

Учреждение Российской академии наук

Геофизический центр

О Т Ч Е Т

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА

ЗА 2011 год

Москва

2012

В настоящем издании содержатся сведения о работе Учреждения Российской академии наук Геофизического центра в 2011 году, а также наиболее важные результаты проводимых исследований.

Ответственный редактор:

Л. М. Лабунцова, к.х.н., ученый секретарь ГЦ РАН

Редколлегия:

А. Д. Гвишиани, академик РАН

Э. О. Кедров, к.ф.-м.н.

О. В. Алексанова

Утверждено к печати 10.09.2012 г., Тираж 20 экз.

Компьютерная подготовка оригинал-макета:

О. В. Алексанова, Э. О. Кедров

Отчет о деятельности института за 2011 год

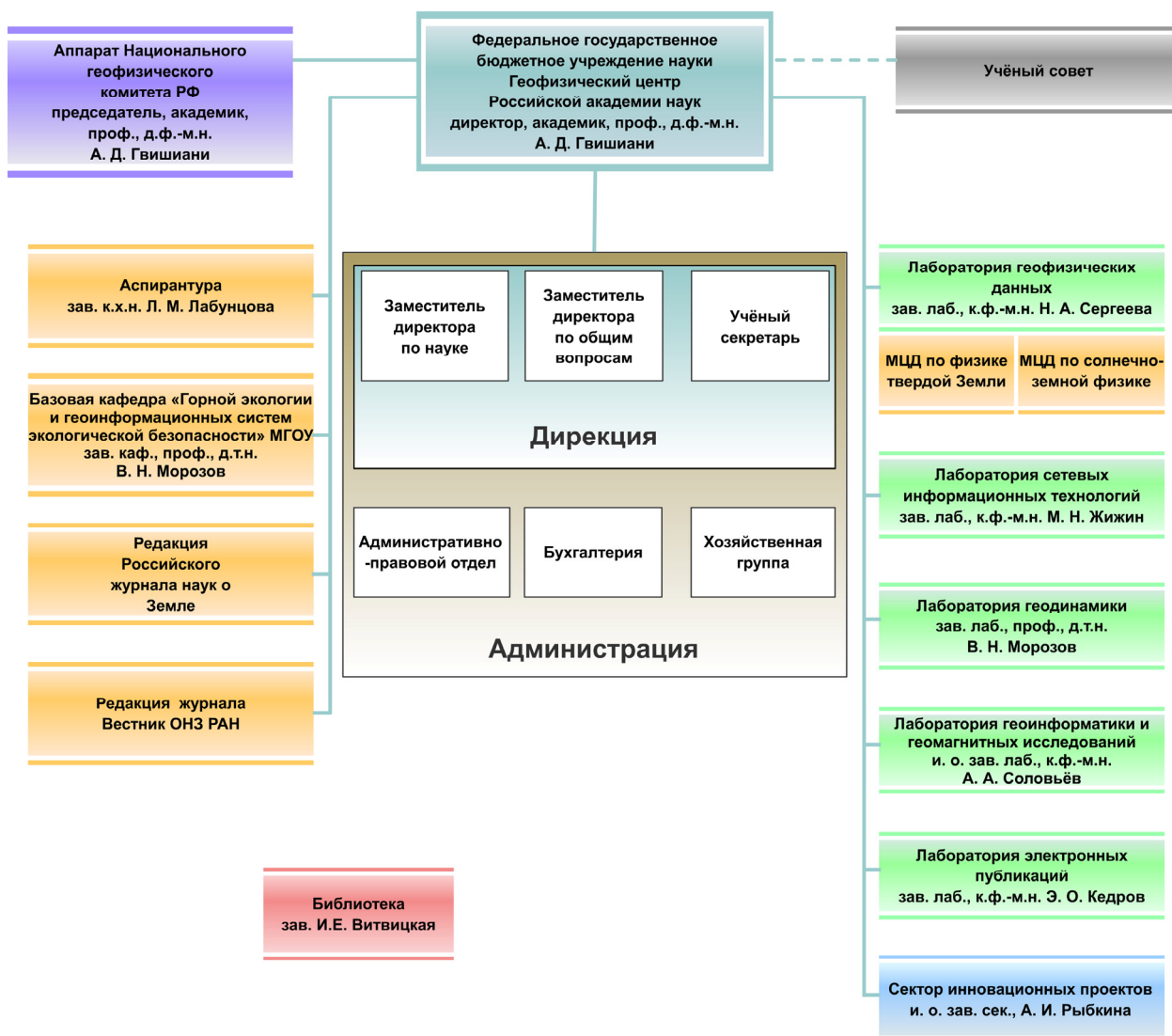
М.: ГЦ РАН, 2012, 98 с., 53 ил.

ISBN 978-5-904509-09-5

© ГЦ РАН, 2012

Учреждение Российской академии наук Геофизический центр РАН (ГЦ РАН) организован в 1992 г. на правах научно-исследовательского института Постановлением Президиума РАН в результате реорганизации Межведомственного геофизического комитета (МГК) АН СССР, созданного в 1958 г. по решению Совета Министров СССР.

Структура Геофизического центра РАН



СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЦ РАН В 2011 ГОДУ	5
2. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ	12
3. ЛАБОРАТОРИЯ СЕТЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	28
4. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОИНФОРМАТИКИ	37
5. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОДИНАМИКИ.....	57
6. ЛАБОРАТОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ.....	66
7. ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ	88
8. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ.....	90

1. Краткая характеристика деятельности ГЦ РАН в 2011 году

1.1. Сведения о тематике научных исследований и источниках их финансирования

В Геофизическом центре Российской академии наук (ГЦ РАН) в 2011 году проводились исследовательские работы в рамках следующих направлений фундаментальных исследований:

1. 7.-56 «Физические поля Земли – природа, взаимодействие, геодинамика и внутреннее строение Земли».
2. 7.-60 «Комплексное освоение недр Земли, разработка новых методов освоения природных и техногенных месторождений».
3. 7.-64 «Катастрофические процессы природного и техногенного происхождения, сейсмичность – изучение и прогноз».
4. 7.-66 «Разработка методов технологий, технических и аналитических средств исследований поверхности и недр Земли, гидросферы и атмосферы, геоинформатика».

В рамках этих фундаментальных исследований проводились:

- плановые научно-исследовательские работы - 9 тем
- научные работы, финансируемые РФФИ и др. - 10 тем
- научные работы, включенные в целевые программы фундаментальных исследований Президиума РАН и ОНЗ - 2 темы
- научные работы, включенные в федеральные и целевые программы - 3 темы
- договорные научно-исследовательские работы - 3 темы

Геофизический центр РАН в 2011 году принимал участие в следующих научных программах:

1. Программа Президиума РАН № 24 «Научные основы эффективного природопользования, развития минерально-сырьевых ресурсов, освоения новых источников природного и техногенного сырья». Проект: «Интеллектуально-аналитическая ГИС для комплексного анализа и интерпретации геометрической и семантической информации о геологическом строении Земли методами геоинформатики».
2. Программа Отделения наук о Земле РАН № 7 «Физические поля и внутреннее строение Земли. Динамика межгеосферных взаимодействий». Проект: «Развертывание российского сегмента геомагнитных обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ для наблюдений за магнитным полем Земли».
3. Федеральная целевая программа «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки на территории Российской Федерации на 2008–2015 годы». Проект: «Разработка программных средств для организации сбора геофизических данных в режиме реального времени и обеспечения защиты информации банка данных в составе автоматизированного рабочего места «БД-ИПГ-90».
4. Федеральная целевая программа «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки на территории Российской Федерации на 2008—2015 годы». Проект: «Разработка комплекса визуализации данных, регистрируемых системами геофизического мониторинга на платформе геоинформационной системы».
5. Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года». Проект: «Разработка методики анализа и оценки природных опасностей и рисков в регионах строительства АЭС, размещения предприятий по переработке и пунктов хранения и переработки РАО». Получены 5 авторских свидетельств.

1.2. Наиболее важные результаты исследований

- Создано промежуточное программное обеспечение для узлов беспроводной сенсорной сети, реализующее алгоритм детектирования сейсмических р-волн. Разработанный детектор позволяет идентифицировать начало землетрясения в режиме реального времени. Разработаны схема иерархической беспроводной сенсорной сети и веб-приложение, использование которых позволяет увеличить пропускную способность обычной беспроводной сенсорной сети, производить сбор «сырых» данных с более высокой частотой замеров и визуализировать временные ряды данных с привязкой к электронным картам. Данное приложение можно использовать для визуализации данных, полученных с узлов сенсорной сети, с привязкой к географическим координатам.

- Мировые центры данных ГЦ РАН по солнечно-земной физике и по физике твердой Земли прошли сертификацию в Научном комитете МСД и приняты регулярными членами в Мировую систему данных Международного совета по науке.

1.3. Координационная деятельность

ГЦ является базовой организацией Национального геофизического комитета (НГК), который осуществляет свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле. Национальный геофизический комитет в течение 50 лет осуществляет представительство России в Международном союзе геодезии и геофизики (МСГГ) и его восьми ассоциациях. Постановлением Бюро Отделения наук о Земле РАН (от 22.06.11) был утвержден новый состав Бюро и аппарат Комитета на период 2011–2014 гг. Председателем НГК РАН был утвержден академик А. Д. Гвишиани. В 2011 г. были проведены заседания всех 8 секций НГК, на которых были рассмотрены основные научные результаты, проекты и международные мероприятия МГГС, а также подведены итоги работы в 2007–2010 гг.

В рамках международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», которая состоялась в г. Угличе, прошло рабочее совещание институтов РАН, курирующих работу российских обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ, а также учреждений, на базе которых планируется установка новых обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ, включая институты РАН и РОСГИДРОМЕТ. В секции геомагнетизма и аэрономии была создана соответствующая рабочая группа.

На заседании секции сейсмологии и физики недр Земли обсуждались также вопросы подготовки к проведению 33-ей Генеральной ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии, которая состоится в Москве в августе 2012 г. В мае в ГЦ было проведено расширенное заседание Бюро НГК, посвященное подготовке к участию в XXV Генеральной ассамблее МГГС, которая проходила в период с 28 июня по 7 июля в Мельбурне, Австралия. Это ключевое мероприятие, проходящее раз в четыре года, собрало ведущих ученых со всего мира. В рамках Ассамблеи обсуждались новейшие достижения в области наук о Земле. Были организованы совместные симпозиумы по тематике нескольких профильных ассоциаций Союза.

Общая численность российской делегации составила 79 человек. В рамках научной программы Ассамблеи российские делегаты выступили с многочисленными устными и стендовыми докладами, а также были председателями и сопредседателями нескольких научных сессий. Делегаты из России принимали участие во всех заседаниях Советов Союза и его восьми ассоциаций. В ходе заседаний проходили выборы в бюро, комитеты и комиссии Союза и ассоциаций. По итогам заседаний некоторые делегаты из России были избраны в рабочие и руководящие органы Союза.

1.4. Издательская деятельность

В 2011 году было издано 6 монографий, опубликовано 58 статей и 78 тезисов докладов на научных конференциях и симпозиумах.

Продолжены работы по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-версии «Российского журнала наук о Земле» (РЖНЗ). За отчетный период проведена большая работа и онлайн-версия РЖНЗ был включен в список журналов, рекомендуемых ВАКом к публикации.

Подготовлены и опубликованы 6 лекций ведущих российских и зарубежных ученых в серии IRS (Interactive scientific records) Российского журнала наук о Земле. Разработана альфа-версия flash редактора QPeditor для подготовки IRS публикаций, включающих видео, слайды, динамические указатели и выделения, динамические субтитры, гиперлинки и др.

Выполнена актуализация корневых документов п. 8.3. (response pages) системы CrossRef на сайте Российского журнала наук о Земле.

Начата работа по построению пользовательской системы подготовки рукописей, на сервере электронных публикаций установлено базовое программное обеспечение – система TeXLive и Active Perl. Обновлен авторский индекс РЖНЗ, обеспечивающий дружественный интерфейс с выходом на оба сайта через систему множественного разрешения CrossRef (технология “multiple resolution”).

Выполнен большой объем работ по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-версии мультимедийного журнала «Вестник ОНЗ РАН». Всего опубликовано 12 выпусков. Опубликованы труды нескольких международных конференций. Для журнала разработан ряд дополнительных программных инструментов для подготовки специальных типов информационных материалов (генератор исходных материалов RSS, программа актуализации RSS канала, программа обновления «карусели», и др.) Проведена работа по включению «Вестника ОНЗ РАН» в список журналов, одобренных ВАК.

Разработаны основы технологии и начата публикация нового типа научных публикаций – «научных публикаций онлайн», что обеспечивает полноценное представление научной информации конечному пользователю.

1.5. Научно-педагогическая деятельность

1. С 2006 года в ГЦ функционирует аспирантура по специальностям: 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых; 25.00.35 – геоинформатика. В 2011 г. в аспирантуре ГЦ обучались 5 аспирантов на очной

форме обучения и 2 аспиранта на заочной форме обучения. Два соискателя вели работу по подготовке кандидатских диссертаций, один из них прошел предзащиту.

2. В рамках программы Российского фонда фундаментальных исследований «Мобильность молодых ученых» в отчетном году в ГЦ успешно прошел стажировку 1 научный сотрудник из Киевского политехнического университета.
3. Запущен научно-просветительский проект «Сфера-образование». Разработаны научно-популярные лекции по географии, экологии и астрономии для школ, музеев и других образовательных учреждений.
4. Прошли преддипломную практику и успешно защитили дипломы две студентки Экономико-статистического университета.
5. В 2011 г. в рамках работы при ГЦ базовой кафедры «Горной экологии и информационных систем экологической безопасности» было выполнено следующее:
 - Проведены лекции, практические занятия и прием экзаменов со студентами МГОУ по специальностям 130402, 130403, 130404, 130405, 130404.6, 130406, 150402, 3305500 – «Безопасность технологических процессов и производств».
 - Организовано прохождение преддипломной практики 5 студентов МГОУ, которым оказывались консультации по написанию дипломных проектов.
 - Подготовлено учебное пособие: «Моделирование и анализ полей напряжений в породных массивах», авторы Ю. В. Михайлов, В. Н. Морозов, В. Н. Татаринцев, И. Ю. Колесников.
 - Издан учебник «Горнопромышленная экология», авторы Ю. В. Михайлов, В. В. Коворова, В. Н. Морозов.
 - Сотрудники ГЦ принимали участие в работе ГАК и ГЭК по специальности 330500 – «Безопасность технологических процессов и производств» и специализации 090202.6 – «Комплексное использование и охрана природных ресурсов».

1.6. Научно-организационная деятельность

1. В январе 2011 года ГЦ провел международную конференцию «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», которая состоялась в г. Угличе Ярославской области. Конференция собрала ведущих ученых и специалистов в области геомагнетизма и магнитных наблюдений из многих стран мира.
2. В мае 2011 года в режиме видеоконференции ГЦ совместно с Майкопским государственным технологическим университетом провел международную научно-практическую конференцию «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий». Часть заседаний конференции проведена в режиме видеоконференции. Изданы труды конференции в виде сборника.
3. В декабре 2011 г. в ГЦ состоялся семинар российско-украинского сегмента Мировой системы данных «Формирование глобального геоинформационного пространства для изучения процессов устойчивого развития».

4. ГЦ является базовой организацией Национального геофизического комитета, который осуществляет свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле.
5. ГЦ является базовой организацией для системы видеоконференцсвязи ОНЗ РАН. Проведены многочисленные видеоконференции с учреждениями Дальневосточного отделения наук РАН, Отделения наук о Земле, с Международным центром данных по физике твердой Земли (Боулдер, США), с учебно-научным комплексом «Институтом прикладного системного анализа Национального технического университета Украины «Киевским политехническим институтом»» Министерства образования и науки Украины.
6. Функционирует научный семинар ОНЗ РАН по геоинформатике, в котором принимают участие сотрудники институтов Москвы, центральной части РФ, Уральского, Сибирского и Дальневосточного отделений РАН. Сотрудники институтов ОНЗ РАН, не имеющие собственных точек видеоконференцсвязи, могут принимать участие в семинаре, используя базовые точки видеоконференцсвязи: 1) Геофизический центр РАН; 2) Президиум Уральского научного центра РАН, Екатеринбург; 3) Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск; 4) Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток; 5) Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск.

1.7. Международная деятельность

ГЦ РАН продолжает вести активную работу по развертыванию в РФ новых магнитных обсерваторий и созданию единой сети ИНТЕРМАГНЕТ с региональными центрами данных в ГЦ РАН.

В международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET» (<http://uglich2011.gcras.ru>) приняли участие ведущие ученые и специалисты в области геомагнетизма и магнитных наблюдений из Венгрии, Германии, Канады, России, США, Украины, Франции. Заключено соглашение о совместной работе по проекту развертывания российско-украинского сегмента международной системы наблюдений за магнитным полем ИНТЕРМАГНЕТ. Принято решение о создании Рабочей группы в рамках НГК РФ по созданию российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ. Достигнуто соглашение о создании национального узла сбора и обработки геомагнитных данных по обслуживанию российско-украинского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ на базе ГЦ с перспективой приобретения статуса шестого GIN сети ИНТЕРМАГНЕТ. Инициировано развертывание экспериментально-тренировочной временной обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на базе магнитной станции «Москва» (ИЗМИРАН, г. Троицк, Московская область). Мировыми специалистами в области геомагнетизма выработаны рекомендации по развертыванию новых обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ в РФ.

В 2011 г. была продолжена работа в рамках российско-украинского сегмента МСД по созданию единого информационного пространства с единой точкой входа для пяти российских и украинского МЦД. Сформированы распределенная база метаданных,

содержащая описания информационных ресурсов гарантированного уровня качества МЦД России и Украины, и каталог полидисциплинарных информационных ресурсов, находящихся в свободном доступе в сети Интернет. Совместно с украинскими коллегами создана единая точка доступа с универсальным пользовательским интерфейсом к базе метаданных и каталогам данных всех центров, входящих в региональный российско-украинский сегмент МСД, а также инструментарий для их контроля, анализа и визуализации

Проведены обсуждения работ на рабочих встречах Совета российско-украинского сегмента МСД в мае и сентябре 2011 г. На совместном российско-украинском семинаре «Формирование глобального геоинформационного пространства для изучения процессов устойчивого развития» в Москве в декабре 2011 г. подведены итоги выполнения совместных российско-украинских проектов и принято решение о продолжении работ по формированию единого информационного пространства сегмента с единой точкой входа. Принят план дальнейших совместных работ в рамках сегмента. Проведены выборы нового состава Совета российско-украинского сегмента МСД.

В 2011 г. представителем ГЦ РАН было подписано соглашение о двустороннем Российско-Казахстанском научном сотрудничестве между ГЦ и научно-производственным центром «Экогеоунайгаз» с целью создания регионального сегмента глобальной системы геодинамических наблюдений на Северном Каспии. Соглашение включает:

- обмен данными и результатами геодезических и геофизических наблюдений в регионе;
- совместный анализ и интерпретацию результатов ГНСС наблюдений; разработку предложений по совместному участию в международных геодинамических проектах;
- разработку предварительной программы создания региональной ГИС геолого-геофизической и геодезической информации.

В начале октября в Мадриде (Испания) прошла Международная выставка профессиональных услуг и решений в области ИКТ SIMO Network, предлагающая различные IT-решения и услуги для компаний, действующих в различных областях. В состав делегации ГЦ входили молодые ученые, сотрудники лаборатории геоинформатики. Были представлены два стенда проекта «Сфера-Образование» в рамках комплексной экспозиции от Совета молодых ученых РАН и общей экспозиции Министерства образования и науки РФ. Демонстрировался новейший подход к процессу образования, который заключается во внедрении в образовательные учреждения цифрового демонстрационного комплекса со сферическим проекционным экраном. Был представлен принцип работы оборудования, обозначены различные сферы его применения, а также продемонстрирован образовательный контент, созданный специалистами лаборатории. Во время встреч с представителями зарубежных и российских компаний и представителями образовательных учреждений обсуждалось возможное сотрудничество как в рамках научно-технических проектов, так и на коммерческо-договорной основе. ГЦ был награжден почетным дипломом за лучший стенд среди молодых ученых РАН и дипломом за высокий уровень научно-технических разработок.

ГЦ РАН принадлежит важная роль в развитии сотрудничества между РАН и Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA). Академик А. Д. Гвишиани является членом Научного совета и председателем программного комитета IIASA. В рабочий план исследований IIASA на 2011–2015 гг. были включены важные для РАН темы, как например, "Xevents" («Экстремальные события»), посвященные изучению общих закономерностей экстремальных событий в природе, развитии общества, политике, экономике.

2. Лаборатория геофизических данных

(зав. лабораторией к.ф.-м.н. Н. А. Сергеева)

В 2011 г. важнейшей задачей лаборатории геофизических данных было вступление Мирового центра данных по солнечно-земной физике (МЦД по СЗФ) и Мирового центра данных по физике твердой Земли (МЦД по ФТЗ) в члены Мировой системы данных (МСД) Международного совета по науке (МСН). В 2010 г. была принята Конституция МСД, определившая политику и стратегию МСД, требования к членам МСД и процедуру вступления претендентов в МСД. В начале 2011 г. Научный комитет МСД (НК МСД) предложил претендентам на вступление в МСД представить ответы на сертификационную анкету, включающую 29 вопросов.

В представленных МЦД по СЗФ и МЦД по ФТЗ ответах на вопросы сертификационной анкеты дана общая информация о центрах, обозначены их роль и сфера деятельности в составе МСД, подтверждено согласие следовать общим требованиям, политике и стратегии МСД, дано описание организационной платформы и технической инфраструктуры центров. Детально описаны организация управления данными, продуктами и услугами; процедуры, обеспечивающие контроль качества данных; система хранения данных; меры, обеспечивающие сохранность данных.

Представленные в НК МСД ответы на вопросы сертификационной анкеты рассматривались экспертами. В соответствии с рекомендациями экспертов, изложенными в их отзывах, были сделаны уточнения и изменения в ответах на вопросы анкеты. По окончании этой процедуры Научный комитет МСД принял решение об аккредитации МЦД по СЗФ и МЦД по ФТЗ в регулярные члены Мировой системы данных и предложил подписать соглашения о сотрудничестве между центрами и Международным советом по науке. Информация об организациях, принятых в члены МСД, находится на веб-сайте МСД <http://icsu-wds.org/> (Рис. 2.1).

В сентябре 2011 г. в Киото (Япония) состоялась Первая конференция Мировой системы данных «Глобальные данные для глобальной науки», которая предоставила возможность получить мнения, комментарии и предложения от научных сообществ (пользователей данных) и других международных систем, чтобы выработать план

развития МСД. Российские и украинский МЦД представили на конференции 2 совместных доклада.

	Facility/Organization	Regular Members	Network Members	Partner Members	Associate Members
6	WDC - Geoinformatics and Sustainable Development	X			
8	WDC - Rockets and Satellites and Rotation of the Earth	X*			
15	WDC - Solar Terrestrial Physics, Moscow	X*			
31	WDC - Solid Earth Physics, Moscow	X*			

Рисунок 2.1. Фрагмент веб-страницы МСД МСН со списком организаций, принятых в регулярные члены МСД, среди которых украинский МЦД по геоинформатике и устойчивому развитию (Киев), российские МЦД по ракетам, спутникам и вращению Земли (Обнинск), МЦД по солнечно-земной физике и МЦД по физике твердой Земли (Москва).

В 2011 г. продолжалась работа в рамках российско-украинского сегмента МСД (Рис. 2.2) по созданию единого информационного пространства с единой точкой входа для пяти российских и украинского МЦД. Сформированы распределенная база метаданных, содержащая описания информационных ресурсов гарантированного уровня качества МЦД России и Украины, и каталог данных, находящихся в свободном доступе в сети Интернет. Полидисциплинарный характер информационных ресурсов российско-украинского сегмента МСД потребовал решения задачи формализации и стандартизации описаний метаданных и структур данных, определения семантически однородной информации в рамках МЦД России и Украины, выработки механизма адаптации структур данных и метаданных, а также элементов поисковых интерфейсов к специфике предметных областей.

Для унификации процессов обмена данными и метаданными смежных информационных систем МЦД Сегмента разработана архитектура представления метаданных на основе международных стандартов Directory Interchange Format (DIF) и Resource Description Framework (RDF) в формате языков XML и OWL. В качестве базовой модели представления информационных ресурсов на первоначальном этапе был выбран

международный стандарт DIF в синтаксисе языка XML как наиболее универсальный и простой по содержанию и реализации. Для учета специфики предметной области строится ее онтологическая модель на основе международного стандарта описания информационных ресурсов RDF в синтаксисе языка OWL, одобренного консорциумом W3C.

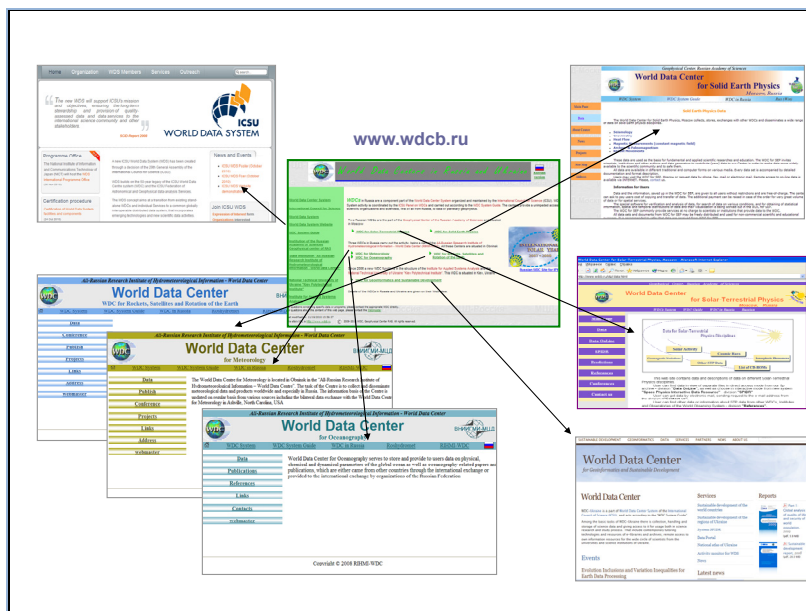


Рисунок 2.2. Российско-украинский сегмент Мировой системы данных.

Создание онтологии включает: определение классов, организацию классов в некоторую иерархию, определение слотов и их допустимых значений, заполнение значений слотов для экземпляров классов. Для построения онтологий и представления их в стандарте RDF была использована платформенно-независимая свободно распространяемая программная система «Protégé». Была разработана детальная иерархия классов для дисциплин «сейсмология» и «геотермика» и составлены онтологии для 4-х баз данных, входящих в эту иерархию на разных уровнях (Рис. 2.3).

Для обеспечения поиска информационных ресурсов в распределенной базе метаданных разработаны службы каталогов. Совместно с украинскими коллегами создана единая точка доступа с универсальным пользовательским интерфейсом к базе метаданных и каталогам данных всех центров, входящих в региональный российско-украинский сегмент МСД, а также инструментарий для их контроля, анализа и визуализации (Рис. 2.4).

Проведена работа по уточнению и развитию состава описательных классификаторов и словарей государственного рубрикатора НТИ для таких тематических областей как метеорология, гидрология, океанология, физика твердой Земли, солнечно-земная физика.

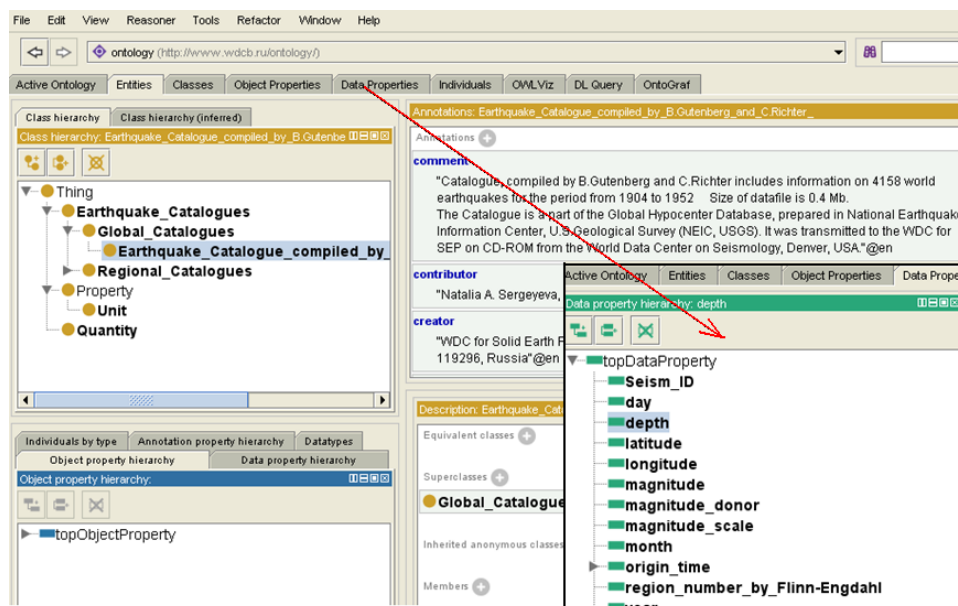


Рисунок 2.3. Пример создания онтологии для глобального каталога землетрясений в системе «Protégé». Слева показана иерархия классов. Врезка справа – список слотов.

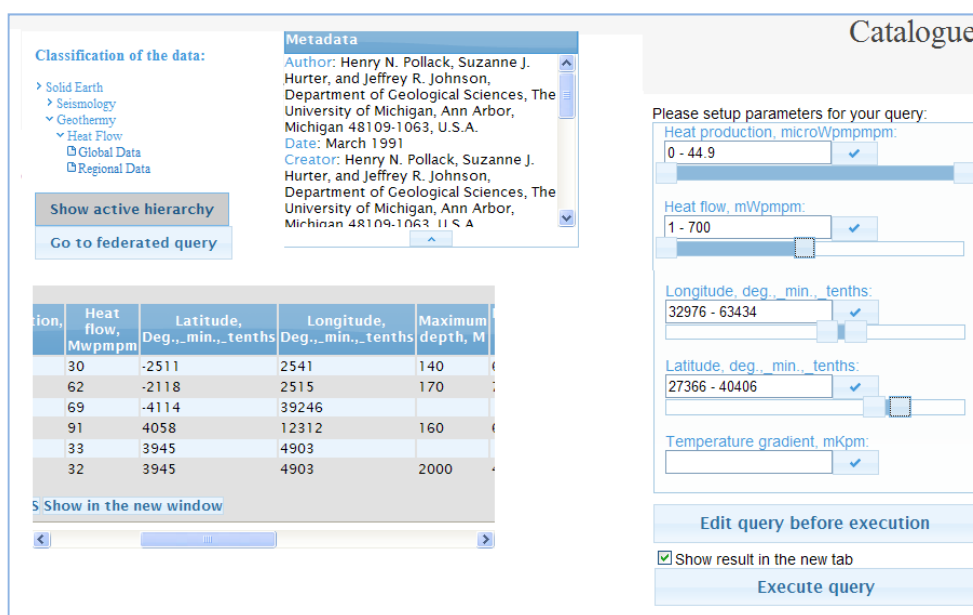


Рисунок 2.4. Пример использования онтологии для выбора данных из глобального каталога теплового потока.

