

14-Геофизика: физика земной коры, физика океана, атмосферы

Аджиев Инал Мишевич, магистрант 1 года
Кабардино-Балкарский Государственный Университет, физический
Индикатрисы рассеяния аэрозольными частицами сажи
E-mail: inal-ajika@rambler.ru стр. 431

Алиев Эльдар Хасанович, магистрант 1 года
Кабардино-Балкарский Государственный Университет, физический
Радиолокационные исследования водосодержания градовых облаков
Научный руководитель: Абшаев Магомед Тахирович, д.ф.-м.н.
E-mail: kalaychik@rambler.ru стр. 432

Бацына Екатерина Константиновна, 5 курс
Нижегородский Государственный Технический Университет, информационных систем и технологий
Нелинейные взаимодействия в триадах краевых волн над вогнутым экспоненциальным шельфом
Научный руководитель: Куркин Андрей Александрович, к.ф.-м.н.
E-mail: katel@mail.nnov.ru стр. 433

Борисевич Алексей Николаевич, н.с.
Отдел приема и обработки космической информации ФЦ ВНИИ ГОЧС, физический
Выявление влияния регулярных метеорных потоков на климат Земли по данным древесно-кольцевых хронологий
Научный руководитель: Границкий Лев Васильевич, к.ф.-м.н.
E-mail: alexey@lpoki.santa.krs.ru стр. 434

Давлетбаев Альфред Ядгарович, 5 курс
Башкирский Государственный Университет, физический
Гидродинамическое обоснование моделирования трехфазной фильтрации
Научный руководитель: Ковалева Лиана Ароновна, д.т.н.
E-mail: codehope@yandex.ru стр. 435

Каримов Альберт Фларисович, аспирант 3 года
Бирский Государственный Педагогический Институт, физики и математики
Движение тяжелого газа с учетом теплообмена
Научный руководитель: Шагапов Владислав Шайхулаязамович, д.ф.-м.н.
E-mail: BertXXX@rambler.ru стр. 436

Копылов Евгений Анатольевич, 5 курс
Томский Государственный Университет, радиофизический
Разработка системы стабилизации изображения для БСВТ на основе корреляционного датчика. Отработка алгоритмов управления следящей системы
Научный руководитель: Лукин Владимир Петрович, д.ф.-м.н.
E-mail: Evgen704@ngs.ru стр. 437

Крупин Илья Викторович, аспирант 2 года
Институт Геофизики УрО РАН, геофизика
Задачи анализа аномалий в методе МПП в рудной геофизике
Научный руководитель: Виноградов Альберт Михайлович, д.г.-м.н.
E-mail: legals@mail.ru стр. 438

Кучербаева Гульнур Ражаповна, 5 курс
Башкирский Государственный Университет, физический
Применение магнитных методов для дефектоскопии стальных изделий
Научный руководитель: Хасанов Нияз Аязович, к.ф.-м.н.
E-mail: aigul_yakupova@mail.ru стр. 439

Леканов Антон Константинович, аспирант
Нижегородский Государственный Технический Университет, информационных систем и технологий
Аномальные континентальные шельфовые волны в прибрежной зоне океана
Научный руководитель: Куркин Андрей Александрович, к.ф.-м.н.
E-mail: katel@mail.nnov.ru стр. 439

Московченко Лариса Григорьевна, доцент
Дальневосточный Государственный Университет, институт физики и информационных технологий
О возможности регистрации электромагнитного предвестника цунами
E-mail: lgmoskov@ifit.phys.dvgu.ru стр. 440

Низамутдинова Алина Мнировна, 5 курс
Башкирский Государственный Университет, физический
Исследование магнитных свойств магнетитосодержащих горных пород
Научный руководитель: Хасанов Нияз Аязович, к.ф.-м.н.
E-mail: aigul_yakupova@mail.ru стр. 441

Николкина Ирина Федоровна, 3 курс
Нижегородский Государственный Технический Университет, информационных систем и технологий
Динамика нестационарных краевых волн над медленно меняющимся вдоль берега шельфом
Научный руководитель: Куркин Андрей Александрович, к.ф.-м.н.
E-mail: iri_n@mail.ru стр. 441

Примаков Сергей Сергеевич, аспирант 2 года
Тюменский Государственный Университет, физический
Тепловой расчет магистральных газопроводов и корридора коммуникаций
E-mail: primakovss@yandex.ru стр. 442

Ревунов Сергей Евгеньевич, магистрант 2 года
Нижегородский Государственный Педагогический Университет, физический
Применение технологии искусственных нейронных сетей для прогнозирования максимально наблюдаемой частоты ионосферного КВ радиоканала
Научный руководитель: Бархатов Николай Александрович, д.ф.-м.н.
E-mail: revunov@inbox.ru стр. 443

Сударчикова Наталья Викторовна, аспирант
Институт Оптики Атмосферы СО РАН, ЛОП
Временная изменчивость характеристик атмосферного аэрозоля
E-mail: sunavi@yandex.ru стр. 444

Тарасов Андрей Викторович, 4 курс
Владимирский Государственный Университет, радиофизики, электроники и медицинской техники
Мониторинг электромагнитных полей в приземном слое атмосферы
Научный руководитель: Грунская Любовь Валентиновна, к.ф.-м.н.
E-mail: grunsk@vpti.vladimir.ru стр. 445

Индикатрисы рассеяния аэрозольными частицами сажи

Аджиев Инал Мишевич

Андриевская Виктория Юрьевна

Кабардино-Балкарский Государственный Университет

Inal-ajika@rambler.ru

Проблемы разработки способов активных воздействий на облака и контроля загрязнений атмосферы связаны с исследованиями аэрозольных образований естественного и искусственного происхождения радиолокационными методами. Для этого необходима информация о распространении электромагнитного излучения в аэрозольных облаках.

Анализ имеющейся информации показывает, что в области исследования искусственных атмосферных образований мало работ, содержащих информацию о различных аспектах формирования, времени существования указанных образований и распространения в них электромагнитного излучения.

Данная работа посвящена индикатрисам рассеяния искусственного облака, состоящего из частиц сажи в инфракрасном диапазоне длин волн.

Эксперименты по исследованию характеристик аэрозольного облака, состоящего из мелкодисперсных капель воды проводились в полевых условиях на научно-исследовательском полигоне ВГИ. Аэрозольные облака создавались подрывом контейнера с различными составами над землей на высотах 3...20 м. По результатам экспериментов получены параметры функции логнормального распределения частиц.

На основании теоретических расчетов и экспериментальных данных были получены значения факторов и коэффициентов рассеяния частицами сажи [1].

Далее по составленной нами программе были рассчитаны и построены индикатрисы рассеяния электромагнитного излучения аэрозольными частицами сажи для различных радиусов и длин волн, некоторые из которых приведены на рис. 1.

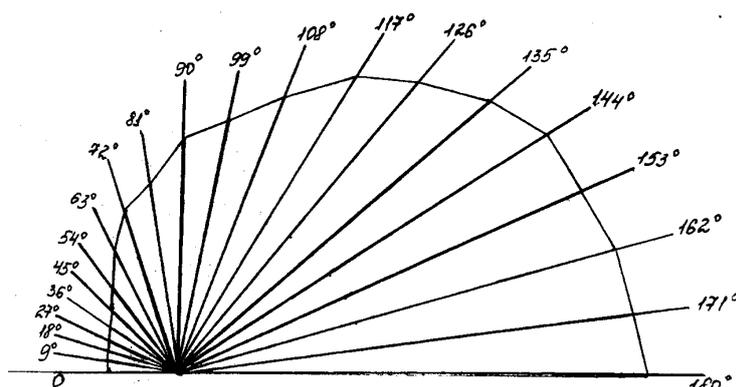


рис 1. при $\lambda = 5$ мкм, $r = 1$ мкм

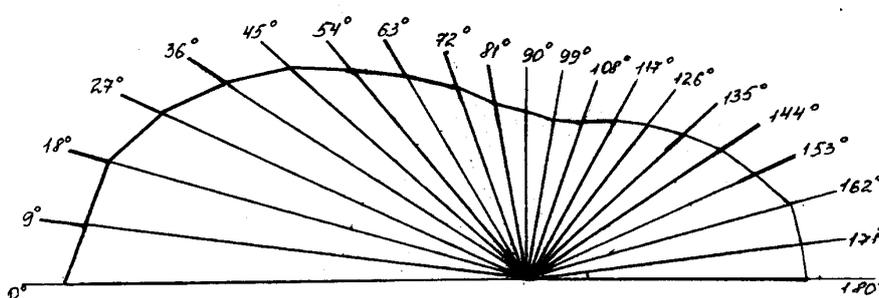


рис2. при $\lambda = 10$ мкм, $r = 1$ мкм

На основании полученных результатов делаются выводы о возможных направлениях использования искусственных образований в хозяйственной деятельности [2].

Список публикаций:

[1]. Автореферат диссертации Андриевской В.Ю. Исследование распространения электромагнитного излучения в искусственных атмосферных неоднородностях. Нальчик, 2004 г.

