

Российская академия наук
Отделение наук о Земле
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР РАН

**ОТЧЕТ О НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИДГ РАН В 2011 г.**

Москва-2012

Российская академия наук
Отделение наук о Земле
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР РАН

ОТЧЕТ О НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИДГ РАН В 2011 г.

Москва-2012

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН в 2011 г. М.: ООО
"Графитекс". 2011. 44 с.

Сборник содержит информацию об основных научных результатах, полученных сотрудниками ИДГ РАН в 2011 году. Приводится также библиографический список опубликованных статей в журналах, сборниках и трудах конференций в 2011 году.

Ответственный редактор: д.ф.-м.н. С.Б. Турунтаев
Компьютерная подготовка
оригинал-макета: В.В. Ежакова

ВВЕДЕНИЕ

ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР РАН ВЫПОЛНЯЕТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СЛЕДУЮЩИМ НАПРАВЛЕНИЯМ И ТЕМАМ:

- **Эволюция и энергетика внутренних геосфер**
 - ▲ происхождение и эволюция Земли, как планеты;
 - ▲ структура переходной зоны от внешнего к внутреннему ядру Земли;
 - ▲ дифференциальное вращение внутреннего ядра;
 - ▲ разработка новых моделей распределения U, Th и ^{40}K для континентальной и океанической коры, мантии и ядра в сочетании с данными по геонейтрину;
 - ▲ численное моделирование геофизических процессов эндогенной и экзогенной природы.
- **Геомеханика и сейсмотектоника**
 - ▲ разработка геомеханических моделей деформационных процессов, инициируемых в блочной геофизической среде внешними воздействиями;
 - ▲ развитие методов исследований и прогноза техногенных катастрофических явлений;
 - ▲ исследование закономерностей взаимодействия флюидодинамических и сейсмических процессов в недрах;
 - ▲ разработка методологии сейсмического мониторинга как участков локализации деформационных процессов, так и обширных территорий повышенной техногенной нагрузки;
 - ▲ создание региональных моделей земной коры и верхней мантии.
- **Приповерхностная геофизика**
 - ▲ геофизические поля в приземном слое атмосферы и на приповерхностных участках земной коры;
 - ▲ массообменные процессы на границе земная кора-атмосфера;
 - ▲ роль неоднородностей земной коры в формировании режимов геофизических процессов в приземной атмосфере и геодинамических процессов в земной коре;
 - ▲ влияние слабых возмущений в виде гравитационного взаимодействия в системе Земля-Луна-Солнце и барических вариаций в атмосфере на формирование режимов геофизических полей.
- **Электродинамика верхних геосфер**
 - ▲ исследование динамических процессов в средней атмосфере и нижней ионосфере;
 - ▲ идентификация физических и химических процессов и механизмов, определяющих связь между метеорологическими факторами, состоянием нижней и верхней ионосферы и распространением радиоволн в спокойных и возмущенных условиях;
 - ▲ разработка новых методов диагностики средней атмосферы;
 - ▲ создание комплекса физико-математических моделей, описывающих механизмы электродинамических взаимодействий в системе литосфера-атмосфера-ионосфера на основе данных наземных и космических наблюдений, с учетом влияния геологических структур земной коры, сейсмогенных и антропогенных факторов.

В 2011 г. работы велись в соответствии с перечнем критических технологий, приоритетных направлений развития науки, Федеральной целевой программой "Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2006-2015 годы", Программой фундаментальных научных исследований Российской академии наук "Физические поля Земли – природа, взаимодействие, геодинамика и внутреннее строение Земли», «Изучение вещества, строения и эволюции Земли и других планет методами геохимии и космогеохимии», «Физические и химические процессы в атмосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и изменения климата, проблемы криосферы», «Катастрофические процессы природного и техногенного происхождения, сейсмичность – изучение и прогноз», Программами Президиума РАН, Программами Отделения наук о Земле, планом работы ИДГ РАН. Ряд работ поддержаны Грантами РФФИ.

Наряду с фундаментальными научными работами Институт выполнил ряд прикладных научных исследований по договорам на проведение НИР. По договору с Госкорпорацией Росатом выполнялся проект «Разработка и внедрение сейсмического метода определения геодинамических режимов локальных участков земной коры с целью выбора мест строительства АЭС и мониторинг сейсмической активности в районах АЭС». Для ОАО «Лебединский ГОК» были выполнены работы «Обеспечение сейсмической и акустической безопасности массовых взрывов», для ОАО «Воркутауголь» - «Мониторинг геодинамических явлений на шахтах Воркуты», для ООО «Ависто» - «Исследования сейсмического действия массовых взрывов в карьере Стойленского ГОКа на регион». По договору с НИРФИ были проведены работы «Мониторинг работы нагревных стендов», для СКБ «РИАП» - «Магнитометрические измерения». Для Фонда «Институт физической диагностики и моделирования» были проведены научно-методические исследования использования акустических методов для определения герметичности газовых скважин. По результатам научно-исследовательских работ, завершенных в 2011 году, 14 разработок готовы к практическому использованию, 3 из них были выполнены по государственным контрактам, 11 – по договорам с российскими заказчиками. В 2011 году сотрудники Института получили 3 патента на изобретение «Автономный цифровой сейсмометр» (патент № 2434249), «Автономный цифровой сейсмометр» (патент № 2435175) и «Устройство для коррекции частотной характеристики датчика» (патент № 111689), а также положительное решение на изобретение «Способ обнаружения и распознавания источников электромагнитного излучения». Заявка на изобретение. Россия, МПК G01S5/02, G01R 23/16. Приоритетная справка № 2010119153/09(027185).

Продолжается сотрудничество ИДГ РАН с Геофизической обсерваторией Соданкула университета г. Оулу (Финляндия) по теме «POLENET/LAPNET», в ходе которого была детально проанализирована сейсмичность двух районов Северной Фенноскандии. В рамках международного сотрудничества ИДГ РАН принимал участие в проекте «RapidMag» (Организация сети современных магнитометрических пунктов), проводил совместную работу с Ливерморской национальной лабораторией (США) по теме "Сейсмичность северных территорий России", с Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organization (Вена, Австрия) по теме "Разработка способов обнаружения подземных контрастных неоднородностей с помощью пассивных сейсмических методов", сотрудники Института анализировали строение крупных (более 100 км в диаметре) ударных кратеров на Марсе в ходе выполнения проекта, совместного со специалистами Европейского космического агентства (ESA) и Свободного университета Берлина (Free University, Берлин, Германия). Было заключено соглашение между АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (Казахстан), Институтом океанологии РАН им. П.П. Ширшова, Институтом динамики геосфер РАН, Казахским национальным техническим университетом им. К.И. Сатпаева и ООО «GeoTexШельф» о создании Консорциума с целью изучения влияния разработки месторождений углеводородов на сейсмические и деформационные процессы в Прикаспийском регионе. Совместно с Институтом земной коры СО РАН и Монгольской академии наук проводились исследования по поиску и изучению палеосейсмодислокаций в районе г. Улан-Батор. Третий год подряд Институт участвует в мероприятиях с Центром теоретической физики им. Абдуса Салама в г. Триесте (Италия). Продолжаются совместные исследования с Центром космических исследований в г. Варшаве (Польша) в рамках Российско-Польской (Польско-Российской) исполнительной рабочей группы по фундаментальным космическим исследованиям.

В 2011 году научные сотрудники опубликовали 165 печатных работ, из которых 33 опубликованы в российских и зарубежных периодических изданиях, входящих в систему учета научного цитирования РИНЦ и 134 - в изданиях, входящих в системы SCOPUS и Web Of Sciences. Сделано 106 докладов на Российских и Международных конференциях. Выпущен сборник трудов ИДГ РАН «Динамические процессы в геосферах, вып. 2», учебное пособие «Деформационные процессы в массивах горных пород» (Кочарян Г.Г.), 4-х томная монография «Зарубежные радиоэлектронные средства» (Перунов Ю.М., Мацукевич В.В., Васильев А.А.).

ИДГ РАН является участником Программы развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» как Научно-исследовательского университета (НИУ). Базовая кафедра МФТИ в ИДГ РАН в рамках магистерской программы «Фундаментальная и прикладная геофизика» готовит специалистов для наукоемких отраслей горнодобывающей и нефтяной промышленности, институтов РАН и отраслевых научных учреждений. Подготовка студентов по специализации «Геофизика месторождений углеводородов» ведется во взаимодействии с Научным центром РАО «Роснефть» и Московским научно-исследовательским центром Шлюмберже.

В ноябре в ИДГ РАН работала секция «Геофизика сильных возмущений» в рамках ежегодной 54-ой научной конференции студентов и аспирантов МФТИ. Тема конференции – «Проблемы фундаментальных и прикладных наук естественных и технических наук в современном информационном обществе». С докладами выступили 7 аспирантов и студентов МФТИ.

Результаты НИР Института динамики геосфер, вошедшие в отчетный доклад Президиума РАН (Научные достижения Российской академии наук в 2011 году)

Направление: ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЗЕМЛИ – ПРИРОДА, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, ГЕОДИНАМИКА И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

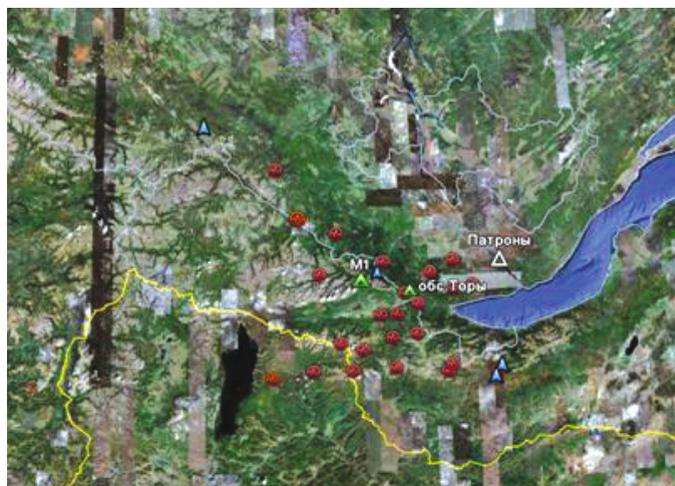
В результате проведения координированных наземных и спутниковых наблюдений электромагнитных полей и параметров ионосферы над Байкальской рифтовой зоной получены экспериментальные данные, подтверждающие связь ионосферных параметров с геолого-тектоническими структурами. Над основными разломами и зонами их пересечения обнаружены аномальные крупномасштабные вариации и кратковременные всплески электронной концентрации в ионосфере, интенсивная утечка электромагнитной энергии из волновода Земля-ионосфера и аномалии приземных и ионосферных магнитных и электрических полей, которые обусловлены изменением токовых систем над разломными зонами (рисунок справа).

(Гаврилов Б.Г., Зецер Ю.И., Куркин В.И., Маркович И.Э., Поклад Ю.В., Паро М., Ряховский И.А., Яким В.В. **Вариации электромагнитных полей и параметров ионосферы в Байкальской рифтовой зоне** // Физика Земли. 2012. № 4, с.72-80).

Новые экспериментальные данные о дифференциальных временах пробега волн РКР_{DF} и РКР_{BC} подтверждают ранее предложенную модель ядра Земли с аномалией скорости во внешнем ядре. Рассмотрена комплексная модель ядра Земли, включающая аномалию скорости во внешнем ядре и анизотропию скорости продольных волн во внутреннем ядре. Полученная оценка анизотропии внутреннего ядра под Африкой, составившая 1,6%, существенно отличается от полученных ранее оценок (порядка 4%).

(Обчинников В.М., Каазик П.Б. **Временные тренды невязок времен пробега сейсмических волн в земном ядре и дифференциальное вращение внутреннего ядра** / Динамические процессы в геосферах, выпуск 2: сб. научн. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011, с. 10-19).

Собрана уникальная база данных об отраженных волнах РСР и РКiKP на малых эпицентральных расстояниях. Экспериментальные отношения амплитуд АРKiKP/АРСР имеют аномально большие значения на эпицентральных расстояниях от 16 до 20 градусов, связанные с особенностями границы между мантией и внешним ядром. В связи с этим предложена модель границы с низким значением скачка плотности,



Карта юго-восточной части Байкальской рифтовой зоны (Тунгинская долина) и проекции ионосферных точек, в которых отмечены интенсивные всплески электронного содержания ионосферы

составляющим 2,5-3,0 г/см³, что на 1,5-2,0 г/см³ меньше, чем в стандартной модели Земли АК135.

(Dmitry Krasnoshchekov and Vladimir Ovtchinnikov, **PKiKP/PCP amplitude ratios interpreted in terms of core-mantle boundary reflecting properties**, Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011-9238, 2011).

Направление: ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВА, СТРОЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ И ДРУГИХ ПЛАНЕТ МЕТОДАМИ ГЕОХИМИИ И КОСМОГЕОХИМИИ

Расчет показал, что радионуклиды ²⁶Al и ⁶⁰Fe обеспечили нагрев и дифференциацию недр ранних планетезималей в первые 3-4 млн лет после образования CA1 (кальций-алюминиевых включений). В зоне планет земной группы раннее плавление тел с размерами от десятков до первых тысяч километров позволяет объяснить образование группы дифференцированных тел в первые 3-4 млн. лет существования Солнечной системы и данные по ранней дифференциации недр планет.

В зоне планет-гигантов задолго до образования самих планет в планетезималиях с размерами от

десятков до сотен километров, образовавшихся из газо-пылевых сгущений, происходило плавление льдов, дифференциация на оболочки и ядра из опустившейся пыли и ее агрегатов с органикой.

Данный результат указывает на необходимость поиска следов анаэробных форм жизни в ледяных телах Солнечной системы или их осколках - кометных ядрах.

(Витязев А.В., Печерникова Г.В. **Астрофизика и слабая форма гипотезы панспермии.** Сборник трудов по Подпрограмме 1 Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 24 "Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем" под ред. Э.М. Галимова).

Направление: ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ И НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ, МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, ПРОБЛЕМЫ КРИОСФЕРЫ

Определены области высот ионосферы, на которых эффекты, связанные с нейтральной компонентой запыленной ионосферы, оказывают заметное влияние на зарядку нано- и микромасштабных пылевых частиц различного происхождения. Рассматриваемые эффекты важны при описании серебристых облаков, полярных мезосферных радиоотражений, а также физических явлений, в которых участвуют частицы метеорного происхождения.

Рассмотрена возможность нелинейного распространения в ионосфере акустико-гравитационных волн, зональных потоков и стримеров. Установлено, что одним из механизмов переноса наноразмерных пылевых частиц в ионосфере являются вертикальные потоки (стримеры), генерируемые пылевыми вихрями (С.И. Копнин, А.А. Моржакова, С.И. Попель, П.К. Шукла, **О некоторых процессах, сопровождающих зарядку частиц в ионосферной плазме** // *Физика плазмы* Т. 37, №. 8 (2011), С. 745-755.

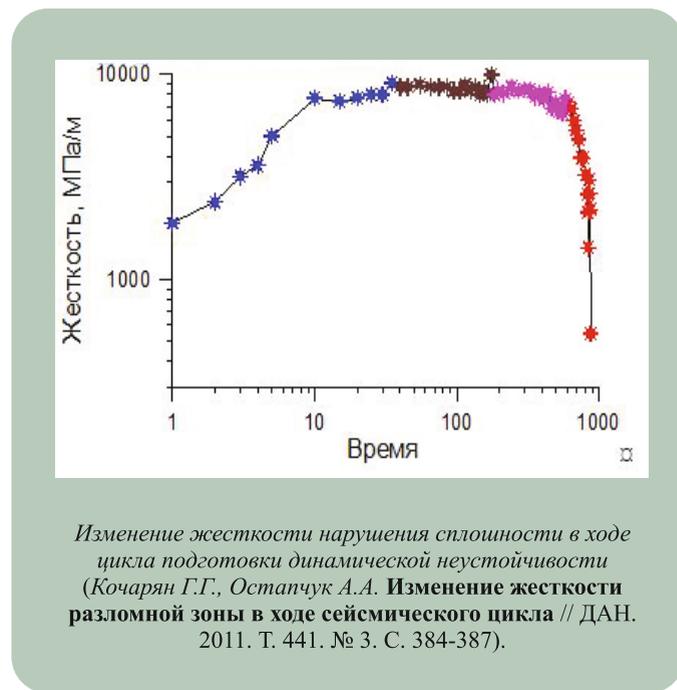
S. Benkadda, D.N. Klochkov, S.I. Popel, and Yu.N. Izvekova, **Nonlinear Excitation of Zonal Flows and Streamers in Plasmas**, *Physics of Plasmas*, V. 18, No. 5 (2011) P. 052306, 11 pages.

Y.N. Izvekova, S.I. Popel, and P.K. Shukla, **Vortices and Dust Streamers in Earth's Ionosphere**, in: **Dusty/Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research** (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), ISBN 978-0-7354-0967-5, pp. 243-

244).

Направление: КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, СЕЙСМИЧНОСТЬ - ИЗУЧЕНИЕ И ПРОГНОЗ

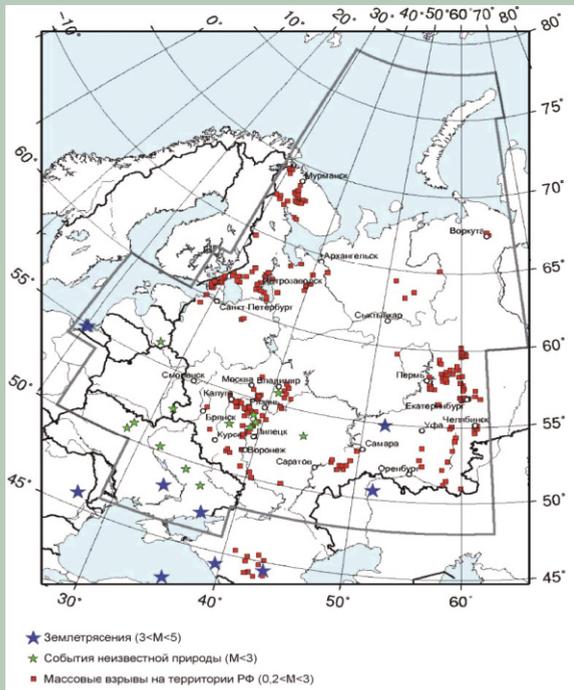
По данным сейсмических наблюдений выявлены пространственно-временные вариации механических характеристик земной коры, локализованные в зонах тектонических нарушений, как в сейсмоактивных, так и в асейсмичных регионах.



Обнаружено двукратное изменение жесткости разломных зон Восточно-Европейской платформы, имеющее ряд выраженных периодов. Впервые количественно описан эффект изменения жесткости разломной зоны на разных стадиях сейсмического цикла и установлено, что на заключительном этапе подготовки землетрясения сдвиговая жесткость разлома радикально снижается. Полученные результаты являются основой для разработки новых активных и пассивных методов сейсмического мониторинга регионов с различной тектонической обстановкой.

На основании экспериментальных данных предложены и исследованы модели зависимости проницаемости породы от порового давления и вариаций микросейсмической активности при изменении порового давления в пористой среде. (S.B. Turuntaev & E.I. Ereemeeva & E.V. Zenchenko. **Laboratory study of microseismicity spreading due to pore pressure change** // *J. Seismology*, 2012, DOI 10.1007/s10950-012-9303-x.

На основе данных инструментальных наблюдений впервые установлено, что сейсмические колебания, создаваемые промышленными взрывами, играют существенную роль в эволюции деформационных процессов на Восточно-Европейской платформе и ее обрамлениях.

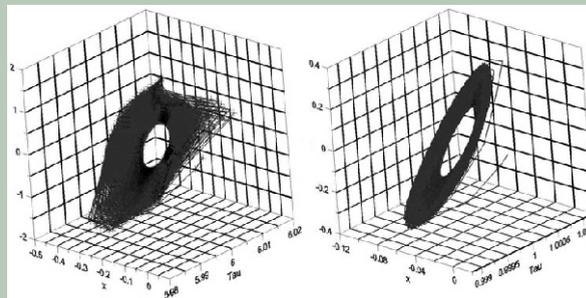


Распределение эпицентров землетрясений и взрывов на Восточно-Европейской платформе за 2004-2010 гг.
(Адушкин В.В., Кочарян Г.Г., Санина И.А. О вкладе взрывных работ в развитие сейсмодеформационных процессов в регионе // ДАН. 2011. Т. 441. № 1. С. 92-94).

Суммарная сейсмическая энергия взрывов на два порядка превышает сейсмическую энергию, излучаемую в год при тектонических землетрясениях в регионе. Эффект накопления остаточных деформаций наиболее существенен для тех участков массивов горных пород, где вероятно возникновение неустойчивости бортов карьеров, склонов, горных выработок, на напряженных участках инженерных сооружений. Это необходимо учитывать при составлении новых карт сейсмического районирования.

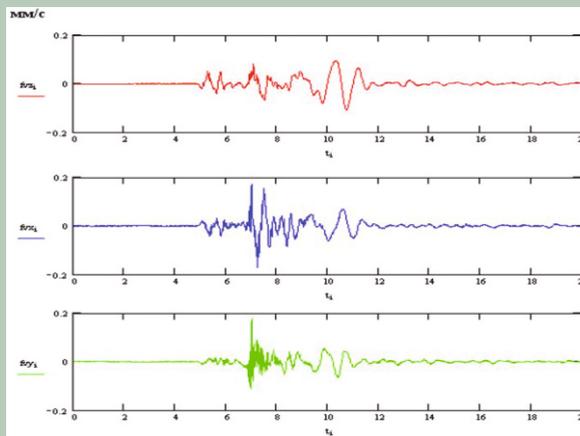
Предложен метод построения модели течения с численным определением параметров пористой среды по данным микротомографии.
Karsanina M.V., Gerke K.M. Modeling and reconstruction of soil structure via correlation functions // Book of abstracts, Pedometrics 2011 - Innovations in pedometrics. 31 August-2 September, 2011, Trest, Czech Republic. pp. 95.

Экспериментально показано, что техногенное воздействие на недра при разработке месторождений углеводородов способствует упорядоченности сейсмического режима и проявляется в его самоорганизации и формировании устойчивых состояний.



Переход сейсмического режима в устойчивое состояние в результате воздействия. Фазовые траектории относительных величин смещений, скоростей и касательных напряжений.
(Турунтаев С.Б., Ворохобина С.В., Мельчаева О.Ю. Выявление техногенных изменений сейсмического режима при помощи методов нелинейной динамики // Физика Земли. 2012. № 3. С. 52-65).

Сформирован электронный банк данных геодинамических явлений за два года по двум шахтам Воркутинского бассейна. Установлена зависимость геодинамической активности горного массива от темпов разработки угольного месторождения.



Получены зависимости повторяемости геодинамических явлений от их энергетического класса, по которым оценена вероятность и класс возможных катастрофических горных ударов и оценен объем возможных разрушений горного массива.

