотке, увеличение геоэлектрического поля составило 0.5 В/км за 35 лет. Максимальные расчетные величины геоэлектрического поля лежат в диапазоне 1.5-3.5 В/км при $K_p = 8$. Расчетные тренды геомагнитно-индуцированных эффектов составляют 0.004 В/км/год. При сохранении сегодняшней тенденции, за следующие 35 лет увеличение геоэлектрического поля не превысит 0.4 В/км, и будет находиться в пределах разброса, определяемого солнечной активностью.



Были выполнены расчеты влияния изменения структуры ионосферы на КВ радиосвязь. В восточной части России при высокой геомагнитной активности ($K_p = 8$) учет изменения геомагнитного поля приводит к смещению максимально применимых частот радиосвязи в диапазоне 2-30 МГц на величину от 0.5 до 2.0 МГц.

Прогноз радиосвязи в КВ диапазоне необходимо вести с помощью моделей, учитывающих текущее состояние магнитного поля Земли.

Рисунок. Относительное изменение атмосферных потоков

Публикации:

Отчет ИДГ РАН, инв. № 15-2015

№ 0146-2014-0028 Разработка методологии проведения исследований (программа 46П «Фундаментальные основы технологий двойного назначения в интересах национальной безопасности»)

Цель работы – разработка методологии и проведение исследований, направленных на совершенствование спутниковых навигационных систем и технологий активного воздействия на литосферно-атмосферно-ионосферную систему

1. В 2015 году выполнен анализ ошибок позиционирования ГНСС GPS в средних широтах, основанный на анализе экстремальных событий (ошибки позиционирования в десятки метров).

Распределение псевдокоординат не подчиняется нормальному закону распределения, носит характер эллипса рассеяния (или комбинации эллипсов). В ИДГ РАН впервые было предложено анализировать экстремальные ошибки спутниковой навигации как поток событий. Спектральный анализ потока событий показал наличие статистически достоверных, ярко выраженных спектральных пиков с периодами, соответствующими периодам атмосферных планетарных волн (рис. 1):

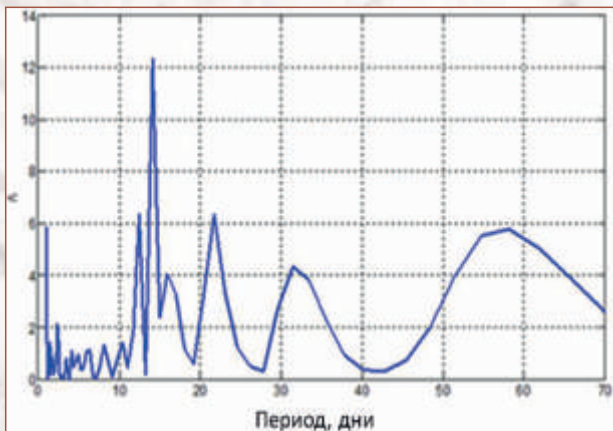


Рис. 1. Квазидвухдневные (соответствующие проходу анемобарических образований), 14 и 20 дней, обнаруженные в данных спутникового мониторинга. Экстремально большие (более 10 метров) ошибки автономного спутникового позиционирования возникают в режиме ионосферной коррекции

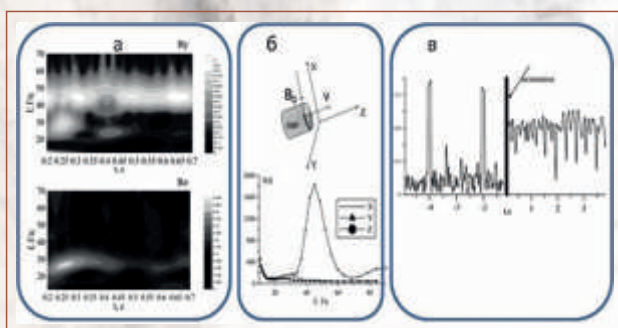


Рис. 2. (а) - результат вейвлет-анализа волнового магнитного поля по осям Y и Z системы координат, связанной с геомагнитным полем; (б) - спектры низкочастотной части волнового магнитного поля в системе координат, связанной с геомагнитным полем; (в) - временная зависимость относительного уровня мощности шума на частоте 45 Гц во время инжекции плазмы

Существующие алгоритмы широковещательной ионосферной коррекции некорректно работают в условиях возбуждения в атмосфере Земли планетарных волн.

Для автономных, в особенности скоростных, приемников применение безионосферного режима определения координат является более надежным, несмотря на возрастание средней ошибки.

2. Мелкомасштабные ионосферные флуктуации, которые возникают в слабо возмущенных, но обширных областях ионосферы в результате естественных или техногенных возмущений, оказывают определяющее влияние на качество высокочастотной радиосвязи и навигации.

В активном ионосферном эксперименте зафиксировано возникновение мелкомасштабных ионосферных флуктуаций. Движение сгустков сопровождается волновыми флуктуациями электрического и магнитного полей, сохраняющих ориентацию относительно геомагнитного поля на протяжении всего времени эксперимента. Электромагнитный шум на частотах 42-45 Гц, сопровождающий их возбуждение, может быть зарегистрирован на значительных расстояниях. Это означает возможность наземной регистрации ионосферных флуктуаций, определяющих нарушения в работе спутниковых навигационных систем (рис. 2).

Доказано, что взрывной генератор является достаточно простым и экономным источником для создания в ионосфере искусственной области мелкомасштабных флуктуаций за счёт вспышки жёсткого ультрафиолета.

Публикации:

1. А.В. Черменин, Ляхов А.Н. **Аномальные ошибки системы GPS по данным ГФО "Михнево"** / Триггерные эффекты в геосферах: тезисы докладов третьего Всероссийского семинара-совещания, 16-19 июня 2015, Москва. ИДГ РАН. С. 79-80.
2. Черменин А.В. **Анализ ошибок навигационной спутниковой системы в ГФО "Михнево"** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015, с. 174-180.
3. И.Х.Ковалева, Б.Г. Гаврилов, Ю.В. Поклад, Зецер Ю.И. **Нелинейные волновые структуры на ионах NO+ в активном ракетном эксперименте "North Start"** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015, с. 133-144.

№ 0146-2014-0014 Развитие новых методов измерения параметров ионосферы-магнитосферы с использованием современных ГЛОНАСС-GPS приемников

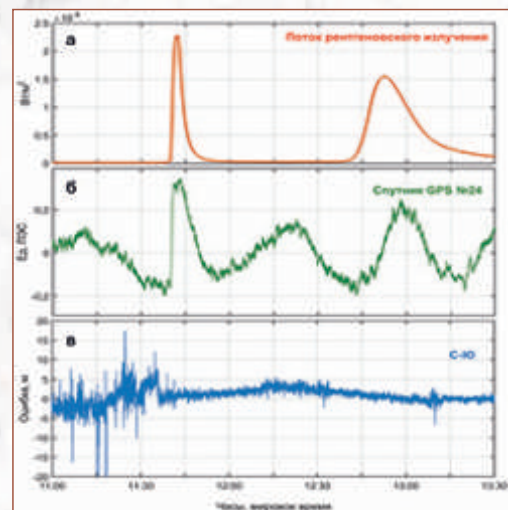
Цель проекта – экспериментальное исследование динамики ионосферных неоднородностей в D и F слоях ионосферы путем согласованного анализа данных регистрации полного электронного содержания ионосферы и параметров радиосигналов ОНЧ диапазона

Получены количественные данные о влиянии гелиогеофизических факторов на параметры сигналов глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС) в средних широтах. Показано, что вызванные магнитными бурями ионосферные возмущения способны привести к пропаданию сигналов отдельных спутников и появлению ошибок определения координат. Исследование влияния солнечных рентгеновских вспышек на сигналы ГНСС показало, что возможны как резкие всплески полного электронного содержания ионосферы и ошибок определения координат, так генерация планетарных волн, вызывающих длительные циклические вариации параметров сигналов навигационных систем.

Созданы аппаратная база и методический аппарат для проведения исследований влияния мелко- и среднемасштабных ионосферных неоднородностей на ошибки местоопределения динамических объектов с использованием ГНСС.

Разработанные методы были верифицированы на большом экспериментальном материале как в спокойных геофизических условиях, так и при значительных возмущениях гелиогеофизической обстановки. Создана база данных по геофизическим возмущениям, способным оказывать влияние на работу ГНСС, и по параметрам сигналов ГНСС в среднеширотной России.

Рисунок. Поток рентгеновского излучения вспышки класса X2.2 (а); наклонное ПЭС ионосферы на трассе приемник в ГФО «Михнево» - спутник GPS prn24 (б); ошибка определения координат приемника в «Михнево» в направлении север-юг 6 июня 2014 г. (в)



Публикации:

1. Б.Г. Гаврилов, Д.В. Егоров, В.М. Ермак, И.Э. Маркович, Ю.В. Поклад, В.А. Рыбаков, И.А. Ряховский, Яким В.В. **Среднеширотные эффекты магнитной бури 17 марта 2015 г.** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, с. 145-157.