[2]. Шифрин К.С., Черняк М.М. Индикатрисы рассеяния сантиметрового излучения каплями воды. Тр. ГГО, вып. 203. Л.: Гидрометеиздат, 1967.

Радиолокационные исследования водосодержания градовых облаков

Алиев Эльдар Хасанович

Кабардино-Балкарский Государственный Университет

Абшаев Магомед Тахирович д.ф.-м.н.

kalaychik@rambler.ru

Мировые потери от градобитий превышает 5 млрд. долларов США в год [1], а в Российской Федерации – около 0,5 млрд. долларов. Наиболее градоопасным является территория Южного Федерального округа, где в среднем теряется около 5 % урожая.

В связи с этим исследование градовых процессов и совершенствование на этой основе методов предотвращения града является весьма актуальной задачей.

Радиолокационные методы исследования облаков и осадков являются одним из наиболее эффективных методов исследования градовых облаков. Метеорологические радиолокаторы позволяют распознавать типы градовых процессов, изучить пространственное строение облаков, измерить комплекс микрофизических параметров без деформации структуры естественной полей метеоэлементов [1 - 3].

Целью настоящей работы является исследование эволюции водосодержания градовых облаков с помощью автоматизированной радиолокационной системы «АСУ-МРЛ» [4], предназначенной для исследования макро- и микроструктуры облаков и осадков, автоматизации противоградовых операций, и оповещения об опасных явлениях погоды.

Для исследования эволюции во времени параметров градовых облаков осуществлялся циклический обзор пространства с периодичностью $3 \pm 0,1$ мин с записью трехмерной информации об облаках и осадках. В каждом цикле обзора предусмотрено оперативное отображение около 30 карт метеоинформации и оперативное измерение комплекса параметров (более 50), в том числе карты приведенной и интегральной водности облаков, характеризующие интенсивность осадко- градообразования.

Среднеквадратичная погрешность приведенной водности (q , кг/м²) и интегральной водности облаков по всей высоте (Q_{Zi} , тонн) и слоя выше изотермы 0 °С (ΔQ_{Zi} , тонн) составляет порядка 38 - 41 %, что вполне приемлемо, так как значения этих параметров варьируют в пределах нескольких порядков величин ($0,01 < q < 50$ кг/м²), а значения Q_v и ΔQ_v в пределах от 1 до 10^7 т.

На (рис.1) показана карта приведенной водности градового облака, наблюдавшегося 17 июня 2003 г. в 17³⁰. На правой панели приведены измеренные значения параметров микроструктуры облака.

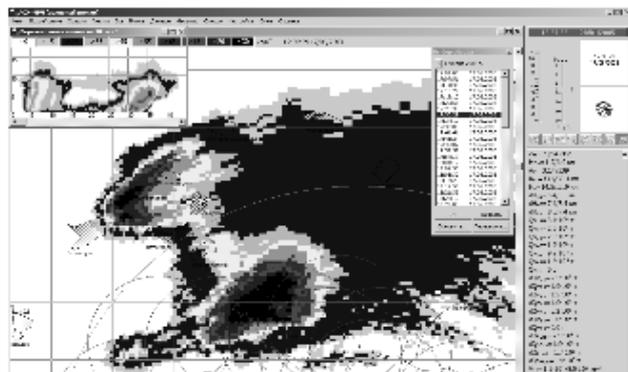


рис. 1

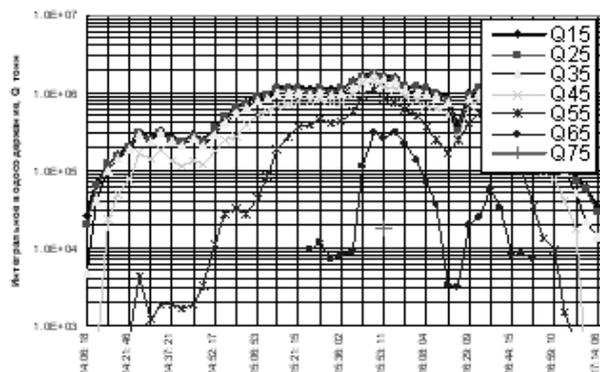


рис. 2

На (рис. 2) представлен временной ход интегральной водности Q_{Zi} этого же градового облака и фрагмент его вертикального сечения (в левом верхнем углу). Из (рис. 2) следует, что интегральное водосодержание градового облака увеличивается по мере его развития, достигает максимума в 15⁴⁷ и в дальнейшем уменьшается по мере диссипации облака. Во временном ходе интегральной водности обнаруживаются несколько максимумов, соответствующих моменту максимума развития отдельных градовых ячеек.

Время между максимумами составляет в среднем 23 мин при вариации от 16 до 40 мин. Водосодержание всего объема облака Q_{15} , объема более интенсивных осадков Q_{25} , и еще более интенсивных осадков Q_{35} , Q_{45} , Q_{55} , Q_{65} увеличивалось по мере усиления градового процесса, достигло максимума своего развития в 15⁴⁷ и в дальнейшем уменьшалось по мере ослабления процесса осадкообразования. С 14³⁸ до 15¹⁴ водосодержание облака увеличилось с $2,5 \cdot 10^5$ до $1,25 \cdot 10^6$ тонн. Таким образом, за 26 мин водосодержание градовых и дождевых осадков увеличилось на 10^6 тонн, благодаря очень быстрому процессу осадкообразования, скорость осадкообразования dQ/dt составила около $3,8 \cdot 10^4$ тонн в минуту.

В момент максимально развития облака за 10 минут (с 13^{36} до 13^{46}) значение Q увеличилось от $1,0 \cdot 10^6$ до $1,8 \cdot 10^6$ тонн, а скорость осадкообразования достигла $dQ/dt = 8 \cdot 10^4$ тонн/мин. Этот впервые обнаруженный факт не противоречит физике осадкообразования, так как в мощное градовое облако восходящим потоком в единицу времени вносится такое количество воды, которое течет в таких реках, как Дунай или Волга (порядка $3 \cdot 10^5$ т/мин). Из этого количества только около 30 % превращается в осадки, и из мощных градовых облаков выпадает около 10^5 т/мин осадков.

Водность облака возобновляется в течение всего периода выпадения осадков. Поэтому при длительных осадках на отдельных участках земной поверхности может образоваться слой воды более 5 – 10 см. Такое количество воды не может впитаться почвой и начинается ее сток в низины. Значительная часть этой воды стекает со склонов гор и возвышенностей в ущелья, повышает уровень воды в притоках и реках и может привести к паводкам. Например, интенсивные ливневые осадки с градом, наблюдающиеся северо-восточнее г. Тырнауз (рис. 1) привели к паводкам в Баксанском ущелье. В селе Былым этим паводком 6.07.2003 г. были повреждены жилые дома, разрушены заборы, смыты огороды и т.д. Ущерб усугублялся выпадением крупного града, уничтожавшего сады и посевы.

Таким образом, результаты радиолокационного измерения водосодержания облаков могут обеспечить обнаружение и заблаговременное оповещение о ливневых паводках.

Список публикаций:

- [1]. Абишев М.Т. Радиолокационное обнаружение града // Известия АН СССР. Физика атмосферы и океана. – 1982. – Том 18, № 5. – С. 483 – 494.
- [2]. Атлас Д. Успехи радарной метеорологии. Пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 194 с.
- [3]. Степаненко В. Д. Радиолокация в метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 343 с.
- [4]. Abshaev M. T. Automated rocket technology for hail suppression // Eighth WMO Sci. Conf. On Weather Modif. – Casablanca, Marocco. – 2003. P. 335 – 338.

Нелинейные взаимодействия в триадах краевых волн над вогнутым экспоненциальным шельфом

Бацына Екатерина Константиновна

Дубинина Валентина Александровна, Куркин Андрей Александрович, Полухина Оксана Евгеньевна
Нижегородский Государственный Технический Университет

Куркин Андрей Александрович, к.ф.-м.н.

katya@waise.nntu.sci-nnov.ru

Краевые волны большой амплитуды являются неотъемлемой частью волнового режима прибрежной зоны, и их существование многократно подтверждалось данными наблюдений [1, 2]. Именно они ответственны за появление периодических форм береговой линии, часто наблюдаемых в природе [3]. Резонансные нелинейные взаимодействия краевых волн рассматриваются как один из основных механизмов перераспределения энергии волновых движений в прибрежной зоне. Исследования в этом направлении проводятся уже более 30 лет. Так, существование резонансных триад краевых волн Стокса над откосом постоянного уклона было доказано еще в работе [4], и затем подтверждено в последующих статьях [5, 6]. Трехволновые резонансы возникают для краевых волн и над подводным рельефом сложной формы [7, 8]. Более сложной задачей является вычисление коэффициентов нелинейного взаимодействия краевых волн. Имеющиеся попытки их вычислений связаны обычно с выбором конкретных триад, причем часть коэффициентов взаимодействия оказались равными нулю [6]; так что роль трехволновых нелинейных взаимодействий в динамике поля краевых волн остается неясной. Целью настоящей работы является анализ возможных нелинейных эффектов при взаимодействии триад краевых волн над вогнутым экспоненциальным шельфом, удовлетворяющих условиям синхронизма. Коэффициенты нелинейного взаимодействия вычислены для триад краевых волн, соответствующих четырем нижним модам, распространяющихся как в одном, так и в противоположных направлениях над вогнутым экспоненциальным шельфом. Исследована пространственная и временная структура резонансной триады; даже в случае постоянных амплитуд (равновесные значения) выявлена сложная интерференционная структура волнового поля.

