

Учреждение Российской академии наук

Геофизический центр

О Т Ч Е Т

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА

ЗА 2010 год

Москва

2011

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР
РАН

основан в 1954 г.

В настоящем издании содержатся сведения о работе Учреждения Российской академии наук Геофизического центра в 2010 году, а также наиболее важные результаты проводимых исследований.

Ответственный редактор:

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

Редколлегия:

А. Д. Гвишиани, чл.-корр. РАН

Э. О. Кедров, к.ф.-м.н.

О. В. Алексанова

Утверждено к печати 18.08.2011 г., Тираж 30 экз.

Компьютерная подготовка оригинал-макета:

О. В. Алексанова, Э. О. Кедров

Отчет о деятельности института за 2010 год

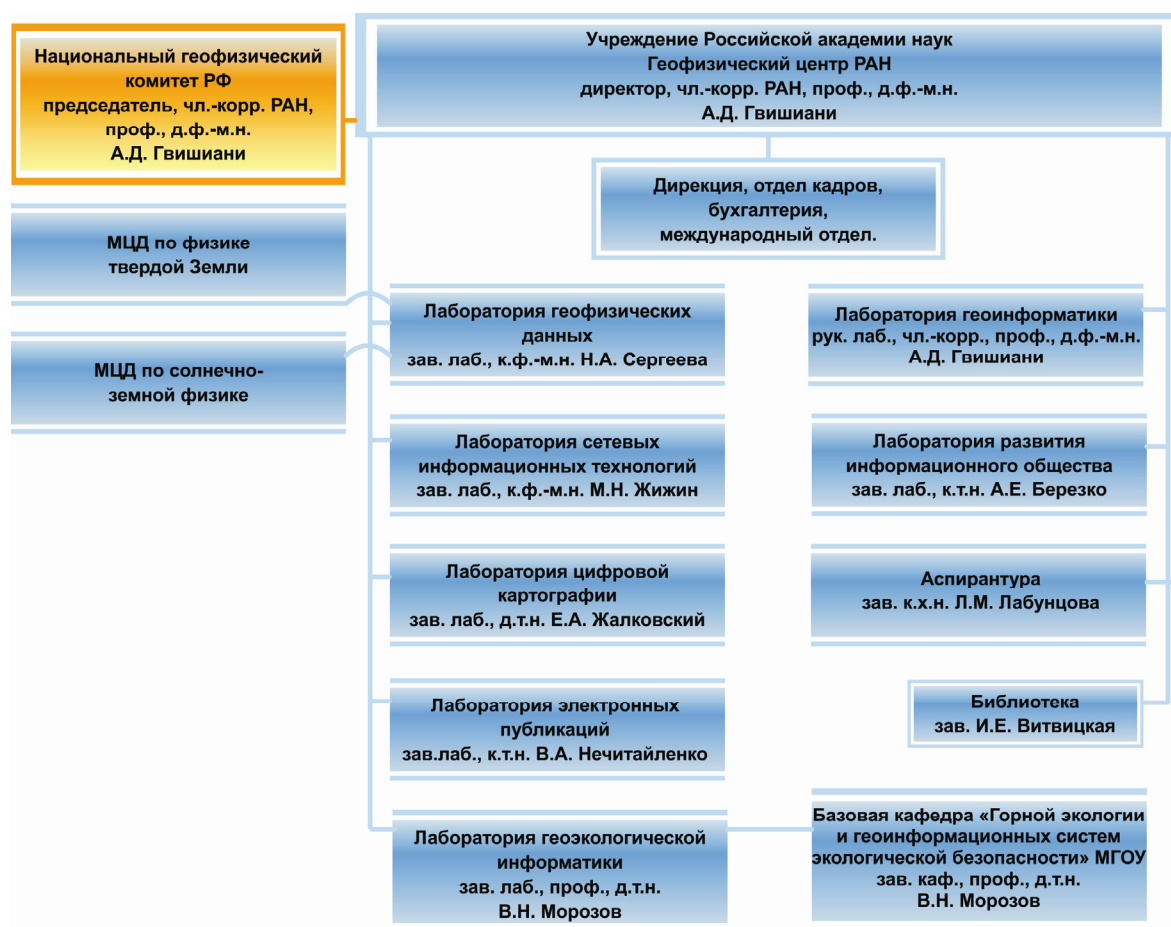
М.: ГЦ РАН, 2011, 98 с., 58 ил.

ISBN 978-5-904509-06-4

© ГЦ РАН, 2011

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 1954 г. по решению Совета Министров СССР.

Структура Геофизического центра РАН



СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЦ РАН В 2010 ГОДУ	5
2. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ	11
3. ЛАБОРАТОРИЯ СЕТЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	31
4. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ	41
5. ЛАБОРАТОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ	53
6. ЛАБОРАТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА	71
7. ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ	84
8. ЛАБОРАТОРИЯ ЦИФРОВОЙ КАРТОГРАФИИ	86
9. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОТДЕЛ	88
10. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ	91

1. Краткая характеристика деятельности ГЦ РАН в 2010 году

1. 1. Сведения о тематике научных исследований и источниках их финансирования

В Геофизическом центре Российской академии наук (ГЦ РАН) в 2010 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.-58 «Геология месторождений полезных ископаемых, научные основы формирования минерально-сырьевой базы».
3. 7.-60 «Комплексное освоение недр Земли, разработка новых методов освоения природных и техногенных месторождений».
4. 7.-61 «Мировой океан – физические, химические и биологические процессы, геология, геодинамика и минеральные ресурсы океанской литосферы, роль океана в формировании климата Земли».
5. 7.-64 «Катастрофические процессы природного и техногенного происхождения, сейсмичность – изучение и прогноз».
6. 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 - 11 тем
- научные работы, финансируемые РФФИ и др. - 8 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 - 4 темы
- международные гранты и проекты - 5 тем

Геофизический центр РАН в 2010 году принимал участие в следующих научных программах:

1. Программа Президиума РАН № 23 (14) «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 Атласа главного магнитного поля Земли».
4. Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года. Проект: «Установка пунктов первой очереди сети долговременных GPS/ГЛОНАСС-наблюдений. Выполнение 1-го цикла наблюдений».
5. Программа Союзного государства «Разработка и использование программно-аппаратных средств грид-технологий перспективных высокопроизводительных (суперкомпьютерных) вычислительных систем семейства «СКИФ». Проект: «Разработка серверов квотированного управления научными данными и вычислениями по технологии cloud-computing на основе инфраструктуры СКИФ-грид».

1. 2. Наиболее важные результаты исследований

Создан интерактивный ресурс данных по солнечно-земной физике SPIDR (Solar-terrestrial Physics Interactive Data Resource) с ресурсными узлами в России, США, Франции, Японии, Австралии, Украине. Ресурсный узел SPIDR реализуется на компьютерном кластере и обеспечивает параллельный поиск, обработку и визуализацию больших объемов данных с применением методов искусственного интеллекта и нечеткой логики. Узлы системы автоматически обмениваются обновлениями баз данных и программного обеспечения. Система допускает интеграцию с вычислительными

моделями околоземной среды и космической погоды. По результатам десятилетнего развития, поддержки и стабильной работы российско-американский коллектив разработчиков грид-системы SPIDR получил в 2010 г. премию рабочей группы НАСА по наукам о Земле “2010 Peer-Recognition Software Reuse Award”.

Создан многофункциональный программно-аппаратный демонстрационный комплекс со сферическим проекционным экраном, предоставляющий принципиально новые возможности для трехмерной визуализации глобальных геоданных, организованных в среде интеллектуальной ГИС. Средства визуализации комплекса, объединенные с интеллектуальной ГИС и соответствующим интеллектуальным алгоритмическим слоем, обеспечивают совместный анализ и представление различных тематических слоев геоданных. В программном обеспечении комплекса реализована возможность представления данных, получаемых в реальном или квазиреальном времени.

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 осуществляет членство России в Международном союзе геодезии и геофизики (МСГГ), а также в его ассоциациях и комиссиях. Председатель Национального геофизического комитета РАН – член-корреспондент РАН Алексей Джерменович Гвишиани.

В 2010 г. были проведены заседания всех секций НГК, на которых рассмотрены основные научные результаты, проекты и международные мероприятия МСГГ. Секции НГК участвуют в ряде международных проектов, проводимых под эгидой МСГГ: проект CLIVAR (Climate Variability; рассчитан на 15 лет до 2015 г., является продолжением программы WOCE – World Ocean Circulation Experiment); программа OPEC (Ocean Processes and European Climate); LOICZ (Land-Ocean Interaction in Coastal Zone); BGP (Biosphere-Geosphere Program); GLOBAL CHANGE. Секция геомагнетизма и аэрономии совместно с другими секциями НГК принимает активное участие в программе «Климат и погода в системе Солнце–Земля» (CAWSES) II (2009–2013 гг.) Научного комитета по солнечно-земной физике (SCOSTEP) и в проекте по созданию и развитию международной сети магнитных обсерваторий, представляющей стандартные данные в режиме, близком к режиму реального времени ИНТЕРМАГНЕТ (International Real-time Magnetic Observatory Network).

При финансовой и организационной поддержке МСГГ в 2010 г. в России был проведен ряд международных научных конференций и симпозиумов.

1. 4. Издательская деятельность

В 2010 году была издана 1 монография, опубликовано 56 статей и 66 тезисов докладов на конференциях. Продолжены работы по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-журнала «Российского журнала наук о Земле» (РЖНЗ). Опубликовано всего 2 выпуска общим объемом около 22 авторских листов. Опубликованные выпуски завершают предусмотренную планом публикацию трудов Международной конференции «Итоги Электронного геофизического года».

Продолжено выполнение регулярных работ в соответствии с планом и обязательствами ГЦ как члена Международной ассоциации издателей научной литературы (PILA – Publishers International Linking Association). Регулярно пополняется база электронных публикаций ГЦ, объем которой приближается к 75 тыс. документов на конец 2010 г. Введен в строй новый, значительно более производительный сервер электронных публикаций, на котором установлен интерфейс к поисковой системе Google Custom, регулярно обновляются полные списки документов в соответствии с протоколом Sitemap Protocol.

Выполнен большой объем работ по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-журнала «Вестник ОНЗ РАН». Всего опубликовано 13 выпусков, включая специальный выпуск, посвященный 40-летию ДВО РАН.

В разделе «Статьи» опубликовано 20 обзорных статей ведущих российских специалистов в области наук о Земле, в том числе шести академиков и чл.-корреспондентов РАН, а также Труды Десятой юбилейной конференции «Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле».

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 онлайн-журнала «Вестник ОНЗ РАН». Разработаны основы технологии и начата публикация нового типа научных публикаций – «научных публикаций онлайн». Данная технология обеспечивает полноценное представление научной информации конечному пользователю.

1. 5. Научно-педагогическая деятельность

С 2006 года в ГЦ функционирует аспирантура по специальностям: 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых; 25.00.35 – геоинформатика. В 2010 г. в аспирантуре ГЦ обучались 4 аспиранта на очной форме обучения и 2 аспиранта на заочной форме обучения.

В рамках программы Российского фонда фундаментальных исследований «Мобильность молодых ученых» в отчетном году в ГЦ успешно прошли стажировку 2 молодых научных сотрудника из институтов Уральского и Дальневосточного отделений РАН.

В 2010 г. в рамках работы при ГЦ базовой кафедры «Горной экологии и информационных систем экологической безопасности» было выполнено следующее:

1. Проведены различного рода работы (лекции, практические занятия, прием экзаменов) со студентами МГОУ по специальностям 130402, 130403, 130404, 130405, 130404.6, 130406, 150402, 3305500 – «Безопасность технологических процессов и производств».

2. Организовано прохождение преддипломной практики 6 студентов МГОУ, которым оказывались консультации по написанию дипломных проектов.

3. Подготовлено учебное пособие: «Моделирование и анализ полей напряжений в породных массивах», авторы Ю. В. Михайлов, В. Н. Морозов, В. Н. Татаринов, И. Ю. Колесников.

4. 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 2010 году ГЦ вел активную подготовку к проведению международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент ИНТЕРМАГНЕТ» (время проведения – январь 2011 г., г. Углич).

2. ГЦ выполнял функции базовой организации Национального геофизического комитета, осуществляющего свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле.

3. ГЦ выполнял функции базовой организации системы видеоконференцсвязи ОНЗ РАН. Проведены многочисленные видеоконференции с участием различных российских и зарубежных учреждений и организаций. Оказана методическая помощь по внедрению системы видеоконференцсвязи учреждениям ОНЗ РАН.

Организован научный семинар ОНЗ РАН по геоинформатике. В семинаре могут принимать 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. Международное сотрудничество

В 2010 г. ГЦ активно сотрудничал с Университетом Версаля и Сан Квентан-ан-Ивлен (University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines). На базе университета планируется создать Французский институт изучения Арктики, ГЦ будет принимать участие в этом процессе.

ГЦ вносит активный вклад в расширение российского сегмента сети ИНТЕРМАГНЕТ. Была проведена большая работа по подготовке развертывания в РФ пяти новых магнитных обсерваторий и созданию единой сети ИНТЕРМАГНЕТ с региональными центрами данных в ГЦ РАН.

В результате сотрудничества с компанией Global Imagination было получено уникальное математическое обеспечение, позволяющее представлять данные на единственном в РФ сферическом экране. Специалистами ГЦ был освоен процесс подготовки презентаций и демонстрационных видео, а также была пополнена база данных по различным тематическим слоям для презентаций на сферическом экране.

На созданном в ГЦ специализированном сайте МПГ продолжено формирование информационных ресурсов по регионам Арктики и Антарктики. Добавлен ряд новых массивов данных. Новые данные по полярным областям Земли зарегистрированы в национальной системе МПГ-Инфо, относящиеся к ним метаданные включены в международный Портал IPYDIS.

В рамках создания Мировой системы данных в ГЦ активно ведется работа по созданию в ней российско-украинского кластера. При сотрудничестве Мировых центров данных России и Украины создана общая распределенная информационно-аналитическая система для хранения и обработки данных.

ГЦ принадлежит ключевая роль в развитии сотрудничества между РАН и Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA), которое продолжалось в отчетном году. Продолжалась также работа по развитию интерактивного информационного ресурса данных в области космической физики SPIDR, по предоставлению информационных и консалтинговых услуг по проекту транснационального сотрудничества «Балтийская организация и Сеть Ассоциаций передачи инноваций – BONITA» в рамках межрегиональной программы Interreg IVB.

В 2010 г. ученые ГЦ принимали участие и выступали с докладами на многих международных конференциях.

2. Лаборатория геофизических данных

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

Лаборатория геофизических данных выполняет функции Мирового центра данных по солнечно-земной физике (МЦД по СЗФ) и Мирового центра данных по физике твердой Земли (МЦД по ФТЗ), являющихся частью международной системы Мировых центров данных (МЦД) при Международном совете по науке (МСН) – системы, обеспечивающей с 1957 г. сбор, гарантированное долговременное хранение результатов геофизических наблюдений и доступ к ним ученым всего мира. Деятельность МЦД регламентируется «Руководством для системы МЦД», утвержденным Комиссией МСН по МЦД. В этом документе определены основные функции МЦД.

В последние годы система МЦД существовала и развивалась в сети Интернет как глобальная распределенная система информационных ресурсов по геофизике, обеспечивающая потребности науки и предоставляющая пользователям удобные средства доступа ко всему объему накопленных геофизических научных данных и информации. В соответствии с этим в лаборатории осуществляются работы по значительному расширению видов и увеличению объемов доступных в сети Интернет отечественных и зарубежных электронных информационных ресурсов, по подготовке и включению в сетевой доступ максимального количества накопленных в архивах МЦД данных. Внедряются новые технологические решения в организации баз данных и обеспечении к этим базам свободного сетевого доступа.

В 2010 г. работа в лаборатории велась по следующим основным направлениям:

1. Выполнение основных функций Мировых центров данных по физике твердой Земли и солнечно-земной физике.
2. Реализация удаленного доступа в режиме онлайн к информационным ресурсам Мировых центров данных.
3. Создание информационной базы геолого-геофизических данных для построения геодинамических моделей глубинного строения континентальных окраин (в рамках международного проекта “InterMARGINS”).
4. Исследование связи солнечной и геомагнитной активности с сейсмичностью Земли и вулканическими извержениями.

Полученные результаты:

1. **Выполнение основных функций** Мировых центров данных по дисциплинам солнечно-земной физики и физики твердой Земли включало:
 - Сбор данных с сетей обсерваторий, результатов наземных и морских экспедиций, запусков спутников, специальных экспериментов и т.д.
 - Анализ данных, контроль качества, обработка.

- Формирование архивов и баз данных по дисциплинам, поддержание их в актуальном состоянии. Обеспечение сохранности данных.
- Справочно-информационное сопровождение архивов и баз данных: создание и актуализация инвентаризационных каталогов, создание метаданных.
- Распространение данных – обмен с другими центрами, предоставление данных ученым и организациям для проведения научных исследований, содействие образовательным программам, выполнение запросов пользователей и обслуживание посетителей.

В лаборатории ведется работа с данными по дисциплинам: сейсмология, геомагнетизм, гравиметрия, тепловой поток, солнечная активность, ионосферные явления, космические лучи. Регулярно поступают данные, являющиеся результатами работы стационарных наблюдательных сетей обсерваторий: сейсмологических, геомагнитных, ионосферных, солнечных и станций космических лучей. За год получено свыше 10 Гбайт данных по дисциплинам СЗФ и около 5 Гбайт данных по дисциплинам ФТЗ. Дополнены архивы и каталоги наличия данных. Уже существующие и продолжающиеся по времени наблюдений ряды данных в электронном виде дополнены данными, полученными в 2010 г. Выполнялись запросы пользователей, давались консультации по работе с данными. Каталоги наличия данных по всем дисциплинам представлены на веб-сайтах МЦД по СЗФ и ФТЗ (<http://www.wdcb.ru/stp/index.ru.html> и <http://www.wdcb.ru/sep/index.ru.html>). Там же в свободном доступе находятся цифровые данные и базы данных. Продолжалась инвентаризация архивов геомагнитных и сейсмологических данных.

2. Реализация удаленного доступа в режиме онлайн к информационным ресурсам МЦД осуществлялась по следующим направлениям:

- Обновление веб-сайта Мировых центров данных и создание новых веб-страниц, дополнение информационной части, актуализация перечня внешних информационных ресурсов.
- Перевод в электронный вид данных из аналоговых форм и дополнение баз данных этой информацией.
- Актуализация и поддержание баз данных в режиме онлайн.
- Разработка и создание тематических баз данных и веб-страниц.
- Подключение информационных ресурсов МЦД по СЗФ и ФТЗ к Порталу всех МЦД.
- Развитие и укрепление российско-украинского сегмента МЦД.

Создана новая версия веб-страницы Мировых центров данных России и Украины <http://www.wdcb.ru/> (Рис. 2.1), на которой отражены изменения, произошедшие в системе Мировых центров данных и в МЦД России и Украины. В октябре 2008 г. на 29-й Генеральной ассамблее Международного совета по науке принято решение о создании Мировой системы данных (World Data System), основывающейся на базе существующих

более 50-ти лет системы Мировых центров данных и Федерации астрономических и геофизических служб по анализу данных (ФАГС). С обновленной веб-страницы МЦД России и Украины можно перейти на сайт Мировой системы данных. Включенные в страницу ссылки позволяют перейти на сайт каждого из пяти Мировых центров данных России и МЦД Украины. Поддерживались в актуальном состоянии сайты МЦД по ФТЗ и СЗФ в двух идентичных версиях – на русском и английском языках.



Рисунок 2.1. Обновленная веб-страница Мировых центров данных России и Украины.

Значительно расширен раздел веб-сайта МЦД по ФТЗ, обеспечивающий доступ к данным о главном магнитном поле Земли (Рис. 2.2). На страницах этого раздела представлены результаты морских магнитных съемок, результаты определений среднегодовых значений элементов магнитного поля, полученные на мировой сети обсерваторий, списки имеющихся в центре публикаций с каталогами измеренных значений, карт, аналитических моделей магнитного поля и публикаций с результатами наблюдения вековых вариаций и карт изолиний векового хода.



Рисунок 2.2. Веб-страница с данными о главном магнитном поле Земли
(http://www.wdcb.ru/sep/magnetic_measurements/magnetic_measurements.ru.html).

Есть ссылки на сайт, где представлена Международная модель магнитного поля Земли IGRF и на международные веб-ресурсы, содержащие геомагнитные данные – Мировые центры данных по геомагнетизму и солнечно-земной физике, международную сеть магнитных обсерваторий, работающих в реальном времени (ИНТЕРМАГНЕТ) и интерактивный ресурс данных по космической физике SPIDR. В разделе есть страница, где дано определение элементов магнитного поля Земли.