№ 0146-2014-0030 Модернизация наземного измерительного комплекса ГФО «Михнево» (программа 46П «Фундаментальные основы технологий двойного назначения в интересах национальной безопасности»)

Цель проекта – модернизация наземного измерительного комплекса ГФО «Михнево» для организации координированных наблюдений возмущений ионосферы на высотах от 60 до 400 км

Разработан метод исследования перемещения ионосферных неоднородностей по данным измерений в D и F слоях ионосферы.

Для исследования динамики ионосферных неоднородностей на средних широтах, возникших в результате мощной геомагнитной бури 17 марта 2015 года, были использованы результаты синхронной регистрации в ГФО "Михнево" полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы и фазы радиосигналов ОНЧ диапазона от радиостанций, расположенных в различных районах Земли.

Анализ изменения фаз СДВ радиосигналов совмест-

но с данными измерения ПЭС ионосферы является не только дополнительным инструментом для изучения динамики ионосферных возмущений, но и позволяет судить о возмущениях электронной плотности в различных ее слоях. Координированный (спутники, трассы СДВ, ПЭС на трассе, ионосферное зондирование) анализ показывает более сложную пространственно-временную динамику отклика среднеширотной ионосферы на магнитную бурю, чем можно получить в рамках классического (сети магнитометров, ионозондов, или карты интегрального полного электронного содержания) анализа (рис. на стр. 24).

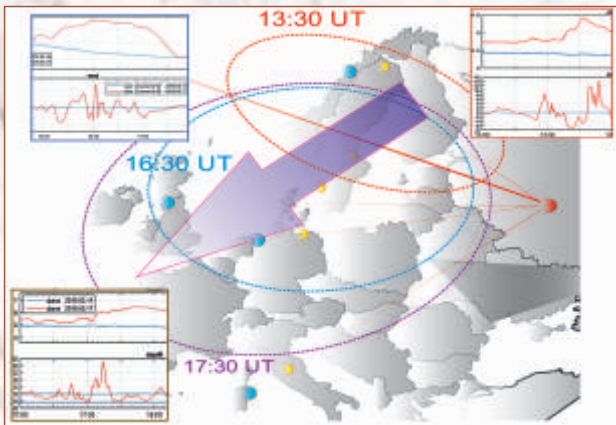


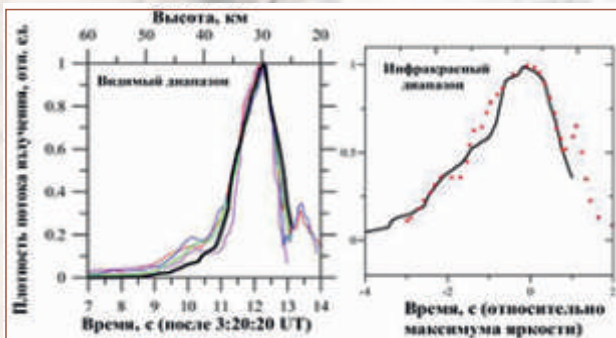
Рисунок. Цветными овалами показаны положения области возмущенной ионосферы над Европой во время геомагнитной бури 17 марта 2015 г. в 13:30, 16:30 и 17:30 UT и соответствующие им графики вариаций фазы СДВ сигналов и ПЭС ионосферы. Границы областей определены по наличию или отсутствию возмущений в F и D слоях ионосферы для данного региона для выбранного момента времени

№ 0146-2015-0008 **Природные и техногенные активные геофизические процессы в системе атмосфера-ионосфера-магнитосфера и их последствия для радиосвязи, радиоуправления и спутниковой навигации** (программа Президиума РАН 1.18П)

Цель проекта – разработка методов расчета возмущений ионосферы при падении метеороидов и оценка их влияния на прохождение сигналов спутниковых навигационных систем

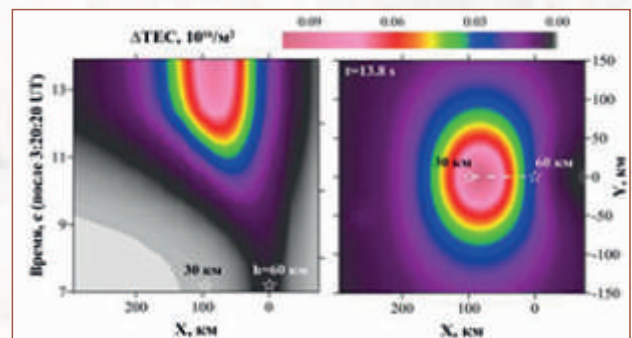
Разработана физико-математическая модель, позволившая объяснить возмущения нижней ионосферы Земли в первые минуты пролета Челябинского метеороида.

Модель верифицирована сравнением результатов расчетов с известными данными наблюдений по величине высвеченной энергии в процессе пролета, по кривым светимости в видимом диапазоне (полученными в разных точках наземных наблюдений) и в инфракрасном диапазоне (измеренными со спутников).



Публикации:

1. Гаврилов Б.Г., Ляхов А.Н., Поклад Ю.В., Ряховский И.А. **Влияние мелко- и среднемасштабных ионосферных неоднородностей на ошибки местоопределения динамических объектов с использованием ГНСС** // Отчет по проекту "Модернизация наземного измерительного комплекса ГФО Михнево" программы 2 П Президиума РАН "Фундаментальные основы технологий двойного назначения в интересах национальной безопасности".
2. Ю.В. Поклад, В.А. Рыбаков, Б.Г. Гаврилов, В.М. Ермак, А.В. Крашенинников, И.А. Ряховский, С.П. Соловьев. **Влияние солнечных рентгеновских вспышек на изменения атмосферного электрического поля и распространение волн СДВ диапазона** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН М.: ГЕОС. 2015, с. 162-167.



Приведены сравнение результатов расчетов (черные кривые) с результатами этих измерений (рис. слева); высотно-временное (слева) и пространственное (справа) распределения изменения полного электронного содержания в единицах TECU (рис. справа).

Расчетная максимальная величина вариаций TEC (0.1 TECU) хорошо согласуется с данными наблюдений на пунктах регистрации сигналов системы GPS в уральском регионе (0.07-0.15 TECU).

Публикации:

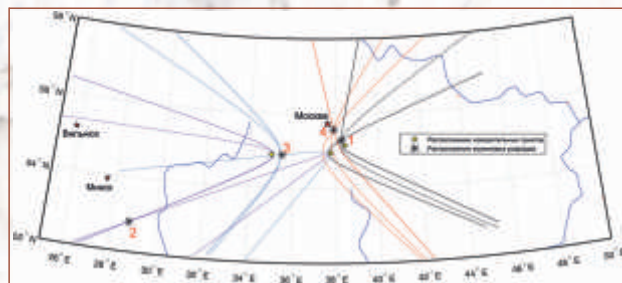
Отчет ИДГ РАН, инв. № 15-2015

Геофизическая обсерватория «Михнево»

В ГФО «Михнево» исследован метод пеленгации импульсных источников КНЧ/ОНЧ излучения и внедрена практическая методика определения положения молниевых разрядов с использованием КНЧ/ОНЧ регистраторов, размещенных в пространственно разнесенных измерительных пунктах. Однотипная приемная аппаратура была установлена в ГФО "Михнево" ИДГ РАН и в районе пунктов Дубна и Александровка.

Использовались, разработанные в ИДГ РАН, магнитометрические комплексы "Плутон", включающие активные рамочные антенны с чувствительностью $0.4-0.5 \text{ фТл}/\sqrt{\text{Гц}}$ в диапазоне частот от 0,5 до 30 кГц и магнитометры MFS-07 с чувствительностью $0.8 \text{ фТл}/\sqrt{\text{Гц}}$ в диапазоне частот от 0.001 до 60 кГц.

В экспериментах было определено положение молниевых разрядов с частотой появления до 2-3 в секунду на расстояниях до 600 км. Разработанная методика будет использована также для мониторинга состояния D слоя ионосферы.



Результат пеленгации молнии 16.02.2013 с 11:05 до 11:09 УТ. Желтыми кружками показано положение измерительных пунктов, а цифрами и звездочками положение молниевых разрядов

Публикации:

1. И.А. Ряховский, Б.Г. Гаврилов, В.М. Ермак, Ю.В. Поклад. Пеленгация молний с использованием регистраторов КНЧ/ОНЧ излучения, размещенных в пространственно разнесенных измерительных пунктах // *Динамические процессы в геосферах*. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, с. 158-161.

№ 0146-2014-0013 Повышение разрешающей способности сейсмических измерений малоапертурной антенны геофизической обсерватории «Михнево»

Цель проекта - понижение магнитудного порога регистрируемых сейсмических событий и повышение точности локации

В 2015 г. была продолжена модернизация структуры МСА "Михнево" с целью повышения её чувствительности и разрешающей способности. В рамках этой работы были переведены на цифровую связь четыре точки наблюдения антенны. Проведённая частичная модернизация дала возможность повысить эффективность применения на МСА методики обнаружения сверхслабых сейсмических событий. Данные, получаемые МСА "Михнево", позволяют обнаружить и идентифицировать около 1000 сейсмических событий ежегодно. В 2015 г. в качестве интеллектуальной собственности была произведена государственная регистрация баз данных промышленных взрывов, зарегистрированных МСА "Михнево".