Список публикаций:

- [1] Ле Блон П., Майсек Л. Волны в океане. – М.: Мир, 1981. 845 с.
- [2] Рабинович А.Б. Длинные гравитационные волны в океане: захват, резонанс, излучение // СПб.: Гидрометеиздат. 1993. 325 с.
- [3] Masselink G. Alongshore variation in beach cusp morphology in a coastal embayment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 1999, V. 24, 335-347.
- [4] Kenyon K.E. A note on conservative edgewave interaction // *Deep Sea Res.* 1970. V. 17. P. 197-201.
- [5] Кочергин И.Е., Пелиновский Е.Н. Нелинейное взаимодействие триады краевых волн // *Океанология*. 1989. Т.29. № 6. С. 899-903.
- [6] Kirby J.T., Asce M., Putrevu U., Asce A.M., Ozkan-Haller H.T. Evolution equations for edge waves and shear waves on longshore uniform beaches // *Proc. 26th Int. Conf. Coastal Engineering (Copenhagen. June 1998)*. 1998. P. 203 – 216.

[7] Кочергин И.Е. Триады нелинейно взаимодействующих краевых волн для различных типов прибрежной топографии // Межвузовский сборник научных трудов «Колебания и волны в механике сплошной среды (аналитические и численные методы)». Горький. ГПИ. 1989. С. 79 – 83.

[8] Galletta V., Vittori G. Nonlinear effects on edge wave development. *European Journal of Mechanics B\ Fluids*, 2004, vol. 23, 861-878.

Выявление влияния регулярных метеорных потоков на климат Земли по данным древесно-кольцевых хронологий

Борисевич Алексей Николаевич

Сидорова Ольга Владимировна, Беляков Александр Валерьевич, Иванов Виктор Владимирович

Отдел приёма и обработки космической информации ФЦ ВНИИ ГОЧС

Научно-исследовательский физико-технический институт КГУ

Институт леса СО РАН

Границкий Лев Васильевич, к.ф.-м.н.

alexey@lpoki.santa.krs.ru

Начатые в конце 50-х годов XX века оценки притока межпланетной материи на Землю в настоящее время сводятся к значению 10000 – 40000 тонн в год. Большая часть межпланетного вещества поставляется на Землю регулярными метеорными потоками. Приток метеорной материи в течении года, как и распределение метеорных потоков, является неравномерным. В связи с периодическими прохождениями родительских комет вблизи Солнца, потоки в некоторые годы способны давать резкое увеличение активности, сопровождаемое явлениями «метеорных дождей». Поток Леонид, известный более 2000 лет, с периодичностью 33 года даёт самые мощные всплески активности из всех известных потоков. Последняя вспышка его активности наблюдалась с 1998 по 2003 годы.

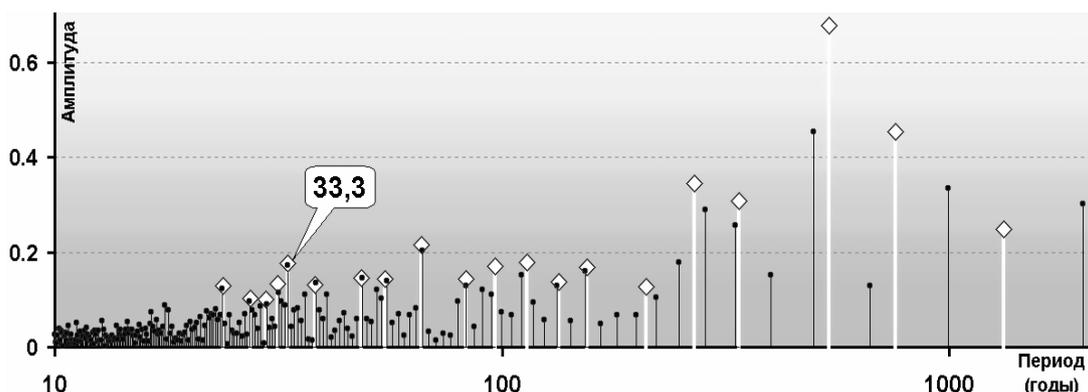


Рис. 1 Спектр Фурье исследуемого ряда и 20 самых мощных гармоник

При вторжении в атмосферу метеорные частицы тормозятся и аблируют (процесс механического разрушения и «сдувания» плавящегося поверхностного слоя). Мелкие частицы с рыхлой структурой без разогрева и разрушения опускаются в свободном падении. Затормозившиеся и аблировавшие пылевые частицы, а также реконденсированное и коагулирующее ранее испарившееся метеорное вещество образуют спорадические аэрозольные облачные слои на высотах 50 – 80 км. С процессом конденсации влаги на частицах внеземного происхождения связывают явления Серебристых (~ 80 км) и Полярных Стратосферных (~ 20-25 км) облаков.

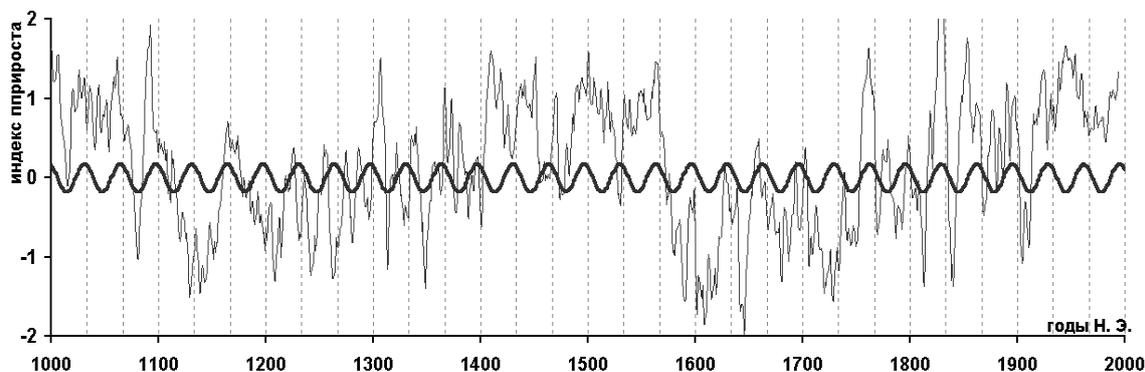


Рис.2 Ряд Индекса прироста древесных колец (древесно-кольцевая хронология)
 — найденная 33,3-летняя гармоника ---- годы максимумов потока "Леониды"

По оценкам проведенных нами ранее исследований данных глобальных спутниковых аэрозольных наблюдений, порядка 5% аэрозолей находящихся выше пограничного слоя (около 1,5 км) имеют внеземное происхождение. Неравномерность и периодичность поступления метеорной пыли должны приводить к периодическим изменениям радиационного баланса и, следовательно, теплового режима в атмосфере Земли.

В настоящее время, самыми достоверными и представляющими наилучшее временное разрешение косвенными данными о климатических изменениях за последние 2 тыс. лет являются древесно-кольцевые хронологии. В Отделе денроклиматологии и истории лесов Института леса СО РАН собран обширный материал по древесно-кольцевым хронологиям севера Евразии, и ведется работа по реконструированию климатических изменений. В ходе этих исследований показано, что наибольшее влияние на радиальный прирост деревьев оказывает изменчивость летних температур воздуха.

В результате фурье-анализа 7 различных древесно-кольцевых хронологий достоверно выделяется 33,3 летняя составляющая. Однако, фурье-анализ обладает невысокой разрешающей способностью в диапазоне средних и нижних частот. С помощью пакета Microsoft Excel и заложенных в нем оптимизационных алгоритмов найдены точные параметры 20 самых мощных гармоник для каждого дендрохронологического ряда. Среди найденных 20 гармоник также присутствует 33,3-летняя составляющая. По всем древесно-кольцевым хронологиям выявлено совпадение фаз 33,3-летних гармоник. На годы максимумов метеорного потока Леонид приходится начало спада найденной гармоники. Природа этого явления может быть аналогична установленному факту выхолаживания атмосферы в последствие мощных вулканических выбросов в стратосферу, результатом чего является депрессия прироста древесной растительности.

Гидродинамическое обоснование моделирования трехфазной фильтрации.

Давлетбаев Альфред Ядгарович

Башкирский Государственный Университет

Ковалева Л. А.

DavletbaevAY@rambler.ru

В настоящее время в институте ООО «КогалымНИПИнефть» широко используется программный комплекс **Schlumberger** при построении постоянно действующей модели нефтяных месторождений, подсчете запасов нефти и газа, проектировании разработки месторождений.

Для построения фильтрационной модели и проведения гидродинамических расчетов Ачимовской залежи Чумпасского месторождения использовалась трехмерная модель нефти, компонентами которой являются газ, нефть и вода.

