

1 Влияние солнечной активности на геосферные процессы

1.1 Устойчивость тонкого токового слоя в хвосте земной магнитосферы

Артемьев А.В.¹, Зелёный Л.М.², Петрукович А.А.², Малова Х.В.¹

¹ *Институт Космических Исследований РАН, НИИЯФ МГУ*

² *Институт Космических Исследований РАН*

Работа посвящена исследованию устойчивости тонкого токового слоя в хвосте земной магнитосферы. В работе рассматриваются линейный и нелинейный режимы разрывной неустойчивости токового слоя. Оценено влияние такого свойства токового слоя, как вложенность, на развитие разрывной моды неустойчивости. Проведено сопоставление теоретических оценок по устойчивости токовых слоёв с экспериментальными наблюдениями в хвосте земной магнитосферы.

1.2 Новая методика получения спектров первичных потоков солнечных релятивистских протонов по измерениям нейтронных мониторов

Балабин Ю.В., Вашенюк Э.В.

Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН

Во время сильных солнечных вспышек происходит генерация на Солнце энергичных заряженных частиц до 20 ГэВ, которые, достигнув Земли, вызывают увеличение потока космических лучей (СКЛ). Наземные детекторы космических лучей (мюонные телескопы и нейтронные мониторы) при этом регистрируют значительные возрастания. Их называют GLE. По отношению к потоку космических лучей до вспышки амплитуда этих возрастаний достигает 5000. Разработана новая методика получения энергетических спектров потоков солнечных релятивистских протонов по данным наземных измерений на сети нейтронных мониторов. Путем численного решения обратной задачи находятся все параметры первичного потока СКЛ. Методика проверена на более чем 30 событиях GLE, случившихся в прошлом. Во всех случаях средняя невязка не превосходила 5. Спектры первичного потока СКЛ затем могут быть использованы для определения возрастания потока космической радиации в любой точке земного шара как на уровне земли, так и на различных высотах, для вычисления ионизации атмосферы, поглощенной дозы и других прикладных задач.

1.3 Исследование влияния солнечной активности на верхнюю атмосферу Земли

Борисевич А. Н.¹, Границкий Л. В.², Иванов В. В.¹

¹ *Красноярский филиал по космическому мониторингу ФГБУ НЦУКС МЧС России*

² *Сибирский федеральный университет*

В данной работе изучались вариации плотности верхней атмосферы, отражающиеся на величине торможения и форме орбит искусственных спутников Земли. Рассматривались ряды параметров орбит, полученные системой NORAD (North American Aerospace Defense Command) с 1975 по 2004г.

Из рассмотрения были исключены ИСЗ по следующим признакам:

1. Ряды измерений с длительностью менее 11-летнего цикла солнечной активности;
2. С большим эксцентриситетом (оставлены ИСЗ с круговыми орбитами);
3. Не попадающие в интервал высот от 600 до 1100 км (выше 1100 км атмосфера имеет слабое влияние, ниже 600 км время жизни спутника меньше периода солнечной активности);
4. С признаками искусственной коррекция орбиты во время эксплуатации.

Для каждого из 38 отобранных спутников вычислены изменения апогейных и перигейных высот орбит за один цикл Солнечной активности. Найдена значимая корреляция рядов торможения ИСЗ и чисел Вольфа ($0,72 \pm 0,05$).

Для нахождения физических причин влияющих на плотность данного слоя Земной атмосферы, были изучены ряды данных по Солнечному ветру, Солнечным космическим лучам (СКЛ) и модулю общего магнитного поля (ОМП) Солнца (как звезды). Для всех рядов исследованы долгопериодические составляющие сравнимые с длиной цикла Солнечной активности, а также короткопериодические сравнимые с периодом вращения Солнца. Значимая корреляция найдена только для величин ОМП и торможения ИСЗ. Показан значительный отклик величины плотности атмосферы на явление Солнечных вспышек.

1.4 Спутниковый мониторинг растительности арктической зоны Якутии

Варламова Е.В., Соловьев В.С.

Институт космифизических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН

Модельные расчеты и наблюдения показывают, что наибольшие проявления эффектов изменения климата происходят в высоких северных широтах. Данные наблюдений за температурой почвы на метеорологических станциях во второй половине XX века, указывают на увеличение глубины сезонного протаивания и уменьшение глубины сезонного промерзания многолетней мерзлоты. В результате «оттайки» вечномерзлых пород, являющихся крупнейшим резервуаром CO₂, CH₄ и др., в атмосферу будет инжестировано огромное количество парниковых газов. Изменения концентрации парниковых газов и аэрозолей в атмосфере, изменения солнечной радиации и растительного покрова меняют энергетический баланс климатической системы и дают толчок к изменению климата.

В работе представлены предварительные результаты исследования изменений вегетационного индекса растительности арктической зоны Якутии. Использован длинный ряд данных радиометров AVHRR, полученных на станции СКАНОР (ИКФИА СО РАН, г. Якутск) со спутников серии NOAA в период 1998–2009 гг. По данным первого и второго спектральных каналов AVHRR рассчитывается вегетационный индекс NDVI, отражающий степень состояния (зрелости) растительности. Выбраны четыре тестовых участка размером 30x30 км (три участка на северо-востоке и один в центральной части Якутии), для которых рассчитывался NDVI в течение вегетационного периода май–сентябрь. В результате обработки данных прибора AVHRR получены декадные, сезонные и годовые среднестатистические значения NDVI и облачности на северо-востоке Якутии. Кроме измерений AVHRR, для оценки температуры и влажности тестовых участков были использованы данные Росгидромета.

За исследуемый период 1998–2009 гг. на фоне слабой, но устойчивой тенденции повышения влажности и температуры, не смотря на значительные межгодовые колебания NDVI в минимуме солнечной активности (2006–2009 гг.), наблюдается общее снижение NDVI растительности на северо-востоке и в центральной части Якутии. Особенно заметный спад NDVI наблюдался в 2001–2005 гг. Можно отметить, что этот спад совпал с фазой понижения солнечной активности в 23-м цикле.

Работа выполнена при поддержке по Программе РАН №16/3.

1.5 Влияние солнечной активности на облачность в Северо-Восточной Азии

Соловьев В.С., Козлов В.И., Васильев М.С.

Институт космифизических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера

В ИКФИА СО РАН ведутся исследования эффектов влияния солнечно-земных связей на пространственно-временную динамику облачности на Северо-востоке Азии.

Обработаны архивные спутниковые данные NOAA (1997-2009) и построены сводные карты низкой, высокой и полной облачности с разрешением в 1x1 градус. Рассмотрены вариации облачного покрова в зависимости от фаз минимума (1997-1998; 2008-2009) и максимума (2000-2002) 23-го солнечного цикла.

Показано заметное влияние солнечной активности на пространственно-временную динамику облачности.

Работа поддержана Программой РАН №16/3.

1.6 Ионосферные эффекты полного солнечного затмения 22 июля 2009 г. по данным плотной сети GPS в Японии (GEONET)

Афраймович Э.Л., *Воейков С.В.*, *Едемский И.К.*

Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН, Иркутск, Россия, 664033, а/я 291

Экспериментальные наблюдения за ионосферой, проводимые во время солнечных затмений (СЗ), являются источником информации о характере поведения различных ионосферных параметров. Условно можно выделить два типа ионосферных эффектов СЗ – регулярные эффекты и волновые возмущения. Регулярный отклик выражается в увеличении действующих высот отражения, снижении концентрации в максимуме F-слоя, уменьшении полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере, что характерно для перехода к ночной ионосфере. Несмотря на то, что регулярным эффектам СЗ посвящено множество работ, в их изучении нет полной ясности – от события к событию наблюдается большой разброс значений основных параметров, описывающих регулярный ионосферный отклик на СЗ. С волновыми возмущениями, сопровождающими СЗ, ситуация еще сложнее. В работе [Chimonas G., Hines C.O. Atmospheric gravity waves induced by a Solar Eclipse // J. Geophys. Res. V. 75, P. 875-876, 1970] была выдвинута гипотеза о том, что солнечное затмение может генерировать атмосферные гравитационные волны (АГВ) с так называемым «косым» фронтом, которые проявляются на ионосферных высотах как перемещающиеся ионосферные возмущения (ПИБ). Однако до сих пор нет достоверных фактов наблюдения «косых волн» при прохождении СЗ.

Уникальность события 22 июля 2009 г. заключается как минимум в том, что впервые полное солнечное затмение проходило в непосредственной близости от самой плотной на сегодняшний день сети приемников GPS – GEONET. Для исследования ионосферных возмущений различного масштаба, связанных с СЗ, использованы разработанные в ИСЗФ СО РАН методы и алгоритмы обработки и пространственного отображения данных измерений ПЭС в ионосфере на сети многоканальных двухчастотных приемников GPS.

1.7 Влияние ионосферной проводимости на проникновение электрического поля из атмосферы в ионосферу

Денисенко В.В.¹, Амфферер М.², Бирнат Х.К.³

¹ *Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск*

² *Университет Карла-Франца, Грац, Австрия*

³ *Институт космических исследований ААН, Грац, Австрия*

Общепринятым методом моделирования проникновения электрического поля от земной поверхности в ионосферу является решение стационарного уравнения электропроводности. Проникновение поля определяется пространственным распределением проводимости в атмосфере и в ионосфере. Проводимость атмосферы является скалярной, а в ионосфере она становится существенно анизотропным тензором. Для упрощения модели мы полагаем, что это изменение происходит скачком на некоторой высоте, и выше этой поверхности проводимость вдоль магнитных силовых линий бесконечна. Такое приближение обычно используется, когда вводится интегральная проводимость ионосферы. Эта модель ионосферы позволяет получить из закона сохранения заряда специальное граничное условие в задаче для атмосферного поля. Мы полагаем магнитное поле вертикальным.

Показано, что величина ионосферного электрического поля, проникающего от земной поверхности, обратно пропорциональна интегральной педерсеновской проводимости ионосферы. Поэтому дневное поле примерно в сто раз меньше, чем ночное. Обе величины в нашей модели получились намного меньшими, чем в известных моделях, в которых ионосферная проводимость не учитывалась.

1.8 Аномалии естественного КНЧ-ОНЧ излучения в периоды солнечных затмений.

Дружин Г.И., Исаев А.Ю., Уваров В.Н.

ИКИР ДВО РАН

Проведен сравнительный анализ спектрохронограмм естественных электромагнитных сигналов в КНЧ-ОНЧ диапазоне в периоды солнечных затмений с аналогичными спектрохронограммами при их отсутствии. Показано, что аномалии в КНЧ-ОНЧ излучении в периоды затмений обусловлены изменением в условиях распространения сигналов от мировых центров грозовой активности в результате изменения размеров зон Френеля, обусловленных лунной тенью. Результаты измерения ОНЧ ЭМИ в двух пунктах позволяют оценить место положения эффективных источников излучения.

1.9 Холловская МГД модель «флэппинг» колебаний токового слоя магнитосферного хвоста

Еркаев Н.В.¹, Семенов В.С.², Бирнат Х.К.³, Рабецкая О.И.⁴, Мезенцев А.В.⁴

¹ *Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия*

² *Санкт-Петербургский государственный университет, С.-Петербург, Россия*

³ *Институт космических исследований, г. Грац, Австрия*

⁴ *Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

Разработана холловская МГД модель «флэппинг» колебаний токового слоя магнитосферного хвоста при наличии малой нормальной компоненты магнитного поля, изменяющейся вдоль слоя. В рассматриваемой модели начальный невозмущенный токовый слой характеризуется заданным одномерным профилем тангенциальной компоненты магнитного поля типа Харриса. Градиент невозмущенной нормальной компоненты магнитного поля направлен к Земле. Для линейных колебаний токового слоя получена дисперсионная зависимость собственной частоты от волнового вектора для несимметричной и симметричной мод. С использованием найденной дисперсионной функции были выполнены расчеты распространения волновых возмущений, инициированных локализованным в центре слоя движущимся источником. В рамках холловской МГД модели собственная частота флэппинг колебаний зависит от направления распространения волны по отношению к вектору тока: она выше для волны, бегущей в направлении тока (в сторону вечернего фланга), и ниже для противоположно бегущей волны (в сторону утреннего фланга) по сравнению с результатом идеальной МГД модели. Эта асимметрия распространения колебаний относительно направлений «утро-вечер» появляется вследствие эффектов Холла и выражена тем сильнее, чем тоньше токовый слой. Она связана с эффектом Доплера, обусловленным токовой скоростью протонов.

1.10 Как влияет активность Солнца на среднесрочные вариации климата?

Жижин М.Н.¹, Пойда А.А.², Медведев Д.П.²

¹ *ГЦ РАН, ИКИ РАН*

² *ГЦ РАН*

Фундаментальная задача поиска взаимосвязей и физических механизмов влияния Солнца на климат включает совместный статистический ре-анализ больших объемов разнородных данных о космической погоде и климате, а также физического моделирования механизмов взаимодействия для возможного прогноза изменений в будущем. Конкретной задачей, решаемой в настоящей работе, является поиск зависимости между активностью Солнца в масштабе времени от месяцев до солнечного цикла, интенсивностью космических лучей, проникающих в атмосферу, глобальными вариациями облачного покрова, наблюдаемыми американскими метеорологическими спутниками DMSP, и основными параметрами атмосферы, такими как температура, давление, влажность, полученными в результате реанализа метеоданных с помощью моделей глобальной циркуляции.

1.11 Наблюдения квазигармонического "раскачивания" вспышечной активности Солнца

Зимовец И.В.

Учреждение Российской академии наук Институт космических исследований РАН

2 апреля 2001 г. в активной области NOAA 09393 вблизи западного лимба Солнца произошло интересное и довольно редкое явление – серия из 8 квазипериодических рентгеновских вспышек нарастающей вплоть до X1.4 мощности. Характерное время между пиками вспышек составляло около 30 минут. К сожалению, пространственно-разрешенных наблюдений исследуемой активной области в диапазоне рентгеновского излучения не проводилось. Тем не менее, наблюдения, выполненные с хорошим пространственным разрешением космическим аппаратом TRACE в диапазоне жесткого ультрафиолетового излучения, а также магнитографом MDI, установленным на космическом аппарате SOHO, показали, что вспышечные процессы происходили преимущественно в полутени двух солнечных пятен противоположной полярности, соединенных системой магнитных петель. В связи с полученными результатами наблюдений обсуждается возможность механизма квазипериодической модуляции вспышечной активности посредством магнито-гидродинамических колебаний петель, соединяющих пятна.

1.12 Исследование вариаций облачности и интенсивности космических лучей

Козлов В.И., Соловьев В.С.

Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН

Приводятся результаты исследования методом наложенных эпох изменений облачного покрова над Северной Азией во время Форбуш - понижений интенсивности космических лучей за летние месяцы 2000 г. (год максимума солнечной активности). Рассмотрена площадь покрытия облачностью региона с континентальным климатом: 34 град. по широте (40-74 град. с.ш.) и 95 град. по долготе (80-175 град. в.д.). Данные по облачности рассчитывались для трех широтных зон, определяемых орографическими особенностями – основными широтными водоразделами: южная зона 40-56 град. с.ш.; центральная зона 56-66 град. с.ш. и северная зона 66-74 град. с.ш.

Показано, что для $AE > 300$ нТл (12 событий) наблюдается понижение облачности после начала Форбуш -понижения интенсивности космических лучей, что соответствует положительной корреляции, и антикорреляция плотности облачного покрытия с интенсивностью потока космических лучей при $AE < 300$ нТл (18 событий). В частности, при Форбуш-понижении 21 мая 2000 г. коэффициент корреляции для общей облачности всех трех зон составил $R = -0.68$.

При Форбуш-понижениях наблюдается изменение соотношения облачности зон, что может быть объяснено широтным смещением путей западных циклонов в зависимости от солнечной активности.

Работа поддержана грантами РФФИ 08-02-00348, 09-05-98540 и программами Президиума РАН 16, ФАНИ г.к. 02.740.11.0248 и РНП 2.1.1-2555.

1.13 Охлаждение ионов в плазмосфере на начальной стадии магнитной бури: моделирование динамики температуры.

Котова Г.А.¹, Веригин М.И.¹, Безруких В.В.¹, Богданов В.В.², Кайсин А.В.²

¹ *Институт космических исследований РАН, Москва*

² *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

Эффект понижения температуры ионов плазмосферы при $L < 3$ во время развития магнитной бури был обнаружен ранее по данным спутников ИНТЕРБОЛ-2 и МАГИОН-5. Рассмотрена модель перемещения дрейфовой оболочки протонов от Земли, вызванного уменьшением магнитного поля во внутренней плазмосфере. Сохранение первого адиабатического инварианта приводит к уменьшению температуры протонов при их движении от Земли. Показано, что модельные значения температур хорошо согласуются с экспериментальными данными. Работа выполнена при частичной поддержке программ РАН П16 и ОФН15.

1.14 Ионизация полярной атмосферы релятивистскими электронами в период октября-ноября 2003 г.и изменение химического состава: трехмерное моделирование

Криволицкий А.А.¹, Вьюшкова Т.Ю.¹, Вессинг М.², Черепанова Л.А.¹, Банин М.В.¹

¹ *Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета, Россия*

² *Университет г. Оснабрук, Германия*

Частицы высоких энергий могут проникнуть ниже 100 км в полярной атмосфере иногда, достигая иногда стратосферных уровней и расходуя свою энергию на ионизацию (каждые 35 эВ дает одну пару ионов). Теоретический анализ и фотохимическое моделирование показали (сейчас это подтверждается наблюдениями), что ионизация, вызванная частицами, приводит к дополнительному образованию «нечетного азота» (NOx) и «нечетного водорода» (HOx), далее разрушающих озон в каталитических химических циклах. Далее NOx может быть переносится в стратосферу в условиях нисходящих движений в случае устойчивого полярного вихря. Сильные геомагнитные бури, сопровождавшиеся солнечным протонным событием (СПС) наблюдались в период октября-ноября 2003 года. Отклик атмосферной химической системы в обеих полярных областях исследован с помощью трехмерной фотохимической модели ЦАО (CAO_3D). Компоненты ветра, использованные в адвективной схеме фотохимической модели, были взяты из расчетов по модели общей циркуляции (CAO/COMMA; Krivolutsky et al., 2006). Модель общей циркуляции была также использована, чтобы исследовать изменения в циркуляции и температуре, вызванные изменениями озонного нагрева. Для вычисления скоростей ионизациями, вызванных РЭ и СКЛ были данные о потоках протонов и электронов в различных энергетических каналах, измеренных на спутниках GOES-10/11 и POES- 15/16. Atmospheric Ionization Module Osnabruck - AMOC /Wissig and Kallenrode, 2009/ был использован, для вычисления трехмерной структуры областей ионизации отдельно для электронов и протонов. Результаты численного моделирования показали, что Северные и Южные полярные регионы имеют различный отклик на воздействие энергичных частиц, как в химическом составе, так и в циркуляции вследствие расширения полярного овала в течение геомагнитного шторма и эффекта переноса. Результаты иллюстрируют, как полярные регионы, взаимодействуя с космическим пространством, могут повлиять на химический состав и динамический режим более низких широт. Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект № 09-05-009949) и в рамках контракта № 1-6-08 с ААНИИ Росгидромета (подпрограмма "Изучение и Исследование Антарктики"ФЦП «Мировой океан»).

1.15 Результаты глобального мониторинга спорадических образований нижней ионосферы Земли по данным измерений на трассах спутник-спутник.

Павельев А.Г., Матюгов С.С., Яковлев О.И., Ануфриев В.А., Павельев А.А.

ФирЭ им. В.А. Котельникова РАН

Разработана методика глобального мониторинга спорадических образований нижней ионосферы. Проводился анализ амплитудных и фазовых составляющих радиоголограмм, полученных в ходе радиозатменных миссий CHAMP, FORMOSAT-3 путем регистрации высокостабильных сигналов навигационной системы GPS на трассах спутник-спутник. Выявлена связь следующих явлений: приход ударной волны солнечного ветра – высыпание из радиационного пояса энергичных частиц – возбуждение неоднородностей плазмы в F области ионосферы – появление интенсивных спорадических структур в нижней ночной ионосфере. Исследовалось географическое и сезонное распределение спорадических слоев, полученное с высоким пространственным и временным разрешением. Получены данные о статистике появлений спорадических ионосферных образований и их параметрах в экваториальных, среднеширотных и полярных областях для условий дня и ночи. Получены карты географического распределения интенсивных спорадических структур. В высоких широтах в ночной ионосфере интенсивные спорадические структуры связаны с воздействием ударных волн солнечного ветра. Исследовалось географическое и сезонное распределение спорадических слоев в нижней ионосфере Земли в зависимости от солнечной активности в течение периода 2002-2008 годов. В полярных районах индекс S4 в течение 2001-2008 гг. постепенно снижался от 10

1.16 ВОЗБУЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ПЛАЗМЕ С АНИЗОТРОПНЫМИ ИОНАМИ

Садовский А.М.

ИКИ РАН

Исследованы свойства негиротропных ионных распределений, встречающихся в области нейтрального слоя хвоста магнитосферы Земли. Показано, что подобные распределения неустойчивы по отношению к возбуждению электромагнитных волн с волновым вектором, направленным вдоль линии Земля-Солнце. Инкремент волн зависит от параметров «дыры» в пространстве скоростей и температур электронов и ионов.

1.17 АНОМАЛИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И АНОМАЛЬНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В.М. Костин, В.С. Скомаровский

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн

Рассматривается взаимосвязь отдельных аномальных солнечных событий на фазе спада 23 цикла и развитие опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ). Известно, что зависимости температурной аномалии северного полушария от продолжительности солнечного цикла, а также изменения солнечной постоянной от числа Вольфа имеют синфазный характер. С другой стороны, число ежегодных ОЯ на всей территории РФ и солнечная активность в 23 цикле менялись в противофазе [Skomarovsky et al., 2008]. Это обусловлено тем, что первые связаны с полным потоком энергии, поступающей на Землю. А появление ОЯ наступает при больших градиентах. Энергопоступление в атмосферу от дополнительных источников, таких как: рентгеновское излучение при вспышках, солнечный ветер, космические лучи и др. имеют разное пространственное распределение. Они сглаживают мезомасштабные и крупномасштабные градиенты и снижают вероятность наступления ОЯ. Статистические усреднения достигаются естественным образом, путем выбора ежемесячных распределений числа ОЯ на территории России. Показано, что наиболее отчетливо уменьшение ОЯ наступает после геоэффективных протонных событий с большими потоками.

1.18 Механизм генерации ультранизкочастотных электромагнитных колебаний в пограничной области плазменного слоя

Шевелёв М.М., Буринская Т.М.

ИКИ РАН

В пограничной области плазменного слоя (ПОПС) регулярно наблюдаются потоки высокоэнергичных ионов, движущиеся вдоль магнитного поля. В ходе многоспутникового эксперимента Cluster были обнаружены ультранизкочастотные возмущения магнитного поля, распространяющиеся вместе с потоками ионов. Характерные частоты и длины волн этих колебаний 0.004 – 0.02 Hz и 5 - 20 RE, соответственно. В качестве механизма генерации таких колебаний мы исследуем развитие неустойчивости Кельвина-Гельмгольца (К-Г) в потоке плазмы ограниченного размера, причём на величины альвеновской скорости и скорости звука не накладывается никаких ограничений. В рамках трёхслойной модели аналитически было получено общее дисперсионное уравнение для произвольной ориентации магнитных полей и скоростей потоков. Исследование развития неустойчивости К-Г в зависимости от величины скорости звука показало, что возмущения с длинами волн порядка или больше толщины потока могут нарастать в произвольном направлении даже при нулевой температуре, в отличие от обычно рассматриваемого случая с одной границей. Показано, что рассматриваемая система может быть неустойчива относительно роста длинноволновых колебаний и в случае, когда на одной из границ скорость потока меньше суммы альвеновских скоростей в потоке и окружающей плазме. Построены структуры собственных мод, и показано, что при низких температурах, характерных для ПОПС, моды имеют осцилляторно-затухающий характер.

1.19 ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АНОМАЛИИ ГОРЯЧЕГО ПОТОКА

Шестаков А.Ю., Вайсберг О.Л.

Институт космических исследований РАН

Работа посвящена исследованию аномалии горячего потока (НФА), образовавшейся на фронте околоземной ударной волны. Были использованы измерения ионов (СКА-1), электронов (ЭЛЕКТРОН) и магнитного поля (МИФ-3) на спутнике ИНТЕРБОЛ при пересечении НФА 14 марта 1996г. Из данных со спутника ИНТЕРБОЛ была определена ориентация токового слоя, образовавшего НФА. По динамическому спектру ионов в области аномалии было выделено несколько характерных областей. С использованием 2-х и 3-х мерных моделей ударной волны были получены данные о направлении электрического поля в области аномалии. В соответствии с представлениями о причинах возникновения этого явления, поля направлены к токовому слою по обе его стороны. Известно, что инжектируемые в область токового слоя ионы, отраженные от фронта ударной волны, приводят к возникновению 2-поточковой неустойчивости и разогреву плазмы с образованием НФА. Так же была составлена картина движения аномалии по ударной волне и вычислена скорость этого движения. Из данных о скоростях частиц в теле НФА было показано, что образование расширяется. Этот вывод подтвердился при оценке давлений, создаваемых частицами плазмы и магнитным полем. При детальном изучении динамического спектра частиц аномалии было замечено, что аномалия неоднородна и состоит из двух частей. При построении диаграмм скоростей частиц было замечено, что в головной и хвостовой частях выделяются частицы, обладающие скоростями, направленными к Солнцу. Возможно, это является косвенным свидетельством конвективной структуры НФА. Были исследованы функции распределения ионов в различных областях аномалии. Сопоставление функций распределения с магнитным полем и динамическими спектрами дало более четкую картину явления и позволило выделить область - источник тепловой и конвективной энергии.