На странице «Результаты морских магнитных съемок» представлены результаты магнитных измерений, выполненных в рейсах отечественных научно-исследовательских судов. Информация по каждому рейсу представлена в двух файлах. Один файл – заголовок рейса, содержит полную информацию о рейсе в целом. Другой файл содержит данные, полученные в пунктах измерений (Рис. 2.3). Дано описание формата данных.

Название корабля и номер рейса	Год	Сокращенное обозначение	Кол-во точек маршрута	Файл с данными
Пегас, рейс 29	1985	PG29	3093	29030002
Пегас, рейс 30	1985	PG30	5391	29030003
Профессор Гагаринский, рейс 01	1988	GG01	3874	29110001
Морской Геофизик, рейс 15	1980	MG15	7543	29120001
Морской Геофизик, рейс 21	1982	MG21	6016	29120002
Морской Геофизик, рейс 27	1985	MG27	2833	29120003
Морской Геофизик, рейс 28	1985	MG28	1589	29120004
Морской Геофизик, рейс 30	1988	MG30	2166	29120005
Неизвестная платформа	1966-1967	PEGASUS	21327	29990001

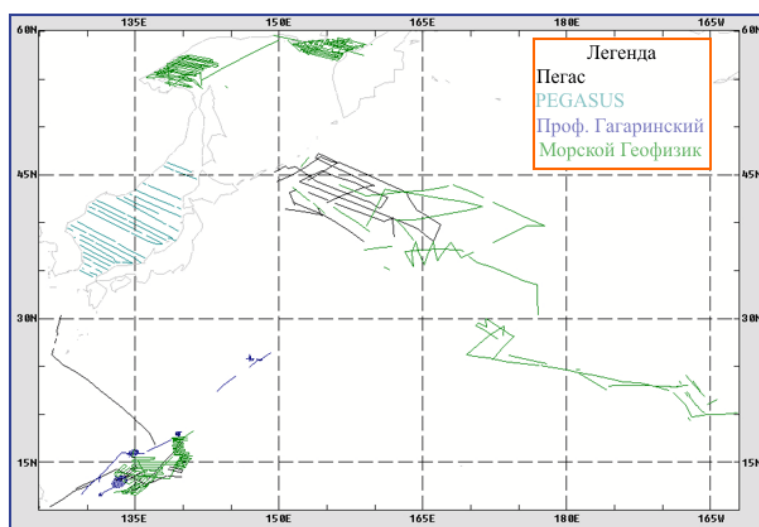


Рисунок 2.3. Таблица с информацией о представленных на сайте МЦД данных по морским магнитным измерениям в рейсах НИС. Схема маршрутов рейсов НИС.

Доступ к результатам определений среднегодовых значений элементов магнитного поля, полученных на 55 обсерваториях России, реализован двумя способами. Пользователь может получить данные, воспользовавшись таблицей с перечнем обсерваторий или чувствительной картой (Рис. 2.4). Данные по мировой сети

обсерваторий представлены в виде единого файла, который можно просмотреть и скопировать. Представленные в разделе данные о главном магнитном поле Земли будут регулярно дополняться новыми результатами наблюдений.

Название обсерватории	Название обсерватории на английском языке	Код обсерватории	Период наблюдений	Географические координаты	
				Широта, град.	Долгота, град.
Арти	Arti	ARS1	1973 - 1998	56.4	58.6
Архангельск	Arkhangelsk	ARK1	1985 - 1994	64.6	40.5
Барнаул	Barnaul	BRN1	1842 - 1873	53.3	83.8
Борок	Borok	BOX1	1977 - 1997	58.0	39.0
Бухта Теплиц	Teplitz Bay	TPB1	1904	81.8	58.0
Бухта Тикси	Tixie Bay	TIK1	1944 - 1997	71.6	129.0
Бухта Тихая	Tikhaya Bay	TKH1	1933 - 1958	80.3	52.8
Ворошилов	Voroshilov	VOR1	1951 - 1957	43.8	132.0
Восток	Vostok	VOS1	1958 - 1997	-78.5	106.9
Высокая Дубрава	Vysokaya Dubrava	SVD2	1929 - 1980	56.7	61.1
Выходной	Vykhodnoy	VYK1	1923 - 1925	73.2	56.7
Горнотаежная	Gornotayezhnaya	VLA1	1958 - 1997	43.7	132.2
Джекмена остров	Jekman Island	JKI1	1939	76.4	95.1
Займище	Zaymishche	KZN2	1912 - 1992	55.8	48.9
Зуй	Zuy	ZUY1	1915 - 1958	52.5	104.0
Иркутск	Irkutsk	IRT1	1887 - 1914	52.3	104.3

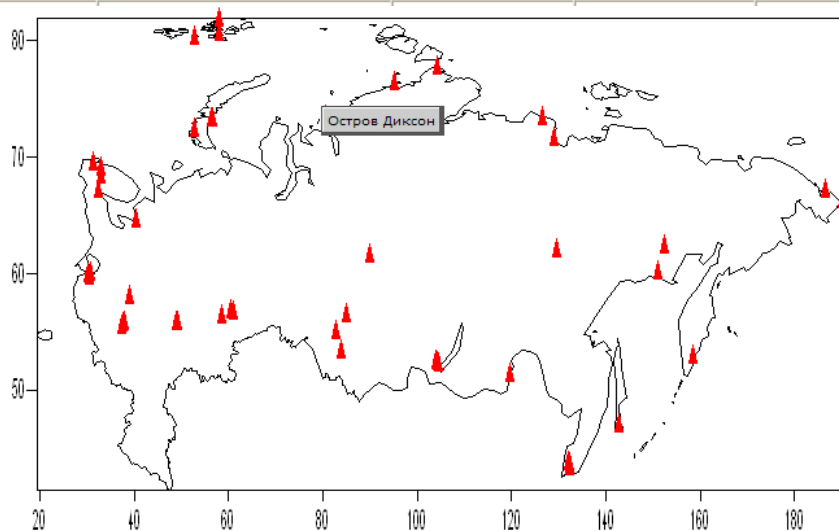


Рисунок 2.4. Таблица с перечнем российских геомагнитных обсерваторий и чувствительная карта, реализующая доступ к среднегодовым значениям элементов магнитного поля.

В 2010 г. продолжалась работа по переводу данных из аналогового вида в электронный с целью сохранения старых данных и увеличения существующих электронных информационных ресурсов по геофизике. Из данных в электронном виде сформированы новые или дополнены уже существующие базы данных, доступные на сайтах МЦД по СЗФ и ФТЗ. При переводе аналоговых данных в электронный вид и формировании цифровых массивов для каждого вида данных строго соблюдалось соответствие принятым в системе МЦД международным форматам представления данных. Вся информация, имеющаяся в источнике данных, обязательно включается в

цифровой массив. После перевода в электронный вид выполняются процедуры контроля полученных массивов данных, верификации, форматирования с использованием имеющихся специальных программ.

Проводились актуализация и поддержание существующих и вновь созданных баз данных в режиме онлайн. С каждым вновь поступившим набором данных, который является продолжением ряда наблюдений уже существующей базы данных, проводился ряд операций – проверка, корректировка, при необходимости переформатирование. После этого новый набор данных включался в уже существующую базу данных. При этом вносились изменения в информационные и гипертекстовые документы, сопровождающие базу данных. Так база данных, созданная на основе «Сейсмологического бюллетеня», подготавливаемого в Геофизической службе РАН, включает данные с 1995 г. и пополняется ежедекадно. Также ежедекадно обновляется база данных «Глобальный каталог землетрясений», включающая данные с 1983 г.

По мере поступления новых результатов наблюдений актуализируются все базы обсерваторских данных по дисциплинам солнечно-земной физики. Новые данные по СЗФ передаются в сетевой интерактивный ресурс SPIDR.

Сформированы массивы данных по каталогам землетрясений и механизмов очага для трех регионов Северной Евразии за 1962–2003 гг. (68 000 событий; 6,5 Мб). Данные переведены в формат ASCII. При формировании файлов данных и создании описаний и метаданных использован программный комплекс процедур контроля качества и анализа данных. На Рис. 2.5 показан пример организации доступа к каталогам землетрясений для трех регионов – Копетдаг, Средняя Азия и Казахстан (Северный Тянь-Шань). Пользователь может обратиться к любому из трех каталогов: «Новый каталог» за период с 2000 г. до н.э. по 1975 г.; «Землетрясения в СССР» за период 1962–1991 гг. и «Землетрясения Северной Евразии» за период 1992–2003 гг.

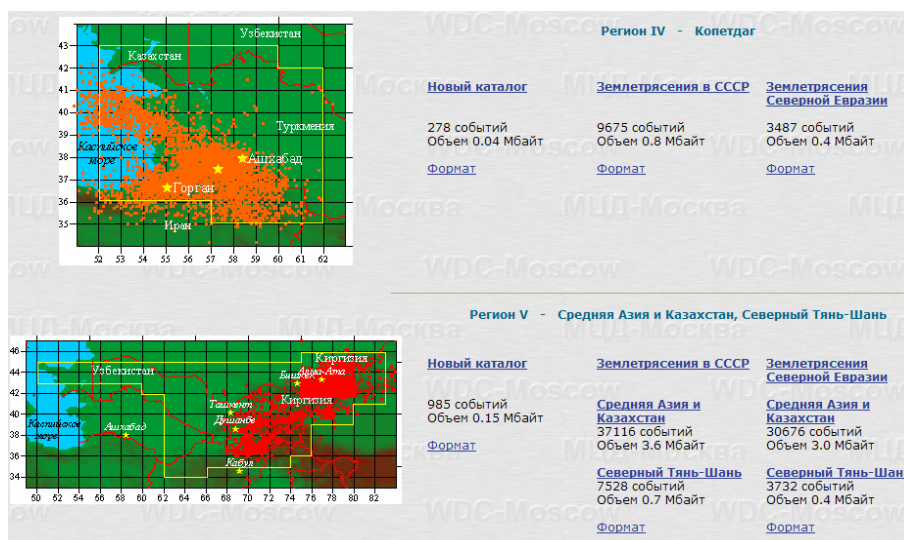


Рисунок 2.5. Пример организации доступа к каталогам землетрясений для трех регионов.

На сайте МЦД по СЗФ выставлены часовые значения интенсивности космических лучей по мировой сети нейтронных мониторов и одномоментные значения по отдельным станциям. Массив данных содержит результаты наблюдений на 135 станциях за период 1960–2009 гг. Часовые и минутные значения исправлены за атмосферное давление. Данные были проанализированы и представлены в едином современном формате.

Актуализирован каталог индексов геомагнитной активности по сети станций России. На сайте МЦД по СЗФ представлены индексы: АА за 1868–2010 гг., К_p–А_p за 1932–2010 гг., АЕ за 1957–1994 гг., Dst за 1960–2010 гг., числа Вольфа за 1700–2010 гг. Пересмотрены и приведены к единому формату данные часовых значений геомагнитного поля, измеренные на 38 отечественных геомагнитных обсерваториях, период наблюдений 1957–2008 гг.

Начато формирование каталога выбросов солнечных волокон 23 цикла солнечной активности по наблюдениям мировой сети солнечных обсерваторий и данным по излучению в дальнем ультрафиолете.

После завершения международной программы «Международный полярный год 2007–2008» Мировые центры данных по СЗФ и ФТЗ продолжают осуществлять накопление и долговременное хранение результатов исследований в полярных областях Земли. В 2010 г. было продолжено формирование информационных ресурсов по регионам Арктики и Антарктики на тематическом сайте МЦД по программе Международного полярного года (<http://www.wdcb.ru/WDCB/IPY/IPY.ru.html>). Дополнены продолжающиеся массивы данных. Добавлен ряд новых массивов данных. Новые данные по полярным областям Земли зарегистрированы в национальной системе МПГ-Инфо, относящиеся к ним метаданные включены в национальный Портал МПГ-Инфо и в международный Портал IPYDIS (International Polar Year Data and Information Service) (<http://ipydis.org/index.html>) (Рис. 2.6).

Для пользователей, заинтересованных в получении геофизических данных и метаданных по полярным районам Земли, информационные ресурсы доступны теперь в режиме онлайн на портале МПГ-Инфо (<http://www.mpg-info.ru/>) и на сайте МЦД по СЗФ и ФТЗ (<http://www.wdcb.ru/WDCB/IPY/IPY.ru.html>).

Данные этих исследований доступны пользователям через российский национальный Портал МПГ-Инфо (<http://www.mpg-info.ru/>) Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО), создаваемой на базе ГУ ВНИИГМИ-МЦД, и международный Портал IPYDIS (<http://ipydis.org/index.html>). Центры поддерживают специализированный сайт (<http://www.wdcb.ru/WDCB/IPY/IPY.ru.html>) на двух языках (русском и английском), обеспечивающий свободный доступ к результатам геофизических наблюдений в Арктике и Антарктике, имеющимся в МЦД по ФТЗ и СЗФ. Массивы и базы данных, представленные на этом сайте, постоянно дополняются новыми результатами наблюдений.

Продолжены работы по подключению информационных ресурсов МЦД по СЗФ и ФТЗ к Порталу всех МЦД, который теперь является Порталом Мировой системы данных.

Созданы описания – метаданные (на базе языка XML, DIF-формат) для 8 массивов данных.

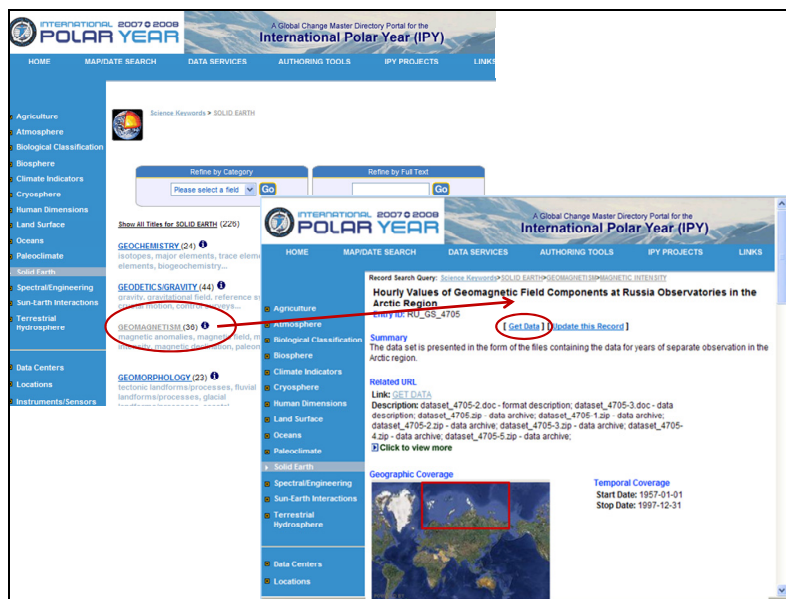


Рисунок 2.6. Метаданные для геомагнитных данных с обсерваторий России на Портале IPYDIS.

В 2010 г. Мировые центры данных России и Украины выполняли два совместных проекта, направленных на развитие и укрепление российско-украинского сегмента МЦД, поддерживаемых Российским фондом фундаментальных исследований и Государственным фондом фундаментальных исследований Украины. Создается система интегрированного доступа к общим информационным ресурсам сегмента. Система будет включать полную распределенную многодисциплинарную базу метаданных, каталог многодисциплинарных информационных ресурсов, сервисы доступа – совокупность аналитических модулей, основанных на различных методах интерактивной обработки данных и предоставляющих возможность свободного удаленного доступа к данным. В соответствии с общим направлением развития Мировой системы данных (МСД) и основными принципами ее функционирования в виде совокупности Порталов, содержащих сведения (метаданные) о коллекциях информационных ресурсов входящих в МСД центров, разработана архитектура представления метаданных на основе международного стандарта Directory Interchange Format (DIF) и синтаксиса языка XML. Такой подход обеспечивает унификацию процессов обмена данными и метаданными смежных информационных систем 5-ти российских и украинского МЦД и создает надежные предпосылки для их вхождения в МСД единым кластером.

Сформированы макетная версия интегрированной базы метаданных и каталог полидисциплинарных информационных ресурсов, находящихся в свободном доступе в сети Интернет. Определены пути проектирования и разработки инструментария с

универсальным пользовательским интерфейсом для организации единой точки доступа к данным российско-украинского сегмента МЦД (Рис. 2.7).

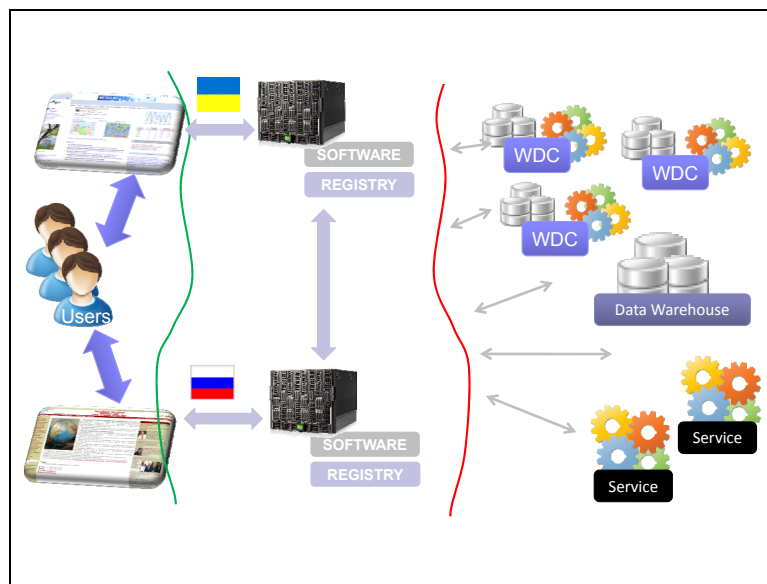


Рисунок 2.7. Схема организации единой точки доступа к данным российско-украинского сегмента МЦД.

Проведено тестирование первой версии общей распределенной информационно-аналитической системы для хранения и обработки данных. Система обеспечивает интерактивный доступ в сети Интернет к многодисциплинарной базе данных (БД), включающей информационные ресурсы двух российских МЦД по ФТЗ и СЗФ и украинского МЦД по геоинформатике и устойчивому развитию. Создан интерфейс для формирования запроса удаленного пользователя к БД и программные средства для управления БД на основе СУБД Oracle. База данных включает сейсмологические, геомагнитные данные, а также данные экономического, экологического и социального направлений. При формировании БД предпочтение отдано данным, относящимся к территории России и Украины. При дальнейшем использовании системы БД будет пополняться другими геофизическими данными и данными по устойчивому развитию.

Продолжалась работа по созданию **информационной базы геолого-геофизических данных** для построения геодинамических моделей глубинного строения континентальных окраин (в рамках международного проекта “InterMARGINS”). В 2010 г. в базу были включены данные о регионе Южно-Китайского моря. Теперь база данных включает данные для регионов Охотского, Японского, Филиппинского и Южно-Китайского морей.

Разработана методика построения геолого-геофизико-петрографических разрезов литосферы регионов различных тектонических режимов. Построены геодинамические модели глубинного строения осадочных бассейнов континентальных окраин, платформ, окраинных морей и островных дуг, регионов природных катастроф и минерагенеза. Опыт

применения междисциплинарной базы данных был представлен на тектонических совещаниях в Москве и Воронеже.

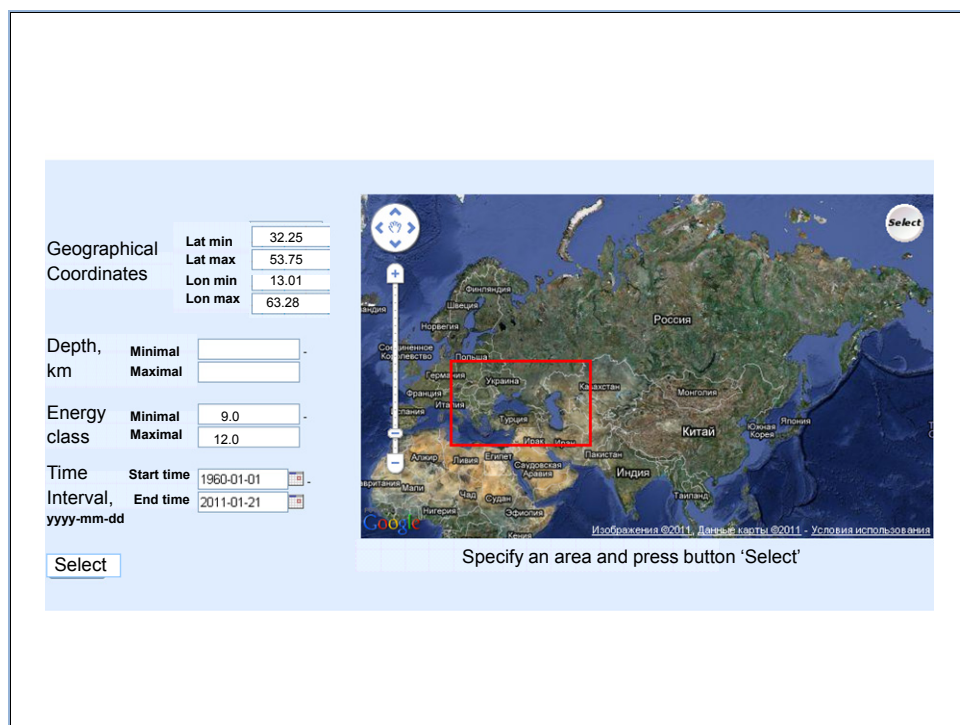


Рисунок 2.8. Пример меню для формирования запроса на сейсмологические данные.