При проведении гидродинамических расчетов используется программный комплекс **“ECLIPSE”** компании **Schlumberger**, включающий следующие программные продукты: **“ECLIPSE-100”**, **“GRID”**, **“GRAF”**, **“SCHEDULE”** и **“FLOGRID”**.

В породах, в которых одновременно присутствуют несколько фаз, скорость перемещения каждого флюида под действием градиента давления – функция относительной проницаемости для этой фазы.

При проведении гидродинамических расчетов с помощью моделирования используются относительные фазовые проницаемости (ОФП). В фильтрационных программах относительные фазовые проницаемости для каждой фазы задаются в виде таблиц, которые рассчитываются по формулам, предложенным А.К. Курбановым или Стоуном.

Для трехфазной системы, когда необходимо прогнозировать процесс фильтрации всех трех одновременно движущихся фаз, задаются ОФП в системе нефть-вода и системе газ-нефть. Предполагается, что в каждом поровом канале в данное время может существовать одна и только одна подвижная фаза. При этом соблюдаются условия $S_o = 1 - S_w - S_g$.

Расчеты технологических показателей разработки проводились для девятиточечной обращенной системы площадного заводнения с соотношением добывающих и нагнетательных скважин 3:1 для разных сеток в пределах внутреннего контура нефтеносности и в водонефтяной зоне. В чисто нефтяной зоне пласта принималась сетка скважин 500x500 м, за пределами внутреннего контура – 600x600 м.

Размещение скважин по квадратной сетке проводилось в автоматизированном режиме с использованием программного комплекса «Генератор различных сеток скважин». Для заданной системы размещения скважин и ее сетки определялся порядок разбуривания и ввода в эксплуатацию скважин добывающего и нагнетательного фонда. При этом принималась обязательная отработка нагнетательных скважин на нефть в течение одного года. По каждой скважине задавались граничные условия: забойное давление в добывающих и нагнетательных скважинах. Принималось отключение скважин при достижении обводненности в продукции – 96%.

Рассматривалась разработка залежи на естественном режиме и с поддержанием пластового давления (ППД).

Из полученных расчетов, значение КИН залежи, разрабатываемой на естественном режиме, значительно ниже по сравнению с ППД и составляет 7.4% и 14.1% соответственно. При этом продолжительность основного срока разработки (отбор 80% начальных извлекаемых запасов НИЗ) для ППД - 45 лет. Срок разработки для залежи без поддержания пластового давления – 10 лет.

Модель движения тяжелых газов в приземном слое атмосферы с учетом теплопроводности

Каримов Альберт Фларисович

Баянов Ильмир Масулович

Бирский Государственный Педагогический Институт

Шагапов Владислав Шайхулагамович

VertXXX@rambler.ru

Одной из задач в области экологии является прогнозирование поведения атмосферных выбросов. К таким задачам относится моделирование распространения тяжелых газов вдоль земной поверхности. Проведение экспериментов в условиях реальной местности требует больших материальных затрат, поэтому основным методом исследований является численный эксперимент.

Тяжелый газ, представляющий собой смесь промышленных выбросов с атмосферой, количественно определяется числом Ричардсона. К тяжелым газам можно отнести холодный воздух, охлажденные газы, образующиеся при кипении криогенных жидкостей, взвесь аэрозолей или твердых частиц в воздухе, а также газы, молярная масса которых больше молярной массы воздуха. Часто температура тяжелого газа отличается от температуры окружающего воздуха. Следовательно, требуется учитывать процессы теплообмена с окружающей средой.

Теплообмен в атмосфере обусловлен мелкомасштабными флуктуациями скорости ветра. Коэффициенты турбулентного теплообмена на несколько порядков превышают коэффициент молекулярного теплообмена [1].

В данной работе представлена трехмерная математическая модель движения тяжелого газа в атмосфере вдоль подстилающей поверхности на основе уравнений газовой динамики с учетом действия силы тяжести, переноса воздушными массами, турбулентной вязкости, диффузии и теплопроводности.

Система уравнений, описывающих движение газа, включает уравнение неразрывности, уравнения Эйлера, уравнение турбулентной диффузии, уравнение энтальпии и уравнение состояния смеси тяжелого газа и атмосферы. В данной модели газ считаем химически устойчивым. Система уравнений газовой динамики численно решалась методом крупных частиц [2]. Метод крупных частиц относится к методам расщепления по физическим процессам исходной нестационарной системы уравнений газовой динамики, записанной в виде законов сохранения. При выборе шага по времени и координате требуется выполнение условий Куранта. Получены зависимости температуры тяжелого газа от времени и установлено влияние начальной температуры облака на дальность распространения, на максимальную высоту подъема. На основе данной модели можно рассчитать профиль облака тяжелого газа в каждый момент времени и оценить характерные времена выравнивания температуры тяжелого газа с атмосферной. Учет теплопроводности приводит к дополнительному рассеянию тяжелого газа из-за градиента температур.

Адекватность и устойчивость работы численной модели была проверена в работах [4] и [5].

Список публикаций:

[1] Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. — Л., Гидрометеиздат, 1976, — 639 с.

[2] Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. — М., Наука, 1982, —362 с.

[3] Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. — М., Наука, 1973, —848 с

[4] Баянов И.М., Каримов А.Ф. Математическая модель движения тяжелого газа с учетом теплопроводности// Труды международной конференции 24-28 июня 2003 г., г.Стерлитамак – Уфа: Гилем, 2003. – Т.3.,С.39-42.

[5] Каримов А.Ф. Модель движения криогенных газов с учетом теплопроводности.// Региональная школа-конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых по математике и физике: Том II - Физика - Уфа: РИО БашГУ, 2003. - С.110-114.

Разработка системы стабилизации изображения для БСВТ на основе корреляционного датчика. Отработка алгоритмов управления следящей системы

Копылов Евгений Анатольевич

Лавринов Виталий Валерьевич

Томский Государственный Университет

Лукин Владимир Петрович, д.ф.-м.н.

Evgen704@ngs.ru

В адаптивных оптических системах солнечных телескопов, работающих по различным участкам Солнца, традиционно используются корреляционные датчики смещения изображения. Как правило, корреляционный датчик работает по первому опорному кадру. Однако, при изменяющейся в процессе измерения структуре низкоконтрастного изображения солнечной грануляции корреляция между первым и достаточно отдаленном по времени текущим кадром уменьшается и система сбивается с режима слежения.

Были разработаны и программно реализованы два алгоритма, позволяющие производить стабилизацию изображения.

Основной принцип работы по первому алгоритму заключается в последовательном взятии двух кадров, между которыми вычисляется разность смещения, осуществляется управление зеркалом, после этого происходит мгновенная смена опорного кадра.

При работе корреляционного датчика смещения изображения по первому алгоритму эффективность стабилизации при низкой частоте (1-4 Гц.) составила около 50% (см. рис. 1.а), однако результаты резко ухудшались до 5% на более высоких частотах (10-13 Гц.). Относительная ошибка слежения, определённая как отношение среднеквадратичных отклонений сигнала смещения изображения при замкнутом и разомкнутом контуре управления, составила 0.23 при $f = 1$ Гц и 0.44 при $f = 10$ Гц. Частота снятия отсчётов была 150 Гц.

Первый шаг работы по второму алгоритму такой же, как и у первого, т.е. записывается первый кадр изображения, через промежуток времени-второй. Производится корреляция между ними, управление и запись следующего кадра. Далее производится расчёт корреляции уже между первым и третьим кадром. Это делается с целью докомпенсации уже исправленного изображения.

При работе корреляционного датчика смещения изображения по второму алгоритму эффективность стабилизации при низкой частоте 1 Гц, составила около 50% (см. рис. 1.б), и 5 % на частоте 5 Гц. Относительная ошибка слежения при замкнутом и разомкнутом контуре управления составило 0.25 при $f = 1$ Гц и 0.8 при $f = 5$ Гц.

Учитывая выше перечисленные результаты, можно сказать, что при работе следящей системы с корреляционным датчиком смещения изображения вполне приемлемо использовать в качестве алгоритма управления системы стабилизации первый, разработанный и реализованный алгоритм, описанный в данной работе. Однако следует отметить, что, несмотря на хорошие результаты эксперимента этого алгоритма, он требует дальнейшего усовершенствования, а именно, сокращение времени расчета корреляционной функции, улучшение синхронизации управляющего сигнала, и т. д. Более улучшенный результат следует ожидать и при повышении производительности вычислительного устройства

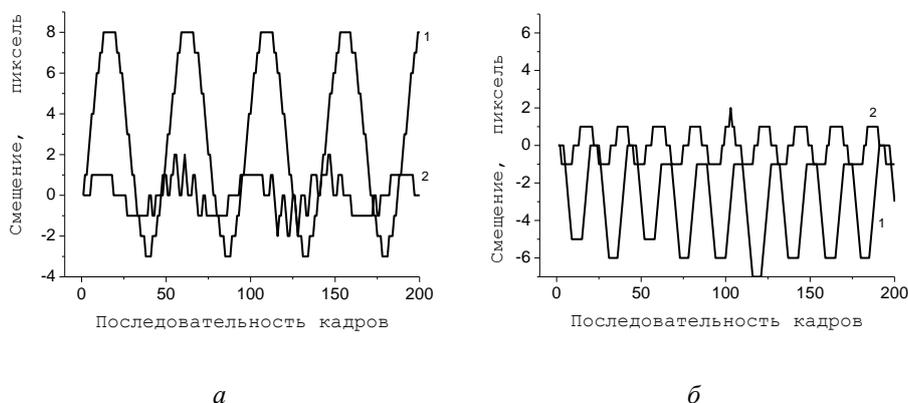


рис 1. Сигналы смещения изображения при разомкнутом контуре (кривая 1) и при замкнутом контуре управления (кривая 2); а - первый алгоритм управления; б - второй алгоритм управления.