2 Геофизические поля и их взаимодействие

2.1 Воздействие мощным КВ радиоизлучением среднеширотного нагревного стенда «Сура» на локальные ионосферно-магнитосферные связи

Белов А.С.¹, Марков Г.А.¹, Фролов В.Л.², Рапопорт В.О.², Парро М.³

¹ Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород, Россия

² Научно-исследовательский радиофизический институт, г. Н. Новгород, Россия

³ Environment Physics and Chemistry Laboratory, Orleans, France

Изучение ионосферно-магнитосферных связей и исследование воздействия на них с помощью существующих наземных радиотехнических средств является важной задачей современной геофизики. Реализация такого воздействия основана на возможности формирования мощным КВ радиоизлучением с поверхности Земли искусственных волноводных каналов (дактов плотности), оказывающих существенное влияние влиять на процессы возбуждения и распространения низкочастотных электромагнитных волн в возмущенной магнитной силовой трубке. Представленные в работе данные экспериментов были получены на среднеширотном нагревном стенде «Сура» во время эксперимента, выполненного 12 мая 2008 г. в поздние вечерние часы. Измерения характеристик электромагнитных и плазменных возмущений на высотах внешней ионосферы выполнены с помощью бортовой аппаратуры спутника DEMETER. Показано,

что при пролете спутника через магнитную силовую трубку, опирающуюся на область интенсивной генерации искусственной ионосферной турбулентности, наблюдается формирование искусственного дакта с возрастанием примерно на 40 процентов плотности электронов, значительное увеличение интенсивности электрических полей в диапазоне до 400 – 500 Гц и магнитных полей в диапазоне до 200 Гц (более слабое – до 500 Гц), а также возрастание в два раза (по сравнению с фоновым уровнем) интенсивности потока высыпавшихся электронов с энергиями 90 – 525 кэВ. Генерация электромагнитных излучений на таких низких частотах в искусственном волновом канале, а также увеличение в нем потока высыпавшихся из радиационных поясов энергичных электронов являются признаками возбуждения мазера в модифицированной каналом локальной плазменной трубке магнитосферного резонатора.

2.2 Первые результаты мониторинга магнитного поля Земли с помощью ЦМВС-6 на магнитной обсерватории "Хабаровск"

Бобылев Я.М.¹, Думбрава З.Ф.¹, Хомутов С.Ю.²

¹ ИКИР ДВО РАН

² АСФ ГС СО РАН, г.Новосибирск

Представлены первые результаты мониторинга полного вектора магнитного поля Земли на магнитной обсерватории "Хабаровск", начатого с 2006 г. после длительного перерыва. Регистрация DHZ-вариаций магнитного поля выполняется с помощью ЦМВС-6, абсолютные значения модуля напряженности магнитного поля F – с помощью протонного магнитометра ММП-203, магнитного склонения D и наклона $I - DI$ -магнитометром на базе теодолита ТТ-5 с феррозондовым датчиком. Для сравнения использовались также данные вариационной станции ЦАИС (ИТиГ ДВО РАН).

Сравниваются измеренные значения модуля напряженности F с данными 1974-1975 гг., а также с данными, рассчитанными по международной модели IGRF.

Проведен расчет локальных К-индексов по цифровым измерениям и сравнение их с К-индексами, полученными стандартным путем по фотозаписям аналоговой серии кварцевых датчиков Боброва. Делается вывод о преимуществе использования в этих целях цифровых измерений.

Обсуждаются вопросы качества измерений: погрешности приборов, используемых для абсолютных наблюдений, соответствие данных стандарту INTERMAGNET. Определяются требования к программам регистрации и типу используемых АЦП. В качестве примера приводятся результаты измерений с использованием АЦП L-Card E24 и E14-140 для цифровых магнитовариационных станций ЦМВС-6 и ЦАИС.

2.3 Маломодовая модель геодинамо

Водинчар Г.М., Крутьева Л.К.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Рассматривается маломодовая модель геодинамо, структура полоидального поля скоростей которой согласована с данными о распределении плотности в жидком ядре Земли. Модель включает две компоненты температуры, одну полоидальную компоненту скорости и две тороидальные, моделирующие кориолисов эффект. Магнитное поле представлено основным диполем и семью модами, структурно согласованными с модами скорости.

Показано, что при параметрах ядра принятых в теории геодинамо в данной модели поддерживается основной диполь и возможна инверсия поля.

Приводятся результаты расчетов, графики.

2.4 ВАРИАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ СНЧ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОДЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ

Гаврилов В.А., Полтавцева Е.В.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006

Обобщается опыт непрерывных электромагнитных измерений в диапазоне 30 – 1200 Гц с использованием подземной электрической антенны оригинальной конструкции, проводимых на территории Петропавловск - Камчатского геодинамического полигона с 2003 г. Основным элементом подземной антенны является обсадная труба глубокой скважины. Приводятся данные по методике и технике измерений, а также основные результаты исследований в сопоставлении с результатами скважинных геоакустических измерений, мониторинга плотности воды в скважинах и др. Показывается целесообразность применения систем с подземными электрическими антеннами для целей мониторинга напряженно-деформированного состояния геосреды и краткосрочного прогноза землетрясений.

2.5 МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ f_0F_2 НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Мандрикова О.В., Богданов В.В.

Институт космических исследований и распространения радиоволн

Поскольку критическая частота f_0F_2 имеет сложную структуру, применение традиционных методов обработки и анализа данных является неэффективным. Для исследований использованы принципиально новые классы моделей, методов и численных алгоритмов, в основе которых лежит математическая конструкция, называемая многокомпонентной моделью временного ряда. Идентификация многокомпонентной модели базируется на развитии методов вейвлет-преобразования и параметрических моделей временных рядов. В рамках этой теории разработан метод аппроксимации данных критической частоты f_0F_2 и заполнения пропусков.

2.6 Алгоритм расчета индексов геомагнитной активности

Дмитриев Э.М., Филиппов В.А.

ГО "Борок" ИФЗ РАН

В докладе рассмотрен алгоритм, позволяющий полностью автоматизировать расчет индексов геомагнитной активности в режиме реального времени, и воспроизводящий при этом первоначальную методику расчета К-индексов Дж. Бартельса. К-индекс геомагнитной активности, введенный Дж. Бартельсом в 1939г., служит мерой максимальных отклонений на последовательных трехчасовых промежутках значений геомагнитного поля от спокойной солнечно-суточной S_q -вариации - средней сглаженной кривой, построенной по нескольким магнитограммам спокойного поля с четко выраженными дневными вариациями (обычно использовались пять магнитограмм в месяц).

В настоящее время на многих обсерваториях применяются различные методы выявления спокойно-суточной S_q -вариации, основанные на математической обработке вариаций магнитного поля в течение каждого дня, в частности ГММ-метод. Достоинством этих методов является их оперативность, однако, такие индексы геомагнитной активности, вообще говоря, отличаются от К-индексов Бартельса.

В данной работе представлен алгоритм вычисления индексов геомагнитной активности основанный на методе Бартельса, но с автоматическим вычислением спокойно-суточной S_q -вариации. При этом дни спокойного геомагнитного поля, по которым вычисляется S_q -вариация, определяются на основе ранее рассчитанных индексов. Таким образом, предложенный алгоритм обеспечивает как отслеживание изменения S_q -вариации, так и расчет индексов геомагнитной активности в режиме реального времени.

Приведены расчеты индексов геомагнитной активности по данным геофизической обсерватории "Борок" [58.07N, 38.23E] для различных модификаций описанного алгоритма и разных интервалов времени. Показано, что величины рассчитываемых индексов адекватно характеризуют возмущения геомагнитного поля и согласуются со значениями К-индексов, представленными в сети Интернет рядом геомагнитных обсерваторий.

2.7 Пеленгационные наблюдения при прохождении гроз над Камчаткой

Дружин Г.И., Чернева Н.В., Мельников А.Н.

ИКИР ДВО РАН

В июле –августе 2009 г.с применением ОНЧ пеленгатора проведена регистрация гроз, которые также несколько раз визуально наблюдались, что является редким событием для Камчатки. Построены временные формы принятых излучений, их частотные характеристики, получено азимутальное распределения количества грозových разрядов за периоды прохождения гроз.

2.8 Распределенное детектирование событий в многомерных потоках данных в беспроводных сенсорных сетях

Жижин М.Н.¹ , Андреев А.В.² , Медведев Д.П.² , Пойда А.А.² , Мальков С.В.²

¹ ГЦ РАН, ИКИ РАН

² ГЦ РАН

Современные задачи экологического и геофизического мониторинга требуют непрерывного сбора информации по многим параметрам (температура, влажность и т.п.) в реальном времени на большой площади (квадратные километры) с высоким пространственным разрешением (десятки метров). Примерами задач могут быть мониторинг активных вулканов, предвестников землетрясений, нефте- динамики ледников и снежного покрова, когда условия проведения эксперимента не позволяют развертывания проводных сетей энергопитания и связи. Технология беспроводных сенсорных сетей позволяет совместить сенсоры, микропроцессор для сбора и первичной обработки данных, системы питания и радиосвязи в небольшом защищенном корпусе и объединить много таких устройств в беспроводную сеть сбора данных, которая способна к самонастройке и автономной работе на открытой местности в течение нескольких лет. Фундаментальной проблемой является разработка детекторов и алгоритмов обработки данных в реальном времени на узлах сети, которые позволили бы снизить объем передачи данных в беспроводной сети и тем самым масштабировать ее до сотен и тысяч узлов. В докладе будут представлены алгоритмы детектирования событий на узлах беспроводной сети и синхронизации результатов детектирования по сети для мониторинга протяженных объектов сетями с большим количеством сенсоров, а также представлен действующий прототип.

2.9 НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ ВЕЙВЛЕТОВ

Орешко Н.И., Геппенер В.В., Клионский Д.М.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ”

Для задач слежения за различными классами сложных динамических объектов (например, при испытании новых образцов ракетной и космической техники или новых летательных аппаратов), используются различные средства наблюдений: радиотехнические, оптические, GPS и др. Для расчета параметров траектории по результатам этих внешнетраекторных измерений необходимо использовать специализированное программно-математическое обеспечение. Это связано, прежде всего, со спецификой самого измерительного средства, а также с условиями проведения эксперимента. Наличие большого числа возмущающих факторов и высокие требования к точности и достоверности измерений обусловили развитие математических средств обработки случайных процессов на основе использования современных достижений в анализе временных рядов, частотно-временном анализе, теории вейвлетов, теории искусственного интеллекта и др. научных областях. Основными математическими трудностями при оптимальной обработке результатов измерений являются проблемы фильтрации случайных погрешностей при неизвестных законах их распределения на фоне динамического процесса с неизвестной моделью, а также оценивание систематических погрешностей. Для этого необходимо использовать специализированный математический инструментальный по фильтрации случайных погрешностей как для активного участка траектории, так и для пассивного при обработке результатов измерений. Важная научная и практическая задача возникает и при оценивании систематических погрешностей в имеющихся результатах измерений на основе их совместной обработки, т.е. за счет использования структурной избыточности. Разработанный математический аппарат должен оценивать систематические погрешности в привязке к шкалам системы единого времени и геодезических параметров, характеризующих положение системы на местности.

2.10 Временные изменения векторов Визе в некоторых сейсмоактивных регионах мира

Климкович Т.А.¹, Городынский Ю.М.¹, Харин Е.П.²

¹ *Карпатское отделение Института геофизики НАН Украины, Львов*

² *Международный Центр Данных по Солнечно-Земной Физике, Россия, Москва*

Временные изменения передаточных функций, или как их еще называют векторов Визе или индукционных стрелок, могут вызываться различными факторами. Значительное количество исследований посвящено связи аномальных временных изменений векторов Визе при подготовке сильных землетрясений. Весьма интересные результаты получены в сейсмоактивных регионах Китая и Японии. Похожее исследование проводится почти уже свыше 20 лет в сейсмоактивном Закарпатском прогибе. Поскольку местная сейсмичность в Закарпатье довольно слабая, убедительных связей временных изменений векторов Визе перед местными землетрясениями уверенно не обнаружено. Однако некоторые корреляции с распределением сейсмичности были замечены: для землетрясений, эпицентры которых тяготеют к Закарпатскому глубинному разлому, аномальные значения индукционных стрелок наблюдаются в большинстве случаев перед землетрясением, а для землетрясений, эпицентры которых находятся в центральной части Закарпатского прогиба – после землетрясения. Для анализа изменений векторов Визе нами разработаны алгоритмы и программы, позволившие осуществить высокую разрешимость во времени вычислений этих векторов. Например, для диапазона периодов 5-10 мин вектора рассчитываются для последовательных интервалов каждые 170 мин. Благодаря этому выявлены закономерности сезонных и суточных изменений векторов Визе. Они заключаются в изменении формы и ориентации области, которую занимают вершины векторов на плоскости их компонент (А, В) для всех диапазонов периодов. В ночное время эта область имеет кругообразную форму, с восходом солнца она начинает вытягиваться. Вблизи полудня фигура имеет максимальную вытянутость, а ее ось совпадает с меридианом. Сезонность заключается в увеличении длины большой оси фигуры и приближении ее к меридиану в летние месяцы. Такой сезонно-суточный характер изменений формы фигуры является, по нашему мнению, следствием влияния ионосферных источников на величину и направление векторов индукции. Актуальным на наш взгляд может быть применение разработанной нами методики к исследованию временных изменений векторов Визе в значительно более высокосейсмичных регионах. В частности, нами рассчитаны непрерывные ряды векторов Визе по данным магнитных обсерваторий „Иркутск” (Россия), „Какиока”, „Каноя”, „Мемамбецу” (Япония). Недалеко от (МО) „Иркутск” (60 км) 28.08.2008 произошло землетрясение $M=6.2$. Были произведены расчеты векторов Визе по данным непрерывных магнитовариационных наблюдений на этой МО с 1998 по 2008 годы. Оказалось, что на протяжении трех месяцев перед землетрясением наблюдалась ошутимая бухтообразная аномалия в компоненте А вектора Визе. Ее амплитуда превышала средний уровень этой компоненты приблизительно на 30%. Для МО Японии вектора Визе рассчитаны с 1991 по 2008 годы. Их временные изменения сопоставлены с землетрясениями, произошедшими на расстоянии до 100 км от каждой МО с магнитудами выше 5.5. Наиболее заметны корреляции во времени аномальных изменений векторов Визе перед землетрясениями в регионе МО „Какиока”. Здесь прослеживаются даже некоторые зависимости характера аномальных изменений векторов Визе от глубины гипоцентра, эпицентрального расстояния и магнитуды землетрясений. На всех 3 МО Японии отчетливо видно также сезонные изменения векторов. Данные магнитовариационных наблюдений на обсерваториях взяты на сайте INTERMAGNET, (www.intermagnet.org).

2.11 Методы распознавания образов (РО) в исследовании сложных геофизических объектов (СГО)

Ковалевский И.В.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН

Рассмотрены вопросы всестороннего (теоретического и эмпирического) исследования таких сложных геофизических объектов как геомагнитосферные бури (ГМБ), землетрясения (ЗТ) и отдельные геологические объекты (ОГО) с помощью современных научных методов. Характерной особенностью изучения СГО является то, что данные об исследуемых объектах получаются в различных пространственно-временных областях целой совокупностью различных инструментов и аппаратов, которые обрабатываются различными методами. Сложность изучаемых СГО требует обращения к новому методологическому – системному – подходу (СП), задающего план научного исследования изучаемых СГО как целостностей, в которых

совокупность изучаемых процессов различной модальности (механической, электромагнитной и т.п.) рассматривается как тесный взаимосвязанный комплекс как в пространстве, так и во времени. В системном анализе СГО применялись методы распознавания образов, объединяющих целый ряд высокоэффективных методов (секвентный и кластерный анализы и т.п.). Существо новых подходов раскрывается на примере анализа большой геомагнитосферной бури 27 августа 1978 г. ($Dst = -226$ нТл), например, поиска геоэффективности межпланетных параметров, определяющих развитие ГМБ.

Обсуждаются перспективы этих подходов, базирующихся на РО, в анализе данных землетрясений и комплексного геофизического мониторинга отдельных геологических объектов. Отмечены принципиальные моменты, сближающие состояние дел в этих областях науки (ЗТ и ОГО) и состоянием дел в физике геомагнитосферных бурь. Подчеркивается главное достоинство предлагаемого подхода. Оно состоит в том, что процессы самой различной природы не только могут быть рассмотрены на единой основе, но и в принципе – привести к реконструкции СГО, например, землетрясений как сложного физического явления на базе развитой техники дендритного или дендрограммного представления взаимосвязанных процессов, подобно тому, как это удалось сделать для геомагнитосферной бури. Тем самым может быть осуществлена постановка прогноза ЗТ на основе всего комплекса имеющихся данных и их взаимосвязей.

2.12 ОТКЛИК ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ В ДАННЫХ ЯКУТСКОГО НЕЙТРОННОГО МОНИТОРА

Козлов В.И.¹, Муллаяров В.А.¹, Стародубцев С.А.¹, Торопов А.А.¹, Тимофеев Л.В.²

¹ *Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН*

² *Физико-технический институт ЯГУ*

Представлены экспериментальные данные скорости счета нейтронного монитора на станции Якутский спектрограф космических лучей (105 метров над уровнем моря) во время прохождения электрически заряженных облаков над установкой за грозовой сезон 2009 года (май – август). Вариации электрического поля регистрируются электростатическим флюксметром производства НИРФИ с диапазоном измерений ± 50 кВ/м. Установлено, что во время длительных повышений (около 5 часов) напряженности поля в среднем на 7 кВ/м относительно уровня ясной погоды наблюдается уменьшение скорости счета нейтронного монитора в среднем на 0,5 процента. Эффект наблюдался и индивидуально во всех 12 днях, при которых регистрировалось длительное изменение электрического поля при прохождении электрически заряженных облаков. При 6 событиях относительно более коротких повышений (около 1 часа) напряженности поля в среднем на 5 кВ/м относительно уровня ясной погоды также наблюдается уменьшение скорости счета нейтронного монитора в среднем на 0,25 процента во всех событиях. Эффект также наблюдался и индивидуально во всех 6 днях. Работа поддержана грантами РФФИ 08-02-00348-а, 09-05-98540-р_восток_а и программами Президиума РАН 16, ФАНИ г.к. /02.740.11.0248 и РНП /2.1.1/2555.

2.13 Модель конвекции во вращающихся сферических слоях при малых надкритичностях

Крутъева Л. К., Водинчар Г. М., Шевцов Б. М.

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Конвективные процессы в шаровом слое вязкой жидкости являются основными формами движения в астро и геофизических объектах и играют важную роль в генерации магнитных полей.

В докладе рассматривается конвективная неустойчивость в сферической оболочке вязкой жидкости по отношению к элементарным (базисным) полоидальным возмущениям, в качестве которых выступают собственные поля некоторой спектральной задачи.

Рассматриваются случаи не вращающейся и вращающейся оболочек. В случае вращения Кориолисово воздействие на полоидальное возмущение аппроксимируется двумя тороидальными компонентами. Представлены явные выражения для критических значений числа Рэлея в зависимости от возмущений и относительной толщины слоя.

Отдельно рассмотрены параметры слоя, соответствующие жидкому ядру Земли.

Приводятся результаты численных расчетов, графики.

2.14 ГДЕ, КАК И ПОЧЕМУ ПРОИСХОДИТ ГЕНЕРАЦИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ?

Кузнецов В.В.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН

Предлагается, следующая из концепции горячей Земли, принципиально новая модель генерации геомагнитного поля. Согласно концепции, на границе внутреннего ядра Земли (в F-слое) реализуется фазовый переход (ФП) первого рода. Выделение теплоты ФП (испарение-конденсация) является источником энергии генерации геомагнитного поля. Переменный во времени характер работы ФП, который можно рассматривать как фликкер-шум, приводит к смене полярности поля, т.е. инверсиям, экскурсам и джеркам. Наличие ФП в F-слое приводит к проявлению в нем эффектов, аналогичных высокотемпературной сверхпроводимости и сверхтекучести. В этом слое протекает электрический ток, обязанный действию радиального электрического поля и поперечного ему гидродинамического переноса маловязкого вещества слоя. В F-слое реализуется механизм генерации типа холловского динамо. В рамках этой модели находят непротиворечивое объяснение все особенности магнитного поля Земли, других планет и спутников.

2.15 Низкочастотные радиопомехи, как средство диагностики окружающей среды

Ларкина В.И.

ИЗМИРАН

Комплексный анализ результатов спутниковых измерений интенсивности низкочастотных электромагнитных излучений в звуковом диапазоне частот (100 Гц -20 кГц) (которые принято считать радиопомехами), потоков энергичных электронов, плотности и температуры ионосферной плазмы продемонстрировал реакцию ионосферной плазмы на процессы геомагнитных возмущений, подготовки активных сейсмических и медленных геодинамических процессов. Установлено изменение параметров ионосферной плазмы, особенно, интенсивности низкочастотных шумов, над регионами радиоактивных загрязнений. Предлагается схема глобального спутникового мониторинга для дистанционного зондирования экологической обстановки с целью выявления возмущений природного и техногенного характера.

2.16 Технология определения индекса геомагнитной активности К в автоматическом режиме

Мандрикова О.В.¹ , Смирнов С.Э.¹ , Соловьев И.С.²

¹ *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

² *Камчатский государственный технический университет*

В работе предлагается автоматический метод определения К-индекса, максимально приближенный к ручному способу, введенному Дж. Бартельсом. Основные сложности данной процедуры связаны с автоматическим определением не возмущенной вариации геомагнитного поля, так называемой Sq-кривой. В настоящее время эта задача является весьма актуальной, существующие методы автоматизации данной процедуры не удовлетворяют основному требованию, поскольку не включают в себя средства адаптации, тем самым не учитывают особенности структуры входного сигнала и его изменчивость с течением времени, а как следствие изменчивость Sq-кривой. Авторами разработана гибкая технология определения Sq-кривой в автоматическом режиме, основанная на анализе тонких структур входного сигнала. Построенный аппарат основан на применении нелинейных аппроксимаций в пространстве ортогональных функций. В процессе апробации метода были обработаны магнитные данные, полученные на обс. «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатская область, ИКИР ДВО РАН), подтвердившие его эффективность.

2.17 Результаты исследований связи между возмущениями высокочастотной геоакустической эмиссии и электрического поля в приземном воздухе на пункте "Микижа"

Маратулец Ю.В.¹ , Руленко О.П.² , Мищенко М.А.¹

¹ *Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

² *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

На расположенном в 28 км запад-юго-западнее г. Петропавловска-Камчатского пункте "Микижа" летом-осенью 2006-2008 гг. одновременно измерялись геоакустическая эмиссия в диапазоне частот 2.0-6.5 кГц, электрическое поле в воздухе у поверхности земли и метеорологические величины. Используя непараметрический метод корреляционного анализа Спирмена, исследована связь между рядами среднечасовых значений всех величин. Установлено, что наибольшие возмущения геоакустической эмиссии и электрического поля метеорологической природы вызывают дождь и ветер. Для их удаления проанализированы случаи отсутствия дождя, сильного и умеренного ветра, низкого атмосферного давления. В результате обнаружена высокозначимая отрицательная связь между возмущениями геоакустической эмиссии и электрического поля. По мнению авторов, она обусловлена деформированием приповерхностных осадочных пород в районе пункта "Микижа" во время измерений. Выявленная связь свидетельствует еще об одном проявлении воздействия литосферы на приземную атмосферу в сейсмоактивном регионе.

2.18 Эффекты геомагнитных возмущений в спектрах мощности атмосферных волн в динамо-области ионосферы на Камчатке

Михайлова Г.А.¹, Михайлов Ю.М.¹, Капустина О.В.¹, Смирнов С.Э.²

¹ *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова, РАН*

² *Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

Используя вариации горизонтальной компоненты геомагнитного поля, наблюдаемого в обсерваториях "Паратунка" и Ваггов в сентябре-октябре 1999г., исследована динамика волновых возмущений в E-области ионосферы в полосе периодов тепловых приливных волн и волн планетарных масштабов ($T=48,72,192$ ч). Получено, что на средних широтах в период высокой геомагнитной активности интенсивность колебаний в спектрах мощности с $T=24$ и 12 ч изменяется с периодичностью 16 сут, не совпадающей с периодичностью изменения Кр-индекса. Максимальные отклонения значений этих периодов от значений в спокойных условиях совпадают с максимальными изменениями Кр-индекса. С усилением геомагнитной активности одновременно усиливаются колебания в полосе периодов ($48-192$) ч, особенно с $T\sim 192$ ч. Интенсивность этой гармоник в несколько раз превышает интенсивность гармоник с $T\sim 24$ ч. Периодичность изменения интенсивности гармоник в полосе ($48-192$) ч совпадает с периодичностью изменения Кр-индекса. В полярной ионосфере эффект высокой геомагнитной активности проявляется в усилении колебаний с квазипериодом $T\sim 24$ ч и появлением колебаний в полосе ($48-192$)ч с периодичностью, совпадающей с максимумами изменения Кр-индекса.

2.19 Спектры мощности тепловых приливных и планетарных волн в приземной атмосфере и в D - области ионосферы на Камчатке

Михайлова Г.А.¹, Михайлов Ю.М.¹, Капустина О.В.¹, Дружин Г.И.², Смирнов С.Э.³

¹ *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк (Московская обл.), e-mail: yutikh@izmiran.ru*

² *Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, п.Паратунка (Камчатский край), e-mail: drug@ikir.kamchatka.ru*

³ *Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, п.Паратунка (Камчатский край), e-mail: sergey@ikir.kamchatka.ru*

Выполнен спектральный анализ суточных вариаций квазистатического электрического поля в приземной атмосфере и ОНЧ – атмосферных радиопомех на частоте 5.3 кГц, наблюдаемых одновременно в сентябре-октябре 1999 г. в обл. "Паратунка" ИКИР ДВО РАН. Исследованы вариации интенсивностей спектральной плотности мощности и длительностей периодов колебаний в полосе периодов $T \sim 8 - 24$ ч и выше в зависимости от геомагнитной и сейсмической активностей.