Выработанный подход к формированию базы метаданных и каталога совпадает с рекомендациями НК МСД в отношении портала Мировой системы данных. В концепции портала МСД говорится, что метаданные будут поставляться провайдерами в виде каталогов с помощью служб метаданных, например (OGC-CSW) или (OAI-PMH). При

этом МЦД должны реализовать три задачи: определить обоснованную гранулированность данных; сформировать каталог метаданных, соответствующий одному из стандартов ISO19115, DIF, или FGDC; создать службу метаданных, совместимую с OAI-PMH.

Проведены обсуждения работ на рабочих встречах Совета российско-украинского сегмента МСД в мае и сентябре 2011 г. На российско-украинском семинаре «Формирование глобального геоинформационного пространства для изучения процессов устойчивого развития» в Москве в декабре 2011 г. подведены итоги выполнения совместных проектов и принято решение о продолжении работ по формированию единого информационного пространства сегмента с единой точкой входа. Принят план дальнейших работ в рамках сегмента. Проведены выборы нового состава Совета российско-украинского сегмента МСД.

В 2011 г. деятельность лаборатории Геофизических данных определялась задачами выполнения НИР по госбюджетной теме «Развитие новых геоинформационных технологий для включения российских Мировых центров данных по наукам о Земле в Мировую систему данных». Основные направления работы по этой теме в 2011 г. включали:

1. Выполнение функций МЦД по СЗФ и МЦД по ФТЗ, обеспечивающих сбор результатов геофизических наблюдений, гарантированное долговременное хранение данных и свободный доступ к ним ученым всего мира.
2. Создание новых и актуализация имеющихся информационных ресурсов МЦД и усовершенствование доступа к ним в сети Интернет.
3. Развитие информационной базы геолого-геофизических данных и использование ее для построения геодинамических моделей глубинного строения сейсмоопасных регионов Земли.
4. Изучение влияния физических полей различной природы на геодинамические процессы.

Выполнялись стандартные функции: сбор, анализ, систематизация, регистрация, хранение и распространение научных данных. За год получено свыше 10 Гб данных по дисциплинам СЗФ и около 5 Гб данных по дисциплинам ФТЗ. Проведена инвентаризация архивов на бумажных носителях по разделам «Сейсмологические бюллетени» и «Вертикальные ионосферные зондирования». Все проверенные данные зарегистрированы в компьютерной системе регистрации с указанием места хранения и наличия копий.

Сформированы массивы данных по каталогам землетрясений и механизмов очага для трех регионов Северной Евразии за период 1962–2004 гг. – 52 000 событий; 4,8 Мб. Подготовлен и представлен на сайте МЦД по ФТЗ каталог макросейсмических описаний 123 землетрясений XVII–XIX вв. на Камчатке. Раздел сайта о главном магнитном поле Земли дополнен данными о среднегодовых значениях магнитного поля, измеренных на мировой сети обсерваторий, полученными из ИЗМИРАН.

Дополнены архивы данных по геомагнитным вариациям, по мировой сети космических лучей, каталог *K*-индексов по сети обсерваторий СНГ, каталог

короткопериодных колебаний магнитного поля обсерватории Мирный. Регулярно (раз в месяц) дополнялись каталоги индексов геомагнитной и солнечной активности.

Выполнена инвентаризация архива данных в машиночитаемой форме. Почти все диски CD-ROM и DVD (свыше 300 дисков) переписаны на внешний USB диск.

Создан Каталог солнечных вспышечных событий XXIV цикла солнечной активности (СА) за период с 01.2009 г. по 11.2011 г. с рентгеновским баллом $M1_X < 17,5$. Начато формирование нового каталога выбросов солнечных волокон по наблюдениям мировой сети. На сайт МЦД по СЗФ выставлено описание «Текущий XXIV цикл солнечной активности: развитие и основные свойства». Начавшийся в 2009 г. XXIV цикл после 36 месяцев своего развития вплотную приблизился к фазе максимума. Под фазой максимума понимается интервал времени развития цикла, когда сглаженные ежемесячные значения относительных чисел солнечных пятен остаются в пределах 15% от максимального значения $W_{\max}$ в рассматриваемом цикле. Наиболее близко развитие текущего цикла соответствует самому низкому циклу СА (№ 14, $W^*_{\max} = 64,4$) из достоверного ряда солнечных циклов (с 1849 г.).

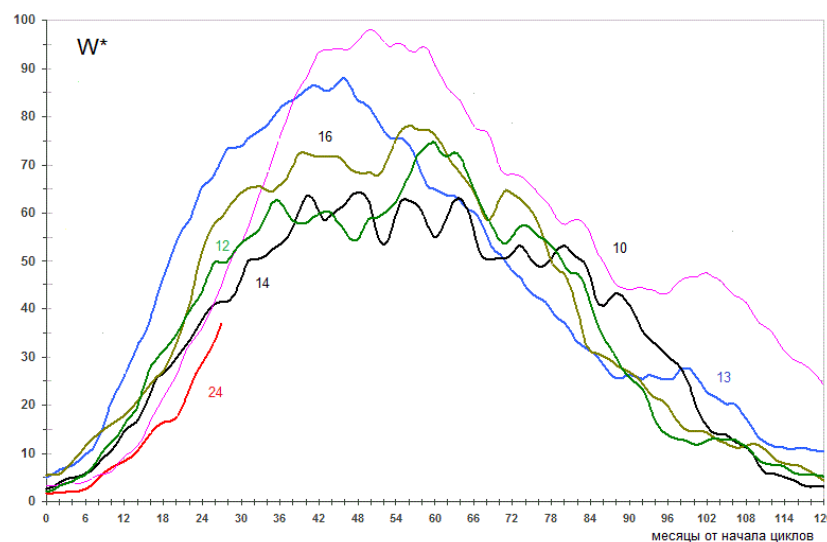


Рисунок 2.5. Ход развития (24 месяца) XXIV цикла солнечной активности среди циклов низкой и средней величины по сглаженным за 13 месяцев относительным числам солнечных пятен (W^*). По оси ординат – месяцы после начала цикла. Точки минимумов всех циклов сведены в начало координат.

Три года развития текущего цикла СА понемногу раскрывают его характеристики и особенности его эволюции. Текущий цикл – первый компонент физического 22-летнего солнечного цикла, и по правилу Гневывшева–Оля следующий XXV солнечный цикл должен быть выше XXIV. На данный момент развития он развивается как цикл низкой высоты ($W^*_{\max} \leq 80$). Основные характеристики текущего XXIV цикла солнечной активности после 36 месяцев его развития:

– формальное начало цикла – январь 2009 года, начальное значение сглаженного числа Вольфа $W_{\text{мин}}^* = 1,7$;

– первая группа цикла появилась в северном полушарии в январе 2008 г., а первая группа в южном полушарии появилась только в мае 2008 г. Первые группы пятен нового цикла обычно появляются за 1–1,5 года до точки минимума;

– начало фазы роста – апрель 2011 г., когда видимый диск Солнца одновременно проходили сразу 3 группы пятен среднего размера;

– появление первой большой группы солнечных пятен – февраль 2011, а первой очень большой – начало ноября 2011 года;

– с началом цикла наблюдается явное преобладание пятнообразовательной активности северного полушария Солнца: за три года развития (на 20 декабря 2011 г.) на видимом диске Солнца появилось 374 группы пятен, из которых 265 образовались в северном полушарии и 109 – в южном;

– первая большая вспышка ($M \geq 5$) осуществилась в феврале 2010 г. в активной области северного полушария;

– первая и пока единственная мощная солнечная вспышка рентгеновского балла X6.9/2B осуществилась в группе пятен северного полушария 9 августа 2011 г.;

– ожидаемый максимум относительного числа солнечных пятен – первая половина 2013 г.

Поддерживались в актуальном состоянии web-страницы Мировых центров данных (на русском и английском языках) и пополнялись базы данных, доступные в режиме on-line, в том числе по регионам Арктики и Антарктики на специализированном сайте Международного полярного года (МПГ). Новые данные по регионам Арктики и Антарктики также зарегистрированы в национальной системе МПГ-Инфо, относящиеся к ним метаданные включены в международный Портал IPYDIS. Дополнена база метаданных информационных ресурсов, подключенных к Порталу МСД, документами в стандарте DIF.

Получила дальнейшее развитие сформированная ранее информационная междисциплинарная база данных геолого-геофизических параметров коры и верхней мантии активных континентальных окраин регионов Охотского, Японского, Филиппинского и Южно-Китайского морей. База данных дополнена данными о глубинном строении сейсмоопасных регионов Земли. В результате комплексного анализа многодисциплинарных данных построены геодинамические модели глубинного строения (глубинные геолого-геофизические разрезы) сейсмоопасных регионов переходной зоны Евразии – Тихий океан.

Проведено обобщение результатов исследований глубинного строения континентальных окраин регионов Охотского, Японского, Филиппинского и Южно-Китайского морей, выполненное по международному проекту «InterMARGINS» (Рис. 2.6).

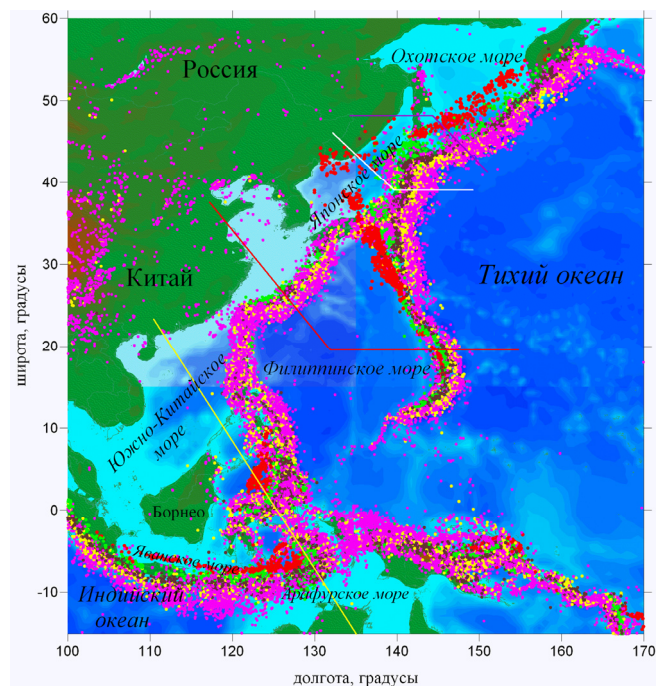


Рисунок 2.6. Регион исследования переходной зоны от Евразийского континента к Тихому океану с профилями геолого-геофизических разрезов и эпицентрами землетрясений с $M \geq 3,5$ за период с 1973 по 2010 гг.

Континентальные окраины этих регионов характеризуются высокой сейсмичностью, вулканизмом и другими природными катаклизмами, опасными для проживающего здесь населения. Активные окраины являются также районами современных интенсивных тектонических движений и гидротермальных процессов, областями накопления различного рода полезных ископаемых. В связи с этим они являются объектом исследований разных стран по международным и национальным проектам. В ГЦ построение геодинамических моделей глубинного строения активных континентальных окраин Земли выполнено по международным проектам «Геотраверс» и «InterMARGINS» вдоль разрезов земной коры и верхней мантии в регионах Охотского, Японского, Филиппинского и Южно-Китайского морей при участии японских и китайских ученых, а также исследователей из различных научных учреждений Российской Федерации.

Отличительной особенностью глубинного строения переходной зоны от Евразийского континента к Тихому океану является распространение в верхней мантии астеносферного слоя, от которого отходят диапиры аномальной мантии, процессы в которых и обуславливают формирование структур земной коры. Увеличение мощности астеносферы и, соответственно, уменьшение толщины коры, выявлено под всеми глубоководными котловинами переходной зоны. Молодые спрединговые бассейны представляют области генерации новой океанической коры и литосферы, таким бассейнам отвечает апвеллинг астеносферы непосредственно к подошве земной коры. Отмечается корреляция между геологическими структурами, тектоно-магматической активностью и

строением верхней мантии. Тектонически-активным регионам, таким как островные дуги, рифтовые структуры окраинных морей, соответствует мощная, наиболее полно выраженная астеносфера. На поверхности поднятия астеносферы соответствуют рифтовые образования и излияния, в основном, толеитовых магм. Они располагаются в зонах растяжения и проявляются на фоне уменьшения мощности литосферы и высокого теплового потока.

Подтверждена связь теплового потока с тектоно-магматической активностью, проявляющаяся в увеличении теплового потока при омоложении возраста тектогенеза. Увеличение плотности теплового потока обусловлено внедрением в литосферу астеносферных диапиров, вызывающих тектоно-магматическую переработку земной коры и развитие вулканизма. Чем выше уровень залегания астеносферы, тем выше значения теплового потока и моложе возраст излияния толеитовых базальтов. При уровне залегания астеносферы, достигающем примерно 20–10 км, происходит раскол литосферы, образование междуговых прогибов, вдоль осевых линий которых образуются рифтовые структуры с излияниями толеитовых базальтов. Вулканические породы островных дуг генетически связаны с процессом субдукции океанической литосферы. Их магматические источники располагаются в надсубдукционном клине в пределах верхней мантии, иногда в астеносфере.

Структуры растяжения задуговых впадин в переходной зоне представляют синсдвиговые бассейны пулл-апарт, при возникновении которых главенствовал структурный контроль, обусловленный взаимодействием литосферных плит. Структуры различались степенью растяжения – с уменьшением толщины континентальной коры или с её разрывом (при спрединге) и формированием океанической коры. Общность бассейнов заключается в синхронной, однотипной динамике магматизма и сходном строении подкоровых областей. Ранние этапы рифтогенеза в бассейнах сопровождалась базальтоидами, связанными с участками гидротермально изменённой верхней мантии, тогда как максимальное растяжение коррелируется с толеитами астеносферных источников. Астеносферные диапиры представляют собой каналы, по которым горячие углеводородные флюиды проникают в осадочные бассейны. Вызванные астеносферным апвеллингом повышенный тепловой поток, магматическая активность и прогрев осадочной толщи становятся условиями, способствующими формированию месторождений нефти и газа в осадочных отложениях задуговых бассейнов. Указанные общие особенности, вероятно, отражают единый механизм формирования осадочных бассейнов региона – в ходе разновозрастных процессов тылового спрединга, осложненных восходящими потоками флюидных расплавов.

По данным, полученным при проведении геолого-геофизических работ в разные годы, построена карта глубин поверхности Мохо активных континентальных окраин переходной зоны от Евразийского и Австралийского континентов к Тихому океану (Рис. 2.7).

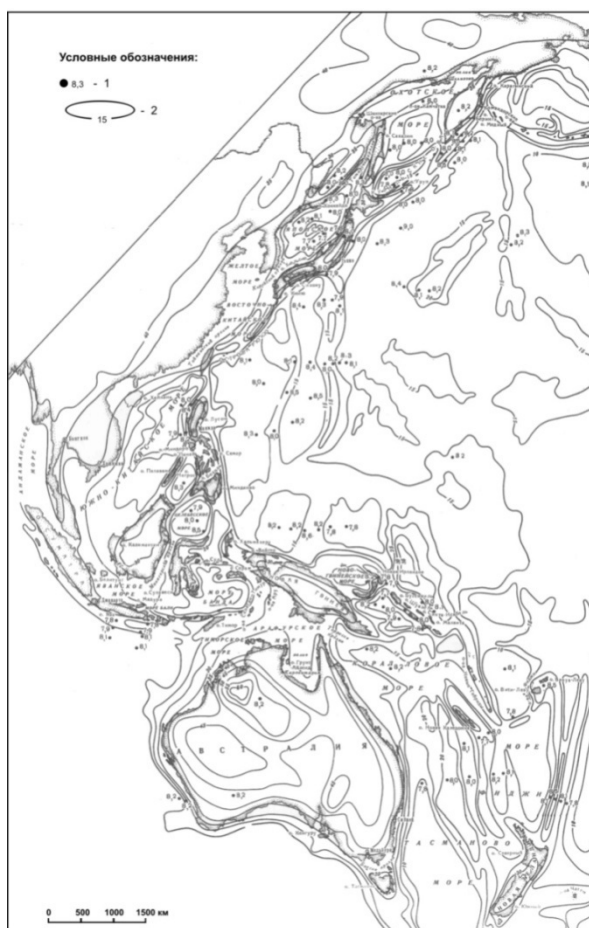


Рисунок 2.7. Карта поверхности Мохо западной части Тихого океана. 1 – скорости сейсмических волн по поверхности Мохо (км/с); 2 – изолинии глубин поверхности Мохо (км).

Мощность коры варьирует от 40 км под Австралией и Азиатской континентальной окраиной до 25–30 км под островными дугами и 10–15 км под окраинными морями и Тихим океаном. Формирование структур переходной зоны связано коллизией Тихоокеанской, Евразийской и Индо-Австралийской плитами, субдукционные процессы которой привели к активной сейсмичности, магматизму и проявлению гидротермальной деятельности с образованием сульфидных полей.

Глубинные процессы обусловили сильно расчлененный рельеф поверхности Мохо, различные граничные скорости сейсмических волн на поверхности верхней мантии, различную плотность теплового потока. Карта поверхности Мохо демонстрирует отражение геологических структур в глубинном строении и подчеркивает положение о том, что кора переходной зоны изостатически не уравновешена. Обычно изолинии поверхности Мохо повторяют контуры расположенных в переходной зоне структурных элементов. Причем отмечается, что при увеличении глубины моря уменьшается мощность земной коры, а при глубине моря, достигающей примерно 3 км, наблюдается уже океаническая кора. Граничные скорости сейсмических волн вдоль поверхности Мохо пониженные, особенно под островными дугами и глубоководными впадинами.

Разуплотнение верхней мантии переходной зоны подтверждается данными сейсмической томографии, свидетельствующими о неглубоком расположении астеносферы в переходной зоне. Под древними палеогеновыми глубоководными котловинами окраинных морей, такими как Филиппинская котловина, астеносфера залегает на глубине 50–80 км; под неогеновыми котловинами, например, котловиной Паресе-Вела Филиппинского моря или Курильской котловиной Охотского моря, астеносфера установлена на глубине примерно 30 км, а под плиоцен-четвертичными (современными междуговыми бассейнами) астеносфера располагается под земной корой на глубине всего 10–20 км, обуславливая раскол литосферы, образование рифтовых структур, излияние базальтовой магмы и проявление гидротермальной активности. Гидротермальная активность приурочена к рифтовым структурам междуговых молодых трогов, таких как Лау, Марианский, Окинава, где наблюдается апвеллинг астеносферы к земной коре.

В 2011 г. продолжено изучение влияния физических полей различной природы на геодинамические процессы. Ранее был проведен анализ данных о сейсмической и вулканической энергии, выделившейся на всем Земном шаре за период с 1680 по 2010 г., в сопоставлении с солнечной активностью. Выявлены вековые циклы солнечной активности, сейсмичности и вулканической активности в целом продолжительностью около 100 лет. В начале каждого из циклов XVIII, XIX и XX веков сейсмическая и вулканическая активность имели максимальное значение, значения же чисел Вольфа, характеризующие солнечную активность, были минимальны. Таким образом, наблюдалась существенная отрицательная корреляция сейсмичности и вулканизма Земли с солнечной активностью. По нашим данным, третий (начиная с 1680 г.) вековой цикл, начавшийся в 1890 г., закончился в конце XX в. Это позволяет считать, что в 90-х годах прошлого века начался новый вековой цикл, в начале которого (по аналогии с предшествующими) должны будут наблюдаться относительно пониженная солнечная активность и, наоборот, сильная сейсмическая и вулканическая активность, которая сохранится на протяжении примерно первой трети столетнего цикла. Землетрясение в Японии 11 марта 2011 г. с магнитудой 9 продолжило список мощных землетрясений, которые, как прогнозировалось, будут происходить в начале наступившего векового цикла.

Опыт наблюдений, проведенных в 2011 г., свидетельствует о том, что при нарастании локального напряжения в каком-либо районе Земли, то есть в период подготовки природной катастрофы, происходят не только механические процессы, но и другие, в том числе атомно-ядерные. В результате происходит резкое увеличение потоков нейтронов, регистрируемых на поверхности Земли. В специфических условиях пород земной коры эти нейтронные потоки могут передаваться на сверхдальние расстояния. Конкретно это проявляется в том, что обнаружена высокая корреляция между энергией землетрясений и потоками нейтронов земного происхождения, регистрируемыми нашими приборами. Интенсивность потоков нейтронов особенно возрастает вблизи тектонических разломов перед крупными землетрясениями. В экспериментах, проводимых в 2010–

2011 гг., получено подтверждение регистрации на поверхности Земли нейтронов, связанных с землетрясениями и вулканическими извержениями.

В результате наземных измерений тепловых нейтронов, проводившихся в 2010 г. в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН, г. Троицк Московской области) и на пункте комплексных наблюдений Камчатского филиала Геофизической службы РАН вблизи г. Петропавловск-Камчатский, были зарегистрированы потоки частиц, связанные с происшедшим 27 февраля 2010 г. крупным землетрясением в Чили с магнитудой $M_w = 8,8$.

Наблюдались как отдельные кратковременные всплески потоков нейтронов, зарегистрированные в Москве, так и возрастание потоков тепловых нейтронов на несколько порядков, которое началось в г. Петропавловск-Камчатский примерно за сутки до землетрясения. Значительные потоки нейтронов наблюдались в Москве и на Камчатке в марте и апреле 2010 г. в связи с извержением вулкана Эйяфьядлайокудль в Исландии. Вулкан проснулся 21 марта 2010 года, а основная фаза выбросов началась 14 апреля. Объем выброшенного пепла по предварительным данным за 14–18 апреля составил $0,25 \text{ км}^3$. Это извержение – одно из самых крупных после 1993 г. Увеличение на несколько порядков потоков нейтронов стало наблюдаться еще до начала извержения вулкана в марте 2010 г. На Рис. 2.8 представлены временные вариации в феврале–апреле 2010 г.

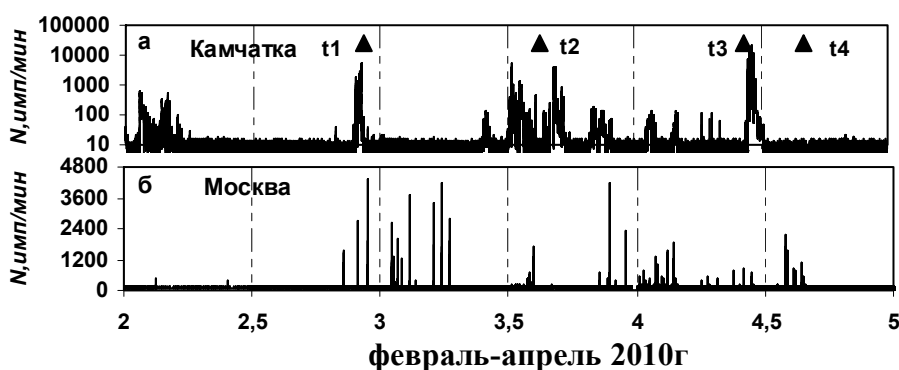


Рисунок 2.8. Временные вариации потоков нейтронов в феврале–апреле 2010 г.: а – интенсивности тепловых нейтронов, зарегистрированных на Камчатке, б – интенсивности тепловых нейтронов, зарегистрированных в Москве. Интервал измерений – минута. Треугольники t1– t4 означают: t1– время землетрясения в Чили; t2 – время начала извержения вулкана; t3–t4 – период взрывной фазы извержения.

Значительные потоки нейтронов также наблюдались в период, предшествующий землетрясению 11 марта 2011 г. в Японии с магнитудой $M = 9$ (Рис. 2.9).

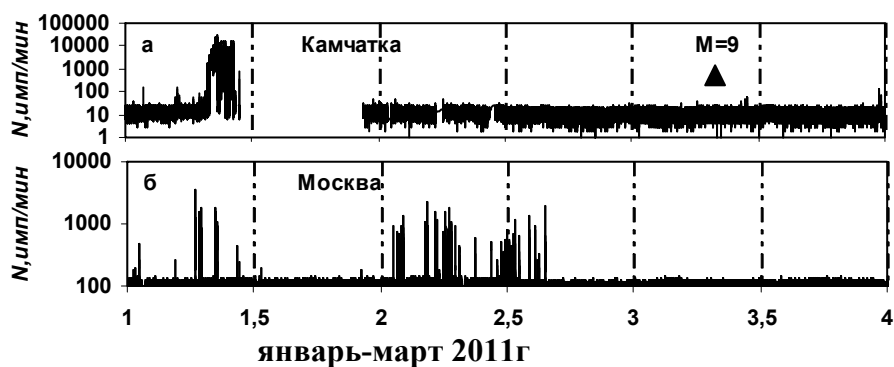


Рисунок 2.9. Временные вариации потоков нейтронов в январе–марте 2011 г.: а – интенсивности тепловых нейтронов, зарегистрированных на Камчатке, б – интенсивности тепловых нейтронов, зарегистрированных в Москве. Треугольник – время землетрясения в Японии 11 марта 2011 г. с магнитудой $M=9$.

В наших исследованиях также установлено, что во время подготовки крупных землетрясений происходит возмущение геомагнитного поля, фиксируемое в районах, отдаленных от эпицентра будущего землетрясения, длительностью около одного часа, и кратковременные всплески (Рис. 2.10).

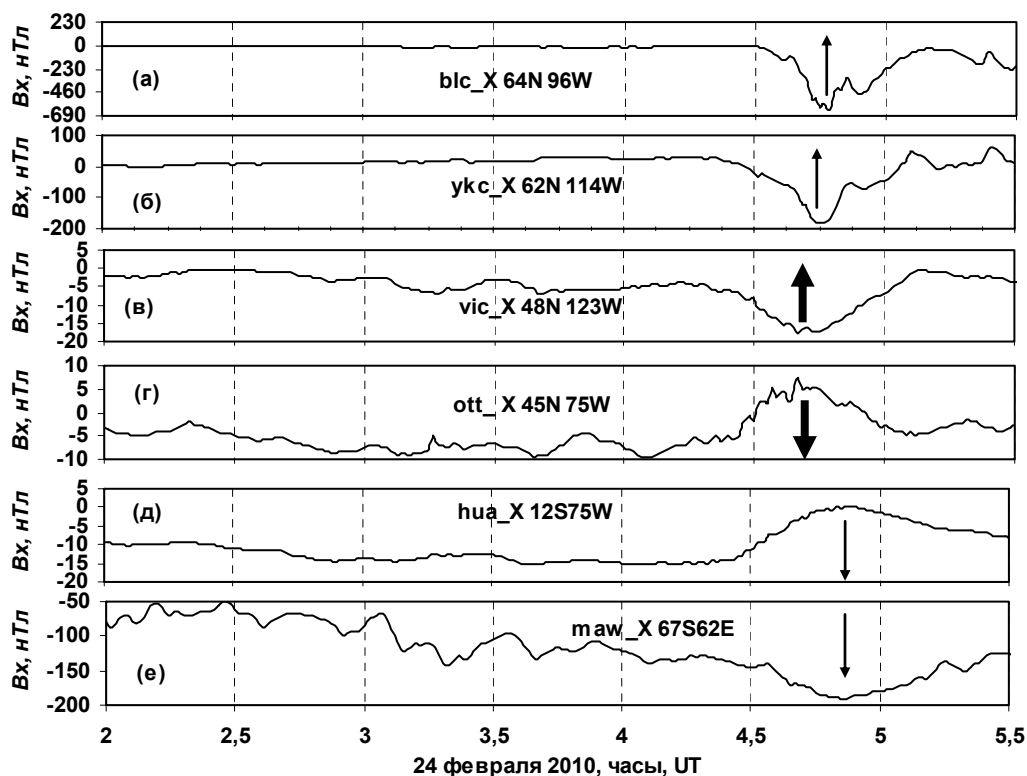


Рисунок 2.10. Временные вариации амплитуды магнитного поля Земли.

Публикации сотрудников лаборатории: *

Статьи:

- Белов С., Шестопалов И., Харин Е. Где находится «пуп» Земли? Государственное управление ресурсами, 2011, № 4, с. 66–71.
- Белов С. В., Шестопалов И. П., Харин Е. П. Эндогенная активность Земли и ее связь с солнечной и геомагнитной активностью. Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России», 2011, № 3, с. 10–14.
- Родников А. Г. Расколы литосферы и формирование осадочных бассейнов на границах континент–океан. Геодинамика, 2011, № 2(11), с. 266–268. ISSN 1992-142X.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Построение геодинамических моделей глубинного строения сейсмоактивных регионов Земли (Нефтегорское землетрясение, о. Сахалин). Геодинамика, 2011, № 2(11), с. 269–271. ISSN 1992-142X.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Геодинамические модели глубинного строения активных континентальных окраин переходной зоны Евразия–Тихий океан. Современное состояние наук о Земле, М., МГУ, 2011, с. 1571–1575.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Геодинамика и минерагения островных дуг и окраинных морей западной части Тихого океана. Материалы Всероссийской конференции VII Косыгинские чтения «Тектоника, магматизм и геодинамика востока Азии», Хабаровск, 2011, с. 117–119.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Геодинамические модели глубинного строения регионов природных катастроф континентальных окраин переходной зоны Евразия–Тихий океан. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием «Проблемы сейсмотектоники», 20–22 сентября 2011 г., М., 2011, с. 466–471.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Рашидов В. А., Сергеева Н. А. Субдукционные процессы и глубинное строение региона Южно-Китайского моря. Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит. Владивосток, Дальнаука, 2011, с. 37–39.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Рашидов В. А., Сергеева Н. А. Геотраверс региона Южно-Китайского моря. Геология морей и океанов, Т. 5, Отв. ред. А. П. Лисицын, М., ГЕОС, 2011, с. 169–173.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Рашидов В. А., Сергеева Н. А., Нисилевич М. В. Глубинное строение региона Южно-Китайского моря. Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле, 2011, № 2, Вып. 18, с. 52–72.
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Соловьев А. А., Харин Е. П., Кузьмин Ю. Д. О генерации нейтронов и возмущениях геомагнитного поля накануне катастрофического Чилийского землетрясения 27 февраля 2010 г. Вестник Московского государственного открытого университета, М., 2011, № 1, с. 66–76.
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Соловьев А. А., Кузьмин Ю. Д. О связи сейсмичности и вулканизма с солнечной и геомагнитной активностью, а также о генерации нейтронов и геомагнитных возмущениях в связи с Чилийским землетрясением 27 февраля и вулканическим извержением в Исландии в марте–апреле 2010 г. Геомагнетизм и Аэрономия (в печати).
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Харин Е. П., Соловьев А. А., Кузьмин Ю. Д. Генерация нейтронов и особенности возмущения геомагнитного поля в период, предшествующий Чилийскому землетрясению 27 февраля 2010 г. с $M_w=8,8$. Современное состояние наук о Земле, М., МГУ, 2011, с. 2105–2109.
- Харин Е. П., Шестопалов И. П. Вековые циклы сейсмичности Земли и солнечной активности. Геодинамика, 2011, № 2(11), с. 320–322. ISSN 1992-142X.
- Belov S. V., Shestopalov I. P., Kharin E. P., Soloviev A. A. Phenomenon of flows of neutrons and gamma radiation during Chilean earthquake, 27 February 2010 and Eyjafjallajökull volcano eruption in Iceland in April 2010. Geoscience Frontiers. China University of Geosciences. Beijing (в печати).
- Reay Sarah J., Donald C. Herzog, Sobhana Alex, Evgeny P. Kharin, Susan McLean, Masahito Nosé, and Natalia A. Sergeyeva. Magnetic Observatory Data and Metadata: Types and Availability. Chapter 7 in: Geomagnetic Observations and Models, IAGA Special Sopron Book Series, v. 5, M.Mandea, M.Korte (Eds.), 2011, 343 p.