Задачи анализа аномалий в методе МПП в рудной геофизике

Крупин Илья Викторович

Институт Геофизики УрО РАН

Виноградов Альберт Михайлович, д.г.-м.н.

legals@mail.ru

Одной из задач современной геофизики является повышение эффективности поиска высокопроводящих массивных руд. В частности таковыми являются залежи колчеданных руд. Важное значение в решении данной задачи имеют методы индуктивной электроразведки. Это объясняется тем, что данные месторождения представляют собой объекты с ярко выраженной на фоне окружающей среды высокой проводимостью. Основные принципы данного метода заключаются в индуктивном возбуждении и приеме поля, т.е. возбуждение поля током, текущим в незаземленном контуре, и измерение э.д.с. наводимой в индукционной приемной рамке или автономном датчике.

Одной из разновидностей данной методики является так называемый метод переходных процессов. Он основан на измерении неустановившихся полей возбуждаемых в земле импульсами тока, в паузах между подаваемыми импульсами. Очевидно, что чем больше электропроводность объекта и его размеры, тем меньше тепловые потери и тем дольше длится переходный процесс. Поэтому по виду переходной характеристики можно судить об электропроводности и размерах объекта.

В последние десятилетия в связи с возрастанием чувствительности аппаратуры, а так же с накоплением значительного объема данных измерений, выявилось явное несоответствие классической теории МПП. В ряде случаев сигналы могут менять знак в процессе спада, принимать осциллирующую форму, а так же иметь более сложную нерегулярную форму. Очевидно, что подобные регулярные аномалии в ряде случаев не позволяют эффективно применять метод МПП на практике.

В данной работе были систематизированы неучтенные в классической теории факторы, влияющие на результаты измерения и способные вызвать данный сигнал и рассмотрены две из множества возможных совокупностей факторов и условий способных вызвать подобные аномалии в сигнале в индукционной рамке или датчике в методе МПП.

Как одна из причин возникновения аномалий рассматривалась способность искажения индуцированного сигнала за счет взаимодействия с техногенным объектом. Подобный интерес к данному влияющему фактору вызван опять таки совокупностью экспериментальных наблюдений на местностях с различными техногенными объектами в непосредственной близости от генераторной петли и индукционной приемной рамки (автономного датчика). Наиболее часто такими объектами являются линии электропередач или различные подземные или наземные кабели. Очевидно, что подобные объекты могут вносить определенные искажения в сигнал в приемном контуре, если сами несут определенный сигнал. (Хотя в случаях осциллирующего сигнала в кабеле или ЛЭП, в результате накопления данных измерений влияние таких помех должно уменьшиться)

Для начальных этапов исследования данного фактора интересна была задача, в которой изначально труба или кабель не несут никакого электрического сигнала. И следовательно в невозбужденном состоянии ни оказывают никакого влияния на приемочную петлю и следовательно вид э.д.с. Эта ситуация зачастую соответствует практике, когда в отсутствии первичного поля, индукционная приемная рамка не принимала никакого сигнала, кроме различных сторонних шумов, обычной ограниченной амплитуды. Заметим, что работа на таких участках не является чем-то исключительным, поскольку многие исследования ведутся на заброшенных площадях, где присутствуют подобные неиспользуемые технологические коммуникации.

Уподобив наш объект бесконечно длинному цилиндру и задав его проводимость, мы разместили цилиндр параллельно незаземленной петле. При этом основную роль в возбуждении вихревых токов играло поле длинных сторон петли. Ограничения решения задачи – поле возбуждения должно быть однородным в пределах сечения цилиндра, то есть расстояние от петли существенно превышать радиус цилиндра.

Из анализа полученного решения такой приближенной задачи было видно, что данный объект не должен вызвать осцилляции э.д.с. в приемной петле. Показано, что в том случае если объект находится соответственно ближе или дальше от центра, горизонтальная компонента э.д.с. соответственно меняет знак при использовании горизонтально расположенного автономного датчика. При этом важно, что сдвиг автономного датчика или объекта относительно него способен привести к изменению знака. Рассматривая вертикальную компоненту сигнала мы получаем переход через 0, при расстоянии между центром петли и точкой над объектом большим чем глубина залегания объекта. То есть опять же изменение конфигурации объект - приемный датчик может приводить к изменению э.д.с. Схожие процессы наблюдались и на практике, когда изменения взаимоположения петли и датчика) и техногенного объекта приводили к изменению вида э.д.с. в петле, вплоть до смены знака. Предварительные численные оценки показали, что для того чтобы амплитуда сигнала от объекта превышала шумы, его диаметр должен быть порядка 0,2 м при условии, что объект состоит из чистой меди.

Заметим, что данная задача решена в грубом приближении параллельности цилиндрического объекта и генераторной петли, и не закрывает полностью проблему взаимодействия измерительной установки с техногенными объектами. Данный результат является важным при проведении предварительных оценок при работе с техногенными объектами, но требует дальнейшей проверки и обоснования, а так же проведения комплексных работ над реальными объектами и теоретического описания процессов связанных с ними.

Как вторая возможность формирования подобных аномалий в сигнале была рассмотрена возможность влияния вызванной поляризации в среде. Задача была при условии отсутствия самоиндукции в среде, с применением общепризнанной аппроксимационной формулы В.А. Комарова для пород с вкрапленностью электропроводящих минералов. Так же было наложено ограничение соосности генераторной петли и разреза, в противном случае конфигурация вихревых токов неизвестна. Интегрирование значения магнитного поля вызванной поляризации по площади произвольного контура и последующее дифференцирование по времени позволило записать э.д.с. на зажимах приемно-генераторного контура. Было найдено общее решение для горизонтально слоистой среды.

При этом, наблюдается перехода э.д.с через 0 но со значительной дисперсией по времени, зависящей от степени способности к поляризации. Тогда время перехода через 0 - t_0 может изменяться для различных сред в диапазоне от 750 мкс до 5000 мкс, для петли $R=200$ м. По-видимому, маловероятно, что процессы вызванные поляризацией могут приводить к регулярным осцилляциям, даже в результате сложного искажения. Но, возможно, они могут приводить к регулярным осцилляциям с переменной частотой, а так же к сложным нерегулярным формам зависимости.

Применение магнитных методов для дефектоскопии стальных изделий

Кучербаева Гульнур Ражаповна

Башкирский Государственный Университет

Хасанов Нияз Аязович, к.ф.-м.н.

ai gul_yakupova@mail.ru

Магнитная дефектоскопия стальных канатов, благодаря применению современных дефектоскопов на основе микропроцессорной техники и возможности вывода и обработки данных контроля на ЭВМ, позволяет на сегодняшний день выдавать более полную и достоверную информацию о состоянии канатов.

В данной работе были изучены виды дефектов стальных канатов, физика магнитного контроля стальных канатов, определены потери сечения и локальные дефекты каната по дефектограмме.

Магнитная дефектоскопия, в отличие от визуального контроля, с помощью которого невозможно определить реальную степень износа каната, не говоря уже о внутренних дефектах, позволяет определять:

-ПС по металлу

-количество обрывов проволок, включая внутренние повреждения

-коррозию каната.

В связи с вышесказанным магнитный контроль стальных канатов позволяет существенно повысить безопасность работ на объектах повышенной опасности, своевременно выбраковывать канаты, а также снижать затраты на замену канатов в случаях истечения срока службы канатов при определении годности по результатам анализа состояния каната.