2.20 Эффекты геомагнитных возмущений в приземной атмосфере и возможный биофизический механизм их влияния на сердечно-сосудистую систему человека.

Михайлова Г.А.¹, Смирнов С.Э.²

¹ *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк (Московская обл.), e-mail: yutikh@izmiran.ru*

² *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, п.Паратунка (Камчатский край), e-mail: sergey@ikir.kamchatka.ru,*

Приведены результаты влияния геомагнитной активности на вариации напряженности квазистатического электрического и горизонтальной компоненты геомагнитного полей в полосе периодов тепловых приливных волн и волн планетарного масштаба. Показано изменение интенсивностей и величин периодов колебаний в спектрах мощности этих геофизических параметров синхронно с вариациями Кр – индекса. Принимая во внимание, что эти параметры связаны с вариациями атмосферного давления, предложен возможный механизм взаимодействия сердечно-сосудистой системы человека с метеорологическими параметрами в приземной атмосфере, основанный на изменении прозрачности атмосферы под действием космических лучей в процессе развития геомагнитных возмущений.

2.21 Проявление грозových процессов в низкочастотном радиоизлучении

Муллаяров В.А., Козлов В.И., Торопов А.А., Каримов Р.Р.

Институт космических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН

Рассмотрены особенности характеристик электромагнитных сигналов в КНЧ диапазоне, сопровождающие грозвые ОНЧ сигналы (атмосферерики) и с которыми связывается красное свечение на высотах мезосферы и нижней ионосферы (спрайты). Сигналы записаны на высоких широтах в очень благоприятных условиях с точки зрения отсутствия каких-либо сетевых и промышленных радиопомех. Радиоизлучение наблюдается на частотах ниже 1 кГц обычно в виде двух полупериодных колебаний (КНЧ импульсы) и следует с запаздыванием относительно начала соответствующих атмосферериков в пределах 0-7 мс. В записях сигналов, выполненных 21-23 августа 2008 г., КНЧ колебания в большинстве случаев наблюдались спустя 1 и 3 мс, а в 14 % событий запаздывание отсутствовало. Обнаружены события квазипериодических КНЧ колебаний с периодом колебаний около 7 мс (частота 143 Гц), соответствующим квазипериоду КНЧ импульсов, сопровождающих атмосферерики. В каждом периоде волновой формы колебаний может присутствовать дополнительный меньший пик. Колебания в коротких ($dt < 100$ мс) событиях фактически выполняют роль атмосферериков, за которыми следуют цуг из 2 полупериодов уже более низкочастотных (по сравнению с 7 мс) колебаний. Характеристики длительных КНЧ колебаний свидетельствуют о резонансном характере явления и о возможности длительной "подпитки" вероятного резонатора в период грозвой активности. Работа поддержана грантами РФФИ 08-02-00348-а, 09-05-98540-р_восток_а и программами Президиума РАН №16, РНП 2.1.1/2555.

2.22 ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА РАДОНА (^{222}Rn) В СИСТЕМЕ ГРУНТ-АТМОСФЕРА С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Паровик Р.И.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

В работе рассмотрена задача Коши для нестационарного уравнения переноса радона (Rn) из пористого однородного грунта в приземный слой атмосферы с постоянными коэффициентами диффузии и адвекции.

Было получено аналитическое решение такой модели в явной форме, которое искалось в виде бегущей волны со скоростью V . Скорость волны определялась из заданного начального условия. Были построены кривые распределения концентрации Rn в системе грунт-атмосфера в зависимости от скорости волны V , адвекции и диффузии.

В результате анализа полученных результатов можно сделать вывод, что в математическом моделировании процессов переноса Rn в системе грунт-атмосфера необходимо учитывать два механизма диффузию и адвекцию.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» № 2.1.1/544.

2.23 О трехмерной вязкоупругой модели Максвелла фрактальной среды

Пережогин А.С., Шевцов Б.М.

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Реальные среды и материалы имеют особенности и дефекты структуры на различных масштабных уровнях. Таким образом, моделью таких сред могут быть фрактальные структуры. Фрактальные свойства оказывают влияние на поля напряжений и деформаций данной среды. В классических линейных реологических моделях поля напряжений и деформаций имеют экспоненциальные решения. В настоящей работе рассматривается трехмерная вязкоупругая модель Максвелла для случая фрактальной среды. Одним из подходящих аппаратов для моделирования сред с фрактальными свойствами является дробное дифференцирование. Трехмерная вязкоупругая модель Максвелла записана с помощью производной Капуто. Показано, что в зависимости от параметра дробного дифференцирования, закон релаксации поля напряжений будет учитывать фрактальные свойства среды.

Рассматриваемая реологическая модель, которая дает решение на поле напряжений, может быть сопоставлена с экспериментальной интенсивностью геоакустической эмиссии, наблюдаемой в осадочных породах. Это позволяет по характеру интенсивности геоакустической эмиссии можно получить информацию о напряженном состоянии среды.

2.24 ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ.

И.Н.Поддельский, А.И.Поддельский

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 686134, п. Стекольный Магаданской обл., (413-42)-98-231, podd-igor@yandex.ru

По данным геомагнитных наблюдений обсерватории «Магадан» исследованы особенности связи результатов измерений элементов геомагнитного поля с электромагнитными помехами промышленного и бытового происхождения. Выявлено существенное влияние таких помех на измерение параметров магнитного поля в условиях повышенного электрического сопротивления подстилающей земной поверхности.

2.25 МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТРУКТУР ПРИРОДНОГО СИГНАЛА

Мандрикова О.В., Полозов Ю.А.

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук

В работе предлагаются методы идентификации регулярных составляющих и специфических особенностей сложных природных сигналов. Предложенные методы имеют важное значение в геофизике, где весьма остро стоит задача идентификации аномальных эффектов, несущих важную информацию об объектах, с которых эти сигналы были получены. Идентификация регулярных составляющих выполняется с использованием нейронных сетей, предложен метод обучения сети и способ формирования обучающей выборки. Специфические особенности определяют детализирующие составляющие сигнала и аномальные структуры, их идентификация основана на пороговых методах с применением вейвлет-технологии. Предлагаемый теоретический аппарат опробован на реальных геофизических данных, регистрируемых в Институте космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, полученные теоретические и экспериментальные результаты исследований подтвердили его эффективность по сравнению с существующими аналогами. Используя данный аппарат, разработана система анализа и прогноза поведения важных характеристик геофизических сигналов.

2.26 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Романов А.А., Романов А.А., Урличич Ю.М., Трусов С.В., Новиков А.В.

ОАО «Российские космические системы»

В работе приведено описание автоматизированной технологии томографического зондирования ионосферы Земли. Представлены результаты численного моделирования восстановления вертикального распределения электронной концентрации ионосферы, а также реконструкции по спутниковым данным. Проведено сравнение полученной информации о состоянии ионосферы с различными источниками ионосферных данных: спутниковые альтиметры, космические системы просветного зондирования, а также наземным ионозондом. Показано, что в силу различных физических ограничений наиболее пригодными для сравнения с данными томографии является информация наземного ионозонда. Кроме того, показано высокое соответствие двух рядов независимых измерений. Коэффициент корреляции критических частот для ионосферы, рассчитанных на основе автоматически полученных томограмм и данных ионозонда составляет 84. Дальнейшее развитие технологии томографического зондирования ионосферы возможно в двух направлениях. С одной стороны необходимо решить проблему неоднозначности фазовых измерений, что позволит существенно упростить процедуру обработки данных. С другой стороны, необходимо перенести приемный сегмент непосредственно на космические аппараты, что позволит осуществлять глобальный мониторинг состояния ионосферы. Решением первой проблемы может стать предложенный в работе метод многочастотного зондирования ионосферы, который позволяет рассчитать абсолютное полное электронное содержание на пути распространения «источник-приемник» по фазовым характеристикам. Вторая проблема может быть решена путем разработки бортовой аппаратуры, работающей по новым принципам, что позволит создать космическую группировку перспективной системы на базе малоразмерных космических аппаратов. Система позволит восстанавливать вертикальное распределение электронной концентрации ионосферы за период от 15 до 100 мин. во всей плоскости группировки в зависимости от числа спутников (от 4 до 36). Результаты численного моделирования различных вариантов построения перспективных группировок космической системы томографического зондирования ионосферы показывают, что ошибки реконструкции распределений электронной концентрации ионосферы не превысят 30

2.27 ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО СЕГМЕНТА ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Романов А.А., Трусов С.В., Новиков А.В., Аджалова А.В., Романов А.А.

ОАО «Российские космические системы»

В работе представлены результаты моделирования задачи томографической реконструкции вертикального распределения электронной концентрации в ионосфере путем обработки когерентных сигналов спутник-спутник. Рассматривается несколько вариантов построения космической группировки перспективной системы томографии ионосферы. Предлагается в одной орбитальной плоскости разместить до 36 космических аппаратов, с приемниками и передатчиками многочастотных когерентных сигналов на борту. Представлены результаты моделирования решения обратной задачи без использования начального приближения при условии использования данных об абсолютном полном электронном содержании на трассе распространения сигнала. Показано, что ошибки реконструкции модельных распределений не превышают 10. Определены оптимальные варианты взаимного расположения спутников. Продемонстрирована возможность диагностики состояния ионосферы методом томографии в плоскости орбиты перспективной орбитальной группировки с помощью 4-х космических аппаратов без использования наземных приемников. Ошибки реконструкции модельных распределений не превышают 30

2.28 ПРОСВЕТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ ЧЕТЫРЕХЧАСТОТНЫМ КОГЕРЕНТНЫМ СИГНАЛОМ

Новиков А. В., Романов А. А., Романов А. А.

В работе предлагается оригинальный метод радиопросвечивания ионосферы четырехчастотным когерентным радиоизлучением. Метод позволяет определить с высокой точностью абсолютное значение полного электронного содержания вдоль радиотрассы. Приведены оценки точности и физические ограничения при использовании этого метода. На основе этих оценок, сформулированы требования к приемопередающей радиоаппаратуре как наземного, так и космического базирования.

2.29 Отрицательные аномалии атмосферного электрического поля у поверхности земли на пункте «Карымшина» в августе 2009 г. и их связь с активизацией планетарной сейсмичности

Руленко О.П.¹, Широков В.А.², Маранулец Ю.В.³, Мищенко М.А.³, Смирнов С.Э.³

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

² *Камчатский филиал Геофизической службы РАН*

³ *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

В июле-октябре 2009 г. на пункте «Карымшина» (Камчатка) на высоте 7 см и 3.6 м от поверхности земли проводились одновременные измерения градиента потенциала атмосферного электрического поля. Ночью и утром по местному времени 8, 12 и 14 августа при спокойной погоде только на высоте 7 см зарегистрированы случаи уменьшения градиента потенциала поля с последующим возвратом примерно до прежнего уровня. Их минимальные значения отрицательны. В условиях спокойной погоды такие локальные аномалии больше не наблюдались. Отрицательные аномалии электрического поля на некоторой высоте зарегистрированы перед землетрясениями в различных сейсмоактивных регионах мира (Руленко, 2000; обзор). Появление этих аномалий у поверхности земли и одновременное отсутствие на большей высоте обнаружено впервые. С позиций планетарно-региональной модели подготовки сильных землетрясений (Широков, 2001, 2009) заключительная фаза подготовки связана с кратковременной, часто несколько суток, общепланетарной перестройкой поля тектонических напряжений. В результате, в геофизических полях наблюдаются оперативные предвестники на любых расстояниях от очага готовящегося землетрясения. С 9 по 17 августа 2009 г. отмечена наиболее выраженная в 2009 г. активизация планетарной сейсмичности, когда в течение 7.5 суток произошло 6 землетрясений с магнитудой $M \geq 6.6$. При этом 10 августа в Индонезии произошло землетрясение с $M = 7.5$, а в Курило-Камчатской зоне субдукции 1-20 августа землетрясений с $M \geq 5.0$ не было. Таким образом, отрицательные аномалии электрического поля приурочены по времени к активизации планетарной сейсмичности и могут рассматриваться как удаленный оперативный предвестник землетрясения с $M = 7.5$. В свою очередь, это землетрясение является индикатором перестройки глобального поля сейсмотектонических напряжений.

2.30 Вариации аэроэлектрического поля среднеширотных обсерваторий

Смирнов С.Э.¹, Анисимов С.В.², Шихова Н.М.²

¹ *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

² *Геофизическая обсерватория "Борок" филиал ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН*

С использованием обсерваторских баз данных и результатов сезонных полевых наблюдений проведен сравнительный анализ квазистационарного состояния и динамики атмосферного электрического поля двух среднеширотных обсерваторий: ГО «Борок» ИФЗ РАН [$58^{\circ}04'N, 38^{\circ}14'E$] и обсерватории «Паратунка» ИКИР ДВО РАН [$52^{\circ}58'N, 158^{\circ}15'E$] за 1998-2009 гг. Обнаружен значимый линейный тренд среднемесячных значений напряженности поля E_z в Паратунке, находящейся в активном геодинамическом регионе на Камчатке. Выявлено, что вариации среднемесячных значений E_z по наземным наблюдениям обсерватории «Борок» за исследуемый период стационарны относительно среднего. Показано, что сезонный ход поля для рассматриваемых среднеширотных обсерваторий подобен. Исследованы характерные морфологические особенности изменений и проанализированы статистические закономерности вариаций атмосферного электрического поля в диапазоне временных масштабов от нескольких секунд до года. Выполнены оценки действия глобальных и региональных генераторов в формировании суточной и сезонной динамики E_z .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-05-00888)

2.31 Воздействие одиночного молниевых разряда на напряженность электрического поля воздуха и акустическую эмиссию приповерхностных пород.

Смирнов С.Э., Марапулец Ю.В.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Исследован эффект воздействия одиночного молниевых разряда на напряженность электрического поля в приземной атмосфере. Эффект проявился в резком падении величины градиента потенциала напряженности с 80 В/м до минус 21 В/м. Затем поле вернулось на свой уровень по формуле восстановления заряда конденсатора с характерным временем 17с. Одновременно с электрическим полем на разряд молнии обнаружен отклик акустической эмиссии приповерхностных пород в диапазоне частот 6.5 - 11 кГц.

2.32 Влияние конвективного генератора на суточный ход напряженности электрического поля.

Смирнов С.Э.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Исследован суточный ход градиента потенциала напряженности электрического поля в приземной атмосфере в условиях хорошей погоды. Показано, что максимум суточного хода электрического поля на среднеширотной обсерватории Паратунка связан с утренней конвекцией в приземном воздухе. В качестве меры конвективного потока были выбраны разность температур воздуха у поверхности земли и на высоте 30 м. Показана высокая корреляция графика разности температур на этих высотах и суточным ходом напряженности электрического поля.

2.33 Магнитное поле Байкальской рифтовой зоны по данным высокоточной наземной съемки

Рахматуллин Р.А.¹, Хомутов С.Ю.², Харченко В.В.¹, Липко Ю.В.¹

¹ ИСЗФ СО РАН, г.Иркутск

² АСФ ГС СО РАН, г.Новосибирск

Представлены результаты высокоточной магнитной съемки, выполненной в 2009-2010 гг. на льду акватории оз.Байкал и северной части о.Ольхон. Профили для съемки проложены вдоль Академического хребта от о.Ольхон до Ушканьих о-вов и поперек от западного до восточного берега Байкала, а также короткие профили по о.Ольхон. Измерения модуля напряженности поля F выполнены с помощью протонного магнитометра POS-1, магнитного склонения D и наклонения I - с помощью DI-магнитометра на базе теодолита ЗТ2КП и феррозондового датчика, приращений вертикальной составляющей Z между пикетами вдоль профиля - с помощью магнитометра М-27М. Пространственное разрешение профильной съемки - 5 км по F и dZ и 10 км по полному вектору, погрешности измерений оцениваются в 0.5 нТл, 1 угл.мин. и 0.2 угл.мин. по F, D, I, соответственно. Геомагнитные вариации во время съемки на акватории контролировались по данным магнитных обсерваторий "Патроны" (Иркутск) и "Ключи" (Новосибирск), а также по данным станции "Узур" (о.Ольхон).

По результатам полевых измерений получены карты пространственного распределения магнитного поля центральной части оз.Байкал между островами Ольхон и Ушканьи. Выполнено сопоставление с результатами ранее сделанных магнитных съемок. Установлено наличие в районе измерений крупномасштабной аномалии, ранее не отраженной на магнитных картах. Рассмотрены особенности высокоточных магнитных измерений с поверхности льда. Работа выполнена при поддержке РФФИ и Администрации Иркутской области (региональный проект 08-05-98073-р-сибирь-а).

2.34 АТМОСФЕРНО-ЛИТОСФЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НА ПРИМЕРЕ ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАМЧАТКЕ В ЯНВАРЕ 2002 г.

Чернева Н.В.¹, Фирстов П.П.², Дружин Г.И.¹

¹ ИКИР ДВО РАН

² ИВиС РАН

Рассмотрено влияние циклонической деятельности на атмосферно-литосферное взаимодействие. Прослежена связь траектории движений циклонов с метеорологическими величинами, с динамикой ОНЧ-излучения, стоком радона в атмосферу и напряженностью атмосферного электрического поля земли (EZ ЭПА) на обсерватории Паратунка. Траектории движения циклонов строились по спутниковым снимкам, а направление движение циклонов и расстояние относительно обсерватории определялось по данным пеленгатора ОНЧ-излучения. При приближении к берегам Камчатки электрические поля двух близких циклонов образовали диполь, движение которого в виде сигнала определенной формы нашло отражение в поле EZ ЭПА. При дальнейшем приближении циклонов к обсерватории за счет падения давления и роста температуры, сток радона в атмосферу увеличился в 4 раза, что привело к падению значений EZ ЭПА на 200 В/м. Приведенные данные указывают на тесное атмосферно-литосферное взаимодействие для рассмотренного случая.

2.35 Энергообмен между сейсмическими и гидроакустическими волнами в переходной зоне залива Посыет

Чупин В.А., Долгих Г.И.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН

На основании результатов экспериментов по излучению сейсмических волн сейсмоакустическим излучателем и регистрации поверхностных волн, лазерным деформографом и гидроакустических волн лазерным измерителем вариаций давления гидросферы, показано, что излученные колебания присутствуют как в земной коре, так и в водной среде. При этом спектры колебаний в упругой и в водной средах практически совпадают, что указывает на линейный характер процесса трансформации акустической энергии. В земной коре присутствует сигнал на частоте излучения и на его гармониках, а в водной среде присутствует сигнал на основной частоте и на четных гармониках, а на нечетных гармониках сигнал слабый. При проведении теоретической оценки количества энергии сейсмических волн, преобразующейся в энергию гидроакустических волн, установлено, что около 0,3 процента излученных поверхностных волн трансформируется в энергию гидроакустических волн. Причём нет зависимости количества трансформированной энергии от частоты в изучаемом диапазоне частот (10-20 Гц), обоснованием чему служит установленный факт линейности процесса трансформации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №09-05-00597-а, №09-05-01089-а), грантов ДВО (I, II, III разделов) и ГК №02.740.11.0341

2.36 Моделирование вариаций магнитного поля Земли, определяемых воздействием приливной силы

Шереметьева О.В.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

В работе строится модель на основе уравнений, определяющих дрейфовое движение частиц в магнитных полях и приливное воздействие на скорости движения этих частиц. На основании модели определяется величина вариации магнитного поля в результате изменения скорости движения каждой i -ой частицы плазмы под воздействием приливной силы. Используя математическое описание плазмы с помощью микроскопического метода, в дрейфовом приближении вычисляется суммарное влияние всей системы частиц плазмы на вариации геомагнитного поля.

2.37 Проявление магнито-ориентированных ионосферных плазменных возмущений на средних широтах

Афраймович Э.Л., Астафьева Э.И., Косоголов Е.А., Ясюкевич Ю.В.

Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН

Впервые с использованием метода сканирования магнитного зенита лучами «наземный приемник-спутник GPS» показано, что зарегистрированные над Калифорнией 5 октября 2001 г. на фазе восстановления небольшой магнитной бури 3 октября 2001 г. необычные изолированные ионосферные неоднородности, движущиеся на север, представляют собой магнито-ориентированные плазменные возмущения (МОПВ). МОПВ характеризуются положительным отклонением полного электронного содержания (ПЭС) относительно фона амплитудой до 4 TECU (10^{16} эл/м²), что составляет до 10-20 % относительного изменения ПЭС. Во временной области соответствующие вариации ПЭС имеют вид единичного импульса длительностью порядка 20 мин. В пространственной области МОПВ представляют собой плоские «перья» с характерными размерами в горизонтальной плоскости около 800 км поперек и более 100 км вдоль направления перемещения. Магнито-ориентированные плазменные неоднородности зарегистрированы в интервале 40 – 50° геомагнитной широты, что в верхней точке магнитной силовой линии соответствует высоте порядка 5000 км над магнитным экватором. Перечисленные признаки позволяют отнести зарегистрированные образования к классу ионосферных «пузырей» (bubbles), формируемых в экваториальной ионосфере на определенной фазе магнитной бури, с тем отличием, что возмущение ПЭС носит не отрицательный (depletion), а положительный характер. Приводятся оценки влияния подобных образований на работу дифференциальных систем GPS (DGPS), поскольку при пересечении магнито-ориентированной плазменной неоднородности лучом GPS опорной станции или бортового приемника на короткое время порядка длительности МОПВ может резко увеличиться относительная ошибка дальности. Аналогичные проблемы возникают и при работе современных широкобазисных и среднебазисных радиоинтерферометров типа LOFAR, SKA.

2.38 Отличие суточных вариаций ПЭС по данным глобальных карт GIM различных лабораторий, региональных североамериканских карт US-TEC и модели IRI

Ясюкевич Ю.В., Ратовский К.Г., Полякова А.С., Шейфлер А.А.

Институт солнечно-земной физики СО РАН

В настоящее время широкое распространение получила технология картирования полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере Земли. На основе этих данных имеется возможность исследовать суточные вариации ПЭС, что представляет достаточный интерес для физики ионосферы. Глобальные ионосферные карты GIM предоставляют возможность определять амплитуду суточных вариаций, максимальное и минимальное значение ПЭС, скорость нарастания ионизации на фронте солнечного терминатора в различных регионах Земного шара. Кроме того, существуют региональные карты ПЭС US-TEC. Глобальные карты GIM и региональные карты US-TEC рассчитываются различными лабораториями с привлечением некоторых моделей. Любое использование моделей приводит к тем или иным ошибкам, поэтому представляет интерес сравнить суточные вариации ПЭС по данным карт GIM различных лабораторий и региональных североамериканских карт. В работе делается сравнение амплитуды, полуширины вариаций, скорости нарастания ионизации для различного уровня солнечной и геомагнитной активности. Результаты представлены в сравнении с модельными данными IRI-2007.

2.39 Береговой эффект в вариациях геомагнитного поля на Камчатке

Мороз Ю.Ф., Мороз Т.А.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Береговой эффект изучен с помощью численного трехмерного моделирования магнитотеллурического поля. Он связан с резким контрастом проводимости верхнего слоя на суше и водной толщине в акваториях Охотского моря и Тихого океана. Контраст составляет 3-4 порядка. Это приводит к концентрации электрических токов в Охотском море и Тихом океане. Совместное индукционное действие этих токов на территории Камчатки создает сложную картину в поведении магнитовариационных параметров. По частотным кривым типпера выделяются 4 зоны с различной степенью проявления берегового эффекта. На Западном побережье максимум берегового эффекта проявляется на периодах 400-500 с. При движении на восток береговой эффект со стороны Охотского моря гаснет и начинает действовать береговой эффект со стороны Тихого океана, который в сильной мере усиливается на восточном побережье Камчатки. Максимум берегового эффекта проявляется на периодах близких к получасу. Он почти в 4 раза превышает береговой эффект на западном побережье. Максимум берегового эффекта на восточном побережье связан с насыщением электрическим током глубоководного желоба, который индуцирует вертикальную

компоненту магнитного поля, пронизывающую Восточную Камчатку. Границы площади, на которой проявляется береговой эффект со стороны Охотского моря или Тихого океана, зависят от периода вариаций геомагнитного поля. На длинных периодах ($T > 5000$ с) вся территория Камчатки охвачена береговым эффектом со стороны Охотского моря и Тихого океана. Так на периоде 100 с большая средняя часть п-ова, а на периоде 1600 с, только узкая зона в средней части п-ова шириной около 50 км свободны от берегового эффекта. На Камчатке трёхмерные эффекты в вариациях геомагнитного поля проявляются в разной мере в различных частотных диапазонах. На коротких периодах (до 400 с) эффекты связаны с обтеканием электрическим током сложных очертаний береговой линии. С увеличением периода вариаций эффекты затухают и практически гаснут на периоде 10000 с. В то же время появляются эффекты, связанные с обтеканием электрическим током Камчатки, представляющей собой трёхмерную вытянутую геоэлектрическую неоднородность в хорошо проводящей морской воде.