* Здесь и далее выделены фамилии сотрудников ГЦ

Тезисы:

- Белов С. В., **Шестопалов И. П.** Пространственно-временные закономерности главных проявлений эндогенной активности Земли и их связь с солнечной и геомагнитной активностью. Сагитовские чтения – 2011 «Современные проблемы наук о Земле и исследования солнечной системы», ГАИШ МГУ, 30–31 мая 2011 г.
- Белов С. В., **Шестопалов И. П.**, Кузьмин Ю. Д. О взаимосвязях сейсмичности и вулканизма с солнечной и геомагнитной активностью и о генерации нейтронов. Международная конференция по теоретической физике 20–23 июня 2011, МГОУ.
- Шестопалов И. П.**, Белов С. В., Кузьмин Ю. Д. К вопросу о причинах возникновения катастрофы на Японской АЭС «Фукусима». XII Международная конференция «Безопасность АЭС и подготовка кадров – 2011», Обнинск, 4–7 октября 2011 г. Тезисы докладов, Т. 1, с. 59–62.
- Харин Е. П., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П., Крылова Т. А., Нисилевич М. В., Родников А. Г., Шестопалов И. П.** Геофизические данные в национальной информационной системе данных МПГ. Тезисы научной Конференции «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований (POLAR 2011). 24–26 мая 2011 г. Троицк, ИЗМИРАН, с. 31. ISBN 978-5-89513-232-6.
- Kharin E. P., Sergeyeva N. A.** World Data Centers at Geophysical Center RAS // Materials of the Int. Conf. "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 2011, Uglich, Russia.
- Rodnikov A. G.** Geodynamic and Mineralization in the Pacific Mobil Belt // Proceeding of 10th International Congress on Applied Mineralogy. Trondheim, Norway, 2011.
- Rodnikov A. G.** Elaboration of the interdisciplinary database for the construction of the geodynamic models of deep structure of the nature disaster regions (Neftegorsk earthquake, Sakhalin Island) // Proceeding of International Congress and Exhibition "Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization" GEOCATACLYSM – 2011. Istanbul, 2011.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Ancient subduction zone in East Sakhalin (Sea of Okhotsk Region) // Abstracts of EGU General Assembly. Vienna, 2011, V. 13, EGU2011-33.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Geodynamic and Metallogeny in the Pacific Mobil Belt // Abstracts of EGU General Assembly. Vienna, 2011, V. 13, EGU2011-35.
- Shaimardanov Marsel, Alexei Gvishiani, Michael Zgurovsky, Alexander Sterin, Alexander Kuznetsov, **Natalia Sergeyeva, Evgeny Kharin**, Kostiantyn Yefremov. Development of WDS Russian-Ukrainian segment. Abstracts and Guide to the WDS. The First ICSU World Data System Conference "Global Data for Global Science", 2011, Kyoto University, Kyoto, Japan, P. 21.
- Sergeyeva Natalia, Evgeny Kharin, Ludmila Zabarinskaya, Alexander Rodnikov, Igor Shestopalov, Tamara Krylova, Michael Nisilevich.** Information about the World Data Centers for Solid Earth Physics and Solar-Terrestrial Physics. Regional multidisciplinary initiatives of Russian-Ukrainian World Data Centers Segment for occurrence in the World Data System // Abstracts and Guide to the WDS. The First ICSU World Data System Conference "Global Data for Global Science", 2011, Kyoto University, Kyoto, Japan, P. 89.
- Zgurovsky M. Z., K. V. Yefremov, A. D. Gvishiani, **N. A. Sergeyeva, E. P. Kharin.** Russian-Ukrainian Segment of the World Data System. Materials of the Int. Conf. "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 2011, Uglich, Russia.

Доклады на конференциях:

- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А.** Геодинамические модели глубинного строения активных континентальных окраин переходной зоны Евразия–Тихий океан. Международная конф. памяти В. Е. Хаина «Современное состояние наук о Земле», МГУ, Москва, 1–4 февраля 2011 г.
- Родников А. Г.** Расколы литосферы и формирование осадочных бассейнов на границах континент–океан. Международная научная конференция «Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды», Львов, 10–14 октября 2011 г.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А.** Построение геодинамических моделей глубинного строения сейсмоактивных регионов Земли (Нефтегорское землетрясение, о. Сахалин). Международная научная конференция «Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды», Львов, 10–14 октября 2011 г.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Рашидов В. А., Сергеева Н. А.** Геотраверс региона Южно-Китайского моря. XIX Международная научная конференция (Школа) по морской геологии «Геология морей и океанов», ИО РАН, Москва, 14–18 ноября 2011 г.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Рашидов В. А., Сергеева Н. А.** Субдукционные процессы и глубинное строение региона Южно-Китайского моря. Всероссийская научная конференция с международным участием «Геологические процессы в обстановках субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит», Владивосток, 20–22 сентября, 2011 г.
- Харин Е. П., Шестопалов И. П.** Вековые циклы сейсмичности земли и солнечной активности. Международная научная конференция «Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды», Львов, 10–14 октября 2011 г.
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Кузьмин Ю. Д.** К вопросу о причинах возникновения катастрофы на Японской АЭС «Фукусима». XII Международная конференция «Безопасность АЭС и подготовка кадров – 2011», Обнинск, 4–7 октября 2011 г.
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Харин Е. П., Соловьев А. А., Кузьмин Ю. Д.** Генерация нейтронов и особенности возмущения геомагнитного поля в период, предшествующий Чилийскому землетрясению 27 февраля 2010 г. с магнитудой $M_w=8,8$. Международная конференция памяти В. Е. Хаина «Современное состояние наук о Земле», МГУ, Москва, 1–4 февраля 2011 г.
- Kharin E. P., Sergeyeva N. A.** World Data Centers at GC RAS. Materials of the Int. Conf. "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 2011, Uglich, Russia.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Ancient subduction zone in East Sakhalin (Sea of Okhotsk Region). Генеральная ассамблея Европейского союза наук о Земле. Вена, Австрия, 3–8 апреля 2011 г.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Geodynamic and Metallogeny in the Pacific Mobil Belt. Генеральная ассамблея Европейского союза наук о Земле. Вена, Австрия, 3–8 апреля 2011 г.
- Shaimardanov Marsel, Alexei Gvishiani, Michael Zgurovsky, Alexander Sterin, Alexander Kuznetsov, **Natalia Sergeyeva, Evgeny Kharin, Kostiantyn Yefremov.** Development of WDS Russian-Ukrainian segment. The First ICSU World Data System Conference "Global Data for Global Science", Kyoto University, Kyoto, Japan, September 3–6, 2011.
- Sergeyeva, Natalia, Evgeny Kharin, Ludmila Zabarinskaya, Alexander Rodnikov, Igor Shestopalov, Tamara Krylova, Michael Nisilevich.** Information about the World Data Centers for Solid Earth Physics and Solar-Terrestrial Physics. Regional multidisciplinary initiatives of Russian-Ukrainian World Data Centers Segment for occurrence in the World Data System. The First ICSU World Data System Conference "Global Data for Global Science", Kyoto University, Kyoto, Japan, September 3–6, 2011.
- Zgurovsky M. Z., K. V. Yefremov, A. D. Gvishiani, **N. A. Sergeyeva, E. P. Kharin.** Russian-Ukrainian Segment of the World Data System. International Conference "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", Uglich, Russia. January 26–28, 2011.
- Харин Е. П., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П., Крылова Т. А., Нисилевич М. В., Родников А. Г., Шестопалов И. П.** Геофизические данные в национальной информационной системе данных МПГ. Научная конференция «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований (POLAR 2011)». ИЗМИРАН, Троицк, 24–26 мая 2011 г.

Командировки сотрудников лаборатории:

И. П. Шестопалов

XII Международная конференция «Безопасность АЭС и подготовка кадров–2011», Обнинск, 4–7 октября 2011 г.

А. Г. Родников

Генеральная ассамблея Европейского союза наук о Земле. Вена, Австрия, 3–8 апреля 2011 г.

Н. А. Сергеева

Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», г. Углич, Ярославская область, 26–28 января 2011 г.

Генеральная ассамблея Европейского союза наук о Земле. Вена, Австрия, 3–8 апреля 2011 г.

Е. П. Харин

1. Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», г. Углич, Ярославская область, 26–28 января 2011 г.
2. Международная научная конференция «Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды», Львов, 10–14 октября 2011 г.

М. В. Нисилевич

The First ICSU World Data System Conference “Global Data for Global Science”, Kyoto University, Kyoto, Japan, September 3–6, 2011.

3. Лаборатория сетевых информационных технологий

(зав. лабораторией к.ф.-м.н. М. Н. Жижин)

3.1. Международный проект EGEE

В 2011 году Геофизический центр РАН успешно завершил участие в третьем этапе международного европейского проекта по развертыванию грид-инфраструктуры для научных приложений EGEE-III.

Общеизвестной является грид-инфраструктура EGEE (Enabling Grids for E-sciencE); EGEE Portal: Enabling Grids for E-Science [<http://www.eu-egee.org/>]. Изначально проект EGEE был призван обеспечить вычислительные ресурсы для анализа данных, поступающих от Большого адронного коллайдера (БАК, LHC) в ЦЕРН (CERN), Женева. Этот проект соединяет вычислительные ресурсы по физике высоких энергий по всему миру и должен был перерабатывать предсказанные 15 петабайт данных, производимых LHC ежегодно. EGEE начался с этой инфраструктуры, добавляя дополнительные ресурсы из всех частей земного шара и привлекая институты, организации и пользователей из числа других сообществ для формирования того, что стало крупнейшей научной инфраструктурой грид в мире. Созданная для целей обработки данных в сфере физики

элементарных частиц, инфраструктура EGEE и сейчас в основном ориентируется на предстоящую задачу обработки данных с LHC. За время существования проекта ставились различные приоритетные цели и было пройдено несколько этапов. Современное грид-сообщество действует в рамках проекта EGEE-III.

Проект EGEE связывает более 70 учреждений в 27 европейских странах для строительства научной грид-инфраструктуры для европейских научных исследований. Опираясь на последние разработки в грид и ранние проекты, такие как EU DataGrid, проект имеет следующие основные цели:

- Создание безопасной и надежной инфраструктуры грид;
- Реконструирование легких промежуточных решений, таких как gLite, специально предназначенных для использования в различных научных дисциплинах;
- Привлечение, участие и поддержка широкого круга пользователей из науки и промышленности, а также предоставление им широкой технической поддержки и подготовку кадров.

EGEE насчитывает более 250 узлов. Это содружество научно-исследовательских центров, университетов, компаний и других заинтересованных объектов. Созданная первоначально в Европе, инфраструктура в настоящее время включает узлы в Северной и Южной Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе в дополнение к первоначальным ресурсам. Эти узлы обеспечивают около 41000 процессоров. 1 апреля 2006 г. Европейской комиссией был запущен проект EGEE-II, 1 мая 2008 г. – проект EGEE-III. Первоначально включающий две научные области – физику высоких энергий и естественные науки, EGEE сейчас интегрирует приложения из многих других научных областей, от геологии до вычислительной химии.

Инфраструктура рассчитана на широкий спектр аппаратных средств. В последней версии пакета gLite EGEE инфраструктуры предполагается использование операционных систем Scientific Linux 5.0 64-битной архитектуры, однако сохранена поддержка сайтов, использующих пакет gLite 3.1, 32-битные версии ППО и операционные системы Scientific Linux 4.0, CentOS и другие.

Европейский грид включает в себя сайты непосредственно институтов, работающих с адронными коллайдерами (LHC, CMS, ATLAS), а также совокупность институтов, занимающих в иерархии зоны TIER-0 и TIER-1, ресурсы которых непосредственно обслуживают эксперимент. Сайты TIER-2 более удалены, как физически, так и по уровню вычисляемых на них задач, среди них также некоторые европейские организации и российский сегмент грид. В России грид представляет РДИГ (Российский грид для интенсивных операций с данными – Russian Data Intensive Grid, RDIG), организованный в сентябре 2003 г. для создания грид-инфраструктуры. В настоящее время в RDIG входят уже около 20 различных институтов, в т.ч. вычислительный грид-узел Геофизического центра РАН. Консорциум RDIG входит в структуру EGEE в качестве региональной федерации для обеспечения полномасштабного участия России в этом глобальном грид-проекте.

Ресурсные грид-центры TIER-2 имеют обязательства по предоставлению ресурсов и поддержки виртуальным организациям БАК, например, по данным за 2011 год РНЦ КИ должен предоставить производительность 10895 условных единиц (на основе теста производительности *HEP-SPEC06*), что составляет из $256 \times 10,27 + 512 \times 8,55 + 256 \times 15,19$ (где первым множителем идёт количество слотов, под которыми обычно подразумевают ядра процессоров, а вторым его условная производительность), всего предоставляется 1024 слотов под задачи (т. е. слот – это наименьшая процессорная единица, на которой может считаться задача). Косвенно эти же требования отражаются средствами мониторинга в виде максимально доступных слотов под разные виртуальные организации (а именно, lhcb, atlas, cms, alice). Обязательства предоставления дисковых ёмкостей из того же источника, на примере того же сата, всего 1000 Тб (из них Atlas 315,5; CMS 290,5; Alice 257,5; LHCb 136,5), причём данные учитывают накладные расходы на организацию raid5/6 и 5% для самой файловой системы. Также некоторые проекты ставят требования на скорость сетевого соединения (например, WLCG 2,5 Гб/с, другие проекты в настоящее время организовали каналы до 10 и более Гб/с). По данным мониторинга текущие ресурсы РДИГ составляют почти 1800 физических процессоров (более 4000 ядер) и почти 2 Пб дисковой памяти для хранения (1 Пб=1000 Тб), при этом считается порядка 5500 задач и ещё около 2000 находятся в очереди ожидания. Прочие сайты принадлежат TIER-3 и не имеют прямых обязательств перед экспериментом на БАК, однако входят в общую инфраструктуру и могут использовать общие ресурсы и предоставлять свои, например, в РДИГ для виртуальных сообществ российских экспериментов (таких как rfusion, rdteam, eearth и других).

EGEE был запущен в марте 2004 года под названием “Enabling Grids for E-science in Europe”, однако вскоре изменил свое название в связи с добавлением партнеров из Соединенных Штатов Америки и Азиатско-Тихоокеанского региона. Исходно EGEE использовал ППО своего предшественника – проекта EDG (European Data Grid). Это ППО затем было развито в пакет LCG, и именно LCG работал в инфраструктуре EGEE на ранней стадии проекта. Параллельно в EGEE были выполнены работы по модернизации большей части исходного пакета и был создан новый продукт – gLite, который сейчас устанавливается в инфраструктуру и является основным. Пакет gLite является полным решением для грид, включая как базовые низкоуровневые программы, так и ряд служб высокого уровня. Было создано несколько релизов данного пакета, от gLite 3.0 до gLite 3.2, на протяжении которых, с учётом требований и актуальных задач мирового научного сообщества, а также модификаций инфраструктуры и составляющих её сервисов, менялся состав и содержание структурообразующих пакетов.

Пакет gLite (Lightweight Middleware for Grid Computing [<http://glite.cern.ch/>]) распространяется на условиях лицензии открытого кода. В нем интегрированы как компоненты из лучших на настоящий момент проектов ППО, таких как Condor и Globus Toolkit, так и компоненты, разработанные для проекта LCG. gLite является одним из лучших базовых инструментальных средств, совместимых с такими планировщиками, как PBS, Condor и LSF. Пакет поддерживает работу с подсистемами хранения данных, таких

как DCACHE или DPM, средствами поддержки распределённых вычислений MPI, средствами мониторинга на основе APEL и BDI. gLite разработан с учетом свойств интероперабельности и содержит базовые службы, облегчающие построение приложений грид для любых прикладных областей.

3.2. Вычислительный грид-кластер ГЦ РАН

Полное грид имя вычислительного кластера ГЦ РАН в мировом грид сообществе – “ru-Moscow-GCRAS-LCG2”. Кластер включает в себя 2 вычислительных узла (WN), один узел хранилища (SE) и один узел (CE), координирующий ресурсы, задачи и пользователей. Общие ресурсы кластера составляют: 500 Гб, 8 ядер, 4 Гб оперативной памяти, внутренняя сеть 100 Мб/с, внешнее подключение до 1 Гб/с.

Поддерживается администрирование пользователей виртуальной организации eEarth (число участников составляет 14 человек, грид-имя eeearth). Ресурсный центр поддерживает задачи от виртуальных организаций dteam, ops, esr. Организацию eeearth также поддерживает сайт НИИЯФ МГУ, занимающий роль организатора в сегменте российского грида РДИГ Российский консорциум РДИГ (<http://rus.egee-rdig.ru/>). В частности, он отвечает за сервисы управления пользователями виртуальных организаций (VOMS Virtual Organisation Management Service), центрального брокера ресурсов (WMS) и службы локального файлового каталога (LFC).

Рассмотрим пример использования сервисов вычислительного грида для запуска задачи по определению параметров сейсмической анизотропии коры и верхней мантии путем совместной инверсии волновых форм обменных волн и волн SKS. Для решения задачи применялся алгоритм поиска экстремумов в поле полного перебора граничных условий. Генерация решений полного поля осуществлялась запуском вычислительной модели в грид-среде, которая была выбрана исходя из ресурсоёмкости поставленной задачи. Предлагаемое исследование явилось одной из первых попыток организации геофизических вычислений на инфраструктуре EGEE в рамках виртуальной организации eEarth, российской виртуальной организации для геофизических вычислений в грид, на базе грид-сайта ГЦ.

Вычислительные кластеры можно разделить на сильно связанные и слабо связанные. На сильно связанных вычислительных кластерах возможен счет задач, требующих общих ресурсов (shared memory, сетевых файловых систем, и т.п.) и синхронизации между задачами. Обычно такие кластеры обеспечивают высокоскоростные соединения узлов и механизмы обмена между задачами в процессе выполнения (MPI).

Для решения задачи в общем применялся алгоритм поиска экстремумов в поле полного перебора пространства определённых моделей. Генерация решений полного поля осуществлялась запуском вычислительной модели в грид-среде, которая была выбрана исходя из ресурсоёмкости поставленной задачи. Полная задача легко разбивается на практически любое количество индивидуальных подзадач, независимо выполняемых на отдельных процессорах. Очевидно, что в этом случае вместо сильносвязанного вычислительного кластера целесообразно использовать грид.

Вычисление на слабосвязанном кластере подразумевает, что задача разбивается на блоки, выполнение которых может происходить без какого-либо обмена между собой и независимо от порядка следования. В описываемом случае каждый такой блок включает в себя вычисление значений целевых функций для некоторого количества точек из пространства моделей. Количество рассчитываемых точек в блоке определяется главным образом минимизацией накладных расходов на запуск одного блока, но также учитываются политики совместного использования предоставленных ресурсов среди сообщества разных виртуальных организаций. В зависимости от загрузки кластера время запуска блока может сильно отличаться и составлять от нескольких минут до весьма продолжительного и в принципе неограниченного времени ожидания свободных ресурсов в очереди задач. При этом ресурсы в среде грид обычно распределяются в соответствии с принципом равного приоритета, т. е. если два разных пользователя начали работу в грид с запуска задач (один с требуемым суммарным временем расчёта N , другой с M , где $M \gg N$), то первоначальный запуск будет осуществлён одинаково для обеих задач, как только планировщик дойдёт до задачи в общей очереди, вне зависимости от затребованных ресурсов. Во время работы задачи и по её завершению конкретному пользователю или всей виртуальной организации, участником которой он является, будет «выставлен счёт» за использованные ресурсы, и дальнейшие задачи будут ставиться в данную общую очередь с уменьшенным приоритетом. Средства планировщика позволяют учитывать в оценке также и другие параметры, например, общие счётные часы (на основе запрошенного количества вычислительных ядер), и другие. Некоторые институты устанавливают собственные планировщики с расширенными возможностями распределения ресурсов и могут учитывать собственные критерии. В конце концов мониторинг грид-кластера позволяет администраторам ресурсных центров, а также и сообществу в целом, оценивать статистику использования ресурсов конкретного кластера той или иной виртуальной организацией (или её пользователей), и на основе этого принимать решения о политике дальнейшей поддержки данной организации, будь то выделение ей в пользование дополнительных ресурсов или отдельной очереди (где у неё будет либо наивысший приоритет, либо единоличное использование ресурсов), или же приостановление доступа к определённой очереди задач (т. е. фактических ресурсов).

Возвращаясь к конкретной задаче, так как время вычислений для одного набора входных параметров (одной точки в пространстве моделей) составляет менее секунды, общее поле было разбито на блоки по 100000 наборов. Таким образом, применительно к нашему случаю, вычисления по каждой из использованных моделей были разделены на 67 блоков по 100000 задач в каждом. Такое разбиение позволило оптимизировать загрузку доступных ресурсов используемых кластеров, так как ожидаемое время запуска каждого блока задач (и необходимых операций по загрузке и предварительной настройке исполняемых файлов и файлов конфигурации) было значительно меньше времени счета самой задачи, а количество блоков позволяло задействовать все свободные узлы счетного кластера при любой его загрузке и любом количестве свободных узлов.

Запуск задачи осуществлялся на кластере ГЦ и кластере НИИЯФ МГУ. Последний поддерживал три вычислительных элемента: lcg02.sinp.msu.ru – 48 процессоров (AMD), lcg06.sinp.msu.ru – 44 процессора (Intel XEON) и lcg38.sinp.msu.ru расчёта – 76 процессоров (Intel XEON). Задачам организации eearth была доступна только одна очередь на координаторе lcg06.sinp.msu.ru, при этом в этой очереди также находились задачи и других виртуальных организаций международного сообщества (atlas, cms).

Время вычислений по одной модели на кластере Геофизического центра составило 16 часов, в НИИЯФ МГУ – 7 часов

3.3. Развитие и поддержка портала SPIDR

В 2011 году в SPIDR было добавлено графическое представление доступности данных по станциям (Рис. 3.1) для трех наборов данных: космические лучи, геомагнитные наблюдения и ионосферные наблюдения. Станции, соответствующие одному из наборов данных, отображаются на карте кружками разного цвета, в зависимости от времени последнего обновления. Таким образом, можно наглядно определить наиболее активные (регулярно обновляемые) и наименее активные станции в архиве данных SPIDR.

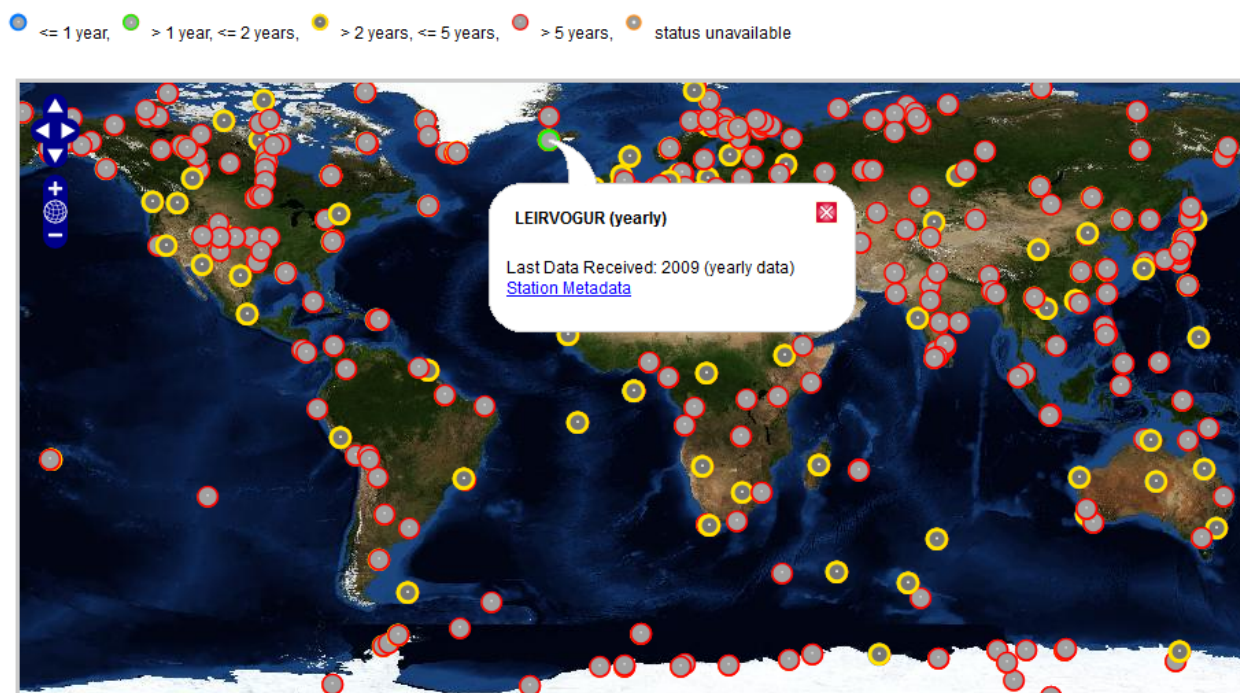


Рисунок 3.1. Графическое представление доступности данных по станциям.

При щелчке на одной из станций выводится всплывающее окно, содержащее полное название станции, время последнего обновления данных для данной станции и ссылку на метаданные (текстовое описание) данной станции.

Доступ к карте станций осуществляется через вкладку Dashboard в главном меню SPIDR (Рис. 3.2).

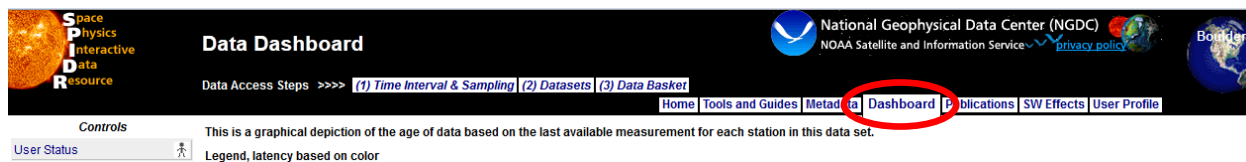


Рисунок 3.2. Вкладка Dashboard в главном меню SPIDR.

В нижней части страницы Data Dashboard размещается список всех отображенных на карте станций в виде таблицы (Рис. 3.3). Ячейки таблицы раскрашены так же, как и маркеры станций на карте. При щелчке на ячейке таблицы выводится всплывающее окно, в котором отображаются метаданные для соответствующей станции (окно фактически представляет собой фрейм, в котором открывается нужная страница «Виртуальной обсерватории»).

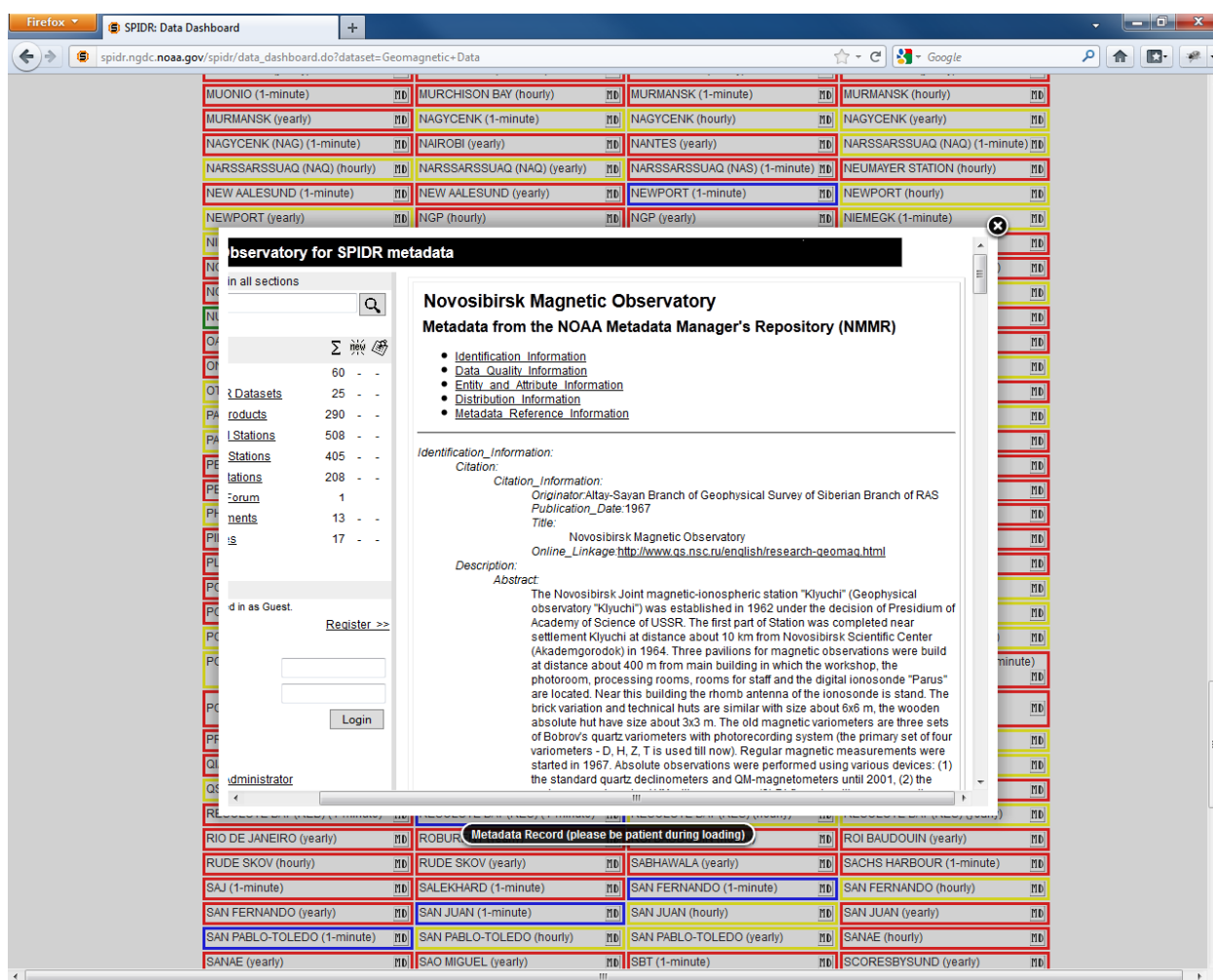


Рисунок 3.3. Таблица станций и окно метаданных на странице Data Dashboard.