Аномальные континентальные шельфовые волны в прибрежной зоне океана

Леканов Антон Константинович

Куркин Андрей Александрович, Полухина Оксана Евгеньевна

Нижегородский Государственный Технический Университет

Куркин Андрей Александрович, к.ф.-м.н.

anton_1@mail.nnov.ru

Явление возникновения аномально высоких волн на поверхности жидкости, когда один или два гребня неожиданно возникают зачастую во время штиля и также неожиданно исчезают, характерно для многих областей Мирового океана. Процессы, приводящие к их генерации, хорошо известны для ветровых волн в океане. Конечно, математическое описание мелкомасштабных ветровых волн в целом отличается от описания крупномасштабных волновых движений в океане. Между тем, в принципиальном плане и здесь и там, имеет место эквивалентность физических процессов: наличие дисперсии волн на воде, выход волн за пределы зоны генерации и т.п. Теория ветровых волн на воде разработана достаточно хорошо в виду ее практической значимости. Здесь наряду с прогнозом средних характеристик ветрового поля весьма важно рассчитать возможные аномалии волнового поля, приводящие к генерации экстремально больших волн. Такие волны

получили в русском языке название волн – убийц, на английском языке используются термины: freak или rogue waves. Главным свойством таких волн является неожиданность их появления на фоне достаточно спокойного моря и, связанная с этим, неготовность экипажей кораблей к встрече аномально высоких волн, что привело к многочисленным авариям кораблей и жертвам среди экипажа. Особенно много таких случаев наблюдалось у берегов Южной Африки. В последнее время интерес к волнам-убийцам значительно возрос после участившихся случаев их регистрации с нефтяных платформ в море, что может привести к разрушению платформ и загрязнению моря нефтепродуктами. Достаточно сказать, что в 1995 году на нефтяной платформе в Северном море зарегистрирована волна с рекордной в 26 м высотой. Важность прогноза экстремальных волн вызвало обилие теоретических моделей, учитывающих механизмы взаимодействия волн с течениями, нелинейной самомодуляции волновых пакетов, пространственно – временной фокусировки волн.

Очевидно, что почти все эти механизмы могут проявляться и для континентальных шельфовых волн в прибрежной зоне океана (низкочастотных захваченных топографических волн с длинами порядка 100 км), приводя к генерации аномально больших волн, проявлениями которых служат, например, нагонные наводнения. Однако, такие явления в применении к континентальным шельфовым волнам, насколько нам известно, вообще еще не обсуждались. Целью настоящей работы является обсуждение простейшего механизма возникновения аномально высоких шельфовых волн, основанного на механизме дисперсионного сжатия волновых пакетов, связанного с дисперсией волн на воде. Предложен метод нахождения волновых пакетов, эволюция которых приводит к возникновению волн большой амплитуды. Эффект образования аномальных шельфовых волн демонстрируется для двумерных волн на воде в присутствии случайного поля ветровых волн.

О возможности регистрации электромагнитного предвестника цунами.

Московченко Лариса Григорьевна

Дальневосточный Государственный Университет

lgmoskov@ifit.phys.dvgu.ru

Гигантские морские волны – цунами, вызываемые подводными землетрясениями, вулканическими взрывами, оползнями и другими причинами, по числу погибших занимают пятую позицию после тайфунов, землетрясений, наводнений и гроз. Несмотря на наличие во многих странах служб оповещения о цунами, катастрофы, приводящие к многочисленным человеческим жертвам, происходят и в наши дни. В связи с этим всестороннее изучение явлений, связанных с возникновением и распространением волн цунами, крайне важно. Полученные результаты помогут сделать прогноз цунами более надежным, что, в свою очередь, даст возможность избежать человеческих жертв и уменьшить материальный ущерб, наносимый разрушительными волнами.

Одним из сопутствующих эффектов, который может рассматриваться в качестве предвестника волн цунами, является магнитное поле, индуцируемое при движении морской воды в магнитном поле Земли (МПЗ). Теоретически возможность использования такого предвестника была обоснована в работах [1, 2] и ряде других. Возмущения МПЗ с одной стороны, могут быть использованы для получения дополнительной информации о самой волне, с другой стороны – выступать в качестве предвестников прихода этих волн на побережье. Вертикальная компонента геомагнитных вариаций опережает максимум гидродинамической волны. Выигрыш по времени при этом может составить несколько минут или даже десятков минут, что крайне важно при организации предупредительных мероприятий.

В настоящей работе приводятся результаты исследования магнитограмм с целью выделения электромагнитного предвестника волны цунами. Данные для исследования были любезно предоставлены руководителем проекта «Тихоокеанская магнитометрическая сеть» проф. К. Юмото (Центр по изучению космической погоды Университета Кюсю). В рамках проекта вдоль побережья Тихого океана было размещено более 20 станций, на которых производятся измерения МПЗ. Данные, полученные в рамках проекта, очень удобны для исследования предвестников цунами, поскольку магнитометры расположены в тех районах, где цунами случаются довольно часто.

Изучаемое событие – волна цунами, вызванная землетрясением 16 ноября 2000 г. вблизи побережья Новой Гвинеи. Землетрясение произошло в 4:55 по всемирному времени. Очаг землетрясения имел координаты (-3,980; 152,170). Максимальная высота заплеска волны составляла 3 м. Были использованы магнитограммы, полученные на станции ВІК (Биак, Индонезия) с координатами (-1,08; 136,05). Данные измерений были усреднены на интервале 1 мин.

В результате анализа магнитограмм получены следующие результаты. В течении примерно часа после землетрясения наблюдалось усиление интенсивности горизонтальной компоненты магнитного поля. Усиления вертикальной компоненты обнаружено не было. Однако, анализ графиков спектров мощности, полученных для рассматриваемого интервала времени и интервалов, примыкающих к событию, показал усиление интенсивности низкочастотных составляющих в спектре сигнала.

Для уверенного выделения сигнала цунами полученных данных не достаточно. Необходим более тщательный и всесторонний анализ магнитограмм, полученных на различных станциях, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от очага землетрясения. Необходимым этапом работы является также отождествление сигналов ионосферного происхождения. Полученные предварительные результаты позволяют надеяться, что с помощью соответствующим образом разработанной методики, электромагнитный предвестник цунами может быть выделен и отождествлен.

Список публикаций:

[1] Белоконов В.И., Московченко Л.Г. Приближенные методы оценки возмущений геомагнитного поля волнами цунами. // Физика Земли, №10, 92-93 (1997).

[2] Белоконов В.И., Московченко Л.Г. О некоторых приближенных методах расчета возмущений геомагнитного поля крупномасштабными движениями океана. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 34, 445-448 (1998).

Исследование магнитных свойств магнетитосодержащих горных пород

Низамутдинова Алина Мнировна

Башкирский Государственный Университет

Хасанов Нияз Аязович, к.ф.-м.н.

aigul_yakupova@mail.ru

В качестве объектов исследований использовались гипербазиты горы Крака Южного Урала, слагающие крупный останец шарьяжа в северной части Зилаирского района), базальт подводной горы Ампер, образцы приготовленные из порошка магнетита размеры зерен которого составляет 33.89 – 41.5 мкм. Из куска горной породы вырезались образцы цилиндрической формы диаметром 10 мм и высотой 10 мм. Из порошка магнетита и алюмооксида в виде порошка и жидкости приготавливались таблетки диаметром 10 мм и высотой 5 мм. На аналитических весах, с точностью до 10^{-3} кг, измерялась масса образцов

Для исследования зависимости намагниченности насыщения от температуры $I_s(T)$, для измерения магнитных характеристик горных пород, таких как намагниченность насыщения (I_s), остаточная намагниченность насыщения (I_{rs}), разрушающее поле (H_{rs}) и коэрцитивная сила (H_c) использовался вибрационный термомагнитометр.

По результатам эксперимента обнаружилось, что у большинства образцов не наблюдалась характерного насыщения магнитной вязкости, а на кривой зависимости от логарифма времени вместо прямой линии наблюдалось более сложная зависимость.

У образца базальта г. Ампер не наблюдалась закономерного изменения намагниченности со временем, т.е. у данного образца не содержится магнитовязких компонент со временем релаксации сравнимым со временем эксперимента.

У образцов изготовленных из порошка магнетита зависимость намагниченности от времени и зависимость намагниченности от логарифма времени были ближе к теории.

Таким образом, для образцов гипербазитов горы Крака намагниченность имеет либо комбинированный механизм вязкости, либо имеют магнитные зерна как минимум двух типов, сильно отличающихся друг от друга по размерам.

Динамика нестационарных краевых волн над медленно меняющимся вдоль берега шельфом

Николкина Ирина Федоровна

Куркин Андрей Александрович, Полухина Оксана Евгеньевна, Маркеева Екатерина Александровна

Нижегородский Государственный Технический Университет

Куркин Андрей Александрович, к.ф.-м.н.

iri_n@mail.ru

Воды морей и океанов находятся в постоянном движении. Наиболее распространенным видом движения являются волны, которые оказывают существенное влияние на все протекающие в мировом океане физические процессы. Поэтому исследование морского волнения представляет большой интерес для физики моря в целом. Кроме того, такие исследования необходимы и для практики. Навигация подводных и надводных кораблей, освоение шельфовой зоны океана, защита от цунами, неконтактные методы исследования океана, использование энергии морских волн – вот далеко не полный перечень практических задач, требующих исследования волновых движений [1].

Данная работа посвящена исследованию динамики нестационарных краевых волн в прибрежной зоне океана. В последнее время в этой области ведутся интенсивные исследования, поскольку именно такие типы

волн влияют на зону наибольшего экономического интереса в океане – шельф. Изучение свойств этих волн важно для таких отраслей как рыбное хозяйство, нефтедобыча, для проектирования различных инженерных конструкций в прибрежной зоне океана.