(Беляева Л.И., Гончаров А.И., Куликов В.И., Иванов Н.В. Геодинамический мониторинг при разработке угольного месторождения Воркуты // Горный информационно-аналитический бюллетень. Изд МГГУ, 2010, № 10, с. 233-243).

Результаты НИР, полученные Институтом по основным научным направлениям

Научное направление: ЭВОЛЮЦИЯ И ЭНЕРГЕТИКА ВНУТРЕННИХ ГЕОСФЕР

Лаборатория ПРОБЛЕМ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ, зав. лаб. д.ф.-м.н. А.В. ВИТЯЗЕВ

1. Расчеты, проведенные в лаборатории ИДГ РАН, показали, что при ударе небольшого космического тела о другое космическое тело (мишень) значительная масса выбросов вещества мишени из кратера может превышать вторую космическую скорость.
2. Показана важность ударной эрозии в процессе роста зародышей планет и обоснована их обедненность силикатами в наиболее близкой к Солнцу зоне их образования.
3. Обоснована гипотеза о дефиците на Луне конденсата испаренного при ударах космических тел вещества вследствие преимущественно кометного состава ударников в период поздней тяжелой бомбардировки.
4. Найдены доказательства в пользу гипотезы, что "кембрийский взрыв" - так называемая проблема "545" (Ma), когда внезапно возникли многие многоклеточные и наступил фанерозой - объясняется привнесом кометного вещества в результате кометных ливней.
6. Написан обзор о состоянии дел в перспективном направлении исследований на стыке физики нейтрино и геофизики – нейтринной геофизики.

Нейтрино, в силу слабости своего взаимодействия с веществом, является уникальным инструментом исследования недр Земли. Нейтрино, рождающееся в результате распада радиоактивных элементов в земных недрах, несет информацию о потоке радиогенного тепла из недр Земли и распределении в них радиоактивных элементов. Нейтринная томография Земли даст прямую информацию о распределении плотности во внутренних геосферах.

5. Разработан механизм наступления ледниковых периодов, связанный с прохождением Солнечной системы через галактические рукава (см. блок-схему).



Лаборатория ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОМ ЯДРЕ, зав. лаб. д.ф.-м.н. В.М. ОВЧИННИКОВ

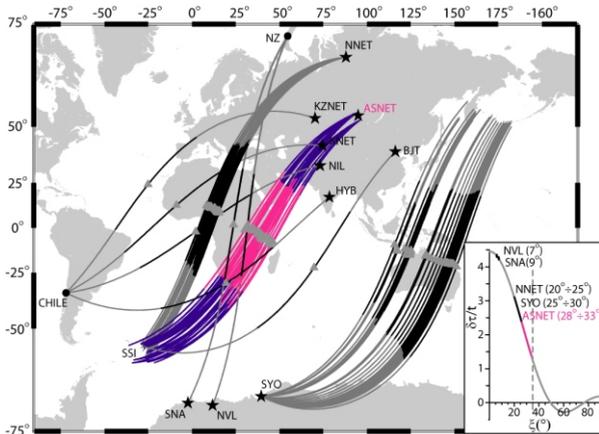


Рис. 1.1. Расположение станций и сейсмических источников. Сине-красным цветом выделены новые трассы, для которых выполнены измерения дифференциальных времен пробега в 2011 г.

1. Получены новые экспериментальные данные о дифференциальных временах пробега t_{BC} - t_{DF} сейсмических волн РКР_{DF} и РКР_{BC} в области земного ядра под Африкой по сейсмограммам станций MINR, TDJR Алтае-Саянской региональной сейсмической сети наблюдений (рис. 1.1).

Получены количественные оценки согласованности экспериментальных данных с теоретическими расчетами для области земного ядра под Африкой для трех возможных моделей интерпретации данных: 1) анизотропное внутреннее ядро (во внешнем ядре скорость продольных волн зависит только от радиуса), 2) аномалия скорости во внешнем ядре (внутреннее ядро изотропно), 3) комплексная модель с аномалией скорости во внешнем ядре и анизотропией скорости продольных волн во внутреннем.

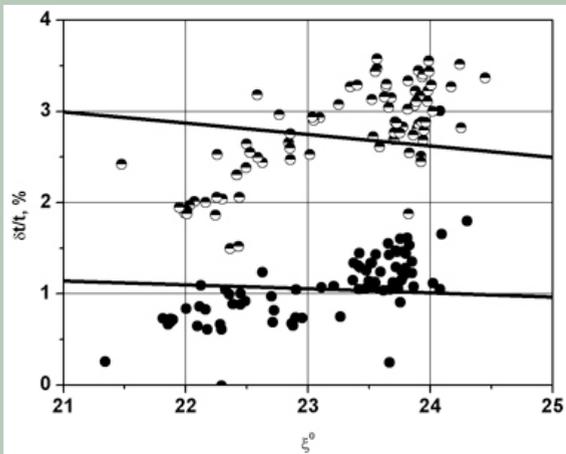


Рис. 1.2. Экспериментальные данные дифференциальных времен на станции NRI (полутемные кружки). Верхняя кривая - 4.5% анизотропия внутреннего ядра. Черные кружки - редуцированные данные с 0.5% аномалией скорости во внешнем ядре. Нижняя кривая - 1.6% анизотропия внутреннего ядра.

2. Проведено исследование характеристик волн PсР и PKiKP, отраженных от границы мантии с жидким ядром (СМВ) и границы между жидким и твердым ядром (ICB) на эпицентральных расстояниях от 7 до 30° с целью оценки скачка плотности на СМВ и ICB. В качестве экспериментального материала использованы сейсмограммы цифровых сейсмических станций двух землетрясений Памиро-Гиндукушской зоны. Проанализированная база данных включает 108 пар амплитуд, периодов и времен пробега волн PсР и PKiKP двух глубокофокусных землетрясений. Фрагменты сейсмограмм с волнами PсР и PKiKP показаны на рис. 2.1

Обнаружен существенный разброс отношения амплитуд PKiKP/PсР, показанный на рис. 2.2, в диапазоне эпицентральных расстояний от 16 до 20°. Такая особенность может быть связана с обращением фазы PсР на эпицентральных расстояниях до 30° (в 70-е годы эта гипотеза активно обсуждалась в научной литературе), которое обусловлено низким значением скачка плотности на границе ядро-мантия.

Проведенные теоретические расчеты отношения модуля амплитуд при различных значениях скачка плотности на границе СМВ показали, что область нулевых значений коэффициента отражения от СМВ для эпицентральных расстояний 17-25° соответствует величине скачка плотности 2.5-3 г/см³, что на 2-1.5 г/см³ меньше, чем в современных моделях строения Земли (AK135, IASPI91, PREM).

Результаты редукции дифференциальных времен пробега на станции NRI для комплексной модели показаны на рис. 1. 2.

а) Новые экспериментальные данные дифференциальных времен пробега волн PкР_{DF} и PкР_{BC}, полученные на станциях Алтае-Саянской региональной сейсмической сети, поддерживают ранее предложенную модель с аномалией скорости во внешнем ядре.

б) Рассмотрена комплексная модель, включающая 0.5% аномалию скорости во внешнем ядре и анизотропию скорости продольных волн во внутреннем ядре. Получена предварительная оценка анизотропии внутреннего ядра, составившая 1.6%, что существенно отличается от полученных ранее оценок (порядка 3%) анизотропии внутреннего ядра под Африкой.

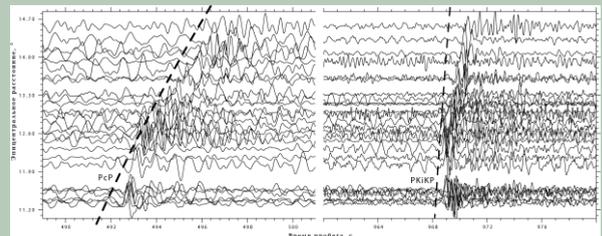


Рис. 2.1. Монтаж фрагментов трасс с волнами PсР и PKiKP от землетрясения 23/07/2005. Пунктиром показано время вступления волн в соответствии с моделью Земли ak135.

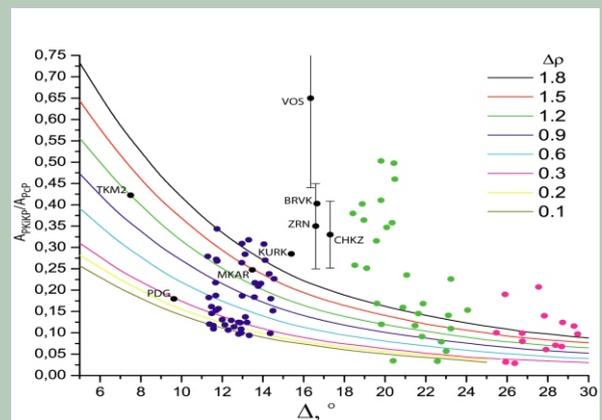


Рис. 2.2. Измеренные амплитудные отношения PKiKP/PсР и теоретические зависимости отношения амплитуд PKiKP/PсР от эпицентрального расстояния, рассчитанные для модели ak135 при различных значениях скачка плотности ($\Delta\rho$) на границе СМВ. Розовые точки - измерения на китайской группе XF-MS, зеленые - XF-ES, голубые - XF-H.

Черные точки со стандартным отклонением - усредненные значения по малоапертурным группам CHKZ, VOS и ZRN, темно-синие точки - измерения на трехкомпонентных станциях TKM2, PDG, MKAR, KURK и BRVK.

с) Собрана уникальная база данных об отраженных волнах PcP и $PKiKP$ на малых эпицентральных расстояниях.

д) Экспериментальные отношения амплитуд A_{PKiKP}/A_{PcP} имеют аномально большие значения на эпицентральных расстояниях от 16 до 20° и связаны с особенностями на границе между мантией и внешним ядром. Предложена модель границы с низким значением скачка плотности, составляющим $2.5-3.0 \text{ г/см}^3$, что на $1.5-2.0 \text{ г/см}^3$ меньше, чем в стандартной модели Земли $AK135$.

3. Проведены экспериментальные исследования структурных характеристик течений жидкости во вращающемся резервуаре применительно к внутренним геосферам. Исследовано влияние неровностей разного размера на внутренней поверхности сферы и небольшого объема пузыря воздуха на формирование и устойчивость цилиндрических структур, возникающих во вращающейся в сферическом резервуаре жидкости (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Кольцевая структура во вращающейся жидкости. 1 - игла инжектора, 2 - резиновый диск, 3 - направление движения окрашенной жидкости относительно сосуда, 4 - экватор сосуда (технологическое соединительное кольцо), 5 - "южный полюс" сосуда, 6 - проекция структуры на экваториальную плоскость.

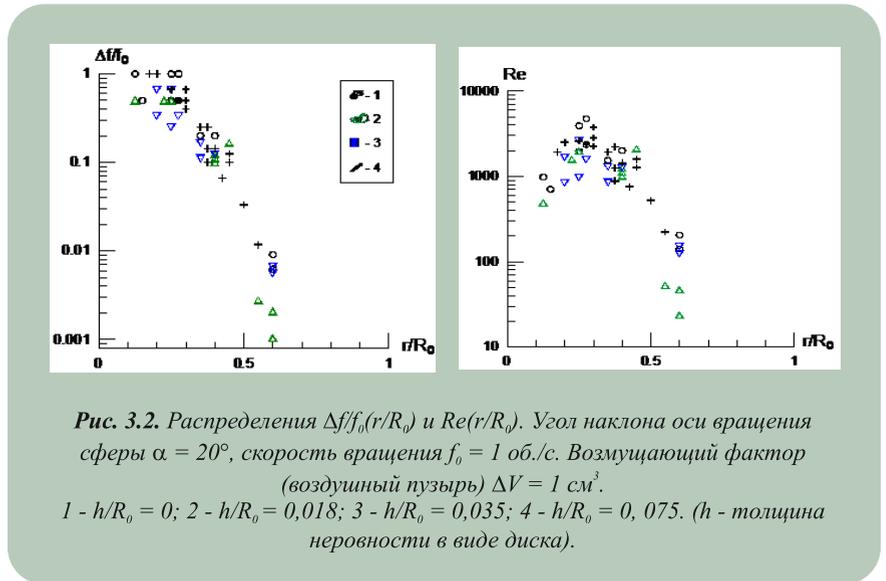


Рис. 3.2. Распределения $\Delta f/f_0(r/R_0)$ и $Re(r/R_0)$. Угол наклона оси вращения сферы $\alpha = 20^\circ$, скорость вращения $f_0 = 1$ об./с. Возмущающий фактор (воздушный пузырь) $\Delta V = 1 \text{ см}^3$.
1 - $h/R_0 = 0$; 2 - $h/R_0 = 0,018$; 3 - $h/R_0 = 0,035$; 4 - $h/R_0 = 0,075$. (h - толщина неровности в виде диска).

Эксперименты показали, что даже сравнительно небольшие неровности в виде дисков указанных размеров на внутренней поверхности вращающегося резервуара в случае $\Delta V \neq 0$ заметно влияют на структуру течений жидкости в нем. При $0 < \Delta V \leq 3 \text{ см}^3$ величина $\Delta f/f_0$ при неровных стенках меньше, чем при ровных, а при $\Delta V > 10 \text{ см}^3$ - наоборот. Первое можно объяснить ростом погранслоя, а второе - более интенсивным перемешиванием при переориентации (рис. 3.2, 3.3).

е) На структуру и кинематику течений жидкости во вращающейся сфере сильное влияние оказывает малый фактор (ΔV) в виде пузыря воздуха: относительное изменение угловой скорости вращения возникающих в сосуде цилиндрических структур относительно скорости вращения сосуда меняется с 2×10^{-4} при $\Delta V = 0$ до 1 при $\Delta V = 30 \text{ см}^3$.

ф) Небольшие неровности в виде дисков на внутренней поверхности вращающегося резервуара в случае $\Delta V \neq 0$ влияют на структуру течений жидкости: при неровных стенках и $0 < \Delta V \leq 3 \text{ см}^3$ $\Delta f/f_0$ меньше, чем при ровных, а при $\Delta V > 10 \text{ см}^3$ - наоборот.

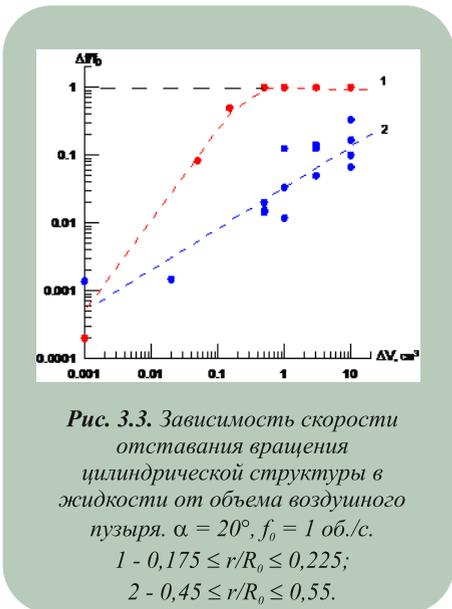


Рис. 3.3. Зависимость скорости отставания вращения цилиндрической структуры в жидкости от объема воздушного пузыря. $\alpha = 20^\circ$, $f_0 = 1$ об./с.
1 - $0,175 \leq r/R_0 \leq 0,225$;
2 - $0,45 \leq r/R_0 \leq 0,55$.

4. Исследована зависимость времени пробега сейсмических волн в коре и верхней мантии Земли от календарного времени, которое может быть связано с динамикой процессов, протекающих в указанных оболочках Земли. Основой для этих исследований служат ядерные взрывы как источники эталонных сейсмических возмущений.

Исследования времен пробега сейсмических волн от ядерных взрывов проведены на эпицентральных расстояниях, при которых волны зондируют земную кору на глубинах менее 35 км (эпицентральных расстояния

от 740 до 990 км). Результаты временных изменений времени пробега волн Р на трассах от площадки Балапан Семипалатинского полигона до сейсмических станций Талгар (AAB), Пржевальск (PRZ), Фрунзе (FRU) и Нарын (NRN) за период наблюдений с 1965 по 1989 гг. приведены в Таблице.

Таблица. Основные характеристики сейсмических трасс и оценки величины линейного тренда времени пробега сейсмических волн

Трасса	Время пробега, с	Расстояние, км	Число измерений	Глубина погружения луча, км	Линейный тренд	
					мс/год	%, год *10 ³
Bal-AAB	99.5-102.5	740-767	92	29.4	-10.15	-10
Bal-PRZ	108.9-113.8	821-847	78	30.6	-12.8	-11.5
Bal-FRU	110.4-115.2	841-872	75	31	-27	-23.9
Bal-NRN	126.9-130.8	961-989	75	33.1	-7.4	-5.74

g) Установлено, что в среднеазиатском регионе на глубинах до 35 км наблюдается тенденция уменьшения времени пробега продольной волны на 0.01-0.02%/год. Это подтверждает ранее полученные результаты о тенденции уменьшения времени пробега при зондировании земной коры до глубины ~30 км.

Лаборатория ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ зав. лаб. д.ф.-м.н., профессор Г.Г. КОЧАРЯН

1. Моделирование формы кратера Реясилвия на астероиде Веста. Астероид Веста является наименьшим (диаметр ~ 540 км) планетным телом, дифференцированным на кору, мантию и ядро. Исследования Весты с помощью телескопа Hubble и КА DAWN обнаружили вблизи южного полюса гигантский ударный бассейн диаметром около 500 км (что сравнимо с диаметром планетного тела) и глубиной ~ 30 км относительно гребня вала (рис. 1). Поскольку на планетах земного типа ударные бассейны сыграли значительную роль в геологической эволюции, изучение процесса образования кратера Реясилвия на Весте является важной задачей для критического анализа данных о древних ударных бассейнах на Земле, Луне, Марсе и Меркурии.

В 2011 г. было проведено параметрическое исследование компьютерной модели (двумерная осесимметричная модель с самогравитацией вещества) для поиска параметров модели акустической флюидизации, наиболее близко воспроизводящая форму кратера Реясилвия. Для выбранной модели тела мишени (кора толщиной 40 км, железное ядро диаметром 100-120 км) удалось достичь хорошего воспроизведения формы кратера (рис. 2) для удара сферического каменного астероида диаметром ~37 км со скоростью 5.5 км/с в предположении о том, что сухое трение в холодной мантии составляет около 0.6, а внутренние колебания блоковой системы затухают с характерным временем <1000 сек. Полученные модельные параметры позволяют (а) - подтвердить гипотезу об ударном происхождении структуры и (б) - расширить применимость модели динамического поведения блочной среды на тела с малой силой тяжести.

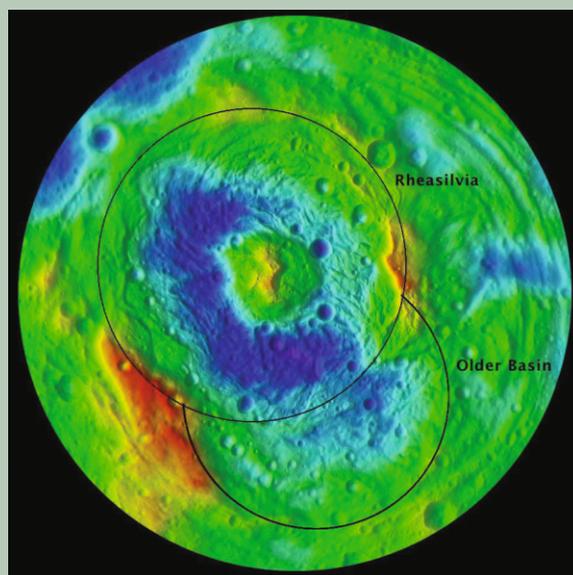


Рис. 1. Карта высот вблизи южного полюса Весты (данные КА DAWN). Синий цвет соответствует глубине 22 км, красно-белесый цвет - высоте 17 км относительно модельного эллипса, подогнанного к общей форме астероида.

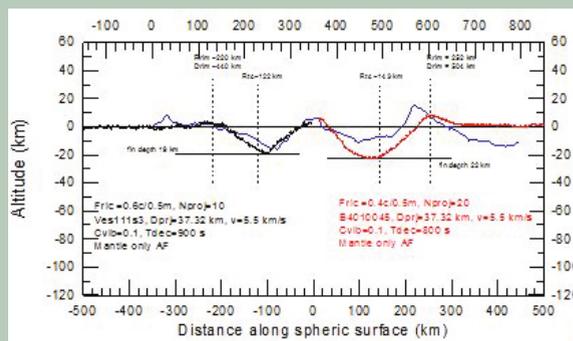
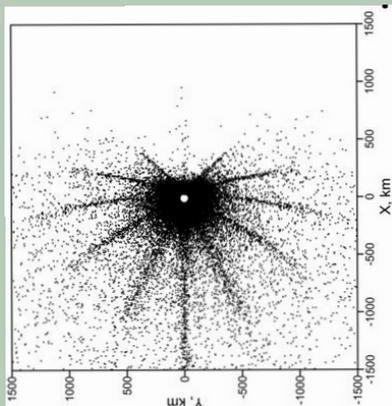
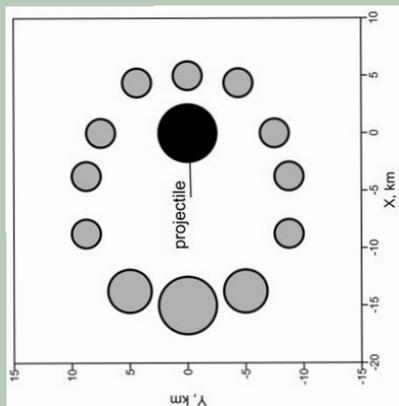


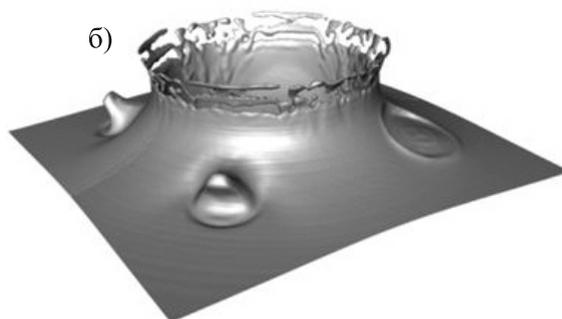
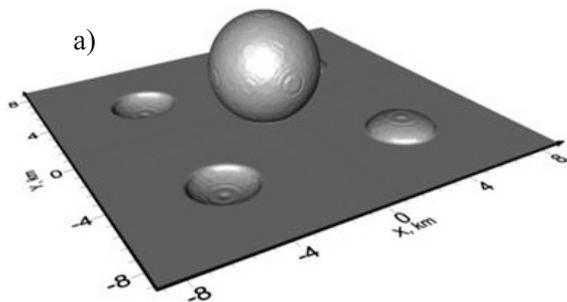
Рис. 2. Два расчетных профиля кратера (черная кривая слева и красная кривая справа) в сравнении с единственным пока опубликованным профилем для кратера Реясилвия. Параметры модельных вариантов приведены в нижней части рисунка

**Лаборатория МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
зав. лаб. д.ф.-м.н. В.В. ШУВАЛОВ**

1. Вокруг примерно 12% лунных кратеров наблюдаются яркие лучи, состоящие из вещества, выброшенного из кратера и вещества поверхности, измененного при падении выбросов. Наличие таких лучей свидетельствует об относительной молодости кратеров. Причина образования лучей до сих пор непонятна. Предложен и обоснован с помощью численных расчетов механизм образования кратерных лучей на планетах, лишенных атмосферы, основанный на образовании струйных течений и, как следствие, неоднородностей в распределении выбросов при взаимодействии ударной волны в мишени с ранее образованными кратерами. Длина и интенсивность лучей зависят от размеров старых кратеров и их удаленности от точки удара.