Для исследования возможности введения в состав МСА скважинных точек наблюдения был создан действующий макет скважинного сейсмоприемника СМ-5СД на основе маятника СМ-5. Исследуемый датчик СМ-5СД был подключен к системе сбора данных МСА "Михнево". Сравнительные испытания макета скважинного сейсмоприёмника СМ-5СД в шахте ГФО "Михнево" совместно с базовым для МСА "Михнево" сейсмоприёмником СМ-3КВ показали соответствие их технических характеристик при исследовании сейсмических сигналов в частотном диапазоне от 0,5 до 25 Гц в условиях спектрального состава и мощности микросейсмического шума, имеющегося в данной точке наблюдения. Очевидная близость характеристик приборов делает возможным их совместное использование в составе одной сейсмической группы (рисунки 1-2 на стр. 26).

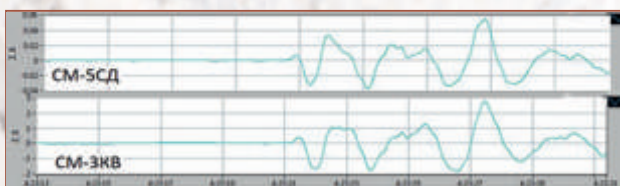


Рис. 1. Записи первого вступления землетрясения в Непале 25.04.2015 г.

Публикации:

1. С.А. Королёв, И.А. Санина, С.Г. Волосов, Н.Л. Константиновская, М.А. Нестёркина. **Уникальная научная установка "Малоапертурная сейсмическая группа "МИХНЕВО"** / «Центры коллективного пользования и уникальные научные установки в организациях, подведомственных ФАНО России», 20-21 октября 2015 г., Москва.
2. В.В. Адушкин, И.О. Китов, Н.Л. Константиновская, К.С. Непейна, М.А. Нестеркина, И.А. Санина. **Обнаружение сверхслабых сигналов на малоапертурной сейсмической антенне "Михнево" с помощью кросс-корреляции волновых форм** // ДАН, 2015, том 460, № 6, с. 707-709.

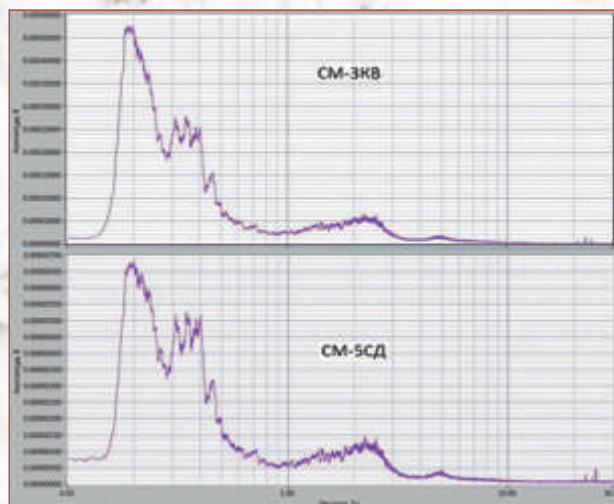


Рис. 2. Спектры микросейсмического шума, построенные по получасовым выборкам данных, полученных макетом СМ-5СД и сейсмоприёмником СМ-3КВ на постаменте шахты ГФО "Михнево"

ИННОВАЦИОННАЯ И ПАТЕНТНО-ЛИЦЕНЗИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Инновационная деятельность Института в 2015 году была направлена на получение и внедрение результатов научных исследований и разработок в практику и производство. По результатам научно-исследовательских работ к практическому использованию подготовлены 7 разработок, 1 из которых выполнялась по государственному контракту.

- Разработка новых технологий мониторинга и управления сейсмическими рисками природного и технологического характеров при промышленном освоении шельфовых нефтегазовых месторождений.
- Исследование скорости детонации и полноты взрыва эмульсионного взрывчатого вещества "Сибирита 1200" производства ЗАО "Нитро Сибирь".
- Мониторинг и обеспечение сейсмической и акустической безопасности массовых взрывов (ОАО Лебединский ГОК).
- Совершенствование методов дистанционного мониторинга возмущений ионосферы по наземным измерениям электромагнитных сигналов КНЧ-ОНЧ диапазонов (Г/К Росгидромет).
- Разработка предложений в программу проведения экспериментальных исследований в космическом пространстве.
- Разработка предложений в концепцию создания радиотехнических систем космического базирования.
- Выполнение временных сейсмометрических наблюдений "Сейсмический мониторинг ближнего района Курской АЭС малоапертурной сейсмической группой".

Малоапертурная сейсмическая антенна (МСА) «Михнево» является уникальной научной установкой. Её уникальность определяется следующими факторами:

- ▲ МСА «Михнево» является единственной подобной системой наблюдений на территории Центральной части Восточно-Европейской платформы и одной из 15 в мире.

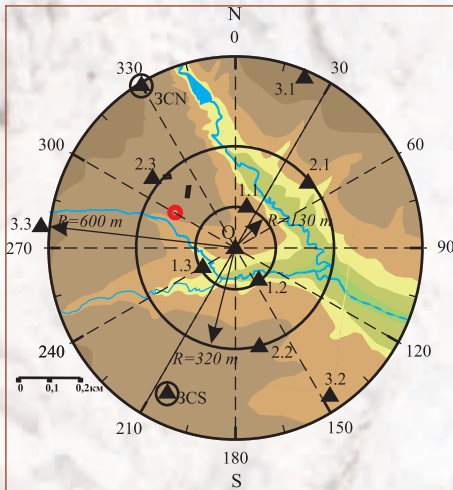
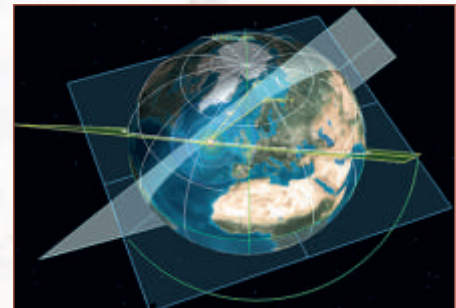


Схема расположения сейсмических датчиков и скважины на территории ГФО "Михнево". Треугольники - сейсмодатчики; треугольники в кружке - трехкомпонентные сейсмодатчики; красный кружок - скважина

Разработка предложений в концепцию создания радиотехнических система космического базирования

Проведен анализ радиоэлектронных систем и средств-объектов радиотехнических систем (РТС) космического базирования (КБ). Даны предложения по разработке опытного образца комплекса РТС и созданию системы РТС КБ, а также защите космической аппаратуры от природных и техногенных воздействий. Важнейшими объектами РТС КБ являются радиолокационные станции (РЛС) всех видов базирования, информационные каналы спутниковых систем связи и управления, а также состояние возбужденной природными и техногенными факторами ионосферы.



Публикации:
Отчет НИР «Кедр»-2015

- ▲ расположена на территории с мощным слоем осадков, что до её установки считалось невозможным;
- ▲ за время работы МСА «Михнево» (более 10 лет) накоплен уникальный архив исторических данных, полученных при постоянстве её конфигурации, что позволяет развивать и отрабатывать новые современные методики обнаружения сверхслабых сейсмических событий;
- ▲ проведение комплексных наблюдений за сейсмичностью и прецизионных измерений уровня подземных вод с частотой опроса 1 Гц и точностью 0,1 мм в платформенных условиях выполняются только в составе МСА "Михнево".

Публикации:

1. Малоапертурная сейсмическая антенна "Михнево" (МСА "Михнево"). Сайт ФАНО России "Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации. Открытость, доступность, инновационность". <http://ckp-rf.ru/usu/310424/>
2. С.А. Королёв, И.А. Санина, С.Г. Волосов, Н.Л. Константиновская, М.А. Нестёркина. Уникальная научная установка "Малоапертурная сейсмическая группа "МИХНЕВО". Доклад на конференции «Центры коллективного пользования и уникальные научные установки в организациях, подведомственных ФАНО России», 20-21 октября 2015 г., Москва.

Интеграция науки и образования

Одним из приоритетных направлений деятельности Института динамики геосфер РАН является подготовка 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. Наиболее успешным в научно-исследовательском и учебном процессах молодым сотрудникам Института выплачиваются именные стипендии и специальные надбавки.

Работа с молодыми исследователями ведется в следующих направлениях: базовая кафедра, аспирантура, ведущая научная школа и научно-образовательный центр.

**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. Возглавляет кафедру Виталий Васильевич Адушкин, академик РАН, д. ф.-м.н., профессор. Кафедра готовит **магистров** по программе «**010922 – фундаментальная и прикладная геофизика**» и **бакалавров** по программе «**010900 – прикладная математика и физика**».

С 2005 года в целях подготовки высококвалифицированных научных кадров для развития наукоемких технологий в области нефтедобычи и эксплуатации нефтяных месторождений совместно с Московским научно-исследовательским центром Шлюмберже, НТЦ ОАО Роснефть и кафедрой прикладной механики МФТИ на кафедре действует специализация "Геофизика месторождений углеводородов". Заведующим специализацией является д.ф.-м.н. С.Б. Турунтаев, директор ИДГ РАН.