Особое внимание в 2010 г. было проявлено к изучению регионов природных катастроф. Построена серия глубинных разрезов через континентальные окраины Азиатского континента в районах острова Сахалин и Марианской островной дуги.

На основе геолого-геофизических данных построена геодинамическая модель глубинного строения литосферы района Невтегорского землетрясения, произошедшего на острове Сахалин 28 мая 1995 г., когда был разрушен целый город. Установлено, что под Сахалином расположена древняя субдукционная зона, действовавшая в поздне меловое–раннепалеогеновое время, процессы в которой обусловили формирование Северо-Сахалинской впадины и впадины Дерюгина. На поверхности она проявляется в виде глубинных разломов, простирающихся вдоль Сахалина. Очаг Невтегорского землетрясения образовался в связи с активизацией этой древней субдукционной зоны.

Наиболее детально можно проследить связь процессов, протекающих в астеносфере, с формированием структур земной коры в Марианской островной дуге, где проведены комплексные геолого-геофизические исследования по проекту «Геотраверс» (Рис. 2.9).

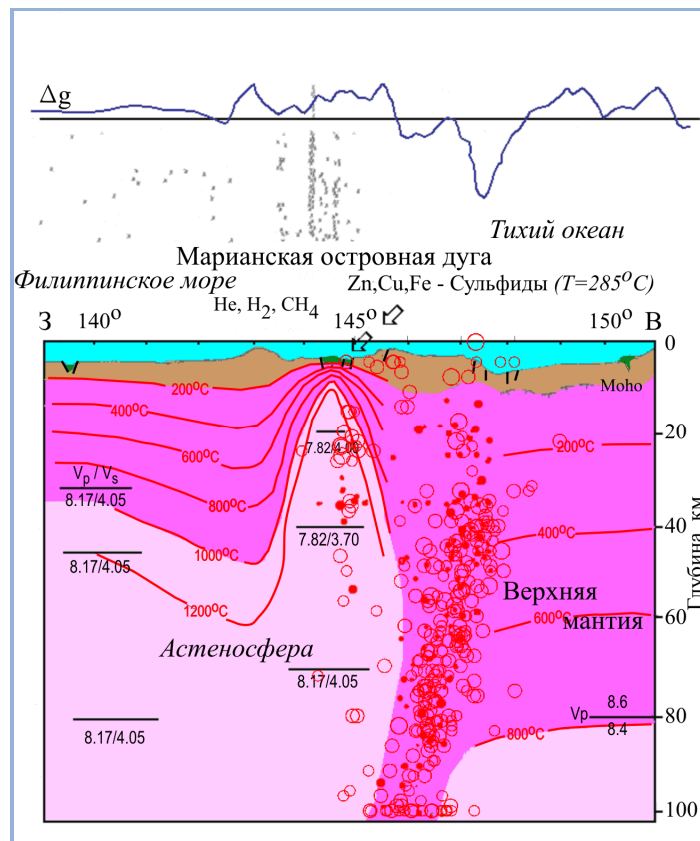


Рисунок 2.9. Глубинное строение Марианской островной дуги.

Марианская островная дуга сформировалась в процессе субдукции тихоокеанской плиты под азиатскую континентальную окраину. Более 6 млн. лет назад в результате апвеллинга астеносферного диапира к коре Марианская островная дуга раскололась на две дуги с образованием междугового трога. Вдоль осевой зоны трога были образованы рифтовые структуры с излиянием толеитовой магмы, формированием сульфидов и углеводородных залежей. Марианский трог, представляющий собой междуговой бассейн, образован 6 млн. лет назад в результате спрединговых процессов. С рифтовыми структурами связаны мелкофокусные землетрясения, излияния толеитовых базальтов и интенсивная гидротермальная деятельность. Отмечаются высокие значения теплового потока. Трог характеризуется тонкой корой (около 10 км). Горячая астеносфера, подступающая непосредственно к подошве коры, обусловила активные тектонические и магматические процессы. Марианский трог, вероятно, представляет собой пример начального этапа формирования спредингового осадочного бассейна.

Построена геодинамическая модель глубинного строения региона Южно-Китайского моря, завершающая серию глубинных разрезов восточного обрамления Евразийского континента. Геолого-геофизический разрез проходит через Южно-Китайское море, о. Палаван, море Сулу, хребет Сулу, море Сулавеси, о. Сулавеси, Молуккское море, море Банда, Арафурское море. Разрез составлен совместно с Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. При построении разреза использованы результаты работ зарубежных и российских исследователей, в том числе

данные, полученные в рейсах НИС «Вулканолог». Регион расположен между двумя континентами (Евразийским и Австралийским) и двумя океанскими плитами (Тихоокеанской и Индийской), Рис. 2.10.

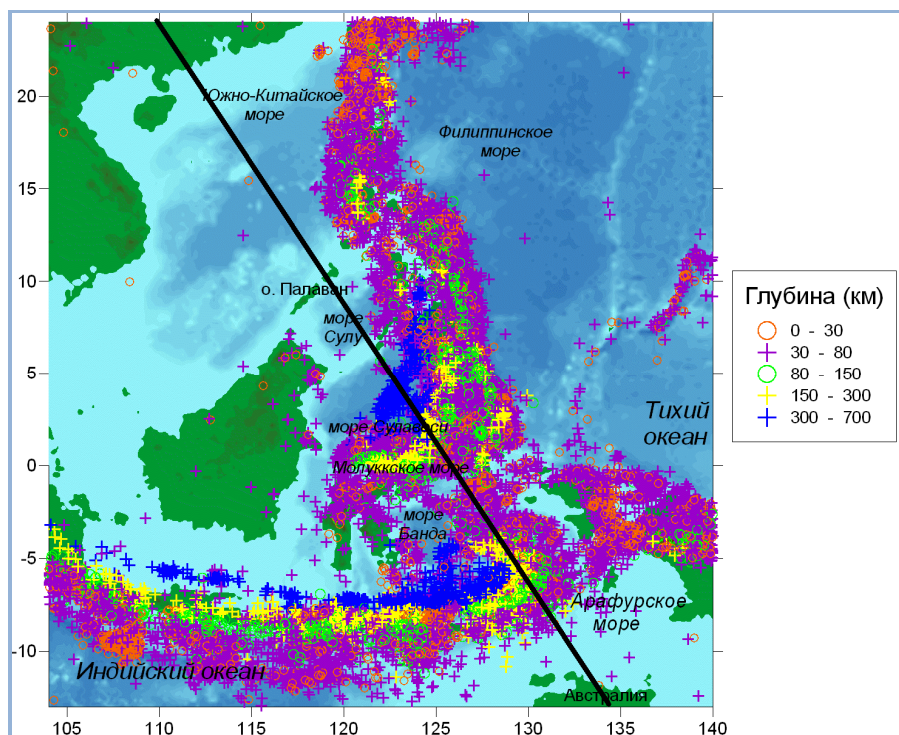


Рисунок 2.10. Батиметрическая карта и сейсмичность региона работ.

Регион исследования охватывает окраинные моря и островные дуги, сформировавшиеся в кайнозойскую эру. Мощность коры варьирует от 40 км под Австралией и полуостровом Индокитай до 25–30 км под островными дугами и 10–15 км под окраинными морями (Рис. 2.11).

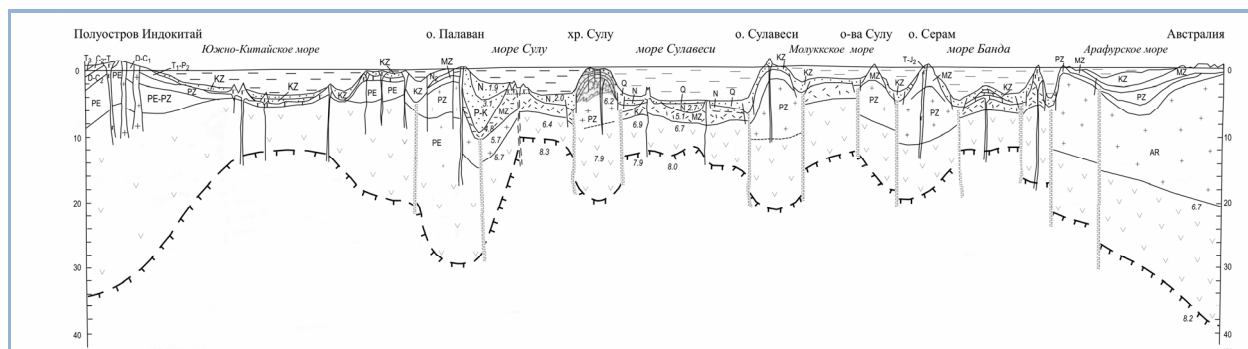


Рисунок 2.11. Геолого-геофизический разрез через Южно-Китайское море, о. Палаван, море Сулу, хребет Сулу, море Сулавеси, о. Сулавеси, о-ва Сулу, о. Серам, море Банда, Арафурское море.

Формирование структур связывают с коллизией Индии и Азии и возникновением мощной Индонезийской субдукционной зоны. Затем очередная структурная перестройка произошла в связи с субдукцией океанской плиты Филиппинского моря под структуры Филиппин. Возникла система островных дуг и задуговых бассейнов, где субдукционные процессы привели к активному вулканизму и проявлению сейсмичности в юго-восточной части разреза. Вдоль разреза проведена комплексная интерпретация геолого-геофизических данных с целью установления роли глубинных процессов в формировании структур земной коры региона. Результаты работы были представлены на научных конференциях.

В 2010 году продолжались исследования связи солнечной и геомагнитной активности с сейсмичностью Земли и вулканическими извержениями. Результаты сопоставительного анализа энергии сейсмичности Земли и солнечной активности с 1700 по 2007 г. позволяют наметить вековые циклы эндогенной активности Земли. Из Рис. 2.12 следует, что за период с 1700 по 2007 г. наблюдалось три вековых цикла сейсмической и солнечной активности. Даты их начала и конца несколько сдвинуты относительно календарных и отмечены стрелками.

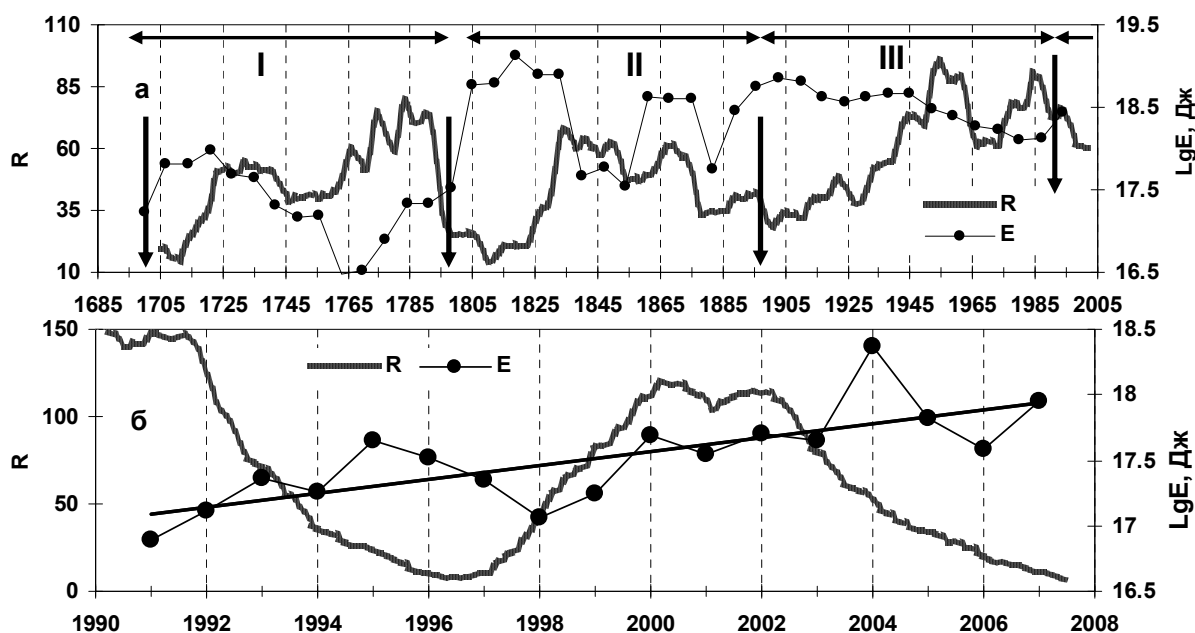


Рисунок 2.12. а – суммированные за 7 лет выделения сейсмической энергии в землетрясениях на всем земном шаре и сглаженные среднегодовые числа Вольфа за период с 1690 по 2007 г.; б – временные вариации среднегодовых чисел Вольфа и ежегодных выделений сейсмической энергии в землетрясениях на всем земном шаре за период с 1991 по 2007 г.

Максимумам солнечной активности соответствует относительно низкая сейсмическая энергия. В целом установлена отрицательная корреляция между этими параметрами. Коэффициент корреляции (r) = $-0,8$. Это позволяет утверждать, что, как

правило, наибольшая сейсмическая активность имеет место при минимальной солнечной активности, и наоборот.

В предыдущих работах было показано, что столетний цикл солнечной и сейсмической активности разбивается на 3 периода приблизительно по 33 года, длительность каждого из которых примерно кратна трём 11-летним циклам солнечной активности.

Наиболее сильные землетрясения происходят в начале каждого векового цикла. Из Рис. 2.12,б также видно, что в девяностые годы прошлого века происходило существенное нарастание выделения сейсмической энергии. Это, по-видимому, указывает на то, что наступил новый вековой цикл, в начале которого будут наблюдаться солнечные циклы с относительно небольшим числом пятен, что характерно для начала вековых циклов, и сильная сейсмическая активность, которая сохранится на протяжении относительно длительного времени.

Землетрясения 26 декабря 2004 г. с магнитудой $M = 9$, 21 марта 2005 г. с $M = 8,6$ в районе Индонезии, землетрясения в 2006 и 2007 гг. с $M > 8$, Чилийское – 27 февраля 2010 г. с $M = 8,9$ подтверждают этот вывод. Подтвердилось сделанное в предыдущих работах (2004 г.) предположение об усилении сейсмической активности на ближайшее будущее.

Показано принципиально различное распределение числа землетрясений во времени для сильных ($M > 8$), средних ($M \geq 6,8$) и слабых ($M \geq 5,5$) землетрясений (Рис. 2.13).

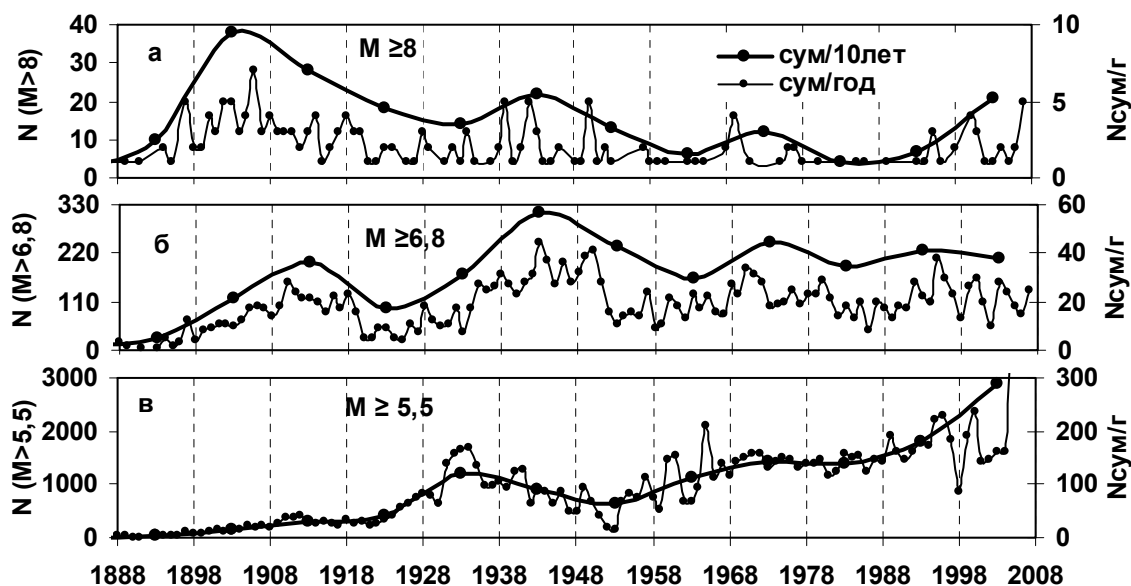


Рисунок 2.13. Временные вариации количества землетрясений в год и за 10 лет (N) различных магнитуд на всем земном шаре за период с 1888 по 2007 г.:
(а) $M \geq 8$; (б) $M \geq 6,8$; (в) $M \geq 5,5$.

В последних исследованиях лаборатории выявлены некоторые особенности пространственно-временного распределения землетрясений. Проанализировано широтное распределение землетрясений различных магнитуд ($M > 6,2$; $M > 6,8$; $M > 7,6$) за период 1900–2007 гг. (Рис. 2.14). При анализе применён шаг в 10 градусов.

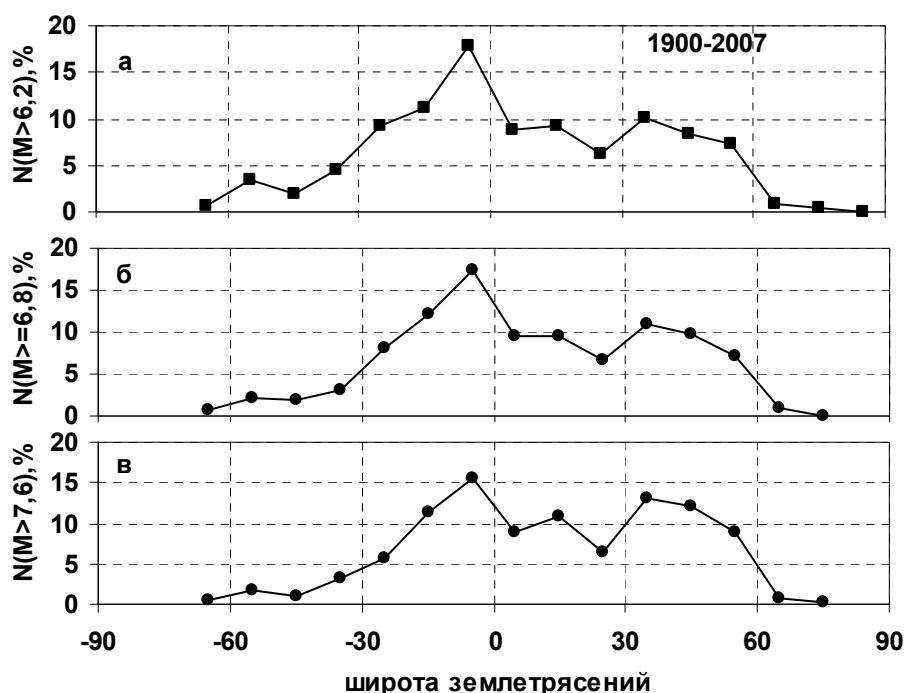


Рисунок 2.14. Распределение по географической широте землетрясений с магнитудами. а – $M \geq 6,2$; б – $M \geq 6,8$; в – $M \geq 7,6$ с шагом 10 градусов за период 1900–2007 гг.

Из Рис. 2.14 видно, что максимальное число землетрясений всех магнитуд наблюдается в южном полушарии на широтах 0^0 – 10^0 , очевидно в большей части отвечая наиболее активному Индонезийскому сегменту Тихоокеанского пояса. Второй, менее значимый максимум сейсмической активности, находится в северном полушарии на широтах около 30^0 – 40^0 , в определённой части соответствуя Альпийско-Гималайскому поясу. При этом для относительно слабых землетрясений амплитуда последнего максимума почти в два раза меньше, в то время как для сильных землетрясений с $M > 7,6$ она не намного меньше амплитуды первого максимума.

Интересно проанализировать, как меняется сейсмичность во времени, в течение трёх 33-х летних периодов столетнего цикла сейсмической активности. Весьма интересны данные по сильным землетрясениям с $M > 7,6$ (Рис. 2.15,б–г).

