

## ПРЕДИСЛОВИЕ

DOI: 10.31857/S0002333721050203

26.03.2021 г. исполнилось 30 лет со дня образования Института динамики геосфер имени академика М.А. Садовского Российской академии наук. Этому юбилею посвящен настоящий выпуск журнала “Физика Земли”. ИДГ РАН был организован по инициативе Михаила Александровича Садовского на базе Спецсектора Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, который, в свою очередь, был образован в 1946 г. как подразделение Института химической физики АН СССР. Поэтому в 2021 г. исполняется 30 лет ИДГ РАН и 75 лет коллективу Института, который ведет свою историю с 30.04.1946 г., когда с целью разработки методов и аппаратуры для изучения физических процессов, сопровождающих взрыв и его действия, был организован Спецсектор, руководителем которого стал М.А. Садовский.

Участие М.А. Садовского в руководстве атомного проекта позволило ему в короткие сроки создать коллектив, состоящий из выдающихся теоретиков, экспериментаторов, прибористов и большой группы молодых специалистов. В первом в СССР испытании ядерного оружия на Семипалатинском полигоне приняли участие 11 молодых (в возрасте до 24 лет) сотрудников Спецсектора. Под руководством Г.Л. Шнирмана и П.В. Кевлишвили, возглавившего впоследствии Спецсектор, было создано не менее 80% всей аппаратуры, использованной на ядерных испытаниях СССР.

За время испытаний был получен огромный экспериментальный материал, характеризующий воздействия высокоэнергетических источников на окружающую среду. На основе результатов исследований в работах В.Н. Родионова, И.В. Немчинова, В. В. Адушкина и других сотрудников были созданы представления о сложных физических процессах, происходящих при высокоэнергетических динамических воздействиях на различные геосферы.

Эти исследования способствовали прогрессу в определении физико-механических свойств горных пород и массивов, их напряженного состояния, процессов деформирования и разрушения, происходящих под воздействием природных и техногенных факторов; они легли в основу совре-

менных исследований Института в области сейсмологии и геомеханики, подземной флюидодинамики, изучения триггерных эффектов в геосистемах, техногенной сейсмичности, решении фундаментальных задач внутреннего строения Земли и приповерхностной геофизики, изучения взаимодействия внутренних и внешних геосфер, процессов в системе атмосфера–ионосфера–магнитосфера, атмосферной оптики, исследований проблемы астероидно-кометной опасности, внедрения внеземных тел и их ударов по поверхности Земли.

Открывает юбилейный выпуск статья В.В. Адушкина, А.А. Спивака, в которой обсуждаются эффекты **сильных воздействий природного происхождения** (вулканические извержения, землетрясения, падение космических тел) на акустические поля в атмосфере, геомагнитное поле и электрические характеристики приземного слоя атмосферы.

**Сейсмологическое направление** работ Института представлено следующими двумя статьями. Изучению строения внутреннего ядра Земли путем анализа сейсмических волн *PKiKP*, возбужденных ядерными взрывами, посвящена статья Д.Н. Краснощекова, В.М. Овчинникова, О.А. Усольцевой. Получены оценки величины механической добротности верхней части внутреннего ядра для девяти областей отражения под Арктикой, Центральной и Юго-Восточной Азией. **Скоростная структура литосферы** Хибинского и Ловозерского массивов, расположенных в северо-восточной части Балтийского щита, рассматривается в статье А.Г. Гоева, И.А. Саниной, С.И. Орешина, Р.А. Резниченко, С.А. Тарасова, А.В. Федорова.

Следующие три статьи рассматривают вопросы **реакции недр на воздействия**. В статье Г.Г. Кочаряна, А.Н. Бесединой, С.Б. Кишкиной, Д.В. Павлова, З.З. Шарафиева, П.А. Каменева рассматриваются **условия инициирования обрушений склонов сейсмическими колебаниями**. Выполнены расчеты устойчивости склонов при различных видах воздействия — землетрясениях разных магнитуд, массовых карьерных взрывах, подземных взрывах большой мощности, установлены критические значения параметров динамических воздействий.

**Вопросам численного моделирования сейсмичности, индуцированной закачкой флюида в недра**, посвящена статья В.Ю. Риги, С.Б. Турунтаева. Показано, что двухпараметрический закон трения *rate-and-state* позволяет описывать особенности развития подвижек по разломам и процесса возникновения сейсмических явлений при закачке жидкости, исследован вопрос влияния различных параметров на процесс скольжения тектонического разлома, возникающего в результате закачки. **Результаты исследования режимов деформирования водонасыщенных коллекторов при динамическом воздействии** анализируются в статье Э.М. Горбуновой, А.Н. Бесединой, Н.В. Кабыченко, И.В. Батухтина, С.М. Петуховой. Установлены максимальные значения скорости смещения грунта и давления в системе “пласт–скважина”, при которых прослежена смена режимов деформирования от пороупругой реакции к квазиобратимой.

