

ВВЕДЕНИЕ

Сборник научных трудов сотрудников Института динамики геосфер содержит статьи, посвященные вопросам реакции внутренних и внешних оболочек Земли на естественные и техногенные воздействия. Сборник состоит из четырех частей, соответствующих основным научным направлениям Института.

Статьи, вошедшие в настоящий сборник, различаются не только по тематике, но и по значимости полученных результатов и степени завершенности исследований. При отборе статей редакционная коллегия ориентировалась, прежде всего, на наличие в публикуемой работе результатов, пусть даже и предварительных. Вместе с тем, наряду со статьями, содержащими результаты оригинальных исследований, в сборник включены несколько статей обзорного и постановочного характера, а также статьи, посвященные методическим вопросам проведения измерений и обработки данных.

Первая глава «Возникновение и эволюция геосфер» посвящена фундаментальным вопросам формирования и развития Земли, как планеты, включая вопросы эволюции ее атмосферы. В статье А.В. Витязева с соавторами «Образование и ранняя эволюция геосфер» кратко обрисованы результаты, полученные к настоящему времени, и сформулирована современная парадигма состояния ранней Земли. В статье И.Б. Монастырского и В.М. Ермака «Дегазация ранней Земли и астероидов: газовыделения образца L-хондрита «Царев» при нагреве до 1000 К» приведены результаты экспериментов по изучению дегазации метеоритного вещества и проведено сопоставление полученных данных с рассчитанным составом газов, характерных для химического равновесия в условиях формирования планет. Вопросы эволюции атмосферы рассмотрены в статье В.В. Светцова «Модель эволюции ранней атмосферы Земли, регулируемой ударами космических тел». Даются оценки роста ранней земной атмосферы на самой поздней стадии аккумуляции планеты в ходе бомбардировки планеты астероидами и кометами с учетом испарения вещества ударника и земной коры после ударов. Согласно выполненным расчетам, после окончания бомбардировки Земли космическими телами образуется атмосфера, состоящая в основном из углекислого газа с давлением 50–100 бар и парциальным давлением азота 0,3–0,6 бар. Интересным является сопоставление последствий ударов космических тел и извержений вулканов, происходящих с одинаковой частотой, которое проводится в статье В.М. Хазинса и В.В. Шувалова «Сравнение действия ударов космических тел с мощными вулканическими извержениями». Показано, что если на временных масштабах 1–1000 лет вулканические извержения значительно опаснее ударов космических тел, то с увеличением временного масштаба относительная опасность импактных событий увеличивается.

Вопросам и перспективам экспериментального изучения строения земных недр посвящены две заключительные статьи первой главы сборника. В.М. Овчинников, П.Б. Каазик, Д.Н. Краснощеков в статье «О возможной альтернативе анизотропии скорости во внутреннем ядре Земли» представляют результаты анализа новых экспериментальных данных о дифференциальных временах пробега сейсмических

волн в земном ядре и предлагают модель с аномалией скорости продольных волн в 0,8% в цилиндрической области радиусом 1375 км во внешнем ядре, которая хорошо описывает эти данные. В статье В.Н. Сергеева «Перспективы геонейтринных исследований» представлен обзор состояния дел в направлении исследования земных недр с помощью нейтрино земного происхождения.

Значительное место в исследованиях, проводимых в ИДГ РАН, традиционно занимают проблемы геомеханики и сейсмотектоники. Статьи по этой теме представлены во второй главе сборника, которую открывает обобщающая работа Г.Г. Кочаряна, С.Б. Кишкиной, А.А. Остапчука «Оценка сейсмогенной ширины разломной зоны». В статье на основе анализа результатов обработки высокоточных данных о пространственном расположении очагов землетрясений, приуроченных к крупной разломной зоне, показана значительная их пространственная локализация. Характерная ширина зоны локализации примерно соответствует верхней границе оценок эффективной ширины разломной зоны, выполненных на основе данных о параметрах шероховатости и волнистости нарушений сплошности массивов скальных пород.