Если в первом 33-х летнем периоде прошлого века (1900–1933 гг.) наибольшее число таких землетрясений происходило на широтах около 30^0 – 40^0 , то во время второго периода максимальное количество этих землетрясений сравнялось с землетрясениями, происходившими в южном полушарии в Тихоокеанском поясе на широтах около 0^0 – 10^0 .

В последнем же периоде векового цикла максимум землетрясений переместился уже в южное полушарие на широты 0° – 10° . Таким образом, статистическим анализом впервые установлена временная широтная миграция (инверсия) положения на Земле максимумов высокой сейсмичности на протяжении XX века.

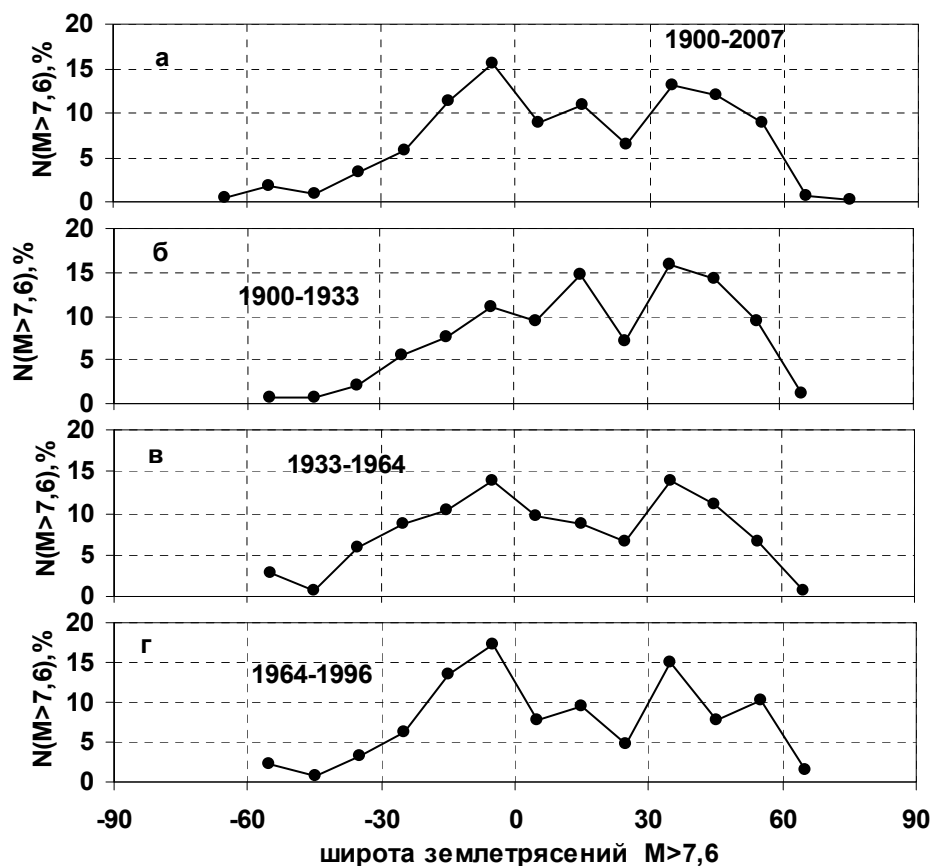


Рисунок 2.15. Распределение по географической широте землетрясений с $M \geq 7,6$. а – в рамках векового цикла; б, в, г – соответственно в первой, второй и третьей его третях – начальном, среднем и заключительном периодах векового цикла.

Проанализировано также и долготное распределение землетрясений с магнитудами $M \geq 6,2$; $M \geq 6,8$; $M \geq 7,6$ и извержений вулканов (Рис. 2.16) за период 1900–2007 гг. Можно видеть, что все эти кривые имеют два общих максимума. Первый, наибольший, находится в пределах 120° – 150° восточной долготы, второй максимум, меньший по интенсивности, – в пределах 60° – 90° западной долготы.

Вопрос о существовании направленной миграции эпицентров сильных землетрясений в различных регионах мира обсуждался в различных публикациях. Есть указание на принципиальную возможность распространения в земной коре волновых деформационных процессов со скоростями 10–100 км/год.

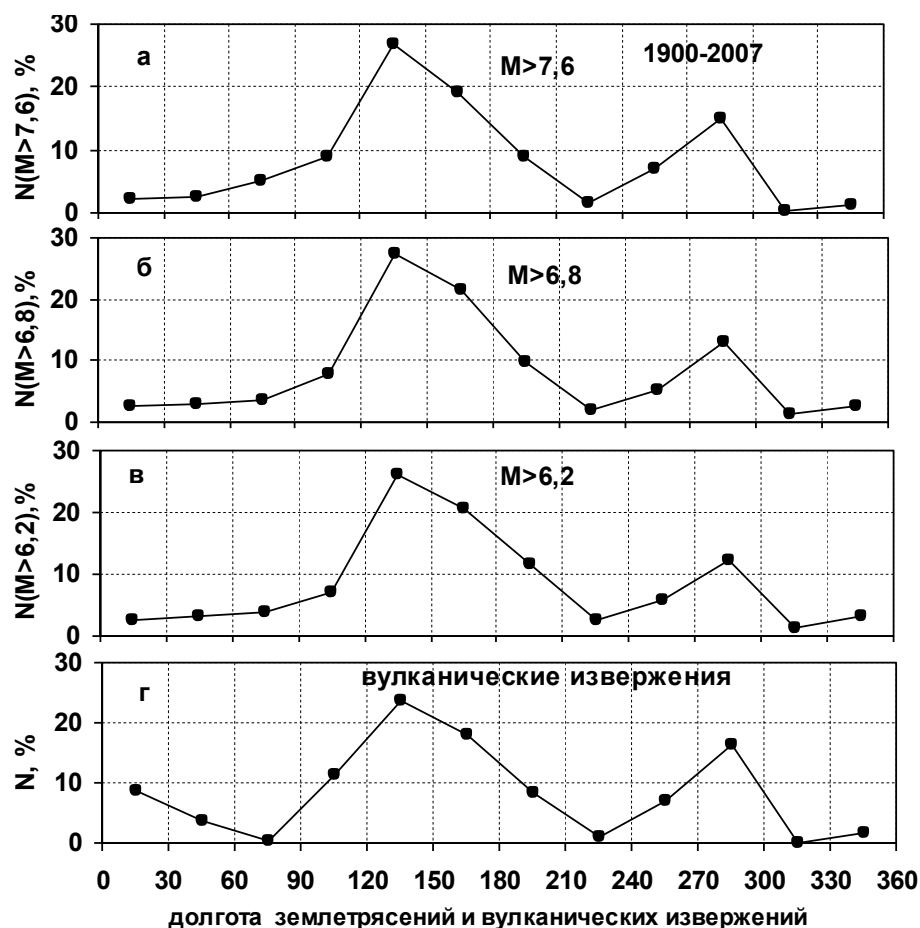


Рисунок 2.16. Распределение по географической долготе землетрясений с магнитудами $M \geq 6,2$; $M \geq 6,8$; $M \geq 7,6$ (а–в) и вулканических извержений (г) с шагом 30° за период 1900–2007 гг.

Если привлечь к интерпретации этих процессов представления об устройстве реальной геофизической среды, развиваемые в ИФЗ РАН, то наблюдаемое распространение фронта деформации в среде может быть понято как процесс последовательной передачи с конечной скоростью тектонической перегрузки от одного структурного элемента геофизической среды к другому.

Имеется достаточно много данных для того, чтобы сделать следующий вывод: колебательная структура является одним из основных свойств геофизических полей. Можно ожидать, что это свойство является общим для процессов, протекающих в Земле.

Очевидно, что на пересечении полос широтного и долготного максимумов сейсмичности в течение всего векового цикла находится абсолютный максимум сейсмичности, являющийся, по сути дела, участком проявления наивысшей эндогенной активности Земли в XX столетии. Пространственно этот участок находится в Индонезийской части Тихоокеанского пояса, к югу от Филиппинского моря, в месте сочленения южной части Филиппинской плиты с западной частью Каролинской плиты и с северной частью Австралийской плиты. В целом это зона сочленения Тихого океана с Евразией и Австралией.

Весьма примечательно, что статистически выявленный абсолютный максимум сейсмичности, являющийся по сути дела участком проявления наивысшей эндогенной активности Земли в XX столетии, падает на область наибольшего поднятия поверхности геоида, превышающего 80 м. Если принять предположение, что положительные аномалии поверхности геоида имеют динамическую природу и связаны с мощными восходящими горячими мантийными струями, то становится понятной такая приуроченность сейсмичности.

Публикации сотрудников лаборатории:

Статьи:

- Белов С. В., Шестопапов И. П., Харин Е. П., Соловьев А. А., Баркин Ю. В. Вулканическая и сейсмическая активность Земли: пространственно-временные закономерности и связь с солнечной и геомагнитной активностью. Новые технологии, 2010, № 2, с. 3–12.
- Белов С. В., Шестопапов И. П. Потоки нейтронов и гамма-излучения как предвестник вулканических и сейсмических катастроф. Вестник Московского государственного открытого университета, Москва, 2010, № 2, с. 62–70.
- Ишков В. Н. Характеристики солнечной активности затяжной фазы минимума 23–24 солнечных циклов. Циклы активности на Солнце и на звёздах. Сб. статей рабочего совещания-дискуссии, Москва, 18–19 декабря 2009 г., под ред. В. Н. Обридко, Ю. А. Наговицина, Астрономическое общество, изд. ВВМ, Санкт-Петербург, 2009, с. 57–62.
- Кедров О. К., Кедров Э. О., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П., Гордон В. Р., Чулков А. Б. Применение метода динамической калибровки станций МСМ в районах с пониженной сейсмоактивностью. Физика Земли, 2010, № 11, с. 69–94.
- Климкович Т. А., Городынский Ю. М., Харин Е. П. Временные изменения векторов Визе в некоторых сейсмоактивных регионах мира. Сборник докладов V Международной конференции «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», с. Паратунка, Камчатский край. 2–7 авг. 2010 г., Петропавловск-Камчатский, ИКИР ДВО РАН, 2010, с. 121–124.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Пийп В. Б., Рашидов В. А., Сергеева Н. А. Глубинное строение континентальных окраин региона Японского моря. Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле, 2010, № 1, вып. 15, с. 231–242.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Дегазация Земли и формирование осадочных бассейнов на границе континент–океан. Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь, отв. ред. А. Д. Дмитриевский, Б. М. Валяев, Москва, ГЕОС, 2010, с. 445–448.
- Родников А. Г., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П. Применение междисциплинарной базы данных для построения геодинамических моделей осадочных бассейнов платформ, окраинных морей и островных дуг Земли. В кн.: Структура, свойства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы, ВГУ, Воронеж, «Научная книга», 2010, с. 186–190.
- Родников А. Г., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П. Роль глубинных процессов в формировании осадочных бассейнов окраинных морей западной части Тихого океана. Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя, т. 2, Москва, 2010, с. 213–218.
- Харин Е. П., Белов С. В., Шестопапов И. П. Пространственно-временные изменения сейсмичности Земли и солнечная активность. Сборник докладов V Межд. конф. «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», с. Паратунка, Камчатский край, 2–7 авг. 2010 г., Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2010, с. 470–473.
- Godzikovskaya A. A., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P. Regional Earthquake Catalogues of Russia. Seismic Instruments, 2010, Vol. 46, No. 1, pp. 86–99. ISSN 0747_9239.

- Kedrov O. K., **Kedrov E. O., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.**, Gordon V. R., Chulkov A. B. Application of the method of dynamic calibration for IMS stations in regions with lower seismic activity, *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 2010, Vol. 46, No. 11, pp. 974–999, ISSN 1069_3513.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Application of the interdisciplinary database for the construction of the geodynamic models of deep structure of the natural disaster regions (Neftegorsk earthquake, Sakhalin Island). *Russian Journal of Earth Sciences*, Vol. 11, No. 3, 2010, doi: 10.2205/2009ES000357.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Correlations of the endogenic processes in the active continental margins of the Eurasia-Pacific transition zone. In: “Geevents, Geological Heritage, and the Role of the IGCP”, Caravaca de la Cruz, Spain, 2010, pp. 173–174.

Тезисы:

- Климкович Т. А., Городынский Ю. М., **Харин Е. П.** Временные изменения векторов Визе в некоторых сейсмоактивных регионах мира. «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», тезисы докладов V Межд. конф. 2–7 авг. 2010 г., с. Паратунка, Камчатский край, Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2010, с. 12.
- Сергеева Н. А., Харин Е. П.** Мировые центры данных ГЦ РАН, реорганизация существующей системы мировых центров данных (МЦД) (World Data Centers – WDS) и федерации астрономических и геофизических служб (ФАГС) (Federation of Astronomical and Geophysical Data Analysis Services – FAGS) с целью создания мировой системы данных (МСД) (World Data System-WDS). Материалы Всероссийского семинара «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток.
- Харин Е. П., Белов С. В., Шестопалов И. П.** Пространственно-временные изменения сейсмичности Земли и солнечная активность, «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений». Тезисы докладов V Межд. конф. 2–7 авг. 2010 г., с. Паратунка, Камчатский край, Петропавловск, ИКИР ДВО РАН, 2010, с. 51.
- Харин Е. П., Забаринская Л. П., Крылова Т. А., Нислевич М. В., Родников А. Г., Сергеева Н. А., Шестопалов И. П.** Результаты полярных исследований в Мировой системе данных. Тезисы Конференции по созданию российской программы Международного полярного десятилетия, Сочи, 3–9 окт. 2010 г., с. 98.
- Rodnikov A. G.** Geodynamic Model of the deep structure on the Neftegorsk earthquake region (Sakhalin Island). Abstracts of Internationale meeting on seismic hazards. Morocco, Agadir, 2010.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Break-up of the lithosphere and the formation of the sedimentary basins in the Eurasia-Pacific transition zone. Abstracts of Fifth International Conference on the Geology of the Tethys Realm (2–7 January 2010, South Valley University), Luxor–Qena, Egypt.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Geodynamic Models of the Active Continental Margins of the Sea of Okhotsk. Abstracts of EGU General Assembly, Vienna, Vol. 12, 2010, EGU2010-35.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A. Zabarinskaya L. P.** The Geodynamics Models of the Active Continental Margins of Eurasia-Pacific Transition Zone. Abstracts of EGU General Assembly, Vienna, 2010, Vol. 12, EGU2010-9.
- Rodnikov A. G.,** Geodynamic Model of the Deep Structure on the Neftegorsk Earthquake Region (Sakhalin Island). Abstract of ASC General Assembly. Vietnam, 2010. http://www.asc2010.vag.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=73
- Rodnikov A. G.** Application on the Interdisciplinary Database for the Construction of the Geodynamic Model of the Deep Structure on the Neftegorsk Earthquake Region (Sakhalin Island). Abstracts of Conference “Information Systems Engineering” (ICEME 2010), Orlando, Florida, USA, 2010.

Доклады на конференциях:

- Сергеева Н. А.** Web-based technology in data/information management for Arctic region. Французско-Российский семинар по изучению Арктики, Версаль, Франция, 19–20 января 2010 г.

- Родников А. Г., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П.** Генеральная Ассамблея Европейского союза наук о Земле (Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P. Geodynamic Models of the Active Continental Margins of the Sea of Okhotsk), Вена, Австрия, апрель 2010 г.
- Родников А. Г., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П.** Генеральная Ассамблея Европейского союза наук о Земле (Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P. The Geodynamics Models of the Active Continental Margins of Eurasia-Pacific Transition Zone), Вена, Австрия, апрель 2010 г.
- Харин Е. П., Белов С. В., Шестопалов И. П.** Пространственно-временные изменения сейсмичности Земли и солнечная активность. V Международная конференция «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», с. Паратунка, Камчатский край, Россия, 2–7 августа 2010 г.
- Харин Е. П., Забаринская Л. П., Крылова Т. А., Нисилевич М. В., Родников Г. А., Сергеева Н. А., Шестопалов И. П.** Результаты полярных исследований в Мировой системе данных, Конференция по созданию российской программы Международного полярного десятилетия, Сочи, Россия, 3–9 октября 2010 г.
- Сергеева Н. А., Харин Е. П.** Мировые центры данных ГЦ РАН, реорганизация существующей системы мировых центров данных (МЦД) (World Data Centers – WDS) и федерации астрономических и геофизических служб (ФАГС) (Federation of Astronomical and Geophysical Data Analysis Services – FAGS) с целью создания мировой системы данных (МСД) (World Data System – WDS). Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток.
- Родников А. Г., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П.** Корреляция эндогенных процессов в активных континентальных окраинах переходной зоны Евразийский континент – Тихий океан. Межд. конф. «Геологические события, геологическая история и роль Международной программы наук о Земле в исследовании Земли», Каравака-де-ла-Крус, Испания, 11–20 сентября 2010 г.

Командировки сотрудников лаборатории:

Л. П. Забаринская

Международная конференция «Геологические события, геологическая история и роль Международной программы наук о Земле в исследовании Земли». Каравака-де-ла-Крус, Испания, сентябрь 2010 г.

М. В. Нисилевич

Конференция по созданию российской программы Международного полярного десятилетия, Сочи, Россия, октябрь 2010 г.

А. Г. Родников

Генеральная ассамблея Европейского союза наук о Земле. Вена, Австрия, апрель 2010 г.

Н. А. Сергеева

1. Французско-Российский семинар по изучению Арктики, Версаль, Франция, январь 2010 г.
2. Международная конференция «Геологические события, геологическая история и роль Международной программы наук о Земле в исследовании Земли», Каравака-де-ла-Крус, Испания, сентябрь 2010 г.

Е. П. Харин

Конференция по созданию российской программы Международного полярного десятилетия, Сочи, Россия, октябрь 2010 г.

3. Лаборатория сетевых информационных технологий

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

3. 1. Распределенное детектирование событий в многомерных потоках данных в беспроводных сенсорных сетях

В 2010 году лаборатория начала работу над проектом «Распределенное детектирование событий в многомерных потоках данных в беспроводных сенсорных сетях», финансируемую РФФИ. Цель проекта – разработка и реализация на действующих макетах распределенных параллельных алгоритмов для детектирования погодных, сейсмических и геоакустических событий на узлах высокопроизводительных многосенсорных беспроводных сетей с целью снижения объема передаваемых данных в условиях ограниченных ресурсов и больших потоков данных. Различные топологии распределенных детекторов событий должны гарантировать эффективное использование в междисциплинарных исследованиях и мониторинге одномерных сетей (трубопроводов), двумерных (направленные инфразвуковые антенны в вулканологии) и трехмерных конфигураций (физика атмосферы, экология, прецизионное сельское хозяйство).

За рубежом исследования в области и с применением беспроводных сенсорных сетей активно ведутся уже десять лет. Разработан и внедрен в мелкосерийное производство целый ряд платформ, использующих разные микропроцессоры, наборы сенсоров и протоколы радиообмена. Большинство технических проблем, включая протокол радиообмена данными между узлами сети, операционную систему и программное обеспечение микропроцессоров, базовые сенсоры – освещенности, влажности, давления, температуры – можно считать на сегодня решенными. При этом на рынке имеются несколько программно-аппаратных решений со сравнимыми характеристиками в диапазоне цен 20–200 долларов за узел. Технологически трудными остаются создание всепогодных корпусов, стоимость которых может составлять до 90% от стоимости узла, оптимизация соотношения скорости и объема обмена данными (десятки герц по нескольким каналам) против продолжительности автономной работы (1–2 года) и создание компактных специализированных датчиков, например для химического анализа воды и атмосферы.

Разрабатываемый в лаборатории проект по созданию распределенных детекторов событий в сенсорных сетях отличается от зарубежных в первую очередь набором оригинальных детекторов событий в окружающей среде, универсальностью модели данных – схемы базы данных для индексирования наблюдений для поддержки междисциплинарных исследований, и переносом нагрузки на первоначальное обнаружение изменений в окружающей среде от центра сбора данных в микропроцессоры на узлах сети. Это позволяет масштабировать беспроводные сети до тысячи узлов, когда требуется мониторинг протяженных и ответственных объектов. Перенос нагрузки с

центра сбора данных на узлы сети позволяет существенно сократить объем трафика в низкоскоростной сети и увеличить продолжительность работы сенсоров.

Задачу сбора и анализа данных можно разбить на две задачи:

1. Работа с высокочастотными наблюдениями в реальном времени;
2. Работа с низкочастотными наблюдениями с буферизацией данных.

В первой задаче нельзя передавать все данные, так как это превысит пропускную способность сети. Здесь требуется использовать локальную обработку получаемых данных непосредственно на узлах и передавать данные либо частично, фильтруя их по важности, либо вообще отказаться от передачи «сырых» данных, заменив ее передачей результатов обработки. Кроме того, локальная обработка позволяет перенести вычислительную нагрузку начальной стадии анализа данных с центрального сервера на узлы-детекторы, что приводит к:

1. повышению масштабируемости (т.е. можно увеличить число детекторов в сети);
2. увеличению срока работы детекторов без подзарядки и снижению потребляемой мощности;
3. повышению отказоустойчивости вследствие потерь данных.

