

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ И ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ»

В Институте космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН (с. Паратунка, Камчатский край) 14-17 августа 2007 г. состоялась IV международная конференция «Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений», которая проводится каждые три года. Следует отметить, что инициатором первой конференции, которая состоялась в 1998 г., был Ю.С. Шумилов. Научный интерес к проблемам исследования взаимодействия Солнца, околоземного космического пространства, атмосферы и литосферы определяется тем, что результаты таких исследований важны для решения целого ряда фундаментальных и прикладных научных задач физики, взаимодействия геосфер – литосферы, атмосферы, ионосферы, ближней и дальней магнитосферы, распространения радиоволн. Традиционно конференция была посвящена обсуждению этих вопросов в рамках следующих тематических направлений:

Секция 1. Геофизические поля и их взаимодействие.

Секция 2. Влияние солнечной активности на геосферные процессы.

Секция 3. Распространение радиоволн в условиях повышенной солнечной, циклонической и сейсмической активности.

Секция 4. Моделирование геофизических процессов и полей.

Секция 5. Влияние сейсмической активности на атмосферные процессы и физика предвестников землетрясений.

В работе конференции приняли участие 80 ученых и специалистов из 17 научных учреждений России и 3-х зарубежных научных учреждений: Центр исследования околоземного пространства при университете г. Кюсю (Япония), Лаборатория солнечно-земного окружающего пространства при Нагойском университете (Япония), Институт космических исследований (Австрия). На конференции были заслушаны 76 докладов. К началу конференции был издан сборник докладов¹.

На секции 1 было заслушано 27 докладов, 7 из которых были посвящены исследованию сейсмоакустической эмиссии на образцах и при натуральных наблюдениях. Коллектив авторов

Научной станции РАН в г. Бишкеке (докладчик Л.М. Богомолов) представил два доклада, посвященных исследованию отклика акустической эмиссии образцов при различных воздействиях на них (электромагнитное поле, приложение различного вида нагрузок). Авторы, как и многие другие экспериментаторы, получили нестационарный характер акустической эмиссии (АЭ), сопровождаемой эмиссией электромагнитного излучения.

Серия работ была посвящена «высокочастотной геоакустической эмиссии» ($f = 500 - 16\,000$ Гц), наблюдения за которой ведутся в ИКИР ДВО РАН с помощью гидрофонов. Эти исследования являются пионерскими, а полученные результаты обнадеживающими с точки зрения поиска предвестников сильных землетрясений Авачинского залива. Теоретическое обоснование эффектов АЭ было дано в докладе Кузнецова И.В., Кузнецова В.В., в котором впервые предложен подход к решению задачи нестационарного характера АЭ.

Ряд докладов был посвящен результатам исследований в ИКИР (обсерватория Паратунка) характеристик атмосферного электрического поля (АЭП) и его связи с другими геофизическими полями.

В докладах В.А. Гаврилова с коллегами освещались исследования, проводимые в ИВиС ДВО РАН на базе глубокой скважины, по регистрации геоакустического и естественного электромагнитного излучения. В работах убедительно показана связь вариаций регистрируемых параметров с сейсмичностью Южной Камчатки. Результаты лидарных наблюдений за вариациями аэрозолей были посвящены доклады В.Н. Маричева с коллегами (ИОА СО РАН, Томск) В.В. Бычкова и др., (ИКИР ДВО РАН), А.А. Черемисина и др. (Политехнический институт, г. Красноярск). Эти доклады проиллюстрировали современный метод изучения состояния тропосферы и стратосферы, обладающий большой информативностью.

С.Ю. Хомутов (Геофизическая обсерватория «Ключи» АСФ ГС СО РАН г. Новосибирск) в своем докладе представил перспективу использования геомагнитных обсерваторий ИКИР как в научных проектах, так и в народном хозяйстве. В докладах Ю.М. Михайлова с коллегами (ИЗМИРАН и ИКИР) убедительно показано присутствие в спектрах напряженности атмосферного электрического поля и интенсивности

¹ Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений. Сборник докладов IV международной конференции. Петропавловск - Камчатский. 2007. 499 с.