2.40 Годовые вариации магнитовариационных параметров по данным обсерваторий «Магадан» и «Паратунка» (Камчатка)

Мороз Ю.Ф., Мороз Т.А.¹, Смирнов С.Э.²

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

² *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

Вариации геомагнитного поля содержат информацию об электропроводности геологической среды, которую можно получить с помощью передаточных магнитовариационных параметров, представленных в виде магнитного типпера и магнитного тензора. Магнитный типпер характеризует связь вариаций вертикальной составляющей геомагнитного поля с горизонтальными составляющими геомагнитного поля в одном пункте наблюдения. Магнитный тензор дает представление о связи горизонтальных составляющих вариаций геомагнитного поля при одновременном наблюдении в двух разнесенных пунктах наблюдений. Исследования магнитного типпера и тензора выполнены по данным синхронных наблюдений вариаций геомагнитного поля с дискретностью 1 с в обсерваториях «Магадан» и «Паратунка» в 2007 – 2008 гг. Анализ показал, что магнитовариационные параметры определяются более устойчиво на временном интервале не менее 5 суток. При этом когерентность между вертикальной и горизонтальными составляющими должна быть не менее 0.8. Для получения временных рядов параметров создана специальная программа, с помощью которой получены временные ряды магнитного типпера и тензора в диапазоне периодов от 300 до 10000 с. Вещественные стрелки связаны с активными электрическими токами, а мнимые с реактивными. Величина мнимых стрелок определяется индукцией в проводящих слоях. В обсерватории «Паратунка» мнимые стрелки более устойчиво определяются на периоде 1000 с, а в обсерватории «Магадан» - на периоде 300 с. На этих периодах в поведении модулей мнимых стрелок четко выражены годовые вариации. Данные периоды на кривых МТЗ приурочены к минимумам, связываемым с коровыми проводящими слоями. Следовательно, годовые вариации модулей мнимых индукционных стрелок характеризуют вариации электропроводности корового проводящего слоя, в котором концентрируются электрические токи, вызванные индукцией. По-видимому, за счет концентрации токов мы имеем более устойчивые значения и хорошо выраженные годовые вариации мнимых индукционных стрелок на периодах 1000 с и 300 с. Следует отметить, что годовые вариации в меньшей мере выражены и на других периодах. Это свидетельствует, что годовым изменениям электропроводности в той или иной степени подвержены различные толщи литосферы. Можно предположить, что годовые изменения электропроводности литосферы могут быть связаны с геодинамическими процессами, имеющими годовую цикличность, вызванную степенью освещенности Земли при её годовом вращении вокруг Солнца. Данные процессы возможно приводят к изменению ширины и глубины литосферных разломов, степени их насыщенности гидротермальными растворами и уровня их минерализации, что проявляется в вариациях электропроводности литосферы.

3 Динамические процессы в атмосфере

3.1 Математическое моделирование оптических характеристик атмосферных аэрозолей

Маров М.Я.¹, Шари В.П.²

¹ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва*

² *Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва*

Разработана методика и комплекс программ для численного расчета полного набора спектральных свойств однократного рассеяния света полидисперсной системой сферических частиц, включая спектральные зависимости объемных коэффициентов рассеяния и угловые зависимости элементов фазовой матрицы. Предложенный подход обеспечивает получение в реальном масштабе времени сведений об оптических свойствах аэрозолей естественного и антропогенного происхождения в атмосфере Земли и служит методической основой эффективного способа дистанционного зондирования атмосферы и происходящих в ней процессов. Созданный банк данных по характеристикам рассеяния света различными классами аэрозолей с учетом различных распределений частиц по размерам включает, помимо рассчитанных оптических свойств аэрозолей атмосферы Земли, также модельные аэрозоли Венеры и Марса.

3.2 Лидарные наблюдения серебристых облаков над Камчаткой в июне 2009 года.

Бычков В. В., Пережогин А. С., Шевцов Б. М.¹, Маричев В.Н.²

¹ *Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, с. Паратунка, Камчатского края, vasily@ikir.ru*

² *Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск.*

По результатам лидарных наблюдений, проведенных в июне 2009 года, над Камчаткой обнаружено редкое явление – появление серебристых облаков, регистрировавшихся в течение недели с 17 по 23 июня на высотах 80-85 км. Одновременно спутником Аура была зарегистрировано понижение температуры на этих высотах достигавшей 17 июня величины около 140оК. Приводится описание методики коррекции лидарных сигналов для устранения эффекта последствия используемого ФЭУ, позволившей восстановить профили отношения рассеяния до высот 85-90 км. Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН №16, гранта РФФИ № РФФИ 07-05-00734а, Министерства науки и образования РФ (проект № 2.1.1/6996), программы ДВО РАН №06-П-СО-07-026

3.3 Сезонные вариации аэрозольного наполнения стратосферы и мезосферы Камчатки

Бычков В. В.¹, Пережогин А. С., Шевцов Б. М.¹, Маричев В.Н.², Новиков П.В.³, Черемисин А.А.⁴

¹ *Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

² *Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск.*

³ *Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ГОУ ВПО ИргУПС в г. Красноярске*

⁴ *Сибирский Федеральный Университет, Красноярск*

По результатам лидарных наблюдений, выполненных в 2007-2009 г.г. на Камчатке, проанализирована динамика аэрозольного распределения в области 30-80 км. Обнаружено появление структуры, расположенной на высотах 35-50 and 60-75 км. Установлены подобию и различия аэрозольного распределения на Камчатке по сравнению с Западной Сибирью. Описан метод корректировки лидарных сигналов, позволяющий восстановить дисперсию до 80 км

3.4 О ВОЗМОЖНОМ МЕХАНИЗМЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА АТМОСФЕРЫ

А.В. Виницкий, В.В. Казанцева

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Предложен механизм изменения температуры атмосферы вследствие вертикальной конвергенции и дивергенции воздушных потоков, образующих меридиональные ячейки глобальной системы циркуляции. На основе уравнения притока тепла для случая адиабатического процесса приведены количественные оценки эффективности данного механизма. Показано, что на высотах мезосферы механизм может обеспечивать изменение температурного режима с эффективностью 0.001 К/с, что может объяснить существование тёплой зимней и холодной летней мезопаузы. Представлены экспериментальные данные, подтверждающие возможность его реализации в атмосфере.

3.5 Об особенностях исследований тонкой мультифрактальной структуры ионосферной турбулентности

Алимов В. А., Выборнов Ф. И., Рахлин А. В.

ФГНУ НИРФИ, г. Нижний Новгород

Обсуждаются особенности исследований тонкой мультифрактальной структуры развитой ионосферной турбулентности методами многомерных структурных функций и максимумов модулей вейвлет - преобразования с помощью дистанционного зондирования ионосферной плазмы сигналами орбитальных искусственных спутников Земли. Показано, что дифракционные эффекты при распространении радиоволн в ионосфере приводят к "замыванию" тонкой квазисингулярной структуры ионосферной турбулентности и к невозможности диагностики ее этими методами при наземном приеме сигналов ИСЗ. Предлагается для исследования тонкой мультифрактальной структуры ионосферной турбулентности применять прямые зондовые измерения флуктуаций электронной концентрации с высокой частотой отсчетов вдоль траектории космического аппарата непосредственно в ионосфере.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №09-02-97026р-поволжье-а.

3.6 О пространственно-неоднородной структуре мелкомасштабной турбулентности среднеширотной ионосферы

Алимов В. А., Выборнов Ф. И., Рахлин А. В.

ФГНУ НИРФИ, г. Нижний Новгород

Проведены исследования неоднородной структуры мелкомасштабной ионосферной турбулентности с применением метода многомерных структурных функций флуктуаций амплитуды сигналов искусственных спутников Земли. Обнаружены существенные различия в поведении показателей мультистепенных спектров неоднородностей и соответствующих обобщенных мультифрактальных спектров среднеширотной ионосферной турбулентности как для разных облаков электронной концентрации ионосферной плазмы с размерами 200-250 км, так и внутри отдельных облаков для локальной неоднородной структуры с размерами 12-15 км.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №09-02-97026-р-поволжье-а.

3.7 Влияние метеоусловий на естественное электромагнитное излучение

Дружинин Г.И., Санников Д.В., Уваров В.Н

ИКИР ДВО РАН

Исследована взаимосвязь ветровой обстановки с уровнем электромагнитного излучения в КНЧ-ОНЧ диапазоне. Обнаружена временная асимметрия корреляционной функции скорости ветра и уровня электромагнитного излучения, которая может свидетельствовать об электромагнитном излучении воздушных масс.

3.8 Магнитогидродинамическая природа СМ ПИВ, генерируемых солнечным терминатором

Афраймович Э.Л., *Воейков С.В.*, *Едемский И.К.*, *Ясюкевич Ю.В.*

ИСЗФ СО РАН

В докладе представлена морфология среднеширотных среднемасштабных перемещающихся волновых пакетов (СМ ПВП), полученная с использованием измерений полного электронного содержания (ПЭС) по данным глобальной сети приемников GPS (до 1500 станций) за длительный интервал времени с 1998 по 2009 г.г. и плотной японской сети GPS/GEONET (1220 станций) за 2008-2009 г.г. Показано, что суточные и сезонные, спектральные и пространственно-временные характеристики СМ ПВП определяются динамикой солнечного терминатора (СТ) и практически не зависят от уровня солнечной и геомагнитной активности. Во временной области ПВП представляют собой узкополосные колебания ПЭС длительностью порядка 1-2 часа с периодом колебаний в диапазоне 10-30 мин. Зимой в северном полушарии ПВП наблюдаются преимущественно спустя 3 часа после прохождения утреннего солнечного терминатора (СТ), когда производная ПЭС достигает максимума. В равноденствие ПВП появляются сразу после прохождения СТ. Летом ПВП регистрируются за 1.5-2 часа до появления вечернего СТ в пункте наблюдения, но в момент времени прохождения СТ в магнитосопряженной области. Пространственная структура ПВП характеризуется высокой степенью анизотропии и когерентности на расстоянии свыше 10 длин волн, длина волны ПВП порядка 100-300 км. Высокая добротность колебательной системы и синхронизация с появлением СТ в пункте наблюдения и в магнитосопряженной области свидетельствуют о МГД природе генерации ПВП, генерируемых солнечным терминатором. Наши результаты являются первым экспериментальным подтверждением гипотезы генерации СТ ионно-звуковых волн, предложенной Huba (GRL, 2000, 27, 19, 3181) .

3.9 Экспериментальное исследование рассеяния радиосигнала GPS на ионосферных неоднородностях, вытянутых по магнитному полю

*Ишин А. Б.*¹ , *Живетьев И. В.*² , *Демьянов В. В.*³

¹ *Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН*

² *Институт Космофизических Исследований и Распространения Радиоволн ДВО РАН*

³ *Иркутский государственный университет путей сообщения*

В данной работе проведено исследование ориентации ионосферных неоднородностей наблюдавшихся над территорией Японии 12 февраля 2000 г. На основе данных плотной региональной сети GPS GEONET, был проведен анализ угловых характеристик рассеяния трансionoсферного радиосигнала на ионосферных неоднородностях. Показано, что в присутствии ионосферных неоднородностей наблюдаются свои сопровождения фазы несущей на вспомогательной частоте как при распространении радиосигнала параллельно магнитно-силовой линии, так и перпендикулярно. В первом случае эффект значительно сильнее. Количество приемников, на которых наблюдались свои сопровождения фазы несущей на вспомогательной частоте, при прохождении радиосигнала вдоль магнитно-силовой линии на высоте ионосферы достигает 6-7

3.10 Волновое описание прохождения свистовых волн через ионосферу в случае малых углов падения

Кузичев И. В., *Шкляр Д. Р.*

Учреждение Российской академии наук Институт космических исследований РАН

Проблема прохождения свистовой волны через ионосферу является одной из наиболее важных и вместе с тем сложных проблем, возникающих при исследовании ОНЧ волн в околоземном пространстве. Анализ этого процесса необходим для понимания и интерпретации как спутниковых, так и наземных ОНЧ измерений. Вот почему этот вопрос был в центре внимания с самого начала ОНЧ исследований. Трудность рассмотрения этого вопроса связана, в конечном итоге, с быстрым изменением параметров ионосферы по сравнению с характерной длиной ОНЧ волны. Это делает неприменимым рассмотрение задачи в рамках геометрической оптики. С другой стороны, волновое рассмотрение данной задачи также сопряжено с серьезными трудностями, поскольку, как известно, волновые уравнения в данном частотном

диапазоне описывают как распространяющуюся свистовую моду, так и экспоненциально нарастающую моду, что приводит к неустойчивости решений. В настоящей работе развит новый подход к решению этой проблемы, который заключается в том, что нарастающая мода исключается из рассмотрения с помощью аналитических методов; при этом численные расчеты сводятся к решению устойчивой системы уравнений, которая может быть проинтегрирована стандартными методами. С помощью этого подхода была решена задача о падении свистовой волны на ионосферу сверху под малым углом. Получена зависимость коэффициента отражения от частоты для различных углов падения. Эта зависимость имеет немонотонный характер, что отражает резонансные свойства ионосферы для волн данного частотного диапазона.

3.11 ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В АНИЗОТРОПНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

Носов В.В., Емалеев О.Н., Лукин В.П., Носов Е.В.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

С использованием полуэмпирической теории показано, что произвольный анизотропный приземный слой может рассматриваться как локальный слабо изотропный слой. Теоретические выражения были получены для вертикального внешнего масштаба турбулентности для анизотропного пограничного слоя, было показано, что имеет место соответствие между экспериментальными значениями внешнего масштаба и теоретическими значениями.

3.12 Лидарные наблюдения вертикального распределения температуры в нижней и средней атмосфере над Западной Сибирью в 2008-2010гг.

Маричев В.Н.

Институт оптики атмосферы СО РАН

Кратко изложена используемая методика зондирования температуры по релеевскому и рамановскому рассеянию света. Дано описание особенностей современного лидарного комплекса, связанного с зондированием температуры, после его модернизации. Представлены результаты зондирования температуры в стратосфере за 2008-2010г. Приведены наблюдения стратосферных потеплений в зимние месяцы.

3.13 Лидарные наблюдения аэрозольных вулканических слоев в стратосфере над Томском в 2008-2010гг.

Маричев В.Н.¹, Самохвалов И.В.²

¹ *Институт оптики атмосферы СО РАН*

² *Томский Государственный Университет*

Приведены основные результаты по лидарному зондированию вертикальной структуры стратосферного аэрозоля над Томском за 2008-2009гг. Показаны итоги модернизации лидарного комплекса. Представлены наблюдения за фоновым и вулканическим аэрозолем, выполненные на современном лидарном комплексе. Подтверждены сезонные особенности стратификации фонового аэрозоля в верхней тропосфере и стратосфере над Томском, выявленные ранее. Прослежена динамика переноса эруптивных аэрозольных слоев от извержений вулканов островов алеутской и курильской гряды над Западной Сибирью.

3.14 Динамика зимних стратосферных потеплений над Якутском

Николашкин С.В.¹, Титов С.В.¹, Маричев В.Н.², Игнатьев В.М.¹

¹ *Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск*

² *Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск*

Исследованы пространственно-временные характеристики и волновые вариации температуры стратосферы в зимнее время, измеренные при помощи лидара в Якутске на высотном интервале 20-60 км. Обсуждается связь вариаций температуры с распространением планетарных, приливных и гравитационных волн во время зимних стратосферных потеплений.

Анализ лидарных температурных данных за период 2004-2009 гг. с привлечением данных аэрологического зондирования, спутниковых измерений показал, что потепление состоит из нескольких кратковременных, локализованных потеплений, при этом оно модулируется планетарной волной с волновым числом 1 и с периодом около 90 дней.

Работа поддержана грантом РФФИ 09-05-98573 и Интеграционным проектом №15 СО РАН.

3.15 Случаи наблюдений слоев вулканических аэрозолей над Якутском

Николашкин С.В.¹, Титов С.В.¹, Маричев В.Н.²

¹ *Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск*

² *Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск*

Описаны случаи наблюдений вулканических аэрозольных слоев над Якутском по данным лидарного зондирования. Показано, что наблюдаемые аэрозольные слои локализованы в области тропопаузы и нижней стратосферы. Также исследовано поведение АОТ и других оптических характеристик атмосферы во время этих случаев по данным солнечного фотометра "АЕРОНЕТ". Проведен анализ обратных траекторий движения аэрозольных масс для отождествления источника вулканических выбросов.

Работа поддержана грантом РФФИ 09-05-98573 и Интеграционным проектом №75 СО РАН.

3.16 Радиовидение слоев и исследование внутренних волн в атмосфере с помощью высокостабильных сигналов навигационных спутников

Павельев А.Г., Губенко В.Н., Павельев А.А., Салимзянов Р.Р., Андреев В.Е.

ФирЭ им. В.А. Котельникова РАН

В случае выполнения условия локальной сферической симметрии в атмосфере была выявлена существенная связь между ускорением эйконала и интенсивностью радиоволн, подобная известному уравнению классической динамики. Применение установленной связи к анализу экспериментальных данных спутников CHAMP (Германия), FORMOSAT-3 (Тайвань—США) показало, что вторая производная по времени от эйконала (ускорение эйконала, или производная по времени от доплеровской частоты), доплеровский сдвиг частоты и интенсивность радиоволн являются важнейшими параметрами, необходимыми для отождествления и радиовидения слоев в атмосфере и ионосфере. Измерения временной эволюции доплеровского сдвига частоты дают возможность изучать вертикальную структуру атмосферы при условии её сферической симметрии. Анализ взаимосвязанных вариаций ускорения эйконала и интенсивности радиоволн дает возможность, с одной стороны, идентифицировать слои в атмосфере и ионосфере, и, с другой стороны, определять вклад турбулентных и мелкомасштабных структур в вариации амплитуды и фазы радиоволн. С помощью разработанного критерия идентификации возможно выявлять принадлежность слоев к волновым структурам по индивидуальному вертикальному профилю температуры и/или плотности воздушной среды. Применение разработанной методики к анализу данных спутников CHAMP и FORMOSAT-3, проводившим регистрацию высокостабильных сигналов навигационной системы GPS на трассе спутник-спутник, позволяет получать сезонные и географические распределения волновой активности на различных высотах в атмосфере в глобальном масштабе. Полученные результаты могут иметь общее значение и для других трасс дистанционного зондирования, в том числе для линий спутник-Земля, а также при изучении слоистых и волновых структур в атмосферах планет.

3.17 ЭФФЕКТЫ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 1 АВГУСТА 2008 ГОДА.

И.Н.Поддельский, А.И.Поддельский

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 686134, п. Стекольный Магаданской обл., podd-igor@yandex.ru

Проведено исследование эффектов солнечного затмения с использованием зондирования на системе СДВ радиотрасс, пересекающих зону движения тени Луны в атмосфере Земли. Проведенные эксперименты показали резкие колебания характеристик СДВ поля, вызванные падением электронной концентрации в зоне тени и волнообразным изменением электронной концентрации в обширной зоне, включающей частичное затенение. Радионаблюдения во время солнечного затмения позволяют изучать ионосферные процессы, происходящие в условиях быстрого изменения интенсивности солнечной радиации при почти постоянном зенитном угле Солнца. Некоторые результаты, относящиеся к затмению 1 августа 2008 г., обсуждаются в этом сообщении.

3.18 Исследование влияния лесных пожаров на атмосферный аэрозоль по данным спутниковых наблюдений

Соловьев В.С., Будищев А.А.

Институт космических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН

В результате лесных пожаров в нижнюю атмосферу выбрасывается огромная масса продуктов горения – смесь различных газов, соединений углерода, аэрозольных частиц, оказывающих существенное влияние на физические и химические процессы в атмосфере.

По данным радиометров AVHRR (ИСЗ серии NOAA) и MODIS (ИСЗ Terra, Aqua) были проведены исследования вариаций аэрозольной оптической толщины (АОТ) в зависимости от уровня пирогенной активности. На территории Приленского плато (центральная Якутия) был выбран участок, находящийся в секторе 60–64 град. с.ш. и 120–132 град. в.д. С севера (частично), востока и юга исследуемый участок окружен горными массивами Верхоянского и Станового хребтов, затрудняющих горизонтальный вынос инжектированных дымовых частиц за границы рассматриваемого участка.

Были обработаны данные за период май-сентябрь 2000-2009 гг. Регулярный спутниковый мониторинг лесопожарной обстановки в Якутии, проводимый с 1998 г. по данным спутников NOAA, показывает, что в течение 2001-2003 гг. наблюдался чрезвычайно высокий уровень пирогенной активности с максимумом в 2002 г. Напротив, 2000 г. и 2004-2009 гг. отметились крайне низким уровнем активности лесных пожаров. Для указанных периодов пожароопасных сезонов – с высоким показателем пирогенной активности (2001-2003 гг.) и низким (2000 г. и 2004-2009 гг.) – были построены соответствующие графики среднемесячных вариаций количества обнаруженных на космоснимках «пожарных» пикселей и АОТ.

В целом, предварительный анализ спутниковых данных за период май-сентябрь 2000-2009 гг. показывает, что лесные пожары оказывают сильное влияние на аэрозольную компоненту атмосферы, формируя сезонный рост значений АОТ в июле-августе. В отдельные дни (2002 г.) с наиболее высоким уровнем пирогенной активности среднесуточная АОТ по исследуемому участку значительно превышала невозмущенные значения, достигая значений 1,5-1,6. При этом значения АОТ в отдельных ячейках (1x1 град.) среднесуточной карты распределения достигали 4,9.

Работа выполнена при поддержке по программе Президиума РАН №16/3.

3.19 Влияние крупномасштабных неоднородностей на ионограммы внешнего зондирования Интеркосмос-19 в области главного ионосферного провала

Карпачев А.Т.¹, Жбанков Г.А.², Телегин В.А.¹

¹ ИЗМИРАН

² НИИФ ЮФУ, Ростов-на-Дону

Сложные ионограммы наблюдались 26.11.1980 г. в области главного ионосферного провала по данным внешнего зондирования на ИСЗ Интеркосмос-19. Они характеризуются наличием двух дополнительных следов на расстояниях больших, чем основные следы. При приближении к минимуму провала все следы становятся более рассеянными, постепенно сближаются и сливаются в один, сильно диффузный след. Усиление диффузности всех следов связано с ростом интенсивности мелкомасштабных неоднородностей, что обычно наблюдается при приближении к минимуму провала. Предпринята попытка интерпретации сложных ионограмм на основе траекторных расчетов, проведенных в 2D варианте методом характеристик. Траекторные расчеты показывают, что дополнительные следы связаны с наличием крупномасштабной неоднородности, вытянутой вдоль геомагнитного меридиана в горизонтальной плоскости выше максимума F2. Расчеты позволяют оценить параметры неоднородности: интенсивность $dN_e/N_e = 0.20$, длина

около 1000 км, ширина 200 км, высота 300 км.

3.20 ЛИДАРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ СЛОЕВ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ КАМЧАТКИ И ГРАВИТОФОТОФОРЕТИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

А.А. Черемисин¹, П.В. Новиков², И.С. Шнипов², В.В. Бычков³, Б.М. Шевцов³

¹ *Сибирский федеральный университет*

² *Красноярский институт железнодорожного транспорта*

³ *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

По результатам лидарных наблюдений, проведенным за годичный период с октября 2007 г. по сентябрь 2008 г. на Камчатке, были выделены регулярно наблюдаемые пики аэрозольного рассеяния в верхней стратосфере на высотах 35-50 км и в мезосфере на 60-75 км. Были выявлены характерные сезонные особенности появления аэрозольных слоев. Были проведены также расчеты высот левитации аэрозольных частиц под действием гравитофотофоретических сил для тех же дней и условий лидарных наблюдений на Камчатке, с использованием спутниковых данных по температуре атмосферы и ИК-излучению Земли. Привязка к конкретным условиям географического места и времени отличает результаты данных расчетов от результатов, представленных в работе [1], в которой использовалась стандартная модель атмосферы. Согласно расчетам имеется двухслойная картина зон левитации аэрозольных частиц, и эти зоны соответствуют высотным диапазонам, где наблюдаются аэрозольные слои. Изменение положения зон левитации имеет схожие сезонные особенности с высотами наблюдения аэрозольных слоев. Таким образом, образование мезосферных аэрозольных слоев на высотах 60-75 км, а также стратосферных слоев на высотах 30-50 км, может быть объяснено возникновением гравитофотофоретической силы, приводящей к левитации аэрозольных частиц на этих высотах. Работа выполнена при финансовой Министерства науки и образования РФ (РНП, проект № 2.1.1/6996). Chermisin A.A., Vassilyev Yu.V., Horvath H. Gravito-photophoresis and aerosol stratification in the atmosphere // J. Aerosol Sci.- 2005.- V. 36.- N 11.- P. 1277-1299.

3.21 Исследование влияния мощных метеорологических возмущений в нижней атмосфере Земли на вариации параметров ионосферы в азиатском регионе России

Черниговская М.А.¹, Куркин В.И.¹, Орлов И.И.¹, Поддельский И.Н., Поддельский А.И.², Шарков Е.А.³

¹ *Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск*

² *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

³ *Институт космических исследований РАН, Москва*

Волновой механизм является одним из наиболее эффективных механизмов взаимодействия между слоями атмосферы и воздействия нижних слоев атмосферы на верхнюю атмосферу и ионосферу Земли. В работе на основе анализа короткопериодных временных вариаций параметров ионосферы исследуется возможность проявления мощных метеорологических возмущений в нижней атмосфере в вариациях ионосферных параметров в дальней от региона источника возмущения зоне. В качестве мощнейшего потенциального источника воздействия на ионосферу снизу рассматриваются метеорологические возмущения в тропосфере - тропические циклоны (ТЦ). Для анализа используются данные максимальных наблюдаемых частот (МНЧ) сигналов наклонного зондирования (НЗ) вдоль трасс Норильск-Иркутск, Магадан-Иркутск и Хабаровск-Иркутск, проходящих в регионах Восточной Сибири и Дальнего Востока, в равноденственные периоды (март, сентябрь) 2005-2009 гг. и в ноябре 2005 г.