**Геомеханика тектонических разломов и трещин гидроразрыва** рассмотрена в статьях А.А. Остапчука, Г.Г. Кочаряна, К.Г. Морозовой, Д.В. Павлова, Г.А. Гридина и С.Б. Турунтаева, Е.В. Зенченко, П.Е. Зенченко, М.А. Тримоновой, Н.А. Барышникова, Е.В. Новиковой, включающих анализ результатов лабораторных экспериментов. В первой из этих статей исследованы закономерности сдвигового деформирования модельного разлома – слоя гранулированного материала, расположенного между блоками скальной породы. Применение алгоритма машинного обучения продемонстрировало возможность определения ожидаемой величины скорости скольжения по разлому и времени генерации как быстрых, так и медленных динамических событий на основе анализа каталогов акустических импульсов. Во второй статье данные акустического просвечивания, полученные в лабораторном эксперименте, были использованы для выделения стадий возникновения, роста и заполнения жидкостью трещины гидроразрыва. Показана возможность создания вторичной трещины гидроразрыва в случае изменения ориентации главных сжимающих напряжений.

Рассмотрению **техногенных источников микро-частиц в атмосфере**, связанных с добычей полезных ископаемых открытым способом, посвящена статья В.В. Адушкина, С.П. Соловьева. Оценка выбросов микрочастиц при добыче угля в мире за период с 2010 по 2019 гг. показывает, что выбросы увеличились примерно на 12%. В.М. Хазинс, В.В. Шувалов, С.П. Соловьев с помощью трехмерных численных экспериментов исследуют **взаимодействие всплывающих газопылевых облаков, образующихся при проведении на горнорудных**

**открытых карьерах** трех, пяти и множества линейно распределенных взрывов.

**Последствия падения на Землю космических тел** анализируются в статьях Д.О. Глазачева, О.П. Поповой, Е.Д. Подобной, Н.А. Артемьевой, В.В. Шувалова, В.В. Светцова; Б.А. Иванова; В.В. Светцова, В.В. Шувалова; М.Ю. Кузьмичевой, Б.А. Иванова. Разрушения на поверхности Земли, вызываемые ударной волной, являются одним из наиболее важных и опасных последствий падений астероидов и комет. Предложены аппроксимационные соотношения, которые дают возможность оценить избыточное давление, скорость ветра за ударной волной и их распределение на поверхности, если известны параметры импактора, его скорость и угол наклона траектории. Обсуждается опыт использования модели акустической флюидизации как причины временного снижения сухого трения для количественного воспроизведения формы ударных кратеров на Земле и других планетах. Получена оценка воздействия на Землю ударов аperiodических комет, оценены размеры зоны поражения воздушной ударной волной, массы выброшенного вещества в атмосферу и ее загрязнение, магнитуды землетрясений, размеры областей потенциального возникновения пожаров. **Представлен пример анализа магнитной аномалии над хорошо изученным кратером Босумтви.**

Изучение **пространственно-временной динамики возмущений атмосферы, верхней и нижней ионосферы** является важной частью исследований ИДГ РАН, нашедшей свое отражение в статьях И.А. Ряховского, Б.Г. Гаврилова, Ю.В. Поклада, С.З. Беккер, В.М. Ермака; Б.Г. Гаврилова, Ю.В. Поклада; Ю.И. Зецера, Ю.В. Поклада, R.E. Englandson. Радиофизический комплекс геофизической обсерватории ИДГ РАН “Михнево”, включающий магнитометрическую, электрофизическую, радиоприемную и акустическую аппаратуру и средства ионосферного зондирования, позволяет получать данные об особенностях структуры и динамики ионосферной плазмы в среднеширотной зоне Европейской части страны. В статьях обсуждаются современные физические представления, полученные в результате анализа имеющихся экспериментальных данных, а также задачи и возможности проведения новых активных экспериментов на разных высотах ионосферы.

Разным аспектам **процессов в атмосфере** Земли посвящены статьи Ю.С. Рыбнова, А.А. Спивака, В.А. Харламова и А.Л. Рукосуева, В.Н. Белоусова, А.Н. Никитина, Ю.В. Шелдаковой, И.В. Сиверцевой, А.В. Кудряшова. В первой из статей приводится **сравнительный анализ подходов и методов**

**оценки энергии источников акустико-гравитационных волн в атмосфере Земли на основе результатов их регистрации.** Определены погрешности оценки энергии источников акустико-гравитационных волн при использовании известных и разработанного подходов. Во второй статье представлены **результаты моделирования атмосферной турбулентности в лабораторных условиях** и на основе вычисленного параметра Фрида для турбулентного потока полученные результаты сопоставлены с реальными условиями атмосферы Земли.

Статья Г.Н. Иванченко, Э.М. Горбуновой посвящена **выделению и исследованию активных не-**

**тектонических структур** с помощью формализованного (компьютерного) анализа линейных элементов (линеаментов) в южной части сочленения Сибирской платформы и Байкальской рифтовой зоны.

Поздравляем коллектив ИДГ им. акад. М.А. Садовского РАН с юбилеем Института, желаем дальнейших успехов в научной деятельности и новых достижений!

*С.Б. Турунтаев, директор ИДГ РАН,  
доктор физико-математических наук  
В.В. Адушкин, академик РАН*