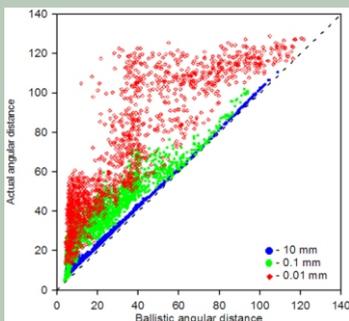


На левом рисунке показано начальное расположение старых кратеров и ударника (вид сверху). На правом - распределение выбросов вокруг вновь образовавшегося кратера. Астероид диаметром 5 км падает под углом 45 градусов.



На рисунках (а) и (б) показан процесс формирования струй при взаимодействии ударной волны со старыми кратерами при вертикальном падении астероида диаметром 5 км.

2. Проведены расчеты выбросов из кратера Чиксулуб. Показано, что частицы размером меньше ста микрометров перераспределяются атмосферными возмущениями, создаваемыми при возвращении высокоскоростных выбросов на Землю (см. рисунок). На рисунке: конечное положение частиц разного размера (см. лгенду), выброшенных из кратера Чиксулуб, по отношению к баллистической оценке. Если бы выбросы двигались по баллистическим траекториям, то все точки лежали бы на пунктирной линии.



Самые крупные частицы (1 см) отклоняются от баллистики мало и только на небольших расстояниях от кратера. Самые мелкие микронные частицы (мельчайшие капли расплава и зерна ударного кварца) отклоняются на 20-100 угловых градусов, т.е. на 2000-10000 км. Через три часа после удара частицы размером менее 100 мкм все еще остаются в атмосфере, хотя атмосферные возмущения в приповерхностном слое уже минимальны.

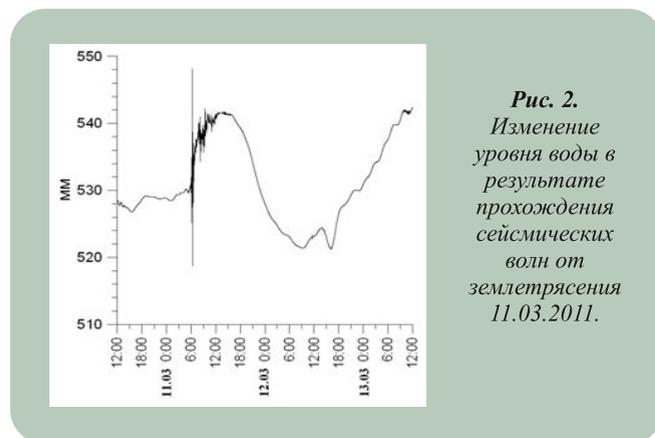
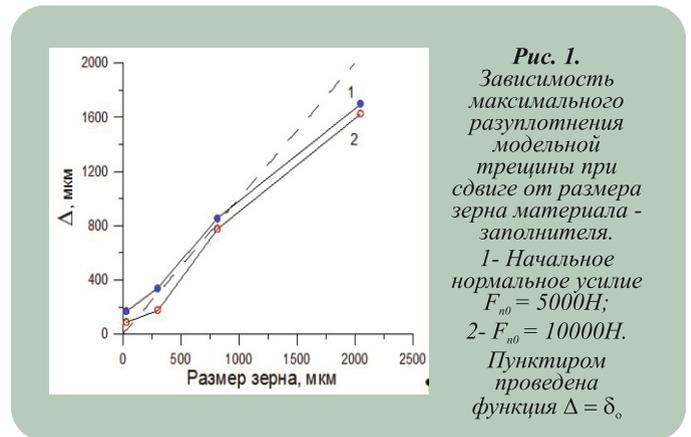
Таким образом, глобальный слой выбросов на границе мелопалеогена (сферулы, иридиевая аномалия, зерна ударного кварца) состоит, в основном, из небаллистических выбросов. Более того, в процессе входа в атмосферу выбросы нагреваются вплоть до плавления и частичного испарения, создавая химически "новые" сферулы. Нагрев атмосферы может вызвать локальные пожары на расстояниях до 5000-6000 км от кратера (только в направлении удара, где толщина выбросов максимальна).

Лаборатория ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ,
зав. лаб. д.ф.-м.н., профессор Г.Г. КОЧАРЯН

1. Установлены новые особенности эффектов дилатансии и компакции материала при сейсмогенных событиях.

Показано, что дилатансионные характеристики разломной зоны в значительной степени определяются средним размером частицы и ширитой распределения гранулометрического состава материала - заполнителя. Величина максимального разуплотнения примерно соответствует среднему диаметру зерна, несколько увеличиваясь относительно этого размера в области мелкодисперсных материалов, и снижаясь для заполнителей с крупными частицами. Максимальное

разуплотнение оказывается у грунтов с узким гранулометрическим составом. Расширение спектра размеров зерен приводит к заметному подавлению дилатансии. Полученные результаты показывают, что в процессе косейсмической подвижки эффект дилатансии материала - заполнителя при сдвиге по магистральному смесителю малозначителен. Локализация деформации в узкой области, характерная для режима динамического срыва, также приводит к ослаблению дилатансионных эффектов.



2. По результатам четырехлетнего прецизионного мониторинга уровня подземных вод в экспериментальной скважине на территории ГФО "Михнево" в составе вариаций были выделены и оценены параметры барометрической и приливной составляющих. Зафиксированы гидрогеологические отклики на сейсмические события с магнитудой свыше 7.2.

Впервые в платформенных условиях зарегистрированы остаточные постсейсмические эффекты, возникшие в результате прохождения волн от катастрофических землетрясений 27.02.2010 у побережья Чили (M 8.7) и 11.03.2011 близ острова Хонсю (M 9.0).

Лаборатория ГЕОМЕХАНИКИ И ФЛЮИДОДИНАМИКИ, зав. лаб. д.ф.-м.н. С.Б. ТУРУНТАЕВ

1. Воздействие человека на недра при закачке флюидов, также как и при разработке месторождений углеводородов, рудных полезных ископаемых, заполнении водохранилищ, зачастую приводит к появлению техногенных сейсмических явлений. Техногенные землетрясения (даже небольшой магнитуды), вследствие приуроченности очагов землетрясений к области воздействия на недра, в ряде случаев приводят к разрушениям зданий и сооружений и человеческим жертвам. Усиление сейсмической активности при закачке воды в глубокие скважины на геотермальных электростанциях привело к остановке проекта в Базеле, Швейцария, в который были инвестированы миллионы евро, угрожает остановке аналогичных проектов (стоимостью до 100 миллионов евро) на

юге Германии и других регионах Европы. Одним из актуальных вопросов, связанных с техногенной сейсмичностью, является выявление изменений сейсмического режима в результате воздействия на недра. Своевременное выявление изменений сейсмического режима позволит принять меры по уменьшению риска развития катастрофических событий путем изменения параметров воздействия на недра. Перспективным подходом для решения вопросов о дискриминации естественных и техногенных сейсмических событий, прогнозирования развития техногенной сейсмичности, оценки устойчивости естественных сейсмо-деформационных режимов по отношению к воздействиям на недра является использование методов анализа нелинейных динамических систем.

Изучение изменений сейсмического режима было проведено путем реконструкции фазовых портретов и расчета их параметров. Использовались данные по сейсмичности в районе Ромашкинского месторождения нефти, Таштагольского железорудного месторождения, Североуральских бокситовых месторождений, при проведении крупномасштабных взрывов на р. Бурлыкья и Уч-Терек, воздействию мощного источника электромагнитного поля (электроимпульсная установка ЭРГУ-600), вибрационном воздействии.

Обнаружено, что во всех проанализированных случаях воздействие приводит к повышению упорядоченности, детерминированности сейсмического процесса, по сравнению с естественной сейсмичностью (рис. 1). Полученные результаты показывают, что, с одной стороны, техногенная сейсмичность является более предсказуемой, чем естественная, с другой стороны, реальными становятся возможности создания технологий управления сейсмическим режимом с целью предотвращения катастрофических землетрясений в сейсмоактивных районах.

Предложена модель, объясняющая найденное возрастание упорядоченности сейсмичности при техногенных воздействиях. Модель основана на двухчленном уравнении типа "rate-and-state", связывающим силы трения на разломах земной коры со скоростью их относительного перемещения. Проведенные расчеты показывают рост детерминированной составляющей в прерывистом движении по разлому при уменьшении критической величины сцепления в результате техногенного воздействия (рис. 2).

2. Более чем на половине разрабатываемых в нашей стране месторождений наблюдаются сейсмические события, связанные с добычей полезных ископаемых. Шахтные техногенные землетрясения (горные удары), приводят к крупным авариям, большому материальному ущербу и человеческим жертвам.

В результате анализа сейсмической активности в районе Таштагольского железорудного месторождения в сопоставлении с параметрами взрывных работ установлено, что после проведения взрыва средняя энергия сейсмических событий возрастает в 20-40 раз. Показано, что влияние взрывов на сейсмичность Таштагольского месторождения проявляется в увеличении числа сейсмических событий (в том числе сильных) в окрестности взрывов в течение первых часов - суток после взрыва (рис. 3, 4). К фоновым значениям различные параметры сейсмической активности возвращаются через 0,5-3 дня после взрывного воздействия. Величина возрастания сейсмической активности и время ее релаксации к фоновым значениям определяется энергией проводимых взрывов.



Рис. 1. Зависимость значений корреляционного интеграла от размерности пространства вложения для данных по сейсмической активности в районе проведения взрыва на р. Бурлыкья.

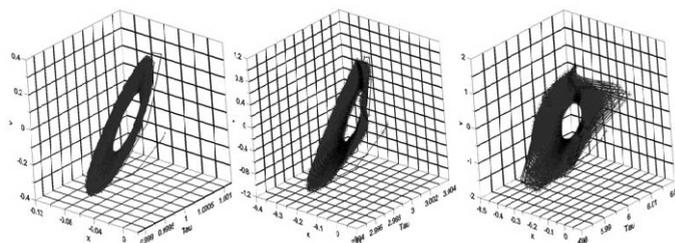


Рис. 2. Фазовые траектории в координатах смещение - скорость смещения - касательные напряжения (в относительных величинах) для различных значений критических напряжений на разломе $\tau^*=5$ МПа (левый график), $\tau^*=15$ МПа (средний график) и $\tau^*=30$ МПа (правый график).

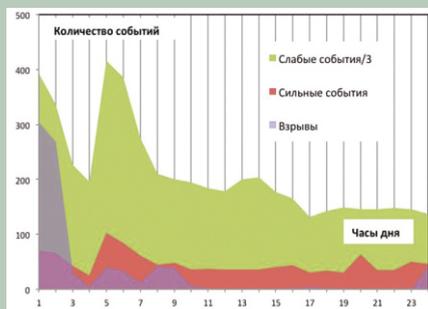


Рис. 3. Распределение количества событий в час по часам дня в сопоставлении с временем ведения взрывных работ на Таштагольском руднике.

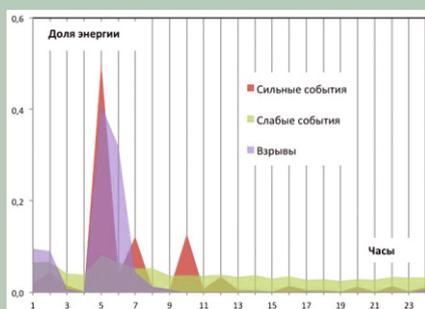


Рис. 4. Распределение выделения относительной сейсмической энергии в час по часам дня в сопоставлении с энергией взрывных работ на Таштагольском руднике.

16 июля 2011 г. сейсмо-станция ИДГ РАН зарегистрировала сильное сейсмическое событие энергетического класса 8.3 на шахте "Северная" Воркутинского угольного бассейна, эквивалентное по энергии взрыву 26 тонн ВВ. Это событие сопровождалось значительными разрушениями выработок (86 куб. м.).

Анализ сейсмичности, предшествовавшей этому событию показал наличие ярко выраженного сейсмического затихья перед горным ударом,

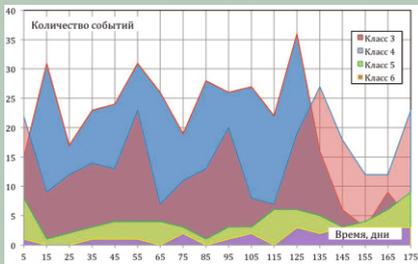


Рис. 5. Изменение количества сейсмических событий различных энергетических классов перед горным ударом на Воркутинском угольном месторождении.

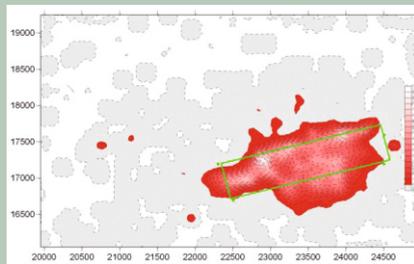


Рис. 6. Пространственное распределение плотности сейсмических событий в сопоставлении с областью ведения горных работ на шахте Воркутинского угольного бассейна.

которое проявилось в уменьшении количества сейсмических событий 3-го энергетического класса в 5 раз по сравнению со средним уровнем (рис. 5). Пространственное положение очагов сейсмических событий соответствует области ведения работ. Вместе с тем зарегистрированный горный удар произошел в стороне от ведения работ по добыче угля, в районе подготовительных выработок (рис. 6).

3. Создана установка и проведена серия экспериментов по изучению разрушения пористого материала при сбросе порового давления (рис. 7).

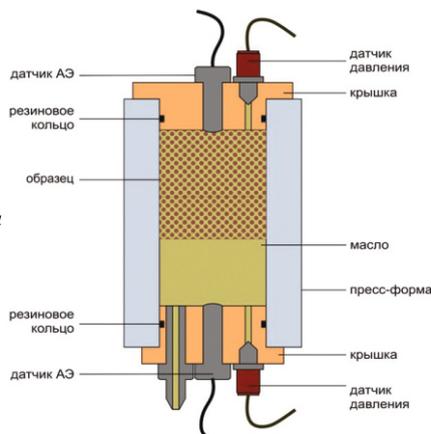


Рис. 7. Схема установки для изучения разрушения пористого материала при сбросе порового давления.

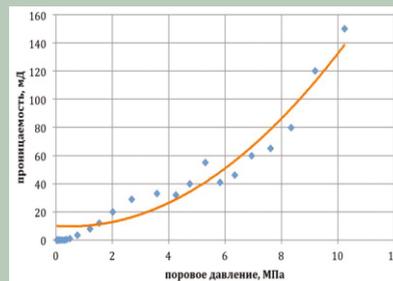


Рис. 8. Зависимость проницаемости от порового давления, полученная в экспериментах по сбросу порового давления.

Найдено, что зависимость проницаемости пористой среды от порового давления имеет степенной вид (рис. 8). Обнаружена возможность увеличения проницаемости пористых сред путем их микроразрушения в результате серии последовательных закачек жидкости с последующими сбросами порового давления.

Лаборатория СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ, зав. лаб. д.ф.-м.н. И.А. САНИНА

1. В 2011 году был продолжен сейсмический мониторинг ВЕП группой "Михнево". Было зарегистрировано более 600 сейсмических событий, подавляющая часть которых является карьерными взрывами. Сложность однозначной идентификации указанных событий состоит в том, что они расположены в районах, где ведутся интенсивные взрывные работы на карьерах, а частотный состав близок к частотному составу взрывов. Тем не менее, приуроченность их к зонам активных разломов дает основание для проведения дальнейших исследований. Среди событий "неизвестной природы" только 5 могут быть по совокупности признаков предположительно отнесены к тектоническим. Их магнитуда не превышает 3 единиц магнитудной шкалы. Таким образом, подтверждены, сделанные в [Адушкин и др. ДАН, 2011] выводы, что

энергетическое воздействие на верхние слои литосферы от взрывных работ на ВЕП более, чем на два порядка превышает энергию, получаемую от землетрясений. Также проведена идентификация положения карьеров по данным наблюдений на группе "Михнево" и сведений, полученных из Гостехнадзора, что повысило точность определения координат взрывов и уменьшило вероятность появления "ложных" землетрясений.

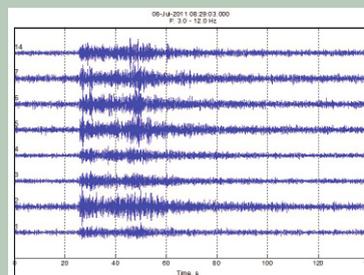


Рис. 1. Запись карьерного взрыва в районе г. Скопин ($\Delta = 154$ км). Карьер был обнаружен по результатам наблюдений 2011 года. Полоса фильтрации: 3-12 Гц. Время в секундах от времени в очаге.

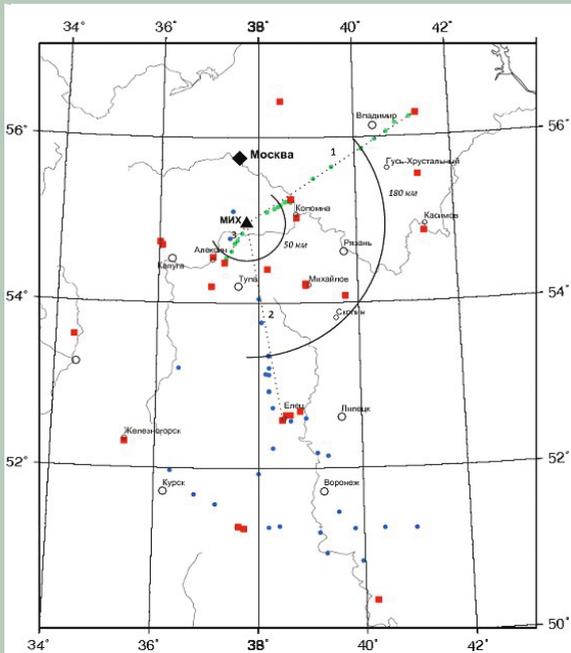


Рис. 2. Карта сейсмических наблюдений, проведенных ИДГ РАН в 2006-2010 гг. Красными квадратами отмечены карьеры. Кругами - сейсмические станции на профиле (синие - экспедиции 2006-2008 гг., зеленые - 2009-2010 гг.)

2. Получены предварительные скоростные разрезы строения коры и верха мантии для двух направлений от ГФО "Михнево": на юг и северо-восток. В направлении на северо-восток имеются незначительные отклонения от начальной скоростной модели. Выделяется мощный осадочный слой - до двух км. Значительные отличия в скоростном строении установлены в направлении "Михнево - Юг".

За 2011-й год была систематизирована информация о наблюдениях волновых полей вдоль ряда профилей "карьер - Михнево" и результаты регистрации точного времени взрыва на ряде карьеров за период 2006-2010 гг. За указанный промежуток времени было проведено 30 экспедиционных работ, в которых при помощи сейсмических и акустических датчиков, регистрировалось точное время взрыва, а также сейсмические колебания вблизи карьера. Кроме этого на сейсмических станциях малоапертурной группы "Михнево" также велась регистрация сейсмических волн от этих же источников. В 11 экспедиционных выездах проводилась расстановка сейсмических профилей по трассам "карьер - группа "Михнево". Карта расположения карьеров и пунктов наблюдения вдоль профилей приведена на рис. 2.

Как видно из схемы расположения карьеров и группы "Михнево", наиболее детальное исследование строения земной коры и самой верхней части мантии

может быть проведено до расстояний порядка 200 км от группы "Михнево", при этом детальность модели будет ухудшаться по мере удаления от "Михнево". Поэтому экспедиционные работы были направлены на сбор более подробной информации в радиусе до 200 км от группы "Михнево". Для повышения детальности модели устанавливались станции между профилями.

По данным о невязках времен пробега продольных волн относительно начальной модели получены предварительные скоростные разрезы строения коры и верха мантии для двух расстояний 50 и 180 км от "Михнево" (рис. 3). Достоверность полученного результата варьируется от профиля к профилю из-за неравномерного освещения исследуемой территории сейсмическими лучами. Наиболее полно сейсмическими лучами для расстояния 50 км охвачены два участка: направление на Ю-З (рис. 3 профиль 3) от "Михнево" на карьер Новогуровский и на С-В (рис. 3 профиль 1) на карьеры Владимирской области. Расстояние 180 км также представлено двумя разрезами, которые находятся на направлениях к югу от "Михнево" на г. Елец (рис. 3 профиль 2) и на С-В на карьеры Владимирской области.

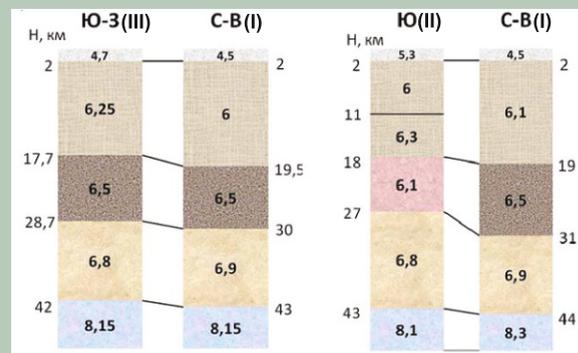


Рис. 3. Скоростное строение среды в радиусе 50 км (слева) и 180 км (справа) от ГФО "Михнево".

Как видно из приведенных результатов (рис. 3 в ближней зоне (50 км) наблюдаются незначительные вариации скоростных параметров и мощностей слоев в земной коре. Кора представлена трехслойной моделью с монотонным увеличением скорости с глубиной и незначительным опусканием границы Мохо. Верхний осадочный слой имеет мощность около 2 км со средней скоростью 4,5-4,7 км/с. Для дальней (180 км) зоны вариации скоростных параметров и границ среды вдоль направления на С-В от группы "Михнево" так же незначительны: основное различие представляет собой глубина залегания границы Мохо и скорость под ней. Значительные отличия в скоростном строении установлены в направлении группа "Михнево"-Юг. В частности, это четырехслойное строение коры и наличие слоя (области) пониженных скоростей в верхней части земной коры.

Этот результат находится в согласии с данными по строению Воронежского кристаллического массива в направлении на Север. К предположению о присутствии слоя (области) пониженных скоростей или волновода в направлении г. Елец - группа "Михнево" приводят результаты регистрации взрывов от карьеров, расположенных в районе г. Елец.