В 2015/16 учебном году на кафедре обучается 26 студентов (3-6 курсы) и 3 аспиранта. По соглашению с МФТИ на кафедре создан также курс лекций для студентов-магистрантов групп Шлюмберже, Роснефть и Газпромнефть. Этот курс посещают 28 студентов. Профессорско-преподавательский состав кафедры представлен 8 докторами и 7 кандидатами наук.

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 деятельности Института и накапливают опыт 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 - геофизической обсерватории "Михнево"), предоставляющая возможность получить навык практического использования аппаратуры и

знаний в мониторинге физических полей.

Студенты кафедры постоянно участвуют в студенческих, всероссийских и международных научных конференциях и совещаниях. Всего в 2015 году студентами и аспирантами было сделано более 20 докладов на международных и Российских конференциях, опубликовано более 15 статей в научных журналах.

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

ВЕДУЩАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА

Научная школа «Геомеханика: механика природных объектов с неоднородной структурой» была основана в 1993 г. Родионовым Владимиром Николаевичем и Адушкиным Виталием Васильевичем.

Ведущая научная школа под руководством академика В.В. Адушкина является неоднократным победителем конкурса на право получения гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ в области знания «Науки о Земле, экологии, рационального природопользовании». Коллектив школы насчитывает 30 членов, более половины из которых молодые ученые в возрасте до 35 лет.

АСПИРАНТУРА

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.**

Руководят аспирантами как Института динамики геосфер РАН, так и Московского физико-технического Института ведущие научные сотрудники ИДГ РАН.

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

В 2015/16 учебном году в аспирантуре ИДГ РАН обучается 3 аспиранта. Кроме того, ведущие сотрудники Института являются научными руководителями 3 аспирантов базовой кафедры МФТИ.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ГЕОФИЗИКА И НЕФТЯНОЙ ИНЖИНИРИНГ»

Научно-образовательный центр «Геофизика и нефтяной инжиниринг» (далее НОЦ «Геофизика и нефтяной инжиниринг») создан на базе Московского физико-технического института (МФТИ) и Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер Российской академии наук (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".

Директором НОЦ "Геофизика и нефтяной инжиниринг" назначен директор ИДГ РАН, д.ф.м.н. С.Б. Турунтаев.

Образовательная деятельность НОЦ осуществляется факультетом 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, широкое привлечение к исследованиям студентов, аспирантов и молодых ученых и специалистов.

Совет молодых ученых

В мае 2015 года на Ученом совете (протокол 2/15 от 14.05.2015 г.) утвержден новый состав Совета молодых ученых в лице: кандидатов физ.-мат.наук Николая БАРЫШНИКОВА, Алины БЕСЕДИНОЙ, Али Таировой, младших научных сотрудников Сусанны БЕККЕР, Ксении НЕПЕИНОЙ, Алексея ОСТАПЧУКА, инженера Алексея КРАШЕНИННИКОВА. Председателем Совета избран к.ф.-м.н. Евгений ВИНОГРАДОВ, заместителем - к.ф.-м.н. Илья РЯХОВСКИЙ.



По инициативе Совета молодых ученых (СМУ) в июне 2015 года в Институте была проведена школа молодых ученых «Динамические процессы в геосферах». С лекциями «Динамические процессы в геосферах под действием возмущений природного и техногенного характеров», «Современные методы мониторинга ионосферы Земли», «Час Ч - от Чиксулуба до Челябинска», «Природные напряжения в земной коре», «Ядро Земли: структура и методы изучения», «Техногенная сейсмичность, индуцированная воздействием на флюидные системы» выступили: д.ф.-м.н., профессор Ю.И. Зецер (ИДГ РАН), к.ф.-м.н., доцент С.А. Колесник (ТГУ), к.ф.-м.н. Н.А. Артемьева (ИДГ РАН), д.ф.-м.н. Ю.Л. Ребецкий (ИФЗ РАН), к.ф.-м.н. Д.Н. Краснощеков, д.ф.-м.н. С.Б. Турунтаев (ИДГ РАН).

В настоящее время одно из главных направлений развития нефтедобычи в России связано с освоением запасов баженовской свиты. Баженовская свита представляет собой нетрадиционный коллектор, отличающийся высокой нефтенасыщенностью. Важной особенностью подобных коллекторов, требующей детального изучения, является существование режимов фильтрации, не подчиняющихся закону Дарси. Разработка запасов баженовской свиты осложнена в связи с её крайне низкими фильтрационно-емкостными свойствами: проницаемостями порядка 0,001 миллидарси и пористостями порядка 3-5%.

Лабораторный стенд, разработанный к.ф.-м.н.

Николаем Барышниковым (фото справа), служит для изучения фильтрационных свойств образцов керна сверхнизкой проницаемости. Результаты исследований, полученные на лабораторной установке будут учитываться при оценке объёмов извлекаемых запасов углеводородов, а также в процессе эксплуатации месторождений, в частности, при построении гидродинамической модели месторождения и при планировании проведения гидроразрыва пласта



Участие молодых ученых ИДГ РАН в работах международных конференций, школах молодых ученых в 2015 году

▲ Алина БЕСЕДИНА, к.ф.-м.н.:

1. 26th IUGG General Assembly, 22 June-2 July, 2015, Prague, Czech Republic.
2. Научная школа "Наносейсмический мониторинг", 17-22 августа, 2015, Штутгарт, Германия, Институт геофизики Штутгартского университета.
3. Тематическая научная школа "Активная деформация, разломы и землетрясения: от измерений до моделей", 7-13 февраля, 2015, г. Барселонетта, Франция, центр Сеолайн (Centre Seolane), при поддержке Института физики Земли (IPGP) и CNRS.

▲ Евгений ВИНОГРАДОВ, к.ф.-м.н.:

1. XII Международная научная конференция «Молодежь в науке», Минск.
2. 8-й международная молодежная школа-конференция «Меридиан» «Пространственно-временная изменчивость в природе и обществе», Курская обл.
3. The 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, June 22-July 2, 2015, Prague, the Czech Republic.

▲ Ксения НЕПЕИНА:

1. Science and Technology 2015 Conference СТBT (SnT2015). 22-26 июня 2015. Вена, Австрия.
2. Научная школа "Наносейсмический мониторинг", 17-22 августа, 2015, Штутгарт, Германия, Институт геофизики Штутгартского университета.

▲ Алексей ОСТАПЧУК:

1. XXIII международный научный симпозиум «Неделя горняка-2015». Москва. 26-30 января 2015 г.
2. Report at the EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria, from 12 April–17 April 2015.
3. Report at the CHAOS 2015, Paris, France, from 26 April–29 April 2015.
4. Report at the DRT 2015, Aachen, Germany, from 7 Sept-11 Sept 2015.
5. Международная конференция «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций», Томск, Россия, 21-25 сентября 2015 г..
6. Report at the 26th General Assembly of IUGG. Prague, Czech Republic, 23 June-02 July 2015.

▲ Алия ТАИРОВА, к.ф.-м.н.:

1. 3d summer school "flow and transport in porous media" Cargese, France, 20.07-1.08 2015

Членами СМУ И.А. Ряховским, А.А. Таировой организована тестовая трансляция семинаров ИДГ РАН на канале Youtube. Шестеро молодых сотрудников Института посещают фитнес-клуб. Абонементы приобретены из средств фонда дирекции.

Международное сотрудничество

1. Полярная сейсмология в Европейской Арктике (данный проект является продолжением предыдущего проекта «POLENET/LAPNET-Проект № 2» 2011-2013 гг.). В рамках соглашения о научном сотрудничестве между РАН и Академией наук Финляндии. Руководители проекта: Е.Г. КОЗЛОВСКАЯ - профессор Геофизической обсерватории Соданкула, Университет, г. Оулу (Финляндия); со стороны России - И.А. САНИНА - д.ф.-м.н., зав. лаб. Сейсмологических методов исследования литосферы ИДГ РАН

- ▲ Проведено изучение сейсмических событий, произошедших в 2012-2013 годах и зарегистрированных временной сейсмической группой Дафне, расположенной в центральной Финляндии. Обнаружено 949 событий. Из них 100 являются телесеизмическими, почти все остальные связаны с расположенными в районе разлома Suasselka карьерами и шахтами или с удаленными на 200-300 км на запад или восток шведскими или российскими месторождениями. Небольшой процент составляют события неизвестной природы, из них 3 события возможно не техногенного, а природного происхождения, произошедшие недалеко от разлома.

2. Vesta, the key to the origins of the Solar System

Руководители проекта: Diego Turrini, (International Space Science Institute) Берн, Швейцария; со стороны России - В.В. СВЕТЦОВ - д.ф.-м.н. лаб. Математического моделирования геофизических процессов ИДГ РАН.