Во второй задаче пропускная способность сети позволяет передавать весь объем данных в реальном времени. Но в таком варианте требуется постоянная работа радиопередающей аппаратуры узла, а это самый энергозатратный ресурс. В этом варианте сильно сокращается время автономной работы узлов. Чтобы избежать энергозатрат и понизить цену передачи данных, можно использовать локальную обработку данных на узле, как при работе с высокочастотными наблюдениями. Но есть и второй вариант: отказаться от передачи данных в реальном времени и использовать их буферизацию непосредственно на узлах с последующей передачей. Отрицательной стороной этого варианта является задержка между получением данных и их передачей в центральную систему. Чтобы обеспечить гибкость при работе с беспроводной сетью, была поставлена цель совместить обе задачи и разработать комплекс программного обеспечения для **сбора и буферизации данных и детектирования** погодных, сейсмических и геоакустических событий на узлах высокопроизводительных многосенсорных беспроводных сетей.

Решение поставленной задачи потребовало согласованной работы нескольких системных компонент:

1. Макета беспроводной сети сбора и предварительной обработки данных. В ходе разработки системы мы ориентировались на сенсоры TelosB производства американской компании Crossbow. Для тестирования промежуточного программного обеспечения, реализующего распределенные детекторы событий и синхронизацию узлов сети, мы использовали библиотеку TinyOS TOSSIM вместо реальных устройств.

2. Системы долгосрочного хранения и обработки наблюдений. Для данной цели был использован параллельный кластер баз данных, организованный по оригинальной масштабируемой технологии ActiveStorage, созданной участниками проекта при поддержке предыдущих грантов РФФИ совместно с Исследовательским центром Майкрософт в Кембридже (Рис. 3.1).

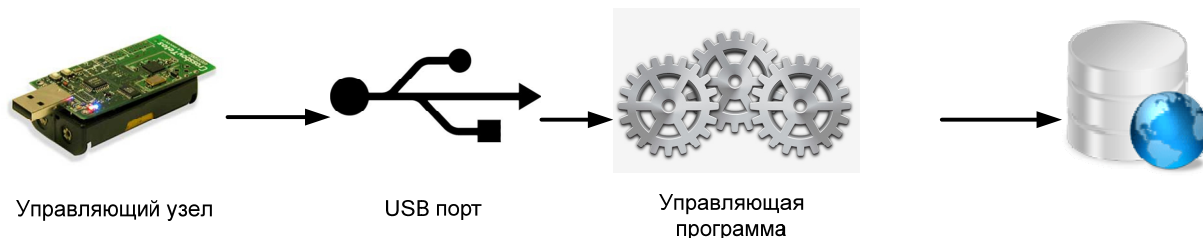


Рисунок 3.1. Сценарий сохранения данных в активное хранилище ActiveStorage.

Альтернативой кластеру баз данных является система Earthworm (Рис. 3.2).

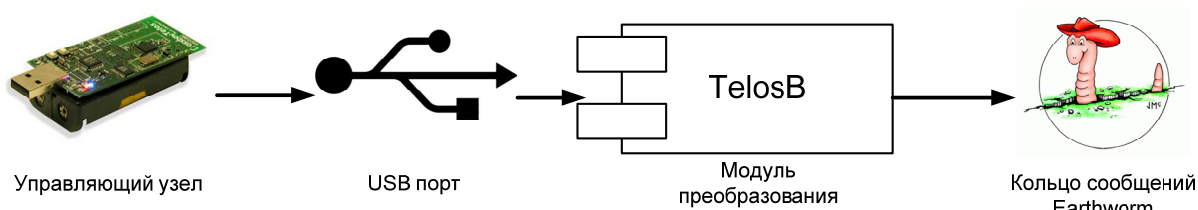


Рисунок 3.2. Сценарий перенаправления данных в кольцо сообщений системы Earthworm.

3. Промежуточного программного обеспечения, реализующего распределенные детекторы пространственно-временных событий, а также буферизацию, маршрутизацию и синхронизацию узлов сети. Для синхронизации бортового времени на узлах в настоящее время используется синхронизация по протоколу FTSP, но в дальнейшем планируется подключить GPS-приемник. Для детектирования событий можно использовать разные алгоритмы. В текущем году был реализован алгоритм по методу STA/LTA (Рис. 3.3). Для маршрутизации данных используется протокол мультитоповой маршрутизации данных FCP и библиотеки проекта KOALA, разработанные в Университете Джона Хопкинса в Балтиморе.

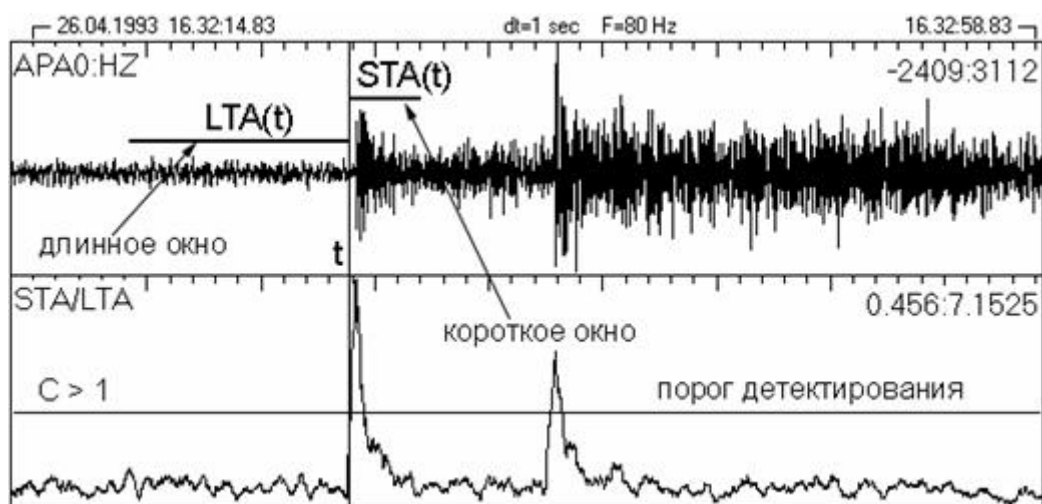


Рисунок 3.3. Принципы метода STA/LTA.

4. Системы для интерактивной визуализации данных наблюдений и событий в сенсорных сетях. Для визуализации полученных высокочастотных данных было разработано простейшее Windows-приложение, позволяющее читать одномерные массивы (временные ряды) из ActiveStorage и отображать их в виде графиков. Приложение позволяет также следить за обновлением данных в хранилище в интерактивном режиме, считывая хвостовую часть массива заданной длины через определенные интервалы времени (например, каждую секунду). Рабочее окно приложения для визуализации полученных данных представлено на Рис. 3.4.

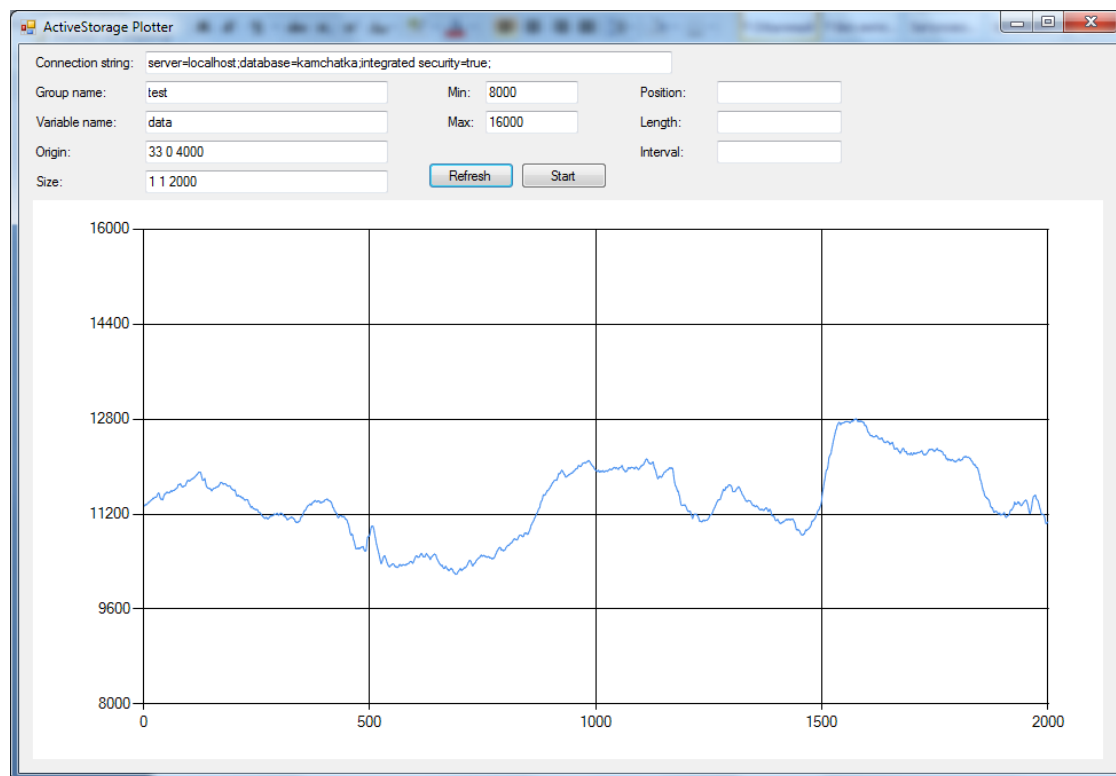


Рисунок 3.4. Рабочее окно приложения для визуализации полученных данных.

Для визуализации низкочастотных временных рядов, полученных с сенсоров, была адаптирована система Auroral Resource Toolkit, разрабатываемая в NOAA. Система написана на JavaScript с использованием двух пакетов разработки: qooxdoo и Dygraphs. Рабочее окно системы визуализации представлено на Рис. 3.5.

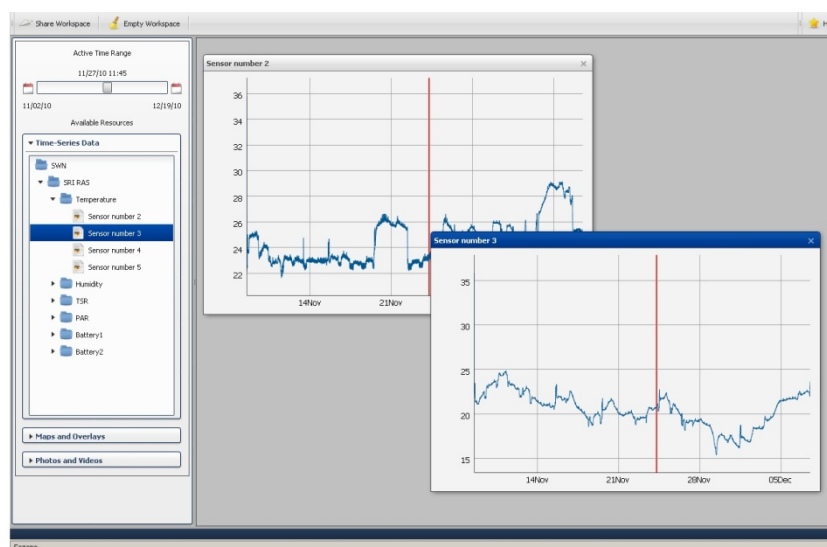


Рисунок 3.5. Визуализация временных рядов данных, полученных с сенсоров.

3. 2. Разработка сервисов квотированного управления научными данными и вычислениями по технологии cloud-computing на основе инфраструктуры СКИФ-грид

В 2010 году лаборатория закончила проект «Разработка сервисов квотированного управления научными данными и вычислениями по технологии cloud-computing на основе инфраструктуры СКИФ-грид».

В ходе выполнения проекта в текущем году была разработана система облачных вычислений Cumulus Nimbus. Разработанная система является надстройкой над существующей инфраструктурой вычислительного грид-кластера СКИФ. При создании архитектуры и выборе используемых компонент ставилась задача максимальной совместимости с существующим ПО. Дополненный средствами облачных вычислений Cumulus Nimbus, кластер СКИФ предлагает расширенную функциональность грид-пользователям, не изменяя при этом уже существующей функциональности грид-вычислений.

Архитектура системы облачных вычислений Cumulus Nimbus состоит из двух взаимосвязанных частей: вычислительного облака и облака данных. Вычислительное облако позволяет виртуализировать вычислительные задачи, предоставляя возможность запуска приложений и численных моделей. Облако данных предоставляет пользователям интерфейсы и сервисы загрузки и доступа к данным, при этом учитывается тип данных: для больших изображений предоставляются сервисы просмотра многомасштабных пирамид, для данных с геопривязкой – возможность наложить эти данные на

картографические сервисы Google Maps. Обобщенная схема такой архитектуры представлена на Рис. 3.6.

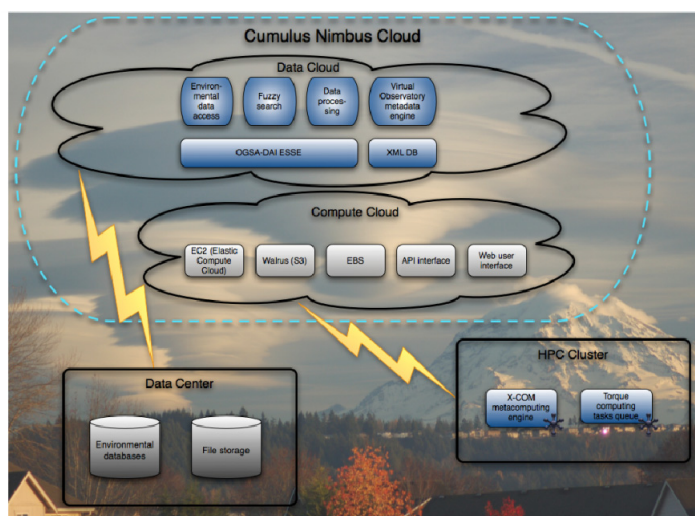


Рисунок 3.6. Интеграция вычислительного облака и облака данных в системе Cumulus Nimbus.

Оба облака – вычислений и данных – в системе Cumulus Nimbus построены по многоуровневой схеме. Базовым уровнем является инфраструктура СКИФ-грид, которая предоставляет для облака распределенные системы вычислений (вычислительный кластер) и хранения данных (дисковое пространство). В качестве операционной системы в инфраструктуре используется Linux-дистрибутив Ubuntu. Операционная система дополняется специальными свободно распространяемыми программными пакетами для управления вычислительным кластером (менеджер задач Torque), системой хранения (распределенная файловая система Walrus), вычислительным облаком (пакет Eucalyptus), сервисами данных (пакет OGSA-DAI), кластерными базами данных для различных моделей данных (SQL-базы Postgres и MySQL, XML-база eXist) и контейнером веб-приложений для интерфейсов пользователя (Apache Tomcat).

Интегрированное облако вычислений и данных Cumulus Nimbus представляет собой набор расширений для вышеуказанных программных компонент, которые позволяют объединить их в единую среду для виртуализации научных вычислений, в первую очередь – для долгосрочного хранения, интенсивной обработки и многомасштабной визуализации больших массивов научных данных. В частности, система Cumulus Nimbus предоставляет возможность запуска множества виртуальных машин в виде задач на вычислительном кластере под управлением менеджера Torque, систему VxOware для управления метаданными сервисов и объектов хранения в облаке данных, специализированные хранилища для широко распространенных типов данных (большие изображения, многомерные массивы и данные с геопривязкой), а также веб-сервисы доступа и средства индексации, поиска и просмотра для этих типов данных. Основные компоненты архитектуры интегрированного облака Cumulus Nimbus представлены на Рис. 3.7.

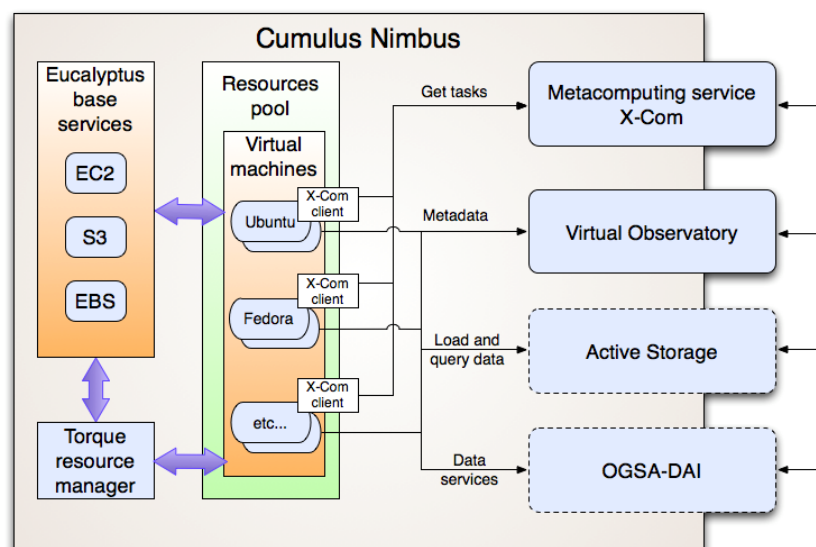


Рисунок 3.7. Основные компоненты архитектуры интегрированного облака Cumulus Nimbus.

Средства управления и пользования облаком Cumulus Nimbus можно разделить на две группы: интерфейсы для пользователей и интерфейсы для клиентских приложений.

Интерфейс пользователя позволяет с помощью веб-браузера создать и запустить виртуальную машину или параллельный виртуальный кластер, создать виртуальный раздел диска или корзину данных в системе хранения облака, отредактировать метаданные или визуализировать объект хранения, будь то изображение или электронная карта.

Программный интерфейс позволяет удаленно решить те же задачи – запуск вычислителя, доступ, обработка и визуализация данных – для клиентских программ, написанных на различных языках: Java, Python, Matlab, IDL и т.п. Управление вычислителем выполняется с помощью скриптов из командной строки на виртуальной машине по аналогии с сервисами облака Amazon. Управление данными в Cumulus Nimbus реализовано с помощью веб-сервисов по протоколам SOAP и REST.

3. 3. Интерактивный ресурс данных по солнечно-земной физике SPIDR

В 2010 году была продолжена совместная работа Геофизического центра РАН с Национальным геофизическим центром данных США (NGDC NOAA) над развитием интерактивного ресурса данных по солнечно-земной физике SPIDR (Solar-terrestrial Physics Interactive Data Resource). Работа проводилась по двум основным направлениям:

1. Разработка интерактивной картографической компоненты интерфейса для отображения карт в полярной стереографической проекции с наложением данных.

2. Развитие REST-сервисов для унифицированного доступа к данным и метаданным, предоставляемым порталом SPIDR и сторонними удаленными сервисами данных.

Основной целью разработки картографической компоненты интерфейса была визуализация выходных данных модели полярных сияний OVATION, дающей краткосрочный прогноз состояния ионосферы над полюсами. Для визуализации было использовано многомасштабное изображение рельефа земной поверхности, на которое накладывались результаты моделирования, полученные из ASCII файлов в виде таблицы. Интерактивная картографическая компонента позволяет наблюдать результаты моделирования непосредственно в окне веб-браузера, а также менять масштаб карты и окно обзора. Предусмотрена возможность отрисовки карты в географических или геомагнитных координатах, а также автоматический поворот карты в зависимости от заданного времени суток. В ходе работы над картографической компонентой интерфейса была разработана библиотека функций на языке Java, облегчающая отображение числовых массивов данных на произвольные сетки с билинейной интерполяцией. Библиотека может быть использована в последующих проекциях по визуализации научных данных.

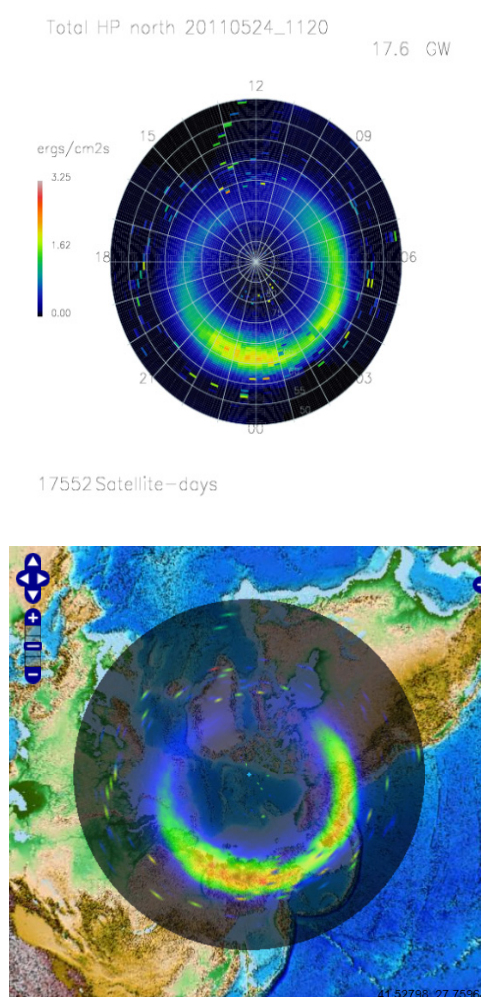


Рисунок 3.8. Результаты отображения результатов моделирования на карту рельефа Земли в полярной геомагнитной проекции (справа).