В данной работе предложен численный метод решения краевой задачи для краевых волн при цилиндрической форме бассейна, тестирование которого на экспоненциальном шельфе и шельфе–ступеньке дает удовлетворительные результаты. Анализ амплитудных характеристик произведен на основе развитой в работе [2] адиабатической теории линейных краевых волн (в приближении мелкой воды) над наклонным дном, медленно изменяющимся вдоль берега. Асимптотическая теория подтверждает, что амплитуда волны может быть найдена из закона сохранения потока энергии. Рассматриваются три различных профиля дна: пляж постоянного наклона, экспоненциальный шельф, и шельф-ступенька. Изменение амплитуды волны у берега рассчитано для случаев, когда параметры шельфовой зоны изменяются медленно в направлении берега. Показано, что на изменение амплитуды краевых волн над экспоненциальным шельфом влияет характерная ширина шельфа, и увеличение ее в несколько раз ведет к уменьшению амплитуды. Показано также, что равномерное уменьшение во вдольбереговом направлении всех трех параметров шельфа–ступеньки ведет к двукратному увеличению амплитуды нулевой моды краевой волны. Характерная ширина шельфа конечной ширины не влияет на амплитуду нулевой моды краевой волны, а увеличение наклона и глубины на бесконечности вогнутого экспоненциального шельфа ведет к уменьшению на порядок амплитуды краевых волн.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что медленно изменяющаяся батиметрия может усилить краевые волны и, действуя вместе с дисперсионной фокусировкой, вести к появлению аномально высоких краевых волн в прибрежной зоне [3].

Список публикаций:

[1] Кононкова Г.Е., Показеев К.В. Динамика морских волн. – М.: Изд-во МГУ, 1985.

[2] Kurkin A., Pelinovsky E. Shallow-water edge waves above an inclined bottom slowly varied in along-shore direction // *European Journal of Mechanics B/Fluids*. 2003. V. 22. P. 305 – 316.

[3] Kurkin A., Pelinovsky E. Focusing of edge waves above sloping beach // *European Journal of Mechanics – B/Fluid*. 2002. V. 21. P. 561 – 577.

Тепловой расчет магистральных газопроводов и коридора коммуникаций

Примаков Сергей Сергеевич

Тюменский Государственный Университет

Даниэлян Юрий Саакович д.ф.-м.н.

Primakovss@yandex.ru

При обустройстве нефтяных и газовых месторождений, в частности при строительстве магистральных трубопроводов важную роль играет расчет падения температуры энергоносителя по длине трубопровода. Это необходимо для расчета ореола оттаивания на протяжении всей магистрали, а также для расчета устойчивости трубопровода. Особый интерес представляет тепловой расчет магистральных газопроводов, т.е. газопроводов большого диаметра, т.к. такие трубопроводы широко используются для транспортировки газа на территории нашей страны и за рубежом.

Традиционные методики теплового расчета газопроводов большого диаметра, существующие в настоящее время не учитывают ярко выраженный сезонный профиль температур и используют в качестве граничных условий равенство температур на поверхности трубопровода, что является довольно грубым приближением.

При тепловом расчете газопровода большого диаметра, необходимо учитывать сезонный профиль температур в грунте, который вносит существенный вклад в температурный режим энергоносителя, в данном случае газа. Следовательно, при тепловом расчете газопроводов большого диаметра нельзя считать температуру на поверхности трубопровода в данном сечении одинаковой вследствие низкой теплоемкости по сравнению с нефтью, водой для теплового расчета которых существуют методы, использующие в качестве граничных условий равенство температур на поверхности трубопровода в некотором сечении.

В докладе для решения такой тепловой задачи предлагается метод источников и стоков, где граничными условиями являются равенство тепловых потоков от газа к трубе и от трубы к грунту. Граничное условие выполняется в двух точках: верхней, обуславливающей влияние сезонного профиля температур, и нижней необходимой для расчета ореола оттаивания под трубопроводом и его возможного влияния на вечную мерзлоту. Нахождение источника, удовлетворяющего граничным условиям задачи, выполняется численно и учитывает собой влияние сезонного профиля температур.

Однако особый интерес представляет расчет падения температуры газа в трубопроводе большого диаметра по всей длине магистрали, т.к. позволяет анализировать температурные режимы магистрали еще на этапе проектирования. Очевидно, что такой подход позволяет избежать излишних затрат как в ходе строительства, так и в процессе эксплуатации газопроводов.

Для нахождения зависимости температуры газа в трубопроводе от многочисленных параметров энергоносителя, трубопровода и окружающей среды, все уравнения, необходимые для решения этой задачи обезразмериваются, что дает возможность анализировать множество полученных решений с целью вывода эмпирической зависимости.

В докладе представлена методика получения безразмерного уравнения, и эмпирической формулы, описывающей зависимость между температурой энергоносителя и многочисленными параметрами, задающими тепловой режим трубопровода. Данная методика позволяет существенно увеличить точность тепловых расчетов газопроводов большого диаметра, учитывая при этом сезонный профиль температур в грунте, а также проводить анализ температурных режимов магистральных трубопроводов на этапе проектирования.

Применение технологии искусственных нейронных сетей для прогнозирования максимально наблюдаемой частоты ионосферного КВ радиоканала

Ревунов Сергей Евгеньевич

Нижегородский Государственный Педагогический Университет

Бархатов Николай Александрович, д.ф.-м.н.

Revunov@inbox.ru

Задача повышения надежности коротковолновой (КВ) радиосвязи остается актуальной несмотря на развитие альтернативных способов передачи информации [1]. В связи с этим, необходимо оперативное прогнозирование ионосферных параметров на интервалы от 30 мин до нескольких часов. Прогнозирование, основанное на улучшении физических ионосферных моделей, часто заходит в тупик при учете слишком большого числа ионосферно-магнитосферных связей [2]. В работе [3] на основе технологии искусственных нейронных сетей (ИНС) были разработаны алгоритмы прогнозирования критической частоты ионосферного слоя F2 на интервалы времени – 1 час, 2 часа, 3 часа и более часов. Основным результатом проведенного комплексного исследования работы созданной ИНС явилось увеличение эффективности выполняемого прогноза при дополнительном использовании параметров солнечного ветра (ПСВ), межпланетного магнитного поля (ММП) и индексов геомагнитной возмущенности.

Развитый в [3,4] метод ИНС использован в настоящей работе для прогнозирования основного параметра ионосферного КВ радиоканала – максимально наблюдаемой частоты (МНЧ). Исследование проведено на данных наклонного ЛЧМ зондирования, полученных на трассе Inskip (Англия) – Ростов-на-Дону. Наблюдения на данной трассе проводились в 2003 г. круглосуточно на протяжении полугода в различных геофизических условиях. В данной работе использованы оригинальные данные за двухмесячный интервал апрель-май, достаточные для обучения ИНС и проверки эффективности выполняемой ей прогноза. В работе разработан алгоритм и методика прогнозирования МНЧ ионосферы на интервал 0,5-3 часа с использованием индекса глобальной геомагнитной возмущенности Dst и ключевых параметров околоземного космического пространства. В качестве таких параметров были привлечены данные о скорости (V), температуре (T) и концентрации солнечного ветра (N), величине вертикальной компоненты (Bz) и модуля межпланетного магнитного поля, мощности рентгеновского излучения и данные о наличии быстрых частиц различных энергий. Проведен поиск наиболее оптимальных архитектур ИНС для выполнения разных прогнозов [5,6]. Созданные в ходе численных экспериментов сети обучались и тестировались независимо.

В результате сделаны практические выводы, имеющие прикладное значение и установлен ряд положений, касающихся разработки ИНС:

1. Для долгосрочного и краткосрочного прогноза целесообразно применять сети разной степени разветвленности для предупреждения переобучения ИНС.
2. Учет дополнительных параметров околоземного космического пространства при обучении ИНС повышает качество прогноза.
3. Для повышения качества прогноза (PE до 100%) на 0,5 часа сети достаточно только информации о предыстории.
4. Добавление значений индекса Dst или мощности рентгеновского излучения при прогнозе на 1 час способствует восстановлению профиля МНЧ с точностью до 95%.
5. Прогноз МНЧ на 1,5 часа с точностью до 89% может быть проведен с включением в обучающий массив данных о мощности рентгеновского излучения или Bz компоненты ММП, задержанной на 3 часа относительно МНЧ.
6. При прогнозировании МНЧ на 2 часа введение в обучающую последовательность значений индекса Dst, мощности рентгеновского излучения или задержанной на 3 часа Bz компоненты ММП позволяет получить прогноз с точностью до 81%.
7. Восстановление профиля МНЧ при прогнозе на 2,5 часа возможно с точностью до 72%, если в обучающем массиве присутствуют значения индекса Dst, мощности рентгеновского излучения или задержанной на 3 часа Bz компоненты ММП.

8. Нейросеть способна провести долгосрочный прогноз на 3 часа с точностью до 65% при добавлении к информации о предыстории значений индекса Dst, задержанной на 3 часа Vz компоненте ММП или комбинации параметров [N, V, T], так же задержанных на 3 часа относительно МНЧ.
9. Более успешный долгосрочный прогноз может быть обеспечен за счет увеличения разветвленности нейросети увеличением числа нейронов в слоях и количества связей.
10. На разветвленной ИНС можно проводить прогнозирование МНЧ на интервалы 0,5-3 часа с точностью не ниже 85%.