Проведенный частотный анализ выявил временные интервалы с повышенной энергетикой короткопериодных колебаний, которые можно интерпретировать как проявление крупномасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), источниками которых являются ВГВ с периодами 1-5 часов. В результате комплексного анализа гелио-геомагнитных, ионосферных и атмосферных данных, а также спутниковых данных о ТЦ, сделана попытка связать ряд выявленных ПИВ с откликами ионосферы на ТЦ, находящиеся в активной фазе в северо-западной акватории Тихого океана в рассматриваемые временные периоды. Установлено, что в периоды активного тропического циклогенеза в осенние месяцы

отмечается значительное усиление энергетики короткопериодных волновых возмущений на трассах НЗ. Интенсивность наблюдаемых ПИВ уменьшается по мере удаления средних точек трасс НЗ к западу от потенциальных источников ВГВ. Для анализируемых трасс НЗ отмечается различный отклик ионосферы на прохождение волновых возмущений от одних источников ВГВ. По времени задержки прохождения ПИВ регионов средних точек разнесенных по пространству трасс НЗ оценена скорость распространения волновых возмущений. Для периодов весеннего равноденствия (март 2005-2009 гг.) также отмечаются проявления короткопериодных ПИВ во временных вариациях МНЧ в спокойных гелио-геомагнитных условиях и в отсутствие действующих ТЦ в северо-западной акватории Тихого океана, но энергетика этих волновых возмущений существенно ниже, чем для осенних сезонов разных лет.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 09-05-00760.

3.22 ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК СИБИРСКОГО РЕГИОНА.

Шпынев Б.Г.¹, Ойнац А.В.¹, Медведева И.В.¹, Черниговская М.А.¹, Белинская А.Ю.²

¹ *Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия*

² *Алтае-Саянский филиал Геофизической службы СО РАН, Новосибирск, Россия.*

Вариации параметров верхней атмосферы были исследованы на предмет их связи с приливными процессами и выявления многодневных периодических изменений. Для анализа использованы данные наземных оптических наблюдений, данных прибора MLS на спутниках AURA, данные некогерентного рассеяния по электронной концентрации и температурам и ионному составу на высотах ионосферы, данные ионозонда и данные GPS по глобальному содержанию. Выявлено, что наибольшее влияние на спектр долговременных вариаций параметров верхней атмосферы имеют волнообразные процессы, обусловленные изменением относительной фазы солнечного и лунного приливов. Наибольший эффект в возмущении параметров нейтральной атмосферы оказывают глобальные колебания, описываемые планетарными волнами Россби, причем приливные процессы являются спусковым механизмом для генерации новых ячеек циркуляции, которые повторяются циклически. Зарождаясь в нейтральной атмосфере, долгопериодные возмущения проявляются также на высотах ионосферы, где могут легко диагностироваться радиофизическими и оптическими методами. По данным экспериментальных наблюдений наиболее значимыми являются вариации с периодами 14-15, 6-7 и 2-4 суток.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 09-05-00757.

4 Радиоп физика и акустика энергоактивных зон

4.1 Применение лазерных интерферометров-деформографов для регистрации геофизических процессов в акустическом диапазоне частот

Александров Д.В.¹, Дубров М.Н.¹, Ларионов И.А.²

¹ *ФирЭ им.В.А. Котельникова РАН*

² *ИКИР ДВО РАН*

В настоящее время лазерные интерферометрические измерительные системы являются наиболее точными средствами, применяемыми для регистрации геодинамических, сейсмических и других геофизических деформационных процессов. В данном докладе рассматривается применение лазерных интерферометров-деформографов для регистрации геофизических процессов в акустическом диапазоне частот. Для измерений используются мобильный и портативный лазерные интерферометры-деформографы. В этих приборах применяется схема трехзеркального интерферометра, что упрощает установку и настройку в местах проведения наблюдений. Излучение лазера через светоделительную пластинку и электрооптический модулятор направляется в измерительное плечо. Часть излучения лазера, отражаясь от светоделительной пластинки, поступает на фотоприемник, где выделяется электрический интерференционный сигнал. Используемая система регистрации гетеродинного типа обладает устойчивостью к турбулентным искажениям волнового пучка, что позволяет проводить измерения в открытой атмосфере. Исследуются микросейсмические и акустические возмущения в диапазоне частот от 0,00005 Гц до 1000 Гц. Выполняется сопоставление результатов получаемых данных с деформографом и акустических датчиков, установленных в энергоактивной зоне. Наблюдения проводились на подземной лучевой линии ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН во Фрязино Московской области, на МЭС ТОИ ДВО РАН «мыс Шульца» и в ИКИР ДВО РАН п. Паратунка Камчатского края. Исследования и разработки направлены на создание технологии раннего обнаружения опасных геодинамических процессов – землетрясений, обвально-оползневых явлений, волн цунами. Создаваемые варианты лазерных деформографов могут быть эффективными при решении различных задач: геологические, геофизические и экологические службы, строительство, инженерная инфраструктура, и др. С их помощью также могут проводиться оценки фоновых процессов в природных условиях, включая промышленные и строительные объекты, подземные и горные выработки, изыскательные экспедиции и полевые пункты наблюдения. Дальнейшее развитие данной работы в ИРЭ планируется в тесном сотрудничестве с ИКИР ДВО РАН и другими организациями.

4.2 О БАЗОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В НАГРУЖЕННЫХ ОБРАЗЦАХ ГЕОМАТЕРИАЛОВ

Богомолов Л.М.¹, Закупин А.С.², Гаврилов В.А.³, Мубассарова В.А.²

¹ *Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б*

² *Учреждение РАН Научная станция РАН в г. Бишкеке, Киргизстан, 720049, Бишкек-49, НС РАН*

³ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Россия, 683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульв. Пийта 9*

Известно, что вариации активности акустической эмиссии (скорости роста микротрещин), вызванные воздействием вибраций или электромагнитных импульсов на нагруженные образцы горных пород, могут рассматриваться, с некоторыми оговорками, как миниатюризация эффекта управляемого изменения сейсмического режима. До последнего времени казалось само собой разумеющимся, что для образцов имеется лучшее понимание механизма влияния электромагнитных импульсов на скорость трещинообразования, по сравнению со случаем природных явлений. Но недавно была предложена полукачественная каналовая модель, объясняющая первичное преобразование энергии мощных токовых импульсов, используемых для зондирования земной коры, в упругие (геоакустические колебания). Эта модель, представляемая в другом нашем докладе на настоящей конференции, позволила системно интерпретировать материалы о влиянии на процесс деструкции естественных и техногенных электромагнитных возмущений с позиций первичного возбуждения колебаний. К сожалению, модель, развитая для трещиноватой среды с жидкой фазой, оказалась неспособной описать чувствительность акустической эмиссии сухих образцов. Поскольку «отставание» в физической интерпретации материалов лабораторных экспериментов крайне нежелательно, в данной работе с новых позиций анализируются результаты исследований на образцах эффектов импульсных электромагнитных полей, которые проводились в НС РАН в г. Бишкеке.

Углубленная интерпретация позволила обосновать новую физическую модель, объясняющую сходное, во многом, поведение стимулированных вариаций АЭ образцов со значительно отличающимися свойствами: полухрупких и псевдопластичных, сухих и водонасыщенных. В модели, опирающейся на сходство с фундаментальными эффектами нелинейной оптики и физики конденсированных сред, генерация откликов АЭ связывается с нелинейным резонансным взаимодействием, аналогичным вынужденному рассеянию Бриллюэна. Модель указывает на соотношения между спектром электромагнитных импульсов, амплитудой импульсов и акустической добротностью материала образца, выполнение которых необходимо

для триггерного эффекта (всплеска активности АЭ при постоянной нагрузке и отсутствии макроразрушения).

4.3 ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО И ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГЕОАКУСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ НА СТАНЦИИ КАРЫМШИНА

Ларионов И.А., Маранулец Ю.В., Шевцов Б.М.

Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Изучение деформаций осадочных пород обусловлено их важной ролью во многих геофизических процессах, которые рассматриваются в сейсмологии, океанологии, горном деле и т.д. Широкий круг природных явлений в осадочных породах связан с их малой прочностью и высокой пластичностью, которые существенно зависят от внешних факторов. В средах с такими свойствами создаются благоприятные условия для проявления даже слабых деформационных изменений, которые вызывают появление хорошо регистрируемых акустических сигналов. Поэтому в таких средах перспективно размещение систем обнаружения и исследования предвестников землетрясений, проявление которых и обусловлено специфическими свойствами осадочных пород.

В работе приводятся результаты совместных исследований деформационного и высокочастотного геоакустического процесса в осадочных породах на станции Карымшина. Измерения деформаций осуществлялась с помощью неравноплечного лазерного деформографа-интерферометра. Геоакустическая эмиссия регистрируется направленными акустическими приемниками, ориентированными вертикально вниз и расположенными вокруг измерительного плеча деформографа в искусственных бассейнах.

4.4 СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ГЕОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ СО СТАНЦИИ НАБЛЮДЕНИЯ «Микижа» В ПЕРИОД 2002-2007 гг.

Мищенко М.А.

Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

На протяжении нескольких лет в ИКИР ДВО РАН ведётся мониторинг геоакустической эмиссии. С ростом временного ряда наблюдений появилась необходимость в систематизации, анализе и классификации данных. Работа посвящена результатам исследования рядов геоакустических возмущений, их сопоставлению с метеорологическими и сейсмическими каталогами и последующему статистическому анализу. Для автоматизации процесса выявления возмущений разработана методика и создан программный комплекс. Рассмотрена локализация событий, определены зоны отклика, типы возмущений, их параметры и критерии отбора. Представлены результаты статистической обработки данных.

4.5 АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ С АВТОНОМНЫХ СТАНЦИЙ ГЕОАКУСТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Москвитин А.Е., Ларионов И.А.

Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

В работе автономных пунктов наблюдений ИКИР ДВО РАН существует проблема сохранения целостности данных и оперативного контроля состояния систем регистрации. Для ее решения разработан специализированный комплекс программ, работающий по принципу клиент-сервер. Система автоматизации позволяет осуществлять централизованный сбор данных и мониторинг текущего состояния удаленных станций. Одновременно со сбором, на базе сервера лаборатории акустических исследований ИКИР организована облачная система, предоставляющая удаленный доступ к собираемой информации и позволяющая вести ее обработку и анализ. Этот подход дает возможность, имея одну мощную ЭВМ, пользоваться ее

ресурсами всем сотрудникам лаборатории. Система построена на платформе AltLinux и полностью бесплатна. В настоящее время система автоматизации осуществляет сбор, хранение и анализ геоакустических данных с трех удаленных пунктов наблюдения: «Карымшино», «Паратунка» и «Микижа».

4.6 Нестационарная задача отражения волн в неоднородных средах с фрактальными свойствами

Пережогин А.С

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Исследована нестационарная задача отражения волн в неоднородных средах с фрактальными свойствами. Получено уравнение для оператора рассеяния назад в обобщении на неоднородные среды с дисперсионными эффектами с помощью метода инвариантного погружения. В этом случае электрическая индукция содержит дополнительное слагаемое, которое включает функцию характеристики среды. Рассмотрены фрактальные свойства среды, связанные с типом процесса релаксации наведенной электрической поляризации, который следует из уравнения осциллятора с дробным порядком. Приведены численные решения уравнения для оператора рассеяния назад, которое соответствует отклику среды на облучение её дельта-импульсом. Обсуждены изменения отклика среды на падающий дельта-импульс в зависимости от значения показателя уравнения дробного осциллятора.

4.7 Электромагнитные колебания в ионосферно-магнитосферном контуре

Сивоконь В.П.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Предложен метод наблюдения электромагнитных колебаний в диапазоне геомагнитных пульсаций, основанный на регистрации вариаций электроджета в полосе КНЧ-ОНЧ шипений, предположительно модулированными этими электромагнитными колебаниями. Наблюдения за естественными шумами в электрических сетях Камчатки позволили обнаружить аномальные возмущения в диапазоне частот 2-19 кГц. В структуре возмущений присутствует колебательный процесс со средней частотой приблизительно $38 \cdot 10^{-3}$ Гц, обусловленный, вероятнее всего, вариациями токовой структуры электроджета. Сезонная зависимость времени регистрации возмущений служит дополнительным подтверждением этого предположения. Показано, что регистрируемые колебания в диапазоне $(35-67) \cdot 10^{-3}$ Гц возможны в ионосферно-магнитосферном колебательном контуре, образуемом силовыми магнитными трубками (индуктивность) и участком электроджет-Земля (ёмкость).

4.8 Использование информационной системы с искусственным интеллектом для выявления аномалий геоакустической эмиссии, предшествующих сильным землетрясениям на Камчатке

Шадрин А.В.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

С 1999 года на Камчатке ведутся исследования высокочастотной геоакустической эмиссии в диапазоне частот 0.1 Гц ... 10 кГц гидроакустическими датчиками, установленными в небольших водоемах. Результаты исследований показали, что за период наблюдений, на большинство сейсмических событий с энергетическим классом $K_s > 11$, расположенных, как правило, в радиусе до 250 км, были зарегистрированы акустические аномалии, регистрируемые в суточном временном интервале до землетрясений. Эффективность акустического отклика зависит от энергии землетрясения, его удаления, глубины и пространственного расположения. Анализ регистрируемых данных трудоемок, кроме аномалий геоакустической эмиссии перед землетрясениями, датчики регистрируют подобные сигналы, обусловленные метеорологическими и техногенными факторами. Исследовав характеристики сигналов эмиссии различной природы, была построена информационная система, использующая нейронные сети Кохонена. Она позволила выделить и спроецировать аномалии геоакустической эмиссии на нейронную карту и однозначно разделить их на кластеры различной природы. Проведены испытания системы на тестовых наборах данных. В настоящее время проводится ее адаптация к данным со станций наблюдения "Паратунка" "Микижа" и "Карымшина".

4.9 Результаты исследования направленности геоакустической эмиссии на пункте Микижа

Щербина А.О., Марапулец Ю.В.

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

Исследование направленности геоакустического излучения производилось на пункте "Микижа" с помощью приемной системы, позволяющей определять направление прихода энергии акустической волны и анализировать характер движения частиц среды в ней с использованием векторно-фазовых методов. В качестве акустического приемного устройства использован комбинированный векторный приемник. Разработан метод для автоматизации обнаружения, высокоточного определения направления на источник излучения и анализа потока геоакустических импульсов, который был реализован в аппаратно-программном комплексе. При оценке направленности акустического излучения были использованы понятия интегральной и дифференциальной геоакустической активности. Первая из этих величин представляет собой зависящую от времени частоту следования импульсов. Вторая – распределение частоты следования импульсов по направлениям. Исследования направленности геоакустической эмиссии проводились как в спокойные периоды, когда отсутствовали деформационные и метеорологические возмущения, так и в периоды повышения уровня эмиссии в суточном интервале перед сейсмическими событиями. В результате, установлено, что при росте интенсивности эмиссии более чем на порядок возникают ярко выраженные максимумы в направленности продольных акустических колебаний. По их положениям можно оценивать ориентацию оси наибольшего сжатия пород в районе пункта наблюдений.

5 Физика предвестников землетрясений

5.1 ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ВЕРХНЕЙ ИОНОСФЕРЫ ПОСЛЕ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Г.Г. Беляев, В.М. Костин, О.Я. Овчаренко, Е.П. Трушкина

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн

Представлены наблюдения возмущений ионосферы при проведении подземных ядерных взрывов (ПЯВ) на различных полигонах со спутника Космос-1809 на высоте 960 км [Костин и Мурашев, 2002]. Релаксационные процессы в земной коре после ПЯВ можно связать с механизмами возникновения напряжений перед землетрясениями. Рассмотрена динамика возмущений параметров ионосферной плазмы (в течение 3-х суток) над полигонами и в магнитосопряженной области при проведении совместных экспериментов по контролю за ПЯВ в Неваде 1988 и на Семипалатинском ядерном полигоне (СЯП) 1988. На примере регистрации опыта TEXARKANA 10.02.1989, когда спутник находился вблизи магнитного зенита в момент взрыва, предложены физические механизмы, объясняющие различные виды наблюдаемых возмущений. Эти возмущения сопоставлены с возмущениями в этот же день от тайфунов Нангу в Тихом океане и Kirguly в Индийском океане [Исаев и др., 2010]. Наложение внезапных ионосферных возмущений (ВИВ) на возмущения после ПЯВ рассмотрены на примере регистрации опыта от 16.10.1987 на СЯП. В этом опыте по сопутствующим наземным УНЧ-КНЧ наблюдениям авторов был обнаружен сильно диспергированный сигнал ЭМИ ПЯВ, отраженный в ионосфере другого полушария [Беляев, 2003]. Регистрация опыта от 21.11.1990 на атолле Могигоа, проводившегося при аномальном состоянии верхней ионосферы, когда плотность была понижена на 2 порядка от медианного значения, показала, что литосферный источник успешно может быть идентифицирован с ионосферного спутника и в этом случае.

5.2 К вопросу о теоретико-возможностном описании сейсмического режима

В.В. Богданов, О.В. Мандрикова, А.В. Павлов

ИКИР ДВО РАН

При эмпирическом построении теоретико-вероятностной модели некоторого стохастического события последняя должна быть неизменной за весь период наблюдений. Это позволяет на основе непосредственных измерений восстановить теоретико-вероятностную модель объекта. Чтобы использовать такой подход для описания сейсмического режима, стохастические свойства которого произвольно изменяются, необходимо вычислять средние частоты случайного события за некоторый период. Тогда приближенно можно говорить о средних вероятностях случайных событий за выбранный временной интервал. Сравнивая средние вероятности (частоты) за разные периоды, можно отслеживать изменения, которые происходят в сейсмическом режиме. Однако, говоря строго, если стохастические свойства объекта произвольно изменяются, то результаты каждого наблюдения не характеризуют его вероятность. В этом случае по результатам наблюдений невозможно восстановить точную теоретико-вероятностную модель сейсмического режима. В тоже время при известных ограничениях, которые допускают произвольный характер эволюции стохастических свойств объекта, его теоретико-возможностная модель может быть восстановлена на основе конечного числа наблюдений. В настоящем докладе предпринята попытка построения теоретико-возможностной модели для описания сейсмического режима п-ова Камчатка на основе каталога землетрясений. Такая модель оценивает относительную «потенциальную реализуемость» исходов единичных событий в шкале, в которой могут быть истолкованы лишь отношения «больше», «меньше» или «равно».

5.3 О ПРОЯВЛЕНИЯХ ЭЛЕКТРОСТИМУЛИРОВАННЫХ ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧНОСТИ И ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Богомолов Л.М.¹, Сычев В.Н.², Сычева Н.А.²

¹ *Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б*

² *Учреждение РАН Научная станция РАН в г. Бишкеке, Киргизстан, 720049, Бишкек-49, ИС РАН*

Целью доклада является продолжение анализа взаимосвязи вариаций потока слабых сейсмических событий с воздействием электромагнитных полей (на примере Бишкекского геодинамического полигона, Северный Тянь-Шань). На предыдущей, 4-й конференции (Паратунка-2007) были представлены основные результаты, свидетельствующие о влиянии на локальную сейсмичность некоторых экспериментальных режимов электромагнитных зондирований земной коры с применением мощных источников тока (геофизические МГД-генераторы, конденсаторно-тиристорные электроимпульсные системы). Но вопрос остается актуальным, поскольку физическая природа эффекта возрастания числа слабых событий при воздействии электромагнитных импульсов не была установлена.

В докладе приводятся новые результаты, обсуждается влияние как экспериментальных сеансов с однополярными импульсами тока, так и регулярных зондирований двуполярными импульсами при мониторинге кажущегося сопротивления среды. Обсуждается возможность наблюдений вторичных эффектов перераспределения сейсмичности, наступающих после основного отклика на внешнее воздействие и отражающего частичную разрядку напряжений. Для интерпретации полученных результатов и в развитие представлений о влиянии на сейсмичность электромагнитных импульсов естественного и искусственного происхождения, предложена каналовая модель, описывающая первичное преобразование электромагнитной энергии в колебательную (механическую) энергию. Модель указывает причину, по которой крутизна фронтов электромагнитных импульсов может играть принципиально важную роль в эффекте возникновения откликов среды.

5.4 Деформационный мониторинг структурного нарушения в сейсмически-активной зоне Прибайкалья

Виноградов Е.А., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В.

ИДГ РАН

В настоящее время можно считать доказанным тот факт, что очаги сейсмических событий неизменно приурочены к разломным зонам, и чем крупнее разлом, тем большей интенсивности землетрясение может быть с ним связано. Тем самым определяется тот значительный научный интерес к разломам, касающийся как фундаментальных задач сейсмологии, так и необходимости прогнозирования и, в перспективе, предотвращения катастрофических последствий крупных землетрясений. В связи с этим накопление информации о деформационном режиме активных разломов районах со значительной сейсмичностью представляется довольно важной задачей. В 2009 году нами был организован длительный мониторинг в сейсмически активном регионе, на одной из трещин в зоне влияния Слюдянского фрагмента Главного Саянского разлома. Для измерений была выбрана штольня сейсмостанции "Талая которая находится в Слюдянском районе Иркутской области, в 5 км от озера Байкал. Наличие сейсмостанции позволяет исследовать корреляцию по времени участков высоких градиентов скорости деформации с зарегистрированными удаленными сейсмическими событиями. Также в рамках исследования проводились и эксперименты с искусственным воздействием на трещину. Воздействие осуществлялось взрывами малых зарядов и квазистатически – с помощью гидравлических домкратов. В результате работ было продемонстрировано, что нарушения сплошности, находящиеся в напряженном состоянии, могут реагировать как на динамические, так и на квазистатические воздействия. Немаловажным представляется тот факт, что даже при незначительных относительных перемещениях берегов нарушений сплошности, даже низкоамплитудные воздействия инициируют остаточные деформации. Ожидается, что дальнейший непрерывный мониторинг трещины и анализ ее реакции на удаленные землетрясения, позволит выявить интересные закономерности движения разломов, которые можно будет использовать в том числе и в вопросах прогноза землетрясений.

5.5 Сравнительный анализ временных рядов радоновых полей в системе

П.М. Нагорский¹, П.П. Фирстов², А.В. Вуколов³, О.П. Мальшева², В.С. Яковлева³

¹ *Институт мониторинга климатических и экологических систем, г. Томск*

² *Камчатский филиал геофизической службы РАН*

³ *Томский политехнический университет*

В работе представлены результаты согласованного мониторинга гамма- и бета-радиоактивности приземного слоя атмосферы и приповерхностного слоя грунта на Петропавловск-Камчатском геодинимическом полигоне, п. Паратунка. Обсуждаются методики проведения эксперимента и обработки данных. Измерения охватывают временной интервал с августа 2009 г по июнь 2010 г. Проведен сравнительный анализ вариаций радоновых полей на различных уровнях, метеорологических параметров и сейсмической активности в регионе. В докладе представлены результаты анализа и их обсуждение.

5.6 Исследование временных вариаций плотности потока радона с поверхности грунта

А.В. Вуколов¹, А.С. Зелинский¹, П.П. Фирстов², В.С. Яковлева¹, О.П. Мальшева²

¹ *Томский политехнический университет*

² *Камчатский филиал геофизической службы РАН*

В работе представлены результаты измерения временных рядов плотности потока радона с поверхности грунта на Петропавловск-Камчатском геодинимическом полигоне, п. Паратунка. Измерения охватывают временной интервал август 2009 г – июнь 2010 г. Плотность потока радона измеряли с помощью накопительной камеры, установленной на грунт и измерительного устройства. Накопленную активность почвенного радона измеряли с помощью торцевых счетчиков бета-излучения. Приведены три алгоритма обработки результатов измерений скорости счета импульсов от бета-излучения. Обсуждаются результаты обработки данных разными алгоритмами с выбором наиболее пригодного для этих целей. Проведен корреляционный анализ вариаций плотности потока радона с метеорологическими параметрами и сейсмической активностью в регионе. В докладе представлены результаты анализа и их обсуждение.

5.7 СУТОЧНАЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ СЛАБЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОСРЕДУ ЕСТЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СНЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ

Гаврилов В.А.¹, Журавлев В.И.², Морозова Ю.В.¹

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006*

² *Институт физики Земли РАН, Москва, 123995*

Исследованы закономерности проявления суточной периодичности в возникновении слабых ($K \leq 8,0$) землетрясений Камчатки с максимумом в ночное время суток. Показано, что указанный эффект характерен примерно для 60% изучавшейся территории. Делается вывод, что эффект суточной периодичности слабых землетрясений может быть обусловлен воздействием на геосреду естественного электромагнитного излучения атмосферного происхождения СНЧ диапазона частот. Указывается на общность этого эффекта с ранее выявленным эффектом модулирующего воздействия естественного электромагнитного излучения на интенсивность геоакустической эмиссии горных пород.

5.8 Концентрация и скорость дрейфа ионосферной плазмы над Дальневосточным районом землетрясений

Гайворонская Т.В.

Институт Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения Радиоволн им. Н.В. Пушкова (ИЗМИРАН)

Локальные неоднородности ионосферной плазмы, которые нередко наблюдаются во время землетрясений, связывают с изменением атмосферной проводимости и проникновением сейсмогенных электрических полей на высоты ионосферы. Приборы, установленные на спутнике Atmosphere Explorer-C, позволяют измерить *in situ* концентрацию, температуру и поперечную компоненту скорости дрейфа плазмы. Сравнение результатов измерений на разных витках спутника над сейсмически активным районом указывает на изменение профиля концентрации плазмы и появление возмущенной составляющей дрейфа, варьирующей до 150 м/с, что подтверждает присутствие дополнительных электрических полей в ионосфере.