Картографическая компонента интерфейса была успешно продемонстрирована в рамках экспериментального проекта ART (Aurora Resources Toolkit), исследующего новые возможности пользовательского интерфейса на основе JavaScript для выборки и визуализации данных, предоставляемых порталом SPIDR и другими сервисами данных.

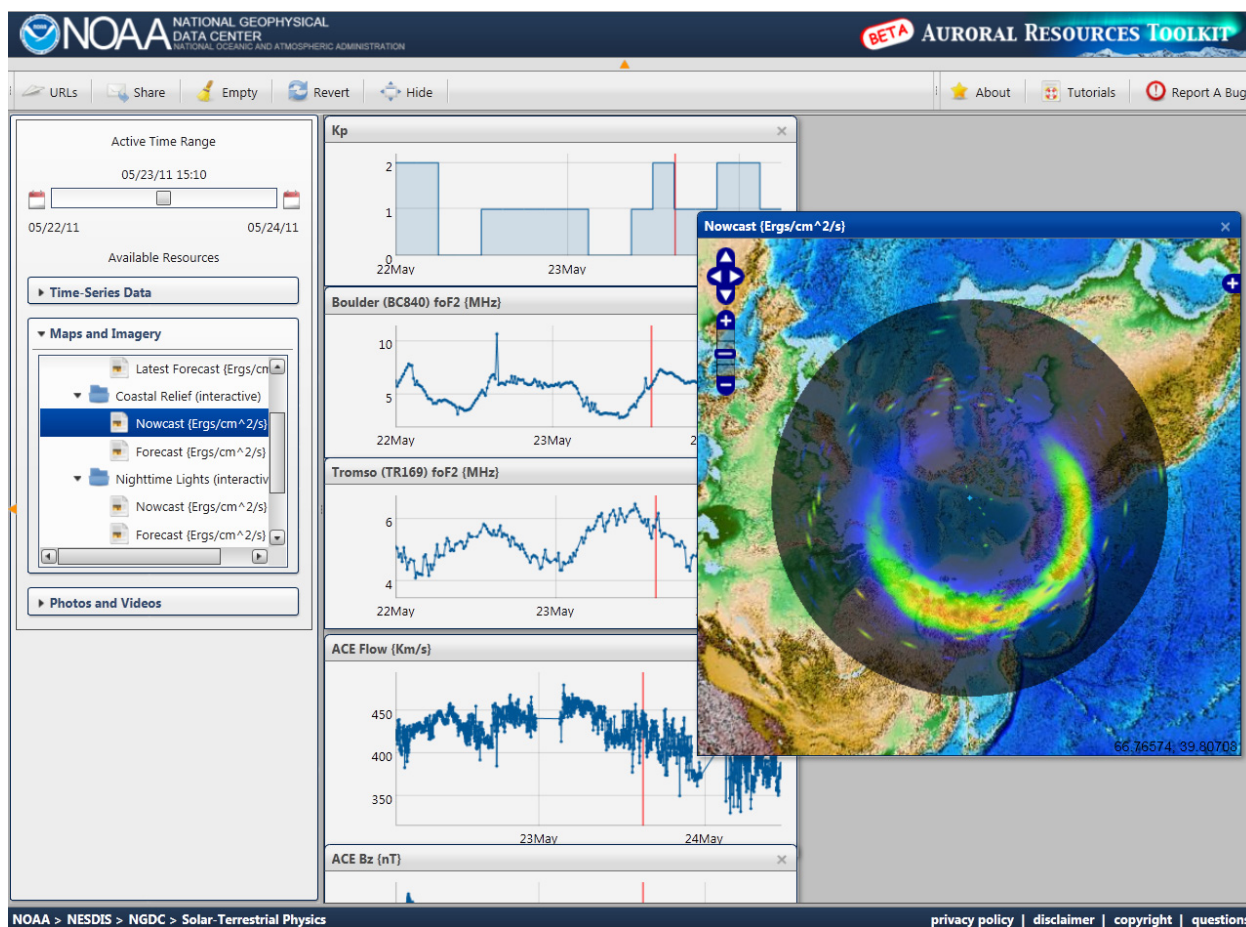


Рисунок 3.9. Главная страница проекта экспериментального портала ART.

Работа над развитием REST-сервисов SPIDR проходила с учетом замечаний и пожеланий пользователей. Схема обозначения источников данных и параметров была максимально упрощена и унифицирована. Архитектура сервисов была модифицирована с целью облегчить добавление новых источников данных и форматов выдачи данных. В отличие от предыдущей версии REST-сервисов SPIDR, разработанной в 2009 году, новая версия основана на движке OGSA-DAI, что обеспечивает максимально унифицированный доступ к разнородным источникам данных.

Добавлена поддержка асинхронных запросов (например, для заказа снимков со спутников DMSP).

Пример вызова REST-сервиса:

[http://poseidon.wdcb.ru:8080/spidr/servlet/GetData2?format=csv&location=ALL
&datefrom=2011-01-01T00:00:00UTC
&dateto=2011-01-02T00:00:00UTC
&dataset=DIFF_ENERGY_FLUX_IONS.ElectronChannel.1@SSJ](http://poseidon.wdcb.ru:8080/spidr/servlet/GetData2?format=csv&location=ALL&datefrom=2011-01-01T00:00:00UTC&dateto=2011-01-02T00:00:00UTC&dataset=DIFF_ENERGY_FLUX_IONS.ElectronChannel.1@SSJ)

Также добавлена страница, отображающая метаданные по всем источникам данных, доступным через REST-сервисы, и облегчающая конструирование запроса к ним.

DataSource id ImfMin

Metadata record: <http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidrv/viewdata.do?docname=IMFMin>

Dataset id	Vertical coordinate system	Parameter name [Unit]
imf_bx IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Magnetic field: Bx [nT]
imf_by IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Magnetic field: By [nT]
imf_bz IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Magnetic field: Bz [nT]
imf_fx IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Flow speed (comp. X) [km/sec]
imf_fy IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Flow speed (comp. Y) [km/sec]
imf_fz IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Flow speed (comp. Z) [km/sec]
imf_px IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Position (comp. X) [Re]
imf_py IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Position (comp. Y) [Re]
imf_pz IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Position (comp. Z) [Re]
imf_delay IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Time delay to magnetosphere [min]
imf_avg_delay IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Time delay (daily average) to magnetosphere [min]
imf_density IMFMin@ImfMin	Ionospheric data	Ion density [1/cm ³]

Station id	Name (metadata link)	Lat	Lon
ace	null	0	0
wind	null	0	0
imp8	null	0	0

Рисунок 3.10. Страница метаданных для источника данных IMF.

Была начата работа по реализации поддержки дополнительных форматов выдачи данных, облегчающих взаимодействие со сторонними приложениями в автоматическом режиме. Одним из таких форматов является JSON, достоинством которого является компактное представление массивов, легко читаемое как пользователем, так и с помощью программы.

Пример выдачи данных в формате JSON:

```
{ "callbackID": -1, "dimensions": [ { "name": "stations", "length": 1 },
{ "name": "time", "length": 86401 },
{ "name": "id_len", "length": 30 } ],
"variables": [ { "name": "time", "type": "double", "shape": ["time"], "attributes": [ { "name": "units", "type": "char", "value":
"days since 1970-01-01 00:00:00" }, { "name": "long_name", "type": "char", "value": "time" }, { "name": "standard_name",
"type": "char", "value": "time" } ] },
"values": [ 14975, 14975.000011574073, 14975.000023148148, 14975.000034722221, 14975.000046296296,
14975.000057870371, 14975.000069444444, 14975.000081018517, 14975.000092592592, 14975.000104166666,
14975.00011574074, 14975.000127314815, 14975.000138888889, 14975.000150462962, 14975.000162037037,
14975.00017361111, 14975.000185185183, 14975.00019675926, 14975.000208333333, 14975.000219907406,
14975.000231481481, 14975.000243055554, ...
```

По итогам работы над проектом SPIDR за 2010 год сотрудники лаборатории получили награду NASA 2010 Peer-Recognition Software Reuse Award (<http://www.esdswg.org/softwarereuse/Resources/awards/reuse-award-recipients/ngdc/>).

Публикации сотрудников лаборатории:

Жижин М. Н., Пойда А. А., Мишин Д. Ю., Медведев Д. П., и др. Система поиска погодных сценариев ESSE. Геоинформатика, 2010, № 1, с. 30–47.

Robert S. Weigel, **Mikhail Zhizhin, Dmitry Mishin**, Dmitry Kokovin, et al. VxOware: software for managing virtual observatory metadata, Earth Science Informatics, Vol. 3, № 1–2, 19–28, doi:10.1007/s12145-010-0048-1.

Командировки сотрудников лаборатории:

М. Н. Жижин

Поддержка и развитие интерактивного ресурса данных по солнечно-земной физике SPIDR, Национальный геофизический центр данных (NGDC NOAA), г. Боулдер, Колорадо, США.

Д. П. Медведев

Поддержка и развитие интерактивного ресурса данных по солнечно-земной физике SPIDR, Национальный геофизический центр данных (NGDC NOAA), г. Боулдер, Колорадо, США.

Д. Ю. Мишин

Поддержка и развитие интерактивного ресурса данных по солнечно-земной физике SPIDR, Национальный геофизический центр данных (NGDC NOAA), г. Боулдер, Колорадо, США.

4. Лаборатория геоэкологической информатики

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

В 2010 г. работа лаборатории выполнялась по двум основным направлениям:

1. Разработка теории анализа геодинамических наблюдений на основе применения глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) при выборе мест захоронения высокоактивных радиоактивных отходов.
2. Моделирование опасности миграции радионуклидов в массивах многолетнемерзлых пород (ММП) под действием тектонических напряжений.

4. 1. Разработка теории анализа геодинамических наблюдений на основе применения глобальных навигационных спутниковых систем

Выбор участков для захоронения высокоактивных радиоактивных отходов (ВАО) остаётся одной из фундаментальных экологических проблем для государств, использующих атомную энергию, среди которых находится и Россия. В настоящее время

отсутствует методологическая основа для чёткой селекции таких участков. Экспертные оценки «качества» участка не отвечают на фундаментальный вопрос: что произойдёт с участком (структурно-тектоническим блоком) через 10^4 и более лет, пока сохраняется радиобиологическая опасность ВАО. В полной мере это относится и к Нижнеканскому гранитоидному массиву (НКМ), выбранному в РФ для подземной изоляции ВАО. Получить исходные данные о развитии тектонических процессов, необходимые для корректировки моделей напряженно-деформированного состояния (НДС), можно на основе наблюдений с применением ГНСС. Такие работы были начаты нами в 2005 г. и продолжены в 2010 г. на участке «Енисейский» НКМ.

В 2010 г. в рамках выполнения п. 38 Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» были решены следующие задачи:

- Разработана структурно-тектоническая модель массива для оптимизации структуры геодинамической сети и мест закладки пунктов сети GPS-наблюдений;
- Установлены глубинные марки GPS-пунктов первой очереди (9 пунктов);
- Проведена первая эпоха наблюдений с использованием глобальных навигационных спутниковых систем;
- Обработаны результаты наблюдений, оценена их эффективность и точность, уточнена методика проведения дальнейших полевых наблюдений.

Для обоснования структуры геодинамической сети нами были использованы следующие исходные данные: геологическая карта участка, карта разломной тектоники, карта рельефа, карта магнитного поля, результаты моделирования НДС всего Нижнеканского массива и участка «Енисейский».

Выполненная в лаборатории реконструкция палеотектонического режима территории показала, что НДС определяется тангенциальными сжимающими усилиями, ориентированными в юго-западном–северо-восточном направлении, поперёк общего простирания жёсткой глыбы Южно-Енисейского кряжа. На Рис. 4.1 показано распределение τ_{xy} для участка «Енисейский». Видно, что помимо выделяемых геологами разломов (на рисунке показаны пунктиром) имеются геодинамические зоны, в которых касательные напряжения и интенсивность напряжений превышают фоновые значения. Указанные зоны представляют опасность для сохранности изоляционных свойств породных массивов в случае захоронения ВАО.

Структурно-тектонический анализ позволил выделить 6 блоков, образованных Шумихинским, Меридиональным, Тельским и Байкальским разломами (Рис. 4.2). Для определения тектонической активности в пределах каждого блока необходимо иметь не менее 2-х пунктов наблюдений. Кроме этого, для выявления направления движений по каждому разлому необходимо иметь по 2 пункта в каждом крыле разлома. Исходя из этих требований, в пределах участка «Енисейский» оптимально должно было быть не менее 10 пунктов наблюдений. Однако реальная топографическая и физико-географическая

обстановка на участке внесла коррективы, и запланированная структура сети была существенно изменена после полевой рекогносцировки. В основном это было вызвано отсутствием проездных путей на восточную часть участка.

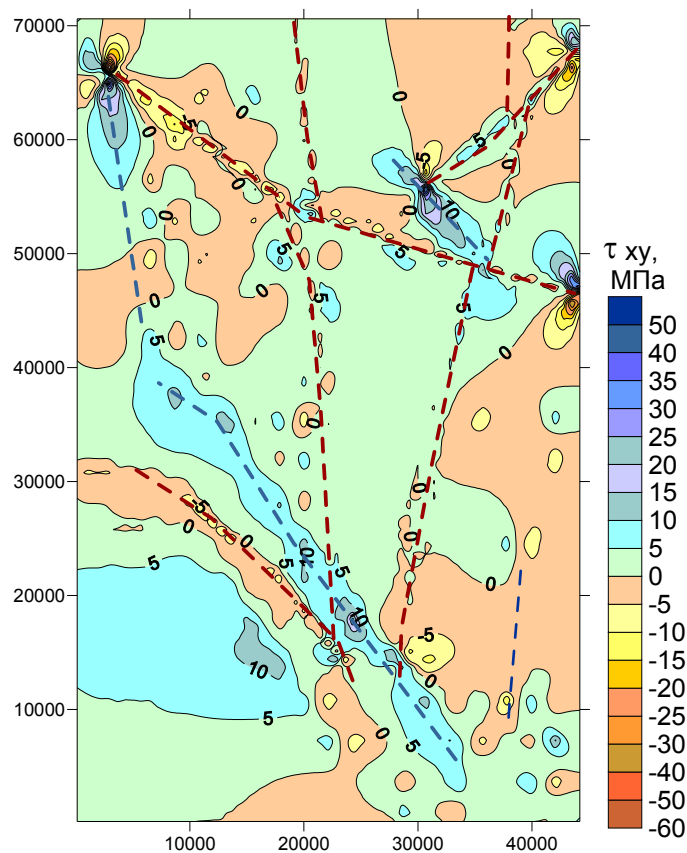


Рисунок 4.1. Распределение касательных напряжений τ_{xy} для участка «Енисейский» НКМ.

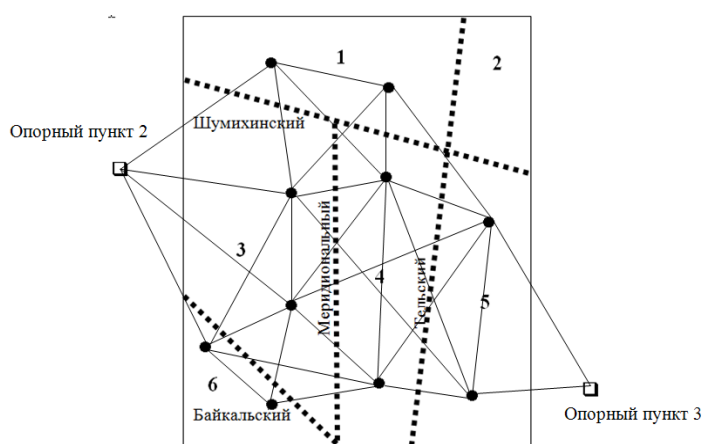


Рисунок 4.2. «Оптимальная» схема пунктов наблюдений на участке «Енисейский» (цифрами показаны крупные структурные блоки, пунктирными линиями – ограничивающие их разломы).

При создании геодинимической сети были рекомендованы две конструкции опорных и локальных пунктов наблюдений в зависимости от того, устанавливаются они в коренных кристаллических породах или в грунте. Первый тип рекомендованной конструкции пункта для грунтов показан на Рис. 4.3. В соответствии с нашими рекомендациями геологической службой ГХК были оборудованы 9 пунктов наблюдений.

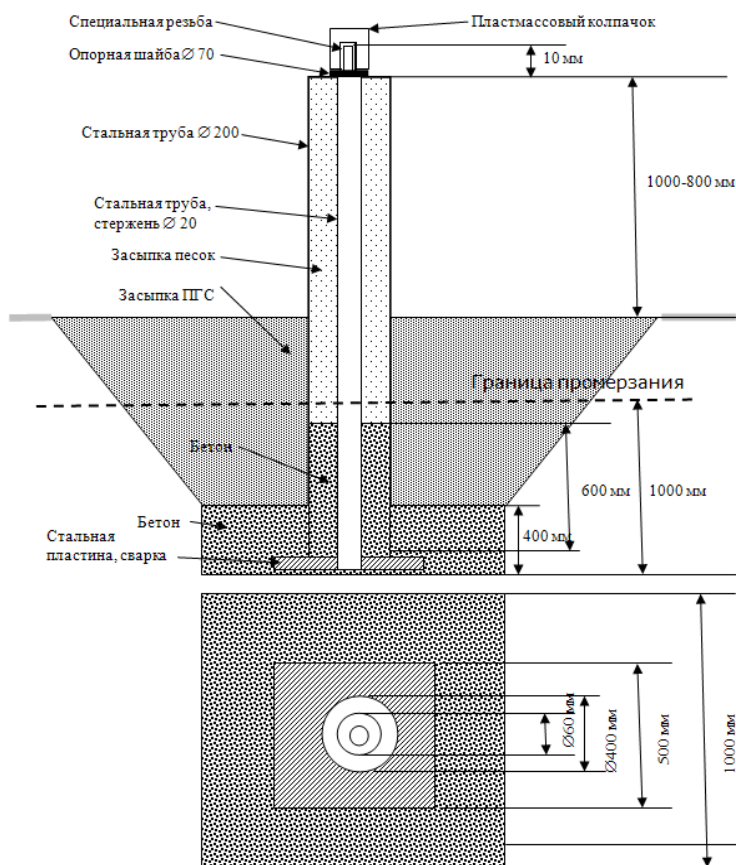


Рисунок 4.3. Центр пункта спутниковой геодезической сети для грунтов (тип 1).

На Рис. 4.4–4.5 для примера приведены фотографии опорного (Рис. 4.4) и локального (Рис. 4.5) пунктов. После установки пунктов для GPS-наблюдений в летние месяцы и их «отстойки» в течение месяца, в сентябре 2010 г. была проведена первая эпоха полевых измерений.

На Рис. 4.6 приведена схема длин базисов между опорными и локальными пунктами сети. Наблюдения проводились в такой последовательности: сначала устанавливались 3 GPS-приемника на опорных пунктах OP01, OP02, OP03, затем в первый день (09.09.2010 г.) остальные 3 приемника устанавливались на локальных пунктах LP08, LP05, LP06; во второй день – на пунктах LP04, LP07, LP08.

Измерения проводились 6-ю приемниками «Hiper» фирмы «Топкон Позизионинг Системс» с антеннами «MarAnt+».



Рисунок 4.4. Пункт ОР03.



Рисунок 4.5. Пункт LP09.

В Табл. 4.1–4.2 приведены координаты пунктов в системе WGS-84 и геоцентрической системе координат.

Столбец 1 – Наименование пунктов.

Столбец 2 – Координаты пункта по широте в системе WGS-84 (град., мин., сек).

Столбец 3 – Координаты пункта по долготе в системе WGS-84.

Столбец 4 – Высота пункта в системе WGS-84.

Столбец 5 – Координаты пункта по оси X в геоцентрической системе координат.

Столбец 6 – Координаты пункта по оси Y в геоцентрической системе координат.

Столбец 7 – Координаты пункта по оси Z в геоцентрической системе координат.

Столбец 8 – Среднеквадратичная ошибка определения высоты.