- ▲ Исследована эволюция астероида Веста под действием ударов астероидов и комет. Показано, что наличие воды и летучих веществ наилучшим образом объясняется ударами планетезималей размером 1-2 км при умеренной миграции Юпитера. Эволюция Весты

за миллиард лет объясняет наличие оливина на ее поверхности. Полученные результаты показывают, что кора Весты должна быть толще, чем следует из существующих геофизических моделей.

3. Distal ejecta from the Chicxulub crater and K-Pg boundary

Руководители проекта: Prof. Joanna Morgan, Imperial College London; со стороны России - Н.А. АРТЕМЬЕВА - к.ф.-м.н. лаб. Математического моделирования геофизических процессов ИДГ РАН.

- ▲ Получены оценки излучения, падающего на поверхность Земли при входе в атмосферу частиц, выброшенных из кратера на большие высоты. Показано, что это излучение не может вызвать массовые пожары.

4. Evolution of Mars (E-MARS) under 7th FWP (Seventh Framework Program)

Руководители проекта: Cathy Quantin (University of Lion, France); со стороны России - О.П. ПОПОВА - к.ф.-м.н. лаб. Математического моделирования геофизических процессов ИДГ РАН.

- ▲ Одно из направлений проекта посвящено анализу влияния вторичных кратеров на датировку поверхности планет. Рассматривалось поле вторичных кратеров вокруг молодого марсианского кратера Граттери, диаметром $D \approx 7$ км. По измеренному распределению вторичных кратеров в лучах выбросов и вне их было определено распределение выбросов из кратера по массам и скоростям на расстояниях от 7D до 70D. Наши оценки показывают, что вторичные кратеры не доминируют в общем распределении на расстояниях больших (20-30) D, и на этих расстояниях оказывают минимальное влияние на датировку поверхности.

Ученые ИДГ РАН являются членами следующих международных организаций: Международное астрономическое общество (ASTRO), Международный астрофизический союз (IAU), Европейский геофизический союз (EGU), Корпорация сейсмологических университетов США IRIS, Американская ассоциация развития науки (AAAS), Международная группа LAPNET, Американский геофизический союз (AGU), Общество поисковой геофизики (SEG), Европейская ассоциация геоученых и инженеров (EAGE), Международное общество механики скальных пород (ISRM)

Гранты РФФ, РФФИ, Договоры

Российский научный фонд

1. № 14-17-00719 Механика медленных перемещений по разломам и трещинам: условия возникновения и возможность трансформации. Следствия и значение для снижения сейсмической опасности (рук. д. ф.-м. н., профессор Г.Г. КОЧАРЯН)

Российский фонд фундаментальных исследований:

1. № 13-05-00780 Геомеханические модели внутриконтинентальных сейсмических событий разного масштаба (рук. д. ф.-м. н., профессор Г.Г. КОЧАРЯН).

2. 14-05-00743 Геодинамическое районирование Европейской части России на основе комплекса инструментальных геофизических и сейсмотектонических исследований (рук. академик РАН В.В. АДУШКИН).

3. № 14-05-00073 Отражение структуры и геодинамических свойств разломных зон в геофизических полях (рук. д. ф.-м. н., профессор А.А. СПИВАК).

4. № 14-05-00447 Структура земного ядра на основе особенностей характеристик сейсмических волн РКР (DF, BC, AB), РКiKP и ее связь с динамическими процессами в нем (рук. д. ф.-м. н. В.М. ОВЧИННИКОВ).

5. № 15-0510124 Научный проект проведения комплексных полевых исследований слабых сейсмических событий, микросейсмического фона и вариаций электрического поля в окрестности крупной разломной зоны, расположенной вдоль долины реки Оки (рук. академик РАН В.В. АДУШКИН).

6. № 13-05-01105 Геомеханические последствия и техногенная сейсмичность при воздействии на недра (рук. д. ф.-м. н. С.Б. ТУРУНТАЕВ).

7. № 13-05-00309 Оценка последствий падения на Землю космических тел размером 100-300 метров (рук. д. ф.-м. н. В.В. ШУВАЛОВ).

8. № 13-05-00950 Определение геомеханических характеристик локальных участков земной коры по результатам анализа параметров микроколебаний и расположения очагов слабой сейсмичности (рук. к. ф.-м. н. С.Б. КИШКИНА)

9. № 13-05-00694 Влияние ударов космических тел на геологическое строение Луны (рук. д. ф.-м. н. В.В. СВЕТЦОВ).

10. № 14-05-31225 Экспериментальное исследование реакции флюидонасыщенного массива на прохождение сейсмических волн (рук. к. ф.-м. н. Е.А. ВИНОГРАДОВ).

11. №15-05-20543 Триггерные эффекты в геосистемах (рук. д. ф.-м. н. Ю.И. ЗЕЦЕР).

Хозяйственные договоры

1. № 3/14э.2 Разработка новых технологий мониторинга и управления сейсмическими рисками природного и технологического характеров при промышленном освоении шельфовых нефтегазовых месторождений (отв. д. ф.-м. н. С.Б. Турунтаев)

2. 103/ГФ/Н-14э.2 Совершенствование методов дистанционного мониторинга возмущенной ионосферы по наземным измерениям элетромагнитных сигналов КНЧ-ОНЧ диапазонов (отв. д. ф.-м. н. Б.Г. Гаврилов)

3. 150171 эт.1 Мониторинг и обеспечение сейсмической и акустической безопасности массовых взрывов в карьере ОАО "Лебединский ГОК". Мониторинг и обеспечение режима высокоскоростной детонации Тована (отв. к. ф.-м. н. В.И. Куликов)

4. 114-06/2014 эт. 2 Макет программного комплекса прогноза параметров ионосферы, плазмосферы и КВ радиотрасс (отв. к. т. н. А.Н. Ляхов)

5. 07/2010 эт.5 Шифр Русло-2020-И (отв. д. т. н. Ю.М. Перунов)

6. 1-15 Разработка предложений в концепцию создания системы радиоэлектронной борьбы космического базирования (отв. к. т. н. В.Г. Дмитриев)

7. 30/5885 Выполнение временных сейсмометрических наблюдений. Сейсмический мониторинг района Курской АЭС малоапертурной сейсмической группой (отв. к. ф.-м. н. С.Б. Кишкина)

Публикационная деятельность

В 2015 году изданы:

Монографии:

1. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. **Техногенная сейсмичность – индуцированная и триггерная.** М.: ИДГ РАН, 2015. - 364 с. ISBN 978-5-91682-032-4.

2. Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М. **Использование данных дистанционного зондирования участков земной коры для анализа геодинамической обстановки.** М.: ГЕОС, 2015. - 112 с. ISBN 978-5-89118-711-5.

Сборник материалов третьего Всероссийского семинара-совещания «Триггерные эффекты в геосистемах»

Триггерные эффекты в геосистемах: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания, 16-19 июня 2015 г., Москва. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. - 368 с. ISBN 978-5-89118-706-1.

Сборник научных трудов ИДГ РАН

Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7 // Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. - 208 с. ISSN 2222-8535

Публикации в периодических изданиях, включенных в базу реферативной информации Web of Science, Scopus

1. Адушкин В.В., Чен Б.Б., Попель С.И., Вайдлер П.Г., Имашев С.А., Лосева Т.В., Свердлик Л.Г., Фридрих Ф. **Радиационный форсинг аэрозолей центральной Азии** // Доклады Академии наук. 2015. Т. 460. № 4. С. 459.

2. В.В. Адушкин, И.О. Китов, Н.Л. Константиновская, К.С. Непейна, М.А. Нестеркина, И.А. Санина. **Обнаружение сверхслабых сигналов на малоапертурной сейсмической антенне "Михнево" с помощью кросс-корреляции волновых форм** // ДАН, 2015, том 460, № 6, с. 707-709.

3. Башилов И.П., Волосов С.Г., Королёв С.А., Меркулов В.А., Овчинников В.М., Овчинникова О.В. **Сравнительный анализ характеристик широкополосного сейсмоприёмника с емкостным преобразователем с зарубежными аналогами** // Сейсмические приборы. 2015, т. 51, № 4, с. 5-21.

4. Беседина А.Н., Кишкина С.Б., Кочарян Г.Г. **Влияние деформационных характеристик нарушений сплошности породного массива на эффек-**

тивность излучения очагов индуцированной сейсмичности. Ч. I. Результаты натурных наблюдений // ФТПРПИ. 2015. № 4. С. 83-95.

5. Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., и др. **Отклик флюидонасыщенных коллекторов на лунно-солнечные приливы. Часть 1. Фоновые параметры приливных компонент в смещении грунта и уровне подземных вод** // Физика Земли. 2015. № 1. С. 1-10.

6. Д.И. Бобров, И.О. Китов, М.В. Рожков, П. Фрайберг, 2015. **К глобальному сейсмическому мониторингу подземных ядерных взрывов с использованием кросс-корреляции волновых форм. Часть I. Гранд-мастер события** // Сейсмические приборы. 2015. Т. 51, № 2, с. 5-30.

7. Д.И. Бобров, И.О. Китов, М.В. Рожков, П. Фрайберг, 2015. **К глобальному сейсмическому мониторингу подземных ядерных взрывов с использованием кросс-корреляции волновых форм. Часть II. Синтетические мастер-события** // Сейсмические приборы. 2015. Т. 51, № 3, с. 22-46.