5.9 Колебания микродеформаций земной коры, вызванных опасными сейсмическими явлениями

Долгих С.Г., Долгих Г.И.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН

На юге Приморского края России в режиме непрерывного мониторинга вариаций микродеформаций земной коры работает 52,5-метровый лазерный деформограф и трёхкомпонентный широкополосный сейсмограф (датчик CMG3-ESPB, регистратор GSR24). Эти приборы входят в состав сейсмоакустико-гидрофизического комплекса. Лазерный деформограф создан на основе неравноплечего интерферометра Майкельсона с рабочим диапазоном частот в пределах от 0 до 1000 Гц. Рабочий диапазон частот широкополосного сейсмографа – от 0,01 до 10 Гц. Широкополосный сейсмограф предназначен для регистрации мощных событий, в основном землетрясений. Лазерный деформограф предназначен для регистрации вариаций уровня микросмещений земной коры на уровне фоновых колебаний атомов, точность измерения микросмещения земной коры – 0,1 нм. На записях лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа были обнаружены колебания, соответствующие землетрясениям произошедшим в разных частях Земли. При обработке записей лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа, были обнаружены землетрясения Дальневосточного региона России и Японии, так же было зарегистрировано испытание ядерного в КНДР 25 мая 2009 г.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (гранты № 09-05-00597-а, № 09-05-01089-а), ДВО (1, 2 и 3 разделов) и ГК № 02.740.11.0341.

5.10 Электромагнитное излучение литосферного происхождения сейсмоактивных зон Камчатки: обоснование метода и первые результаты

Дружин Г.И., Мельников А.Н., Санников Д.В., Пухов В.М., Уваров В.Н.

Разработан метод регистрации, позволяющий выделять сигналы электромагнитного излучения источников, расположенных в ближней зоне. Изложены основы и обоснование метода. Приведены результаты обработки первых измерений электромагнитного поля от источников литосферного происхождения и представлена предварительная классификация этих сигналов.

5.11 Предвестники землетрясений: стратификация и обнаружение лазерной деформометрической системой

Дубров М. Н.

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

Одна из общепринятых моделей подготовки землетрясений: дилатантно-диффузная модель – подтверждается множеством предвестников, имеющих бухтообразную форму и повсеместно регистрируемых перед мощными землетрясениями. Распределение предвестников, вероятно, от внутреннего ядра до верхней ионосферы приводит к их пространственному и временному наложению. В этой связи можно рассматривать стратиграфию предвестников землетрясений как особое отражение этих необычных геофизических явлений. Количественные оценки корреляции процессов в литосфере и примыкающих геосферах стали возможны в последние десятилетия с созданием совершенных лазерных деформометров – наиболее точных средств для изучения земной поверхности. Здесь мы суммируем 30-летний опыт лазерных геофизических исследований краткосрочных предвестников землетрясений, начиная с наших первых ощутимых результатов в конце 1970-х. Пространственно разнесенные инструменты были установлены в асейсмическом регионе (Московская обл.) и в сейсмоактивных (Памир и Тянь-Шань) зонах. Стратификация обнаруженных предвестников классифицируется следующим образом: (а) широкополосные вариации суточной скорости деформаций за десятки часов до нескольких суток перед землетрясением; (б) отклонения от регулярного хода деформаций с характерным временем десятки минут и амплитудой $dL/L = 10(-9)$; (в) частота появления нерегулярных вариаций хода, местных микроземлетрясений и спорадических проявлений; (г) акустические предвестники (когерентные микро-осцилляции на промышленных частотах $F_i = 50/i$ Hz, $i=1,2,\dots$, сопровождающие сильнейшие землетрясения с вероятностью выше 0,9), сейсмические и акустические затихья; (д) деформационно-барические аномалии (бухто- и волнообразные возмущения атмосферного давления, деформаций грунта и вариаций уровня подземных вод), перемещающиеся со скоростями 30-60 км/ч; (е) преобразование энергии сейсмических волновых полей, электромагнитные явления, литосферные и ионосферные возмущения. Выявлены события, предвещающие и сопровождающие региональные $M=4$ и удаленные $M=7-8$ землетрясения. Полученные результаты могут быть использованы для разработки технологии раннего предупреждения сейсмической опасности.

5.12 Среднесрочные предвестники сильных землетрясений Камчатки как проявление взаимодействия геофизических полей

Копылова Г.Н., Серафимова Ю.К., Болдина С.В.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН

Представлены результаты анализа проявления сейсмологических, геодезических и гидрогеологических предвестников перед тринадцатью сильными ($M_w=6.6-7.8$) землетрясениями Камчатки. Выполнена систематизация предвестников с учетом их состава и длительности проявления перед отдельными событиями. Оценена количественно связь предвестников и землетрясений ($s=0.38-0.80$). Значения s возрастают от 0.43 до 1.0 для предвестников наиболее сильных и близких землетрясений. Обнаружено, что время проявления ряда предвестников не зависит от магнитуды последующего землетрясения. Возможные механизмы формирования рассмотренных предвестников обсуждаются на основе современных представлений о процессах подготовки землетрясений, их связи с региональными и локальными полями напряжений и с периодами сейсмических активизаций на Камчатке. Оценивается информативность рассмотренных предвестников для сейсмического прогноза.

5.13 СЕЙСМОМАГНИТНЫЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Корепанов В.Е., Дуджин Ф.Л.

Львовский центр Института космических исследований НАН и НКА Украины

Мониторинг землетрясений во всем мире показывает, что часто перед ними наблюдаются «сейсмомагнитные» (СМ) флуктуации в широком диапазоне частот. По нашему мнению, наиболее надежно СМ сигналы выделяются в ультранизкочастотном (УНЧ) диапазоне – от 0.001 до 3 Гц. Однако экспериментальное измерение этих сигналов встречается с проблемами, не позволяющими выделить всю возможную их информативность. УНЧ сигналы литосферного происхождения обычно очень малы и полностью затеняются сигналами ионосферного происхождения в этом же диапазоне, значительно превышающими литосферные сигналы по амплитуде. Предложен новый метод выделения СМ предвестников, эффективность которого подтверждена на приведенных примерах обработки экспериментальных данных из нескольких сейсмоактивных регионов. Также проведено сравнение эффективности использования феррозондовых (ФЗМ) и индукционных (ИМ) магнитометров с очень низкой пороговой чувствительностью (ПЧ) и широким динамическим диапазоном для мониторинга СМ сигналов. Как известно, ИМ для УНЧ-диапазона имеют длину порядка 0.8-1.2 метра, диаметр 10-15 см и вес в несколько килограмм. Большое отношение длины к диаметру ведет к повышенной чувствительности ИМ к механическим нагрузкам, в том числе влиянию ветра. Все это ухудшает реальный ПЧ ИМ. Большинство этих проблем можно устранить с помощью специально созданного ФЗМ с датчиком длиной порядка 10 см. В наиболее перспективном диапазоне – 0.001 – 0.3 Гц – такой ФЗМ имеет ПЧ порядка 30-3 пТл/Гц0.5 соответственно, что существенно ниже, чем у лучших ИМ. Приведенная информация детально обсуждается в докладе. Эти работы поддержаны контрактом с УНТЦ № 4818.

5.14 Магнитометр для экспериментального исследования предвестников землетрясений

Проненко В.

Львовский центр Института космических исследований, ул. Научная 5-А, Львов, 79000, Украина

Индукционные магнитометры (ИМ) широко используются для экспериментального исследования естественных и искусственных магнитных полей в диапазоне частот от 10⁻⁴ до 10⁶ Гц в научных и технических целях. Для исследования естественных вариаций магнитного поля ионосферного происхождения обычно используется диапазон ультранизких частот (УНЧ) (0.001-3 Гц). В настоящее время этот диапазон приобретает особое значение для наблюдения литосферной магнитной активности в сейсмоопасных зонах. В ряде публикаций подтверждается, что УНЧ предвестники были зарегистрированы от нескольких недель до нескольких часов перед землетрясениями. ИМ для УНЧ диапазона обычно имеют длину 0.8-1.2 м., диаметр 10-15 см, вес до десяти килограмм, при этом их порог чувствительности достигает 0.1-20 пТ/Гц0.5. Специально для мониторинга магнитных сигналов, связанных с землетрясениями, был разработан ИМ LEMI-30 для измерения вариаций магнитного поля в диапазоне частот 0.001... 30 Гц. Он может использоваться как часть компьютерной системы или автономно с любым цифровым регистратором. Полная система LEMI-30 состоит из трех датчиков и блока сбора и передачи данных, который соединяет датчики с ПК и обеспечивает их электропитание, спутниковую синхронизацию и переводение данных в цифровую форму. Передаточные характеристики всех трёх датчиков LEMI-30 подобны в пределах 0,1 дБ. Дополнительным преимуществом является весьма высокий уровень подавления помех сети 50 (60) Гц, что позволяет их использовать близко к промышленным объектам. Проведенные тесты подтвердили отличные параметры этой системы, которая широко используется в нескольких странах для мониторинга сейсмомагнитных сигналов. В работе рассмотрены особенности проектирования индукционного магнитометра LEMI-30 и представлены экспериментальные результаты. Эта работа выполнена при поддержке контракта УНТЦ № 4818.

5.15 Изменения в атмосферных приземных электростатических полях в период подготовки коровых землетрясений в Японии и континентальном Китае

Корсунова Л. П., Хегай В. В.

По данным измерений приземного вертикального градиента электростатического потенциала на обсерватории Какиока (Япония) выявлены специфические максимумы в текущих суточных отклонениях E_z от фоновых вариаций, характерных для условий «хорошей погоды». Времена задержки землетрясений относительно этих максимумов обнаруживают поведение, сходное с временами упреждения землетрясений для выделенных ранее среднесрочных ионосферных предвестников тех же землетрясений (ИПЗ) по данным станции вертикального зондирования в Кокубунжи, расположенной в 85 км от обсерватории Какиока. Также получена эмпирическая зависимость для времени упреждения предвестниками моментов землетрясений по измерениям, выполненным ранее в континентальном Китае. Эта зависимость связывает времена задержки между появлением значительных отрицательных аномалий в вертикальной компоненте квазиэлектростатического поля (предвестник) и моментами последовавших сильных землетрясений с магнитудами этих землетрясений и эпицентрными расстояниями до пункта наблюдения.

5.16 К ВОПРОСУ О ФИЗИКЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Кузнецов В.В.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН

Кратко изложены основные параметры землетрясения, приводится сравнительный анализ двух моделей землетрясения: общепринятой модели выхода магистральной трещины на поверхность Земли и, разрабатываемой автором, ударно-волновой модели. Предлагается физическая модель явлений, приводящих, в конечном счете, к возникновению в литосфере ударной волны. Обсуждаются такие вопросы как: физика очага землетрясения и сильных движений в эпицентре разрушений, физика афтершоков и причина повторяемости землетрясений, как известное в природе явление фликкер-шум, физика явлений, связанных с землетрясениями и предшествующих им. Обсуждается проблема кооперативности геофизической среды и квантовой запутанности, как возможного механизма кооперативности.

5.17 Сравнение вариаций критической частоты F2-слоя ионосферы перед сильным итальянским землетрясением вблизи Рима и в период магнитной бури

Легенька А. Д., Хегай В. В., Ким В. П.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН
(ИЗМИРАН), г. Троицк, Московская область, 142190Россия*

По данным ряда европейских станций сети наземного вертикального зондирования ионосферы проведено исследование возможных сейсмо-ионосферных эффектов перед сильным землетрясением в Италии, имевшим место вблизи ст. "Рим" (магнитуда $M = 6.0$). Анализ поведения критической частоты F2-слоя ионосферы (foF_2), позволил рассмотреть одновременно по единой методике как эффекты, возникающие в период подготовки землетрясения 7.01.1962 г., в спокойной геомагнитной обстановке, так и вызванные магнитной бурей, которая началась 10.01.1962 г. Показано, что выделенный предвестниковый сейсмо-ионосферный эффект землетрясения, локализован в области с эпицентральным расстоянием порядка 500 км, в то время как возмущения, вызванные магнитной бурей, имеют планетарный характер. Максимальная амплитуда сейсмо-ионосферных возмущений foF_2 в три раза меньше по сравнению с максимальными вариациями, обусловленными магнитной бурей, однако по абсолютной величине они более чем в 1.5 раза превышают стандартное отклонение от месячной медианы.

5.18 О пространственных масштабах сейсмоионосферных эффектов в ходе критической частоты foF2 по материалам станций Токио, Петропавловск-Камчатский и Ташкент

Липеровская Е.В.¹, Мейстер К.-В.², Богданов В.В.³, Липеровский В.А.¹

¹ ИПЗ РАН, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10

² Технологический Университет, Германия, Дармштадт, Шлоссенгартен штрассе, 9

³ ИКИР ДВО РАН, Камчатская обл., Елизовский район, с. Паратунка

По материалам ионосферных станций Японии, Камчатки и Средней Азии исследуются возмущения foF2 - критической частоты главного максимума плотности ионосферы, возникающие за несколько дней до землетрясений с магнитудами $M > 5$ и глубинами $H < 80$ км. Сейсмоионосферные возмущения выявляются на фоне вариаций, зависящих от сезона, от 11-летнего солнечного цикла, от геомагнитных и солнечных возмущений. Дни с повышенной солнечной и геомагнитной активностью исключаются из анализа. В результате применения метода наложения эпох получен статистический результат: для землетрясений с магнитудами $6 > M > 5$ сейсмоионосферный эффект проявляется на расстояниях $R < \exp(M)$ км.

5.19 Первые оценки возмущений плотности верхней атмосферы над сейсмоопасными регионами по данным бортового акселерометра на космическом аппарате

Липеровская Е.В.¹, Скрипачев В.О.², Тертышников А.В.²

¹ *ИФЗ РАН, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10*

² *НТЦ "Космонит" ОАО "Российские космические системы"*

Предвестниковые эффекты землетрясений на различных высотах в атмосфере проявляются в вариациях параметров как заряженной компоненты, так и в вариациях нейтральной компоненты. В верхней атмосфере за несколько суток до сильных землетрясений неоднократно отмечались возмущения электронной плотности и температуры заряженных частиц, а также вариации плотности нейтральной компоненты, которые могут быть зафиксированы с помощью бортовых акселерометров, установленных на космических аппаратах. В настоящей работе были проанализированы ряды данных наблюдений акселерометра "Кактус" на космическом аппарате «Кастор». При обработке данных использована модель изотермической атмосферы. Геомагнитно возмущенные дни исключались из анализа. Над сейсмоопасными регионами выявлены аномальные возмущения плотности атмосферы в среднем за 4-5 суток до сильных коровых землетрясений. Приведены результаты исследований сейсмоорбитальных эффектов по данным наблюдений космических объектов в околоземном космическом пространстве средствами системы воздушно-космической обороны Северной Америки (North American Aerospace Defense - NORAD). Наличие этих эффектов подтверждает гипотезу о возмущениях нейтральной компоненты в околоземном космическом пространстве перед сильными землетрясениями.

5.20 Локальные мозаично возникающие электрические поля в атмосфере перед землетрясениями

Липеровский В.А.¹, Богданов В.В.², Липеровская Е.В.¹, Умарходжаев Р.М.³, Силина А.С.¹

¹ *ИФЗ РАН, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10*

² *ИКИР ДВО РАН, Камчатская обл., Елизовский район, с. Паратунка*

³ *НИИ ЯФ МГУ, г. Москва, Воробьевы горы*

Представлен краткий обзор работ последнего десятилетия, посвященных наблюдениям и интерпретации квазипостоянных аномальных электрических полей в атмосфере за несколько суток до землетрясений. Генерация электрического поля в атмосфере вблизи поверхности Земли может иметь деформационную природу, а локальные особенности отражать мозаичность напряженно-деформируемого состояния в блоковой геофизической среде. Аномалии электрического поля в приземном слое могут возникать благодаря электрическим процессам при существенной роли радона, повышающего проводимость. Генерация аномальных электрических полей может также происходить в облаках с повышенной ионизацией благодаря френкелевскому гравитационному разделению зарядов. Экспериментально аномалии таких электрических полей исследованы на достаточно малом числе событий и только на отдельных стационарных установках в приземной атмосфере. По-видимому, области аномальных электрических полей мозаично разбросаны в атмосфере на разных высотах. Поэтому одноточечные наблюдения электрического поля не могут дать адекватной картины явления, которая могло бы применяться как предвестник землетрясения. Необходима дистанционная диагностика электрических полей.

5.21 Гео-электромагнитный мониторинг сейсмотектонических процессов в Закарпатской сейсмоактивной зоне

Максимчук В.Е., Кузнецова В.Г., Гордынский Ю.М., Климкович Т.А., Якас Ю.В.

Карпатское отделение Института геофизики им. С.И.Субботина НАН Украины, Украина, Львов

Геомагнитные исследования для изучения современной геодинамики земной коры ведутся в сейсмоактивном Закарпатском прогибе с 70-х годов прошлого столетия на Карпатском геодинамическом полигоне. Регион характеризуется умеренной сейсмической активностью. Максимальная интенсивность землетрясений здесь не превышает 7 баллов по шкале MSK-64, глубины очагов – до 10 км. С целью изучения предвестников землетрясений на Карпатском геодинамическом полигоне с 90-х годов на стационарных геомагнитных станциях осуществляются непрерывные круглосуточные измерения геомагнитного поля Т (4 станции), а также магнитовариационные наблюдения компонент геомагнитного поля (2 станции). Получены следующие основные результаты. По результатам непрерывных режимных наблюдений выявлены временные изменения локального магнитного поля – тектономагнитные аномалии различной длительности и происхождения, а именно: долгопериодные (несколько лет) изменения разностного поля Т тектонического происхождения, связанные с периодами сейсмического затишья, когда происходит постепенное накопление напряжений на региональном уровне, эпизодические изменения разностного поля Т, вероятно вызванные подготовкой отдельных сейсмических событий в регионе и сезонные аномальные изменения разностного поля Т, которые являются следствием квазипериодических изменений метеорологических параметров. Амплитуда тектономагнитных аномалий не превышает 3 нТл. Кроме классических бухтообразных аномалий предвестникового типа продолжительностью от нескольких дней до нескольких месяцев выделены различные типы аномалий: резкие изменения уровня поля; квазилинейные тренды и повышенная дисперсия поля разностного поля Т на протяжении 5-15 суток перед землетрясениями. Магнитовариационные наблюдения до 1999 г. велись аналоговыми станциями В.Боброва, с 1999 г. – цифровыми станциями LEM-008 и выполнялись с целью исследования временных изменений вектора индукции. Векторы Визе рассчитаны по данным цифровых МВС (дискретность 1 изм/сек) для периодов: до 2,5 мин, 2,5-5,0 мин, 5-10 мин, 10-20 мин, 20-40 мин, 40-60 мин. Во временных рядах отмечаются сезонные и суточные вариации. Выявлено пространственно-временную корреляцию аномальных проявлений векторов индукции с близкими (до 30 км) землетрясениями. Комплексирование геомагнитных и магнитовариационных методов увеличивает информационность сейсмопрогностических исследований и надежность выявления предвестников землетрясений.

5.22 Генерация электрического поля и инфракрасного излучения в тропосфере перед землетрясениями

Михайлин В.В.¹, Липеровский В.А., Силина А.С.², Богданов В.В.³, Мейстер К.-В.⁴, Липеровская Е.В.²

¹ НИИЯФ МГУ имени М.В.Ломоносова

² ИФЗ РАН, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10

³ ИКИР ДВО РАН, Камчатская обл., Елизовский район, с. Паратунка

⁴ Технологический Университет, Германия, Дармштадт, Шлоссенгартен штрассе, 9

Несколько лет назад была предложена модель генерации областей локального электрического поля в атмосфере за несколько дней до землетрясений и в течение нескольких дней после них. Процесс генерации электрических полей происходит при повышенной ионизации и благодаря наличию аэрозолей. Из-за того, что крупные аэрозоли, несущие преимущественно отрицательный электрический заряд, имеют большую скорость гравитационного оседания происходит разделение зарядов и генерация электрического поля. Ионизация в таких областях происходит благодаря радону, концентрация которого в атмосфере увеличивается в областях подготовки землетрясений. Образование мозаично разбросанных в атмосфере областей электрического поля $E \approx 10^2 - 10^5$ В/м и с другой стороны, более обширных областей повышенной проводимости должно приводить к ряду следствий, которые можно изучать, проводя наблюдения на земле, в атмосфере и с космических аппаратов. Теоретический анализ возможных спектров инфракрасного излучения показал, что наиболее важными для получения информации об электрическом поле в ночной атмосфере могут быть спектральные полосы излучения в интервале от 7 до 15.0 мкм от областей на высотах порядка 10 км. Предложена гипотеза, что ИК излучение может быть связано не только с ускорением электронов, но и с нагревом легких ионов в электрическом поле.

5.23 Современные методы исследования электромагнитных процессов, предшествующих землетрясениям

В.Д.Кузнецов, Ю.М.Михайлов¹, Б.М.Шевцов², Ш.Ференц³, Л.Боднар⁴

¹ *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН*

² *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН*

³ *Университет Этваша, Будапешт, Венгрия*

⁴ *Центр космических исследований НАНУ и НКАУ, Львов, Украина*

Основные принципы методологии поиска предвестников землетрясений (ЗТ) включают в себя выбор места наблюдений, выбор ключевых параметров и установление критериев последовательности временных параметров ЗТ и их связи [1]. Для реализации этих принципов необходимо понимание природы предвестников. С этой целью силами Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН (ИЗМИРАН) и Института космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН в Камчатском регионе в течение 10 лет проводились комплексные исследования сейсмо-ионосферных процессов. Они включали измерения квазистатических электрических полей, ОНЧ, магнитных и ионосферных параметров. Было установлено, что кажущаяся скорость распространения предвестников в электрических полях и при ионосферных измерениях приблизительно одинакова и составляет 1 мс⁻¹. Этот вывод подтверждался исследованиями ионосферных предвестников на островах Японии в Тихом океане [3], а также комплексными исследованиями геофизических и биологических предвестников [4], включая и измерения земных токов [5]. То, что различные процессы контролируются одинаковыми временными параметрами, свидетельствует об их аналогичной природе. Возможно, что они отражают движение границы подготовки ЗТ, хотя зависимость этого движения от поверхностных свойств Земли еще строго не установлена. В настоящее время разработаны специальные спутники для исследования предвестников ЗТ («Компас-2», Деметер). Первые результаты таких измерений на спутнике «Компас-2» приводятся в докладе. Спутники позволяют осуществлять глобальный контроль за сейсмо-ионосферными процессами. Однако, существенные затруднения вытекают из-за большой скорости пролёта спутника над зоной ЗТ, что требует дополнительных методов распознавания эффектов.

1. Гуфельд И.Л. Сейсмический процесс. Физико-химические аспекты. ИФЗ РАН, ЦНИИМАШ, Москва, 2007.
2. Михайлов Ю.М. О свойствах предвестников землетрясений в электростатических полях приземной атмосферы. Физика Земли. 2005. Т.43 N4. Стр.336-339.
3. Корсунова Л.П., Хегай В.В. Сейсмоионосферные эффекты сильных коровых землетрясений в Тихом океанском регионе. Геомагнетизм и аэрномия. 2005. Т.45. N5.
4. Сидорин А.Я. Зависимость времени проявления предвестников землетрясений от эпицентрального расстояния. АН СССР. 1979. Т.245. N4. Стр.825-828.
5. Зубков С.И. Времена возникновения предвестников землетрясений. Физика Земли. 1987. №5. Стр.87-91.

5.24 Радиопросвечивание областей над землетрясениями с помощью грозовых электромагнитных сигналов

Муллаяров В.А., Аргунов В.В., Абзалетдинова Л.М.

Институт космических исследований и аэрномии им. Ю.Г. Шафера СО РАН

Рассмотрена возможность использования электромагнитных сигналов грозовых разрядов (атмосфериков), регистрируемых в Якутске, для дистанционного мониторинга сейсмической активности. Вариации амплитуды атмосфериков, распространяющихся в приземном волноводе над областями эпицентров землетрясений, отражают изменения электронной концентрации в нижней ионосфере, происходящих под воздействием литосферных процессов. Эффекты проявляются от сильных неглубокофокусных землетрясений. В день землетрясения и после наблюдается возрастание амплитуды атмосфериков, а в предшествующие дни возможны вариации, выражающиеся в усилении с последующим, соответственно, падением амплитуды за несколько дней до события. Тестирование имеющейся базы данных по atmospheric с помощью простого алгоритма обнаружения потенциально сейсмоопасных периодов, основанного на указанной последовательности вариаций амплитуды, показало, что вероятность выявления таких периодов может быть до 65-70 процентов. Азимутальные измерения свидетельствуют, что размеры возмущенной области в нижней ионосфере могут достигать размеров 5 зон Френеля (частота сигнала 10 кГц) в день землетрясения

и размеров 1-2 зон в предшествующие дни. Работа поддержана грантом РФФИ 09-05-98540-р_восток_а и программами Президиума РАН №16, РНП 2.1.1/2555.

5.25 Исследование распределений землетрясений Камчатского региона по глубине на основе вероятностной модели сейсмичности

Богданов В.В., Павлов А.В.

Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

На основе теоретико-вероятностного подхода к каталогу Камчатских землетрясений были вычислены математические ожидания и среднеквадратические отклонения глубины сейсмических событий, произошедших за период 1962-2009 гг. в восьми сейсмоактивных районах вдоль восточного побережья Камчатки. Полученные временные ряды статистических параметров были проанализированы и сопоставлены с глубинами наиболее сильных землетрясений, произошедших за рассматриваемый период.

5.26 СЕЙСМО-ИОНОСФЕРНЫЕ ВАРИАЦИИ 26 ДЕКАБРЯ 2009 ГОДА

Поддельский И.Н., Поддельский А.И.