3. Как известно наибольшее количество импульсов, регистрируемых при грозе сейсмометрами, имеют акустическую природу. При близких грозах на сейсмограммах велика вероятность появления резкого скачка, обусловленного электрическим сигналом от молнии (наводка). Анализ сейсмических записей малоапертурной группы "Михнево" во время гроз в период с 2008 по 2011 гг. показал, что временной интервал между электрическим сигналом от молнии и первым грозовым импульсом изменяется от 0.9 до 6.7 секунд. На основе данных 2008-2011 годов выявлено, что длительность грозовых импульсов варьируется от 0.4 до 1.2 секунд. Амплитуда колебаний и длительность импульса, измеренные на разных сейсмических каналах для одного грозового события, могут отличаться. Отличия связаны с разностью расстояний от источника акустических волн до сейсмоприемника. Амплитудные и временные характеристики грозового импульса для датчиков на поверхности различаются не более, чем в два раза. Сейсмоприемник, расположенный в штольне, регистрирует сигналы с амплитудой приблизительно в 10 раз меньшей, чем датчик на поверхности. По частотному составу импульсы, наблюдаемые на разных каналах от одного грозового события, неодинаковы. Например, для события 21.05.2011 19 часов 6 минут на одних каналах на спектрограмме выделяются частоты 7-40 Гц, а на других 7-20 Гц. Таким образом спектральный состав грозового импульса зависит от расстояния до источника (рис. 4).

Проведены энергетические оценки грозовых импульсов по сейсмограммам. Для импульсов с электрической наводкой рассчитана плотность потока энергии акустической волны (количество энергии, проходящей в секунду через единицу площади) и полная энергия E в предположении, что волна распространяется сферически. По сейсмической записи для грозы 21.05.2011 19:06 $E = 1.5 \cdot 10^6$ Дж, для 21.07.2011 14:01 $E = 1.5 \cdot 10^5$ Дж.

Сравнительный анализ показаний датчика напряженности электрического поля и данных сейсмометра показал, что при грозе напряженность меняется. Это хорошо видно и на записи длиной 1 час и на записи длиной 24 часа. Для более детального анализа необходима полная синхронизация по времени датчика напряженности и сейсмометра и увеличение с 10 до 100 Гц частоты квантования показаний датчика напряженности.

Проанализированы грозовые импульсы на сейсмической станции "Рованиеми" в Финляндии. Данные о местоположении и времени грозы на территории Финляндии предоставлены финским метеорологическим институтом. Анализ спектрограмм грозовых импульсов на станции Рованиеми показал, что максимальные амплитуды сигнала достигаются на частотах приблизительно 30 Гц. Длительность грозовых импульсов 30-60 секунд. При сравнении с грозовыми импульсами, зарегистрированными "Михнево", видно, что на Балтийском щите спектр грозовых импульсов смещен в сторону высоких частот, длительность грозовых импульсов более продолжительная (рис. 5 и 6).

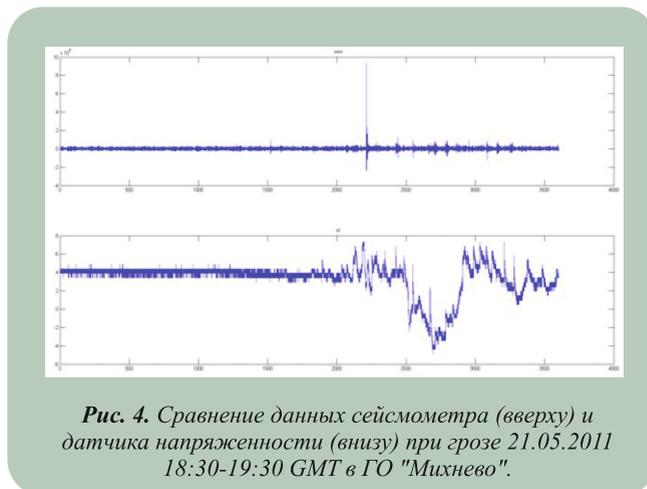


Рис. 4. Сравнение данных сейсмометра (вверху) и датчика напряженности (внизу) при грозе 21.05.2011 18:30-19:30 GMT в ГО "Михнево".

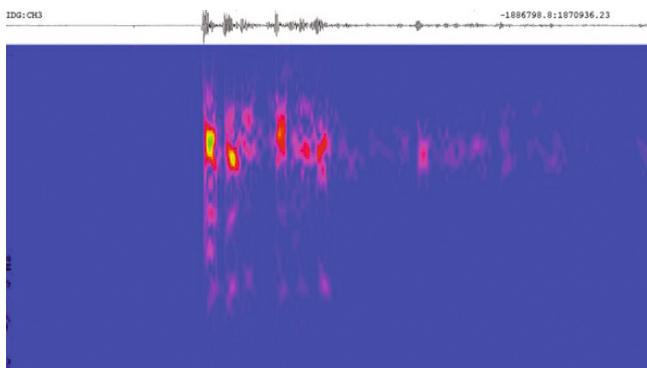


Рис. 5. Спектрограмма грозовых импульсов 21.05.2011. Сейсмометр на поверхности, ГФО "Михнево". Длина записи 28 сек, длительность импульсов около 0.5-0.7 сек

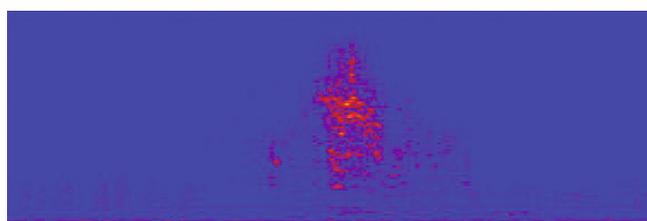


Рис. 6. Спектрограммы грозовых импульсов на с/с RNF (Финляндия). Частотный состав сигнала -10-40 Гц, максимум на 25 Гц. Длина записи 10 мин.

3. Получены новые данные о строении земной коры и верха мантии по сейсмическим записям новым широкополосным трехкомпонентным сейсмическим датчиком (Патенты РФ № 2434249 и 2435175 2011 г.) с применением методики "функция приемника" непосредственно под ГФО "Михнево".

Обработка этих записей производилась следующим образом. Выбирался фрагмент записи от начала Р-волны до начала РР-волны. Исходя из точных координат эпицентра землетрясения и места расположения АЦСС, компоненты Z, N-S и E-W этого фрагмента преобразовывались в компоненты L, Q и T с помощью пакета Seismic Handler. Записи Q-компонент всех отобранных событий были просуммированы, и специальной программой был сформирован стек приёмных функций, относящихся к разным глубинам земной коры, начиная с поверхности и кончая глубиной 800 км. Положительная амплитуда волны, выделяемой на стеке, соответствует увеличению скорости с глубиной на границе обмена, а отрицательная - соответственно уменьшению скорости с глубиной рис. 7. В результате интерпретации удалось определить строение земной коры и мантии под ГФО "Михнево". Граница между осадочным чехлом и кристаллическим фундаментом залегает на глубине около 1.1 км; установлен промежуточный слой в земной коре на глубине 15 км; в диапазоне глубин 20-22 км расположена зона пониженных скоростей. Граница Мохо залегает на глубинах 45-56 км. На глубинах от 120 до 200-250 км выделена зона пониженных скоростей, которая может соответствовать положению астеносферы. Слой Голицына соответствует глубине около 410 км. Данный результат получен впервые.

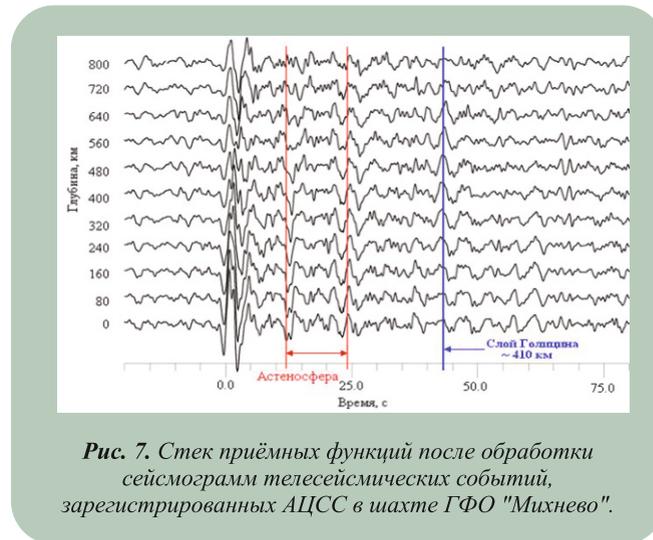


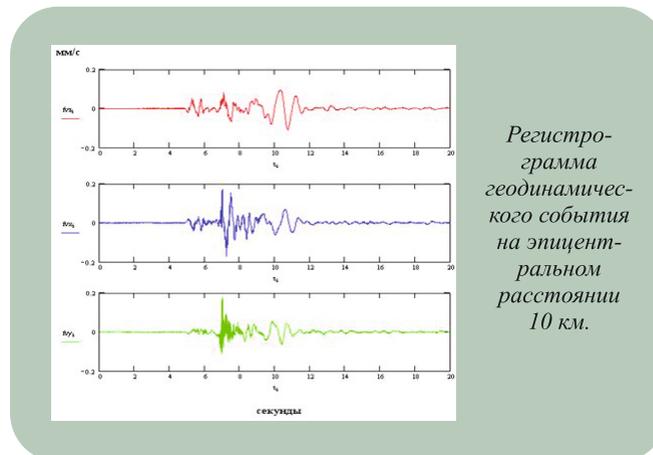
Рис. 7. Стек приёмных функций после обработки сейсмограмм телесеизмических событий, зарегистрированных АЦСС в шахте ГФО "Михнево".

Лаборатория ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГЕОФИЗИКИ, зав. лаб. к.ф.-м.н. В.И. КУЛИКОВ

1. Шахтная сейсмичность и горные удары: регистрация, прогноз, предупреждение. (Работы проводились совместно с лабораторией Геомеханики и флюидодинамики).

По этой теме получены следующие результаты:

- разработан метод дискриминации массовых взрывов и геодинамических явлений в шахтах;
- сформирован электронный банк данных геодинамических явлений (с классом более 4) за два года, вплоть до августа 2011 г., по двум шахтам Воркутинского бассейна, "Комсомольская" и "Северная"; электронный банк содержит около 4000 событий за год;
- выполнен анализ банка данных, по результатам которого установлена зависимость геодинамической активности горного массива с темпами разработки угольного месторождения;
- получены зависимости повторяемости ГДЯ от их класса, по которым оценена вероятность и класс возможных катастрофических горных ударов; оценен объем возможных разрушений горного массива при таких ГДЯ;
- 16 июля 2011 г. станцией геодинамического мониторинга зарегистрирован катастрофический горный удар класса 8,1, который привел к человеческим жертвам и нарушил работу шахты;

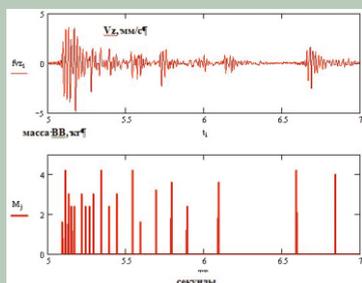


Регистрограмма геодинамического события на эпицентральном расстоянии 10 км.

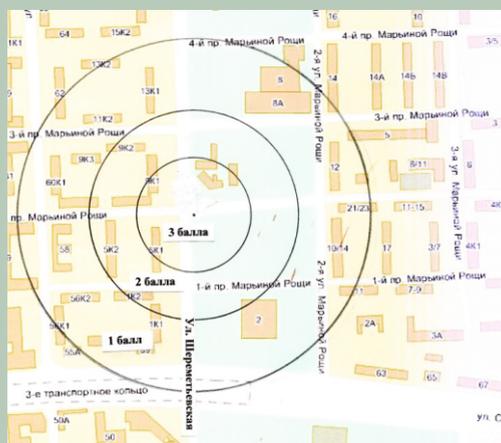
- выявлены особенности геодинамического режима в горном массиве шахты до и после катастрофического горного удара;
- выполнен анализ естественной сейсмической активности региона; установлено, что данное геодинамическое событие не обусловлено тектоническими землетрясениями;
- для Правительственной комиссии по расследованию причин чрезвычайного происшествия на шахте "Северная" 16 июля 2011 г. специалистами Института подготовлено экспертное Заключение.
- на Шерегешской шахте Кемеровской области проведено исследование сейсмического эффекта массового взрыва и последовавшей за взрывом индуцированной сейсмичности горного массива.

2. Катастрофические процессы природного и техногенного происхождения, сейсмичность - изучение и прогноз:

- проведен анализ сейсмических событий с эпицентрами на территории Европейской части России;
- выделены сейсмические события техногенного происхождения на Европейской части России (карьерные взрывы), оценен их класс и магнитуда, описана частота их повторения, показаны особенности волновых форм и их связь с технологией взрывных работ;



Очередность подрыва зарядов и вертикальные колебания в сейсмозрывной волне. Справа интенсивность сейсмического воздействия взрывов метростроя на кварталы города.



Экспертные заключения:

1. По запросу Печерского округа Ростехнадзора и по запросу генерального директора ОАО "Воркутауголь" подготовлено и направлено в соответствующие адреса Заключение специалистов ИДГ РАН по анализу геодинамического события 16 июля 2011 г. на шахте "Северная".
2. Заключение о сейсмическом действии взрывных работ в Афанасьевском карьере цементного сырья.
3. Заключение о сейсмическом действии взрывных работ на газопровод Северный поток.

- выделен отдельный класс сейсмических событий на территории Москвы, источником которых являются взрывные работы на строительстве метро, определен их энергетический класс, выявлены особенности волновых форм, получены спектры сейсмозрывных волн, оценена интенсивность сейсмического действия на застройку и инфраструктуру города;
- подготовлена к изданию книга по техногенной сейсмичности Европейской части России.

Совместно: Лаборатории РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОДИНАМИКИ, ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ, СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИТОСФЕРЫ.

По результатам сейсмических исследований территорий, проектируемых АЭС с помощью малоапертурных групп составлены каталоги сейсмических событий, выделены и проанализированы сейсмические сигналы акустической, грозовой и техногенной природы, а также сигналы, вызванные релаксационными процессами в земной коре.



Пример схемы расположения источников сигналов, зарегистрированных малоапертурной сейсмической группой. Ленинградская область: мониторинг площадки ЛАЭС-2. Кружки красного и розового цвета - эндогенные сигналы; желтые окружности - взрывы; голубым цветом нанесены сигналы от карьерных взрывов.

Использование малоапертурной группы продемонстрировало возможность и необходимость в условиях платформы регистрировать слабые события, которые позволят в достаточно короткие по сейсмологическим меркам сроки собрать представительную статистику сейсмичности исследуемой территории.

Научное направление: ПРИПОВЕРХНОСТНАЯ ГЕОФИЗИКА

Лаборатория РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОДИНАМИКИ, зав. лаб. д.ф.-м.н., профессор А.А. СПИВАК

1. На основе анализа результатов экспедиционных работ в районе Тункинской рифтовой зоны (рис. 1) впервые установлено:

- характер радоновых эманаций определяется наличием хорошо выраженных периодичностей с периодами, соответствующими периодам основных приливных волн. Пространственное распределение средних значений объемной активности подпочвенного радона определяется морфоструктурными особенностями исследуемого участка: на срединных участках Тункинской впадины интенсивность радоновых эманаций заметно ниже по сравнению с крайними участками, представленными выходом скального основания;
- основное влияние на вариации электрического поля у земной поверхности оказывает интенсивность радоновых эманаций, метеорологические факторы и орография района исследований. Средние значения напряженности электрического поля на внутренних участках Тункинской впадины E_z принимает более низкие значения и характеризуется большей стабильностью по сравнению с участками, расположенными на складчатых структурах. Отмеченная особенность объясняется пространственным характером радоновых эманаций, которые выступают в роли основного ионизатора приземного слоя воздуха (рис. 2).

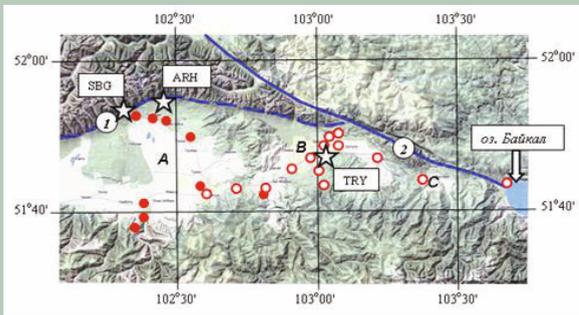


Рис. 1. Схема района инструментальных наблюдений. Звездочки - пункты постоянной регистрации: Субарга (SBG), Ариан (ARH), Торы (TRY), кружки - оперативной регистрации 2009 г. (залитые кружки измерения 2010 г.); основные глубинные разломы: 1- Тункинский, 2 - Главный Саянский; Тункинская ветвь рифтовых впадин: А - Тункинская, В - Торская, С - Быстринская

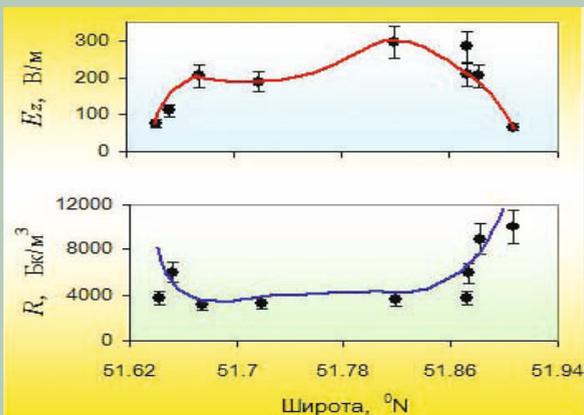


Рис. 2. Объемная активность подпочвенного радона (нижняя панель) и вертикальная компонента электрического поля в приземном слое атмосферы (верхняя панель) в пунктах наблюдений, расположенных вдоль субмеридианного профиля.

2. По результатам анализа данных инструментальных наблюдений впервые установлена корреляция между интенсивностью релаксационных процессов, интенсивностью генерации электрических импульсов в земной коре и вариациями приливной силы (рис. 3).

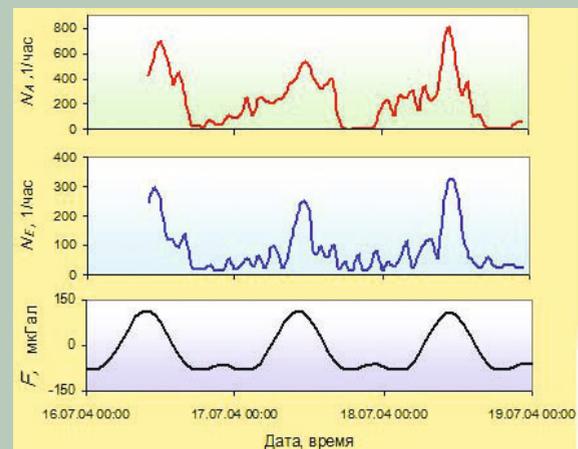


Рис. 3. Количество актов релаксации N_A , электрических импульсов в грунте N_E в зоне влияния Курайской тектонической структуры (Горный Алтай); F_z - вертикальная составляющая приливной силы.

3. В результате численных расчетов установлены величины и характер изменения деформации вещества Земли с глубиной в приливной волне (рис. 4). Впервые получена интегральная оценка действующих в среде напряжений, вызванных приливной волной, которая свидетельствует о том, что с течением времени приливные деформации способны сформировать в земной коре поле достаточно высоких остаточных напряжений, сравнимых по величине с напряжениями, регистрируемыми при инструментальных наблюдениях в массивах горных пород.



Рис. 4.
Деформация
земного
вещества в
приливной волне
с глубиной при
относительной
глубине
убывания
деформации r^* :
0 (1), $0,55R_0$ (2).

Рис. 5.
Зависимость
максимального
модуля полного
вектора
наведенной
геомагнитной
индукции от
модуля полного
вектора
сейсмического
сигнала.

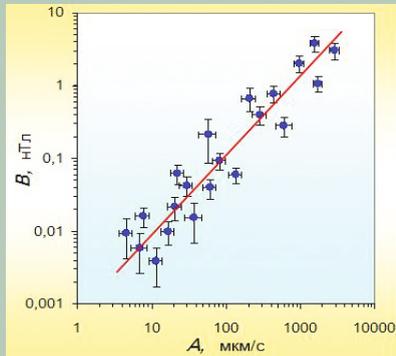


Рис. 6. Временные вариации объемной активности
подпочвенного радона в зоне
Тункинского разлома; сплошная кривая - результаты
вычислений.

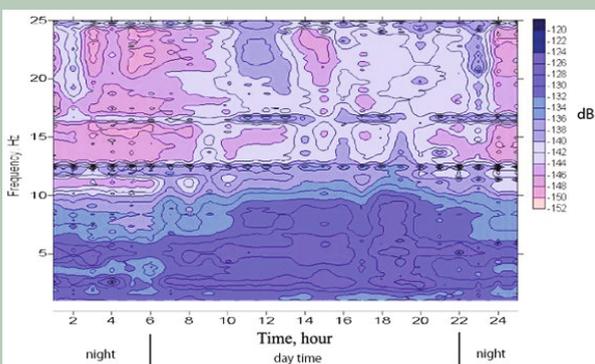


Рис. 7. Результаты суточного спектрально-временного
анализа микросейсмического шума (сейсмическая станция
"Воркута" ИДГ РАН). Спектральная плотность
мощности, дБ (относительно 1 м/с).

4. В результате выполнения инструментальных наблюдений впервые установлено, что сейсмические волны при распространении через разломную зону вызывают вариации геомагнитного поля. Причем при амплитудах сейсмического сигнала, превышающих 5-10 мкм/с, эффект наблюдается в 100% случаях, при более слабых сейсмических возмущениях эффект имеет "мерцательный" характер, причем относительная частота возникновения эффекта падает с уменьшением амплитуды сейсмической волны и составляет в целом по диапазону 2-5 мкм/с примерно 50%. Впервые установлена количественная зависимость между максимальным значением полного вектора вариаций геомагнитного поля в разломных зонах и амплитудой сейсмического возмущения (рис. 5). Длительность наведенных сейсмической геомагнитных вариаций зависит от свойств горных пород.

5. Предложена феноменологическая модель миграции радона из глубины к земной поверхности, которая адекватно описывает реальные особенности эманационного процесса по разломным зонам. Модель позволяет оценивать параметры фильтрационного течения газа в виде эффективного коэффициента диффузии D и скорости конвективного переноса v путем совмещения результатов вычислений с данными инструментальных наблюдений. Полученные при этом величины D и v могут служить основой для оценки геометрических характеристик проницаемых разломов, а также механических и гидродинамических параметров материала-заполнителя (рис. 6).

6. По результатам исследования сейсмических шумов установлены их спектрально-временные особенности, связанные с грунтово-геологическими условиями (рис. 7). На примере лунно-солнечных приливных деформаций впервые показано, что тензочувствительность среды зависит также от тектонических условий. Проведено изучение характеристик и распределения сейсмических шумов совместно с параметрами поглощения и рассеяния сейсмических волн в геологической среде. По результатам вычисления коэффициента корреляции добротности геологической среды со спектральной плотностью микросейсм выделены участки земной коры, характеризующиеся низкой консолидированностью и повышенной гетерогенностью.