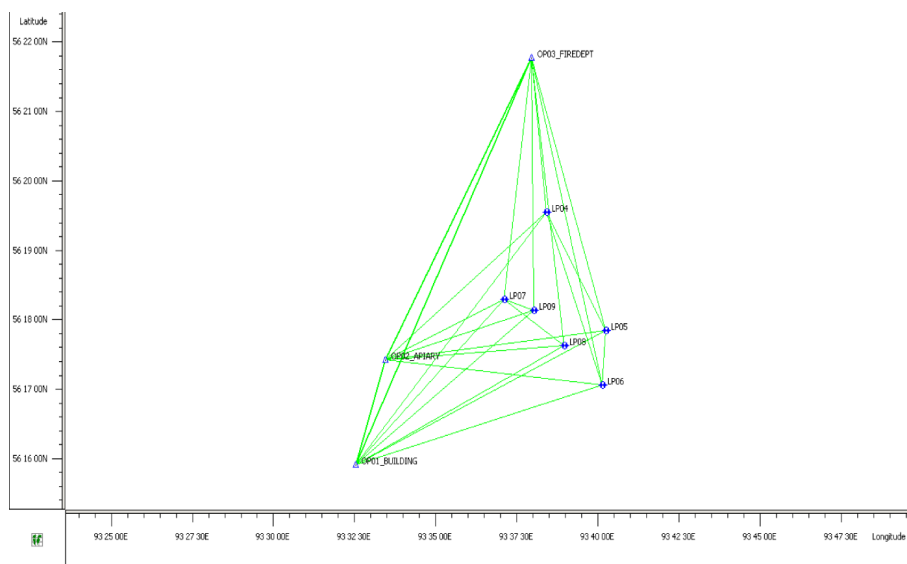


Рисунок 4.6. Схема пунктов геодинимической сети. Треугольниками показаны опорные пункты, кружками – локальные пункты.

Анализ данных показал, что среднеквадратическая ошибка определения длины базиса достаточно мала. На максимальном расстоянии между пунктами OR01–OR03 она не превысила 0,008 м, а для других пунктов еще меньше. Взаимосвязи между длительностью сеанса и среднеквадратическими ошибками определения длин базисов и координат пунктов не установлено. При повторных наблюдениях длительность сеанса на одном локальном пункте должна быть 4–5 часов.

Таблица 4.1. Координаты опорных пунктов

Name	WGS84 Широта	WGS84 Долгота	WGS84 Высота, м	X, м	Y, м	Z, м	Std Dev Hz, м
1	2	3	4	5	6	7	8
01	56 15 54.927357N	93 32 32.403493E	154.20404	-219365.35054	3543621.09073	5281029.44544	0.00109
02	56 17 25.715909N	93 33 26.881097E	150.51405	-220156.21371	3541229.85349	5282585.35309	0.00100
03	56 21 46.365778N	93 37 57.352173E	228.08273	-224377.19854	3534285.12770	5287120.00618	0.00252

Таблица 4.2. Координаты локальных пунктов

Name	WGS84 Широта	WGS84 Долгота	WGS84 Высота, м	X, м	Y, м	Z, м	Std Dev Hz, м
1	2	3	4	5	6	7	8
LP04	56 19 33.222683N	93 38 24.519065E	274.38302	-225061.96447	3537702.22624	5284876.19566	0.00210
LP05	56 17 50.789785N	93 40 14.457689E	378.37308	-227119.99320	3540270.23900	5283205.29190	0.00215
LP06	56 17 03.335152N	93 40 07.216904E	387.82645	-227074.18103	3541501.99535	5282398.53348	0.00261
LP07	56 18 17.294655N	93 37 06.642431E	382.66453	-223853.39436	3539797.23483	5283663.73214	0.00186
LP08	56 17 37.518255N	93 38 57.315222E	417.59412	-225819.04783	3540717.47000	5283010.12434	0.00233
LP09	56 18 08.369281N	93 38 00.952717E	379.33451	-224799.86815	3539965.55785	5283507.79630	0.00221

4.2. Моделирование опасности миграции радионуклидов в массивах многолетнемерзлых пород (на примере архипелага Новая Земля)

На ядерном полигоне архипелага Новая Земля при испытаниях ядерного оружия было произведено 125 ядерных взрывов, в том числе 42 подземных ядерных взрыва на севере Южного острова в районе пролива Маточкин Шар. Подземные взрывы проводились на глубинах, превышающих 400–500 м от поверхности.

Цель работ – анализ возможного развития тектонического процесса в пределах архипелага Новая Земля на основании структурно-тектонической модели и расчета НДС локальных площадей на территории архипелага, потенциально пригодных для подземной изоляции РАО в многолетнемерзлых породах (ММП).

В качестве модели был принят центральный район архипелага Новая Земля, разделенный проливом Маточкин Шар площадью $\approx 10 \text{ км}^2$. Превалирующим напряжением в районе являются напряжения сжатия, ориентированные в субширотном направлении. В модели были заданы тектонические напряжения $\sigma_{xx} = 50 \text{ МПа}$ и $\sigma_{yy} = 10 \text{ МПа}$ (ось Y направлена вдоль меридиана, ось X – перпендикулярно).

На Рис. 4.7 показана полученная в результате моделирования карта распределения интенсивности напряжений σ_i .

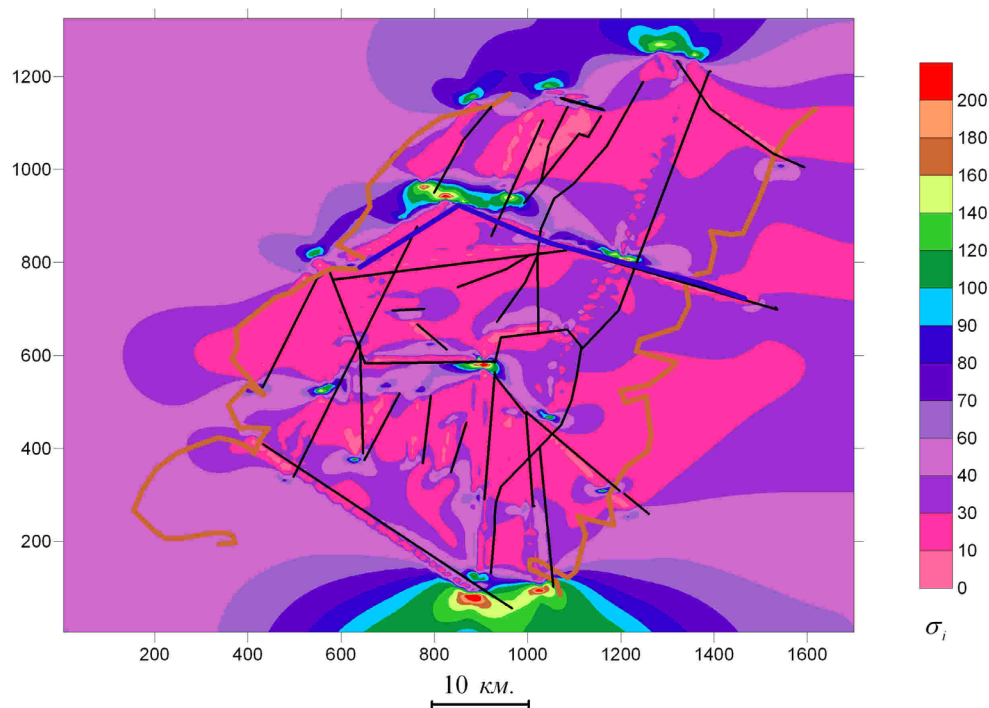


Рисунок 4.7. Распределение интенсивности напряжений σ_i в районе.

Исходя из представлений о наследственности развития тектогенеза в пределах архипелага Новая Земля, следует допустить непрерывный процесс «подкачки» в зоны их аномальной концентрации с момента образования ММП, т.е. в течение последних 8–10 тыс. лет. На это указывает современная сейсмичность района.

Как известно, фильтрация описывается законом Дарси:

$$Q = \omega K \frac{dy}{dx},$$

где Q – расход потока; ω – площадь поперечного сечения потока; $\frac{dy}{dx}$ – напорный градиент потока; K – коэффициент фильтрации.

Закон Дарси можно записать в следующем виде:

$$V_x = -\frac{k}{\mu} \frac{dP}{dx},$$

где V – величина скорости фильтрации через пористую среду; k – проницаемость среды; μ – динамическая вязкость жидкости или газа; P – давление.

Коэффициент k имеет размерность скорости, и, если предположить, что выполняется условие полного насыщения, он зависит от геометрии пористого пространства (типа среды и характеристик пор), а также от удельного веса и вязкости жидкости. Он постоянен для данной жидкости, если пористая среда несжимаема и изотропна.

В соответствии с законом Дарси будем исходить из предположения, что скорость фильтрации в градиентном поле тектонических напряжений пропорциональна градиенту действующих напряжений. Тогда, с использованием этих соотношений, представляется возможность расчета и прогнозирования развития гидрогеологических условий в районе могильника РАО при изменении НДС и климатических условий.

Исходя из предположений, что скорость фильтрации определяется этой интегральной оценкой уровня действующих напряжений в элементе объема породного массива, имеем:

$$\vec{V}_f = grad(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})$$

Фактически возможность раздельного решения упругой задачи и процесса фильтрации под действием локальных градиентов тектонических напряжений (т.е. без учета деформации порового скелета горных пород) существенно упрощает алгоритм расчета возможных направлений фильтрационных потоков в условиях ММП при их растеплении.

Этот алгоритм расчета градиентов напряжений был адаптирован с разработанной нами программой расчета НДС массива (Vector 1.0).

На Рис. 4.8 представлены расчеты векторов $\vec{G}_{\max} = \left\langle grad \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} \right\rangle_{\max}$ максимальных градиентов действующих тектонических напряжений.

В условиях отрицательных температур направления соответствуют перемещениям незамерзшей и пленочной воды в ослабленные зоны с формированием сегрегационных залежей льда. Как видно из Рис. 4.8, максимумы векторов градиентов действующих напряжений направлены внутрь тектонических нарушений.

Это означает:

1. При возникновении концентрации в вершине разлома (в зависимости от пространственного ориентирования), в условиях отрицательных температур, тектонические разломы (зоны тектонической нарушенности) являются аккумуляторами сегрегационного накопления льда.
2. При растеплении породных массивов (предположительно за счет потепления климата) эти зоны, в соответствии с законом Дарси, являются «резервуарами» стока грунтовых вод.
3. При наличии градиента давления в породном массиве эти разломы представляют собой каналы интенсивной фильтрации грунтовых (талых) вод, способствующие интенсивной миграции радионуклидов в геологической среде.
4. При растеплении породных массивов ММП зоны концентрации тектонических напряжений не только опасны с позиции возникновения новых тектонических нарушений, но и способствуют возникновению ориентированных потоков воды

в направлении площадей, соответствующих более низким значениям интенсивности тектонических напряжений.

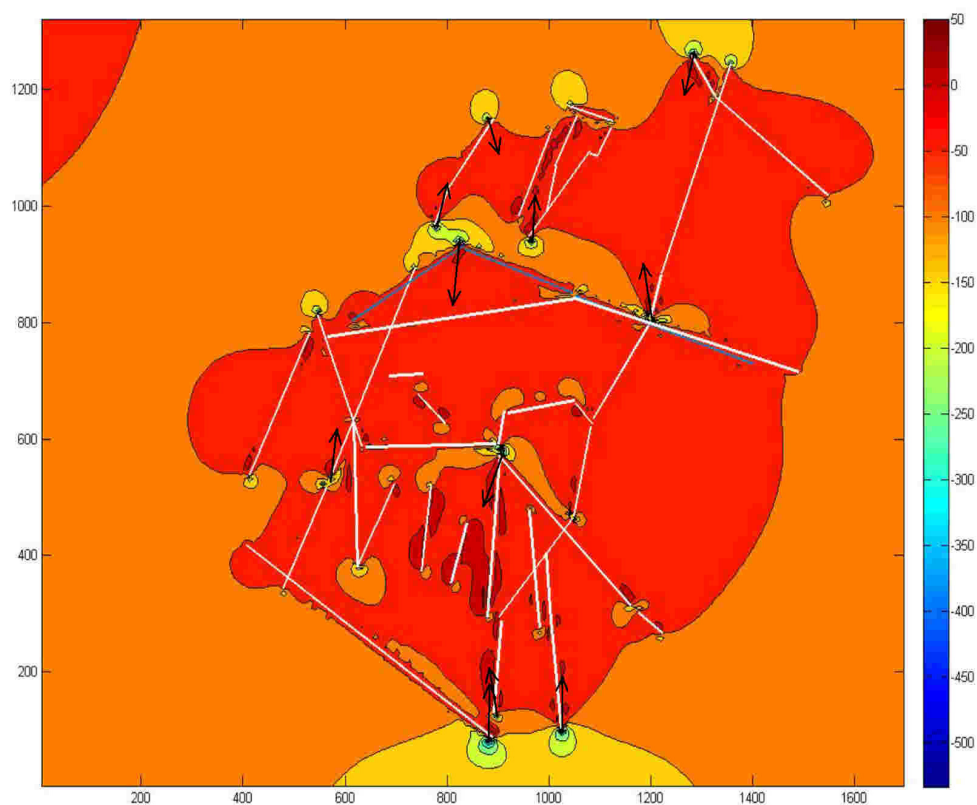


Рисунок 4.8. Направление векторов скорости фильтрации подземных вод при возможном растеплении ММП.

Рассмотрим опасность размещения могильника РАО. Допустим, что в результате тектонической активизации возникает зона тектонического сдвига, захватывающая континентальную часть архипелага и прилегающих акваторий при ширине D , значительно превышающей геометрические размеры могильника.

На первой (подготовительной) стадии формирования зоны сдвига следует допустить формирования с образованием микропрослоев льда в его центральной части, т.е. формирование зоны сегрегации льда под действием напряжений сдвига. На второй, завершающей стадии, образуется зона сдвига (шириной $D > 200$ м), захватывающая могильник РАО.

Используя для упрощения задачу прогноза опасности, сформулируем начальные условия:

1. средняя температура ММП $0-2^{\circ}\text{C}$;
2. на глубине от 200 до 1000 м начальная температура $+5^{\circ}\text{C}$;
3. на глубине свыше 1000 м температура $+10^{\circ}\text{C}$;

4. температура РАО соответствует температуре окружающих пород ближней зоне – 2° С.

Задача прогноза сводится к оценке возможности растепления льда в зоне могильника с последующим переносом радионуклидов в зону ниже отметки –200 м за время порядка 10^{3-4} лет. При этом недопустимым уровнем опасности является растепление ММП в зоне могильника до температуры 0° С за время, меньшее периода полураспада наиболее долгоживущих РАО.

Если принять во внимание, что максимальная скорость фильтрации вниз составляет 1×10^{-7} м/с, то в процессе фильтрации радионуклиды из могильника, находящегося выше уровня океана на 100 м, достигнут уровня грунтовых вод через 35 лет.

Рассмотрим вариант наиболее безопасного размещения РАО, т.е. допускаем, что штольня с РАО расположена выше уровня океана на отметке +400 м и находится в ММП. При образовании собственно сдвига за счет трения выделяется достаточное количество тепла для растепления породного массива в зоне сдвига, при этом контейнеры с РАО повреждены, и начинается процесс миграции радионуклидов в окружающее пространство. Считаем известными следующие параметры:

1. Скорость выщелачивания, или растворения радионуклидов в воде, а следовательно начальную концентрации радионуклидов в водном растворе C_0 .
2. Скорость инфильтрации грунтовых вод $\vec{v}$ по вертикальным трещинам.
3. Для «пессимистического» сценария принимаем, что скорость инфильтрации равна скорости переноса радионуклидов в зону разлома, заполненную морской водой до нулевой отметки.

Задача сводится к расчету радиоактивного загрязнения морской воды в зоне разлома, имеющего выход в акваторий.

Вместе с тем отрицательные температуры на поверхности разлома постепенно проникают на глубокие горизонты, возвращая температурные условия в исходное состояние. Таким образом, возникает необходимость рассчитать скорость продвижения 0° С изотермы от поверхности к горизонту заложения могильника РАО.

По мере продвижения фронта отрицательных температур с поверхности охлаждение воды идет через образующиеся прослои льда. Известно решение системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial T_a}{\partial t} = \alpha_a \frac{\partial^2 T_a}{\partial z^2} \\ \frac{\partial T_l}{\partial t} = \alpha_l \frac{\partial^2 T_l}{\partial z^2} \end{cases},$$

где T_a, T_l – температура воздуха и льда; α_a, α_l – коэффициенты теплопроводности, соответственно; t – время; z – координата.

Время кристаллизации определяется как

$$t_{кр} = \frac{L^2}{\alpha_g \cdot \alpha_d} - \frac{\nu \cdot L}{\alpha_g \cdot T_g},$$

где $\nu = 0,33 \cdot 10^9$ Дж/м² – скрытая кристаллизация воды.

Если воспользоваться этим решением, то значение скорости продвижения фазового перехода (изотермы 0° С) при температуре воздуха –10° С вглубь массива ориентировочно составляет 7×10^{-3} м/час. При расположении могильника или хранилища РАО на глубине 300 м РАО будут находиться при плюсовой температуре в интервале времени порядка 46 лет.

Таким образом, можно спрогнозировать время, в течение которого радионуклиды способны к миграции в рамках модели адвекции–диффузии в условиях положительных температур локального объема ММП.

В условиях архипелага Новая Земля, по-видимому, существуют оптимальные глубины заложения могильников РАО от поверхности, в предположении возможной деструкции породного массива в пределах выбранной площадки для могильника РАО.

В 2011 г. работы по данной задаче будут продолжены.

Публикации сотрудников лаборатории:

Котенко Е. А., **Морозов В. Н.**, Кушнаренко В. К. Геоэкологические проблемы КМА и пути их решения.

Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях, 2010, № 8, с. 33–38.

Михайлов Ю. В., **Морозов В. Н.**, **Татаринов В. Н.** Горная экология. Глобальные навигационные спутниковые системы в горном деле: Практикум, Москва, изд-во МГОУ, 2010, 137 с.

Командировки сотрудников лаборатории:

А. И. Каган

Красноярский край, г. Железногорск, июнь.

В. Н. Татаринов

Красноярский край, г. Железногорск, июнь, сентябрь.

5. Лаборатория математического анализа геомагнитных данных

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

Общие цели и задачи, стоящие перед лабораторией, основные направления исследований:

- Развитие новых подходов к обработке больших объёмов сложной геофизической информации на основе методов нечёткой логики и нечёткой математики;
- Развитие новых математических подходов и адаптация существующих методов распознавания образов для решения геофизических задач;
- Развитие методов распознавания возмущений с заданной морфологией на временных рядах геофизических данных;
- Обеспечение деятельности и расширение российского сегмента ИНТЕРМАГNET.

В 2010 г. лаборатория продолжала в рамках дискретного математического анализа (ДМА) развитие методов распознавания образов в геофизических задачах анализа данных. Динамика развития ДМА представлена на Рис. 5.1.

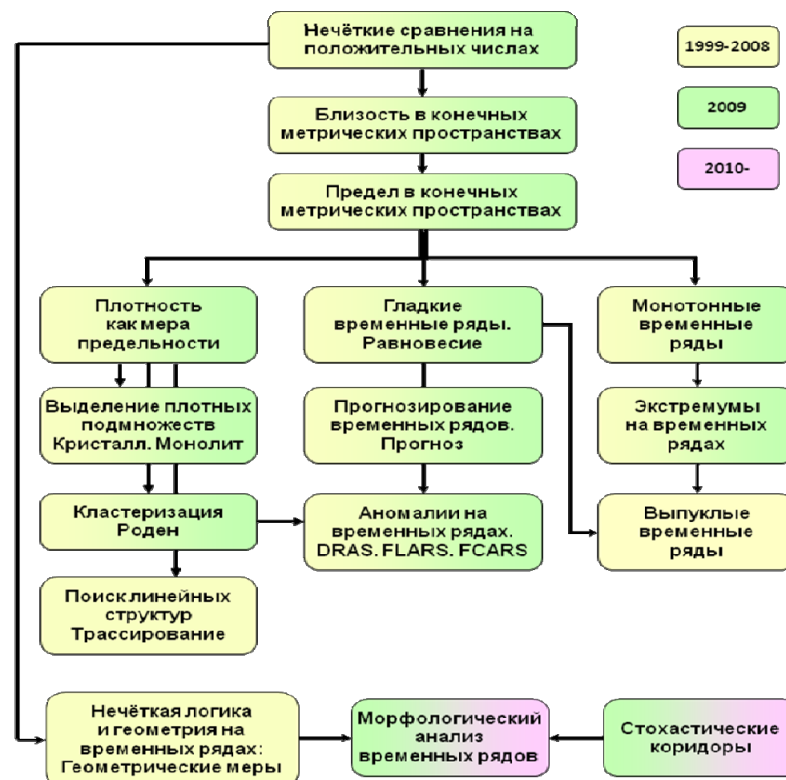


Рисунок 5.1. Схема развития ДМА.