Разработана визуализационная компонента, позволяющая наглядно отслеживать влияние различных параметров космической погоды (Рис. 3.4), например, на работу электронных приборов. Рассматриваются три возможных режима: нормальный (зеленый цвет), нестабильный (желтый цвет) и аномальный (красный цвет). Результаты

Доступ к странице погодных эффектов осуществляется через вкладку SW Effects в главном меню SPIDR (Рис. 3.5).



```
<rules>
  <group name="Observed Space Environmental EVENTS" key="events">
    <subgroup name="Solar" key="xflares">
      <rule key="solxrayflux">
        <longname>X-Ray Flare</longname>
        <shortname>X-Flare</shortname>
        <parameter>Solar X-Ray Flux (1-8 A)</parameter>
        <paramkey>goes_xl.12</paramkey>
        <first_category>0.01</first_category>
        <second_category>0.1</second_category>
      </rule>
    </subgroup>
  </group>
</rules>
```

```

<rule key="solradiovhf">
  <longname>Very High Frequency (VHF) Communications [225-400
  MHz]</longname>
  <shortname>UHF</shortname>
  <parameter>Solar Radio Flux (245 MHz)</parameter>
  <paramkey>rstn.ALL.f245</paramkey>
  <first_category>5000</first_category>
  <second_category>10000</second_category>
</rule>
...
</subgroup>
</group>
</rules>

```

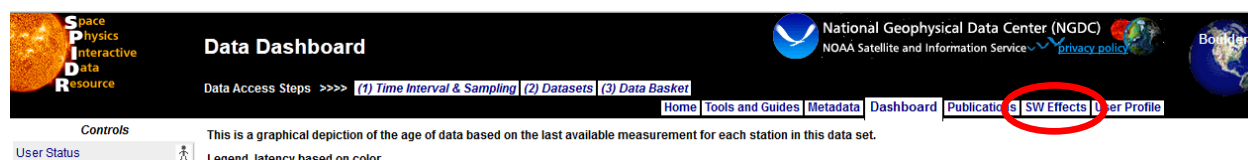


Рисунок 3.5. Вкладка SW Effects в главном меню SPIDR.

Растущие требования научного сообщества к предоставлению данных и сервисов, связанных с ними, развитие грид-инфраструктуры привели к необходимости организации ресурсных грид-центров данных с предоставлением ряда функциональности и совокупностей источников данных.

Проведенное исследование явилось одной из первых попыток организации геофизических вычислений на инфраструктуре EGEE в рамках виртуальной организации eEarth, российской виртуальной организации для геофизических вычислений в грид, на базе грид сайта Геофизического центра РАН.

Кластер ГЦ РАН включает в себя 2 вычислительных узла (WN), один узел хранилища (SE) и один узел (CE), координирующий ресурсы, задачи и пользователей. Общие ресурсы кластера составляют: 500 Гб, 8 ядер, 4 Гб оперативной памяти, внутренняя сеть 100 Мб/с, внешнее подключение до 1 Гб/с. Поддерживается администрирование пользователей виртуальной организации eEarth.

В 2011 году в SPIDR было добавлено графическое представление доступности данных по станциям, разработана визуализационная компонента, позволяющая наглядно отслеживать влияние различных параметров космической погоды на работу электронных приборов в соответствии с заданными правилами.

Публикации сотрудников лаборатории:

Buaba Ruben, Abdollah Homaifar, Mohamed Gebril, Eric A. Kihn, **Mikhail N. Zhizhin**, Satellite image retrieval using low memory locality sensitive hashing in Euclidean space. Earth Science Informatics, Springer, 2011, pp. 17–28.

Zhizhin Mikhail, Dmitry Medvedev, Dmitry Mishin, Alexey Poyda, Alexander Novikov. Transparent Data Cube for Spatiotemporal Data Mining and Visualization. Grid and Cloud Database Management, Springer, 2011, pp. 307–330.

4. Лаборатория геоинформатики

(и.о. зав. лабораторией Р. И. Краснопёров)

В 2011 г. деятельность лаборатории геоинформатики велась по направлениям:

- разработка интегрированной многодисциплинарной аналитической ГИС и реализация ГИС-приложения в форме картографического веб-сервиса;
- реализация проекта «Сфера-образование», направленного на внедрение современных технологий визуализации пространственных данных в образовательные учреждения г. Москвы;
- создание модели продвижения волны паводка по акватории Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии;
- уточнение границ Южного океана и Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования.

По указанным направлениям исследовательские работы выполнялись в рамках следующих научных тем:

- Программа Президиума РАН № 24, Проект 4.3.2. «Интеллектуально-аналитическая ГИС для комплексного анализа и интерпретации геометрической и семантической информации о геологическом строении Земли методами геоинформатики».
- Развитие новых геоинформационных технологий для включения российских Мировых центров данных по наукам о Земле в Мировую систему данных.

4.1. Разработка интегрированной многодисциплинарной аналитической ГИС

Основным и наиболее значимым итогом работ по данной тематике в 2011 г. было завершение проекта 4.1.2 «Интеллектуально-аналитическая ГИС для комплексного анализа и интерпретации геометрической и семантической информации о геологическом строении Земли методами геоинформатики» в рамках программы Президиума РАН № 14-23-24. В результате был создан прототип многодисциплинарной интеллектуальной геоинформационной системы с дополнительной алгоритмической компонентой, использующей методы интеллектуального анализа пространственных данных.

Архитектура и техническая реализация ГИС. Комплекс алгоритмов, основанный на методах дискретного математического анализа (ДМА), позволяет одновременно обрабатывать различные совокупности цифровых слоев данных. В современной реализации ГИС обеспечивает фундаментальные исследования обширной базой данных, эффективно сопряженной с ДМА алгоритмами обработки, и может быть использована для решения многих геолого-геофизических проблем.

Принципиальной особенностью ГИС является наличие в ее составе приложения для взаимодействия удаленных пользователей с соответствующими цифровыми слоями. Это

обеспечено функционированием специального картографического веб-сервиса, не требующего от конечных пользователей установки дополнительного программного обеспечения. Данный инструмент прост в использовании и не требует квалификации ГИС-специалиста. Все цифровые слои данных и соответствующая атрибутивная информация хранятся централизованно на ГИС-сервере с обеспечением доступа в многопользовательском режиме. Непосредственный доступ к данным на сервере возможен только для администраторов системы.

ГИС спроектирована в соответствии с современными представлениями о системах обработки пространственных данных. Представление архитектуры ГИС характеризуется разделением на несколько независимых уровней и основывается на сервис-ориентированной концепции и открытых стандартах. Центральным компонентом современной архитектуры является ГИС-сервер. Разработанная ГИС представляет собой многоуровневую систему:

1. *Уровень данных.* Включает источники данных, СУБД и инструменты для подготовки данных.
2. *Уровень приложений.* Включает различные сервисы и приложения (выполняемые на ГИС и веб-серверах), выполняющие обработку и предоставление данных по запросам приложений-клиентов.
3. *Уровень представления.* Сформирован различными приложениями-клиентами, которые используют ГИС-сервисы и предоставляют результаты пользователю.

Основную роль в организации второго уровня архитектуры выполняет ГИС-сервер. На уровне данных организовано хранение исходных геофизических данных, обработку которых планируется выполнять. На уровне доступа к данным применена технология СУБД ArcSDE (для цифровой топографической карты России), а также прямое чтение файлового хранилища геофизических данных и их предоставление на уровне обработки ГИС-серверу. На уровне обработки данных стандартные компоненты SOC (server object container) и SOM (server object manager), реализующие обработку пространственных данных, дополняются сервисами геообработки (geoprocessing services), которые выполняют алгоритмы обработки данных (например, алгоритмы кластерного анализа), подключаемые Разработчиком. На третьем уровне создается изображение карты, которое нужно передать Пользователю. Уровень предоставления данных включает в себя стандартный сервер веб-приложений Apache и хранимое на нем ГИС-приложение со специальным компонентом для представления Каталога алгоритмов. Этот сервер передает изображение непосредственно на машину Пользователя в компонент GIS Web Client, веб-браузер, интерпретирующий язык разметки, откликающийся на запросы Пользователя.

Реализация ГИС явилась наиболее трудоемкой частью работы по данной тематике, выполненной в 2011 г. В целом процесс реализации можно представить следующими этапами:

1. Развертывание тестовой площадки на основе спроектированной Архитектуры.

2. Выбор и подключение необходимых ГИС-сервисов и их запуск.
3. Математическая реализация алгоритмов обработки геофизических данных.
4. Разработка алгоритмов обработки геофизических данных в среде ГИС (серверная часть).
5. Разработка ГИС-приложения (клиентская часть).
6. Подключение каталога алгоритмов к ГИС-приложению.
7. Тестирование реализации.

Для разработки и тестирования Системы была развернута тестовая площадка в соответствии с проектируемой Архитектурой.

Важным результатом в отчетный период является создание и совершенствование действующего прототипа блока интеллектуального анализа Системы. Разработаны принципы интеграции алгоритмов кластерного анализа в единой геоинформационной среде в виде централизованного каталога алгоритмов обработки геоданных (ЦКАОГД). Каталог представляет собой подсистему ГИС, отвечающую за доступ к специфическим алгоритмам обработки геофизических данных, выполняемых централизованно на сервере ГИС. Интеллектуальный блок (слой) включает в себя как классические алгоритмы кластеризации (например, алгоритм к-ближайших соседей), так и оригинальные алгоритмы искусственного интеллекта, созданные в ГЦ РАН в рамках работ по Программе Президиума РАН №24. К последним относятся четыре алгоритма: Роден, Кристалл, Монолит и δ -кластер. Включение алгоритмов в алгоритмическом слое ГИС означает, что алгоритмы оказываются применимы непосредственно к данным формата ArcGIS без дополнительных преобразований информации. При этом алгоритмы могут применяться как к индивидуальным слоям данных, так и к любым конечным наборам слоев (например, к двум, трем или десяти слоям одновременно).

Картографическое веб-приложение. Тематические слои данных, оформленные в соответствии с требованиями, публикуются ГИС-сервером (ArcGIS Server) в виде отдельного ГИС-проекта. Опубликованные проекты с определенными ограничениями становятся доступными авторизованным пользователям посредством сети Интернет либо с помощью пользовательского программного пакета ArcGIS Desktop, либо с помощью специального ГИС-приложения.

ГИС-приложение является основной частью подсистемы визуализации ГИС и реализуется как веб-приложение, которое отображает картографическую информацию и дает пользователю возможность взаимодействовать с ГИС. Веб-приложение является платформонезависимым и позволяет подключаться к ГИС в любой точке мира при наличии доступа в Интернет. В качестве программного интерфейса к ArcGIS Server был выбран ArcGIS JavaScript API, включающий расширения ArcGIS JavaScript Extension for the Google Maps API и ArcGIS JavaScript Extension for Virtual Earth.

В соответствии с целями создания и назначением подсистемы визуализации ГИС веб-приложение обеспечивает выполнение следующих задач:

- Визуализация пространственных и атрибутивных данных (отображение карты);
- Отображение элементов взаимодействия с ГИС: каталог геоданных в виде дерева, область карты, элементы манипулирования экстендом карты, каталог алгоритмов, область атрибутивных данных и результатов выполнения алгоритмов;
- Обеспечение взаимодействия с пользователем: выбор карты, изменение экстенда отображения карты, изменение видимости слоев карты.

В 2011 г. было доработано веб-приложение ГИС, прототип которого был создан в 2010 г. На Рис. 4.1 и Рис. 4.2 представлен общий вид текущей версии веб-приложения, а также проиллюстрированы некоторые возможности, реализованные на данный момент.

Пользовательский интерфейс веб-приложения включает несколько областей в окне веб-браузера:

- *Область карты* со встроенным окном миникарты для удобства навигации;
- *Панель инструментов* – содержит основные инструменты для работы с картой;
- *Вкладки (Данные, Алгоритмы, Результаты)* – для управления картой;
- *Заголовок и Строка состояния* – дополнительные элементы пользовательского интерфейса.



Рисунок 4.1. Общий вид веб-приложения. (Наложены несколько слоев: крупные и сверхкрупные месторождения полезных ископаемых; провинции карбонатитов и кимберлитов).

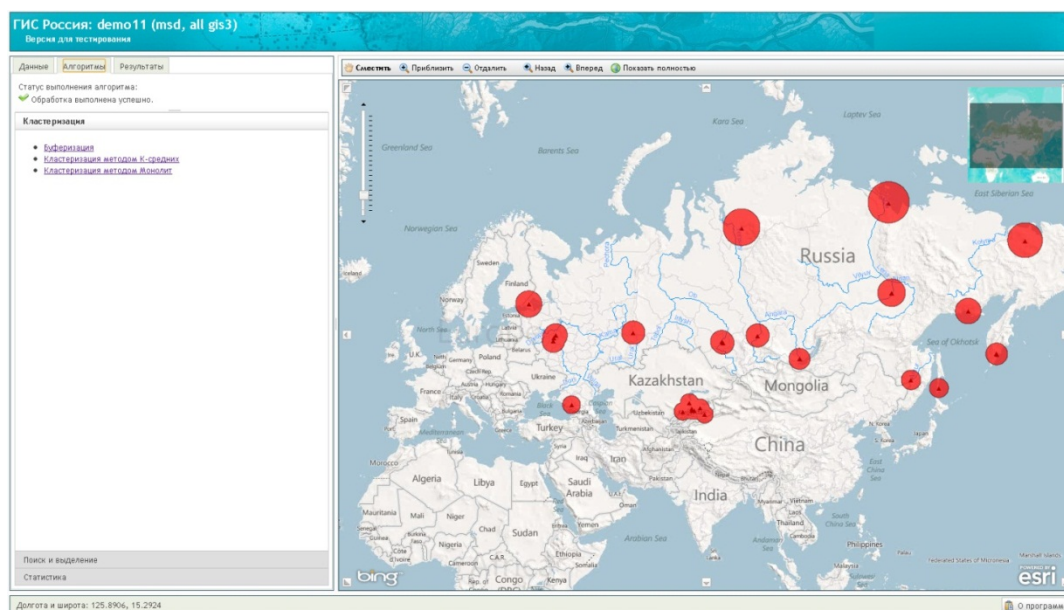


Рисунок 4.2. Вкладка *Алгоритмы*. Результаты построения буферных зон радиусом вокруг станций ГЛОНАСС/GPS наблюдений.

Во вкладке *Алгоритмы* отображается каталог алгоритмов анализа данных. Вкладка *Результаты* содержит перечень слоев, являющихся результатами выполнения алгоритмов. Их отображение также можно включать и отключать. На Рис. 4.2 представлены результаты построения буферных зон вокруг станций ГЛОНАСС/GPS наблюдений.

Во вкладке *Данные* можно выбирать доступные для визуализации слои данных, организованные в виде дерева каталогов с соответствующими условными обозначениями и легендой. Выбранные во вкладке *Данные* слои отображаются в *Области карты*.

База данных ГИС. База данных ГИС содержит значительный объем информации по многим направлениям наук о Земле: геодезии и картографии, дистанционному зондированию Земли, геологии, разработке полезных ископаемых, геофизике, гляциологии, гидрологии, климатологии и метеорологии, общественной географии, почвоведению, биогеографии и экологии. ГИС позволяет осуществлять оперативную реализацию алгоритмов анализа пространственных данных, предоставляя научному сообществу среду для эффективного многофакторного анализа и представления его результатов.

В 2011 г. в базу геоданных ГИС были включены следующие тематические слои:

- Цифровые модели рельефа ETOPO1 (с учетом ледников), GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans);
- Среднемесячные поля сплоченности морского льда в Арктике с 1982 по 2009 гг.;
- Ночные огни мира с 1992 по 2009 гг.;
- Станции геофизических наблюдений в России;

- Минерагеническая карта Российской Федерации и сопредельных государств;
- Справочная информация о научных центрах РАН.

Для проведения оценки разработки месторождений углеводородов на территории России был выполнен пространственно-временной анализ данных о ночных огнях Земли по результатам космической съемки, выполненной в разные годы. Такая возможность обеспечивается наблюдениями за факелами сжигаемого попутного газа в районах разработки месторождений углеводородов. Количественное сопоставление разновременных слоев цифровых данных об уровне освещенности в районах разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений с использованием ГИС позволило получить качественную оценку уровня добычи и углеводородов и объемов сжигаемого попутного газа. На Рис. 4.3 представлены примеры сопоставления пространственно-временного распределения ночных огней в районах разработки месторождений углеводородов в Ямало-Ненецком автономном округе.

Представленные результаты демонстрируют возможности взаимного сопоставления цифровой геопространственной информации, а также ее совместного анализа с качественными и количественными данными о запасах и тенденциях освоения минерально-сырьевых ресурсов.

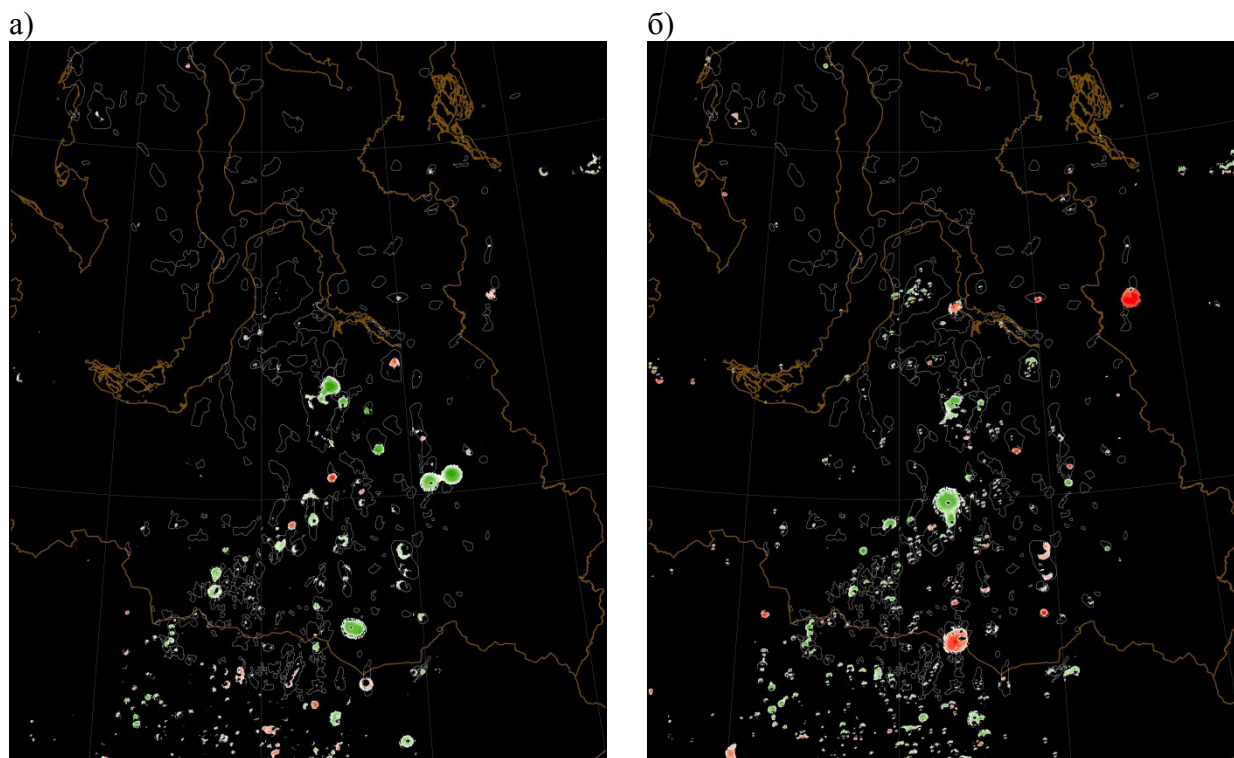


Рисунок 4.3. Анализ пространственно-временного распределения ночных огней в Ямало-Ненецком автономном округе. Выявлены места начала (красные области) и окончания (зеленые области) разработки месторождений углеводородов для разных лет. Сравнение: а) 2007 и 2008 гг.; б) 2008 и 2009 гг.

Публикации данных через веб-сервер предшествует набор стандартных процедур. На Рис. 4.4 представлена схема, иллюстрирующая весь цикл подготовки данных, начиная от получения исходных данных и заканчивая их публикацией в Интернете, а также визуализацией на сферическом экране и составлением тематических лекций.

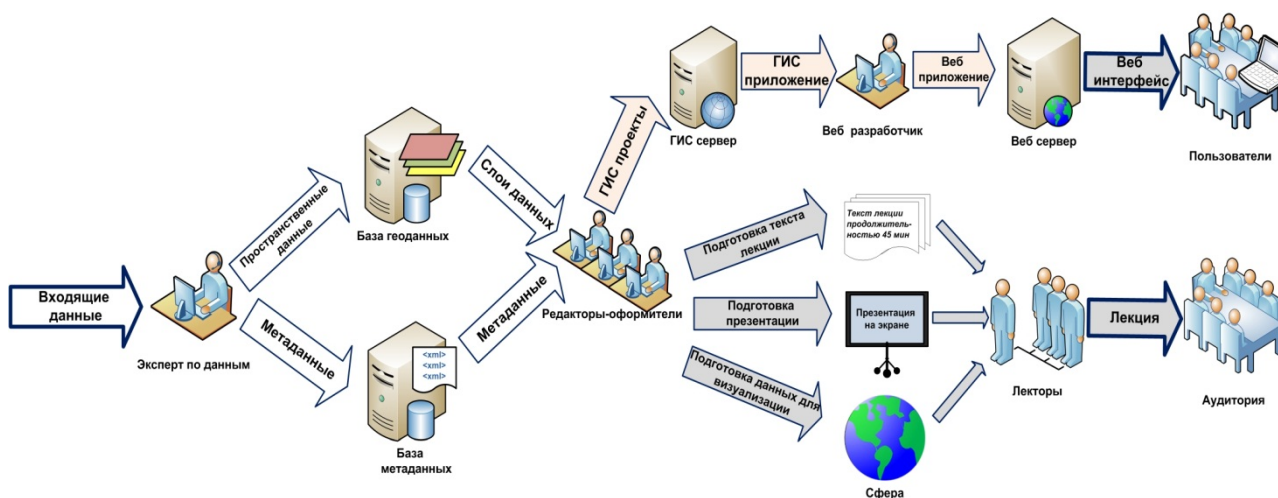


Рисунок 4.4. Технологическая последовательность подготовки данных в созданной ГИС.

Реализация проекта «Сфера-образование». Для повышения эффективности визуального анализа данных, имеющих географическую привязку, применение современных средств представления ГИС является наиболее оптимальным выбором. Одним из наиболее передовых средств визуализации и представления данных, имеющих географическую привязку, является цифровой проекционный комплекс со сферическим экраном. Устройства данного типа основаны на принципиально новой технологии, позволяющей визуализировать растровые изображения, анимацию и видеоматериалы, в реальном времени конвертируя изображения для проецирования на сферический экран (Рис. 4.5).

В 2011 г. в лаборатории геоинформатики началась реализация проекта «Сфера-образование», направленного на внедрение современных технологий визуализации пространственных данных в образовательные учреждения. Проект включает в себя разработку и создание специализированного образовательного контента для проекционного комплекса. В рамках проекта комплекс применялся в качестве инструмента образовательного процесса, позволяющего иллюстрировать географическую информацию в ходе научно-популярных лекций и выставок, предназначенных для широкой публики.

Подготовлены научно-образовательные лекции по географии, экологии и астрономии, рассчитанные на учащихся начальной, средней и старшей школы (Рис. 4.6).



Рисунок 4.6. Лекции по географии и астрономии в средней общеобразовательной школе № 1104 Юго-Западного административного округа г. Москвы.

4.2. Модель продвижения волны паводка по акватории Каспийского моря с ассимиляцией данных спутниковой альтиметрии

Для исследования особенностей гидрологического режима Каспийского моря необходимо знать, как волна паводка волжского стока проходит по акватории моря. По данным равномерных постов и спутниковой альтиметрии, большая вода наблюдается на краю дельты Волги в конце мая – начале июня. К концу сентября она достигает побережья южного Каспия. Скорость продвижения ее по акватории моря неравномерна.

Традиционное гидродинамическое моделирование, основанное на уравнении Навье-Стокса, не способно показать особенности режима прохождения волны паводка по акватории моря. Для модели прохождения волны паводка была предложена модель, основанная на уравнениях Сен-Венана, которые являются приближениями уравнений гидродинамики и уравнений Навье-Стокса.

В первом приближении рассмотрим Каспийское море в виде прямоугольного канала постоянного сечения, ориентированного вдоль 092 трека альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2 (Рис. 4.7). Стоком воды в залив Кара-Богаз-Гол можно пренебречь. Уменьшение объема воды в канале обусловлено только эффективным испарением.

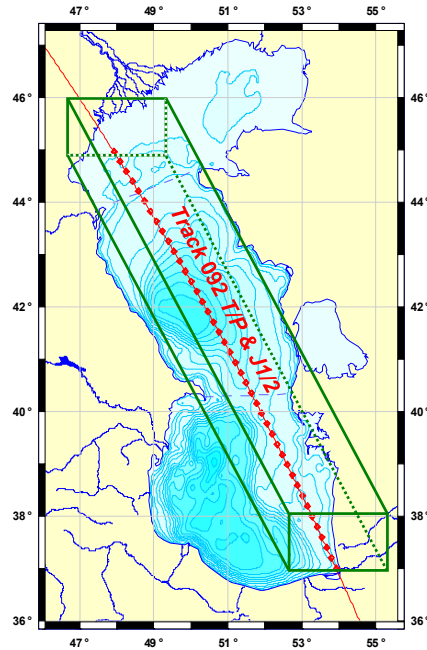


Рисунок 4.7. Ориентация прямоугольного модельного канала по акватории Каспийского моря канала и положение 092-го трека спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2.

Анализ расхода воды в створе Волгоградской ГЭС и сезонной изменчивости уровня моря позволяет задать волну паводка в вершине канала. Совмещение положения гребня волны между двумя последующими n и $n+1$ изомаршрутными циклами позволяет рассчитать интегральное эффективное испарение E_n со всего канала в целом за временной интервал $\Delta t = t_{n+1} - t_n$:

$$\int A(t_n) e^{-B(t_n)x^2} dx - \int A(t_{n+1}) e^{-B(t_{n+1})(x-L_{n+1})^2} dx = E_n,$$

где L_{n+1} – расстояние, на которое необходимо сместить положение гребня волны (Рис. 4.8).

Полученные результаты позволили впервые рассчитать эффективное испарение по гидродинамической модели, а не по уравнению водного баланса. Данный подход позволил рассчитать скорость перемещения волны $V = \frac{L_{n+1}}{\Delta t}$ паводка по акватории Каспийского моря. Первые результаты показали, что скорость продвижения волны в центральном и южном Каспии находится в противофазе.

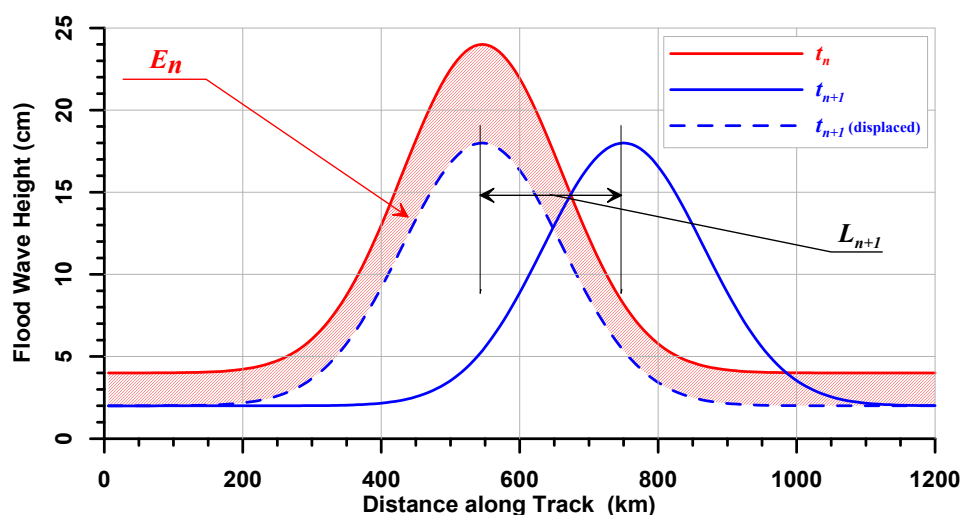


Рисунок 4.8. Положение волны паводка, соответствующее последующими n (красная линия) и $n+1$ (синяя линия) изомаршрутным циклам спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2Т/Р и J1/2. Штриховой линией показана смещенная на расстояние L_{n+1} волна паводка $n+1$ -го цикла.

Уточнение границ Южного океана и Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования

Южный океан представляет собой обширную физико-географическую область Мирового океана с самостоятельной системой циркуляции вод, характерной структурой водных масс, системой зонально-расположенных фронтальных зон, наличием дрейфующих морских льдов и айсбергов.

Выделение Южного океана в самостоятельный водный объект было продиктовано не только расширением и углублением знаний о природе южной полярной области, но и удобством описания явлений этой огромной акватории Мирового океана как самостоятельного физико-географического объекта.

Южная граница Южного океана определяется береговой чертой Антарктиды. За северную границу Южного океана принята линия, проходящая через южные оконечности Африки, Южной Америки и Австралии. Положение этой границы соответствует орографическим признакам. Она максимально приближена к зоне субтропической конвергенции, которая отделяет теплые и соленые субтропические воды от более холодных и распресненных вод Южного океана и проходит приблизительно по 40–50° ю.ш. Основная особенность этой условной географической границы Южного океана – ее изменение во времени и пространстве в связи с межгодовыми и межсезонными колебаниями положения зоны субтропической конвергенции.

Для исследования сезонной изменчивости температуры поверхности океана (ТПО) использовались данные международного проекта GHR SST (GODAE High Resolution Sea Surface Temperature) эксперимента по усвоению океанографических параметров GODAE

(Global Ocean Data Assimilation Experiment), а для аномалий уровня океана (АУО) – данные альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon, ERS-1/2, GFO-1, Jason-1/2, и ENVISAT.

Для анализа вихревой активности поля АУО комбинируются с полем средней динамической топографии (ДТ), построенным на основе данных спутниковой альтиметрии, контактных измерений и результатов модельных расчетов.