В результате выполненной работы установлен характер микросейсмических шумов в разных районах России и Белоруссии. Исследования показали, что в спектрах микросейсмических колебаний присутствует ряд характерных частот, которые могут быть связаны с собственными или резонансными колебаниями отдельных блоков и с внутренним отражением волн на межблоковых пространствах.

7. Получены корреляционные соотношения для амплитудных вариаций сейсмического фона в разных частотных диапазонах. Показано, что возмущения длиннопериодной составляющей микросейсмических колебаний (периоды 10-100 с) со значимой корреляцией вызывают амплитудные вариации микросейсмического фона на высоких частотах (5-20 Гц). При этом запаздывание реакции высокочастотных колебаний меньше для более интенсивных возмущений длиннопериодной составляющей и больше для высокочастотных составляющих, характеризующихся большей частотой (рис. 8). Полученные данные допустимо рассматривать также как свидетельство о направленности развития деформационного процесса в сложно построенной блочно-иерархической среде от большего масштаба к меньшему.

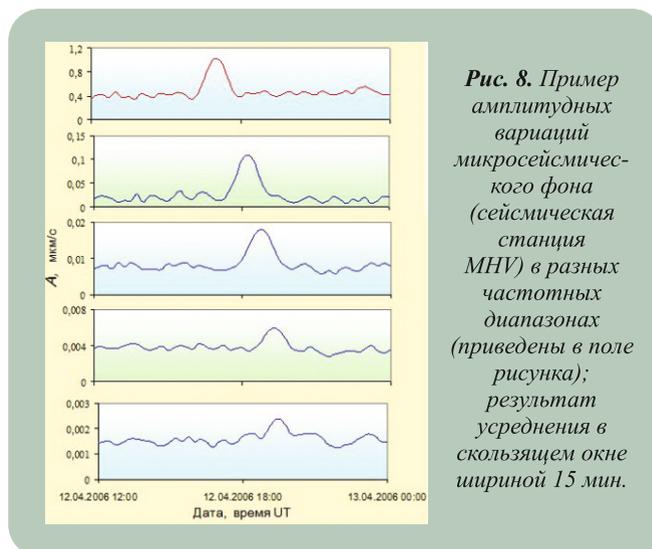


Рис. 8. Пример амплитудных вариаций микросейсмического фона (сейсмическая станция МНУ) в разных частотных диапазонах (приведены в поле рисунка); результат усреднения в скользящем окне шириной 15 мин.

8. Разработана модельная установка, которая позволяет исследовать электрическую поляризацию в прочных пористых материалах при распространении продольных волн сжатия с возможностью изменения периодов и амплитуд волн в широком диапазоне значений (рис. 9).



Рис. 9. Фотография экспериментального стенда с мраморным стержнем.

На основе данных лабораторных экспериментов установлено, что при распространении упругих волн в сухих скальных породах возникают электрические сигналы, амплитудно-частотные характеристики которых зависят от параметров механического воздействия. При этом в одних средах в исследованном диапазоне периодов и амплитуд волн сжатия форма и амплитуда электрического сигнала определяется скоростью деформации среды, а в других - зависит от деформации (совместно с лабораторией Деформационных процессов в земной коре).

Лаборатория Математического моделирования геофизических процессов, зав. лаб. д.ф.-м.н. В.В. ШУВАЛОВ

1. Распространение Азиатского Коричневого Облака (АКО) приводит к повышению приземной температуры. Проникновение приземного слоя аэрозолей АКО в горные регионы вызывает опасение дополнительного таяния ледников. Однако, если вихревыми потоками, инициированными взаимодействием ветра и горной преграды, сажа и пыль будут выноситься в верхнюю часть тропосферы, то эффект будет обратный. Есть некоторые основания полагать, что подобный режим возможен. В связи с этим был проведен ряд численных экспериментов, один из которых представлен ниже.

В расчетах обтекаемый ветром горный профиль выбирался из соображений интенсификации вихрей - длинное плато (40 км), отделенное от долины достаточно крутыми склонами. Форма профиля отражена на рис. 1 темной заливкой. Высота плато - 2 км, скорость ветра - 20 м/с. Предполагается, что набегающий постоянный по величине ветер распространяется параллельно поверхности на всех высотах. Задача рассматривается в двухмерной плоской геометрии.

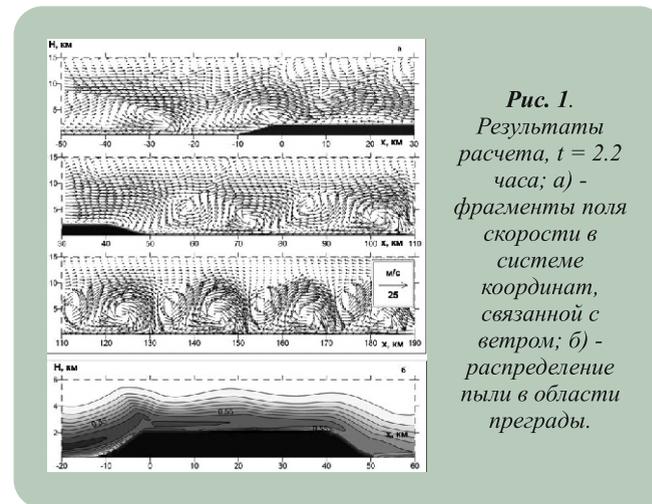


Рис. 1. Результаты расчета, $t = 2.2$ часа; а) - фрагменты поля скорости в системе координат, связанной с ветром; б) - распределение пыли в области преграды.

В результате взаимодействия ветра с исследуемым препятствием генерируется поток, поле скоростей которого в системе координат, связанной с ветром, представлено на рис. 1, а. Интенсивное вихреобразование наблюдается как с наветренной, так и с подветренной стороны, однако над препятствием

вихрей нет. В результате перераспределение взвешенной в атмосфере пыли, равномерно распределенной в набегающем из бесконечности ветровом потоке с удельной концентрацией $c = 1$ от поверхности до высоты $H_d = 2$ км, имеет вид, представленный на рис. 1,б. Концентрация пыли над плато примерно в два раза ниже, чем в набегающем потоке, что является следствием ускорения потока над преградой. Следует отметить, что рассмотрен простейший вид горного профиля. Тем не менее, образовавшиеся вихревые структуры позволяют предположить, что в более сложных условиях, например, при обтекании системы хребтов, вихревые структуры могут взаимодействовать между собой и изменить картину обтекания.

2. В апреле 2010 года произошло относительно слабое извержение вулкана Эйяфьятлайокудль в Исландии, которое вызвало паралич в работе большинства аэропортов Европы. Мы попытались ответить на вопрос, какова вероятность повторения подобной ситуации в будущем, если произойдет извержение того же типа и примерно той же мощности. Для изучения динамики аэрозольного облака была разработана модель, с помощью которой исследовано загрязнение неба над Европой вулканической пылью. В модели учитывалось реальное распределение ветров в атмосфере на разных высотах, осаждение частиц в поле тяжести и турбулентная диффузия. В качестве начальных данных задавалось цилиндрическое облако аэрозольных частиц диаметром 20 км и высотой 2 км. Распределение частиц по размерам, скорость поступления частиц в облако, высота облака задавались в соответствии с данными об извержении вулкана Эйяфьятлайокудль. Тестирование модели на примере распространения аэрозольного облака вулкана Эйяфьятлайокудль продемонстрировало удовлетворительное согласие с наблюдательными данными и результатами теоретического моделирования других исследователей. При другом распределении ветров (например, при постоянном юго-восточном ветре) небо над Европой осталось бы чистым. Для того, чтобы оценить типичность или нетипичность погодных условий в апреле 2010 года и их влияние на распространение пыли от исландского извержения, была проведена серия численных экспериментов, показывающих, какой была бы загрязненная область, если бы рассматриваемое извержение произошло бы в других месяцах того же 2010 года и, для определенности, в тех же числах. При этом использовались реальные распределения ветров в соответствующие периоды времени. Результаты расчетов представлены на рис. 2. Из анализа частоты извержений исландских вулканов и распространения аэрозольного облака в поле характерных ветров следует, что возможно повторение экологической ситуации апреля 2010 года в европейском небе в ближайшие 10-30 лет.

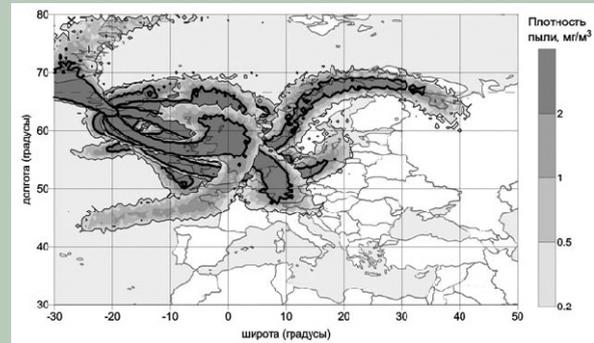


Рис. 2. Распределение пыли в небе над Европой на высоте 9 км через 24 часа после начала извержения. Показаны результаты расчета для 12 вариантов, в которых при одних и тех же начальных данных (соответствующих выбросу пыли вулканом Эйяфьятлайокудль) использовались распределения ветров для 14 января, 14 февраля, ..., 14 декабря 2010 года. Толстые черные линии ограничивают область с концентрацией пыли более 2 мг/м^3 , тонкие черные линии - 0.2 мг/м^3 .

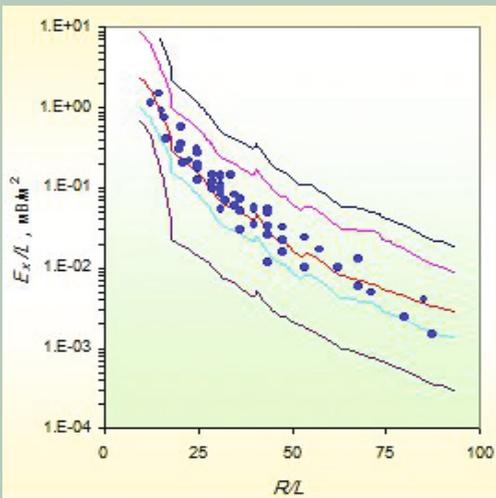


Рис. 3. Представлена зависимость относительной максимальной напряженности горизонтальной компоненты электрического поля на земной поверхности от эциентрального расстояния; квадратики - данные инструментальных наблюдений в зоне влияния Курайской тектонической структуры; кривые 1-5 - результаты расчета для различных размеров блока.

3. Одним из существенных элементов литосферно-ионосферных взаимодействий является полевое взаимодействие, в том числе генерация электрических и магнитных полей, вызванных процессами разрушения в земной коре, сопровождающих природные катастрофы эндогенного и экзогенного происхождений (рис. 3). В рамках этой проблемы разработана дипольная модель генерации электрических и магнитных импульсов в земной коре при

электрической поляризации горных пород с низким водосодержанием в результате квазинезависимого поворота структурного блока при его релаксации в стесненных условиях. Проведено численное 3D моделирование электродинамических процессов при различной ориентации блоков. Показано, что амплитуда электрического и магнитного импульсов, возникающих в окрестности активной грани деформирующегося блока, хорошо согласуется с результатами регистрации электрического поля в приповерхностном слое земной коры в зоне влияния тектонически активной Курайской структуры (Горный Алтай). Модель позволяет проводить сравнение разных участков земной коры по относительной величине параметров механического источника путем сравнения расчетных и экспериментальных данных.

3. В последние годы появился ряд публикаций, в которых обосновывается утверждение, что поток метана из термокарстовых озер достигает 5% от общего потока. Оценка основана на наблюдениях за локальными областями на поверхности ряда термокарстовых озер, где интенсивное истечение метана имеет пузырьковый характер. По мнению авторов, высокая эмиссия метана из термокарстовых озер обеспечивается биогенной генерацией метана из органики, запасенной в субарктической зоне вечной мерзлоты в плейстоценовую эпоху. Однако эта гипотеза недостаточно обоснована из-за существенного подавления метаногенов при низких температурах в глубоких слоях талика.

В связи с этим рассмотрен вопрос о генерации метана в результате дестабилизации верхнего слоя газогидратов зоны вечной мерзлоты. Подобные оценки ранее не проводились. На основе анализа опубликованных теоретических работ о температурном режиме под термокарстовыми озерами и зоны стабильности газогидратов можно сформулировать вывод о возможности газогидратного происхождения потока метана в пузырьковом режиме из термокарстовых озер. Следует также отметить, что существование положительной обратной связи между изменением климата и потоком метана из термокарстовых озер вызывает сомнение, так как отклик в потоке метана, поступающего из образовавшегося в настоящее время термокарстового озера, следует ожидать лишь в отдаленном будущем (порядка 1000 лет).

Научное направление: ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ВЕРХНИХ ГЕОСФЕР

Лаборатория ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОФИЗИКЕ,
зав. лаб. к.т.н. А.Н. ЛЯХОВ

1. В результате проведения координированных наземных и спутниковых наблюдений электромагнитных полей и параметров ионосферы в Байкальской рифтовой зоне получены экспериментальные подтверждения связи ионосферных параметров с геолого-тектонической структурой.

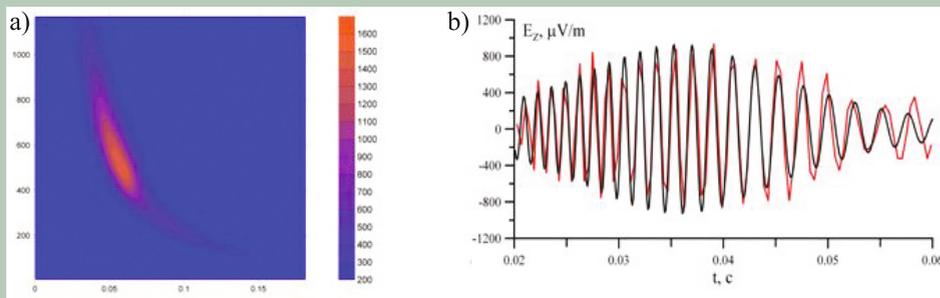


Рис. 1. (а) - экспериментальный сигнал, имеющий форму солитона с чирпом. Зафиксирован спутником DEMETER на высоте ~700 км в ионосферной плазме датчиком ICE, при включении burst-моды регистрации при пролете над Тункинской долиной Байкальской рифтовой зоны 10.08.2009 г. в 14 ч 24 м 46.6 с UT (14 ч 1486.6 с);
(б) - наложение теоретической волновой формы солитона с чирпом на экспериментальную зависимость компоненты волнового электрического поля для этого сигнала.

Обнаружены статистически достоверные специфические крупномасштабные вариации электронной концентрации в ионосфере, кратковременные аномальные вариации ионосферы над зонами пересечения и вдоль основных разломов, интенсивная утечка электромагнитной энергии из волновода Земля-ионосфера над разломами и аномалии магнитного поля, доказывающие изменение токовых систем ионосферы над разлом-

2. Произведена оценка возможных последствий разрушения радиационных поясов Земли и возмущений нижней ионосферы, возникающих за счет вторжения в атмосферу потоков частиц радиационных поясов. Показано, что возмущения спадают до фоновых значений в течение нескольких часов и эффект полного разрушения радиационных поясов Земли не имеет катастрофических воздействий.

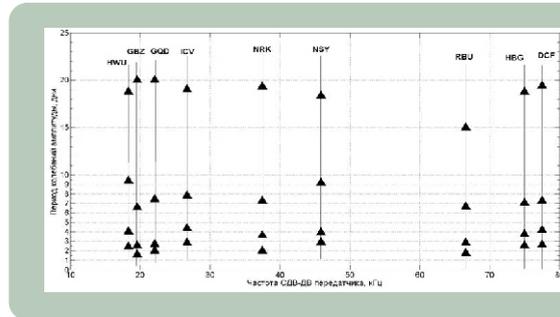


Рис. 2. Периоды планетарных волн (в днях), обнаруженные в записях временного хода амплитуды сигналов СДВ-ДВ радиостанций (указаны трехбуквенным индексом), работающих в диапазоне частот 10-80 кГц.

3. На основе совместного анализа наземных и спутниковых экспериментальных данных в условиях минимума солнечной активности показана сильная региональная изменчивость нижней ионосферы Земли, определяемая планетарными атмосферными волнами и метеорологическими параметрами средней атмосферы, что позволяет сформулировать обратную задачу диагностики динамических процессов в средней атмосфере по результатам мониторинга нижней ионосферы приемом от разнесенных сигналов СДВ-ДВ передатчиков (рис. 2).

**Лаборатория ЛИТОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ СВЯЗЕЙ,
зав. лаб. д.ф.-м.н. Б.Г. ГАВРИЛОВ**

1. В результате проведения координированных наземных и спутниковых наблюдений электромагнитных полей и параметров ионосферы в Байкальской рифтовой зоне получены экспериментальные подтверждения связи ионосферных параметров с геолого-тектонической структурой.

Обнаружены статистически достоверные специфические крупномасштабные вариации электронной концентрации в ионосфере, кратковременные аномальные вариации ионосферы над

2. В 2011 г. в лаборатории велись фундаментальные исследования по теме "Комплексные исследования резонансных явлений в системе литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера и их проявлений в вариациях геомагнитного поля, условиях распространения радиосигналов, вариациях приземного электрического поля и тока". Были созданы полевые аппаратные комплексы для регистрации электромагнитных полей в широком диапазоне частот (рис. 2-3).

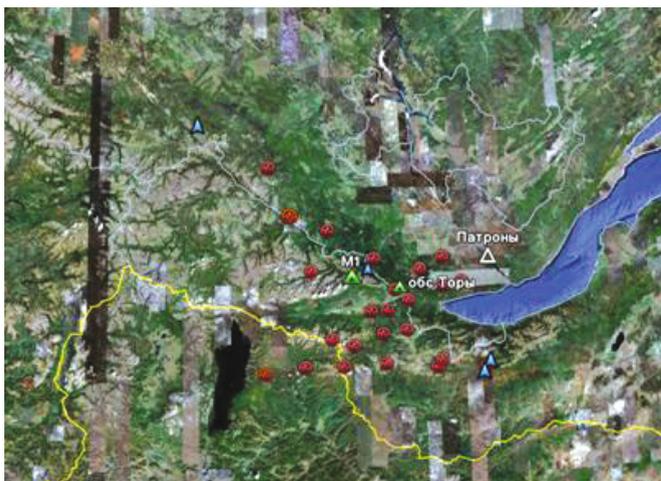


Рис. 1. Фрагмент карты юго-западной части Байкальской рифтовой зоны, над которой были обнаружены всплески полного электронного содержания ионосферы. Их проекции (показаны красными значками) совпадают с основными разломами региона и их пересечением.

зонами пересечения и вдоль основных разломов, интенсивная утечка электромагнитной энергии из волновода Земля-ионосфера над разломами и аномалии магнитного поля, доказывающие изменение токовых систем ионосферы над разломными зонами (рис. 1).



Рис. 2. Антенна комплекса "Плутон".



Рис. 3. Регистратор ADU-07.

1. С помощью растровых электронных микроскопов JEOL 6460 LV и Philips XL 30 FEG получены данные для определения химического и минералогического составов нано- и микро-масштабных частиц, составляющих Атмосферные Коричневые Облака (Atmospheric Brown Clouds или ABC) в Центральной Азии. Сбор нано- и микро-масштабных частиц осуществлялся ранее на Лидарной станции Теплоключенка (Lidar Site) и научной станции Института физики Земли РАН (ИФЗ РАН) в окрестностях Бишкека. Энергодисперсионный рентгеновский анализ проводился на детекторе Sapphire Si (Li) от фирмы "EDAX". На рис. 1 представлены примеры фотографий частиц, составляющих ABC. Кроме минеральных частиц в ABC были обнаружены частицы, химический состав которых определяется черным углеродом. На рис. 2 представлены концентрации органического углерода в ABC.

Таким образом, впервые получены данные для проведения детального химического и минералогического анализа нано- и микро-масштабных частиц ABC для случая Центральной Азии. Исследование представляет существенный интерес для оценки экологической опасности ABC, а также изучения процессов соле-пылепереноса в Азиатском регионе.

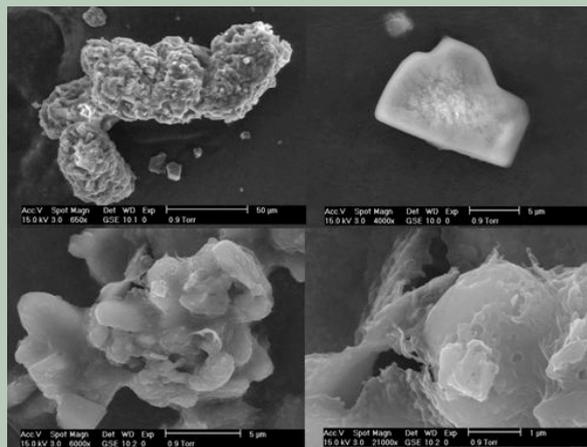


Рис. 1. Примеры фотографий нано- и микро-масштабных частиц из ABC.

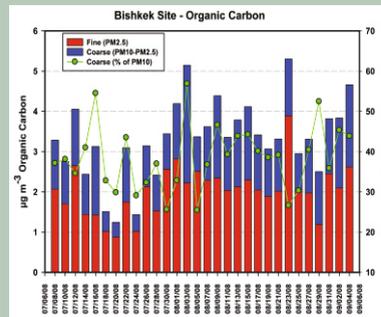


Рис. 2. Концентрации органического углерода в ABC. Представлена доля крупных (coarse) частиц с размерами большими 1 мкм и более мелких (fine) частиц.

2. Рассмотрено влияние эффектов взаимодействия ионов с нейтралами в запылённой ионосферной плазме, а также нагрева электронов при фотоэффекте на зарядку пылевых частиц в запылённой ионосфере. Получено выражение для микроскопического тока ионов на пылевую частицу с учетом взаимодействия ионов с нейтральными атомами и молекулами в запылённой ионосферной плазме для положительного и отрицательного зарядов пылевых частиц.