8. Будков А.М., Кочарян Г.Г., Остапчук А.А., Павлов Д.В., (2015). **Влияние жесткости нарушений**

сплошности породного массива на излучательную эффективность очагов индуцированной сейсмичности. Ч.II: Лабораторные и численные эксперименты // ФТРПИ, 6, с. 28-34.

9. П.Б. Каазик, Д.Н. Краснощеков, В.М. Овчинников **Анизотропный блок во внутреннем ядре под Юго-Восточной Азией** // ДАН, 2015, т. 465, № 1, с. 91-96.

10. И.О. Китов, С.Г. Волосов, С.Б. Кишкина и др. **Обнаружение региональных фаз объемных сейсмических волн с помощью группы трехкомпонентных датчиков**, // Сейсмические приборы. 2015. Т. 51, № 1, с. 27-45.

11. Кочарян Г.Г., Остапчук А.А., (2015). **Влияние вязкости тонких пленок флюида на закономерности фрикционного взаимодействия блоков горной породы** // ДАН, 463 (3), с. 343-346.

12. Г.Г. Кочарян, В.А. Новиков. **Экспериментальное исследование различных режимов скольжения блоков по границе раздела. Часть 1. Лабораторные эксперименты** // Физическая мезомеханика, 2015. Т. 18, № 4, с. 94-104.

13. Г.Г. Кочарян, А.А. Остапчук, Д.В. Павлов, В.В. Ружич, И.В. Батухтин, Е.А. Виноградов, А.М. Камай, В.К. Марков. **Экспериментальное исследование различных режимов скольжения блоков по границе раздела. Часть 2. Полевые эксперименты и феноменологическая модель явления** // Физическая мезомеханика. 2015. Т. 18, № 6, с. 75-85.

14. Кочарян Г.Г., Остапчук А.А. **Акустическая эмиссия при различных режимах межблоковых перемещений** // ФТРПИ. 2015. № 1. С. 3-13.

15. Лаврухин Ю.Е., Румянцев О.В., Борисов А.П., Гроздов Д.С., Королёв С.А. **Мониторинг активности природных ^{214}Pb и ^{214}Bi спектрометрическим каналом АСКРО** // Атомная энергия, т. 118, вып. 6, 2015, с. 345-350.

16. Лосева Т.В., Спивак А.А., Кузьмичева М.Ю. **Геоманнитные вариации при изменении гидрогеологического режима в зоне разлома** // Доклады академии наук, 2015, том 463, № 5, с. 598-601.

17. Спивак А.А. **Трибологическая модель сейсмомагнитного эффекта в структурно неоднородной среде** // ДАН, т. 465, № 1, С. 96-98.

18. Гаврилов Б.Г., Зецер Ю.И., Ряховский И.А., Поклад Ю.В., Ермак В.М. **Удаленная регистрация**

КНЧ/ОНЧ излучения, вызванного экспериментами по искусственной модификации ионосферы // Геомagnetизм и аэрономия. 2015. Т. 55. № 4. С. 466.

19. Adushkin et al. **Radiative forcing of aerosols in Central Asia** // Doklady Earth Sciences, February 2015, Volume 460, Issue 2, pp 137-141.

20. V.V. Adushkin, I.O. Kitov, N.L. Konstantinovskaya, K.S. Nepeina, M.A. Nesterkina, I.A. Sanina, 2015. **Detection of Ultraweak Signals on the Mikhnevo Small-Aperture Seismic Array by Using Cross-Correlation of Waveforms**, Doklady Akademii Nauk, Vol. 460, Part 2, pp. 189-191, DOI: 10.1134/S1028334X15020142.

21. Besedina A.N., Vinogradov E.A., Gorbunova E.M., et al. **The Response of Fluid-Saturated Reservoirs to Lunisolar Tides: Part 1. Background Parameters of Tidal Components in Ground Displacements and Groundwater Level** // Izvestiya, Physics of the Solid Earth, 2015, Vol. 51, No. 1. PP.70-79.4.

22. Besedina A.N., Kishkina S.B., Kocharyan G.G. **Effect of Deformation Properties of Discontinuities on Intensity of Induced Seismicity Sources in Rocks. Part I: In Situ Observations** // Journal of Mining Science. 2015. Выпуск 4. С. 83-95.

23. Belcher CM., Hadden RM., Rein G., Morgan JV., Artemieva N., Goldin TJ, 2015. **An experimental assessment of the ignition of forest fuels by the thermal pulse generated by the Cretaceous-Palaeogene impact at Chicxulub**. Journal of Geological Society 172: 175-185. doi:10.1144/jgs2014-082.

24. Consolmagno, G.J.; Golabek, G.J.; Turrini, D.; Jutzi, M.; Sirono, S.; Svetsov, V.; Tsiganis, K. (2015) **Is Vesta an intact and pristine protoplanet?** Icarus, V. 254, P. 190-201.

25. D. Bobrov, I. Kitov, L. Zerbo, 2015, **Perspectives of Cross-Correlation in Seismic Monitoring at the International Data Centre**, Pure and Applied Geophysics. V. 171, pp. 439-468, doi: 10.1007/s00024-012-0626-x.

26. Gerke K.M., Karsanina M.V. **Improving stochastic reconstructions by weighing correlation functions in an objective function** // EPL (Europhysics Letters), 2015, 111(5): 56002, DOI: 10.1209/0295-5075/111/56002.

27. Gerke K.M., Sidle R.C., Mallants D. **Preferential flow mechanisms identified from staining experiments in forested hillslopes**. Hydrological Processes, 2015,

28. **Gerke K.M., Korost D.V., Vasilyev R.V., Karsanina M.V., Tarasovsky V.P. Studying structure and determining effective properties of materials using X-ray microtomography data (using permeable porous ceramics as an example).** Inorganic Materials, 2015, 51(9): 951-957. DOI: 10.1134/S002016851509006X.
29. **Gerke K.M., Karsanina M.V., Mallants D. Universal stochastic multi-scale image fusion: An example application for shale rock.** Scientific Reports, 2015, 5: 15880, DOI: 10.1038/srep15880.
30. **P.B. Kaazik, D. N. Krasnoshchekov, V.M. Ovtchinnikov. An Anisotropic Block in the Inner Core Beneath Southern Asia // Doklady of Earth Sciences.** 2015. Vol. 465, part 1, pp. 1147-1150.
31. **Karsanina M.V., Gerke K.M., Skvortsova E.B., Mallants D. Universal spatial correlation functions for describing and reconstructing soil microstructure.** PLoS ONE, 2015, 10(5): e0126515. DOI: 10.1371/journal.pone.0126515.
32. **O. Kitov, S.G. Volosov, S.B. Kishkina et al. Detection of regional phases of seismic body waves using an array of three-component sensors // Seismic Instruments** January. 2016, Volume 52, Issue 1, pp.19-31.
33. **Kitov I.O., Sanina I.A., Nepeina K.S. u др. Using a Matched-Filter Technique at the Mikhnevo Small-Aperture Seismic Array // Seismic instruments, т. 51, вып. 3. 2015. С. 191-200.**
34. **G.G. Kocharyan, A.A. Ostapchuk, (2015). The influence of viscosity of thin fluid films on the frictional interaction mechanism of rock blocks // Doklady Earth Sciences** 463, part 1, 757-759.
35. **G.G. Kocharyan, A.A. Ostapchuk, (2015). Acoustic emission during different-type inter-block movements // JMS** 51(1), 1-9.
36. **Kocharyan G.G. Radiation efficiency of earthquake sources at different hierarchical levels // AIP Conf. Proc.** 2015. Vol.1683, 020086; DOI 10.1063/1.4932776.
37. **Yu.E. Lavrukhin, O.V. Rumyantsev, A.P. Borisov, D.S. Grozdov, S.A. Korolev. Monitoring of 214Pb AND 214Bi Activity with the Askro Spectrometric Channel // Atomic Energy** October 2015, Volume 118, Issue 6, pp. 431-435.
38. **Lorenz C., Ivanova M., Artemieva N. et al. 2015. Formation of a small impact structure discovered within the Agoudal meteorite strewn field, Morocco. M&PS** 50: 112-134.
39. **Losseva et al. Geomagnetic variations due to changes in the hydrological regime of a fracture zone // Doklady Earth Sciences.** August 2015, Volume 463, Issue 2, pp. 839-841.
40. **V.A. An, V.M. Ovtchinnikov, P.B. Kaazik, V.V. Adushkin, I.N. Sokolova, I.B. Aleschenko, N.N. Mikhailova, W.-Y. Kim, P.G. Richards, H.P. Patton, W.S. Philips, G. Randall, D. Baker A digital seismogram archive of nuclear explosion signals, recorded at the Borovoye Geophysical Observatory, Kazakhstan, from 1966 to1996.** GeoResJ, 2015, №6, p. 141-163. doi: /10.1016/j.grj.2015.02.014.
41. **A.A. Ostapchuk, D.V. Pavlov, (2015). Investigation of self-organization processes of thin granular layers under shear // AIP Conference Proceedings** 1683, 020169.
42. **S.N. Ponomarchuk, V.I. Kurkin, A.N. Lyakhov, E.B. Romanova, A.V. Tashchilin. The modeling of HF radio wave propagation characteristics during the periods of solar flares,** Proceedings of SPIE (2015) Vol. 9680, 96805F, doi: 10.1117/12.2203591.
43. **Prem P., N.A. Artemieva, D.B. Goldstein, P.L. Varghese, L.M. Trafton. 2015. Transport of water in a transient impact-generated lunar atmosphere.** Icarus 255: 148-158.
44. **Gavrilov B.G., Zetser Y.I., Ryakhovskii I.A., Poklad Y.V., Ermak V.M. Remote sensing of ELF/VLF radiation induced in experiments on artificial modification of the ionosphere // Geomagnetism and Aeronomy** Том 55, Выпуск 4. С. 450-456.
45. **Spivak, A.A. A tribological model of a seismomagnetic effect in a heterogeneous medium // Doklady earth sciences.** Том 465. Выпуск 1. С. 1151-1153
46. **Svetsov V.V., Shuvalov V.V. (2015) Water delivery to the Moon by asteroidal and cometary impacts.** Planetary and Space Science, V. 117. P. 444-452.
47. **Vesely M., Bultreys T., Peksa M., Lang J., Cnudde V., van Hoorebeke L., Kocirik M., Hejtmánek V., Solcova O., Soukup K., Gerke K.M., Stallmach F., Capek P. Prediction and evaluation of time-dependent effective self-diffusivity of water and other effective transport properties associated with reconstructed solids.** Transport in Porous Media, 2015, 110(1): 81-111, DOI: 10.1007/s11242-015-0557-y.