Следующие четыре статьи рассматривают различные аспекты взаимного влияния сейсмических и геомеханических процессов. В двух частях статьи Г.Г. Кочаряна с соавторами «Изменение режима подземных коллекторов флюидов вследствие сейсмических колебаний» приводятся как результаты наблюдений за вариациями уровня воды в скважинах при воздействии сейсмических колебаний от удаленных землетрясений, так и вероятный механизм возникновения таких колебаний. Показано, что в большинстве случаев величина постсейсмического изменения уровня в скважинах пропорциональна корню квадратному из максимального значения скорости смещения грунта. Такая же зависимость была обнаружена в лабораторных экспериментах (описанных во второй части статьи) по изучению разрушения импульсами давления кольтационных барьеров, сформированных глинистыми частицами в трещинном пространстве. В статье Е.А. Виноградова и соавторов «Гидрогеологический отклик на изменение эффективного напряжения водовмещающих пород» приводятся результаты измерений вариаций уровня воды в скважине, расположенной на территории Геофизической обсерватории ИДГ РАН «Михнево». Примечательно, что в анализируемых рядах измерений прослежен гидрогеологический отклик на сейсмические события – землетрясения с магнитудой свыше 7 баллов. Методические вопросы выделения слабых сейсмических сигналов на зашумленной записи рассматриваются в статье А.С. Мельник, С.Б. Турунтаева «Использование вейвлет-анализа для выделения импульсов акустической эмиссии при закачке жидкости в пористую среду» на примере записей акустической эмиссии в лабораторном эксперименте по закачке жидкости в пористую среду. Правомерность использования предложенного подхода подтверждается оценками убывания амплитуды импульсов с расстоянием, а также построенными графиками повторяемости акустических импульсов различной амплитуды.

В статье А.Н. Бесединой с соавторами «Лабораторное исследование электрических сигналов при распространении акустических волн в горных породах с низкой пористостью» приводятся результаты моделирования электромагнитных эффектов в горных породах, возникающих при воздействии акустических волн. Продемонстрировано, что для различных горных пород механизмы проявления электромагнитных эффектов при прохождении упругих волн различны.

Следующие две статьи посвящены сейсмической и геодинамической ситуации в районе строящейся Ленинградской АЭС-2. Статья С.Б. Кишкиной «Сейсмический

мониторинг территории Ленинградской АЭС-2 с использованием малоапертурной группы» демонстрирует уникальные возможности регистрации слабых сейсмических событий в условиях высокого уровня шумов при помощи малоапертурной сейсмической группы. В статье Г.Н. Иванченко «Морфотектонический и линейментный анализ территории, прилегающей к Ленинградской АЭС» на основе выявленных особенностей пространственного распределения наиболее надежно установленных линейментов и их связи с дочетвертичным рельефом выделены 5 зон, в которых ожидается возникновение микросейсмических событий.

На основе комплексирования данных по геологическому и геоморфологическому картированию центральной части Русской плиты в статье Э.М. Горбуновой, Г.Н. Иванченко «Идентификация геодинамически активных структур центральной части Русской плиты» прослеживается взаимосвязь между глубинным строением и структурами, выделенными в рельефе поверхности кристаллического фундамента и неоднозначно проявленными в осадочном чехле, а также проследить геодинамическую активность отдельных морфоструктур. В работе О.А. Усольцевой, С.Э. Казымовой, И.Э. Казымова «Сейсмотомографическое исследование коры юго-востока Кавказа с использованием триангуляции Делоне» на основе анализа времен пробега р-волн от местных землетрясений, зарегистрированных с 2005 по 2010 гг., предлагается трехмерная скоростная модель коры Юго-Восточной части Кавказа. Анализ кинематических и динамических параметров сейсмических волн, зарегистрированных при сейсмическом просвечивании Токтогульской ГЭС в 1974–1985 гг. и при проведении ядерных взрывов в 1970–1989 гг., позволил авторам работы «Влияние Таласо-Ферганского разлома на параметры сейсмических волн» (Н.Г. Гамбурцева и др.) показать, что величина зоны влияния Таласо-Ферганского разлома на динамику сейсмических волн может достигать 30 км.