Рассматриваемая в работе проблема представляется сейчас актуальной в связи с развертыванием и расширением российской сети трасс наклонного ЛЧМ зондирования для обеспечения эффективной работы радиоэлектронных систем различного назначения. В таком приложении метод ИНС позволит оптимизировать работу сети ЛЧМ-зондов для обеспечения высокого качества прогноза ионосферных параметров на различные временные интервалы в различных геофизических условиях. Достоинством метода ИНС при восстановлении временных рядов является их применимость в целях прогноза в режиме «on line». Получая непрерывный поток необходимых данных (например, через Internet) сеть способна с определенной дискретностью создавать прогнозируемый ряд и при необходимости корректировать свой уровень обучения.

Работа выполнялась при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 02-05-64383, 03-05-65137.

Список публикаций:

- [1]. Иванов В.А., Куркин В.И., Носов В.Е., Урядов В.П., Шумаев В.В. ЛЧМ ионозонд и его применение в ионосферных исследованиях // Изв. ВУЗов "Радиофизика", 2003, Т.46, № 11, С.919.
- [2]. Благовещенский Д.В., Жеребцов Г.А. Высокочастотные геофизические явления и прогнозирование коротковолновых радиоканалов. М.: Наука. 1987, 272с.
- [3]. Бархатов Н.А., Валов В.А., Макаров А.В., Понятов А.А., Ревунов С.Е., Сахаров С.Ю., Урядов В.П. Метод искусственных нейронных сетей и его применение к прогнозированию ионосферного КВ радиоканала. Труды IX Международной научно-технической конференции "Радиолокация, навигация и связь", 22-24 апреля 2003 г., Воронеж, Том III, С.1853-1864.
- [4]. Бархатов Н.А., Беллюстин Н.С., Левитин А.Е., Сахаров С.Ю. Сравнение эффективности предсказания индекса геомагнитной активности Dst искусственными нейронными сетями. // Изв. ВУЗов "Радиофизика", 2000, Т.43, № 5, С.385
- [5]. Gleisner H., Lundstedt H., Wintoft P. Predicting geomagnetic storms from solar-wind data using time-delay neural networks. Ann Geophys., 1996, Vol. 14, № 7, P.679
- [6]. Lundstedt H., Wintoft P. Prediction of geomagnetic storms from solar wind data with the use of a neural network. Ann. Geophys., 1994, Vol. 12, № 1, P.19

Временная изменчивость химического состава атмосферного аэрозоля

Сударчикова Наталья Викторовна

Симоенков Денис Валентинович

Институт Оптики Атмосферы СО РАН

Белан Борис Денисович, д.ф-м.н.

sunavi@yandex.ru

Аэрозоль играет важную роль в ходе многих атмосферных процессов. Это облакообразование, ослабление солнечного излучения, поступающего к поверхности Земли, и др. Характер вклада аэрозоля в ход атмосферных процессов во многом определяется его химическим составом в нижней тропосфере, где сосредоточена основная масса взвешенных частиц. Химический состав, формируется в ходе различных природных и антропогенных механизмов и может изменяться с различной периодичностью. В разрезе вставшей перед человечеством проблемы глобальных изменений окружающей среды и климата, наиболее интересным представляется анализ многолетней изменчивости. Это и является целью настоящей работы.

Для исследования использовались данные о химическом составе атмосферного аэрозоля над территорией Западной Сибири в слое 500-7000м, полученные в ходе самолетного зондирования за период с 1983г. по настоящее время. Объем материала составили более 1500 проб, отобранных путём аспирации воздуха через фильтры (АФА-ХП-, АФА-ВП-, АФА-ХА-20). В пробах определялись концентрации элементов : Si, Al, Fe, Mg, Ca, Ti, Cu, Mn, Pb, Ni, Ba, Mo, B, Co, F, Ag, Sn, V и ионов NO₃⁻, Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, K⁺, Br⁻, NH₄⁺.

Средние значения концентраций химических компонентов в составе аэрозоля рассчитывались с учётом предварительной отбраковки аномально высоких величин, приводящих к искажению средних результатов в сторону их увеличения.

Построен многолетний ход общей суммарной концентрации атмосферного аэрозоля на различных высотах. По результатам исследования выявлено увеличение общей суммарной концентрации в период с 1999 по 2001г.г. и её уменьшение в настоящее время. Изменение концентраций химических компонентов от года к году обусловлено динамикой минеральной компоненты и, по всей видимости, отражают имеющиеся в атмосфере природные циклы.

Рассмотрены средние – годовые концентрации аэрозоля на высотах 500, 3000, 5000, 7000 метров. На всех высотах прослеживается синхронное уменьшение концентраций в 1999 году таких элементов как Ca, Al, Si, затем их увеличение с достижением максимума Si, Ca в 2001 году. В целом, можно сказать об уменьшении концентрации атмосферного аэрозоля с высотой.

Мониторинг электромагнитных полей в приземном слое атмосферы

Тарасов Андрей Викторович

Федотов Михаил Юрьевич, Соколов Михаил Сергеевич

Апполонов Юрий Александрович, Киселев Алексей Владимирович

Закиров Александр Александрович

Владимирский Государственный Университет

Грунская Любовь Валентиновна, к.ф.-м.н.

grunsk@vpti.vladimir.ru

Объединены экспериментальные и теоретические исследования групп ученых ВлГУ, ИЗМИРАН, КГУ, ГГО НИЦ ДЗА, ГАИШ МГУ с целью проведения комплексных исследований физической природы и характерных признаков взаимосвязей между электромагнитными и гравитационными полями в природе. Обеспечен режим разнесенного в пространстве синхронного мониторинга электромагнитных полей крайне - низкочастотного диапазона на сети станций (физический полигон ВлГУ, станция радиофизического корпуса ВлГУ, станция ГГО НИЦ ДЗА, ГАИШ МГУ), позволяющий использовать преимущества разнесенного в пространстве приема электромагнитных полей при выделении воздействия лунно-солнечных приливов и гравитационно-волновых источников.

Система регистрации станции ВлГУ включает в себя электростатический флюксметр, феррозондовую магнитную антенну, 2 16-битных аналого-цифровых преобразователя и цифровую метеостанцию, идентичную применяющейся на полигоне и содержащей датчики температуры, давления и влажности. Сигнал с усилителей, а также с прочих первичных преобразователей (магнитные антенны, измеритель радиационного фона и т.п.) поступает на аналого-цифровой преобразователь, работающий по принципу уравнивания заряда и обеспечивающий 100 преобразований в секунду с точностью 0,05% и разрешающей способностью 16 бит. Перед каждым измерением производится автоматическая калибровка преобразователя. Операции измерения, калибровки и пересылки данных выполняются под управлением встроенного в каждый блок АЦП микроконтроллера. Пересылка данных производится через цифровой интерфейс RS-485, позволяющий пересылать пакеты цифровой информации в полудуплексном режиме на расстояние до 1200 м со скоростью до 250 кБод. Высокая надежность и помехозащищенность линии связи обеспечивается дифференциальной передачей сигналов и применением для проверки достоверности информации контрольной суммы CRC-16. Каждая линия интерфейса гальванически развязана как со стороны передатчика, так и со стороны приемника при помощи быстродействующих оптронов, что исключает влияние электромагнитных помех в длинной линии связи на входные аналоговые цепи и защищает дорогостоящую аппаратуру от выхода из строя при попадании на линию связи значительных электрических потенциалов. Информация со всех источников поступает в центральный контроллер. Основными функциями, выполняемыми контроллером, являются поддержание точного счета реального времени, синхронизация выборок АЦП (максимум по 16 каналам), упаковка и пересылка накапливаемой информации в компьютер для архивирования и в блок индикации для отображения. В 2004г на станции в ВлГУ осуществлена точная привязка результатов к всемирному времени (UTC) при помощи спутникового приемника GPS.

Решена задача повышения достоверности оценки уровней спектральных компонент на частотах анализируемых источников УНЧ диапазона, получаемых методом оптимального приёмника. Модернизированный для использования в УНЧ диапазоне метод оптимального приемника позволил получать оптимальную оценку уровня каждой спектральной компоненты анализируемого временного ряда по критерию максимального правдоподобия. Осуществлена оценка амплитуд спектральных компонент на частотах термогравитационных солнечных приливов, гравитационных лунных приливов и гравитационно-волновых источников. Получены отношения сигнал/шум и вероятностные оценки на частотах всех анализируемых источников УНЧ диапазона.

Важнейшим результатом является выделение термогравитационных солнечных приливов с помощью оптимального линейного метода обработки экспериментальных данных по регистрациям электрического поля приземного слоя с высокой степенью достоверности, а также разработка методики и оценка амплитуд спектральных компонент на частотах термогравитационных солнечных, лунных гравитационных приливах, а также на частотах гравитационно-волновых астрофизических источников.

Работа проводится при поддержке РФФИ - грант № 04-05-64895 и программы НТП Минобразования № 209.06.01.035.