48. *E. Vinogradov, A. Besedina, E. Gorbunova, I. Svintsov. Precision monitoring of underground water conditions disturbed by technogenic cause // SGEM2015 Conference Proceedings. 2015. Book1. V. 2. P. 563-570.*

Публикации в периодических изданиях, включенных в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

1. *Адушкин В.В., Опарин В.Н. Физика и геомеханика формирования и развития очаговых зон разрушения горных пород в природных и горнотехнических системах: современное состояние, перспективные направления фундаментальных исследований и прикладных разработок // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 556. С. 24-44.*

2. *Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. Техногенная сейсмичность - индуцированная и триггерная. М.: ИДГ РАН, 2015. 364 с.*

3. *Адушкин В.В., Вениаминов С.С., Козлов С.И., Сильников М.В. О техногенном засорении космоса и некоторых его последствиях // Вопросы Оборонной Техники, № 7-8. 2015. С. 16-21.*

4. *Адушкин В.В., Козлов С.И., Николайшвили С.Ш., Платов Ю.В., Сильников М.В. Исключительные оптические явления, наблюдавшиеся при запусках отечественных ракет-носителей // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук, № 3. 2015. С. 38-43.*

5. *Адушкин В.В., Кудрявцев В.П. Источники метана в арктической зоне // Динамические процессы в геосферах. Вып.7. 2015. С. 112-120.*

6. *Н.А. Барышников, С.Б. Турунтаев, С.В. Елисеев. Фильтрация вязкой жидкости в пористой среде, сопровождаемая фазовым переходом // Динамические процессы в геосферах: сборник научных трудов ИДГ РАН. Вып.7. М.: ГЕОС. 2015. с. 38-43.*

7. *Батухтин И.В., А.А. Остапчук, Д.В. Павлов, (2015). Управление режимом деформирования трещины в лабораторном эксперименте // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2015.*

8. *Беляков Г.В., Таирова А.А., Барышников Н.А. Гравитационное осаждение твердых фракций суспензии при фильтрации через пористую сре-*

ду // Динамические процессы в геосферах. Вып.7 : сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. с. 44-51.

9. *Беккер С.З., Козлов С.И., Лисова С.С., Ляхов А.Н. Статистическая модель среднеширотного спорадического слоя Е ионосферы: этапы и принципы разработки // Триггерные эффекты в геосистемах: Тезисы докладов III Всероссийского семинара-совещания. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. С. 13-14.*

10. *Беседина А.Н., Кабыченко Н.В., Куликов В.И. Мониторинг геодинамических событий на Воркутинском месторождении // Динамические процессы в геосферах. Вып.7. М.: ГЕОС, 2015.*

11. *Е.Г. Бугаев, С.Б. Кишкина Полнота реализации нормативных требований при обосновании сейсмической безопасности АЭС и ХОЯТ // Ядерная и радиационная безопасность. М. 2015, № 3(77), с. 1-7*

12. *Е.Г. Бугаев, С.Б. Кишкина, И.Н. Сеелев. Формализация оценки фоновых параметров сейсмического режима площадок глубинного захоронения радиоактивных отходов по сейсмологическим и геологическим данным // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т. 42. № 4. С. 15-24.*

13. *А.М. Будков, Г.Г. Кочарян, В.А. Новиков, А.В. Крашенинников. Модификация эмпирического закона трения "Rate and State friction law" для моделирования эпизодов медленного скольжения // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015, с. 22-30.*

14. *Васильев Р.В., Герке К.М., Карсанина М.В., Корост Д.В. Решение уравнения Стокса в трехмерной геометрии конечно-разностным методом. // Математическое Моделирование, 2015, 27(6): 67-80.*

15. *Горбунова Э.М., Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Свинцов И.С. Реакция подземных вод на прохождение сейсмических волн от землетрясений на примере ГФО "Михнево" // Динамические процессы в геосферах. Вып.7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2015.*

16. *Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н. Анализ разрывных нарушений природно-техногенной геосистемы (на примере массива Дегелен Семипалатинского полигона) // Триггерные эффекты в геосистемах: тезисы докладов третьего Всероссийского семинара-совещания, Москва, 16-19 июня 2015 г. Москва: ГЕОС. 2015. С. 22-23.*

17. Горбунова Э.М., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В. **Изменение свойств массива горных пород под действием сейсмических колебаний** // Триггерные эффекты в геосистемах: тезисы докладов третьего Всероссийского семинара-совещания, Москва, 16-19 июня 2016 г. Москва: ГЕОС. 2015. С. 24.
18. Ю.С. Доброленский, Б.В. Козелов, А.К. Кузьмин, И.А. Маслов, А.Н. Ляхов, А.М. Мерзлый, С.А. Пулинец, С.А. Черноус. **Исследования авроральных характеристик и высотно-широтной структуры эмиссий верхней атмосферы и ионосферы Земли с использованием метода пространственных реконструкций изображений, полученных с высоты орбиты перспективного микроспутника** // Механика, управление и информатика, Том 7. № 4 (57). 2015. С. 77-90.
19. Иванов Б. **Проникновение фрагмента Челябинского метеорита 15.02.2013 г. через лед озера Чебаркуль: предварительное моделирование** // **Динамические процессы в геосферах: сборник научных трудов ИДГ РАН, вып. 7, с. 124-134.**
20. Б.А. Иванов (2015) **Колебания поверхности астероида при образовании ударного кратера (на примере Фобоса)** // Динамические процессы в геосферах: сборник научных трудов ИДГ РАН, вып. 7, с. 30-38).
21. Каазик П.Б., Краснощеков Д.Н., Овчинников В.М., Усольцева О.А. **О затухании сейсмических волн во внутреннем ядре** // Динамические процессы в геосферах: сб. научных трудов ИДГ РАН, вып.7. М.: ГЕОС. 2015. С. 197-208.
22. Карсанина М.В., Герке К.М., Васильев Р.В., Корост Д.В. **Моделирование структуры материалов, обладающих желаемыми свойствами, с помощью корреляционных функций** // Математическое Моделирование, 2015, 27(4): 50-63.
23. С.Б. Кишкина, Д.Н. Краснощеков, Д.Н. Локтев, И.А. Санина. **Опыт работы малоапертурных групп ИДГ РАН по сейсмологическому мониторингу площадок АЭС** // Динамические процессы в геосферах. Вып.7. М.: ГЕОС, 2015.
24. Ковалева И.Х., Гаврилов Б.Г., Поклад Ю.В., Зецер Ю.И. **Нелинейные волновые структуры на ионах NO+ в активном плазменном эксперименте "NORTH STAR"** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. ИДГ РАН. 2015. С. 133-144.
25. Корсунская Ю.А. **Влияние жесткого рентгеновского и гамма излучений солнца на ионосферу земли и другие процессы в геосферах** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. 2015. С. 122-133.
26. Г.Г. Кочарян. **От землетрясения - к крипу: единство противоположностей** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. С. 10-15.
27. Г.Г. Кочарян. **Еще раз о возможности предотвращения землетрясений.** В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания Москва, ИДГ РАН, 16-19 июня 2015 г. М.: ГЕОС. 2015. С. 30-39.
28. Кузьмичева М.Ю., Т.В. Лосева, А.Н. Ляхов **Ионосферные возмущения, вызванные падением Челябинского метеорита** // Гелиогеофизические исследования. 2015, вып. 3. С. 83-88.
29. Кузьмичева М.Ю., Лосева Т.В., Ляхов А.Н. **Магнитосферные эффекты челябинского события** / В книге: Триггерные эффекты в геосистемах: Тезисы докладов III Всероссийского семинара-совещания. ИДГ РАН. 2015. С. 44-45.
30. Куликов В.И., Дмитриев А.Ю., Галушко Ф.И. **Сейсмическое действие БВР с электронной системой инициирования** // Взрывное дело, 2015, № 113/70, с. 366-383.
31. Куликов В.И., Белин В.А., Ганопольский М.И. **Оценка допустимого для людей уровня вибрации, вызванной промышленными взрывами** // Взрывное дело, 2015, № 114/71, с. 216-224.
32. Куликов В.И., Дмитриев А.Ю., Галушко Ф.И. **Сейсмическое действие БВР с электронной системой инициирования** // Метро и тоннели, 2015, № 3, с. 22-26.
33. Куликов В.И., Кочарян Г.Г., Акимкин М.С. **Деструктор - альтернатива БВР при проходке горных выработок** // Метро и тоннели, 2015, № 2, с. 36-40.
34. Кулагин В.П., Шустов Б.М., Кузнецов Ю.М., Каперко А.Ф., Бобер С.А., Оболяева Н.М., Нароенков С.А., Шувалов В.В., Светцов В.В., Попова О.П., Глазачев Д.О. **Методы и средства информационно-аналитической оценки астероидно-кометной опасности** // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2015. № 4. С. 9-15.
35. Локтев Д.Н., Спивак А.А., Волосов С.Г. **Сейсмоэлектрические эффекты по данным наблюдений на Геофизической обсерватории "Михнево" ИДГ**