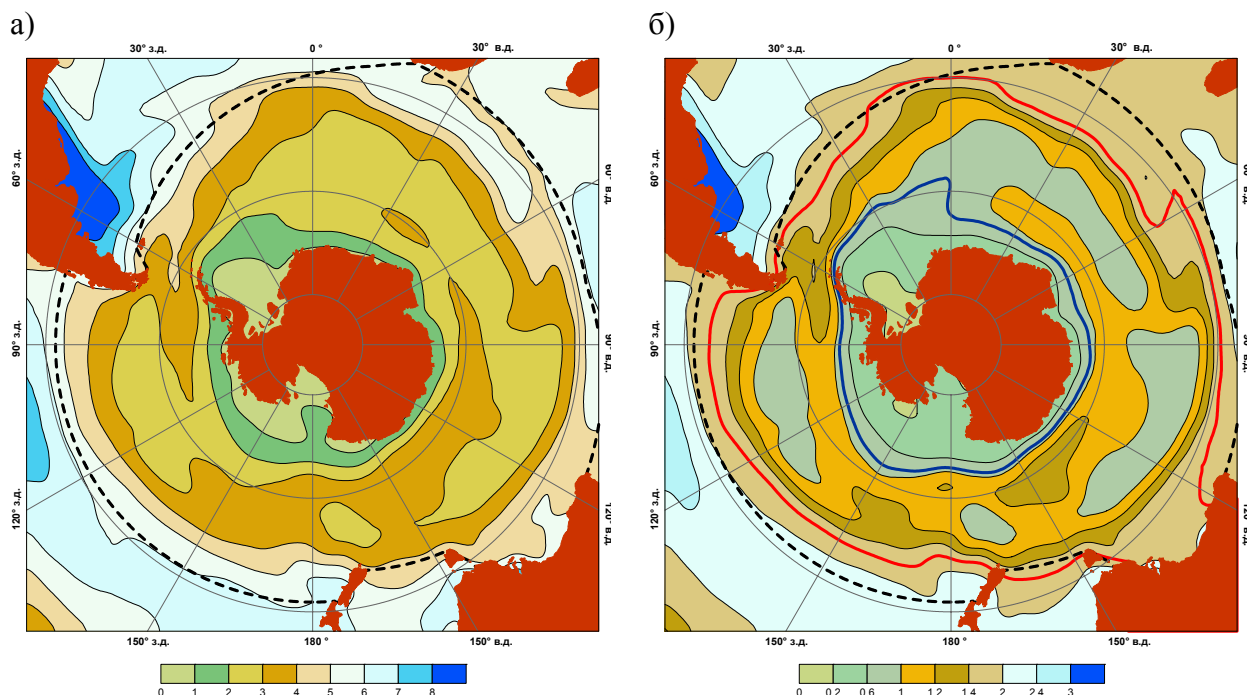


Рисунок 4.9. а) Средняя за период с 1983 по 2010 гг. амплитуда сезонной изменчивости ТПО (°C); б) Среднеквадратичное отклонение временной изменчивости ТПО (°C) за период с 1983 по 2010 гг. Изолиния 1,64°C показана красной линией, а изолиния 0,88°C – синей.

Средняя за период с 1983 по 2010 гг. амплитуда сезонной изменчивости ТПО представлена на Рис. 4.9а. Хорошо видно, что в атлантическом секторе Южного океана в среднем она составляет $3,1 \pm 1,6^\circ\text{C}$, в индийском секторе – $3,6 \pm 1,1^\circ\text{C}$, в тихоокеанском секторе – $3,3 \pm 1,3^\circ\text{C}$ и в проливе Дрейка – $3,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$. Ближе к побережью Антарктиды, где расположена зона субарктической дивергенции, амплитуда годового сигнала уменьшается в среднем до $1,0\text{--}1,2^\circ\text{C}$. А в направлении северной границы Южного океана, или южной границы зоны субтропической конвергенции, она растет в среднем до $4,1\text{--}5,3^\circ\text{C}$.

Анализ среднеквадратичного отклонения (СКО) ТПО за интервал 1983–2010 гг. дает более четкое представление об особенностях режима Южного океана. Так пространственное положение изолинии СКО ТПО величиной $0,88^\circ\text{C}$ можно считать южной границей зоны субарктической дивергенции, а пространственное положение изолинии $1,64^\circ\text{C}$ – южной границей зоны субтропической конвергенции. Таким образом, анализ пространственного распределения СКО временной изменчивости ТПО помогает

уточнить южную границу Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) и северную границу Южного океана (Рис. 4.9б). В новых границах амплитуда сезонной изменчивости ТПО во всех секторах Южного океана составляет $3,3 \pm 0,7^\circ\text{C}$.

В отличие от ТПО, временная изменчивость АУО не имеет столь ярко выраженного сезонного характера. В первую очередь это связано с тем, что на изменчивость АУО Южного океана оказывает влияние ветровое воздействие, зависящее от особенностей атмосферной циркуляции в Южном полушарии. Во-вторых, границы АЦТ, и в особенности его северная граница, смещаются в зависимости от температурного режима и атмосферного воздействия.

Пространственный анализ интегральной спектральной плотности АУО (Рис. 4.10а) показал, что северная граница АЦТ, которая соответствует изолинии 112 см в поле средней динамической топографии, в атлантическом и индийском секторах Южного океана проходит по южной периферии областей больших значений интегральной плотности АУО. Это обусловлено локализацией в данных районах сильных возвратных течений: Бразильского в атлантическом секторе Южного океана и Агульского в индийском секторе Южного океана. Южнее Австралии и в тихоокеанском секторе Южного океана северная граница АЦТ проходит по линии максимальных значений интегральной плотности АУО, что говорит о сильном меандрировании струи АЦТ в данных районах, что обусловлено особенностями рельефа дна и атмосферной циркуляции в Южном полушарии.

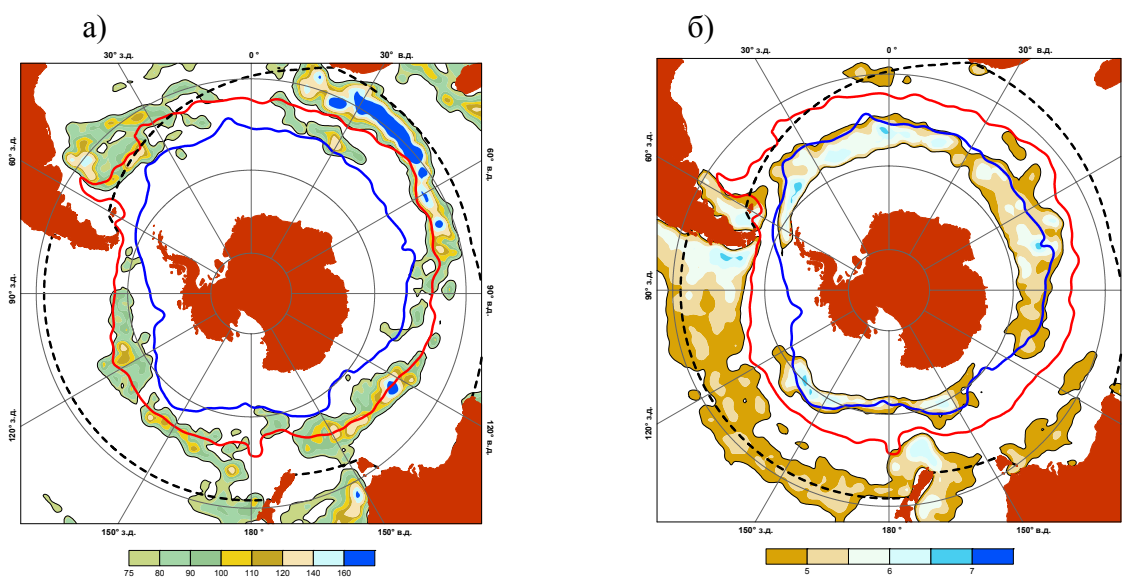


Рисунок 4.10. а) Карта интегральной спектральной плотности ТПО ($\text{см}^2 \cdot \text{год}^2$) за период с 1993 по 2010 гг.; б) Карта повторяемости наблюдений синоптических вихрей в среднем за год в поле среднемесячных полей синоптической ДТ за период с 1993 по 2010 гг. Изолиния 112 см в поле средней динамической топографии показана красной линией, а изолиния 30 см – синей.

Дополнительную информацию и подтверждение правильности подхода выделения границ АЦТ по линиям тока геострофического течения или изолиниям средней ДТ,

ограничивающих АЦТ в проливе Дрейка, можно получить из анализа вихревой активности в Южном океане. Для этого в поле синоптической ДТ, рассчитанной как суперпозиция среднемесячных полей АУО и средней ДТ, подсчитывалось число синоптических вихрей в каждой точке расчетной области за временной интервал с 1993 по 2010 гг. (Рис. 4.10б).

За исключением акватории от меридиана 120° з.д. до пролива Дрейка, практически вдоль всей южной границы АЦТ, которая соответствует изолинии 30 см в поле средней ДТ, наблюдается сильная вихревая активность. Граница в целом проходит по ее северной периферии. В тихоокеанском секторе и южнее Австралии наблюдается сильная вихревая активность к северу от границы АЦТ. Это подтверждает предположение о том, что на северной границе АЦТ формируется цепочка синоптических вихрей, посредством которой осуществляется перенос водных масс в западном направлении, противоположном генеральному направлению переноса АЦТ. Таким образом, выбор границ АЦТ по изолиниям средней ДТ, ограничивающих АЦТ в проливе Дрейка, подтверждается особенностями вихревой активности и меандрирования струи АЦТ.

Участие в выставках и конференциях

В 2011 г. ГЦ РАН принял активное участие в различных тематических выставках и конференциях:

- IX Окружная выставка, посвященная малому предпринимательству, науке и промышленности Юго-западного административного округа (ЮЗАО) г. Москвы. Был представлен докладом о внедрении в ЮЗАО многофункциональной multidisciplinary интеллектуальной ГИС и использовании проекционного комплекса в качестве наглядного пособия в учебных заведениях г. Москвы.



Рисунок 4.11. Участие ГЦ РАН в IX Окружной выставке ЮЗАО г. Москвы, технопарк «Слава».

- VI Всероссийский фестиваль науки (г. Москва). Для демонстрации функциональных возможностей проекционного комплекса для посетителей фестиваля был проведен ряд коротких лекций по астрономии и географии. В рамках круглого стола «Космические технологии и их использование в жизни мегаполиса» Р. И. Красноперов выступил с устным докладом о современных ГИС-технологиях и проекте «Сфера-образование».



Рисунок 4.12. Участие ГЦ РАН в тематических выставках: а) VI Фестиваль науки, ЦВК «Экспоцентр», Москва; б) Международная выставка профессиональных услуг и решений в области ИКТ «SIMO Network», Мадрид, Испания.

- Международная выставка профессиональных услуг и решений в области ИКТ «SIMO NETWORK» (Мадрид, Испания), посвященная современным IT-решениям и услугам для корпоративных клиентов. На конференции ГЦ представил два стенда проекта «Сфера-образование»: в рамках комплексной экспозиции от Совета молодых ученых РАН (СМУ РАН) и в рамках общей экспозиции министерства образования и науки РФ. А. И. Рыбкина выступила с докладом о междисциплинарной аналитической ГИС, разрабатываемой в ГЦ, и проекте «Сфера-образование».

- Совместно с Майкопским государственным технологическим университетом ГЦ выступил как организатор Международной научно-практической конференции «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», прошедшей 16–20 мая в Майкопе, Россия. ГЦ организовал несколько научных сессий в формате видеоконференции.

Публикации сотрудников лаборатории:

Монографии и препринты:

- Костяной А. Г., **Лебедев С. А.**, Зонн И. С., Лаврова О. Ю., Соловьев Д. М. Спутниковый мониторинг Туркменистана. М.: Сигнал, 2011. 16 с. (с параллельным английским текстом).
- Лаврова О. Ю., Костяной А. Г., **Лебедев С. А.**, Митягина М. И., Гинзбург А. И., Шеремет Н. А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М.: ИКИ РАН, 2011. 480 с.

Главы в книгах:

- Kouraev A. V., Cretaux J.-F., **Lebedev S. A.**, Kostianoy A. G., Ginzburg A. I., Sheremet N. A., Mamedov R., Zakharova E. A., Roblou L., Lyard F., Calmant S., and Berge-Nguyen M. Satellite Altimetry Applications in the Caspian Sea. Coastal Altimetry. (Eds. S. Vignudelli, A. G. Kostianoy, P. Cipollini, J. Benveniste), Berlin, Springer-Verlag, 2011, P. 331–366, doi: 10.1007/978-3-642-12796-0_13.
- Ginzburg A. I., Kostianoy A. G., Sheremet N. A. and **Lebedev S. A.** Satellite Altimetry Applications in the Black Sea. Coastal Altimetry. /Eds. S. Vignudelli, A.G. Kostianoy, P. Cipollini, J. Benveniste – Berlin, Springer-Verlag, 2011, P. 367–388, doi: 10.1007/978-3-642-12796-0_14.
- Lebedev S. A.**, Kostianoy A. G., Ginzburg A. I., Medvedev D. P., Sheremet N. A. and Shauro S. N. Satellite Altimetry Applications in the Barents and White Seas. Coastal Altimetry. (Eds. S. Vignudelli, A. G. Kostianoy, P. Cipollini, J. Benveniste), Berlin, Springer-Verlag, 2011, P. 389–416, doi: 10.1007/978-3-642-12796-0_15.

Статьи в журналах и сборниках:

- Березко А. Е., А. Д. Гвишиани, А. А. Соловьев, Р. И. Красноперов, А. Ю. Лебедев, А. И. Рыбкина** Геоинформационная система для поддержки исследований в области минералогии, Минералогические перспективы: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар, Республика Коми, 17–20 мая 2011 г., Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011, с. 19–21.
- Березко А. Е., Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Красноперов Р. И., Рыбкина А. И., Лебедев А. Ю.** Многодисциплинарная ГИС для наук о Земле, Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий: Материалы Международной научно-практической конференции. 16–20 мая 2011 г., г. Майкоп (Россия), Майкоп: Изд-во. «Маринин О.Г.», 2011, с. 37–43.
- Кафтан В. И.** Ломать – не строить? Замечания к Концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года и к проекту закона «О внесении изменений в Федеральный закон “О геодезии и картографии”», Кадастр недвижимости, №2(23), 2011, с. 91–94.
- Кафтан В. И.** Необходимость установления государственной геоцентрической системы отсчета, Кадастр недвижимости, 2011, №3 (24), с. 87–91.
- Кафтан В. И.** Три кита геодезии: геометрия, гравиметрия, астрометрия, Кадастр недвижимости, №1 (22) 2011, с. 33–37.
- Кафтан В. И., Красноперов Р. И., Юровский П. П.** Геодезическая проверка модели упругой отдачи в связи с землетрясением Паркфилд (Калифорния, США, 28.09.2004, M=6,0), Проблемы сейсмотектоники: Материалы XVII Международной конференции 20–24 сентября 2011 года (Под ред. акад. А. О. Глико, д.г.-м.н. Е. А. Рогожина, д.г.-м.н. Ю. К. Щукина, к.г.-м.н. Л. И. Надежка), Москва, 2011, с. 246–250.
- Кафтан В. И., Родкин М. В.** Процесс постсейсмической релаксации по геодезическим и сейсмическим данным, Проблемы сейсмотектоники: Материалы XVII Международной конференции 20–24 сентября 2011 года (Под ред. акад. А. О. Глико, д.г.-м.н. Е. А. Рогожина, д.г.-м.н. Ю. К. Щукина, к.г.-м.н. Л. И. Надежка), М., 2011, с. 250–253.

- Комитов Б, **Кафтан В. И.** Долгопериодическая солнечная активность в связи с 24-м солнечным циклом, Komitov B., Kaftan V. I. The long term solar activity regarding to 24th Zurich cycle, Международный научно-технический и производственный журнал «Науки о Земле», №003–04, 2011, URL: <http://geo-science.ru>.
- Лебедев С. А.** Исследование сезонной и климатической изменчивости температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования, Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Материалы международной научно-практической конференции, Майкоп: Изд-во. «Маринин О.Г.», 2011 с. 130–145.
- Лебедев С. А.** Климатическая изменчивость температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования, Труды ГОИН, Вып. 213, 2011, с. 103–109.
- Лебедев С. А., Шауро С. Н.** Уточнение границ Южного океана и Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, Т. 8. №4 2011, с. 245–255.
- Рыбушкина Г. В., Троицкая Ю. И., Соустова И. А., Баландина Г. Н., **Лебедев С. А.**, Костяной А. Г. Спутниковая альтиметрия внутренних водоемов, Труды ГОИН, Вып. 213, 2011, с. 179–192.
- Троицкая Ю. И., Баландина Г. Н., Рыбушкина Г. В., Соустова И. А., Костяной А. Г., **Лебедев С. А.**, Панютин А. А., Филина Л. В. Исследования изменчивости уровня воды в Горьковском водохранилище на основе данных спутниковой альтиметрии. Исследования Земли из Космоса, № 1, 2011, с. 48–56.
- Berezko, A., R. Krasnoperov, E. Kedrov, O. Pyatygina, and A. Shibaeva** Visualization of Earth main magnetic field maps on a spherical display. Russ. J. Earth. Sci., Vol. 12, 2011, ES2004, doi:10.2205/2011ES000508.
- Beriozko, Alexander, Alexei Lebedev, Anatoly Soloviev, Roman Krasnoperov, and Alena Rybkina** Geoinformation system with algorithmic shell as a new tool for Earth sciences, Russ. J. Earth. Sci., Vol. 12, 2011, ES1001, doi:10.2205/2011ES000501.
- Demianov G. V., **Kaftan V. I.**, Mazurova E. M., Tatevian S. K. Reference frames. National Report for the International Association of Geodesy of the International Union of Geodesy and Geophysics 2007–2010. Ed. by V. P. Savinykh and V. I. Kaftan. International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science». №1, 2011, p. 7–13.
- Kaftan V. I.** Positioning and applications / National Report for the International Association of Geodesy of the International Union of Geodesy and Geophysics 2007–2010. Ed. by Dr. V. P. Savinykh and Dr. V. I. Kaftan. International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science», №1, 2011. p. 25–26.
- Kaftan V. I.**, Steblov G. M., Tatevian S. K., Pevnev A. K. Geodynamics. National Report for the International Association of Geodesy of the International Union of Geodesy and Geophysics 2007–2010. Ed. by Dr. V. P. Savinykh and Dr. V. I. Kaftan. Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле» (International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science»). №1, 2011. p. 17–22.
- Kostianoy A. G., **Lebedev S. A.**, Solovyov D. M. Satellite monitoring of water resources in Turkmenistan. International Water Technology Journal, V.1, N1, 2011, P. 4–15.

Материалы и тезисы докладов конференций:

Пленарные доклады:

- Лебедев С. А.** Исследование сезонной и климатической изменчивости температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования. Международная научно-практическая конференция «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», 16–20 мая 2011 г., Республика Адыгея, г. Майкоп.
- Kostianoy A. G., Lavrova O. Yu., **Lebedev S. A.**, Solovyov D. M. International cooperation in complex satellite monitoring – an effective mechanism for the protection of the Turkmenistan environment. Abstracts, International Scientific Conference “Cooperation of Turkmenistan with international organizations on environment: achieved successes”, Ashgabat, Turkmenistan, 21–22 November 2011, P. 147–150 (in Russian).
- Kostianoy A. G., **Lebedev S. A.**, Solovyov D. M. Satellite monitoring of the Altyn Asyr Lake construction in 2009–2011. Abstracts, Int. Sci. Conf. “Science, technique and innovation technologies in the Epoch of Great Revival” Ashgabat, Turkmenistan, 10–12 June 2011. Ylym, 2011 (in Russian).

Устные доклады:

- Агошков В. И., Ассовский М. В., Гиниатулин С. В., Гусев А. В., Захарова Н. Б., Заячковский А. О., **Лебедев С. А.**, Пармузин Е. И. Специализированная Информационно-вычислительная система вариационной ассимиляции данных наблюдений в моделях гидротермодинамики океанов и морей. Сборник тезисов Всероссийской конференции с международным участием «Проведение научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации», Москва, ВВЦ, 25–27 октября 2011 г. с. 107–108.
- Агошков В. И., Ассовский М. В., **Лебедев С. А.**, Пармузин Е. И. Численное решение некоторых задач вариационной ассимиляции данных наблюдений в модели гидротермодинамики Черного моря. Международная конференция «Гидродинамическое моделирование динамики Черного моря», 20–24 сентября 2011 г., Севастополь, Украина.
- Кафтан В. И.**, Никифоров М. В. Предварительный анализ точности измерений лазерного сканера на эталонном базисе ЦНИИГАиК. 7-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сферы их применения». Материалы конференции. М.: Информационное агентство «ГРОМ», 2011. с. 56.
- Костяной А. Г., **Лебедев С. А.**, Соловьев Д. М. Спутниковый мониторинг водных ресурсов Туркменистана. Выездной семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 5–20 февраля 2011 г., г. Таруса.
- Костяной А. Г., Лаврова О. Ю., **Лебедев С. А.** Комплексный экологический мониторинг Каспийского региона из космоса. Международный Экономический Форум «Каспийский диалог, 2011», 18 апреля 2011, Москва.
- Костяной А. Г., **Лебедев С. А.**, Лаврова О. Ю., Соловьев Д. М. Спутниковый мониторинг вод Туркменистана. Девятая открытая Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 14–18 ноября 2011 г., Сборник тезисов конференции. с. 271.
- Лебедев С. А.** Пространственно-временная изменчивость сплоченности морского льда в Южном океане по данным дистанционного зондирования. Девятая открытая Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 14–18 ноября 2011 г., Сборник тезисов конференции. с. 275.
- Лебедев С. А.** Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. Выездной семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 15 – 20 февраля 2011 г., г. Таруса.
- Лебедев С. А.**, Агошков В. И., Захарова Н. Б. Структура и состав Базы данных Информационно-вычислительной системы вариационной ассимиляции данных наблюдений для мониторинга и прогнозирования динамики Черного и Азовского морей. Российско-украинский семинар «Компьютерное моделирование динамики вод морей и Мирового океана: Достижения и проблемы», 20–24 сентября 2011 г., Севастополь, Украина.
- Лебедев С. А.**, **Шауро С. Н.** Межгодовая и сезонная изменчивость положения и интенсивности Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования. Выездной семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 15–20 февраля 2011 г., г. Таруса.
- Лебедев С. А.**, **Шауро С. Н.** Межгодовая изменчивость температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования. Выездной семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 15–20 февраля 2011 г., г. Таруса.
- Рыбкина А. И.**, **Р. И. Красноперов**, **О. В. Никифоров**, **О. О. Пятыхина**, **А. А. Шибасева**. Проект «Сфера-образование» Международная выставка профессиональных услуг и решений в области ИКТ «SIMO NETWORK» 4–6 октября 2011 г. Мадрид, Испания. Сборник тезисов докладов.
- Троицкая Ю. И., Рыбушкина Г. В., Соустова И. А., Баландина Г. Н., **Лебедев С. А.**, Костяной А. Г., Панютин А. А., Филина Л. В. Спутниковая альтиметрия внутренних водоемов. Выездной семинар-школа

«Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 15–20 февраля 2011 г., г. Таруса.

Kaftan V., Komitov B. The Long Term Solar Activity Dynamics and Forcoming Supercenturial Dalton-Type Solar Minimum: Relations to Sunspot Cycle No24 International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) 3rd Symposium: Heliospheric physics during and after a deep solar minimum November 13–17, 2011, Luxor, Egypt, Abstract's Book of IAGA-III International Symposium. Edited by Luc Dame, Ahmed A. Hady. Cairo University Press (CUP). p.3.

Kostianoy A. G., Lebedev S. A., Solovyov D. M. Satellite monitoring of water resources in Turkmenistan. Abstracts, XV International Water Technology Conference, 28–30 May 2011, Alexandria, Egypt, P.47.

Rybkina A., U. Rostovtseva. Messinian Salinity Crisis on the Sicily (Italy): lithology and environmental changes // International conference “Land-Ocean-Atmosphere interactions in the Changing World”. 5–7 September, 2011. The Vistula Spit, Russia. Abstract Proceedings.

Тезисы докладов:

Березко А. Е., А. А. Соловьев, А. Ю. Лебедев, Р. И. Красноперов, А. И. Рыбкина. Интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России» Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», 26–28 января 2011 г., Углич. Тезисы докладов. 2011.

Березко А. Е., Р. И. Красноперов, Э. О. Кедров. Визуализация карт главного магнитного поля Земли на сферическом экране. Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», 26–28 января 2011 г., Углич. Тезисы докладов. 2011.

Красноперов Р. И., Лебедев А. Ю., Пятыхина О. О., Шибеева А. А. Интеллектуальная геоинформационная система для обработки и представления данных дистанционного зондирования Девятая открытая Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 14–18 ноября 2011 г. Сборник тезисов конференции.

Berezko A., R. Krasnoperov, A. Lebedev, A. Rybkina. Geoscience data intellectual processing and dissemination using GIS XXV IUGG General Assembly. Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet. 28 June–7 July 2011. Melbourne, Australia. Abstract Proceedings.

Kaftan V., R. Krasnoperov, P. Yurovsky. Elastic rebound mechanism: GPS-observation analysis in relation to the 2004 Parkfield earthquake (M=6.0). XXV IUGG General Assembly. Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet. 28 June–7 July 2011. Melbourne, Australia. Abstract Proceedings.

Lebedev S. Assimilation satellite altimetry data in flood wave propagation model of the Caspian Sea. EGU General Assembly 2011, Geophysical Research Abstracts, 2011, Vol. 13, EGU2011-4833-1.

Lebedev S., Shauro S. Climatic variability of the Antarctic Circumpolar Current position and it intensity based on remote sensing data. EGU General Assembly 2011, Geophysical Research Abstracts, 2011, Vol. 13 EGU2011-4852.

Lebedev S. A., Shauro S. N. Interannual Trends in Southern Ocean Sea Surface Temperatures and Sea Level Based on Remote Sensing Data. XXV IUGG General Assembly. Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet. 28 June–7 July 2011. Melbourne, Australia. Abstract Proceedings.

Lebedev S. A., Zakharova N. B., Shauro S. N. Interannual variability of the Antarctic Circumpolar Current position based on remote sensing data. XXV IUGG General Assembly. Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet. 28 June–7 July 2011. Melbourne, Australia. Abstract Proceedings.

Lebedev S. A., Zakharova N. B., Shauro S. N. Monthly Anomalies and Trends of the Southern Ocean Temperature, Salinity and Sea Level based on ARGO Buoy and Remote Sensing Data. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment. The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring, 10–15 April 2011, Sydney, Australia.

Lebedev S. A., Kostianoy A. G., Solovyov D. M. Integrated Satellite Monitoring of the Turkmenistan Water Resources. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment. The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring, 10–15 April 2011, Sydney, Australia.

Командировки сотрудников лаборатории:

В. И. Кафтан

«Экогеоमुнайгаз», Атырау, Казахстан, 20–22 сентября.

Р. И. Краснощёров

1. Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET», Углич, Россия, 26–28 января.
2. XXV IUGG General Assembly. “Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet” Melbourne, Australia, 28 June–7 July.

С. А. Лебедев

1. Выездная семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», Таруса, Россия, 15–20 февраля.
2. Международная научно-практическая конференция «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», Майкоп, Россия, 16–20 мая.
3. International Water Technology Conference, Alexandria, Egypt, 28–30 May.
4. International Scientific Conference “Science, technique and innovation technologies in the Epoch of Great Revival”, Ashgabat, Turkmenistan, 10–12 June.
5. Международная конференция «Гидродинамическое моделирование динамики Черного моря», Севастополь, Украина, 21–24 сентября.
6. Российско-украинский семинар «Компьютерное моделирование динамики вод морей и Мирового океана: Достижения и проблемы», Севастополь, Украина, 20 сентября.

О. В. Никифоров

Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET». Углич, Россия. 26–28 января.

А. И. Рыбкина

1. Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET». Углич, Россия. 26–28 января.
2. International conference “Land-Ocean-Atmosphere interactions in the Changing World”, The Vistula Spit, Russia, 5–7 September.
3. Международная выставка профессиональных услуг и решений в области ИКТ «SIMO NETWORK», Мадрид, Испания, 4–6 октября.

О. О. Пятыгина

1. Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET». Углич, Россия. 26–28 января.
2. Международная выставка профессиональных услуг и решений в области ИКТ «SIMO NETWORK», Мадрид, Испания, 4–6 октября.

А. А. Шибеева

Международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET». Углич, Россия. 26–28 января.

5. Лаборатория геодинамики

(зав. лабораторией д.т.н. профессор В. Н. Морозов)

5.1. Моделирование уровней опасности деструкции структурно-тектонических блоков земной коры

В 2011 г. была разработана методика количественной оценки уровней опасности тектонической деструкции структурно-тектонических блоков земной коры (СТБ), которая была практически опробована для выбора безопасных участков захоронения ВАО на территории Нижнеканского массива. Степень опасности вероятности разрушения оценивается с использованием трех энергетических характеристик распределения полей напряжений: потенциальной энергии деформации, модуля градиента деформации и потенциальной энергии формоизменения геологической среды и возможного изменения гидрогеологического режима подземных вод в результате тектонической деструкции массива. В сочетании со структурно-тектонической моделью Нижнеканского массива и палеотектонической реконструкцией геодинамического процесса получены новые результаты, имеющие практическое значение для постановки исследований при выборе места строительства подземной исследовательской лаборатории и постановки GPS-наблюдений на геодинамическом полигоне.

Для описания напряженно-деформированного состояния (НДС) в исследуемом тонком слое гетерогенного массива при действии на границе сжимающих нагрузок, не изменяющихся по толщине слоя, использована упругая модель обобщенного плоского напряженного состояния. Расчет НДС производился методом конечных элементов в форме перемещений на основе четырехугольных билинейных изопараметрических конечных элементов. Исходя из физико-механических и статистических положений, была сформирована инженерная методика решения задачи о выборе надежных участков для подземной изоляции ВАО.

Первичная сортировка участков массива. Прежде всего, на основе четвертой теории прочности (теории удельной потенциальной энергии формоизменения) выделим «безопасные» и «опасные» участки массива, напряжения в которых условимся называть соответственно малыми и большими напряжениями.

Условие обеспечения прочности имеет вид:

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_x \sigma_z - \sigma_y \sigma_z + 3(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{xz}^2 + \sigma_{yz}^2)} = \sigma_i, \quad (1)$$

где σ_i – интенсивность напряжений; $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ – компоненты тензора напряжений.

Если пренебречь касательными напряжениями σ_{xz} и σ_{yz} , ввиду их малых значений, то выражение (1) примет следующий вид:

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_x \sigma_z - \sigma_y \sigma_z + 3\sigma_{xy}^2} = \sigma_i.$$

Объединение СТБ даст две совокупности блоков всего массива:

$$\Omega^{(1)} = \bigcup_{j=1}^L \Omega_j^{(1)} \Rightarrow \Omega^{(2)} = \Omega - \Omega^{(1)}, \quad (2)$$

где L – число литологических типов пород; Ω , $\Omega^{(1)}$, $\Omega^{(2)}$ – соответственно множество всех блоков, «безопасных» и «опасных» блоков массива.