Институт космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 686134, п. Стекольный Магаданской обл., ГФО «Магадан», (413-42)-98-231, podd-igor@yandex.ru

В данной работе представлены результаты исследования магнитосферных и ионосферных эффектов во время сильного землетрясения вблизи г. Магадан 26 декабря 2009 года. Исследования проводились в Магаданской геофизической обсерватории ИКИР ДВО РАН, расположенной в п. Стекольный Магаданской области. По результатам вертикального зондирования ионосферы удалось оценить сейсмо-ионосферные вариации критических частот и действующих высот ионосферных слоев.

5.27 О ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПОРАДИЧЕСКИХ ЛИТОСФЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С УРОВНЕМ НИЖЕ РЕГУЛЯРНОГО ШУМОВОГО ФОНА

С. В. Поляков, Е. Н. Ермакова, Б. И. Резников, А. В. Щенников

Научно-исследовательский радиофизический институт

В работе предложен оригинальный метод обработки данных мониторинга естественных электромагнитных шумов с целью обнаружения и локации слабых литосферных эмиссий. Метод основан на использовании универсальной модели источника и пространственной дискриминации естественных шумов.

5.28 Предвестники или сопутствующие изменения режима?

Родкин М.В.

МИТП РАН

На основании результатов анализа изменчивости параметров сейсмического режима в обобщенной окрестности сильного землетрясения и ряда моделей сейсмического режима обсуждается вопрос, что представляют собой так называемые предвестники сильных землетрясений. Можно представить, что предвестники являются отражением некоторого процесса, приводящего в своем развитии к возникновению сильного землетрясения. Но можно представить также, что такого рода процесса подготовки не существует, а совокупность предвестников отражает различия в сейсмическом режиме, соответствующие большей и меньшей вероятности случайного возникновения сильного землетрясения. Используемые модели сейсмического режима допускают обе такие интерпретации. Содержательный нетривиальный прогноз сильного

землетрясения возможен в обоих случаях, но теоретически допустимая точность прогноза резко различается. Результаты анализа изменчивости параметров сейсмического режима в обобщенной окрестности сильного землетрясения могут быть истолкованы в рамках обоих подходов. Однако существование степенного роста сейсмической активности к моменту сильного землетрясения в большей степени отвечает существованию процесса подготовки сильного землетрясения.

5.29 К разработке физической модели приливного воздействия на сейсмическую эмиссию

Салтыков В.А.¹, Зайцев В.Ю.², Кугаенко Ю.А.¹, Матвеев Л.А.², Патонин А.В.³

¹ Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский

² Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород

³ Геофизическая обсерватория БОРОК Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, пос. Борок Ярославской обл.

Исследование направлено на обоснование возможности контроля напряженно-деформированного состояния среды при подготовке сильных землетрясений по параметрам приливных вариаций фоновой сейсмичности и высокочастотного сейсмического шума (ВСШ). В ходе многолетних исследований ВСШ выявлена устойчивая синхронизация выделенной из ВСШ приливной компоненты с гравитационным приливным потенциалом перед наиболее сильными региональными землетрясениями, происходившими на расстоянии до 400 км от пункта регистрации. Решается вопрос: какие именно физические механизмы могут обеспечить появление синхронизации и наблюдаемой глубины модуляции ВСШ на уровне нескольких процентов и выше за счет весьма слабых приливных деформаций, не превышающих $1.0E-8$. Проведена серия испытаний на модельных образцах горных пород (песчаник) в условиях всестороннего и одноосного сжатия при меняющихся параметрах модулирующего воздействия и фоновой нагрузки. Обнаружены участки изменения акустической эмиссии с периодом модулирующего воздействия. Выявлены участки различного отклика акустической эмиссии на имитирующее приливы периодическое нагружение, что связывается с различными стадиями напряженно-деформированного состояния образца. Предложен механизм приливной модуляции ВСШ на основе модели среды реологического уровня, рассмотрена физическая модель амплитудно-зависимого поглощения. Проведен анализ потерь энергии малоамплитудных сейсмических волн за счет термоупругого поглощения на трещинах с учетом неровности их поверхностей.

5.30 БИМОДАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ШИРОТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ГИПОЦЕНТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ТИХООКЕАНСКОМ РЕГИОНЕ: ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ

Сасорова Е.В.¹, Левин Б.В.²

¹ Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, e-mail: sasorova_lena@mail.ru

² Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, e-mail: lbw@imgg.ru

Данная работа посвящена статистическому анализу сейсмических событий в Тихоокеанском регионе (ТО). В ней обсуждаются следующие основные направления: глобальные распределения сейсмических событий и энергии по широтным поясам, методы нормировки событий; устойчивость полученных распределений во времени и пространстве; 2-мерные распределения сейсмических событий и выделяемой ими энергии (по глубине и широте); делается попытка физической интерпретации полученных результатов. Существенное внимание уделялось методам обработки данных. Для работы использовался мировой каталог ISC, рассматривались все землетрясения в ТО с 1964 г. с магнитудой $M_b \geq 4.0$ (всего более 200000 событий). Широтные распределения рассматривались независимо для шести магнитудных диапазонов (МД). Весь ТО был разделен на широтные пояса (размером 10° и 2°). Количество событий в каждом широтном поясе нормировалось дважды, в результате мы получали относительное количество событий, которое генерируется на единицу длины границ литосферных плит. Дважды нормированные распределения имеют отчетливую бимодальную форму, локальный минимум около экватора и нулевые значения на высоких широтах. Показана стабильность полученных результатов во времени и к изменению размера широтных поясов (10° и 2°). Для 2-мерных распределений сейсмических событий оказалось, что в полученных распределениях полный интервал глубин распадается на три отдельные группы (кластеры) с достаточно четко выраженными границами (К1 для событий с глубиной $0 \leq H < 80$ км., К2 для событий с глубиной $120 \leq H < 240$ км. и К3 для $500 \text{ км} \leq H$). Анализ полученных распределений показывает, что количество событий для некоторых широтных поясов различается в десятки раз, а количество выделенной

энергии - в 1000 раз. В то же время разница в скорости продвижения литосферных плит (на примере Южной Америки) не превышает 10%. Объяснить приведенные особенности распределения событий только с позиции теории тектоники плит не представляется возможным. Обсуждается возможная связь сейсмического процесса с приливными силами.

5.31 УТОЧНЕНИЕ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ДЛЯ РЕГИОНОВ ТИХООКЕАНСКОГО И АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКОГО ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Серафимова Ю.К., Широков В.А.

Камчатский филиал ГС РАН

Ранее авторами предложена методика фазовых траекторий, позволившая при совместном анализе влияния на сейсмичность двух космических ритмов (лунный прилив с $T_1 = 18.6$ г. и солнечный цикл Хейла с T_2 приблизительно 22 г.) сделать прогнозы сильных тектонических землетрясений для 12-ти высокосейсмичных регионов мира на ближайшие 20 лет. Точность прогнозов во многом зависит от момента определения эпохи минимума текущего цикла Хейла и его средней продолжительности. В январе 2010 г. появилось окончательное значение эпохи минимума, что позволило уточнить сделанные ранее прогнозы для 12-ти регионов Земли на период до 2030 г. Приводятся данные о реализации сделанных прогнозов в реальном времени.

5.32 Влияние процессов подготовки землетрясений на вариации параметров спорадического слоя Es ионосферы

Силина А.С.¹, Липеровская Е.В.¹, Васильева Н.Э.¹, Алимов О.А.²

¹ *ИФЗ РАН г. Москва, Большая Грузинская ул., д. 10*

² *Институт Астрофизики Таджикской АН, Таджикистан, Душанбе, ул. Бухарская, 22*

Анализ данных, полученных на станциях вертикального зондирования Петропавловск-Камчатский и Душанбе и, показал, что за 1-3 суток до коровых землетрясений с глубиной $H < 80$ км в предполуночные часы возрастает частота появлений Es-рассеяния, что характеризует увеличение турбулизации плазмы в E-области ионосферы. Этот эффект можно наблюдать, если расстояние от эпицентра до станции вертикального зондирования R превышает размер области подготовки землетрясения не более чем на 150 км, при этом размер области подготовки землетрясения оценивается по формуле Добровольского $R_0 = \exp(M)$ км. Дни с солнечными и геомагнитными возмущениями исключались из анализа.

5.33 Ионосферные эффекты землетрясений по данным навигационных систем

Смирнов В.М., Смирнова Е.В.

ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН

Трудности в идентификации ионосферных возмущений, обусловленных сейсмогенными эффектами на фоне пространственно-временной изменчивости ионосферы, особенно во время электромагнитного возмущения, являются основным объектом критики при использовании ионосферы, как детектора предвестников землетрясений. Вариации электронной плотности ионосферы, интерпретируемые как ионосферные предвестники сильных землетрясений, имеют тот же порядок величины, а иногда даже меньше по амплитуде, чем вариации, связанные с изменчивостью ионосферы. Интенсивные исследования сейсмоионосферных связей в течение последних нескольких лет показывают, что сейсмоионосферные явления уникальны среди набора других причин изменчивости ионосферы. Отличие физических механизмов сейсмоионосферных связей от механизмов ионосферных бурь и других источников ионосферной изменчивости ведут к их различному проявлению в ионосферных вариациях. Ионосферные же возмущения, связанные с литосферными процессами, гораздо доступнее для обнаружения и регистрации космическими радиофизическими методами. До недавнего времени не было общепринятых методик выделения в ионосфере

эффектов, обусловленных сейсмическими процессами, по данным спутниковых навигационных систем. Следует особо отметить, что учет всех параметров ионосферного предвестника позволяет выделить его на фоне вариаций ионосферы, вызванных другими воздействиями, что выгодно отличает его от плазменных и электромагнитных вариаций другого типа, предлагаемых в качестве предвестников, поскольку они могут наблюдаться и в результате воздействия других факторов. Полученные результаты позволяют утверждать, что ионосферные предвестники землетрясений – реально существующие явления, а разработанные методики их обнаружения предоставляют возможность их практического использования в системах предупреждения и краткосрочного прогноза катастрофических землетрясений.

5.34 Результаты наблюдений аномальных УНЧ геомагнитных возмущений на этапе подготовки и развития крупных геодинамических событий

Собисевич Л.Е.¹, Канониди К.Х.², Собисевич А.Л.¹

¹ *Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН*

² *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН*

Северокавказская геофизическая обсерватория, предназначенная для изучения наведенных волновых процессов в районе вулкана Эльбрус, включает пять разнесенных геофизических лабораторий. В лабораториях функционируют следующие информационно-измерительные системы: региональные сейсмические станции, наклономерные станции, магнитовариационные станции, магнитометры индукционные, геоакустические станции, тепловые станции, стационарные гравиметры, вспомогательное научное оборудование, обеспечивающее контроль климатических параметров (давления и температуры и др.), системы точного времени, системы сбора и передачи информации. Две лаборатории расположены глубоко под горой Андырчи в специальных вырубках. Получаемые экспериментальные данные позволяют исследовать структуру геофизических полей, наведенных землетрясениями и региональными катастрофическими событиями. Выделены экспериментально аномальные волновые формы УНЧ геомагнитных возмущений перед сильными сейсмическими событиями с $M > 7$, которые естественно связывать с развитием и взаимодействием мощных дилатантных структур; выявлены различия в структуре УНЧ геомагнитных возмущений «сухопутных» и «морских» землетрясений; получены волновые формы УНЧ геомагнитных возмущений перед цунамогенными землетрясениями, которые позволят в будущем выйти на построение технологии прогнозирования места и времени такого класса событий при условии привлечения дополнительной (в том числе: акустической, гидроакустической и геоакустической) прогностической информации.

5.35 Изменение распределения по размерам событий фоновой активности в сложных системах перед экстремальными событиями

Соловьев А.А.

Учреждение Российской академии наук Международный институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН

В природных и социоэкономических сложных системах постоянно возникают экстремальные события, которые также известны как катастрофы, кризисы, критические переходы и т.п. В докладе анализируется поведение фоновой активности перед экстремальными событиями в четырех сложных системах: экономика, мегаполис, магнитосфера и литосфера. В качестве экстремальных событий в этих системах рассматриваются начало экономической рецессии, начало подъема месячного числа убийств, магнитный шторм и сильное землетрясение. Исходной информацией для определения событий фоновой активности является некоторый индикатор, описывающий поведение системы. Изменения во временном тренде этого индикатора рассматриваются в качестве фоновых событий (ФС). Во всех четырех рассмотренных системах обнаружено общее свойство в поведении фоновой активности перед экстремальными событиями: ФС с относительно большими магнитудами происходят чаще перед экстремальными событиями, чем в другие периоды времени. Подобное изменение в фоновой активности перед экстремальными событиями ранее наблюдалось в моделях и природных системах. Здесь это изменение обнаружено для единообразно определенных ФС в системах совершенно различной природы.

5.36 Символьная аппроксимация в задачах выделения и анализа предвестниковых аномалий данных геохимического мониторинга

Тристанов А.Б., Фирстов П.П.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН

В работе рассматривается подход к сегментации медленноменяющихся телеметрических сигналов на основе метода символьной аппроксимации. Символьная аппроксимация предполагает замену исходного сигнала последовательностью символов, каждый из которых соответствует однозначноопределяемому локальному поведению сигнала. Причем данное поведение можно задаваться различным образом и соответствовать различным локальным моделям. Самым простым и в тоже время оправданным является набор символов соответствующий временным формам сигнала (возрастание, убывание, постоянное значение). Дальнейший анализ направлен на поиск среди символьной последовательности типовых форм поведения (шаблонов). Метод символьной аппроксимации позволяет снизить размерность анализируемого признакового пространства, что влечет снижение вычислительной сложности алгоритмов, а также результаты обработки данным методом просты в интерпретации. Также в работе предложена методика выделения типовых и аномальных форм поведения сигнала во временной области и метод анализа предвестниковых аномалий с использованием данного метода сегментации. Изложенные в работе подходы применялись для обработки данных геохимического мониторинга Камчатки.

5.37 ЗОНЫ ДЕСТРУКЦИИ КАК ИСТОЧНИКИ АНОМАЛИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

С.В. Трофименко

Технический институт (филиал) Якутского госуниверситета, г. Нерюнгри

Геофизический мониторинг геологической среды – одно из основных направлений геодинамических исследований, который позволяет дистанционно отслеживать процессы в земной коре. Результаты изучения физических полей, продуцируемых литосферой в связи с сейсмичностью, показывают, что изменение геодинамических условий в переходных зонах литосферных плит отражается в вариациях магнитного, гравитационного, электрического и электромагнитного полей. Масштабы проявления аномалий физических полей варьируются от локальных, при изменении сейсмического режима в близи пунктов наблюдений, до глобальных, при формировании очагов катастрофических землетрясений. Изучение вариаций физических полей в связи с сейсмичностью свидетельствуют о том, что пространственный период проявления аномалий намного превосходит область, охватываемую экспериментальной базой. Исследование вариаций физических полей в Южной Якутии показало, что аномалии глобальной геофизической среды наиболее интенсивно продуцируются в зонах динамического зрелых деструктивных полей динамического влияния генеральных разломов. Именно эти области земной коры, наделённые высоким сейсмическим потенциалом, следует считать единственными источниками аномалий физических полей. Изменение силы тяжести, магнитного поля, электромагнитного и других полей, может быть сведено к единой задаче о продуцировании геофизических полей вследствие динамики движения заряженной жидкости в теле разлома.

5.38 МОДЕЛИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ – ПРЕДВЕСТНИКОВ ВСЛЕДСТВИЕ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

С.В. Трофименко, Н.Н. Гриб, В.М. Никитин

Технический институт (филиал) Якутского госуниверситета, г. Нерюнгри

Со времени первых работ Ф. Рейда было разработано множество моделей по физике и динамике очага землетрясения и сейсмического процесса в целом. Совершенствование подходов к моделированию сейсмичности, основанных на теории взаимодействия всех геосфер Земли, модели блокового строения геофизической среды, волновой природы сейсмического процесса, порождает новую проблему, связанную с возможностью формирования геофизических полей вследствие глобальных геодинамических процессов. Пространственное распределение геофизических полей и их динамические (временные) аномалии в

виде геофизических предвестников землетрясений в процессе формирования и разрушения консолидационной зоны на разных временных масштабах не могут быть обусловлены только локальными причинами. Традиционные представления о возможности локального выделения аномалии предвестника от формирующегося очага землетрясения должны трансформироваться в неопределенность пространственного положения, соразмерного области консолидации, длины волны медленных гравитационных волн и взаимодействием геофизических сред в переходных зонах. Отсюда, по-видимому, следуют многочисленные ошибочные прогнозы в определении места землетрясения. При всей привлекательности разрабатываемых систем прогноза землетрясений, интерпретация проявлений признаков формирующегося очага землетрясения в физических полях производится без учета блокового строения литосферы, волновых и вихревых свойств геосфер. В рамках данных моделей разрабатываемые концепции прогноза следует рассматривать как общую проблему контроля изменяющегося напряженного состояния литосферы в глобальном процессе энергетической самоорганизации геосфер вследствие инициирующих влияний космических факторов формирующих физические поля.

5.39 Экспериментальное исследование генерации инфракрасного излучения в атмосфере

Липеровский В.А.¹, Михайлин В.В.², Умарходжаев Р.М.², Богданов В.В., Кайсин А.В.³, Давыдов В.Ф.⁰

¹ *ИФЗ РАН, Москва, ул. Большая Грузинская, дом 10.*

² *НИИЯФ имени Д.В.Скобелева МГУ имени М.В.Ломоносова.*

³ *ИКИР ДВО РАН, Камчатская обл., Елизовский р-н, с. Паратунка*

Перед землетрясениями можно ожидать образования в атмосфере мозаично разбросанных нестационарных областей повышенной ионизации и сильного квазистационарного электрического поля и ИК излучения. Учитывая возможные восходящие потоки воздуха можно ожидать появления источников ИК излучения на высотах до 10 км. В работе предложен метод дистанционной диагностики электрических полей и источников ИК-излучения, мозаично разбросанных в атмосфере. Этот метод позволяет проводить дистанционный мониторинг областей ИК излучения в областях прозрачности с длиной волны 7-9 и 10.3-15 мкм, соответственно можно ожидать появления спектральных полос ИК излучения над областью подготовки землетрясения для: CO₂, NO₂, CH₄, O₃. Для целей прогноза землетрясений нужны непрерывные двухточечные наблюдения инфракрасного излучения при сканировании в атмосфере на разных высотах областей ИК излучения, и анализ их спектров, получение информации о тонкой структуре и модификации ИК спектров во времени - от долей секунды до нескольких секунд и при сканировании атмосферы. Проводится лабораторное моделирование атмосферных источников ИК излучения и получение соответствующих ИК спектров в электрических полях от 2 10² до 10⁶ В/м. Исследуются спектры несамостоятельного разряда в атмосфере и ИК излучения в диапазоне длин волн от 1 до 15 мкм. Предполагается проанализировать видоизменения спектров поглощения и излучения колебательных уровней молекул при введении в разрядную камеру кислородо-, водородо-, и углеродсодержащих веществ в разных пропорциях. В результате проводящихся работ будут определены спектральные диапазоны излучений при малых модификациях состава атмосферы. Для проведения такого эксперимента была создана установка, для регистрации спектров излучения и поглощения в диапазоне длин волн (0.3-16) мкм, при возможности проведения экспериментальных исследований в диапазоне давлений (0.1-1) атм, и при возможности контролируемого ввода различных газов, аэрозолей, жидкостей в рабочую камеру и в ячейку поглощения. Производится инициирование несамостоятельного разряда. В качестве оптического спектрометра используется BRUKER IFS 66 V/8, позволяющий изучать спектры излучения и поглощения. Предполагается разработать и поставить аппаратуру для анализа спектров областей инфракрасного свечения при круговом сканировании атмосферы в сейсмоактивной зоне на Камчатке, и провести первые наблюдения.

5.40 Связь скорости адвекции и плотности потока радона с сильными землетрясениями южной Камчатки 2000-2008 гг.

Фирстов П.П.¹, Паровик Р.И.², Яковлева В.С.³, Малышева О.П.⁴

¹ *Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 683006,*

² *Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Камчатский край, пос. Паратунка,*

³ *Томский политехнический университет, г. Томск,*

⁴ *Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 683006.*

В работе проведено исследование плотности потока (ППР) и скорости адвекции радона (Rn) в периоды сейсмической активности 2000-2009 гг. в районе Южной Камчатки. ППР и скорость адвекции Rn рассчитывались с помощью методик предложенных авторами, которые были реализованы в компьютерных программах «РЭКЭМ» и «GeoRadon2». Методики расчета скорости адвекции Rn и ППР основывались на диффузионно-адвективной модели переноса радона в грунте.

Использовались экспериментальные данные, полученные в зоне аэрации на двух глубинах на станциях мониторинга концентрации почвенного радона на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне. Перед сильными землетрясениями с магнитудой больше $M > 6$ и эпицентральной дистанцией менее 150 км, выявлены аномалии в динамике скорости адвекции радона и ППР, которые малозаметны в исходных временных рядах объемной активности Rn .

5.41 Пространственно-временные изменения сейсмичности Земли и солнечная активность

Харин Е.П.¹, Белов С.В.², Шестопалов И.П.¹

¹ *Геофизический Центр РАН*

² *Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН*

Проанализированы данные о сейсмической энергии и солнечной активности за период с 1680 по 2007г. в сопоставлении с 11-летними циклами солнечной активности и геомагнитными возмущениями. Выделены «вековые циклы» солнечной активности и сейсмичности Земли, каждый из которых разбивается на три (примерно по 33 года) периода, длительность каждого из которых в свою очередь составляет три 11-летних цикла. Корреляция между солнечной и сейсмической активностью преимущественно отрицательная, под влиянием мощных солнечных протонных событий корреляция между ними может быть положительной. Наиболее сильные землетрясения происходят в начале нового «векового цикла». Во второй половине 90-х годов прошлого века наступил новый «вековой цикл», в начале которого будут наблюдаться солнечные циклы с небольшим числом пятен, характерных для начала вековых циклов, и сильная сейсмическая активность, которая сохранится на протяжении нескольких десятков лет. Землетрясения 26.12.2004 г. с магнитудой $M=9$ и 28.03.2005 г. с $M=8,7$ в районе Индонезии, а также 6 землетрясений с $M > 8$ в 2006 и 2007 гг. подтверждают этот вывод. Показаны также количественные пространственно-временные особенности проявления сейсмичности на протяжении прошедшего последнего «векового цикла».

5.42 О причинах появления «удалённых» геофизических предвестников, регистрирующихся на заключительной, около недели, стадии подготовки сильных мировых землетрясений

Широков В.А.¹, Широкова Н.В.¹, Бузевич А.В.

1 Камчатский филиал Геофизической службы РАН

В соответствии с планетарно-региональной моделью подготовки тектонических землетрясений (Широков, 2001, 2007, 2009), региональные сеймотектонические и геофизические процессы существенным образом зависят от планетарных космических воздействий, влияющих на взаимодействие тектонических плит и глобальную перестройку полей тектонических напряжений. Общепланетарные процессы приводят к геофизическому отклику среды на любых расстояниях от очагов готовящихся сильных землетрясений, в том числе на оперативной, около недели, стадии их подготовки. Рассматриваются примеры оперативных предвестников, наблюдавшихся многими исследователями за несколько часов-суток до сильных землетрясений, в том числе на значительных расстояниях от очагов землетрясений. Во многих случаях причина таких аномалий считалась невыясненной. Наблюдались следующие типы оперативных предвестников: «удаленные» землетрясения-форшоки, вулканическое дрожание, вулканические землетрясения, вулканические взрывы, резкое усиление вулканической активности, вулканические взрывы, акустические сигналы на активных вулканах, изменения давления в глубокой скважине, вариации электропроводности приземного воздуха, кратковременные деформации земных пород, импульсные сигналы подпочвенного

водорода, вариации электрического поля, гравитационные аномалии и т.д. Подобные аномальные сигналы, регистрирующиеся часто и после произошедших землетрясений, могут рассматриваться в качестве подтверждения планетарно-региональной модели подготовки тектонических землетрясений.

5.43 Краткосрочный прогноз параметров землетрясений по результатам анализа УНЧ/КНЧ вариаций магнитного поля

Щекотов А.Ю., Молчанов О.А., Фёдоров Е.Н., Андреевский С.Е., Гладышев В.А.¹, Беляев Г.Г.², Чебров В.Н., Синицын В.И.³

¹ *Институт Физики Земли РАН, checkit@post.ru*

² *Институт Земного Магнетизма Ионосферы и Распространения Радиоволн РАН*

³ *Камчатский филиал Учреждения Российской академии наук Геофизической службы РАН*

Результаты 10-летнего исследования сейсмо-электромагнитных явлений на Камчатке свидетельствуют о возможности их использования для краткосрочного прогноза времени, места и магнитуды локальных землетрясений. Наиболее перспективны из них: эффект депрессии ULF вариаций магнитного поля и эффект возбуждения ULF/ELF излучений в атмосфере, возникающие за 1-5 дней перед мощными $M_s > 5.5$ коровыми землетрясениями с эпицентральным расстоянием $< 300-500$ км. Первый из них проявляется в уменьшении вариаций поля в диапазоне 0.01-0.1 Гц в окрестности местной полуночи и линейно зависит от магнитуды предстоящего землетрясения. Второй характеризуется возникновением широкополосного излучения в диапазоне от единиц до десятков герц. Во временной области сигнал напоминает импульсы от молниевых разрядов с азимутом источника излучения, примерно совпадающим с направлением на эпицентр будущего землетрясения. Оба эффекта подтверждены многолетней статистикой. Для повышения достоверности прогноза предлагается внедрить методики наблюдения и анализа этих явлений на сети станций, совместно с анализом данных сейсмологии и сейсмоакустики.