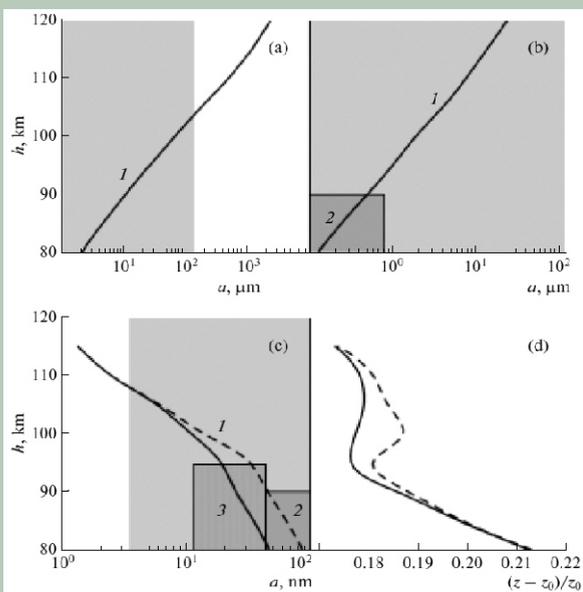


Рис. 3. Области высот h над поверхностью Земли и размеров пылевых частиц a (I-III), где важным оказывается влияние нейтральной компоненты на зарядку пылевых частиц; относительные изменения зарядов пылевых частиц (IV). Цифрами указаны области, соответствующие пылевым частицам метеорного происхождения (1), частицам, формирующим серебристые облака (2) и полярные мезосферные радиоотражения (3). На панели I изображена кривая, ограничивающая сверху область высот для соответствующих размеров пылевых частиц, при которых становится заметной роль нейтралов во время зарядки пылевых частиц в присутствии интенсивного ультрафиолетового солнечного излучения, когда частицы приобретают положительные заряды. Панель II соответствует отрицательно заряженным пылевым частицам. На панели III представлены две кривые, ограничивающие снизу области высот для характерных размеров пылевых частиц, когда нагрев электронов в ионосферной плазме в результате действия интенсивного фотоэффекта оказывает заметное влияние на процесс зарядки пылевых частиц. Сплошная кривая соответствует $n_d = 100 \text{ см}^{-3}$, а пунктирная - $n_d = 1000 \text{ см}^{-3}$. Кривые на панели IV построены для размеров пылевых частиц и высот их локализации, лежащих на соответствующих кривых панели III.

Оказывается, что указанные эффекты могут приводить к существенному уменьшению тока ионов на заряженные пылевые частицы. Найдено условие на концентрации нейтралов в плазме, при которых указанный эффект оказывается ощутимым. Определены области параметров запылённой ионосферы, в которых при вычислении зарядов пылевых частиц следует учитывать взаимодействие ионов с нейтральными атомами и молекулами в запылённой ионосферной плазме. Оказывается, что данное взаимодействие важно при описании серебристых облаков, полярных мезосферных радиоотражений, а также физических явлений, в которых участвуют частицы метеорного происхождения (рис. 3). Показано, что образование фотоэлектронов в процессе зарядки пылевых частиц может приводить к существенному нагреву электронов в плазме, что, в свою очередь, влияет на интенсивность зарядки пылевых частиц. При этом фотоэлектроны, имеющие энергии порядка 1 эВ, отделяются от пылевых частиц и поступают в плазму. Получена зависимость температуры электронов плазмы от времени. Эффективность нагрева электронов зависит от концентрации нейтралов. Определено условие на концентрацию нейтралов, при выполнении которого возможен эффективный нагрев электронной компоненты.

3. Разработана модель неадиабатической атмосферы. Показано, что одним из механизмов переноса наномасштабных пылевых частиц в ионосфере являются вертикальные потоки (стримеры). Так, в частности, возбуждение акустико-гравитационных (АГ) вихрей на высотах 110-130 км в результате развития неустойчивости АГ волн, связанной с ненулевым балансом потоков тепла за счет солнечного излучения, конденсации паров воды, инфракрасного излучения атмосферы и теплопроводности, приводит к существенному переносу пылевых частиц и их перемешиванию на высотах 110-120 км. Получена зависимость времени пребывания частицы в АГ вихре от ее размера. Так, например, для вихря радиусом 3 км (рис. 4), перемещающегося со скоростью 100 м/с указанная зависимость следующая: время t измеряется в минутах, а размер пылевой частицы a - в нанометрах. Слои наномасштабных пылевых частиц в ионосфере толщиной порядка километра, образующиеся на высотах, меньших 120 км, распределяются по области существования АГ вихревых структур. В результате на высотах 110-120 км могут образовываться пылевые вихри. Оказывается возможным перенос частиц вверх на высоты до 130 км. Кроме того, одним из механизмов переноса пылевых частиц в ионосфере являются вертикальные потоки (стримеры), генерируемые пылевыми вихрями в результате развития параметрической неустойчивости. Указанный эффект может иметь важное значение с точки зрения выявления связи неоднородностей ионосферы и присутствующих в ионосфере нано- и микромасштабных частиц.



Рис. 4. Траектории пылевых частиц с размерами 3 нм (кривая 1), 10 нм (кривая 2), 30 нм (кривая 3) в поле скоростей АГ вихря радиусом 3 км, движущегося со скоростью 100 м/с на высоте 110 км.

4. Систематизированы данные по плазменно-пылевым процессам в лабораторной плазме, атмосфере, ионосфере и магнитосфере Земли, а также космической плазме для выявления влияния пылевых частиц на космическую погоду. Показано, что существенным фактором с точки зрения космической погоды являются большие массы пылевых частиц по сравнению с электронами и ионами, что существенным образом модифицирует свойства природных плазменно-пылевых систем по сравнению с обычной плазмой, состоящей из электронов и ионов. Значительные массы пылевых частиц приводят к необходимости учитывать влияние земной гравитации на свойства системы, что, как правило, является не столь существенным, например, для ионосферной плазмы, состоящей из электронов и ионов.

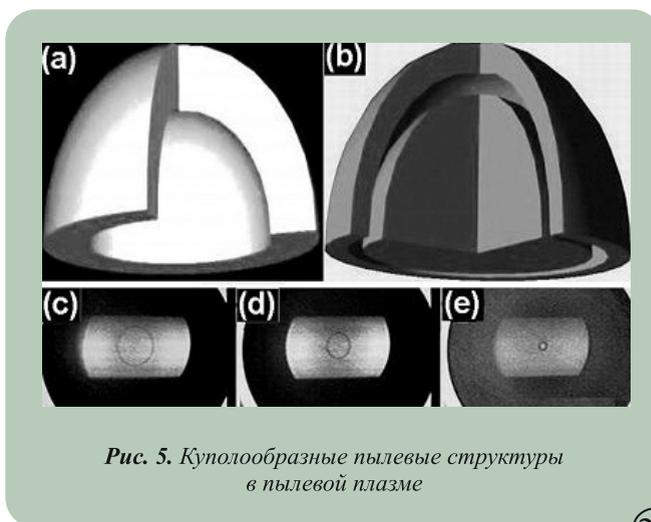


Рис. 5. Куполообразные пылевые структуры в пылевой плазме

В частности, баланс гравитационных и электрических сил может приводить к весьма сложным конфигурациям пыли (см. рис. 5), которые могут встречаться в атмосферных и космических плазменно-пылевых системах. Отметим, что физический механизм, приводящий к формированию пылевых структур, изображенных на рис. 5, до сих пор не ясен и требует дальнейших исследований. Пылевые структуры могут воздействовать на локальные свойства ионосферы, что, в частности, проявляется в изменении диэлектрических свойств ионосферы в присутствии пыли. Соответственно, имеется существенное влияние пыли на генерацию радишумов в ионосфере, что может оказывать влияние на качество радиосвязи. Что касается лабораторного моделирования явлений космической погоды в типичных плазменно-пылевых установках, следует быть осторожными, поскольку в указанных установках существенное влияние на процессы оказывают столкновения и граничные эффекты. Пыль в атмосфере Земли оказывает влияние на погоду. Возможно, имеется связь между плазменно-пылевыми процессами в атмосфере, ионосфере и магнитосфере Земли и глобальным потеплением.

Геофизическая обсерватория "Михнево"

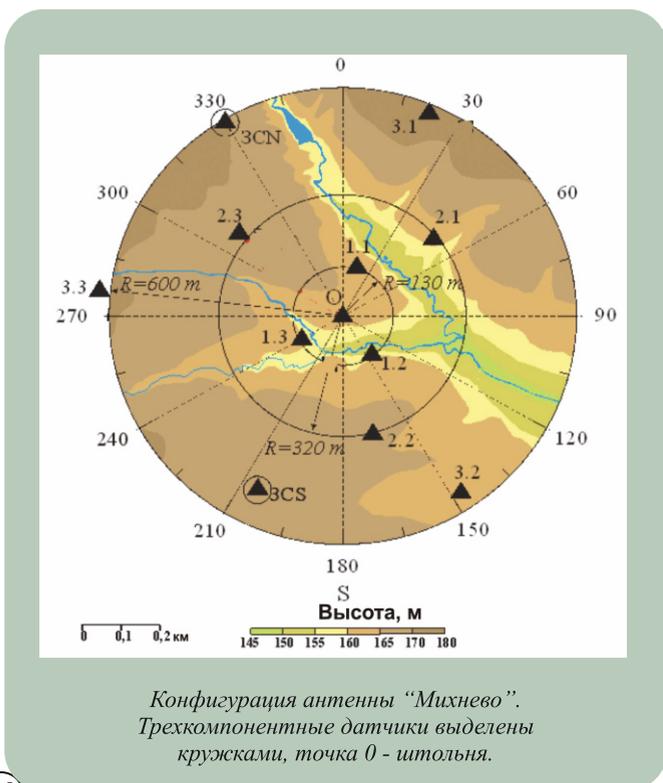
ОСНОВНЫМИ ЗАДАЧАМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБСЕРВАТОРИИ ЯВЛЯЮТСЯ:

1. Комплекс геомеханических наблюдений

- ▲ мониторинг и локация слабых сейсмических событий в пределах Восточно-Европейской платформы;
- ▲ создание банка данных типовых "портретов" волновых форм от взрывов в карьерах;
- ▲ изучение влияния изменения гидрогеодинамической обстановки на микросейсмический фон по данным сейсмологических и гидрогеологических исследований;
- ▲ сбор данных о приливных деформациях и медленных наклонах земной поверхности в районе геофизической обсерватории.

2. Комплекс геоэлектрических, геомагнитных и акустических наблюдений

- ▲ разработка методов и исследования суточных и сезонных вариаций напряженности электрического поля в приземном слое атмосферы;
- ▲ исследование влияния атмосферных и гелиогеофизических процессов и параметров плазмы в ионосфере Земли на вариации приземного электрического поля и приземного атмосферного тока;
- ▲ исследование среднеширотных вариаций геомагнитного поля в диапазоне частот до 1 Гц, пульсаций геомагнитного поля в диапазоне частот 0,01-30 Гц и их связи с магнитными бурями и суббурями, а также резонансными явлениями в системе литосфера-атмосфера-ионосфера;
- ▲ мониторинг вариаций геомагнитного поля, как показателей динамики системы солнечный ветер-магнитосфера-ионосфера, а также техногенных воздействий на ионосферу; изучение акустико-гравитационных волн в приземном слое атмосферы как предвестников опасных явлений (сильные грозы, ураганы, циклоны и др.).



3. Комплекс радиофизических и оптических наблюдений

- ▲ исследование динамики D - и E - слоев ионосферы под действием возмущений "снизу" – со стороны литосферы-атмосферы и "сверху" – со стороны ближнего космоса;
- ▲ изучение механизмов и динамики распространения возмущений в геосферах при воздействии на ионосферу мощного радиоизлучения;
- ▲ исследование вариаций полного электронного содержания ионосферы, вызванных перемещением ионосферных неоднородностей и изменением гелиогеофизических условий;
- ▲ исследование оптических эмиссий в атмосфере.

4. Комплекс накопления, обработки и передачи измерительных данных

- ▲ накопление и первичная обработка измерительных данных, получаемых с измерительных комплексов обсерватории, и последующая передача данных в ИДГ РАН и Интернет с использованием спутникового канала связи.

5. Мобильный комплекс геофизических измерений

- ▲ проведение синхронных с обсерваторскими оперативных наблюдений геофизических процессов в удаленных от обсерватории пунктах.

Интеграция науки и образования

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

Руководство Института активно поддерживает и оказывает содействие молодым ученым в их стремлении к творческому росту и достижению конкретных научных результатов. В текущем году наиболее успешным в научно-исследовательском и учебном процессах молодым сотрудникам Института выплачиваются именные стипендии и специальные надбавки. Стипендию им. И.В. Немчинова получает И.А. Мулдашев, а им. В.Н. Родионова - А.А. Остапчук и Т.Ю. Змушко; надбавки - И.А. Ряховский и Е.А. Виноградов. Кроме того, регулярно проводятся заседания дирекции, ученого совета по вопросам деятельности молодых ученых, аспирантов и студентов.

Работа с молодыми исследователями ведется в следующих направлениях: базовая кафедра, научно-образовательный центр, аспирантура и ведущая научная школа. Деятельность собственного Диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 002.050.01 во многом облегчает и дополняет работу по воспитанию кадров высшей квалификации. В 2011 году были защищены 2 кандидатские диссертации по специальности 25.00.10 - геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Кафедра МФТИ: "ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА ГЕОСИСТЕМ"

В Институте динамики геосфер РАН уже более 40 лет действует базовая кафедра "Теоретическая и экспериментальная физика геосистем" (до 08.11.2011 г. кафедра называлась "Геофизика сильных возмущений") Московского физико-технического института (МФТИ), на которой преподают ведущие научные сотрудники Института. Эта кафедра готовит магистров по программе "010922 - фундаментальная и прикладная геофизика" и бакалавров по программе "010600 - прикладные математика и физика". В 2011/12 учебном году на кафедре обучается всего 35 студентов.



Зам. директора по научной работе д.ф.-м.н. С.Б. Турунтаев знакомит сотрудников МНЦ "Шлюмберже" с экспериментальными лабораториями ИДГ РАН в рамках образовательной программы МФТИ-ИДГ-Шлюмберже.

Базовая кафедра создана с целью повышения качества подготовки студентов, расширения их специализированной подготовки по геофизическим специальностям и для подготовки кадров для ИДГ РАН и других институтов РАН геофизического направления. Возглавляет кафедру академик РАН В. В. Адушкин. Профессорско-преподавательский состав кафедры представлен 10 докторами и 5 кандидатами наук. Преподавателями кафедры разработаны и читаются следующие курсы лекций для студентов 3-5 годов обучения:

- ▲ Геомеханика
- ▲ Приповерхностная геофизика
- ▲ Механика нефтегазоносных горных массивов
- ▲ Геофизические основы выбора и контроля площадок АЭС
- ▲ Экспериментальные методы исследований в геофизике
- ▲ Динамические процессы в геосферах
- ▲ Основы сейсмологии и волновой геодинамики
- ▲ Геофизика импактных событий
- ▲ Основы геофизической газовой динамики
- ▲ Происхождение и ранняя эволюция Земли
- ▲ Флюидодинамические процессы в земной коре
- ▲ Сейсмический мониторинг месторождений углеводородов
- ▲ Введение в геофизику месторождений углеводородов
- ▲ Деформационные процессы в массивах горных пород
- ▲ Введение в физику плазмы и ионосферы
- ▲ Современные методы обработки данных в геофизике
- ▲ Компьютерное моделирование в геофизике
- ▲ Физические процессы при заводнении пласта
- ▲ Измерительные каналы и системы в геомеханике
- ▲ Сейсмическая томография
- ▲ Сейсмология как наука о внутреннем строении Земли

В лабораториях ИДГ РАН на современных установках и стендах для студентов проводятся практические занятия. В ходе подготовки своих квалификационных работ студенты принимают участие в текущей научно-исследовательской работе Института и приобретают навыки работы с современными приборами, применения новейших методов обработки данных, компьютерного программирования и т. д.

С 2005 года в целях подготовки высококвалифицированных научных кадров для развития наукоемких технологий в области нефтедобычи и эксплуатации нефтяных месторождений на базовой кафедре "Теоретическая и экспериментальная физика геосистем" совместно с Московским научно-исследовательским центром "Шлюмберже", НТЦ ОАО "Роснефть" и кафедрой прикладной механики МФТИ действует специализация "Геофизика месторождений углеводородов" по магистерской программе



Ю.В. Поклад, к.ф.-м.н. ведущий научный сотрудник лаборатории Литосферно-ионосферных связей рассказывает студентке 3-го курса Сусанне Беккер о назначении, устройстве, использовании информации измерительного приемника Rohde & Schwarz ESH-3.



*Студенты 3-го курса базовой кафедры Института в сопровождении В.Н. Болдовского, д.г.-м.н., ведущего научного сотрудника аппарата Ученого секретаря знакомятся с работой ГФО "Михнево".
На втором плане: антенна "Плутон-1", входящая в состав комплекса измерений электромагнитных полей.*

010922 - "Фундаментальная и прикладная геофизика". Заведующим специализацией является С.Б. Турунтаев, д.ф.-м.н, зам. директора ИДГ РАН по научной работе. Компания Шлюмберже выплачивает студентам целевой подготовки дополнительные стипендии, привлекает студентов для выполнения научных проектов компании. Сотрудники научно-исследовательского центра "Шлюмберже" и ИДГ являются научными руководителями и консультантами магистрантов МФТИ.

На научном полигоне ИДГ РАН (Геофизическая обсерватория "Михнево") кроме молодых сотрудников Института и аспирантов работают и студенты МФТИ под руководством сотрудников ИДГ РАН. Здесь они проходят практику. ГФО "Михнево" предоставляет возможность студентам ознакомиться с комплексом геофизических наблюдений за ионосферой, магнитным и сейсмическими полями Земли. На территории "Михнево" расположена

малоапертурная сейсмическая группа, являющаяся современным инструментом сейсмического мониторинга на месторождениях углеводородов или в местах размещения особо важных объектов (АЭС, ГЭС и т.д.). Студенческая практика на малоапертурной сейсмической антенне позволяет молодым исследователям кафедры получить навык практического использования сейсмологических наблюдений в различных областях знаний. Координация летней практики студентов с плановыми экспедиционными и мониторинговыми работами позволяет привлечь ведущих специалистов к проведению лекций и практических работ.

Студенты кафедры постоянно участвуют в студенческих, всероссийских и международных научных конференциях и совещаниях. В 2011 году на 54-ой научной конференции МФТИ "Проблемы фундаментальных и прикладных, естественных и технических наук в современном информационном обществе" с докладами выступили 7 аспирантов и студентов. Всего в 2011/12 учебном году было представлено более 45 выступлений.

ВЕДУЩАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА

Научная школа "Геомеханика: механика природных объектов с неоднородной структурой" была основана в 1993 г. В.Н. Родионовым и В.В. Адушкиным.

Научная школа под руководством академика В.В. Адушкина с 1996 г. неоднократно получает поддержку Совета по грантам Президента Российской Федерации по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации.

Основные направления научных исследований коллектива:

1. Современные движения земной коры блочного строения и развитие в ней деформационных процессов на разных масштабных уровнях.
2. Определение механизмов генерации напряженного состояния в структурах земной коры и процессов формирования структур разрушения, зон сжатия и растяжения, тектонических разломов и горизонтальной расслоенности.
3. Воздействие экзогенных (поток солнечной энергии, приливные силы, метеориты и др.) и эндогенных (тепловой поток, гравитация, силы инерции и др.) источников энергии на окружающую среду, в том числе на структуры земной коры.
4. Взаимодействие геосфер: литосферно-атмосферные и литосферно-ионосферные связи.
5. Воздействие техногенных источников (горные работы, подземное строительство, извлечение углеводородов и др.) на земную кору.
6. Изучение оползневых явлений, крупных обрушений и длиннопробежных лавин.

На сегодняшний день коллектив школы насчитывает 30 членов, более половины, из которых молодые ученые в возрасте до 35 лет.

В рамках образовательной деятельности в 2011 году издано учебное пособие:



Кочарян Г.Г. Деформационные процессы в массивах горных пород: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2011. 366 с. ISBN 978-5-7417-0386-1.

Пособие основано на курсе лекций для студентов 5-го курса МФТИ, специализирующихся по направлениям "Геофизика месторождений углеводородов" и "Механика гетерогенных сред и нефтяной инженеринг".

Рассматриваются физические основы деформирования массивов горных пород на разных иерархических уровнях - от нарушений микроструктуры твердого тела до процессов планетарного масштаба. Наряду с классическими представлениями в пособии содержатся оригинальные результаты, опубликованные в последние годы в научной периодике.

Предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей, специализирующихся в области наук о Земле.

Ведущая научная школа ИДГ РАН является победителем конкурса на право получения грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ в области знания: "Науки о Земле, экологии, рациональном природопользовании".

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, предоставляющими гражданам Российской Федерации возможность повышения уровня научной квалификации. Согласно лицензии на право осуществления образовательной деятельности послевузовского профессионального образования (рег. № 1524 от 20.07. 2011 г.) ИДГ РАН проводит ежегодный набор в аспирантуру лиц, имеющих высшее профессиональное образование, по следующим специальностям: 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых; 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Руководство аспирантами как Института, так и Московского физико-технического института осуществляется ведущими научными сотрудниками ИДГ РАН. Обучение в аспирантуре проводится по очной и заочной формам за счет бюджетных средств и на договорной основе. В 2011/12 учебном году в аспирантуре обучается 6 аспирантов. Кроме того, ведущие сотрудники Института являются научными руководителями 8 аспирантов 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 заместитель директора ИДГ РАН по научной работе, д.ф.-м.н. С.Б Турунтаев.

Целями НОЦ является:

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

Для достижения вышеперечисленного решаются следующие основные задачи:

- ▲ развитие и проведение прикладных исследований и фундаментальных НИР в области снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф в геофизических средах;
- ▲ приобщение преподавателей и студентов к научным исследованиям и технологическим разработкам НОЦ, а также привлечение квалифицированных сотрудников научных и промышленных организаций к чтению спецкурсов и руководству учебно-исследовательскими, курсовыми и дипломными работами, практикой студентов и стажировкой аспирантов;
- ▲ обеспечение взаимодействия фундаментальной и прикладной науки с образовательным процессом на всех его стадиях;
- ▲ воспитание высококвалифицированных научных кадров путем привлечения к выполнению фундаментальных и прикладных исследований студентов, аспирантов, докторантов, создание резерва преподавательских кадров;
- ▲ проведение политики, направленной на закрепление молодежи в науке и системе образования, организация конкурсов по поддержке молодых ученых, стажировок молодых исследователей МФТИ и ИДГ РАН;
- ▲ повышение уровня учебно-методической работы путем создания новых учебных программ, учебников, пособий;
- ▲ укрепление материально-технической базы образовательного процесса, научных исследований и технологических разработок НОЦ.

Образовательная деятельность НОЦ осуществляется факультетом Аэрофизики и Космических Исследований МФТИ и лабораториями ИДГ РАН. Подготовка молодых специалистов проводится по профилям направления подготовки "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.

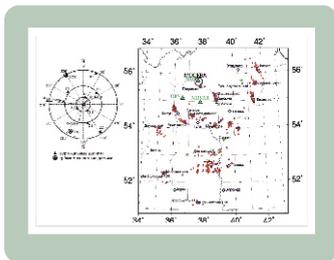
Научная деятельность НОЦ ведется в лабораториях МФТИ и ИДГ РАН и проводится в рамках Программ Федеральных целевых, отраслевых Минобрнауки и РАН, а также по международным контрактам и программам сотрудничества. Основными принципами организации научной деятельности являются:

- сочетание фундаментальных и прикладных исследований и разработок с образовательным процессом;
- широкое привлечение к исследованиям студентов, аспирантов и молодых ученых и специалистов.