Наискорейшее убывание потенциальной энергии деформации. Наискорейшее убывание потенциальной энергии деформации происходит по направлению, совпадающему с направлением вектора, противоположного градиенту потенциальной энергии, и определяется следующим образом:

$$[\partial U / \partial \vec{\lambda}]_{max} = |\text{grad } U(x, y)|, \quad (3)$$

где $[\partial U / \partial \vec{\lambda}]_{max}$ – величина наибольшего убывания потенциальной энергии U по направлению вектора $\vec{\lambda}$, противоположного градиенту энергии; $|\text{grad } U(x, y)|$ – величина модуля градиента энергии.

Градиент потенциальной энергии запишется в виде:

$$\text{grad } U(x, y) = \frac{\partial U}{\partial x}(x, y)\vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y}(x, y)\vec{j}, \quad (4)$$

где $\frac{\partial U}{\partial x}$, $\frac{\partial U}{\partial y}$ – проекции градиента энергии на оси координат с единичными ортами $\vec{i}$, $\vec{j}$.

Формулы для потенциальной энергии и составляющих энергии, связанных с изменением формы и объема, имеют вид:

$$U = U_{dev} + U_{dil}, \quad U_{dev} = \frac{1+\nu}{3E}\sigma_i^2, \quad U_{dil} = \frac{1-2\nu}{6E}(\sigma_x + \sigma_y)^2, \quad (5)$$

где U_{dev} , U_{dil} – девиаторная и шаровая составляющие энергии, ν – коэффициент Пуассона.

Векторы концентрации энергии структурно-тектонического блока. Для наглядной оценки концентрации напряжений были введены векторы концентрации энергии СТБ – с вершинами в центрах КЭ и направлениями, противоположными градиенту потенциальной энергии (с механической точки зрения это направления наискорейшего убывания потенциальной энергии деформации). Длины этих векторов положим равными значениям (вводимых ниже) энергетических концентрационных характеристик НДС.

Учитывая физико-механическую мотивацию, связанную с явлением разрушения, параметры векторов концентрации энергии интерпретируются следующим образом:

1. вершины – очаги зарождения нарушений сплошности;
2. углы наклона к оси абсцисс – определяют направления возможного развития разрушения;
3. длины – характеристики склонности к разрушению α , β , γ , δ – значения энергетических концентрационных параметров.

Энергетические концентрационные характеристики напряженно-деформированного состояния. Для анализа НДС моделей были предложены следующие концентрационные характеристики.

1. Концентрация потенциальной энергии формоизменения, определяемая как отношение локального значения энергии формоизменения в структурном блоке к ее вычисленному среднему значению:

$$\alpha(x, y) = \frac{U_{dev}}{\langle U_{dev} \rangle^{\Omega^{(k)}}}, \quad (6)$$

где U_{dev} – девиаторная компонента энергии; $\langle U_{dev} \rangle^{\Omega^{(k)}}$ – среднее арифметическое этих компонент энергии по множеству блоков $\Omega^{(k)}$ ($k=1, 2$).

2. Концентрация потенциальной энергии деформации – как отношение локального ее значения к среднему:

$$\beta(x, y) = \frac{U}{\langle U \rangle^{\Omega^{(k)}}}, \quad (7)$$

где U – потенциальная энергия в центре СТБ; $\langle U \rangle^{\Omega^{(k)}}$ – среднее арифметическое значений энергии в центрах структурных блоков $\Omega^{(k)}$ ($k = 1, 2$). В случае гомогенной модели имеем: $\beta^{hom} = 1$.

3. Концентрация наибольшего убывания энергии, определяемая как отношение локальной величины модуля градиента к вычисленному ее среднему значению:

$$\gamma(x, y) = \frac{|grad U|}{\langle |grad U| \rangle^{\Omega^{(k)}}}, \quad (8)$$

где $|grad U|$ – модуль градиента энергии; $\langle |grad U| \rangle^{\Omega^{(k)}}$ – среднее арифметическое этих значений в центрах СТБ множества $\Omega^{(k)}$ ($k = 1, 2$). Для гомогенной модели эта концентрация отсутствует: $\gamma^{hom} = 0$.

4. Для того, чтобы учесть все составляющие концентрации энергии по вектору $\vec{E}$, введем параметр, который назовем концентрацией интенсивности энергии:

$$\delta(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}. \quad (9)$$

Здесь нормирующий числовой коэффициент отражает соответствие гомогенной модели: $\delta^{hom} = 1$.

Критерий степени опасности НДС. Оценка степени опасности НДС проводится на основе следующего энергетического концентрационного критерия: более опасным считается тот локальный уровень напряжений, которому соответствует большее значение введенного параметра энергетической концентрационной характеристики.

В результате сравнения численных значений параметров энергетических концентраций в СТБ мы получаем цепочку неравенств:

$$\varepsilon \in \{\varepsilon_j\}_{j=1}^R: \varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \dots > \varepsilon_R$$

Последовательность нижних индексов в этих неравенствах (возрастание индекса соответствует убыванию степени опасности НДС) определяет множество значений уровней опасности:

$$\{\omega_j(\varepsilon)\} = \{1, 2, \dots, R\}.$$

Здесь самому опасному уровню отвечает значение равное 1; значение 2 соответствует уровню опасности НДС, менее опасному, чем уровень 1 и более опасному, чем последующие уровни, и т.д.

Диапазон уровней опасности НДС (число слабых звеньев). Для определения числа уровней опасности НДС (числа учитываемых слабых звеньев), которым следует ограничиться при дифференциации СТБ, мы использовали условие локального превышения соответствующей компоненты энергетического вектора $\vec{E}$ вычисленного её среднего значения (равного среднему арифметическому) в СТБ, принадлежащих введенным выше множествам $\Omega^{(k)} (k = 1, 2)$:

$$E_i(x, y) > \langle E_i \rangle^{\Omega^{(k)}}. \quad (10)$$

Это неравенство эквивалентно следующему условию в концентрациях:

$$\varepsilon(x, y) > 1.$$

Исходя из последнего неравенства и вычислялось число уровней опасности R (число слабых звеньев). Очевидно, что такое ограничение в анализе учитываемых степеней опасности НДС соответствует физико-механическим представлениям о разрушении (гипотезе слабого звена).

Анализ результатов расчета. Энергетические оценки концентрации напряжений дополняют картину напряженного состояния, позволяя в итоге решить практическую задачу о выборе надежных (в смысле прочности и склонности к разрушению) участков массива для захоронения ВАО.

Пример моделирования в форме векторных эпюр отражены на Рис. 5.1 для больших напряжений $\sigma_i > [\sigma]$ и на Рис. 5.2 для малых напряжений $\sigma_i \leq [\sigma]$.

Анализ характеристик концентрации напряжений для случая больших напряжений $\sigma_i > [\sigma]$ (Рис. 5.1) показывает, что опасность разрушения может быть связана с одним из двух типов локализации энергии:

1. на изолированных – «точечных» участках;
2. на точечных участках, достаточно плотно прилегающих друг к другу (типа «облака» очагов разрушения).

Первый случай характеризует возможность «точечного» разрушения и может привести только к локальному разрушению, которое обычно не представляется опасным.

Таким образом, вид эпюры энергетических векторов наглядно характеризует склонность к разрушению, которая определяется гетерогенной структурой массива.

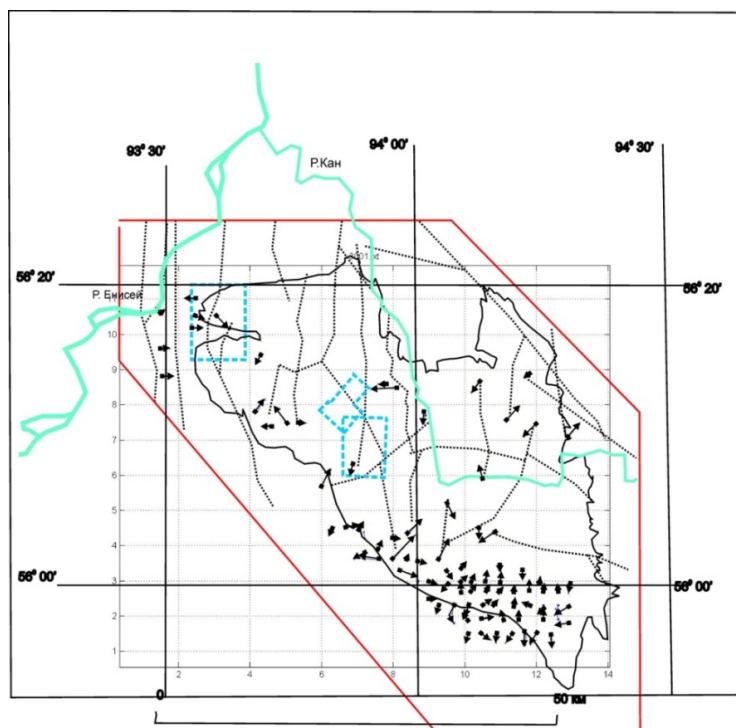


Рисунок 5.1. Концентрация интенсивности энергии $\delta, \sigma_i > [\sigma]$. Крупный пунктир – контуры участков захоронения ВАО, мелкий пунктир – тектонические разломы, учтенные при моделировании, сплошная линия – контур Нижнеканского гранитоидного массива.

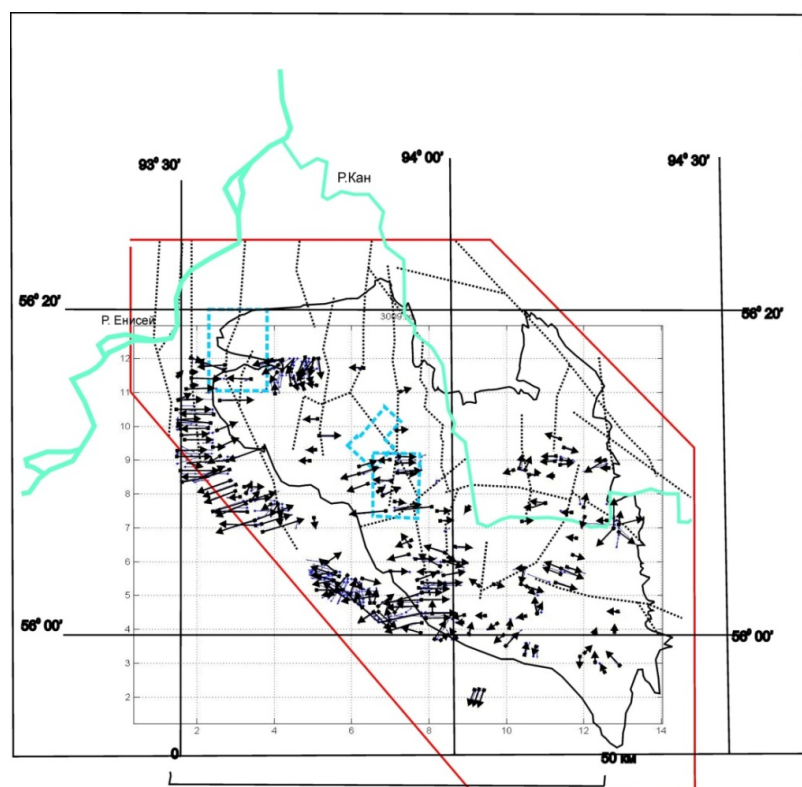


Рисунок 5.2. Концентрация интенсивности энергии $\delta, \sigma_i \leq [\sigma]$.

Кроме указанных характеристик модели разрушения (очага, направления развития нарушения сплошности и числовой оценки возможности реализации такого развития) самостоятельное значение, как уже отмечалось, имеет величина плотности расположения очагов разрушения, которые могут быть причиной «мелкофокусных» разрушений.

Поскольку осреднения при вычислении концентрационных характеристик производились отдельно для случаев больших и малых напряжений, то полученные числа учитываемых слабых звеньев и нормировка длин векторов концентрации энергии оказались различными для этих случаев. Отмеченное различие следует учитывать при анализе степени опасности НДС на основании сравнения длин энергетических векторов. В случае больших напряжений $\sigma_i > [\sigma]$, согласно теории удельной потенциальной энергии формоизменения, может возникнуть опасность разрушения. Для случая малых напряжений $\sigma_i \leq [\sigma]$ разрушение, как уже отмечалось, может быть реализовано лишь при условиях действия дополнительных энергетических воздействий.

5.2. Разработка методики геодинамического районирования территорий

В основе известной концепции геодинамического районирования лежит метод, разработанный в конце 70-х годов XX века во ВНИМИ (И. М. Петухов, И. М. Батугина и др.) для предупреждения горных ударов на подземных рудниках. Его главная идея заключается в изучении величин тектонических напряжений в иерархически подчиненной системе структурно-тектонических блоков территории. Позднее метод геодинамического районирования стал применяться не только для прогнозирования горных ударов, но и при проектировании газо- и нефтепроводов, гидростанций и других объектов. Точность моделирования НДС, являющегося основой метода, зависит от близости задаваемых граничных условий моделей той геодинамической обстановке, которая существует в реальном массиве горных пород. Их обоснование является сложной задачей, поэтому часто применяются приближенные методы моделирования, позволяющие получать решения за счет упрощения различных характеристик среды: структурной нарушенности, направления действия главных напряжений и других параметров, площадное распределение которых и изменение во времени носит вероятностный характер.

В этой связи нами развивается новый подход к геодинамическому районированию, позволяющий интегрировать в традиционную методологию: а) результаты инструментальных наблюдений за смещениями и деформациями земной поверхности на основе глобальных спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС; б) энергетический подход к ранжированию вероятности деструкции структурных тектонических блоков (изложен выше). Этот метод условно назван «кинематический метод геодинамического районирования». Его основа – описание движения идеализированных тел без выявления причин их движения, с последующим переходом к деформациям и напряжениям. В нашем случае такими телами являются структурно-тектонические блоки, а следствием их движений – образование полей напряжений на границах этих блоков и внутри них. При этом задаются не абсолютные величины

напряжений, которые трудно измерить из-за крайней неоднородности геологической среды и масштабного пространственно-временного эффекта, а инструментально установленные скорости движений блоков, которые мы можем определить с точностью до 2–3 мм/год.

Новизна подхода заключается в следующем:

1. В алгоритм моделирования НДС вводится вероятностный фактор, отражающий неоднозначность задания граничных условий в площадном аспекте (физико-механических свойств, анизотропии и блочности массива, направления действия главных напряжений, параметров, характеризующих структурную нарушенность среды).

2. Учет того, что геологическая среда эволюционирует во времени (происходят подвижки блоков, активизируются разломы, изменяется гидрогеологический режим подземных вод и т. д.). При этом происходит изменение первоначального поля напряжений (на отдельных участках весьма сильное). Учет этого «временного» фактора практически не ведется. Возникают два типа задач:

а) Прогноз устойчивости геологической среды на длительные интервалы времени в тысячи и десятки тысяч лет, например, при выборе мест подземной изоляции высокоактивных радиоактивных отходов (ВАО), когда требуется обеспечить сохранность естественных изоляционных на весь период радиобиологической опасности ВАО (до 100 тыс. лет);

б) Прогноз устойчивости породных массивов на короткие периоды, не превышающие время отработки одного месторождения, составляющие в среднем интервал 30–50 лет.

3. И, наконец, третий аспект заключается в том, что на начальной стадии проектирования из-за неполноты исходных данных мы не можем дать ответа на вопрос – разрушится или нет структурный блок, а отвечаем на другой вопрос – во сколько раз степень опасности разрушения для одних геодинамических блоков больше, чем для других.

Общая схема кинематического метода геодинамического районирования приведена на Рис. 5.3.

Новый подход к прогнозу опасности тектонической деструкции блочного гетерогенного массива будет реализован при постановке GPS-наблюдений на геодинамическом полигоне (участок «Енисейский», Нижнеканский массив) в 2012 году.

За прошедший период создана детальная база данных о Нижнеканском гранитоидном массиве, разработаны теоретические основы и алгоритм моделирования динамики изменения напряженно-деформированного состояния гетерогенно-блочной геологической среды, находящейся в нестационарном поле тектонических напряжений, подробно описана в вышедшей в 2011 году монографии: Андерсон Е. Б., Белов С. В., Камнев Е. Н., Колесников И. Ю., Лобанов Н. Ф., Морозов В. Н., Татаринов В. Н.

Подземная изоляция радиоактивных отходов (научн. редакция проф. В. Н. Морозова)
М.: Издательство «Горная книга», 2011. 592 с.: ил.



Рисунок 5.3. Блок-схема кинематического метода геодинамического районирования территории.

В 2011 г. в лаборатории был разработан новый алгоритм и на его основе написана программа расчета фильтрации жидкости под действием тектонических напряжений в гетерогенной блочной геологической среде. Алгоритм основан на использовании закона Дарси о фильтрации жидкости и газа в пористых средах, который показывает зависимость скорости фильтрации флюида от градиента напора. Таким образом, используя более ранний алгоритм для расчета напряженно-деформированного состояния в массиве горных пород «GEODYN 1.0» и закон Дарси, можно рассчитать скорость и основные направления фильтрации жидкости в гетерогенной геологической среде. Алгоритм использован для расчета процессов фильтрации в районе архипелага Новой Земли.

Получен номер госрегистрации № 2011614290 на «Программу для расчета напряженно-деформированного состояния в массиве горных пород на основе гетерогенного конечно-элементного моделирования» «GEODYN 1.0».

В 2011 г. велись работы в рамках договора с Росатомом «Разработка базы данных геофизических характеристик по анализу и оценке природных опасностей и рисков в регионах строительства АЭС, размещения предприятий по переработке ОЯТ и пунктов хранения и переработки РАО». Цель работы – разработка методики создания баз геолого-геофизических данных, необходимых для оценки природных опасностей и рисков в регионах строительства АЭС, размещения предприятий по переработке ОЯТ и пунктов хранения и переработки РАО. Была разработана классификация объектов ядерного топливного цикла, позволяющая распространять на близкие по признакам объекты ЯТЦ существующие и вновь разработанные методические подходы для создания информационных баз данных о геологической среде.

Выполнен анализ потенциальной опасности объектов ЯТЦ для окружающей среды и населения и системы действий по предотвращению опасного воздействия геологической среды на объекты ЯТЦ, а также современных представлений об устойчивости геологической среды и режимах ее существования.

Разработана методика формализованной вероятностно-детерминированной оценки опасностей и рисков в районах строительства АЭС, размещения предприятий по переработке ОЯТ и пунктов хранения и переработки РАО по картографическому материалу на региональном уровне.

В 2011 г. выпущена одна монография, один учебник, одно учебно-практическое пособие, две статьи в рецензируемом журнале, сделано три доклада на международных конференциях.

Публикации сотрудников лаборатории:

- Андерсон Е. Б., Белов С. В., Камнев Е. Н., **Колесников И. Ю.**, Лобанов Н. Ф., **Морозов В. Н.**, **Татаринов В. Н.** Подземная изоляция радиоактивных отходов. М.: Издательство «Горная книга», 2011. 592 с.
- Гвишиани А. Д.**, **Агаян С. М.**, **Богоутдинов Ш. Р.**, **Каган А. И.** Гравитационное сглаживание временных рядов. Труды Института математики и механики УрО РАН, Т. 17, №2, 2011.
- Михайлов Ю. В., Коворова В. В., **Морозов В. Н.** Горнопромышленная экология: Учебник. М., Издательский центр «Академия», 2011, 336 с.
- Морозов В. Н.**, **Колесников И. Ю.**, **Татаринов В. Н.** Моделирование уровней опасности напряженно-деформированного состояния в структурных блоках Нижнеканского гранитоидного массива (к выбору участков захоронения радиоактивных отходов). Геоэкология, №6, 2011, с. 524–542.
- Морозов В. Н.**, **Колесников И. Ю.**, **Татаринов В. Н.** Tectonic processes modeling for high-level radioactive waste disposal. 8th International Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources." Rezekne Higher Education Institution, Rezekne, Latvia. 2011. ISBN 978-9984-44-070-5. (http://zdb.ru.lv/conferences/4/VTR8_I_9.pdf).
- Морозов В. Н.**, **Михайлов Ю. В.**, **Татаринов В. Н.**, **Колесников И. Ю.** Моделирование и анализ полей напряжений в породных массивах: учебный практикум. М., Изд-во МГОУ, 2011, 53 с.
- Morozov V. N.**, **Kagan A. I.** Geodynamic zoning for underground isolation of radioactive waste. Environment, Technology, Resources Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference. Volume 1, Rezekne, 2011, p 16–23.
- Morozov V. N.**, **Tatarinov V. N.**, **Kolesnikov I. Y.**, **Kagan A. I.** Prediction of geodynamic dangerous for disposal of high-level radioactive waste. Инженерная защита территорий и безопасность населения: роль и задачи геоэкологии, инженерной геологии и изысканий. Международная конференция «EngeoPro-2011», М., 2011.

6. Лаборатория математического анализа геомагнитных данных

(зав. лабораторией к.ф.-м.н. А. А. Соловьёв)

Нечеткая мера геомагнитной активности и мониторинг магнитных бурь

Геомагнитное поле подвержено колебаниям различного временного масштаба. С целью описания магнитной активности в планетарном масштабе был разработан ряд геомагнитных индексов: 24-часовой C -индекс, 3-часовой K_p -индекс, часовые индексы Dst , AE и другие. Отметим, что основной идеей введения этих индексов было дать равномасштабную оценку относительной силы возмущений на разных обсерваториях. Однако более детальное изучение морфологии геомагнитных возмущений и их источников показало, что разные индексы геомагнитной активности, используемые в наше время, отражают активность геомагнитного поля не на всей поверхности Земли, а на ее отдельных участках.

Для изучения динамики геомагнитных возмущений во время бури недостаточно использовать лишь некоторые стандартные геомагнитные индексы (напр., C_p , AE , Dst и др.). В процессе изучения солнечно-земных явлений появилась необходимость одновременного определения силы геомагнитных возмущений, зарегистрированных на как можно большем количестве обсерваторий. На сегодняшний день наиболее крупной мировой сетью наблюдений за магнитным полем Земли является ИНТЕРМАГНЕТ. Такая необходимость требует введения новых параметров, независимых от геомагнитных широт и долгот.

Осуществление такого рода анализа экспертом вручную крайне трудоемко в силу огромного объема данных. Для решения этой задачи был предложен новый подход в геоинформатике на базе методов нечеткой логики. В частности, мы используем алгоритм FCARS (Fuzzy Comparison Algorithm for Recognition of Signals), построенный на базе дискретного математического анализа (ДМА).

Алгоритм FCARS позволяет ввести меру геомагнитной активности $\mu(t)$, которая оценивает геомагнитную активность в каждый момент времени на индивидуальной магнитограмме. Геомагнитная активность оценивается в шкале $[-1, 1]$, где значение -1 соответствует спокойному состоянию, а значение 1 соответствует аномальному состоянию.

Работа меры $\mu(t)$ сравнивалась с классическими индексами геомагнитной активности. В частности, был проведен сравнительный анализ $\mu(t)$ и трехчасового индекса K на возмущенном фрагменте магнитной записи за январь 2005 г. В результате при сравнении работы двух методов между ними было получено высокое значение

коэффициента корреляции 0,9061 (Рис. 6.1). При этом из Рис. 6.1 видно, что мера $\mu(t)$ гораздо тоньше реагирует на магнитные возмущения. Необходимо отметить, что для более корректного сравнения мера $\mu(t)$, как и индекс K , рассчитывалась для трехчасовых промежутков времени. В общем случае мера $\mu(t)$ способна работать на минимальном промежутке времени, соответствующем временному шагу регистрации исходных данных (напр., 1 минута в случае данных ИНТЕРМАГНЕТ).

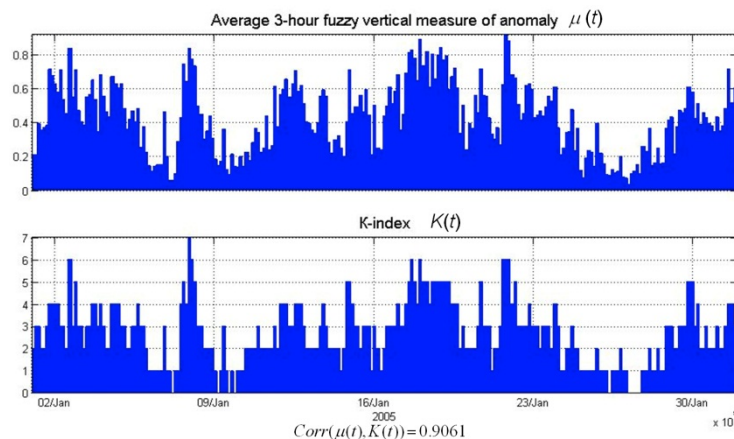


Рисунок 6.1. Сравнение рассчитанной меры $\mu(t)$ и K -индекса для возмущенной магнитной записи компоненты X за январь 2005 г., полученной на обсерватории Chambon la Foret (CLF). Коэффициент корреляции между двумя получившимися записями составил 0,9061.

Применяя меру $\mu(t)$ ко всей совокупности магнитограмм, полученных всей сетью обсерваторий (напр., ИНТЕРМАГНЕТ), мы можем иметь мгновенную картину распределения бури на поверхности Земли в каждый момент времени. В случае данных ИНТЕРМАГНЕТ эта картина меняется во времени с шагом 1 мин. Для визуализации работы меры $\mu(t)$ мы используем ГИС-технологии. Таким образом, предлагаемый метод мониторинга геомагнитной активности представляет собой новый способ изучения динамики распространения геомагнитных возмущений. При этом он позволяет осуществлять такой мониторинг в режиме реального времени.

Работа метода была опробована на двух сильных геомагнитных бурях, наблюдаемых во время 23-го солнечного цикла. В первом случае рассматривалась сложная буря 8–11 ноября 2004 г., состоящая из двух частей. Во втором случае рассматривалась изолированная буря 15 мая 2005 г. Перед применением разработанного метода выбранные бури были детально изучены. Исходным материалом служили данные сети ИНТЕРМАГНЕТ, значения индекса Dst (исправленная версия Dst), параметры солнечного ветра и межпланетного магнитного поля и данные по солнечным событиям. Рис. 6.2 иллюстрирует работу метода при мониторинге первой бури в разные моменты времени.

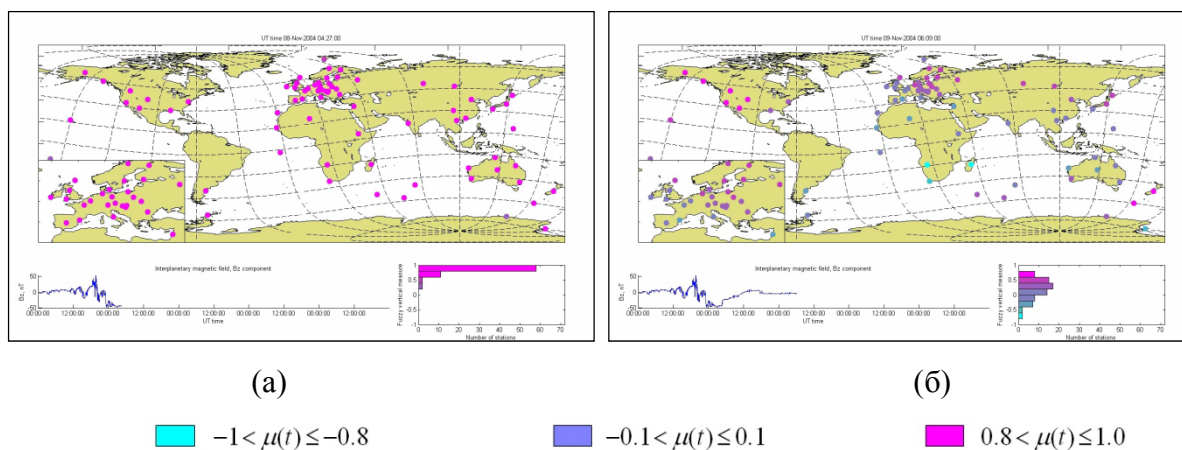


Рисунок 6.2. Глобальный мониторинг первой бури в режиме реального времени на базе данных ИНТЕРМАГНЕТ (компонента H). Два скриншота соответствуют работе метода в два разных момента времени UT: 8/11/2004 04:27 (а) и 9/11/2004 06:09 (б).

Метод позволяет визуализировать на карте мира распределение параметра аномальности $\mu(t)$ по всей сети обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ в режиме анимации (Рис. 6.2). Снизу справа расположена динамическая гистограмма, в каждый момент времени отражающая распределение количества обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ в соответствии с различными значениями $\mu(t)$ от -1 (нет аномалии) до 1 (сильная аномалия). Снизу слева приведен динамический график компоненты B_z межпланетного магнитного поля, который соответствующим образом развивается во времени. Прослеживается четкая согласованность между гистограммой наблюдаемой аномальности и поведением B_z .

Результат показал, что глобальные, региональные и локальные характеристики отдельных геомагнитных бурь имеют общие и индивидуальные особенности в зависимости от внешних стимулирующих условий в гелиосфере и на Солнце. На базе проведенного анализа динамического распределения геомагнитных возмущений во время геомагнитных бурь было показано, что кольцевой ток не всегда является главным содействующим элементом в отношении экваториальных геомагнитных возмущений во время развития основной фазы сильных геомагнитных бурь. Это привело к выводу, что предлагаемый подход дает более объективную и оперативную оценку геомагнитной активности, чем ряд классических индексов.

ДМА-кластеризация

Созданный в лаборатории подход к анализу дискретных данных, называемый дискретным математическим анализом (ДМА), получил дальнейшее развитие в алгоритме Discrete Perfect Sets (DPS), выделяющем плотные подмножества в конечных множествах точек. Для решения этой задачи предложена формальная конструкция плотности

для дискретного случая. Алгоритм может выделять подмножества различной плотности в зависимости от выбранного уровня плотности a , принимающего значения от 0 до 1. Результаты работы алгоритма для множества точек на плоскости при разных значениях параметра a приведены на Рис. 6.3. Алгоритм был доложен на XV Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов 2011». В качестве одного из практических применений планируется использование алгоритма DPS при оцифровке магнитограмм.