атмосферных радиозумов, регистрируемых на обсерватории «Паратунка», частот, характерных для акусто - гравитационных волн в атмосфере.

Участники конференции отметили содержательный доклад профессора *Yumoto K.* (Space Environment Research Center, Kyushu University), который посвящен описанию действующего международного проекта MAGDAS для мониторинга космической и литосферной погоды. Отметим, что в проекте задействованы обсерватории ИКИР.

В тематике секции 2 выделяются три направления, связанные с исследованием процессов в различных геосферных оболочках, инициированных солнечной активностью: магнитосфера Земли, включая токовый слой в хвосте; ионосферные исследования на основе GPS-интерферометрии; методы описания бесстолкновительной плазмы, рассматриваемой как сплошная среда. Первое направление нашло отражение в ряде докладов сотрудников Института космических исследований РАН.

В настоящее время широкое распространение получили исследования литосферно-ионосферных процессов на основе изучения возмущений полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере Земли, регистрируемых при зондировании ионосферы сигналами современных спутниковых навигационных систем – американской GPS и российской ГЛОНАСС. В серии докладов *Э.Л. Афраймовича* с коллегами (ИСЗФ СО РАН) с помощью этого метода получены новые характеристики ионосферы, позволяющие следить за ее состоянием в зависимости от солнечной активности.

На секции 3 было представлено всего три доклада, поскольку вопросы распространения радиоволн рассматривались и на других секциях конференции.

В докладе *Э.Л. Афраймовича* и *Ю.В. Ясюкевича* (ИСЗФ СО РАН) был впервые представлен новый метод учета ионосферных искажений радиоастрономических сигналов в условиях спокойной и возмущенной ионосферы, основанный на использовании данных глобальной сети приемников навигационной системы GPS и ионосферной модели IRI-2001. Вариации фазы и амплитуды СДВ-поля во время солнечного затмения 9 марта 1997 г. рассматривались в докладе *И.Н. Поддельского, А.И. Поддельского* (ИКИР ДВО РАН); вероятностные характеристики ионосферных мерцаний на частотах 150 и 400 МГц были обобщены в следующем сообщении этих авторов.

Доклады, представленные на секции 4 тематически охватили следующие направления: стохастические модели временных рядов геофизического мониторинга и поиск аномалий в этих рядах как предвестников землетрясений; выявление

пространственно-временных неоднородностей в сейсмических каталогах; геофизические процессы и поля планетарного масштаба; атмосферные процессы; программное обеспечение геофизических исследований.

Неоднородность сейсмических каталогов обсуждалась в докладе *В.В. Богданова, О.В. Мандриковой* (ИКИР), где в качестве основы поиска неоднородности предложен метод вейвлет-преобразования плотности распределения событий по глубине. В докладе *В.В. Богданова, А.В. Павлова* проведено изучение изменений доверительных интервалов для вероятностей попадания сейсмических событий в заданные интервалы энергетического класса накануне крупных землетрясений. Исследованию сейсмичности и вулканизма как проявлений единого геодинамического процесса был посвящен доклад *А.В. Викулина и др.* (ИВиС ДВО РАН). В докладе *М.В. Клименко и др.* (Зап. отд. ИЗМИРАН) представлены результаты расчетов, выполненных с использованием глобальной самосогласованной модели термосферы, ионосферы, протоносферы. Новый метод оценки влияния пондеромоторных сил на распределение полей и токов в ионосфере предложили в своем докладе *В.В. Денисенко, Х. Биернат, С.С. Замай*. В докладе *А.С. Пережогина, Б.М. Шевцова, Р.Н. Сагитовой* (ИКИР ДВО РАН) проведено моделирование зон геоакустической эмиссии, где в качестве модели очага использована простая сосредоточенная сила, действующая по нормали к зоне субдукции.

Влияние солнечно-земных связей на динамику мощных спиральных вихрей типа ураганов рассмотрено в докладе *Н.С. Ерохина* и др. (ИКИ РАН). Установлено, что плазмоподобная подсистема вихря сильно стратифицирована по высоте с характерными размерами вытянутых по горизонтали заряженных слоев в десятки и первые сотни метров.