5.44 Аномальные эффекты в электрическом поле Земли в п. Карымшина (Камчатка) в связи с сильными землетрясениями

Мороз Ю.Ф., Мороз Т.А.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Динамика электропроводности литосферы изучена по данным мониторинга импедансов в диапазоне периодов от первых сотен до первых тысяч секунд. Основным принят поперечный импеданс и его фаза. Они являются тензочувствительными. В поведении импеданса и фазы на периодах 460 – 1570 с выявлены аномальные бухтообразных вариаций, которые могут быть связаны с землетрясениями. Так как аномалии проявились в фазе импеданса, то это свидетельствует об изменении в глубинных частях литосферы. По данным МТЗ периоды, указанных вариаций, приурочены к проводящей зоне в литосфере, связанной с глубинным поперечным разломом. Оценки показывают, что длины электромагнитных волн на указанных периодах не менее 200 км. Эти длины волн достаточны для контроля за электропроводностью глубинной проводящей зоны (разлома). Предполагается, что в связи с землетрясениями изменилась степень насыщенности пород минерализованными растворами. Это наиболее заметно в поведении фазы поперечного импеданса. Представление о низкочастотных вариациях электротеллурического поля дают временные ряды среднечасовых значений разности потенциалов. Вариации электрического поля внутриземных источников выделены путем математической фильтрации. Из временных среднечасовых значений напряженности электрического поля удалены вариации с периодом до 50 часов. Наряду с ними отфильтрованы также годовые вариации. В полученных временных рядах содержатся вариации электрического поля внутриземных источников. Они проявились на основных и дублирующих приёмных линиях. Интенсивность аномалий составляет первые сотни мВ/км. По временным рядам напряженности электрического поля рассчитан агрегированный сигнал. В его поведении хорошо выражены бухтообразные возмущения. Анализ показал, что к этим возмущениям приурочены моменты сильных землетрясений с $M = 6.4 - 8.3$, произошедших в районах Южной Камчатки и Курильских островов. Предполагается, что аномалии в электрическом поле Земли могут быть обусловлены электрохимическими, электрокинетическими и другими процессами, возникающими при изменении тектонических напряжений литосферы в связи с землетрясениями.

Содержание

1	Влияние солнечной активности на геосферные процессы	1
1.1	Артемьев А.В. Зелёный Л.М. Петрукович А.А. Малова Х.В. Устойчивость тонкого токового слоя в хвосте земной магнитосферы	1
1.2	Балабин Ю.В. Вашенюк Э.В. Новая методика получения спектров первичных потоков солнечных релятивистских протонов по измерениям нейтронных мониторов	1
1.3	Борисевич А. Н. Границкий Л. В. Иванов В. В. Исследование влияния солнечной активности на верхнюю атмосферу Земли	1
1.4	Варламова Е.В. Соловьев В.С. Спутниковый мониторинг растительности арктической зоны Якутии	2
1.5	Соловьев В.С. Козлов В.И. Васильев М.С. Влияние солнечной активности на облачность в Северо-Восточной Азии	2
1.6	Афраймович Э.Л. Воейков С.В. Едемский И.К. Ионосферные эффекты полного солнечного затмения 22 июля 2009 г. по данным плотной сети GPS в Японии (GEONET)	3
1.7	Денисенко В.В. Амперер М. Бирнат Х.К. Влияние ионосферной проводимости на проникновение электрического поля из атмосферы в ионосферу	3
1.8	Дружин Г.И. Исаев А.Ю. Уваров В.Н. Аномалии естественного КНЧ-ОНЧ излучения в периоды солнечных затмений.	4
1.9	Еркаев Н.В. Семенов В.С. Бирнат Х.К. Рабецкая О.И. Мезенцев А.В. Холловская МГД модель «флэшинг» колебаний токового слоя магнитосферного хвоста	4
1.10	Жижин М.Н. Пойда А.А. Медведев Д.П. Как влияет активность Солнца на среднесрочные вариации климата?	4
1.11	Зимовец И.В. Наблюдения квазигармонического "раскачивания" вспышечной активности Солнца	5
1.12	Козлов В.И. Соловьев В.С. Исследование вариаций облачности и интенсивности космических лучей	5
1.13	Котова Г.А. Веригин М.И. Безруких В.В. Богданов В.В. Кайсин А.В. Охлаждение ионов в плазмосфере на начальной стадии магнитной бури: моделирование динамики температуры.	5
1.14	Криволуцкий А.А. Вьюшкова Т.Ю. Вессинг М. Черепанова Л.А. Банин М.В. Ионизация полярной атмосферы релятивистскими электронами в период октября-ноября 2003 г.и изменение химического состава: трехмерное моделирование	6
1.15	Павельев А.Г. Матюгов С.С. Яковлев О.И. Ануфриев В.А. Павельев А.А. Результаты глобального мониторинга спорадических образований нижней ионосферы Земли по данным измерений на трассах спутник-спутник.	6
1.16	Садовский А.М. ВОЗБУЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ПЛАЗМЕ С АНИЗОТРОПНЫМИ ИОНАМИ	7
1.17	В.М. Костин В.С. Скомаровский АНОМАЛИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И АНОМАЛЬНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
1.18	Шевелёв М.М. Буринская Т.М. Механизм генерации ультранизкочастотных электромагнитных колебаний в пограничной области плазменного слоя	7
1.19	Шестаков А.Ю Вайсберг О.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АНОМАЛИИ ГОРЯЧЕГО ПОТОКА	8
2	Геофизические поля и их взаимодействие	8
2.1	Белов А.С. Марков Г.А. Фролов В.Л. Рапопорт В.О. Парро М. Воздействие мощным КВ радиоизлучением среднеширотного нагревного стенда «Сура» на локальные ионосферно-магнитосферные связи	8
2.2	Бобылев Я.М. Думбрава З.Ф. Хомутов С.Ю. Первые результаты мониторинга магнитного поля Земли с помощью ЦМВС-6 на магнитной обсерватории "Хабаровск"	9
2.3	Водинчар Г.М. Крутьева Л.К. Маломодовая модель геодинамо	9
2.4	Гаврилов В.А. Полтавцева Е.В. ВАРИАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ СНЧ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОДЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ	9
2.5	Мандрикова О.В. Богданов В.В. МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАННЫХ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ foF2 НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	10
2.6	Дмитриев Э.М. Филиппов В.А. Алгоритм расчета индексов геомагнитной активности	10
2.7	Дружин Г.И. Чернева Н.В. Мельников А.Н. Пеленгационные наблюдения при прохождении гроз над Камчаткой	10

2.8	Жижин М.Н. Андреев А.В. Медведев Д.П. Пойда А.А. Мальков С.В. Распределенное детектирование событий в многомерных потоках данных в беспроводных сенсорных сетях . . .	11
2.9	Орешко Н.И. Гепшенер В.В. Клионский Д.М. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ ВЕЙВЛЕТОВ	11
2.10	Климкович Т.А. Городынский Ю.М. Харин Е.П. Временные изменения векторов Визе в некоторых сейсмоактивных регионах мира	12
2.11	Ковалевский И.В. Методы распознавания образов (РО) в исследовании сложных геофизических объектов (СГО)	12
2.12	Козлов В.И. Муллаяров В.А. Стародубцев С.А. Торопов А.А. Тимофеев Л.В. ОТКЛИК ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ В ДАННЫХ ЯКУТСКОГО НЕЙТРОННОГО МОНИТОРА .	13
2.13	Крутьева Л. К. Водинчар Г. М. Шевцов Б. М. Модель конвекции во вращающихся сферических слоях при малых надкритичностях	13
2.14	Кузнецов В.В. ГДЕ, КАК И ПОЧЕМУ ПРОИСХОДИТ ГЕНЕРАЦИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ?	14
2.15	Ларкина В.И. Низкочастотные радиопомехи, как средство диагностики окружающей среды	14
2.16	Мандрикова О.В. Смирнов С.Э. Соловьев И.С. Технология определения индекса геомагнитной активности К в автоматическом режиме	14
2.17	Марапулец Ю.В. Руленко О.П. Мищенко М.А. Результаты исследований связи между возмущениями высокочастотной геоакустической эмиссии и электрического поля в приземном воздухе на пункте "Мижижа"	14
2.18	Михайлова Г.А. Михайлов Ю.М. Капустина О.В. Смирнов С.Э. Эффекты геомагнитных возмущений в спектрах мощности атмосферных волн в динамо-области ионосферы на Камчатке	15
2.19	Михайлова Г.А. Михайлов Ю.М. Капустина О.В. Дружин Г.И. Смирнов С.Э. Спектры мощности тепловых приливных и планетарных волн в приземной атмосфере и в D - области ионосферы на Камчатке	15
2.20	Михайлова Г.А. Смирнов С.Э. Эффекты геомагнитных возмущений в приземной атмосфере и возможный биофизический механизм их влияния на сердечно-сосудистую систему человека.	15
2.21	Муллаяров В.А. Козлов В.И. Торопов А.А. Каримов Р.Р. Проявление грозовых процессов в низкочастотном радиоизлучении	16
2.22	Паровик Р.И. ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ДЛЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА РАДОНА (^{222}Rn) В СИСТЕМЕ ГРУНТ-АТМОСФЕРА С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ	16
2.23	Пережогин А.С. Шевцов Б.М. О трехмерной вязкоупругой модели Максвелла фрактальной среды	17
2.24	И.Н.Поддельский А.И.Поддельский ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ.	17
2.25	Мандрикова О.В. Полозов Ю.А. МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТРУКТУР ПРИРОДНОГО СИГНАЛА	17
2.26	Романов А.А. Романов А.А. Урличич Ю.М. Трусов С.В. Новиков А.В. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ	18
2.27	Романов А.А. Трусов С.В. Новиков А.В. Аджалова А.В. Романов А.А. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО СЕГМЕНТА ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ	18
2.28	Новиков А. В. Романов А. А. Романов А. А. ПРОСВЕТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ ЧЕТЫРЕХЧАСТОТНЫМ КОГЕРЕНТНЫМ СИГНАЛОМ	18
2.29	Руленко О.П. Широков В.А. Марапулец Ю.В. Мищенко М.А. Смирнов С.Э. Отрицательные аномалии атмосферного электрического поля у поверхности земли на пункте «Карымшина» в августе 2009 г. и их связь с активизацией планетарной сейсмичности	19
2.30	Смирнов С.Э. Анисимов С.В. Шихова Н.М. Вариации аэроэлектрического поля среднеширотных обсерваторий	19
2.31	Смирнов С.Э. Марапулец Ю.В. Воздействие одиночного молниевых разряда на напряженность электрического поля воздуха и акустическую эмиссию приповерхностных пород. . . .	20
2.32	Смирнов С.Э. Влияние конвективного генератора на суточный ход напряженности электрического поля.	20
2.33	Рахматулин Р.А. Хомутов С.Ю. Харченко В.В. Липко Ю.В. Магнитное поле Байкальской рифтовой зоны по данным высокоточной наземной съемки	20

2.34	Чернева Н.В. Фирстов П.П. Дружин Г.И. АТМОСФЕРНО-ЛИТОСФЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НА ПРИМЕРЕ ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАМЧАТКЕ В ЯНВАРЕ 2002 г.	20
2.35	Чупин В.А. Долгих Г.И. Энергообмен между сейсмическими и гидроакустическими волнами в переходной зоне залива Посыет	21
2.36	Шереметьева О.В. Моделирование вариаций магнитного поля Земли, определяемых воздействием приливной силы	21
2.37	Афраймович Э.Л. Астафьева Э.И. Косоголов Е.А. Ясюкевич Ю.В. Проявление магнитоориентированных ионосферных плазменных возмущений на средних широтах	21
2.38	Ясюкевич Ю.В. Ратовский К.Г. Полякова А.С. Шейфлер А.А. Отличие суточных вариаций ПЭС по данным глобальных карт GIM различных лабораторий, региональных североамериканских карт US-TEC и модели IRI	22
2.39	Мороз Ю.Ф. Мороз Т.А. Береговой эффект в вариациях геомагнитного поля на Камчатке .	22
2.40	Мороз Ю.Ф. Мороз Т.А. Смирнов С.Э. Годовые вариации магнитовариационных параметров по данным обсерваторий «Магадан» и «Паратунка» (Камчатка)	23
3	Динамические процессы в атмосфере	23
3.1	Маров М.Я. Шари В.П. Математическое моделирование оптических характеристик атмосферных аэрозолей	24
3.2	Бычков В. В. Пережогин А. С. Шевцов Б. М. Маричев В.Н. Лидарные наблюдения серебристых облаков над Камчаткой в июне 2009 года.	24
3.3	Бычков В. В.1 Пережогин А. С. Шевцов Б. М. Маричев В.Н. Новиков П.В Черемисин А.А. Сезонные вариации аэрозольного наполнения стратосферы и мезосферы Камчатки	24
3.4	А.В. Виноцкий В.В. Казанцева О ВОЗМОЖНОМ МЕХАНИЗМЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА АТМОСФЕРЫ	25
3.5	Алимов В. А. Выборнов Ф. И. Рахлин А. В. Об особенности исследований тонкой мультифрактальной структуры ионосферной турбулентности	25
3.6	Алимов В. А. Выборнов Ф. И. Рахлин А. В. О пространственно-неоднородной структуре мелкомасштабной турбулентности среднеширотной ионосферы	25
3.7	Дружин Г.И. Санников Д.В. Уваров В.Н Влияние метеоусловий на естественное электромагнитное излучение	25
3.8	Афраймович Э.Л. Воейков С.В. Едемский И.К. Ясюкевич Ю.В. Магнитогидродинамическая природа СМ ПИВ, генерируемых солнечным терминатором	26
3.9	Ишин А. Б. Живетьев И. В. Демьянов В. В. Экспериментальное исследование рассеяния радиосигнала GPS на ионосферных неоднородностях, вытянутых по магнитному полю	26
3.10	Кузичев И. В. Шкляр Д. Р. Волновое описание прохождения свистовых волн через ионосферу в случае малых углов падения	26
3.11	Носов В.В. Емалеев О.Н. Лукин В.П. Носов Е.В. ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В АНИЗОТРОПНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ	27
3.12	Маричев В.Н. Лидарные наблюдения вертикального распределения температуры в нижней и средней атмосфере над Западной Сибирью в 2008-2010гг.	27
3.13	Маричев В.Н. Самохвалов И.В. Лидарные наблюдения аэрозольных вулканических слоев в стратосфере над Томском в 2008-2010гг.	27
3.14	Николашкин С.В. Титов С.В. Маричев В.Н. Игнатъев В.М. Динамика зимних стратосферных потеплений над Якутском	27
3.15	Николашкин С.В. Титов С.В. Маричев В.Н. Случаи наблюдений слоев вулканических аэрозолей над Якутском	28
3.16	Павельев А.Г. Губенко В.Н. Павельев А.А. Салимзянов Р.Р. Андреев В.Е. Радиовидение слоев и исследование внутренних волн в атмосфере с помощью высокостабильных сигналов навигационных спутников	28
3.17	И.Н.Поддельский А.И.Поддельский ЭФФЕКТЫ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 1 АВГУСТА 2008 ГОДА.	28
3.18	Соловьев В.С. Будищев А.А. Исследование влияния лесных пожаров на атмосферный аэрозоль по данным спутниковых наблюдений	29
3.19	Карпачев А.Т. Жбанков Г.А. Телегин В.А. Влияние крупномасштабных неоднородностей на ионограммы внешнего зондирования Интеркосмос-19 в области главного ионосферного провала	29
3.20	А.А. Черемисин П.В. Новиков И.С. Шнипов В.В. Бычков Б.М. Шевцов ЛИДАРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ СЛОЕВ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ КАМЧАТКИ И ГРАВИТОФОТОФОРЕТИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ	30

3.21	Черниговская М.А. Куркин В.И. Орлов И.И. Поддельский И.Н. Поддельский А.И. Шарков Е.А. Исследование влияния мощных метеорологических возмущений в нижней атмосфере Земли на вариации параметров ионосферы в азиатском регионе России	30
3.22	Шпынев Б.Г. Ойнац А.В. Медведева И.В. Черниговская М.А. Белинская А.Ю. ДОЛГО-ПЕРИОДНЫЕ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК СИБИРСКОГО РЕГИОНА.	31
4	Радиофизика и акустика энергоактивных зон	31
4.1	Александров Д.В. Дубров М.Н. Ларионов И.А. Применение лазерных интерферометров-деформографов для регистрации геофизических процессов в акустическом диапазоне частот	31
4.2	Богомолов Л.М. Закупин А.С. Гаврилов В.А. Мубассарова В.А. О БАЗОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В НАГРУЖЕННЫХ ОБРАЗЦАХ ГЕОМАТЕРИАЛОВ	32
4.3	Ларионов И.А. Марапулец Ю.В. Шевцов Б.М. ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО И ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГЕОАКУСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ НА СТАНЦИИ КАРЫМШИНА	33
4.4	Мищенко М.А. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ГЕОАКУСТИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ СО СТАНЦИИ НАБЛЮДЕНИЯ «Микижа» В ПЕРИОД 2002-2007 гг.	33
4.5	Москвитин А.Е. Ларионов И.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА, ХРАНЕНИЯ И АНАЛИЗА ДАННЫХ С АВТОНОМНЫХ СТАНЦИЙ ГЕОАКУСТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ	33
4.6	Пережогин А.С. Нестационарная задача отражения волн в неоднородных средах с фрактальными свойствами	34
4.7	Сивоконь В.П. Электромагнитные колебания в ионосферно-магнитосферном контуре	34
4.8	Шадрин А.В. Использование информационной системы с искусственным интеллектом для выявления аномалий геоакустической эмиссии, предшествующих сильным землетрясениям на Камчатке	34
4.9	Щербина А.О. Марапулец Ю.В. Результаты исследования направленности геоакустической эмиссии на пункте Микижа	35
5	Физика предвестников землетрясений	35
5.1	Г.Г. Беляев В.М. Костин О.Я. Овчаренко Е.П. Трушкина ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ВЕРХНЕЙ ИОНОСФЕРЫ ПОСЛЕ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ	35
5.2	В.В. Богданов О.В. Мандрикова А.В. Павлов К вопросу о теоретико-возможностном описании сейсмического режима	36
5.3	Богомолов Л.М. Сычев В.Н. Сычева Н.А. О ПРОЯВЛЕНИЯХ ЭЛЕКТРОСТИМУЛИРОВАННЫХ ВАРИАЦИЙ СЕЙСМИЧНОСТИ И ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ	36
5.4	Виноградов Е.А. Кочарян Г.Г. Павлов Д.В. Деформационный мониторинг структурного нарушения в сейсмически-активной зоне Прибайкалья	36
5.5	П.М. Нагорский П.П. Фирстов А.В. Вуколов О.П. Мальшева В.С. Яковлева Сравнительный анализ временных рядов радоновых полей в системе	37
5.6	А.В. Вуколов А.С. Зелинский П.П. Фирстов В.С. Яковлева О.П. Мальшева Исследование временных вариаций плотности потока радона с поверхности грунта	37
5.7	Гаврилов В.А. Журавлев В.И. Морозова Ю.В. СУТОЧНАЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ СЛАБЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОСРЕДУ ЕСТЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СНЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ	37
5.8	Гайворонская Т.В. Концентрация и скорость дрейфа ионосферной плазмы над Дальневосточным районом землетрясений	38
5.9	Долгих С.Г. Долгих Г.И. Колебания микродеформаций земной коры, вызванных опасными сейсмическими явлениями	38
5.10	Дружин Г.И. Мельников А.Н. Санников Д.В. Пухов В.М. Уваров В.Н. Электромагнитное излучение литосферного происхождения сейсмоактивных зон Камчатки: обоснование метода и первые результаты	38
5.11	Дубров М. Н. Предвестники землетрясений: стратификация и обнаружение лазерной деформометрической системой	39
5.12	Копылова Г.Н. Серафимова Ю.К. Болдина С.В. Среднесрочные предвестники сильных землетрясений Камчатки как проявление взаимодействия геофизических полей	39
5.13	Корепанов В.Е. Дудкин Ф.Л. СЕЙСМОМАГНИТНЫЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	40

5.14	Проненко В. Магнитометр для экспериментального исследования предвестников землетрясений	40
5.15	Корсунова Л. П. Хегай В. В. Изменения в атмосферных приземных электростатических полях в период подготовки коровых землетрясений в Японии и континентальном Китае . . .	40
5.16	Кузнецов В.В. К ВОПРОСУ О ФИЗИКЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ	41
5.17	Легенька А. Д. Хегай В. В. Ким В. П. Сравнение вариаций критической частоты F2-слоя ионосферы перед сильным итальянским землетрясением вблизи Рима и в период магнитной бури	41
5.18	Липеровская Е.В. Мейстер К.-В. Богданов В.В. Липеровский В.А. О пространственных масштабах сейсмоионосферных эффектов в ходе критической частоты foF2 по материалам станций Токио, Петропавловск-Камчатский и Ташкент	41
5.19	Липеровская Е.В. Скрипачев В.О. Тертышников А.В. Первые оценки возмущений плотности верхней атмосферы над сейсмоопасными регионами по данным бортового акселерометра на космическом аппарате	42
5.20	Липеровский В.А. Богданов В.В. Липеровская Е.В. Умарходжаев Р.М. Силина А.С. Локальные мозаично возникающие электрические поля в атмосфере перед землетрясениями	42
5.21	Максимчук В.Е. Кузнецова В.Г. Горыдский Ю.М. Климкович Т.А. Якас Ю.В. Гео-электромагнитный мониторинг сейсмотектонических процессов в Закарпатской сейсмоактивной зоне	43
5.22	Михайлин В.В. Липеровский В.А. Силина А.С. Богданов В.В. Мейстер К.-В. Липеровская Е.В. Генерация электрического поля и инфракрасного излучения в тропосфере перед землетрясениями	43
5.23	В.Д.Кузнецов Ю.М.Михайлов Б.М.Шевцов Ш.Ференц Л.Боднар Современные методы исследования электромагнитных процессов, предшествующих землетрясениям	44
5.24	Муллаяров В.А. Аргунов В.В. Абзалетдинова Л.М. Радиопросвечивание областей над землетрясениями с помощью грозовых электромагнитных сигналов	44
5.25	Богданов В.В. Павлов А.В. Исследование распределений землетрясений Камчатского региона по глубине на основе вероятностной модели сейсмичности	45
5.26	Поддельский И.Н. Поддельский А.И. СЕЙСМО-ИОНОСФЕРНЫЕ ВАРИАЦИИ 26 ДЕКАБРЯ 2009 ГОДА	45
5.27	С. В. Поляков Е. Н. Ермакова Б. И. Резников А. В. Щенников О ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПОРАДИЧЕСКИХ ЛИТОСФЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С УРОВНЕМ НИЖЕ РЕГУЛЯРНОГО ШУМОВОГО ФОНА	45
5.28	Родкин М.В. Предвестники или сопутствующие изменения режима?	45
5.29	Салтыков В.А. Зайцев В.Ю. Кугаенко Ю.А. Матвеев Л.А. Патонин А.В. К разработке физической модели приливного воздействия на сейсмическую эмиссию	46
5.30	Сасорова Е.В. Левин Б.В. БИМОДАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ШИРОТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ГИПОЦЕНТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ТИХООКЕАНСКОМ РЕГИОНЕ: ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ	46
5.31	Серафимова Ю.К. Широков В.А. УТОЧНЕНИЕ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ДЛЯ РЕГИОНОВ ТИХООКЕАНСКОГО И АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКОГО ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	47
5.32	Силина А.С. Липеровская Е.В. Васильева Н.Э. Алимов О.А. Влияние процессов подготовки землетрясений на вариации параметров спорадического слоя Es ионосферы	47
5.33	Смирнов В.М. Смирнова Е.В. Ионосферные эффекты землетрясений по данным навигационных систем	47
5.34	Собисевич Л.Е. Канониди К.Х. Собисевич А.Л. Результаты наблюдений аномальных УНЧ геомагнитных возмущений на этапе подготовки и развития крупных геодинамических событий	48
5.35	Соловьев А.А. Изменение распределения по размерам событий фоновой активности в сложных системах перед экстремальными событиями	48
5.36	Тристанов А.Б. Фирстов П.П. Символьная аппроксимация в задачах выделения и анализа предвестниковых аномалий данных геохимического мониторинга	49
5.37	С.В. Трофименко ЗОНЫ ДЕСТРУКЦИИ КАК ИСТОЧНИКИ АНОМАЛИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ	49
5.38	С.В. Трофименко Н.Н. Гриб В.М. Никитин МОДЕЛИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ – ПРЕДВЕСТНИКОВ ВСЛЕДСТВИЕ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	49
5.39	Липеровский В.А. Михайлин В.В. Умарходжаев Р.М. Богданов В.В. Кайсин А.В. Давыдов В.Ф. Экспериментальное исследование генерации инфракрасного излучения в атмосфере	50
5.40	Фирстов П.П. Паровик Р.И. Яковлева В.С. Малышева О.П. Связь скорости адвекции и плотности потока радона с сильными землетрясениями южной Камчатки 2000-2008 гг.	50

5.41	Харин Е.П. Белов С.В. Шестопапов И.П. Пространственно-временные изменения сейсмичности Земли и солнечная активность	51
5.42	Широков В.А. Широкова Н.В. Бузевич А.В. О причинах появления «удалённых» геофизических предвестников, регистрирующихся на заключительной, около недели, стадии подготовки сильных мировых землетрясений	51
5.43	Щекотов А.Ю. Молчанов О.А. Фёдоров Е.Н. Андреевский С.Е. Гладышев В.А. Беляев Г.Г. Чебров В.Н. Сеницын В.И. Краткосрочный прогноз параметров землетрясений по результатам анализа УНЧ/КНЧ вариаций магнитного поля	52
5.44	Мороз Ю.Ф. Мороз Т.А. Аномальные эффекты в электрическом поле Земли в п. Карымшина (Камчатка) в связи с сильными землетрясениями	52