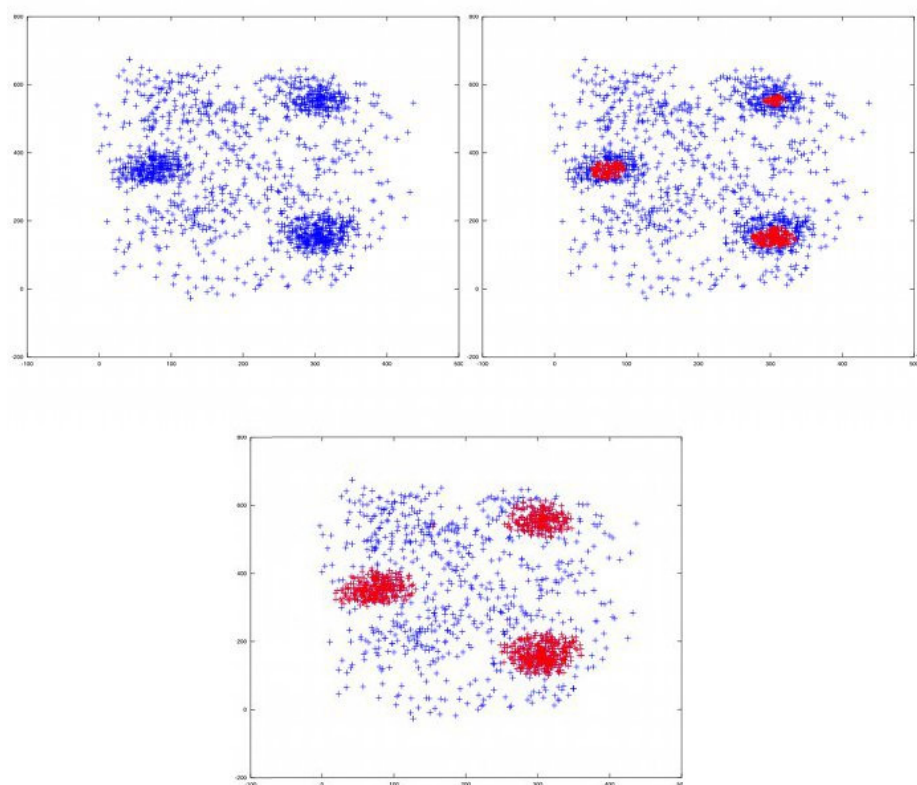


Рисунок 6.3. Работа алгоритма DPS при разных значениях свободных параметров.

ДМА-тренды

Дальнейшее развитие получил подход к морфологическому анализу записей, основанный на трендах. Он представляется перспективным, и в рамках этого подхода на базе ДМА построены новые производные для временных рядов, в общем случае заданных на нерегулярной сетке. Важно, что области знакопостоянства на ДМА-производных тесно связаны со стохастическими трендами на исходных рядах (Рис. 6.4, Рис. 6.5).

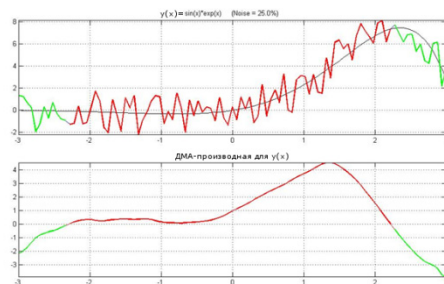


Рисунок 6.4. Стохастические тренды на основе ДМА-производных для разных функций, заданных на регулярной сетке.

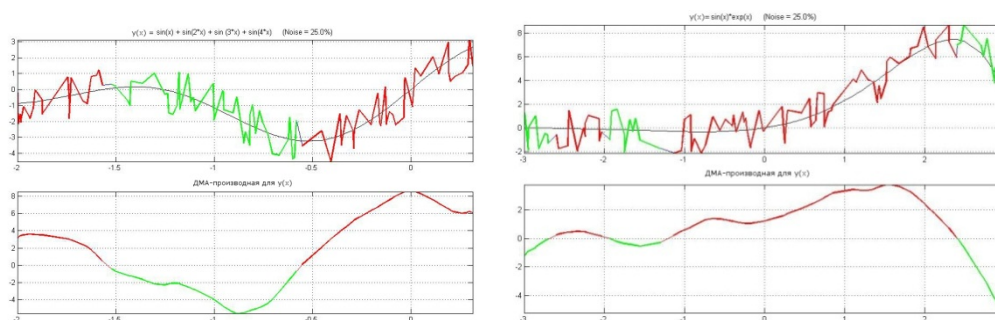


Рисунок 6.5. Стохастические тренды на основе ДМА-производных для разных функций, заданных на нерегулярной сетке.

Апробация алгоритма SP на данных за период солнечной активности

В 2011 году продолжились работы по изучению поведения алгоритма *SP* на минутных магнитограммах сети ИНТЕРМАГНЕТ. Применение алгоритма, полученного в процессе обучения на данных, соответствующих годам спокойной геомагнитной обстановки, к анализу магнитограмм, относящихся к годам повышенной солнечной активности, показало чуть менее успешные результаты в сравнении с экзаменом, проведенным на уровне фрагмента на данных 2007 г. Вероятности ошибок первого рода для выборок 2003 и 2005 гг. составили 0,0% и 0,2% соответственно. Вероятность ошибки второго рода составила 15,4% на данных 2003 г. и 14,6% на данных 2005 г. Однако полученные результаты для 2003 и 2005 гг. сравнимы с результатами внешнего экзамена на данных 2008 г., проведенного на глобальном уровне. Было установлено, что эффективность распознавания искусственных выбросов выше на интервалах относительно спокойного, невозмущенного поля, а также в случае относительно высокой амплитуды выбросов по сравнению со средним уровнем поля в их окрестности. Несмотря на достаточно большие величины ошибок второго рода и ненулевые ошибки первого рода на данных 2005 г., в работе алгоритма не выявлено серьезных сбоев, что свидетельствует об

устойчивости его работы. Изучение работы *SP* на магнитограммах 2003 и 2005 гг. также помогло выявить характерные природные возмущения, распознаваемые алгоритмом как ложные выбросы, что важно для дальнейших исследований, направленных на усовершенствование алгоритма.

Изучение геомагнитных пульсаций

На базе секундных данных французской сети геомагнитных обсерваторий ВСМТ был проведен глобальный анализ магнитной бури 3–9 апреля 2010 г., первой геомагнитной бури после последнего минимума солнечной активности. В результате анализа был впервые выявлен ряд закономерностей, поскольку регистрация секундных данных о магнитном поле Земли сразу на нескольких обсерваториях началась относительно недавно, с 2009 года. Предметом изучения являлись секундные данные, полученные всеми низкоширотными обсерваториями сети ВСМТ, расположенными в диапазоне ± 30 градусов от геомагнитного экватора (IPM, PPT, MBO, AAE, PHU, LZH). Было обнаружено, что внезапному началу магнитной бури соответствует всплеск короткопериодных геомагнитных пульсаций типа Pc3 с частотой порядка 20–50 мГц на магнитограммах со всех рассматриваемых обсерваторий (Рис. 6.6). Этот всплеск также соответствует резкому изменению параметров солнечного ветра, таких как скорость, плотность протонов и давление потока.

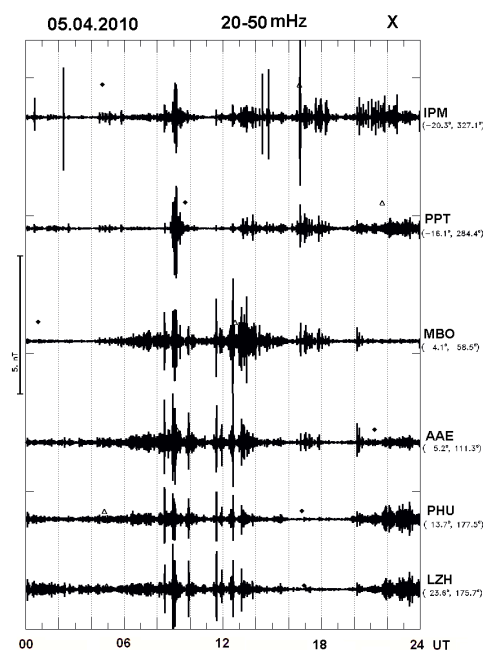


Рисунок 6.6. Пульсации типа Pc3 на данных низкоширотных обсерваторий ВСМТ.

Также было изучено поведение геомагнитных пульсаций типа Pc5 с частотой порядка 3,5–4,5 мГц во время магнитных бурь. Были построены две базы данных: одна состоит из всех магнитных бурь со значением индекса *Dst* меньшим – 50, наблюдавшихся с 1996 по 2006 годы, а вторая представляет месячные магнитограммы, полученные всеми низкоширотными обсерваториями ИНТЕРМАГНЕТ за тот же интервал времени. Минутные данные магнитных наблюдений были отфильтрованы в диапазоне частот пульсаций типа Pc5. Это позволило изучать поведение геомагнитных пульсаций во время магнитных бурь. Были отобраны пять магнитных бурь (Таб. 6.1, ВН = время внезапного начала бури) для их комплексного изучения на базе записей пульсаций типа Pc5 с восьми обсерваторий (BOU, BOX, CLF, HER, MMB, ASP, HON и КАК) и записей параметров солнечного ветра (скорость, плотность протонов, давление потока).

Таблица 6.1. Пять изучаемых магнитных бурь

Магнитные бури		DST	ВН
1998	4–5 мая	–136	2 мая
1998	27 августа	–132	26 августа
1998	25 сентября	–165	24 сентября
2003	29–31 октября	–193	29 октября
2003	20–21 ноября	–216	20 ноября

В результате анализа был сделан вывод, что в ряде случаев геомагнитные пульсации типа Pc5 могут быть использованы для более адекватного мониторинга магнитных бурь, чем, например, *Dst*-индекс. В частности, для всех геомагнитных бурь из Таб. 6.1 их внезапные начала, являющиеся предвестниками самих бурь, более явно проявляются на записях пульсаций типа Pc5, чем на магнитограммах. Другими словами, в случае пяти отобранных бурь наблюдается однозначная корреляция между моментами внезапного начала бури и резким увеличением амплитуды геомагнитных пульсаций типа Pc5. Такие резкие всплески амплитуды сопровождаются предшествующими спокойными фрагментами на записях пульсаций типа Pc5 (Рис. 6.7).

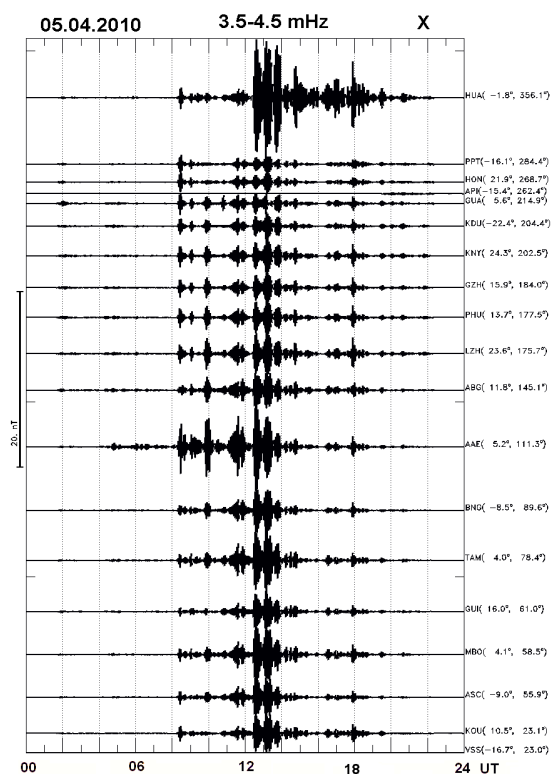


Рисунок 6.7. Всплески пульсаций типа Pc5, наблюдаемые на множестве обсерваторий.

Проведенный анализ показал, что геомагнитные пульсации типов Pc3 и Pc5 позволяют уточнять временные границы магнитных бурь, по крайней мере, времена начала магнитных бурь.

Для облегчения проводимого анализа было разработано программное обеспечение для интерактивного анализа исследуемых данных. Оно включает в себя следующие функции:

- множественный выбор данных с использованием картографического приложения с нанесенными на карту обсерваториями в геомагнитной системе координат (Рис. 6.8);
- фильтрация выбранных данных в указанном пользователем диапазоне частот;
- множественное построение графиков по различным данным (магнитограммы, отфильтрованные записи Pc3/Pc5, геомагнитные индексы, параметры солнечного ветра) за указанный пользователем временной интервал.

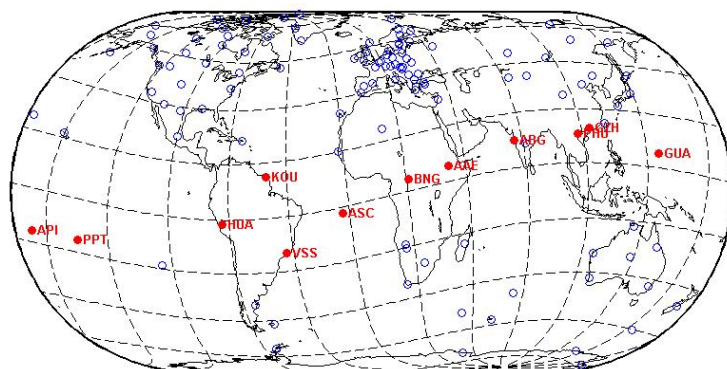


Рисунок 6.8. Интерактивное картографическое приложение.

Распознавание магнитограмм на отсканированных изображениях

Были получены предварительные результаты по полуавтоматизированной оцифровке изображений (Рис. 6.9) и последующей обработке получившихся магнитограмм. Работа по получению очищенных магнитограмм делится на несколько этапов: 1) первичная очистка изображений (Рис. 6.10); 2) распознавание элементарных фрагментов магнитограмм (Рис. 6.11); 3) построение магнитограмм из фрагментов с заполнением возможных пропусков (Рис. 6.12); 4) очистка полученных магнитограмм от техногенных сбоев. В основе очистки изображения лежат методы нечёткой логики и нечёткой математики.

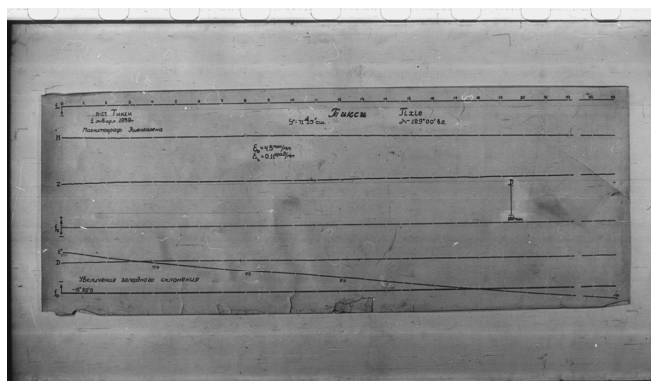
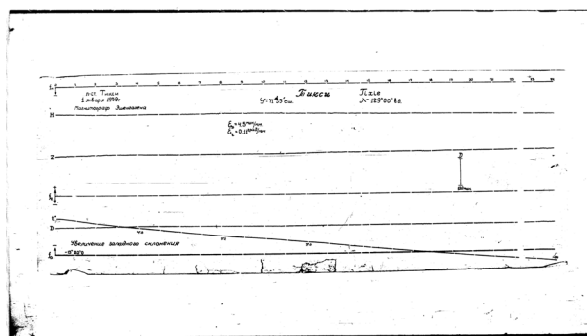
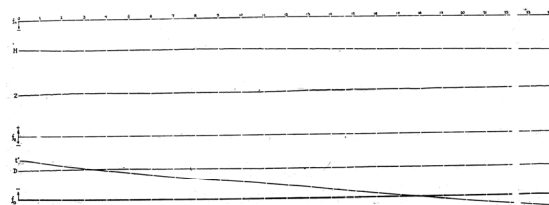


Рисунок 6.9. Исходное изображение.



(а)



(б)

Рисунок 6.10. Первичная очистка изображений: автоматическая очистка (а), очистка вручную (б).

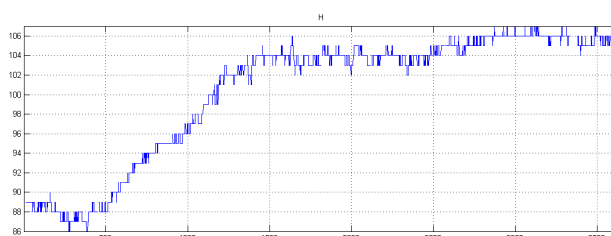


Рисунок 6.11. Распознанные элементарные фрагменты.

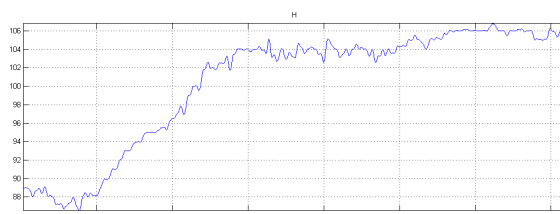


Рисунок 6.12. Сглаженная магнитограмма.

В частности, при очистке изображений используются так называемые нечёткие сравнения. После проведения распознавания элементарных фрагментов и последующей реконструкции (их объединения) мы получаем предварительные (preliminary) записи. Далее встает задача очистки полученных записей. Для этого в ГЦ РАН реализованы два алгоритма: SP и SPs. Они базируются на нечёткой логике и позволяют выделить все спайки различной природы.

Обработка данных о цунами DART-2 и магнитных данных на базе СВАН-методов

1. Предложена математическая технология спектрально-временного анализа для распознавания аномальных участков во временных рядах геофизических данных.
2. Разработаны математические модели Рэлеевских и цунами волновых возмущений в сигналах датчиков гидростатического давления (ДГД) донных сейсмических станций (ДСС) типа DART-2.
3. Разработан алгоритм нелинейной фильтрации сигналов системы принятия решений для задачи распознавания аномальных участков во временных рядах геофизических данных.
4. Разработаны алгоритмы, основанные на спектрально-временном анализе и методах принятия решений для распознавания Рэлеевских и цунами волновых возмущений во временных рядах сигналов ДГД от ДСС типа DART-2.
5. Реализована возможность применения спектрально-временного анализа для распознавания участков с магнитными бурями во временных рядах сигналов магнитометров.
6. Разработан алгоритм сплайновой фильтрации низкочастотных приливно-отливных колебаний в сигналах ДГД от ДСС типа DART-2.

Математический анализ палеомагнитных данных для оценки вековых вариаций

Был разработан алгоритм генерации эргодических реализаций многомерного гауссовского случайного процесса с заданными корреляционными характеристиками. Вместе с алгоритмом генерации значений градиентного поля функции с заданными спектральными характеристиками на двумерной сфере это определило алгоритм генерации реализаций в динамической модели вековых вариаций магнитного поля Земли в рамках подхода Констабль и Паркера.

Соответствующий программный алгоритм был реализован в виде кода на языке MATLAB, что позволяет генерировать синтетические реализации процесса, статистически соответствующие набору параметров модели Констабль и Паркера. Программа размещена для свободного скачивания на сайте ИФЗ РАН.

Моделирование записи в осадочных породах проводилось путем непосредственного осреднения с учетом скоростей осадконакопления по модельным реализациям вековых вариаций (синтетическим данным).

Накоплены статистические оценки для эффектов усреднения магнитного поля в осадочных породах, соответствующее теоретическое описание находится в стадии исследования. Предполагается, что можно будет вывести аналитически все

количественные оценки для характеристик усредненного сигнала на основе значений скорости осадконакопления и параметров многомерного случайного гауссовского процесса.

Продолжалась рутинная обработка ранее собранных полевых данных по осадкам с целью более детального оценивания возможной точности определения наклонов и склонений. Достаточное для статистики число образцов было отобрано для анализа вариаций древних (более миллиарда лет) пород.

С помощью постоянно пополняющейся интернет-базы данных MAGIC были найдены временные ряды направлений, достаточно представительные для статистики направлений магнитного поля в эпоху стабильной полярности Brunhes. Начата работа для сравнительного статистического анализа этих данных и синтетических данных, сгенерированных в рамках модели.

В результате удалось количественно оценить погрешности метода VGP нахождения палеоширот. В синтетических данных, построенных по стационарной модели, наблюдались известные для реальных палеомагнитных данных эффекты, в частности те, которые до сих пор принято было связывать с проявлениями нестационарности магнитного геодинamo. Таким образом, в рамках динамической модели Констабль и Паркера удастся воспроизвести больше реальных свойств магнитного поля Земли, чем это предполагалось до сих пор.

Получены необходимые количественные оценки для известных эффектов осреднения магнитной записи в осадочных породах.

Эффект занижения магнитного склонения в осадочных данных стало возможным рассматривать на фоне других влияний, в частности на фоне эффекта осреднения в палеомагнитных записях. Тем самым появилась возможность указывать соответствующую ожидаемую точность методов обработки реальных данных.

Подготовлены достаточно представительные для статистики коллекции направлений древнего поля, что позволит получить для них оценку вековых вариаций в различные эпохи.

Все результаты, полученные в рамках рассмотрения синтетических данных, являются новыми, поскольку до сих пор никто не рассматривал явных реализаций динамической (то есть описывающей поведение магнитного поля во времени с учетом пространственно-временных корреляций) модели Констабль и Паркера.

Безусловно, наблюдение в рамках стационарной модели кратковременных, но значительных по величине магнитных экскурсов, которые до сих пор принято было связывать исключительно с проявлениями нестационарности, является новым и неожиданным для международного сообщества специалистов по геомагнетизму. Все это стало возможным с помощью новой и вполне оригинальной программы генерации модельных данных.

Конференции

Сотрудники лаборатории были ответственны за разработку научной программы конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET» (<http://uglich2011.gcras.ru/>), которая проходила 26–28 января 2011 г. в г. Угличе (Россия). Конференция была организована ГЦ РАН.

В рамках конференции прошла встреча между институтами РАН и НАН Украины, курирующими работу российских и украинских обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ, а также учреждениями, на базе которых планируется установка новых обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ, включая институты РАН и РОСГИДРОМЕТ. В результате этой встречи были предприняты важные шаги по объединению усилий в создании и развитии российско-украинского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ:

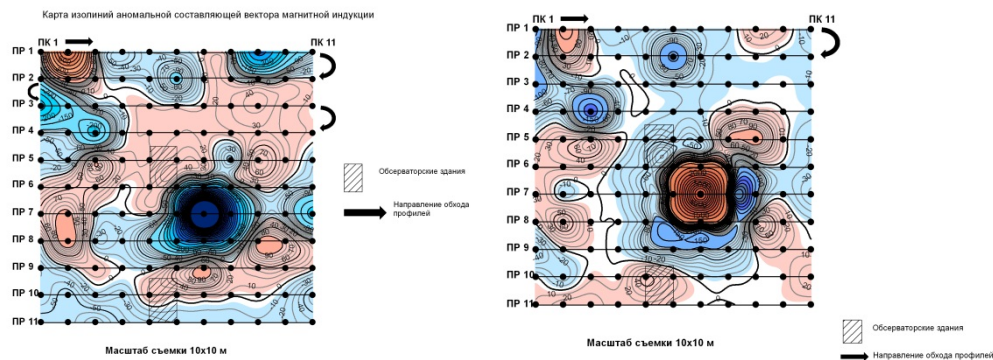
1. Заключено соглашение о совместной работе по проекту развертывания российско-украинского сегмента международной системы наблюдений за магнитным полем ИНТЕРМАГНЕТ;
2. Принято решение о создании рабочей группы в рамках Национального геофизического комитета РФ по созданию российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ;
3. Достигнуто соглашение о создании национального узла сбора и обработки геомагнитных данных по обслуживанию российско-украинского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ на базе ГЦ РАН с перспективой приобретения статуса шестого GIN сети ИНТЕРМАГНЕТ;
4. Инициировано развертывание экспериментально-тренировочной временной обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на базе магнитной станции «Москва» (ИЗМИРАН, г. Троицк, Московская область);
5. Мировыми специалистами в области геомагнетизма выработаны рекомендации по развертыванию новых обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ в РФ.

Установка обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ

«Москва» в г. Троицке на территории ИЗМИРАН

Летом 2011 г. один комплект оборудования был установлен в г. Троицк на территории ИЗМИРАН. Настроена передача данных в ГЦ в режиме, близком к реальному времени.

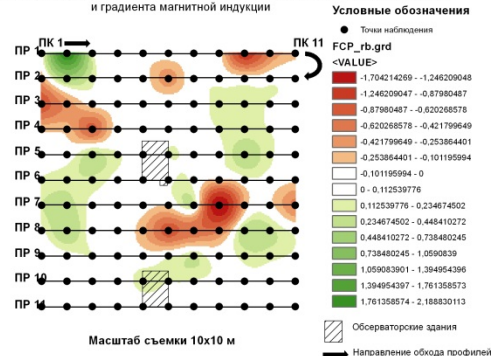
Несколько молодых сотрудников лаборатории прошли полный курс занятий по работе с геомагнитным оборудованием на этой обсерватории. Была проведена детальная геомагнитная площадная съёмка масштаба 10x10 м на территории обсерваторского комплекса ИЗМИРАН с целью изучения характера скалярного геомагнитного поля и его вертикального градиента на данной площади. Съёмка проводилась при помощи протонного магнитометра и градиентометра. По ее результатам были построены соответствующие карты (Рис. 6.13).



(а)

(б)

Карта комплексного параметра суммы стандартизованных величин аномального магнитного поля и градиента магнитной индукции



(в)

Рисунок 6.13. Результаты магнитной съемки местности в окрестностях обсерватории «Москва»: карта изолиний аномальной составляющей полной напряженности магнитного поля (а); карта изолиний локального градиента полной напряженности магнитного поля (б); карта комплексного параметра суммы стандартизованных величин аномального магнитного поля и градиента магнитной индукции (в).

Установка вариометра стандарта ИНТЕРМАГНЕТ «Ротковец»

В декабре 2011 г. вариометр FGE стандарта ИНТЕРМАГНЕТ (Рис. 6.14) был установлен на территории геобиостационара «Ротковец» Института физиологии природных адаптаций УрО РАН на юге Архангельской области. Там же установлен дублирующий вариометр ИЗМИРАН. Организована регулярная передача (раз в 3 часа) всех регистрируемых характеристик магнитного поля в ГЦ РАН, где проводится сравнительный анализ данных, получаемых разными вариометрами.



Рисунок 6.14. Вариометр ГЦ РАН в главном здании геобиостационара «Ротковец».

Текущее состояние Российского сегмента ИНТЕРМАГNET

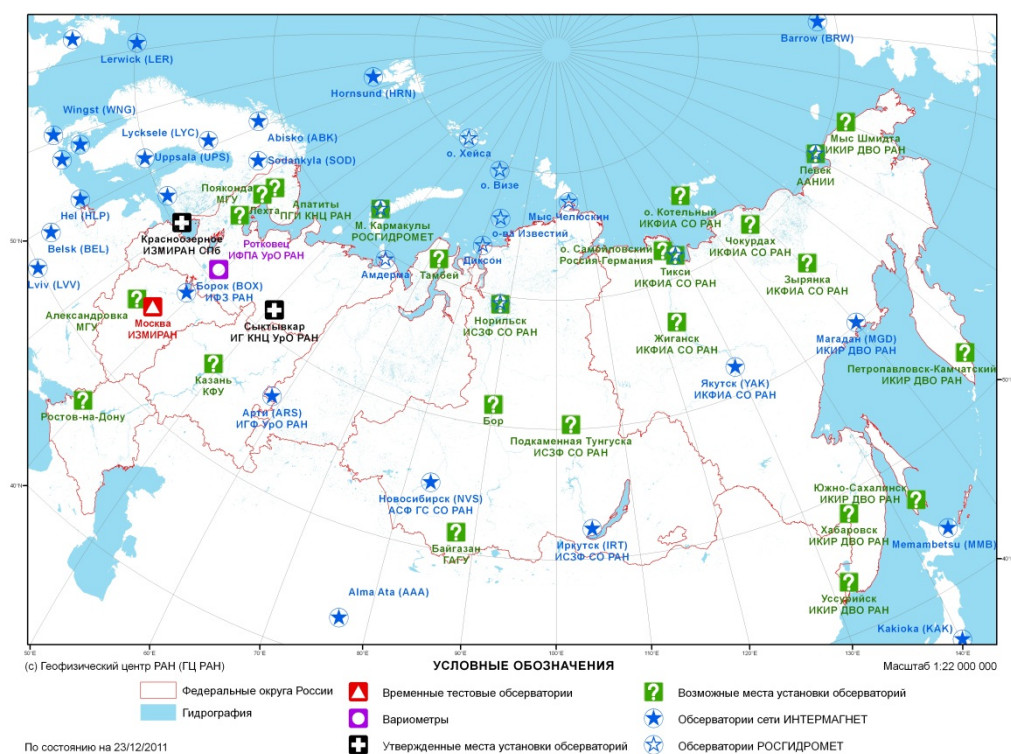


Рисунок 6.15. Карта геомагнитных обсерваторий на территории России.

Разработка комплекса программ для Российского узла сбора магнитных данных

В рамках работы над созданием в Геофизическом центре РАН узла сбора, обработки и хранения геомагнитных данных сети ИНТЕРМАГНЕТ разрабатывался ряд вспомогательных программ, необходимых в обсерваторских наблюдениях. В частности, была создана программа для автоматического вычисления абсолютных значений и значений базовой линии компонент магнитного поля по наблюдениям на теодолите с феррозондом. Абсолютные измерения – регулярная процедура, проводимая на геомагнитных обсерваториях. Расчёт абсолютных значений и базовой линии в программе позволяет уменьшить затраты времени, связанные с ручным расчётом, и избежать возможных ошибок. Программа была протестирована на реальных наблюдениях. Далее на языке Java была реализована веб-версия данной программы, позволяющая пользователю вводить значения в форму и затем отсылающая файл с результатами по указанному адресу электронной почты с сохранением копии результатов на сервере.

Деятельность по программам РФФИ

В рамках проекта РФФИ 11-05-05024-б «Развитие МТБ для проведения исследований по области знаний 05, в целях создания аналитического центра российского сегмента международной сети геомагнитных наблюдений наивысшего стандарта качества» закуплено оборудование для оснащения создаваемого лабораторией российско-украинского узла сбора геомагнитных данных. Оборудование включает в себя:

<i>Серверы и рабочие станции</i>	<i>Кол-во</i>
Сервер	2
Рабочая станция	5
<i>ПО</i>	
Обновление лицензии MatLab	2
MatLab	3
Wavelet Toolbox	2
Image Processing Toolbox	2
Mapping Toolbox	1
Curve Fitting Toolbox	1
Parallel Computing Toolbox	1
WinStrtr 7 RUS OLP NL Acdmc Legalization GetGenuine	6
WinPro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	7
OfficeStd 2010 RUS OLP NL Acdmc	7

Стена с ЖК мониторами	
ЖК монитор 20.0"	14
Крепеж для монитора	14
Неттоп	14
Флеш диск	14
Коммутатор 16 портов	1
Шкаф настенный 15U	1
Полка для настенных шкафов	2
Кабель DVI-D 3 м	10
Кабель DVI-D 5 м	5
Патч-корд 1,5 м	15
Удаленный доступ к регистраторам данных	
Неттоп	3
Флеш диск 8 Гб	3
3G модем	5
Нетбук для выездной работы	
Нетбук Asus Eee PC с экраном 12"	1
Флеш диск 2 Гб	1

Поданы следующие заявки на 2012 г.:

1. 12-05-00583-а «Оценка геомагнитной активности в режиме реального времени методами дискретного математического анализа» на 2012–2014 гг.;
2. 12-05-90428-Укр_а «Расширение российско-украинской сети наблюдений за геомагнитным полем и совершенствование межрегионального узла сбора данных» на 2012–2013 гг.