Проблеме организации доступа к данным геофизического мониторинга посвящен доклад *Д.С. Кокковкина и др.*, в котором представлено специализированное приложение для проектирования виртуальных обсерваторий различных предметных областей VxOware.

Модель генератора геомагнитного поля предложена *В.В. Кузнецовым* (ИКИР ДВО РАН). Таким образом, использование методов вычислительного моделирования эксперимента позволило авторам проанализировать модельное поведение нелинейных геофизических систем.

В последние годы на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне ИКИР ДВО РАН ведутся работы с использованием различных видов наблюдений с целью поиска краткосрочных и оперативных предвестников сильных Камчатских землетрясений. Хотя имеется ряд успешных

краткосрочных прогнозов в рамках отдельных видов наблюдений, но высокую эффективность прогноза места, времени и силы землетрясения возможно получить только при комплексировании нескольких методов с различным временем упреждения. Поэтому на конференции была выделена секция «Влияние сейсмической активности на атмосферные процессы и физика предвестников землетрясений». На эту секцию было представлено 28 докладов, из которых 23 было заслушано. В большинстве докладов содержался оригинальный материал, вызвавший большой интерес у научного сообщества.

Более двадцати лет тому назад по данным спутника «Интеркосмос-19» был впервые обнаружен эффект резкого возрастания интенсивности низкочастотного электромагнитного излучения в верхней ионосфере над областью сильных землетрясений с магнитудой $M > 5$, который наблюдался до момента землетрясения и некоторое время после него. В настоящее время все чаще находит применение космический мониторинг природных процессов, который имеет ряд преимуществ перед наблюдениями наземного базирования, к которым, прежде всего, можно отнести контроль тех или иных параметров для всей планеты в целом при наличии определенной группировки спутников, что было отмечено в докладе *А.А. Романова и др.* (НИИ космического приборостроения). Наземные обсерватории, как бы они хорошо не были оснащены, дают лишь информацию о локальном сейсмоактивном регионе, в то время как спутниковые методы могут обеспечить глобальный обзор всех сейсмоактивных регионов и мест подготовки крупных землетрясений.

Поэтому поиск предвестников в изменениях характеристик электромагнитных полей в околоземном космическом пространстве, приуроченных по времени и месту проявления к крупным землетрясениям, является актуальной задачей современности. Выделение предвестниковых аномалий

в ионосферных эффектах в слоях E и F₂, в излучениях низких частот, в потоках заряженных частиц создает фундамент для разработки и создания глобальной системы с целью контроля «сейсмической» погоды и разработки методов краткосрочного прогноза сильных землетрясений с магнитудой $M > 6.0$, которые приносят большой ущерб человечеству. Ряд докладов были посвящены данной проблеме.

Выбор проблем, затронутых на секциях, диктуется современными требованиями и находятся в сфере интересов мировой научной общности. Так, исследования нестационарных плазменных процессов в магнитных конфигурациях с нейтральными точками и линиями, позволяет разобраться в механизме преобразования магнитной энергии в энергию плазмы и ускоренных частиц, как в космических условиях, так и в лабораторных установках. Это, с одной стороны, открывает путь к исследованию и развитию новых плазменных методов ускорения, с другой, позволяет в рамках проблемы солнечно-земных связей понять механизмы передачи и трансформации энергии в цепи геосферных оболочек, начиная с внешних областей магнитосферы и заканчивая литосферой.

В большинстве представленных работ предложены новые методы и подходы к решению научных задач, треть из них поддержана как грантами РФФИ, так и грантами региональных отделений. В целом уровень конференции заметно вырос и расширился круг рассматриваемых на ней вопросов. Это в первую очередь касается докладов, посвященных исследованию процессов в магнитосфере, природе предвестников землетрясений и моделированию физических процессов.

В.Б. Булгакова,
к.т.н., ученый секретарь ИКИР ДВО РАН;
П.П. Фирстов,
к.ф.-м.н., зав. лаб. ИВиС ДВО РАН