Инновационная и патентно-лицензионная деятельность

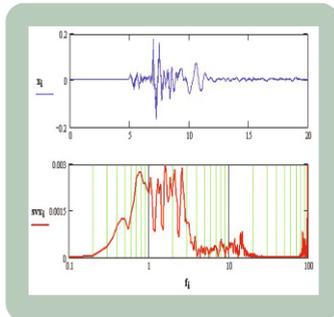
Инновационная деятельность института в 2011 году была направлена на создание результатов интеллектуальной деятельности, готовых к практическому использованию. Так, по результатам законченных научно-исследовательских работ к практическому использованию готовы следующие разработки:

1. Геофизический комплекс регистрации сейсмических, гидрогеологических, акустических (инфразвуковых), электромагнитных сигналов и метеопараметров приземного слоя атмосферы на геофизической обсерватории "Михнево"



Разработан инструментальный комплекс, включающий малоапертурную сейсмическую группу, систему прецизионных гидрогеологических наблюдений в скважине, широкополосную акустическую группу, систему измерений электрических и магнитных полей и метеопараметров в приземном слое атмосферы. Комплекс предназначен для мониторинга фоновых параметров геофизических полей и регистрации откликов, связанных с природными и техногенными источниками в земной коре и атмосфере и прогноза катастрофических явлений.

2. Метод дискриминации взрывов и геодинамических явлений



Разработан метод дискриминации взрывов и геодинамических явлений в шахтах по волновым формам, апробированный и применяемый на шахтах Воркутинского угольного бассейна и Таштагольского железорудного месторождения. Определены количественные соотношения между пространственно-временными и энергетическими параметрами сейсмичности и характеристиками технологических и взрывных работ. Выявлены прогностические особенности сейсмической активности шахт перед катастрофическим горным ударом. Внедрение данного метода позволит повысить эффективность мер по снижению риска катастрофических геодинамических событий при разработке месторождений полезных ископаемых.

3. Трехкомпонентная автономная цифровая сейсмическая станция



Разработана и внедрена в практику научных исследований трехкомпонентная автономная цифровая сейсмическая станция, в которой использованы разработки, защищенные патентами РФ №№ 2434249 и 2435175. Станция предназначена для регистрации природных и техногенных источников, а также для мониторинга сейсмического фона.

4. Однокомпонентный портативный сейсмометр



Разработан и внедрен в практику научных исследований однокомпонентный портативный сейсмометр, в котором использованы разработки, защищенные патентами РФ №№ 2400777, 2434249 и 2435175. Однокомпонентный портативный сейсмометр предназначен для регистрации природных и техногенных источников.

В целях повышения эффективности внедрения в производство и практику результатов интеллектуальной деятельности в отчетном году в Институте функционировало, созданное в 2009 году, новое подразделение – группа по инновациям и интеллектуальной собственности.

К 2012 году сотрудники Института получили следующие патенты и свидетельства:

Свидетельства государственной регистрации на программы для ЭВМ и базы данных

№ п/п	Вид объекта	Номер свидетельства	Название	Авторы
1.	Свидетельство	2010614477	Молния-X (программа для ЭВМ)	А.Н. Ляхов
2.	Свидетельство	2010614476	ОЗР-РНР (программа для ЭВМ)	А.Н. Ляхов

Патенты на изобретения и полезные модели, поддерживаемые Институтом

№ п/п	Вид объекта	Номер патента	Название	Авторы
1.	Изобретение	2400777	Автономный сейсмоприемник с цифровой регистрацией сейсмических данных	С.А. Королев
2.	Изобретение	2434249	Автономный цифровой сейсмометр	С.А. Королев
3.	Изобретение	2435175	Автономный цифровой сейсмометр	И.П. Башвилов, Ю.Н. Зубко, С.Г. Волосов, С.А. Королев
4.	Полезная модель	111689	Устройство для коррекции частотной характеристики датчика	Н.В. Кабыченко, Д.В. Павлов, А.Н. Беседина

Международное сотрудничество

▲ Продолжается сотрудничество ИДГ РАН с Геофизической обсерваторией Соданкула университета г. Оулу (Финляндия) по теме "POLENET/LAPNET-Проект № 2". Согласно проекту в 2011 году детально проанализирована сейсмичность двух районов Северной Фенноскандии. Основным результатом минувшего года является выявление и детальный анализ землетрясений, произошедших в Ботническом заливе, а также разработка методики выделения на сейсмограммах слабых локальных сейсмических событий, не занесенных в национальные базы данных.

▲ Продолжаются совместные исследования с Центром космических исследований в г. Варшаве (Польша). Исследования проводятся в рамках Российско-Польской (Польско-Российской) исполнительской рабочей группы по фундаментальным космическим исследованиям. В работе группы с российской стороны участвуют также ИКИ РАН и ИЗМИ РАН. Исследования подразумевают ежегодные встречи российских и польских участников. В 2011 году в г. Варшаве зав. лаб. Микроструктурных объектов в геофизике, д.ф.-м.н. С.И. Попель выступил с докладом "Turbulence and Dusty Plasma" ("Турбулентность и пылевая плазма").

▲ Третий год подряд Институт участвует в мероприятиях с Центром теоретической физики им. Абдуса Салама в г. Триесте (Италия). В текущем году это участие заключалось в работе Международной рабочей группы по управляемому термоядерному синтезу и физике плазмы.

▲ Заключен Договор с Институтом сейсмологии Киргизской академии наук по изучению механизма формирования и перемещения крупномасштабных скальных оползней.

▲ Совместно с Институтом земной коры СО РАН и Монгольской академией наук проводятся полевые исследования по поиску и изучению палеосейсмодис-

▲ Составлена программа дальнейших работ, направленных на уточнение землетрясений, происходивших в районе Улан-Батора и степени сейсмической опасности города.

▲ Сотрудничество с Институтом планетарных исследований, г. Тусон (США) по изучению земных кратеров (Метеор, Чиксулуб) и кратеров на Марсе. Совместное исследование физиков и геохимиков позволит воспроизвести не только распределение выбросов из кратеров, но и их состав.

▲ Совместная работа с Ливерморской национальной лабораторией (США) по теме "Сейсмичность северных территорий России". Выполняются сейсмические наблюдения на сейсмической станции "Воркута". Анализируются параметры микросейсмического шума, природных и техногенных сейсмических событий.

▲ Совместная работа с Организацией по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (Вена, Австрия) по теме "Разработка способов обнаружения подземных контрастных неоднородностей с помощью пассивных сейсмических методов".

▲ Анализ строения крупных (более 100 км в диаметре) ударных кратеров на Марсе, проведенный в ИДГ РАН, использован в совместном со специалистами Европейского космического агентства (ESA) и Свободного университета Берлина (Free University, Berlin, Germany) проекте.

▲ Заключено Соглашение между АО "Национальный центр космических исследований и технологий" (Казахстан), Институтом океанологии РАН им. П.П. Ширшова, Институтом динамики геосфер РАН, Казахским национальным техническим университетом им. К.И. Сатпаева и ООО "ГеоТехШельф" о создании Консорциума с целью изучения влияния разработки месторождений углеводородов на сейсмические и деформационные процессы в Прикаспийском регионе.

Публикации в журналах, сборниках и трудах конференций

В 2011 году изданы 2 сборника и учебник:

Динамические процессы в геосферах, выпуск 2 // Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. 208 с. ISSN 2222-8535.

Межгеосферные взаимодействия // Материалы семинара-совещания (Москва, 26-27 сентября 2011 г.). М.: ГЕОС. 2011. 138 с. ISBN 8-978-89118-577-7.

Кочарян Г.Г. **Деформационные процессы в массивах горных пород: учебное пособие** // МФТИ, 2011, 22 п.л.2.

ПУБЛИКАЦИИ В РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИЗДАНИЯХ, СБОРНИКАХ

1. Адушкин В.В., Кочарян Г.Г. Санина И.А. **О вкладе взрывных работ в развитие сейсмодеформационных процессов в регионе** // ДАН, 2011, т. 441, № 1. С.92-94.
2. Адушкин В.В., Кочарян Г.Г. **Триггерные процессы в геосистемах** // Физика Земли. 2011, № 3, С. 110-112.
3. Адушкин В.В., Спивак А.А., Локтев Д.Н., Соловьев С.П., Харламов В.А. **Особенности геофизических полей Тункинской рифтовой зоны** // Физические поля Земли и динамика взаимодействующих геосфер. М.: "Светоч+", 2011.
4. Адушкин В.В., Глазачев Д.О., Печерникова Г.В., Витязев А.В. **Земля, как открытая система. Космические периодичности** / М.: ГЕОС. 2011. С.-
5. Адушкин В.В., Спивак А.А., Локтев Д.Н., Соловьев С.П., Харламов В.А. **Особенности геофизических полей Тункинской рифтовой зоны** // Физические поля и динамика взаимодействующих геосфер. М.: «Светоч+», 2011.
6. Адушкин В.В., Спивак А.А., Локтев Д.Н., Соловьев С.П., Харламов В.А. **Инструментальные наблюдения за геофизическими полями Тункинской рифтовой зоны** / Межгеосферные взаимодействия : материалы семинара-совещания. М.: ГЕОС, 2011.
7. Адушкин В.В., Каазик П.Б., Спивак А.А. **Вклад лунного прилива в напряженно-деформированное состояние земной коры** // Динамические процессы в геосферах : сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2011. ISSN 2222-8535.
8. Ан В.А., Годунова Л.Д., Каазик П.Б. **Тренд времени пробега продольной сейсмической волны на станциях Казахстана и Кыргызстана** // Вестник НЯЦ РК. Курчатов. НЯЦ РК. 2011. Вып. 4(48).
9. Беседина А.Н., Кабыченко Н.В., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В. **Коррекция частотных характеристик сейсмических датчиков и шумы соответствующих измерительных каналов** // Сейсмические приборы. 2011. № 2, Т. 47, С. 11-20.
10. Беседина А.Н., Кабыченко Н.В., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В. **Численная коррекция сейсмограмм и шумы измерительного канала** // Сейсмические приборы. 2011. № 2, Т. 47. С.100-108
11. Беседина А.Н., Кабыченко Н.В. **Исследование сейсмических колебаний в длиннопериодной части спектра** // Труды МФТИ. 2011. № 3, Т. 3, С. 14-19.
12. Будков А.М., Кочарян Г.Г. **Влияние частоты внешнего возмущения и характеристик контакта на процесс накопления перемещений** // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 49-58.
13. Быстров Р.П., Дмитриев А.С., Дмитриев В.Г., Перунов Ю.М., Черепенин В.А. **Современные космические системы связи и особенности их развития** // Радиотехника, 2011, № 10, с. 4-19.
14. Волосов С.Г., Королёв С.А., Солдатенков А.М. **Система синхронизации записей станций малоапертурной сейсмической антенны «Михнево»** // Сейсмические приборы, 2011, т. 47, № 4, с. 62-70.

15. *Витязев А. В., Печерникова Г.В. Происхождение и ранняя эволюция Солнечной системы / Активность Солнца и звезд на разных этапах их эволюции: сб. ст. рабочего совещания-дискуссии (Москва 17-18 декабря 2010) / Под ред. В.Н. Обридко, Ю.А. Наговицын. Санкт-Петербург, 2011. С. 161-176.*
16. *Витязев А.В., Печерникова Г.В. Астрофизика и слабая форма гипотезы панспермии // Сб. тр. по Программе Президиума РАН № 25 (подпрограмма 1) / Под ред. Э.М. Галимова. 2011.*
17. *Воспоминания о Льве Исааковиче // К 100-летию со дня рождения / Под ред. О.В. Петрова. Санкт-Петербург. 2011. 224 с.*
18. *Гаврилов Б.Г., Д.В. Егоров, Б.Д. Христофоров. Банк данных вариаций геофизических полей и параметров ионосферы геофизической обсерватории ИДГ РАН “Михнево” // Динамические процессы в геосферах, выпуск 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 203-207.*
19. *Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В., Свинцов И.С. Мониторинг уровня подземных вод по данным прецизионных измерений // Геоэкология. 2011, № 5. С. 153-157.*
20. *Горбунова Э.М., Свинцов И.С. Ретроспективный анализ режима подземных вод при проведении крупномасштабных экспериментов // Вестник НЯЦ РК, вып. 4 (48), 2011.*
21. *Змушко Т.Ю., Турунтаев С.Б., Куликов В.И. Связь шахтной сейсмичности с режимом горных работ на шахтах Воркуты // Динамические процессы в геосферах: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011, с.100-111.*
22. *Ивлев А.А., Дубинский А.Ю. О природе светоиндуцированной компоненты темнового дыхания растений // Биофизика. 2011. Т. 56. № 4. С. 696-704.*
23. *Иванов Б.А. Использование ударных кратеров для оценок возраста поверхности в сравнительной планетологии // Ломоносов и Гумбольдт: Научное сотрудничество России и Германии – от истоков до наших дней / Под ред. Т.С. Илларионовой. М.: Институт энергии знаний МГУ, 2011, с. 211-218.*
24. *Ковалева И.Х. Форма спектра низкочастотного сигнала, регистрируемого при модулированном нагреве нижней ионосферы // Динамические процессы в геосферах, выпуск 2 :сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 189-195.*
25. *С.И. Копнин, А.А. Моржакова, С.И. Попель, П.К. Шукла. О некоторых процессах, сопровождающих зарядку частиц в ионосферной плазме // Физика плазмы. 37, No. 8 (2011), с. 745-755.*
26. *Косарев И.Б., Соловьев С.П. Физические модели генерации электромагнитных сигналов при деформации и разрушении горных пород с низкой пористостью // Динамические процессы в геосферах, в. 2.:сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2011. С. 165-176.*
27. *Кочарян Г.Г., Кишкина С.Б., Остапчук А.А. Сейсмогенная ширина разломной зоны // Доклады академии наук. 2011. Т. 437. № 2, с. 1-4.*
28. *Кочарян Г.Г., Санина И.А., Гамбурцева Н.Г. и др. Временные вариации характеристик локальных участков земной коры по данным сейсмических наблюдений // Физика Земли. 2011, № 4, с.58-66.*
29. *Кочарян Г.Г., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Марков В.К., Марков Д.В., Перник Л.М. Гидрогеологический отклик подземных коллекторов на сейсмические колебания // Физика Земли, 2011, № 12, с. 50-62.*
30. *Кочарян Г.Г. Остапчук А.А. Изменение жесткости разломной зоны в ходе сейсмического цикла // ДАН. Т. 441, № 3, с. 384–387.*
31. *Кочарян Г.Г. Марков В.К., Марков Д.В., Перник Л.М. Экспериментальное исследование закономерностей деформирования малопрочных тонких слоев геоматериалов // Физическая мезомеханика. 2011. Т. 14, № 6. С. 63-70.*
32. *Кочарян Г.Г., Остапчук А.А., Марков В.К. Изменение жесткости контакта между блоками горной породы в ходе прерывистого скольжения // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2011. С. 40-49. ISSN 2222-8535.*
33. *Куликов В.И., Гончаров А.И. Определение работоспособности ВВ по сейсмическому эффекту взрыва // Взрывное дело, № 105/62, 2011, с. 176-184.*
34. *Куликов В.И., Гончаров А.И., Адушкин А.В. Сейсмика взрывных работ метростроя // Динамические процессы в геосферах, в. 2 : сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011, с. 88-99*
35. *Куликов В.И., Дмитриев А.Н., Гончаров А.И., Седоченко В.В. Сейсмическое и акустическое действия буровзрывных работ при строительстве метро // Горный информационно-аналитический бюллетень. Изд МГГУ. № 12, 2011, с. 256-266.*
36. *Локтев Д.Н., Соловьев С.А., Рыбнов Ю.С. Мониторинг геофизических полей на границе литосфера-атмосфера в Тункинской долине // Физика окружающей среды: сб. ТГУ. Томск, 2011. С. 172-175.*
37. *Лосева Т.В., Спивак А.А., Кузьмичева М.Ю. Дипольная модель генерации импульсных электрических сигналов в земной коре // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2011. С. 158-165. ISSN 2222-8535.*
38. *Марков В.К., Марков Д.В., Перник Л.М. Исследование закономерностей деформирования межблоковых промежутков // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС,*

39. Николаев А.В., Башилов И.П., Keh-Jian Shou, Свалова В.Б., Манукин А.Б., Зубко Ю.Н., Бехтерев С.В., Казанцева О.С., Ребров В.И., Волосов С.Г., Королёв С.А. **Сейсмо-деформационный мониторинг экологически опасных объектов и опасных природных процессов** // Мониторинг. Наука и технологии, 2011, № 2 (7), с. 6-18.
40. **Онежская палеопротерозойская структура: геология, тектоника, глубинное строение и минерагения** // Карельский научный центр / Под ред. Л.В. Глушанина, Н.В. Шарова, В.В. Щипцова. Петрозаводск.: 2011. 431 с. ISBN 978-5-9274-0456-8
41. Перник Л.М. Кочарян Г.Г., Виноградов Е.А., Горбунова Э.М. Марков В.К., Марков Д.В. **Гидрогеологический отклик подземных коллекторов на сейсмические колебания** // Физика Земли. 2011. № 12.
42. Перник Л.М. Кочарян Г.Г. Марков В.К., Марков Д.В. **Экспериментальное исследование закономерностей деформирования малопрочных тонких слоев геоматериалов** // Физическая мезомеханика. 2011. Т. 14, № 6.
43. Попова О.П., Рыбнов Ю.С., Харламов В.А. **Генерация волновых возмущений в системе о. Байкал-Тункинская долина** // Межгеосферные взаимодействия. М.: ГЕОС, 2011, с. 53-74.
44. Ризниченко О.Ю., И.А. Санина, О.А. Усольцева. **Исследование Талассо-Ферганской разломной зоны по данным землетрясений с $M < 5$** // Геодинамика. № 2 (11.) Львов: Изд-во Львівської політехніки. 2011, с. 263-265.
45. Рыбнов Ю.С., Соловьев А.В., Харламов В.А. **Генерация волновых возмущений давления бризово-долинной циркуляцией в системе оз. Байкал-Тункинская долина** // Физика окружающей среды: сб. ТГУ. Томск, 2011. С. 168-171.
46. Санина И.А., Кишкина С.Б., Локтев Д.Н., Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л., Волосов С.Г. **Опыт сейсмического мониторинга площадок размещения АЭС на Восточно-Европейской платформе** // Геодинамика. № 2(11) 2011. Львов. Изд-во Львовский политех. С. 275-278.
47. Сергеев В.Н. **Нейтринная томография в геофизике** // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 33-38.
48. Светцов В.В. **Поздняя метеоритная бомбардировка и дефицит следов ударного пара на луне** // Динамические процессы в геосферах, вып. 2: сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 26-33.
49. Сероглазов Р.Р., Кишкина С.Б., Аронов А.Г., Колковский В.М., Аронова Т.И. **К вопросу о связи сейсмических шумов с геологической средой** // Республика Беларусь. Природопользование. 2011. Вып. 20. С.48-58.
50. Спивак А.А. **Оценка жесткости разломных зон земной коры на основе сейсмических данных** // Физика Земли. 2011. № 7. С. 44-53.
51. Спивак А.А., Шувалов В.В. **Вариации радоновых эманаций как характеристика степени деформируемости разломных зон земной коры** // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 135-143.
52. Спивак А.А. Харламов В.А. **Корреляция между длиннопериодными и высокочастотными составляющими микросейсмического фона** // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2011. С. 108-119. ISSN 2222-8535.
53. Спивак А.А., Соловьев С.П., Харламов В.А. **К электрическим эффектам в земной коре в зоне влияния Тункинского разлома** // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2011. С. 150-158. ISSN 2222-8535.
54. Спивак А.А. **Оценка жесткости разломных зон по сейсмическим данным** // Современное состояние наук о Земле. М.: МГУ, 2011. С. 1780-1784.
55. Хазинс В.М. **Влияние орографических возмущений на прозрачность запыленного воздуха** // Динамические процессы в геосферах, в. 2: сб. научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2010. С. 229-238.
56. Шувалов В.В., Хазинс В.М., Трубецкая И.А. **Анализ распространения аэрозольных облаков, инициируемых извержениями исландских вулканов** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 2: сб. научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 128-135.
57. Хазинс В.М. **Геологические источники метана** // Динамические процессы в геосферах. Выпуск 2: сб. научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС. 2011. С. 120-128.
58. В.В. Шувалов, И.А. Трубецкая. **Численное моделирование высокоскоростных выбросов при ударах комет и астероидов: предварительные результаты** // Астрономический Вестник. 2011, том 45, № 5, с. 402-411.
59. Щукин Ю.К. **Структура, свойства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы** // Геофизический вестник Евро-Азиатского общества (ЕАГО). 2011, № 8. С. 3-5.
60. Adushkin V.V., Vityazev A.V., Pechernikova C.V. **To development of the theory of the origin and early evolution of the Earth** // Перевод на англ. монографии Проблемы зарождения и эволюции биосферы / Под ред Э.М. Галимова. М.: Книжный дом «Либроком», 2008. – 552 с

61. Assinovskaya B., Schukin J., Gorshkov V., Sherbakova. **On recent geodynamics of Eastern Baltic Sea region** // Journal "Baltica". Vol. 24. 2011.
62. Artemieva N. and Pierazzo E. (2011) **The Canyon Diablo impact event: 2. Projectile fate and target melting upon impact** // M&PS 46, pp. 805-829.
63. Benkadda S., Klochkov D.N., Popel S.I. and Izvekova Yu.N. **Nonlinear Excitation of Zonal Flows and Streamers in Plasmas** // Physics of Plasmas 18, No. 5 (2011) 052306, 11 pages.
64. Burleigh, K.J., Melosh H.J., Tornabene L.L., Ivanov B., McEwen A.S. and Daubar I.J. **Impact Airblast Triggers Dust Avalanches on Mars** // Icarus, 2011 [doi: 10.1016/j.icarus.2011.10.026].
65. Dubinsky A.Yu. and Popel S.I. **Model of Sedimentation of Submicron Charged Particles in Earth's Ionosphere, in: Dusty** // Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 255-256.
66. Grieve R.A.R., Ames D.E., Morgan J.V., Artemieva N. (2010) **The evolution of the Onaping formation at the Sudbury impact structure** // Meteoritics and Planetary Science 45, p. 759-782.
67. Golub' A.P., Izvekova Y.N., Losseva T.V., Popel S.I., and Shukla P.K. **Weakly Dissipative Dust Ion-Acoustic Solitons in the Presence of Electromagnetic Radiation, in: Dusty** / Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 245-246.
68. Hartmann W.K., Quantin C., Werner S.C., Popova O. (2010) **Do young martian ray craters have ages consistent with the crater count system?** // Icarus 208 (2), pp. 621-635.
69. Kishkina S.B., Loktev D.N., Spivak A.A. **Geodynamic diagnostics of the local Earth's crust areas in the prediction and warning of nature and man-caused phenomena dangerous** // Environmental Geosciences and engineering survey for territory protection and population safety. Moscow: EngeoPro, 2011. P. 85-89.
70. Mann I., Pellinen-Wannberg A., Murad E., Popova O., Meyer-Vernet N., Rosenberg M., Mukai T., Czechowski A., Mukai S., Safrankova J., Nemecek Z. 2011. **Dusty Plasma Effects in Near Earth Space and Interplanetary Medium.** *Space Science Reviews* 161, 1-47.
71. Meyer C., Artemieva N. et al. (2011). **Shock experiments in support of the Lithopanspermia theory. The influence of host rock composition, temperature, and shock pressure on the survival rate of endolithic and epilithic microorganisms** // M&PS 46, pp. 701-718.
72. Popel S.I., Kopnin S.I., Yu M.Y., Ma J.X. and Feng Huang. **The Effect of Microscopic Charged Particulates in Space Weather** // Journal of Physics D: Applied Physics 44 (2011) 174036, 7 pages.
73. Popova O.P., Borovicka J., Hartmann W.K., Spurny P., Gnos E., Nemtchinov I., Trigo-Rodriguez J.M. (2011) **Very low strengths of interplanetary meteoroids and small asteroids** // Meteoritics & Planetary Science 46 (10), pp. 1525-1550.
74. Popova O.P., Borovička J., Hartmann W.K., Spurný P., Gnos E., Nemtchinov I., Trigo-Rodríguez J.M. (2011) **Very low strengths of interplanetary meteoroids and small asteroids** // Meteoritics & Planetary Science 46 (10), pp. 1525-1550.
75. Sanina I., Gabsatarova I., Chernykh O., Riznichenko O., Volosov S., Nesterkina M., Konstantinovskaya N. **The Mikhnevo small aperture array enhances the resolution property of seismological observations on the East European Platform** // Journal of Seismology (JOSE): vol.15; p. 545-556 (DOI:10.1007/s10950-010-9211-x), 2011.
76. Svetsov V. (2011) **Cratering erosion of planetary embryos** // Icarus. V. 214. No. 1. P. 316-326.
77. Shuvalov Valery. (2011) **Ejecta deposition after oblique impacts: An influence of impact scale** // Meteoritics and Planetary Science, 46, Nr. 11, pp. 1713-1718.