Н.В. Кабыченко в статье «Одномерные модели нарушений сплошности во вмещающей среде» рассматривает модели нарушенной и сплошной среды с использованием одномерного волнового уравнения и электро-механических аналогий. Предложен метод, позволяющий оценить среднюю плотность породы и продольную скорость в зоне нарушений сплошности. В статье А.В. Адушкина, А.И. Гончарова, В.И. Куликова «Виброколебания колокольной при колокольном звоне» приведены результаты измерений колебаний, возбуждаемых звоном многотонных колоколов, в частности, зависимость амплитуды изгибных колебаний колокольной от массы колокола и от числа ударов. Обсуждается негативное влияние вибровоздействия звонов на конструкцию колокольной и устойчивость грунтов в ее основании.

Результаты лабораторных экспериментов по исследованию устойчивости склона при слабых воздействиях представлены в статье Г.Г. Кочаряна с соавторами «Исследование закономерностей развития склоновых явлений при воздействии низкоамплитудных вибраций», в которой продемонстрирована возможность накопления деформаций даже при динамических воздействиях, в шесть раз ниже критических. Анализ результатов наклономерных наблюдений, выполненных на постаменте в подвале ИДГ РАН и приведенных в статье А.И. Гончарова, Б.Г. Горюнова, Н.В. Кабыченко «Наклономерные наблюдения транспортного воздействия в городе», демонстрирует влияние движения транспорта на Ленинском проспекте на наклон фундамента Института.

Завершает вторую главу статья Д.Н. Краснощекова, В.М. Овчинникова «Сейсмические исследования на луне (краткая история и перспективы)», содержащая перечень нерешенных задач, которые могут быть рассмотрены в эксперименте «Луна-глоб».

Третья глава сборника содержит статьи, посвященные вопросам энергообмена в приповерхностной зоне Земли. Открывает раздел статья А.А. Спивака, Д.Н. Локтева, С.П. Соловьева «Мобильный комплекс синхронной регистрации геофизических полей». В этой статье описывается мобильная геофизическая лаборатория ИДГ РАН и формулируются основные цели и задачи оперативных инструментальных наблюдений за геофизическими полями на границе земная кора-атмосфера. Результаты инструментальных наблюдений за геофизическими полями на участках земной коры со сложной геолого-тектонической обстановкой приведены в статье А.А. Спивака «Геофизические поля на поверхности континентальной земной коры».

Различные аспекты влияния поступления газов из земной коры в атмосферу на состояние последней рассмотрены в статьях И.Б. Косарева «Численное моделирование инъекции газов в атмосферу при взрывных вулканических извержениях» и В.В. Адушкина, В.П. Кудрявцева, Т.В. Лосевой «Эмиссия метана в арктическом регионе и ее влияние на региональное потепление». Расчеты по нестационарной многокомпонентной модели инъекции газов показали, что процессы, контролирующие эволюцию воды в вулканическом плюме, оказывают сильное влияние на ход микрофизических процессов, развитие плюма как целого и на процессы седиментации частиц. Во второй статье приводится анализ источников эмиссии метана в арктическом регионе. Проведены оценки изменения радиационного баланса тропосферы в инфракрасной области спектра при изменении концентрации метана, которые показали, что увеличение радиационного воздействия на тропосферу может вызвать заметное возрастание температуры атмосферы.

В статье В.М. Хазинса «Влияние орографических возмущений на прозрачность запыленного воздуха» исследовано взаимодействие ветрового потока умеренной скорости с плато высотой 2 км с гладкими склонами и показано, что над преградой воздух, переносящий взвешенную пыль, просветляется.