36. Лосева Т.В., Кузьмичева М.Ю., Ляхов А.Н., Голубь А.П., Гавриленко П.В., Косарев И.Б. **Ионосферные эффекты челябинского события**. Тезисы докладов III Всероссийского семинара-совещания. ИДГ РАН. 2015. С. 48.
37. А.А. Остапчук, Д.В. Павлов, В.В. Ружич, Е.А. Виноградов, В.К. Марков **Трансформация деформационного режима нарушения сплошности в натуральных экспериментах**. В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания, Москва, ИДГ РАН, 16-19 июня 2015 г. М.: ГЕОС, 2015. С. 86-92.
38. Печерникова Г.В. **Масса вещества, выброшенного при макроударах с растущей планеты, и проблема образования Луны** // Сборник научных трудов ИДГ РАН, вып. 7. М.: ГЕОС, 2015. С. 200-207.
39. Ю.В. Поклад, В.А. Рыбаков, Б.Г. Гаврилов, В.М. Ермак, А.В. Крашенинников, И.А. Ряховский, Соловьев С.П. **Влияние солнечных рентгеновских вспышек на изменения атмосферного электрического поля и распространение волн СДВ диапазона** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН, 2015, с. 162-167.
40. В.В. Ружич, Е.Н. Черных, В.Б. Савельева и др. (2015). **Изучение процессов контактного скольжения в зоне приморского разлома**. В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах» (Москва, 16-19 июня 2015 г.): материалы третьего Всероссийского семинара-совещания / под ред. В.В. Адушкина, Г.Г. Кочаряна. М.: ГЕОС. 2015.
41. Рябова С.А., Спивак А.А., Горбунова Э.М. **Вариации магнитного поля в зоне влияния глубинного разлома в результате изменения режима подземных вод**. В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: тезисы докладов третьего Всероссийского семинара-совещания, Москва, 16-19 июня 2016 г. Москва: ГЕОС. 2015. С. 66.
42. И.А. Ряховский, Б.Г. Гаврилов, В.М. Ермак, Ю.В. Поклад. **Пеленгация молний с использованием регистраторов КНЧ/ОНЧ излучения, размещенных в пространственно разнесенных измерительных пунктов** // Динамические процессы в геосферах. 2015 Выпуск 7: сборник научных трудов ИДГ РАН, с. 158-161.
43. Санина И.А., Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М. **О природно-техногенной сейсмичности Восточно-Европейской платформы**. В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: труды Всероссийского семинара-совещания, Москва, 16-19 июня 2016 г. Москва: ГЕОС. с. 161.
44. Свинцов И.С., Беседина А.Н., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В. **Характеристика состояния флюидонасыщенного коллектора по данным прецизионного мониторинга уровня подземных вод** // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 8. С. 158-165.
45. Сергеев В.Н. **Распределение радиоактивных элементов, определяющих радиогенное тепло Земли, в ее недрах и геонейтринно** // Динамические процессы в геосферах. Вып.7: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. С. 193.
46. Скворцова Е.Б., Шеин Е.В., Абросимов К.Н., Герке К.М., Романенко К.А., Корост Д.В. **Рентгеновская микротомография в российском почвоведении: достижения и перспективы**. В сборнике: Современные методы исследований почв и почвенного покрова: материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2015. С. 19-35.
47. Скворцова Е.Б., Шеин Е.В., Абросимов К.Н., Романенко К.А., Герке К.М., Корост Д.В., Милановский Е.Ю., Ключева В.В. **Микротомография структуры и порового пространства дерново-подзолистых почв**. В сборнике: Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование: материалы Первой Всероссийской открытой конференции. 2015. С. 407-165.
48. Скворцова Е.Б., Шеин Е.В., Дембовецкий А.В., Абросимов К.А., Шнурев Н.А., Герке К.М., Романенко К.А. **Study of loamy soils microstructural changes during swelling and shrinkage x-ray microtomography**. В сборнике: International Conference "Applied Ecology: Problems, Innovations" PROCEEDINGS ICAE-2015 2015. С. 105-109.
49. Спивак А.А. **Контактная модель сейсмоманитного эффекта** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2015.
50. Спивак А.А., Хазинс В.М. **Взаимодействие воздушных потоков с орографической неоднородностью в виде локального понижения релье-**

фа // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 7: Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2015. С. 99-106.

51. Спивак А.А., Локтев Д.Н., Рябова С.А., Харламов В.А. **Синхронизм вариаций геофизических полей в приповерхностной зоне Земли.** В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания, 16-19 июня 2015 г. М.: ГЕОС, 2015.

52. Спивак А.А., Волосов С.Г., Крашенинников А.В., Локтев Д.Н., Рыбнов Ю.С., Рябова С.А., Соловьев С.П., Харламов В.А. **Влияние мегаполиса на вариации физических полей.** В кн. «Триггерные эффекты в геосистемах»: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания, 16-19 июня 2015 г. М.: ГЕОС, 2015.

53. С.П. Соловьев, Ю.С. Рыбнов, В.А. Харламов. **Синхронные возмущения акустического и электрического полей, вызванные источниками природного и техногенного происхождения / Триггерные эффекты в геосистемах: тезисы докладов третьего Всероссийского семинара совещания, Москва, 16-19 июня 2015 г. М.: ГЕОС. 2015. С. 71.**

54. Турунтаев С.Б., Коновалов А.В., Слинкова Е.О. **Сейсмичность в районе месторождений углеводородов шельфа о. Сахалин .** В кн. «Триг-

эффекты в геосистемах»: материалы третьего Всероссийского семинара-совещания, 16-19 июня 2015 г. М.: ГЕОС. 2015. С. 55-66.

55. Усольцева, О.А., Гамбурцева, Н.Г., Гамбурцев, А.Г., Никонов, А.А., Кузнецов, О.П. **Современные геодинамические процессы в литосфере Балтийского щита** // Пространство и Время. 2015. No 1-2(19-20). С. 307-313.

56. Хазинс В.М., Спивак А.А. **Интенсификация вентиляции карьера конвективной струей** // Взрывное дело №114/71. М.: Наука, 2015. С. 253-265.

57. Черменин А.В. **Анализ ошибок навигационной спутниковой системы в ГФО "Михнево"** // Динамические процессы в геосферах. Вып. 7 : сб. научн. трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2015. С. 175-180.

58. Черменин А., Ляхов А.Н. **Аномальные ошибки системы GPS по данным ГФО "МИХНЕВО".** Триггерные эффекты в геосистемах: тезисы докладов III Всероссийского семинара-совещания, 16-19 июня 2015 г., Москва, ИДГ РАН. С. 79-80.

59. Шанина В.В., Бычков А.Ю., Герке К.М., Фуникова В.В. **Изменение состава, строения и свойств андезитов и базальтов Кошелевского вулкана (Ю. Камчатка) под воздействием гидротермальных процессов: экспериментальные исследования в натуральных условиях** // Вода: химия и экология, 2015. № 1. С. 3-10.

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН в 2015 г.
Утвержден к печати Ученым советом
от 21.01.2016 г. № 1/16

© ИДГ РАН, 2016
Отпечатано в типографии ООО «Графитекс»
105082, Москва, ул. Малая почтовая, 12 стр. 5

**Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт динамики геосфер
Российской академии наук
119334, г. Москва
Ленинский проспект, 38, корп. 1
Телефон: +7 (499) 137-6611
Факс: +7 (499) 137-6511
e-mail: geospheres@idg.chph.ras.ru
<http://idg.chph.ras.ru>**