ПУБЛИКАЦИИ В ТРУДАХ КОНФЕРЕНЦИЙ

1. Адушкин В.В., Спивак А.А. **Роль приливной силы в формировании режимов геофизических процессов на границе земная кора-атмосфера** // Современное состояние наук о Земле: материалы конференции. М.: МГУ, 2011. С. 3-7.
2. Болбот Д.Ю., Спивак А.А. **Особенности радоновых эманацій Тункинского рифта** // Труды 54-й научной конференции. М.: МФТИ, 2011.
3. Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В., Кочарян Г.Г., Свинцов И.С. **Отклик коллекторов подземных вод на слабые сейсмические волны удаленных землетрясений** // Геодинамика: материалы международной научной конференции "Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды". Львов: Изд-во Львівської політехніки: № 2 (11) 2011. С. 49-51.

4. *Виноградов Е.А., Горбунова Э.М., Кабыченко Н.В. и др.* **Реакция подземных вод на удаленные сейсмические события** // Проблемы сейсмотектоники: Всероссийская конференция с международным участием. Москва: ИФЗ РАН, 2011. С. 153-157.
5. *Герке К.М.* **Влияние предпочтительных проводящих путей на влаго- и массоперенос в грунтах: гидрологические и геоэкологические аспекты** // XIV совещание географов Сибири и Дальнего Востока: сборник трудов конференции. Владивосток, 14-16 сентября 2011 г, с. 134-138.
6. *Герке К.М., Корост Д.В.* **Применение высокопроизводительных вычислительных методов для определения свойств пород-коллекторов** // Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли: сборник трудов научно-практической конференции. CD, Москва, 6-8 декабря 2011 г.
7. *Голубов Б.Н., Сапожников Ю.А., Язев С.А.* **Удар космического тела или инъективная дислокация недр? К познанию тайны Патомского кратера** // Труды конференции "Итоги научно-исследовательской экспедиции "Патомский кратер 2010" (Санкт-Петербург, Горный университет 31 марта 2011). Иркутск. Изд-во ИГУ. 2011, с. 50-55.
8. *Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н., Санина И.А.* **Геолого-геофизические условия трасс распространения сейсмических волн от взрывов на карьерах** // Геодинамика: материалы международной научной конференции "Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды". Львов: Изд-во Львівської політехніки: № 2 (11) 2011. С. 72-74.
9. *Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н., Макаров В.И., Щукин Ю.К.* **Мониторинг геодинамической обстановки центральной части Русской плиты с использованием данных дистанционного зондирования** // Современное состояние наук о Земле: материалы международной конференции, посвященной памяти В.Е.Хаина, Москва, 1-4 февраля 2011 г. М.: Изд-во Геологический факультет МГУ, 2011. С. 467-471.
10. *Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н., Санина И.А.* **Геолого-геофизические условия трасс распространения сейсмических волн от взрывов на карьерах** // Геодинамика. Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды: материалы международной научной конференции. Львов: Изд-во Львівської політехніки: № 2 (11) 2011. С.72-74.
11. *Змушко Т.Ю., Куликов В.И., Турунтаев С.Б.* **Связь шахтной сейсмичности с режимом горных работ на шахтах Воркуты** // Труды 54-й научной конференции МФТИ «Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе», Аэрофизика и космические исследования. М.: МФТИ, 2011. С. 163-165.
12. *Извекова Ю.Н., Голубь А.П., Лосева Т.В., Попель С.И.* **Ионно-звуковые солитоны в пылевой плазме в случае положительно заряженных пылевых частиц** // Физика низко-температурной плазмы: материалы Всероссийской (с международным участием) конференции (21-27 июня 2011 г.): в 2 т. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. Т. 2. С. 205-210.
13. *Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М.* **Неотектоническая активность глубинных структур центральной части Восточно-Европейской платформы** // Геодинамика: материалы международной научной конференции "Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды". Львов: Изд-во Львівської політехніки: № 2 (11) 2011. С. 89-91.
14. *Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М.* **Выраженность рифейских авлакогенов Восточно-Европейской платформы в поле линеаментов и линеаментных формах** // Проблемы сейсмотектоники: Всероссийская конференция с международным участием. Москва: ИФЗ РАН, 2011. С. 218-223.
15. *Карсанина М.В., Герке К.М.* **Описание структуры грунтов и конфигураций течения в них с помощью корреляционных функций** // XIV совещание географов Сибири и Дальнего Востока: сборник трудов конференции. Владивосток, 14-16 сентября 2011 г, с. 258-261.
16. *Карсанина М.В., Васильев Р.В., Герке К.М., Корост Д.В.* **Статистически-морфологическое описание, моделирование и реконструкция структуры пород-коллекторов** // Сборник трудов научно-практической конференции «Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли», CD, Москва, 6-8 декабря 2011 г.
17. *Копнин С.И., Морозова Т.И., Попель С.И.* **К вопросу об аномально высокой зарядке пылевых частиц в комплексной (пылевой) плазме** // Физика низко-температурной плазмы: материалы Всероссийской (с международным участием) конференции (21-27 июня 2011 г.): в 2 т. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. Т. 2. С. 165-168.
18. *Копнин С.И., Попель С.И.* **Акустические эффекты, вызванные пылевыми звуковыми возмущениями в ионосферной плазме** // Физика низко-температурной плазмы: материалы Всероссийской (с международным участием) конференции (21-27 июня 2011 г.): в 2 т. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. Т. 2. С. 169-174.
19. *С.И. Копнин, А.А. Моржакова, С.И. Попель* **О роли нейтралов в процессах зарядки пыли в ионосферной плазме** // Физика низко-температурной плазмы: материалы Всероссийской (с международным участием) конференции (21-27 июня 2011 г.): в 2 т. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. Т. 2. С. 174-181.

20. *Копнин С.И., Морозова Т.И., Попель С.И.* **О возможности разрушения полиминеральных микрочастиц вследствие аномально высокой зарядки микрочастиц в комплексной (пылевой) плазме** // Труды 54-й научной конференции МФТИ. Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе. Аэрофизика и космические исследования. Москва-Долгопрудный, 2011, с. 161-162.
21. *Кочарян Г.Г.* **Геомеханика инициированной сейсмичности** // Проблемы сейсмогеотектоники: материалы XVII международной конференции 20-24 сентября 2011г. // Под ред. академика А.О. Глико и др. М.: 2011. С. 278-283.
22. *Мельчаева О.Ю., Турунтаев С.Б.* **Модель изменения порового давления вследствие закачки жидкости** // Труды 54-й научной конференции МФТИ «Проблемы фундаментальных и прикладных естественных и технических наук в современном информационном обществе», Аэрофизика и космические исследования. – М.: МФТИ, 2011. С.104-105.
23. **Проблемы сейсмогеотектоники.** Материалы XVIII Всероссийской конференции с международным участием /Под ред. академика А.О. Глико, Е.А. Рогожина, Ю.К. Щукина, Л.И. Надежка. Воронеж: Научная книга, 2011. 590 с.
24. *Рыбнов Ю.С., Усольцева О.А.* **Анализ сейсмических и акустических записей при грозе на малоапертурной группе «Михнево» (Московская область)** // Физика Окружающей Среды: материалы Всероссийской конференции с международным участием, г. Томск, 27 июня-1 июля 2011 г. Томское университетское изд-во, с.184-187,
25. *Рябова С.А., Спивак А.А.* **О возможном влиянии магнитных бурь на микросейсмические колебания** // Труды 54-й научной конференции. М.: МФТИ, 2011.
26. *Санина И.А., Кишкина С.Б., Локтев Д.Н., Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л., Волосов С.Г.* **Опыт сейсмического мониторинга площадок размещения АЭС на Восточно-Европейской платформе** // Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды: международная научная конференция 10-14 октября 2011. Геодинамика №2 (11) 2011. Львов. Изд-во Львовский политех. С. 275-278.
27. *Спивак А.А.* **Геодинамическое обеспечение безопасной эксплуатации особо ответственных объектов** // Техногенная и природная безопасность ТПБ-2011: сб.науч.трудов 1-й Всерос. науч. практ. конф. . Саратов: ИЦ "Наука", 2011. С.115-118.
28. *Спунгин В.Г.* **Микросейсмогеотектоника, результаты наблюдений и возможные пути развития** // Проблемы сейсмогеотектоники: материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием, 20-22 сентября 2011 г. / Под ред. акад. А.О. Глико, д.г.-м.н. Е.А. Рогожина, д.г.-м.н. Ю.К. Щукина, к.г.-м.н. Л.И. Надежка. Москва, 2011. С. 488-490.
29. *Субботин С.Б., Лукашенко С.Н., Романенко В.В., Каширский В.М., Пестов Е.Ю., Горбунова Э.М., Кузеванов К.И.* **Выявление путей миграции техногенных радионуклидов за пределы испытательной площадки “Балапан”** // Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана. Павлодар: Дом печати, вып. 3, т. 2, 2011. С. 161-232.
30. *Щукин Ю.К., Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н.* **Структурно-геологическая и геофизическая обстановка обсерватории ИДГ РАН "Михнево"** // Сейсмологические наблюдения на территории Москвы и Московской области: научная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Е.Ф. Саваренского и 75-летию открытия сейсмической станции "Москва". 24-25 февраля 2011 г. Обнинск: ГС РАН.
31. *Щукин Ю.К., Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н., Макаров В.И.,* **Мониторинг геодинамической обстановки центральной части Русской плиты с использованием данных дистанционного зондирования** // Современное состояние наук о Земле: материалы международной конференции, посвященной памяти В.Е.Хаина, Москва, 1-4 февраля 2011 г. М.: Изд-во Геологический факультет МГУ, 2011. С.467-471.
32. *Щукин Ю.К., Горбунова Э.М., Иванченко Г.Н.* **Структурно-геологическая и геофизическая обстановка обсерватории ИДГ РАН “Михнево”** // Сейсмологические наблюдения на территории Москвы и Московской области: научная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Е.Ф. Саваренского и 75-летию открытия сейсмической станции “Москва”. 24-25 февраля 2011 г. Обнинск: ГС РАН.
33. *Artemieva N., Morgan J.* (2011) **Global ejecta from Chicxulub: spherules, shocked quartz, and more** // LPSC-42. Abstr. #1180.
34. *Artemieva N., Morgan J.* (2011) **Modeling the formation of the global K-Pg layer** // 74th Annual meteoritical Society Meeting. Abstr. #5065.
35. *Artemieva N., Fernandes V.* (2011) **Impact Ejecta Temperature Profile on the Moon — What are the Effects on the Ar-Ar Dating Method?** // 74th Annual meteoritical Society Meeting. Abstr. #5137.

36. Artemieva N. (2011) **Modeling the Chicxulub ejecta (invited)** // Fragile Earth. Geological Processes from Global to Local Scales, Associated Hazards & Resources. Munich, 4-7 September 2011.
37. Artemieva N. (2011). **Ejecta-Atmosphere interaction in nature and in experiments** // MEMIN-2011, Freiburg, Sept. 29. 2011.
38. Artemieva N. (2011) **Distal impact ejecta - an efficient tool to study ancient impacts? (invited)**. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 5-10 December 2011.
39. Gavrilov B.G., Zetzer J.I., Parro M. **Variations of electromagnetic fields and the ionosphere parameters in Baikal rift zone** // American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco, USA, 5-12 декабря 2011, Report NH51A.
40. Gerke K.M., Sidle R.C. **Visualization of preferential flow paths and biomat flows on forested hillslopes: experimental study** // Geophysical Research Abstracts. 2011. Vol. 13, EGU2011-789.
41. Gerke K.M., Sidle R.C., Fedotov G.N. **Quantification of fluorescent staining tracer in soil profiles: calibration and influence of adsorption** // Geophysical Research Abstracts. 2011. Vol. 13, EGU2011-793.
42. Gerke K.M. **Preferential flow paths and their geocological and engineering impacts: experimental and modeling approaches** // Conference Proceedings of International Conference EngeoPro-2011 "Environmental geosciences and engineering survey for territory protection and population safety", Moscow, 6-8 September. 2011, pp. 461-465.
43. Gerke K.M., Korost D.V., Skvortsova E.B., Tairova A.A. **How anisotropic and connected is geological media?** // Conference Proceedings of International Conference EngeoPro-2011 "Environmental geosciences and engineering survey for territory protection and population safety", Moscow, 6-8 September. 2011, pp. 535-539.
44. Gerke K.M., Sidle R.C., Fedotov G.N. **Soil staining and concentration quantification using fluorescent dyes: main tracer considerations** // Book of abstracts, Pedometrics 2011 - Innovations in pedometrics. 31 August-2 September, 2011, Trest, Czech Republic. pp. 84.
45. Gerke K.M., Skvortsova E.B., Korost D.V. **Variability of soil structure within the same profile studied by the means of mCT** // Book of abstracts, Pedometrics 2011 - Innovations in pedometrics. 31 August-2 September, 2011, Trest, Czech Republic. pp. 44.
46. Golub' A.P., Izvekova Y.N., Losseva T.V., Popel S.I. and Shukla P.K. **Weakly Dissipative Dust Ion--Acoustic Solitons in the Presence of Electromagnetic Radiation** // Dusty/Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research, AIP Conference Proceedings; Vol. 1397, Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), ISBN 978--0--7354--0967--5.
47. Karsanina M.V., Gerke K.M. **Modeling and reconstruction of soil structure via correlation functions** // Book of abstracts, Pedometrics 2011 - Innovations in pedometrics. 31 August-2 September, 2011, Trest, Czech Republic. pp. 95.
48. Ivanchenko G.N, Gorbunova E.M. **A detailed examination of the structural and geological conditions at the locations of high risk objects** // International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) General Assembly. 28 June-7 July 2011. Melbourne. Australia. (electronic version).
49. Ivanov, B.A. and E. Pierazzo. (2011) **Impact cratering in H₂O-bearing targets on Mars: Thermal field under craters as starting conditions for hydrothermal activity** // *Meteoritics and Planetary Science*, 46, pp. 601-619.
50. Izvekova Yu.N. and Popel S.I. **Instability of acoustic-gravity waves and vortices in a nonadiabatic terrestrial atmosphere** // Joint Meeting of the European Planetary Science Congress and the American Astronomical Society Division for Planetary Sciences 2011 (Nantes, France, 2011). EPSC Abstracts, Vol. 6, EPSC-DPS2011-937, 2011, 2 pages.
51. Izvekova Y.N. and Popel S.I. **Dusty Plasma Effects in Earth's Magnetosphere, in: Dusty / Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 247-248.**
52. Izvekova Y.N., Popel S.I. and Shukla P.K. **Vortices and Dust Streamers in Earth's Ionosphere, in: Dusty / Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 243-244.**
53. Kocharyan G.G. **Triggering of natural disasters and technogeneous emergencies by weak dynamic loads** // Environmental Geosciences and Engineering Survey for Territory Protection and Population Safety. Proc. Of International Conf. EngeoPro-2011. Moscow, 6-8. 09.2011. P. 89-94. ISBN 978-5-903926-20-6.
54. Kopnin S.I., Morozova T.I., and Popel S. I. **On Limiting Values of Dust Charges in Complex Plasmas, in: Dusty/Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 249-250.**

55. *Kopnin S.I., Morzhakova A.A., Popel S.I. and Shukla P.K.* **On Influence of Neutrals on Dust Particle Charging in Complex Plasmas in the Presence of Electromagnetic Radiation**, in: *Dusty / Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research* (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 251-252.
56. *Kopnin S.I., Popel S.I. and Yu M.Y.* **Tropospheric Response to Modulational Excitation of Dust Acoustic Perturbations in Earth's Ionosphere**, in: *Dusty / Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research* (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 253-254.
57. *Labak Peter, Sean Ford, Jerry Sweeney, Albert Smith, Alexander Spivak.* **The use of explosion aftershocks probabilities for planning and deployment of seismic aftershock monitoring system for an on-site inspection** // AGU Fall Meeting. San Francisco, USA, 5-12 декабря 2011.
58. *Losseva Tatiana, Alexander Spivak, Marina Kuzmicheva.* Dipole model of electric pulse generation by the relaxation processes in the Earth's crust // AGU Fall Meeting. San Francisco, USA, 5-12 декабря 2011.
59. *Melchaeva O.Y. & Turuntaev S.B.* **Non-linear Analysis of Seismicity in the Geysers Geothermal Area, California** // Proceedings of the 73rd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2011. Vienna. 2011. P. 195-199.
60. *Melchaeva O.Yu., Turuntaev S.B.* **A study of seismicity chaotic behavior under powerful electromagnetic action** // Book of abstracts. 4th Chaotic Modeling and Simulation International Conference. CHAOS. Agios Nicolaos. 2011. pp. 90-91.
61. *Melchaeva O.Yu., Turuntaev S.B.* **Non-linear analysis of seismicity changes in the Geysers area** / IUGG 2011 abstracts. IUGG. Melbourne. 2011. (1p)
62. *Melchaeva O.Yu., Turuntaev S.B.* **Fluid injection related seismicity in The Geysers: non-linear analysis and model** // SEG 2011 Conference Expanded Abstracts. SEG. San Antonio. 2011. pp.244-248.
63. *Morgan J., Artemieva N., Belcher C., Goldin T. and Pierazzo E.* 2011. **Revisiting fires at the K-Pg boundary** // 74th Annual meteoritical Society Meeting. Abstr. #5163.
64. *Popel S.I.* **Complex (Dusty) Plasma Processes in Heliogeophysics**, in: *Dusty / Complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research* (AIP Conference Proceedings; Vol. 1397), Edited by V.Yu. Nosenko, P.K. Shukla, M.H. Thoma, H.M. Thomas, American Institute of Physics, Melville, New York (2011), pp. 419-420.
65. *Popova O., Silber E., Rybnov Yu.* **The detection of superbolide over Tajikistan** (23 July 2008). // Физика окружающей среды / Под ред. Колесник А.Г., Матвиенко Г.Г.: материалы Всероссийской конференции с международным участием. Томск, Томское университетское издательство, 2011, 150-153.
66. *Popova O.* (2011) **Passage of bolides through the atmosphere** // NASA Special Paper; NASA/CP-2011-216463, Proceedings of the Meteoroid. 2010. Conference, p. 232-242.
67. *Shuvalov Valery.* **Asymmetric ejecta in oblique impacts** // Int. Conference Fragile Earth, Munich, Germany, 04-07 September 2011, abstract#20-14.
68. *Tairova Aliya, Georgiy Belyakov, Nicolay Baryshnikov, Sergey Turuntaev.* **Filtration and sedimentation in the channel with permeable walls** // Geophysical Research. Abstracts (2011). V.13, pp. 2011.
69. *Tairova A.A., Gerke K.M.* **Analyzing mCT images: soil pore size distributions and permeability estimations using simple network models** // Book of abstracts, Pedometrics 2011 - Innovations in pedometrics. 31 August-2 September, 2011, Trest, Czech Republic.
70. *Turuntaev S.B., E.V. Zenchenko & T.S. Yuschenko.* **Laboratory Simulation of Microseismic Emission Due to Pore Pressure Discharge** // Proceedings of the 73rd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2011. Vienna. 2011. P. 200-204.
71. *Turuntaev S.B.* **Chaotic behavior of seismicity induced by fluid injections** // Book of Abstracts. 4th Chaotic Modeling and Simulation International Conference. CHAOS. Agios Nicolaos. 2011. p. 144.
72. *Turuntaev S.B., Eremenko A., Rasheva S.* **An influence of blasting on seismicity in Tashtagol ore-mine** // IUGG 2011 Abstracts. IUGG. Melbourne. 2011. (1p).
73. *Turuntaev S.B., Zenchenko E.V., Yuschenko T.S.* **Porous Sample Fracturing by Rapid Pore Pressure Drop** // IUGG 2011 Abstracts. IUGG. Melbourne. 2011. (1p).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3-4
Результаты НИР Института динамики геосфер, вошедшие в отчетный доклад Президиума РАН (Научные достижения Российской академии наук в 2011 году).....	5-7
Результаты НИР, полученные Институтом по основным научным направлениям.....	27-28
Геофизическая обсерватория “Михнево”.....	28-29
Интеграция науки и образования.....	29-32
Инновационная и патентно-лицензионная деятельность.....	33-34
Международное сотрудничество.....	34
Публикации в журналах, сборниках и труда конференций.....	35-42

Отчет о научной и научно-организационной деятельности ИДГ РАН в 2011 г.
Утверждено к печати Ученым советом
от 12.01.2012 г. № 1/12

© ИДГ РАН, 2012

Отпечатано в типографии ООО "Графитекс"
105082, Москва, ул. Бакунинская, 74

Институт динамики геосфер РАН

119334, Москва,

Ленинский проспект, 38, корп. 1

Телефон: +7(499) 137-6611

Факс: +7(499) 137-6511

E-Mail: geospheres@idg.chph.ras.ru

[www. idg.chph.ras.ru](http://www.idg.chph.ras.ru)