Список публикаций и патентов:

Монографии:

Гетманов В. Г. Цифровая обработка нестационарных колебательных сигналов на основе локальных и сплайновых моделей. М., Изд-во НИЯУ МИФИ, 2011, 298 с.

Главы в книгах:

Lebedev S. A., Kostianoy A. G., Ginzburg A. I., Medvedev D. P., Sheremet N. A., Shauro S. N. Satellite Altimetry Applications in the Barents and White Seas. Coastal Altimetry, Eds. S. Vignudelli, A. G. Kostianoy, P. Cipollini, J. Benveniste, Berlin, Springer-Verlag, 2011, P. 389–416, doi: 10.1007/978-3-642-12796-0_15.

Статьи в журналах и сборниках:

- Булычев А. А., Джамалов Р. Г., Сидоров Р. В. Использование спутниковой системы GRACE для мониторинга изменений водных ресурсов. Недропользование, 2011, № 2, с. 24–27.
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Каган А. И. Гравитационное сглаживание временных рядов. Труды Института математики и механики УрО РАН, 2011, Т.17, № 2, с. 62–70.
- Гетманов В. Г., Фирсов А. А. Оценивание параметров движения источника звука на основе цифровой обработки системы доплеровских гидроакустических сигналов. Акустический журнал, 2011, Т. 57, №4, с. 479–484.
- Гетманов В. Г., А. Д. Гвишиани, К. Строукер, Дж. Мунгов. Распознавание Рэлеевских волновых возмущений в сигналах от датчиков гидростатического давления донных сейсмических станций. Физика Земли, 2011 (в печати).
- Лебедев С. А., Шауро С. Н. Уточнение границ Южного океана и Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011, Т. 8. №4, с. 245–255.
- Соловьев А. А., С. М. Агаян, А. Д. Гвишиани, Ш. Р. Богоутдинов, А. Шулья. Распознавание возмущений с заданной морфологией на временных рядах. II. Выбросы на секундных магнитограммах. Физика Земли (в печати).
- Сидоров Р. В., Соловьев А. А., Богоутдинов Ш. Р. Применение алгоритма SP к магнитограммам ИНТЕРМАГНЕТ в условиях неспокойной геомагнитной обстановки. Физика Земли (в печати).
- Хохлов А. Моделирование вековых геомагнитных вариаций. Принципы и реализация. Геофизические исследования (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=26166&code=18183735, в печати).
- Хохлов А. Обзорный раздел. Сведения о магнитном поле Земли. Вестник ОНЗ РАН, т. 3 (в печати).
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Соловьев А. А., Харин Е. П., Кузьмин Ю. Д. О генерации нейтронов и возмущениях геомагнитного поля накануне катастрофического чилийского землетрясения 27 февраля 2010 г. Вестник МГОУ, Техника и технология, 2011, №1, с. 66–76.
- Berizko A., A. Lebedev, A. Soloviev, R. Krasnoperov, and A. Rybkina Geoinformation system with algorithmic shell as a new tool for Earth sciences, Russ. J. Earth. Sci., 2011, 12, ES1001, doi:10.2205/2011ES000501.
- Berezko A. E., A. V. Khokhlov, A. A. Soloviev, A. D. Gvishiani, E. A. Zhalkovsky, M. Manda, Atlas of Earth's magnetic field, Russ. J. Earth. Sci., 2011, 12, ES2001, doi:10.2205/2011ES000505.
- Getmanov V. G., Orlov S. E. A. Way to Use Local and Spline Models for Estimating the Parametrical Functions of a Nonstationary Waveform Signals. Pattern Recognition and Image Analysis, 2011. Vol. 21, No.4, pp. 677–680.
- Soloviev A., Artificial intelligence in the Earth's magnetic field study and INTERMAGNET Russian Segment. ICSU CODATA Newsletter, 2011, 100, p. 4.
- Soloviev A., A. Chulliat, Sh. Bogoutdinov, A. Gvishiani, S. Agayan, A. Peltier, B. Heumez. Automated recognition of spikes on 1 Hz magnetograms. Earth, Planets and Space (в печати).

Материалы и тезисы докладов конференций:

- Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Добровольский М. Н. Об одном алгоритме поиска плотных областей и его геофизических приложениях. Доклады 15-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов. ММРО-15», 2011, с. 543–546.
- Березко А. Е., А. Д. Гвишиани, А. А. Соловьев, Р. И. Красноперов, А. Ю. Лебедев, А. И. Рыбкина. Геоинформационная система для поддержки исследований в области минералогии. Минералогические перспективы: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011, 372 с., С. 19–21. ISBN 978-5-98491-041-5.
- Березко А. Е., Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Красноперов Р. И., Рыбкина А. И., Лебедев А. Ю. Многодисциплинарная ГИС для наук о Земле. Материалы Международной научно-практической

- конференции «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», 16–20 мая 2011 г., г. Майкоп (Россия). 2011. с. 37–43.
- Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Богоутдинов Ш. Р., Шулья А.** Российский сегмент ИНТЕРМАГНЕТ как базовый инструмент для геофизических исследований. Первая научная конференция «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований» (POLAR-2011), 24–26 мая 2011 г., ИЗМИРАН, г. Троицк, Россия. 2011.
- Гетманов В. Г., А. Д. Гвишиани, К. Строукер.** Распознавание P-waves возмущений в наблюдениях специальных донных сейсмических станций./ Глубинное строение, геодинамика, интерпретация геофизических полей. Шестые научные чтения памяти Ю. П. Булашевича, Материалы конференции, Екатеринбург, УРО РАН, 2011, с.76–79.
- Гетманов В. Г.** Метод обнаружения импульсных колебательных сигналов во временных рядах геофизических данных с помощью скользящего спектрального дискриминантного анализа. «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET» Международная конференция, ГЦ РАН, 2011. (<http://www.uglich2011.gcras.ru>).
- Лебедев С. А., Шауро С. Н.** Межгодовая и сезонная изменчивость положения и интенсивности Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования. Выездной семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 5–20 февраля 2011 г., г. Таруса.
- Лебедев С. А., Шауро С. Н.** Межгодовая изменчивость температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования. Выездной семинар-школа «Спутниковые методы и системы исследования Земли. Изучение внутренних водоемов дистанционными методами», 5–20 февраля 2011 г., г. Таруса.
- Хохлов А.** Математическое моделирование вековых вариаций магнитного поля Земли (приглашенный доклад). Всероссийская школа-семинар по проблемам геомагнетизма и магнетизма горных пород, Борок (Россия), 27–30 октября 2011 г., сборник тезисов (в печати).
- Berezko A. E., A. V. Khokhlov, A. A. Soloviev, A. D. Gvishiani, E. A. Zhalkovsky, M. Manda,** Atlas of the Earth's Main Magnetic Field. International Workshop "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 26–28 January 2011, Uglich, Russia.
- Bogoutdinov Sh. R., A. I. Kagan, S. M. Agayan, A. D. Gvishiani,** Gravitational smoothing of time series. International Workshop "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 26–28 January 2011, Uglich, Russia.
- Gvishiani A., S. Agayan, S. Bogoutdinov.** Recognition of geomagnetic data disturbances of dynamic nature using fuzzy logic (#2089), XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia), Program Book and Abstracts, 2011.
- Gvishiani A., Agayan S., Bogoutdinov Sh., Kagan A.** Gravitational smoothing of time series in problems of approximation and interpolation of irregular data. XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia). Program Book and Abstracts. 2011. CD of Abstracts. Abstract ID – 2090.
- Gvishiani A., Veselovsky I., Agayan S., Kulchinskiy R., Bogoutdinov Sh., Petrov V.** Global, regional and local dynamics of strong geomagnetic storms. XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia). Program Book and Abstracts. 2011. CD of Abstracts. Abstract ID – 5313.
- Gvishiani A., Kulchinskiy R., Agayan S., Bogoutdinov Sh.** Detection and structural analysis of geomagnetic storms using methods of fuzzy logic in GIS environment. XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia). Program Book and Abstracts. 2011. CD of Abstracts. Abstract ID –1417.
- Hulot G., A. Khokhlov, V. Pavlov, Y. Gallet.** Beyond Reversals: an Attempt to Interpret Details of a Billion-Year old Sedimentary Magnetostratigraphic Sequence. XXV IUGG General Assembly Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet, 28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia.

- Khokhlov A. V.** Measurements of the secular variations of the Earth's Main Magnetic Field. International Workshop "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 26–28 January 2011, Uglich, Russia.
- Krasnoperov R., A. Berezko, A. Lebedev, A. Rybkina, A. Soloviev,** Geoscience data intellectual processing and dissemination using GIS (#1166), XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia), Program Book and Abstracts, 2011.
- Kulchinskiy R. G. S. M. Agayan, Sh. R. Bogoutdinov, A. D. Gvishiani,** Fuzzy logic methods for geomagnetic event detection and analysis. International Workshop "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 26–28 January 2011, Uglich, Russia.
- Lebedev S. A. Shauro S. N.** Interannual Trends in Southern Ocean Sea Surface Temperatures and Sea Level Based on Remote Sensing Data. XXV IUGG General Assembly Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet, 28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia.
- Lebedev S. A.,** Zakharova N. B., **Shauro S. N.** Interannual variability of the Antarctic Circumpolar Current position based on remote sensing data. XXV IUGG General Assembly Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet, 28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia.
- Lebedev S., Shauro S.** Climatic variability of the Antarctic Circumpolar Current position and its intensity based on remote sensing data. EGU General Assembly 2011, Geophys. Res. Abstracts, 2011, Vol. 13, EGU2011-4852.
- Lebedev S. A.,** Zakharova N. B., **Shauro S. N.** Monthly Anomalies and Trends of the Southern Ocean Temperature, Salinity and Sea Level based on ARGO Buoy and Remote Sensing Data. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment. The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring, 10-15 April 2011, Sydney, Australia.
- Mabie J., **A. Soloviev,** Metadata Handling and Historical Data Recovery at the National Geophysical Data Center (#1289 invited), XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia), Program Book and Abstracts, 2011.
- Mikhalevski S. D., **S. M. Agayan,** Fuzzy logic analysis of discrete time series. International Workshop "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 26–28 January 2011, Uglich, Russia.
- Soloviev A. A., Sh. R. Bogoutdinov, S. M. Agayan, A. D. Gvishiani, A. Chulliat,** Automated recognition of spikes on 1-minute and 1-second magnetograms. International Workshop "Artificial Intelligence in the Earth's Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment", 26–28 January 2011, Uglich, Russia.
- Soloviev A., A. Chulliat, S. Agayan, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani,** Automated system for recognition of artificial spikes on 1-minute and 1-second magnetograms (#1170), XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June – 7 July 2011, Melbourne, Australia), Program Book and Abstracts, 2011.
- Soloviev A., J. Mabie, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani,** Recognition and digitization of scanned magnetogram images (#5677), XXV IUGG General Assembly "Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet" (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia), Program Book and Abstracts, 2011.
- Soloviev A., S. Agayan, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani, R. Kulchinskiy, A. Chulliat, J. Zlotnicki,** Mathematical Tools for Geomagnetic Data Monitoring and INTERMAGNET Russian Segment, The 1st ICSU World Data System Conference "Global Data for Global Science", September 3–6, 2011, Kyoto, Japan. Abstracts and Guide to the WDS, 2011, p. 48.

Патенты:

- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р.** «Монолит». Свидетельство гос. регистрации программы для ЭВМ, №2011616020, от 3.8.2011.
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Соловьев А. А.** «SP». Свидетельство гос. регистрации программы для ЭВМ, №2011616021, от 3.8.2011.
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р.** «РОДЕН». Свидетельство гос. регистрации программы для ЭВМ, №2011616022, от 3.8.2011.
- Гетманов В. Г., Орлов С. Е.** SPECTRANS-A10. Свидетельство гос. регистрации программы для ЭВМ, №2011618170, от 18.10.2011.

Список посещенных конференций:

Сотрудники лаборатории принимали активное участие в Международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET» (International Workshop “Artificial Intelligence in the Earth’s Magnetic Field Study. INTERMAGNET Russian Segment”), проходившей в г. Углич 26–28 января 2011 г.

Сотрудники также выступили с устными и постерными докладами на следующих международных конференциях:

- Первая научная конференция «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований» (POLAR-2011), 24–26 мая 2011 г., ИЗМИРАН, г. Троицк
- XXV IUGG General Assembly “Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet” (28 June–7 July 2011, Melbourne, Australia)
- The 1st ICSU World Data System Conference “Global Data for Global Science”, September 3–6, 2011, Kyoto, Japan
- Международная конференция «Шестые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича», г. Екатеринбург (УрО РАН), 12–17 сентября 2011 г.
- Всероссийская школа-семинар по проблемам геомагнетизма и магнетизма горных пород, Борок (Россия), 27–30 октября 2011 г.
- 8-й Открытый российско-германский семинар «Распознавание образов и понимание изображений» (РОПИ-8-2011), г. Нижний Новгород, Нижегородский Государственный Университет им. Н.И. Лобачевского, 21–26 ноября 2011 г
- .

Список командировок, не считая конференций:

- Изучение территории при Институте геофизики УрО РАН для развертывания обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ в пос. «Арти», Свердловская область, 10–11 февраля 2011 г.
- Совместная научная работа с индийскими коллегами в Индийском метеорологическом департаменте, г. Дели (Индия), 17 февраля – 3 марта 2011 г.
- Изучение территории при Институте физиологии природных адаптаций УрО РАН для развертывания обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ в геобиостационаре «Ротковец», Архангельская область, 30 ноября–2 декабря 2011 г.
- Установка вариометра FGE стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на территории геобиостационара «Ротковец» при Институте физиологии природных адаптаций УрО РАН, Архангельская область, 18–22 декабря 2011 г.
- Научная работа с французскими коллегами в Институте физики Земли в г. Париже (Франция), 3 апреля–14 мая 2011 г.

Участие / организация семинаров:

В феврале и марте 2011 г. на семинарах лаборатории был прочитан лекционный курс «Геомагнитные пульсации и бури»:

- Лекция 1, 7/2/2011 (Клейменова Н.Г., ИФЗ РАН). Обзор геомагнитных пульсаций. Регулярные пульсации
- Лекция 2, 9/3/2011 (Клейменова Н.Г., ИФЗ РАН). Магнитосфера, иррегулярные пульсации и суббури
- Лекция 3, 14/3/2011 (Клейменова Н.Г., ИФЗ РАН). Непрерывные пульсации Pc4-Pc6
- Лекция 4, 21/3/2011 (Харин Е.П., ГЦ РАН). Геомагнитные индексы

Сотрудники лаборатории принимали участие в российско-украинском семинаре «Формирование глобального геоинформационного пространства для изучения процессов устойчивого развития» 15 декабря 2011 г., ГЦ РАН, Москва.

Был организован специальный научный семинар лаборатории, на котором рассматривались следующие вопросы:

1. новые предложения по усовершенствованию разрабатываемых алгоритмов;
2. возможности применения созданных разработок в тех или иных геофизических приложениях;
3. обзоры новых достижений геофизических исследований;
4. обзоры новых теоретических исследований в области распознавания образов и обработки сигналов.

В семинаре принимали участие также представители лабораторий геофизических данных и геоинформатики ГЦ РАН, а также представители других организаций Российской академии наук.

7. Лаборатория электронных публикаций

(зав. лабораторией к.ф.-м.н. Э. О. Кедров)

В 2011 году было издано 6 монографий, опубликовано 58 статей и 78 тезисов докладов на научных конференциях и симпозиумах.

Продолжены работы по редакционно-технической подготовке и публикации онлайнового «Российского журнала наук о Земле» (РЖНЗ). За отчетный период была проведена большая работа, и онлайновый РЖНЗ был включен в список журналов, рекомендуемых ВАКом к публикации. В текущем году опубликованы два выпуска 12-го тома, ряд статей подготовлен с включением динамического контента, а также в формате, оптимизированном для электронных книг.

Подготовлены и опубликованы 6 лекций ведущих российских и зарубежных ученых в серии IRS (Interactive scientific records) Российского журнала наук о Земле. Разработана альфа-версия flash-редактора QPeditor для подготовки IRS публикаций, включающих видео, слайды, динамические указатели и выделения, динамические субтитры, гиперлинки и др.

Выполнена актуализация корневых документов п. 8.3 (response pages) системы CrossRef на сайте Российского журнала наук о Земле. Страницы сгенерированы с использованием специально разработанного для этой цели ПО и, наряду с абстрактом каждой статьи и ее метаданными, включают также раздел “Cited by” с перечнем статей, в которых цитируется соответствующая статья Российского журнала наук о Земле.

Начата работа по построению пользовательской системы подготовки рукописей, на сервере электронных публикаций установлено базовое программное обеспечение – система TeXLive и Active Perl. Обновлен авторский индекс РЖНЗ, обеспечивающий дружественный интерфейс с выходом на оба сайта через систему множественного разрешения CrossRef (технология “multiple resolution”).

Выполнен большой объем работ по редакционно-технической подготовке и публикации онлайнового мультимедийного журнала «Вестник ОНЗ РАН». Всего опубликовано 12 выпусков: 20 статей в разделе «Статьи», более 90 сообщений в разделах «Новости» и RSS, 15 интервью в разделе «Интервью», 6 онлайн-презентаций в разделе «Мультимедиа». Создан новый раздел – «Вокруг света». Опубликованы Труды Всероссийского ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2011 года (ЕСЭМПГ-2011), всего 197 статей, Труды международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET» 2011 года. Регулярно обновляется содержание раздела «Международные конференции» и канал RSS, содержащий краткую информацию о публикуемых в «Вестнике ОНЗ РАН» материалах.

Разработан ряд дополнительных программных инструментов для подготовки специальных типов информационных материалов для онлайнового журнала «Вестник

ОНЗ РАН» (генератор исходных материалов RSS, программа актуализации RSS канала, программа обновления «карусели», и др.)

За отчетный период проведена работа по включению «Вестника ОНЗ РАН» в список журналов, одобренных ВАК. Для этого было получено свидетельство о регистрации средства массовой информации и произведена регистрация журнала в системе Информрегистр.

Разработаны основы технологии и начата публикация нового типа научных публикаций – «научных публикаций онлайн». Данная технология основана на стандартах Adobe Flash и представляет собой видеопрезентацию, объединенную со слайдами, интерактивными картами и гигапиксельной графикой, разного рода переходами и указателями, что в совокупности обеспечивает полноценное представление научной информации конечному пользователю.



Раздел журнала «Научные презентации онлайн».

8. Национальный геофизический комитет

Национальный геофизический комитет Российской академии наук (НГК РАН) осуществляет представительство России в Международном геодезическом и геофизическом союзе (МГГС, IUGG) и его восьми ассоциациях. НГК координирует участие институтов РАН в различных международных проектах и программах, проводимых комиссиями и комитетами Союза.

Комитет ведет свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле РАН. Базовой организацией НГК является Геофизический центр РАН. Постановлением Бюро Отделения наук о Земле РАН (№ 13000/6-68 от 22 июня 2011 г.) был утвержден новый состав Бюро комитета и его аппарат на период 2011–2014 гг. Председателем НГК был утвержден академик Алексей Джерменович Гвишиани.

При активной поддержке НГК, МГГС и Международной ассоциации геомагнетизма и аэронавигации (IAGA) 26–28 января в г. Углич, Ярославская область, состоялась международная конференция «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET». Конференция собрала вместе ведущих мировых ученых и специалистов в области геомагнетизма и магнитных наблюдений из Венгрии, Германии, России, США, Украины, Франции, ЮАР.



Участники конференции на заседании одной из научных секций.



Рабочее совещание, посвященное развитию сети магнитных обсерваторий на территории России.

В 2011 г. были проведены заседания всех секций НГК РАН, на которых рассмотрены основные научные результаты, проекты и международные мероприятия МГГС, а также подведены итоги работы в 2007–2010 гг. На заседании секции сейсмологии и физики недр Земли обсуждались вопросы подготовки к проведению 33-ей Генеральной ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии, которая состоится в Москве в августе 2012 г. 18 мая в ГЦ РАН было проведено расширенное заседание Бюро НГК, посвященное подготовке к участию в XXV Генеральной ассамблее МГГС.



С 28 июня по 7 июля 2011 г. в Мельбурне, Австралия, прошла XXV Генеральная ассамблея МГГС. Это ключевое мероприятие, проходящее раз в четыре года, собрало ведущих ученых со всего мира. В рамках Ассамблеи обсуждались новейшие достижения в области наук о Земле. Были организованы совместные симпозиумы по тематике

нескольких профильных ассоциаций Союза. Кроме того, был организован цикл лекций по наиболее интересным и важным для всего научного геофизического сообщества темам, подготовленный ведущими мировыми учеными и специалистами. В Ассамблее приняли участие 3392 делегата из 81-й страны мира. Россия была представлена учеными из учреждений РАН и различных научно-исследовательских институтов. Общая численность российской делегации составила 83 человека.



Место проведения XXV Генеральной ассамблеи МГГС. Новый выставочный и конгресс-центр в Мельбурне.

Делегаты из России принимали участие во всех заседаниях советов Союза и его восьми ассоциаций. В ходе заседаний проходили выборы в бюро, комитеты и комиссии Союза и ассоциаций. По итогам заседаний некоторые российские делегаты были избраны в рабочие и руководящие органы Союза. Среди прочих следует выделить:

- А. Т. Исмаил-Заде (ИТПЗ РАН) переизбран генеральным секретарем МГГС;
- Е. Г. Морозов (ИО РАН) избран президентом Международной ассоциации физических наук об океане (IAPSO);
- О. Н. Соломина (ИГ РАН) избрана вице-президентом Международной ассоциации криосферных наук (IACS);
- А. Д. Гвишиани, академик (ГЦ РАН) избран представителем МГГС в Комитете по данным (CODATA) Международного совета по науке;
- В. Д. Кузнецов (ИЗМИРАН) избран представителем МГГС в Комитете по солнечно-земной физике IAGA (SCOSTEP).



Избранный Президент МГТС Х. Гупта и секретарь НГК РАН Р. И. Красноперов.



Выступление ак. А. Д. Гвишиани на одной из научных сессий IAGA.

В рамках научной программы Ассамблеи было проведено 198 научных сессий, на которых представлены 2831 устный доклад и 1927 стендовых. Руководство МГТС оказало финансовую поддержку 250 делегатам, в числе которых ряд ученых из России.

К Ассамблее секциями и Бюро НГК РАН были подготовлены национальные отчеты о научной деятельности в 2007–2010 гг. С отчетами можно ознакомиться на сайте НГК: <http://ngc.gcras.ru/documents.html>.

Представители России в Международном геодезическом и геофизическом союзе и его ассоциациях в 2011–2015 гг.

Национальный геофизический комитет Российской академии наук:

Председатель: Гвишиани Алексей Джерменович, академик

Заместитель председателя: Котляков Владимир Михайлович, академик

Заместитель председателя: Любовцева Юлия Сергеевна

Секретарь: Красноперов Роман Игоревич

Представители РАН на высших постах в руководящих и рабочих органах МГГС:

А. Т. Исмаил-Заде	генеральный секретарь МГГС, ИТПЗ РАН
Е. Г. Морозов	президент IAPSO, ИО РАН
О. Н. Соломина	вице-президент IACS, ИГ РАН
В. П. Савиных	председатель Комитета МГГС по присуждению премий и званий, МИИГАиК
А. Д. Гвишиани	академик, член Комитета МГГС по перспективному развитию, представитель МГГС в комиссии по данным (CODATA) Международного совета по науке, ГЦ РАН

Национальные представители России в МГГС:

Джамалов Роальд Гамидович, д.г.-м.н., ИВП РАН, председатель Секции гидрологических наук, национальный представитель в IAHNS;

Гвишиани Алексей Джерменович, академик, ГЦ РАН, председатель НГК РАН, национальный представитель в IAGA;

Глико Александр Олегович, академик, ИФЗ им. О. Ю. Шмидта РАН, председатель секции сейсмологии и физики недр Земли, национальный представитель в IASPEI;

Котляков Владимир Михайлович, академик, ИГ РАН, заместитель председателя НГК РАН, председатель секции криосферных наук, национальный представитель в IACS;

Морозов Евгений Георгиевич, д.ф.-м.н., Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, председатель секции физических наук об океане, национальный представитель в IAPSO;

Мохов Игорь Иванович, чл.-корр. РАН, ИФА им. А. М. Обухова РАН, председатель секции метеорологии и атмосферных наук, национальный представитель в IAMAS;

Савиных Виктор Петрович, чл.-корр. РАН, Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), председатель секции геодезии, национальный представитель в IAG;

Федотов Сергей Александрович, академик, Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, председатель секции вулканологии и химии недр Земли, национальный представитель в IAVCEI.

Представители России в ассоциациях и комиссиях МГТС в 2011 г.

Анисимов С. В.	д.ф.-м.н.	Геофизическая обсерватория «Борок», ИФЗ РАН	Международная комиссия по планетным атмосферам
Безрукова Н. А.	к.г.н.	ЦАО, Росгидромет	Международная комиссия по облакам и осадкам
Веселовский И. С.	д.ф.-м.н.	НИИ ЯФ МГУ	Финансовый комитет IAGA
Винник Л. П.	д.ф.-м.н.	ИФЗ РАН	Комиссия МГТС по изучению глубинного строения Земли
Гельфан А. Н.	д.ф.-м.н.	ИВП РАН	Зам. председателя Международной комиссии по гидрологии снега и льда
Голосов В. Н.	д.г.н.	Геологический факультет МГУ	Председатель Международной комиссии по континентальной эрозии
Грамм-Осипова В. В.	д.х.н.	Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН	Рабочая группа SCOR 127: Термодинамика и новое уравнение состояния морской воды
Гусяков В. К.	д.ф.-м.н.	ИВМиМГ СО РАН	Комиссия МГТС по геофизическому риску и устойчивому развитию
Демьянов Г. В.	д.т.н.	ЦНИИГАиК	Международная комиссия по сравнениям абсолютных гравиметров
Дорохов В.	д.ф.-м.н.	ЦАО, Росгидромет	Международная комиссия по атмосферному озону
Жарков В. Н.	д.ф.-м.н.	ИФЗ РАН	Комиссия МГТС по изучению глубинного строения Земли
Завьялов А. Д.	д.ф.-м.н.	ИФЗ РАН	Совет Европейской сейсмологической комиссии; председатель комиссии «Очаг землетрясения: моделирование и мониторинг в целях прогноза» IASPEI; член Исполнительного комитета IASPEI
Казимировский Э.С.	д.ф.-м.н.	ИСЗФ СО РАН	Председатель рабочей группы II-D (IAGA): Внешнее возбуждение средней атмосферы
Катцов В. М.	д.ф.-м.н.	ГГО, Росгидромет	Бюро IAMAS

Кособоков В. Г.	д.ф.-м.н	ИТПЗ РАН	Зам. председателя комиссии МГГС по геофизическому риску и устойчивому развитию
Криволицкий А. А.	к.ф.-м.н.	ЦАО, Росгидромет	Международная комиссия по средней атмосфере
Кузнецов В. Д.	д.ф.-м.н	ИЗМИРАН	Представитель МГСС в SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics)
Лагун В. Е.	д.ф.-м.н.	ААНИИ	Международная комиссия по полярной метеорологии
Лукьянова Р. Ю.	д.г.н.	ААНИИ	Сопредседатель рабочей группы V-DAT (IAGA): Геомагнитные данные и индексы
Любушин А. А.	д.ф.-м.н.	ИФЗ РАН	Сопредседатель рабочей группы «Физика землетрясения: Полевые наблюдения, экспериментальное и численное моделирование, всесторонний анализ» ЕСК
Мазурова Е. М.	д.т.н.	МИИГАиК	Действующий член IAG
Маловичко А. А.	чл.-корр. РАН	Геофизическая служба РАН, г. Обнинск	Управляющий совет международного сейсмологического центра (МСЦ)
Морозов А. Ф.	к.г.-м.н.	Мин. природных ресурсов и экологии России	Международная программа по изучению литосферы
Морозов Е. Г.	д.ф.-м.н.	ИО РАН	Президент IAPSO; рабочая группа SCOR 121: изучение перемешивания в океане
Мохов И. И.	чл.-корр. РАН	ИФА РАН	Международная комиссия по климату; Международная комиссия по динамической метеорологии
Попов Ю.	д.г.-м.н.	Российский государственный геологоразведочный университет	Председатель Международной комиссии по тепловому потоку
Пелиновский Е. Н.	д.ф.-м.н.	Институт прикладной физики г. Н. Новгород	Международная комиссия по цунами

Рабинович А. Б.	д.ф.-м.н.	ИО РАН	Международная комиссия по цунами
Рублев А. Н.	д.ф.-м.н.	НИЦ «Курчатовский институт»	Международная комиссия по атмосферной радиации
Салтыков В. А.	к.ф.-м.н.	Камчатский филиал Геофизической Службы РАН	Национальный представитель России в Азиатской сейсмологической комиссии (АСК)
Селезнев В. С.	д.г.-м.н.	Геофизическая служба РАН, г. Обнинск	Координационная группа IASPEI по активному мониторингу
Соболев Г. А.	чл.-корр. РАН	ИФЗ РАН	Номинационный комитет IASPEI
Соловьев А. А.	к.ф.-м.н.	ГЦ РАН	Член комиссии МГГС по данным и информации
Старовойт О. Е.	к.ф.-м.н.	Геофизическая служба РАН, г. Обнинск	Исполнительный комитет Международного сейсмологического центра (МСЦ) от IASPEI
Татевян С. К.	д.т.н.	ИНАСАН	Ассоциированный член Международной службы вращения Земли, Международной ГНСС-службы и Международной DORIS-службы (GGOS)
Тимофеев Ю. М.	д.ф.-м.н.	С.-ПбГУ	Международная комиссия по радиации
Трусенкова О. О.	к.г.н.	ТОИ ДВО РАН	Рабочая группа SCOR 129: взаимодействие шельфовых и глубинных вод

В 2011 г. деятельность НГК была сосредоточена на подготовке к участию в XXV Генеральной ассамблее МГГС. Бюро и Секции НГК вели активную работу по подготовке национальных отчетов о наиболее важных достижениях в области наук о Земле за прошедшие четыре года. Национальные отчеты были представлены на Генеральной ассамблее.

Участие России в работе МГГС имеет большое значение для развития международного сотрудничества в области наук о Земле и открывает для российских ученых и специалистов доступ к ценным научным данным. На заседаниях рабочих органов Союза и его ассоциаций обсуждались новые международные проекты и программы на предстоящие четыре года. Участие в международных программах Союза дает возможность научным коллективам, занятым в реализации этих программ, в будущем получать финансовую поддержку со стороны Союза и его ассоциаций.

Основные результаты научно-организационной деятельности НКГ РАН и его секций:

- Проведение международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент INTERMAGNET»;
- Участие в XXV Генеральной ассамблее МГТС;
- Подготовка Национальных отчетов о научной деятельности в 2007–2011 гг. (<http://ngc.gcras.ru/documents.html>).