Результаты, полученные сотрудниками ИДГ РАН в ходе проведения Байкальской комплексной экспедиции, легли в основу следующих трех статей. Схема генерации электрических импульсов в грунте с равномерно распределенными в пространстве источниками предложена в статье А.А. Спивака, В.А. Харламова «Оценка размеров активных структур по дискретным составляющим электрического поля в грунте». На основе предложенной схемы и данных регистрации геоэлектрического потенциала выполнена оценка размеров активных блоков земной коры в зонах влияния Курайской (Горный Алтай) и Тункинской (Байкальская рифтовая зона) тектонических структур. В статье Ю.С. Рыбнова, С.П. Соловьева, В.А. Харламова «Исследование возмущений электрического и инфразвукового полей, вызванных колебаниями водной поверхности оз. Байкал» приводятся результаты натурных измерений вариаций напряженности электрического поля и инфразвуковых колебаний давления в приземном слое атмосферы. Анализ результатов регистрации электрического поля в грунте и атмосфере, эманации радона, сейсмических колебаний приведен в статье Д.Н. Локтева, С.П. Соловьева «Комплексные геофизические наблюдения на границе литосфера-атмосфера в районе Байкальской рифтовой зоны».

Четвертая глава посвящена электродинамическим процессам в системе взаимодействующих геосфер. В статье М.Ю. Кузьмичевой, Т.В. Лосевой «Оценка геомагнитного эффекта при тунгусском событии 1908 г.» предлагается механизм, объясняющий основные особенности геомагнитного эффекта при падении тунгусского метеорита: локализацию, время регистрации и величины возмущений всех трех

компонент геомагнитного поля. Две следующие статьи рассматривают воздействие нагревного стенда на верхние геосферы. О.П. Попова и Ю.С. Рыбнов в статье «Экспериментальные исследования пульсаций атмосферного давления в приземном слое атмосферы от нагревного стенда» представляют результаты измерений акустико-гравитационных волн, вызванных работой нагревного стенда «СУРА». Возможности регистрации на Геофизической обсерватории ИДГ РАН «Михнево» радиоволн от нагревного стенда SPEAR (арх. Шпицберген) рассматриваются в статье К.И. Горелого «Распространение излучения стенда SPEAR и его воздействие на среду области нагрева». Показано, что регистрация радиоволн от стенда на Шпицбергене в ГФО «Михнево» обеспечивается только в магнитно-спокойных условиях.

В статье А.А. Егошина с соавторами «Вариации уровня сигнала СДВ-ДВ радиостанций на среднеширотных трассах в условиях минимума солнечной активности» представлены статистические характеристики уровня СДВ-ДВ радиосигналов, зарегистрированных в ГФО ИДГ РАН «Михнево» в период X.2007–IV.2009 гг. Показано, что, несмотря на отсутствие внешних возмущений ионосферы, в отдельные дни наблюдаются интенсивные вариации уровня сигнала продолжительностью 2–3 часа, с перепадом амплитуды от 5 до 20 дБ в зависимости от частоты. В работе В.В. Адушкина, К.И. Горелого «Реакция коротковолновых радиотрасс разной протяженности на солнечные затмения» исследованы эффекты воздействия солнечного затмения на состояние сети коротковолновых радиовещательных трасс Северного полушария. Методические вопросы создания магнитометров нового поколения рассматриваются в статье В.И. Барышева «Измерение земного магнитного поля магнитометром с датчиком из аморфного ферромагнитного материала».

В работе И.Х. Ковалевой «Спектр турбулентности, формируемой ионно-циклотронными градиентно-дрейфовыми солитонами» определяется характер турбулентности, участвующей в формировании перемещающихся ионосферных возмущений и спектр флуктуаций, лежащий в основе расчета связанных с турбулентностью коэффициентов переноса. Статья С.И. Копнина, А.А. Моржаковой, С.И. Попеля «О влиянии нейтральной компоненты на процессы формирования запыленной ионосферной плазмы» посвящена вопросам влияния эффектов резонансной перезарядки ионов при их взаимодействии с нейтралями, а также нагрева электронов при фотоэффекте на зарядку пылевых частиц в ионосферной плазме в присутствии достаточно интенсивного электромагнитного излучения. Показано, что рассматриваемые эффекты важны при описании серебристых облаков.

Все статьи сборника написаны сотрудниками ИДГ РАН, часть статей написана в соавторстве с сотрудниками других организаций, что указывается в соответствующих ссылках.