В 2010 г. лабораторией решались следующие задачи:

- Распознавание искусственных выбросов на минутных и секундных магнитограммах, полученных на наземных обсерваториях;
- Распознавание скачков базовой линии на спутниковых магнитограммах с частотой 2 Гц;
- Распознавание сигналов подводных землетрясений и волн цунами на наблюдениях давления воды на морском дне системы DART-2;
- Развитие российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ и разработка плана функционирования регионального узла сбора геомагнитных данных.

Распознавание искусственных выбросов на минутных магнитограммах, полученных на наземных обсерваториях. Эта задача является продолжением работы лаборатории, связанной с морфологическим анализом временных рядов и распознаванием их временных возмущений. Главный результат работы – создание алгоритма, который позволяет получать очищенные от выбросов магнитограммы из предварительных (preliminary) записей практически без участия человека. Такая автоматизированная система создана впервые с применением аппарата нечеткой логики для геомагнитных измерений. Алгоритм, получивший название *SP* (сокращённо от SPIKE), предназначен для распознавания выбросов техногенного происхождения на геомагнитных данных минутного разрешения, зарегистрированных обсерваториями мировой сети ИНТЕРМАГНЕТ.

Алгоритм имеет набор свободных параметров, поэтому для его оптимальной настройки для работы с геомагнитными данными необходимо было провести обучение. Для обучения алгоритма *SP* и подбора оптимальных значений его свободных параметров использовались 25 магнитограмм, зарегистрированных за 2007 г. Магнитограммы были получены с семи обсерваторий, расположенных в различных частях земного шара и на разных расстояниях от магнитных полюсов (Рис. 5.2). Такая выборка обеспечивает достаточную представительность исходного материала. Поиск оптимальных значений свободных параметров производился путем прямого перебора, а результат распознавания каждый раз сравнивался с результатом ручной обработки данных экспертами, принятым за эталон.

Для оценки эффективности алгоритма были проведены два экзамена. Внутренний экзамен заключался в применении обученного алгоритма к материалу обучения. В качестве внешнего экзамена обученный алгоритм применялся к данным, полученным за следующий, 2008 г., на пяти обсерваториях, которые использовались на этапе обучения. На внутреннем экзамене была получена нулевая вероятность ошибки первого рода (пропуск цели) и малая (5,5%) вероятность ошибки второго рода (ложная тревога). Результаты внешнего экзамена продемонстрировали устойчивость работы алгоритма, поскольку увеличение вероятности ошибок первого и второго рода было несущественным: 1% и 9% соответственно.

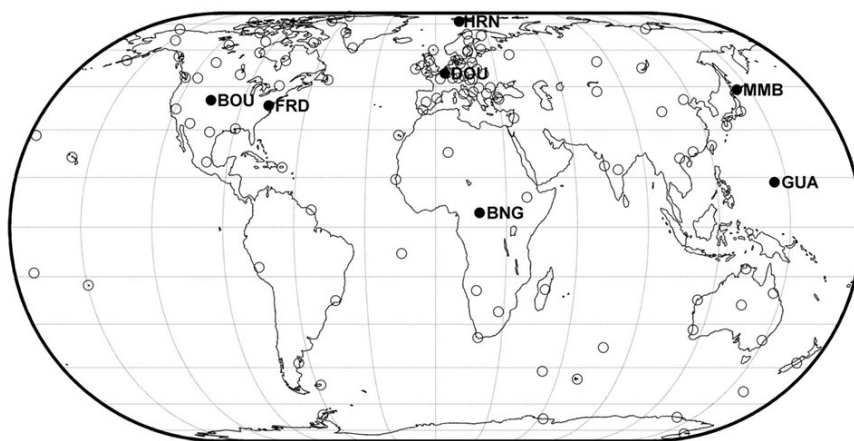


Рисунок 5.2. Схема расположения обсерваторий всемирной сети ИНТЕРМАГНЕТ. Рассматриваемые обсерватории на этапе обучения алгоритма отмечены чёрным.

На Рис. 5.3 приведён пример распознавания выбросов на записи, выполненного алгоритмом *SP*.

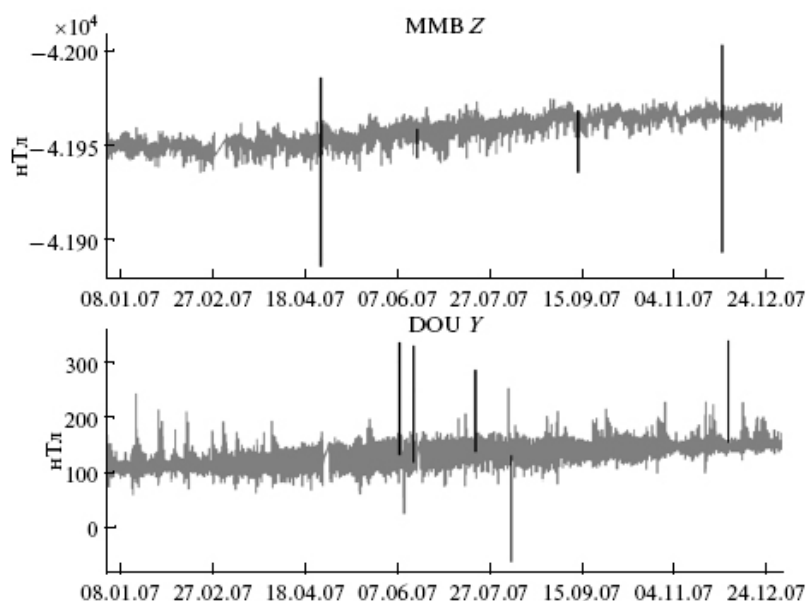


Рисунок 5.3. Примеры выделения выбросов (черный цвет) на обсерваториях ИНТЕРМАГНЕТ.

Стоит отметить, что 2007 и 2008 гг. характеризовались спокойной геомагнитной обстановкой. Отдельный интерес представляло собой применение алгоритма *SP* к задаче распознавания выбросов на данных, соответствующих годам повышенной активности магнитного поля Земли. Для этого были рассмотрены данные с минутным разрешением с прежнего набора обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ за 2003 и 2005 гг. К ним применялся

алгоритм SP , обученный на данных 2007 г. Результаты показали, что качество работы алгоритма SP принципиально не снижается даже в условиях неспокойной геомагнитной обстановки.

Распознавание искусственных выбросов на секундных магнитограммах, полученных на наземных обсерваториях. В настоящее время на многих магнитных обсерваториях внедряется новый стандарт регистрации данных с разрешением по времени в 1 секунду. Часто количество выбросов на секундных магнитограммах несравнимо больше, чем в случае минутных магнитограмм. Кроме того, в случае секундных магнитограмм задача распознавания выбросов техногенного происхождения усложняется из-за наличия множества схожих возмущений, вызванных короткопериодными геомагнитными пульсациями. С целью выявления выбросов техногенной природы на секундных данных был создан алгоритм SP_s (сокращённо от SPIKEsec), являющийся модификацией SP . Алгоритм SP_s был испытан на секундных магнитограммах, полученных на французской магнитной обсерватории на о. Пасхи в Тихом океане.

Результаты обучения, экзамена и контрольного теста показывают, что построенный формализованный алгоритм SP_s проводит распознавание выбросов на магнитограммах не хуже, а в ряде случаев и лучше эксперта (Рис. 5.4).

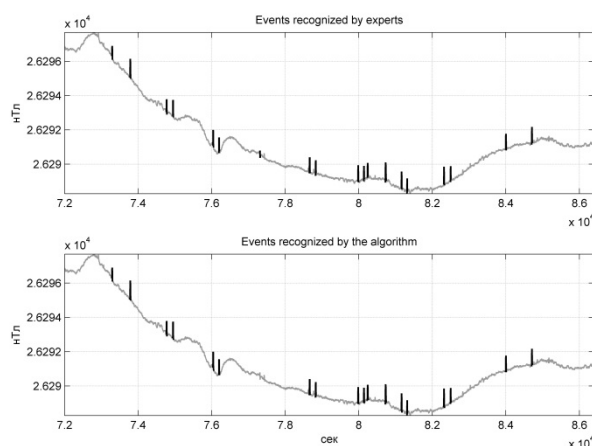


Рисунок 5.4. Сравнение результатов распознавания экспертами (вверху) и алгоритмом SP_s (внизу), выделенные события отмечены чёрным цветом.

Так, при оценке экспертами результатов алгоритмического распознавания выбросов на данных за август 2009 г., были получены следующие вероятности ошибок первого и второго рода: для компоненты X – 3,72% и 0,68%, для компоненты Y – 1,07% и 1,40%, для компоненты Z – 5,82% и 5,51%, для полной напряженности F – 1,99% и 3,61%. Количество обнаруженных алгоритмом событий на этих данных варьируется от 1996 (полная напряженность F) до 2150 (компонента X).

После окончательной наладки алгоритмов SP и SP_s их можно будет рекомендовать для повседневного использования на магнитных обсерваториях и региональных узлах сбора геомагнитных данных.

Распознавание скачков базовой линии на спутниковых магнитограммах с частотой 2 Гц. На спутнике GOES Национального управления океанических и атмосферных исследований США помимо метеорологических измерений осуществляется регистрация магнитных данных. Они представляют собой вариации трёх компонент магнитного поля, зарегистрированных двумя векторными магнитометрами с частотой 2 Гц. Эти данные характеризуются большим количеством скачков базовой линии. В большинстве случаев причиной скачков являются автоматические включения и отключения нагревательных систем, сопровождающих каждый магнитометр. Таким образом, задача фильтрации спутниковых данных во многом связана с устранением скачков базовой линии. Ситуация осложняется тем, что во многих случаях скачки настолько малы, что их весьма трудно распознать визуально. Для этой цели в 2010 г. в лаборатории был разработан алгоритм *JM* (от JUMP), позволяющий в автоматизированном режиме единообразно распознавать скачки на магнитограммах со спутника GOES.

Апробация алгоритма осуществлялась на суточных магнитограммах трёх компонент магнитного поля (B_X , B_Y , B_Z), полученных 3 апреля 2010 г. Магнитограммы также сопровождалась двумя записями о статусе {0, 1, 2, 3} нагревателей с частотой 1 значение в 5 мин (S_1 и S_2). Статус 0 соответствует выключенному состоянию обоих нагревателей, статус 1 – включенному состоянию первого нагревателя, 2 – включенному состоянию второго нагревателя, 3 – включенному состоянию обоих нагревателей (Рис. 5.5).

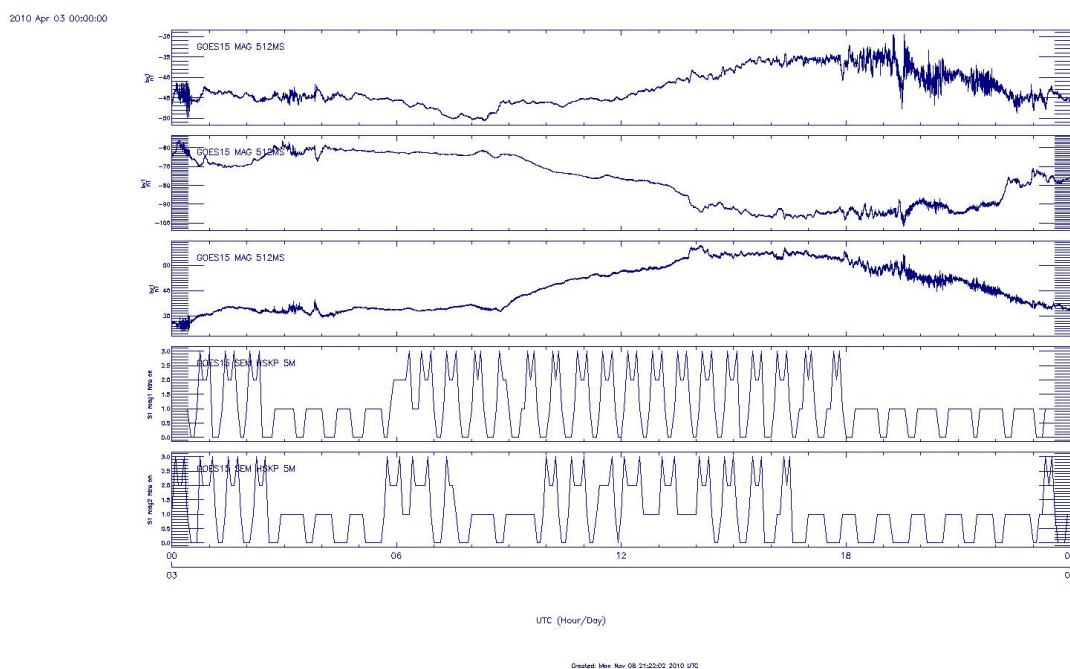


Рисунок 5.5. Фрагмент магнитограмм и записей статуса нагревателей на спутнике.

В основе алгоритма JM лежит нечеткая мера скачкообразности (Рис. 5.6), представляющая собой функционал исходной записи с областью значений от 0 до 1. Большие значения этого функционала соответствуют резкому изменению уровня исследуемой записи, а их выбор происходит с использованием нечетких сравнений.

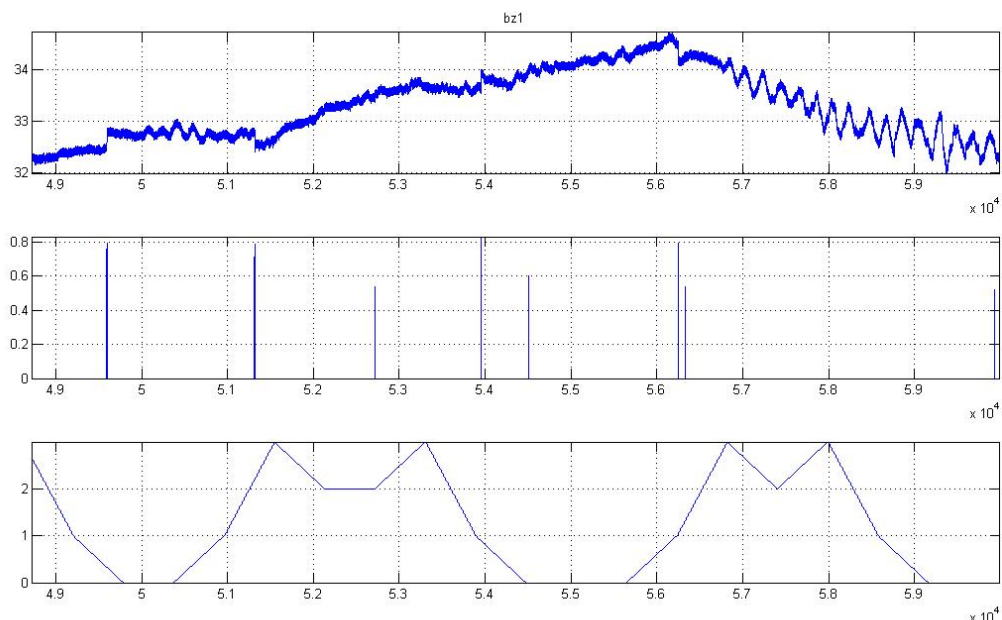


Рисунок 5.6. На верхнем графике приведен фрагмент исследуемой записи B_Z , на среднем – соответствующая записи мера скачкообразности, на нижнем – статус двух нагревателей.

В результате применения алгоритма JM к данным за 3 апреля 2010 г. были распознаны практически все скачки. Примеры работы алгоритма приведены на Рис. 5.7.

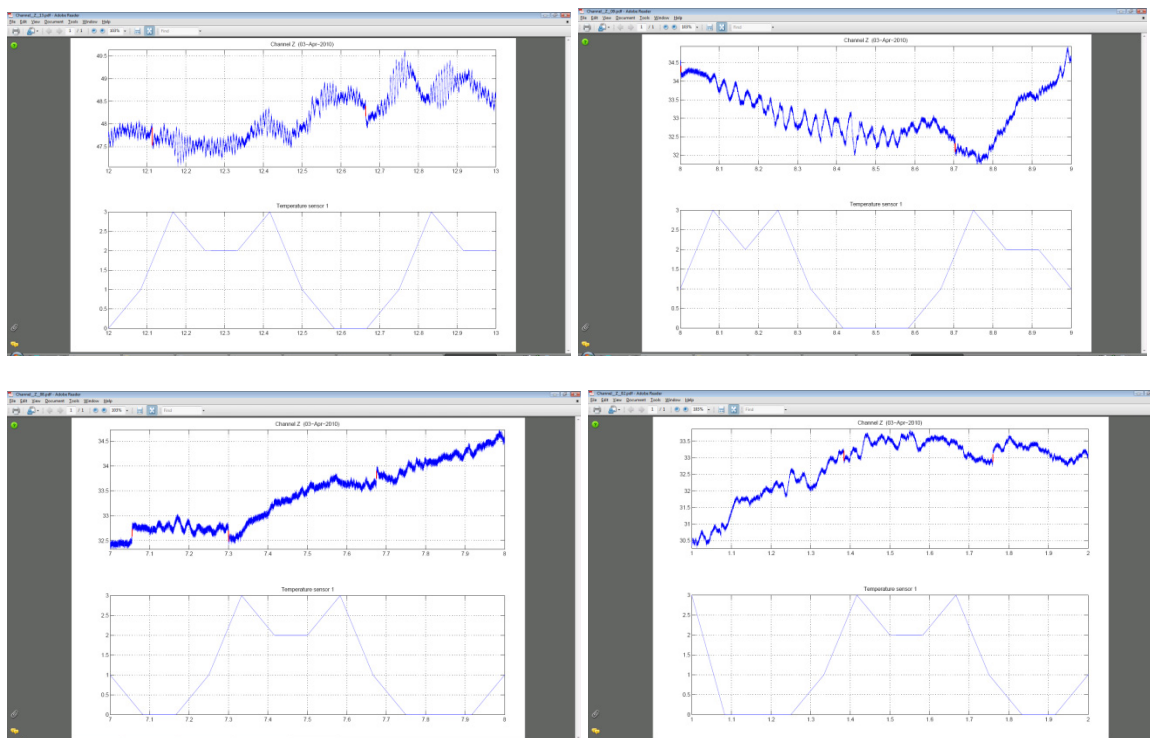


Рисунок 5.7. Примеры работы алгоритма *JM*. Распознанные скачки выделены красным цветом.

Распознавание сигналов подводных землетрясений и волн цунами на наблюдениях давления воды на морском дне системы DART-2. В лаборатории разработан программно-алгоритмический комплекс, предназначенный для решения задач распознавания на записях наблюдений системы DART-2 временных участков, соответствующих сигналам от подводных землетрясений – Р-волн (Signal of P-waves – SPW) и волн цунами (Signal of Tsunami Waves – STW) с использованием математических методов нечёткой логики. Комплекс называется Recognition of Tsunami Fuzzy Logic Package (RTFL-Package). RTFL-Package может быть применён в задачах мониторинга цунами, обнаружения в накопленных данных событий, не отраженных в имеющихся мировых каталогах землетрясений и цунами, и моделирования систем предупреждения о цунами. RTFL-Package позволяет в автоматическом режиме, объективно, единообразно и оперативно обрабатывать огромные массивы данных, полученные со всей сети мировых наблюдений за цунами за продолжительный период времени, что практически невозможно сделать вручную. RTFL-Package включает две различные и взаимодополняющие составляющие. Первая составляющая представляет собой подкомплекс алгоритмов распознавания SPW и STW на основе морфологического анализа (МА) наблюдений разности абсолютных и модельных значений давлений воды системы DART-2. Методы МА основываются на принципах нечеткой математики. Вторая составляющая представляет собой подкомплекс алгоритмов распознавания SPW и STW на основе спектрально-временного анализа (СВАН) наблюдений значений абсолютных давлений системы DART-2. СВАН-методы обнаружения SPW и STW базируются на

различии их локальных спектров и применении скользящих дискретных преобразований Фурье (DFT) моделей для аппроксимации наблюдений DART-2. Параллельное использование указанных подкомплексов позволяет обеспечить существенную степень достоверности получаемых результатов и эффективности работы предлагаемого RTFL-Package в целом. Благодаря наличию свободных параметров, настраиваемых пользователем под конкретную задачу, система алгоритмов RTFL-Package является в значительной степени гибкой и адаптивной. Функционирование RTFL-Package не требует сверхбольших вычислительных затрат.

Предварительная оценка эффективности работы метода осуществлялась путем сравнения результатов распознавания, полученных при помощи RTFL-Package, с результатами ручной обработки данных. Апробация RTFL-Package проводилась в 2010 г. на данных DART-2, полученных с буя №46419 за период с 23 июля 2006 г. по 2 мая 2010 г. Рассматриваемые данные представляют собой два временных ряда: абсолютные значения давления воды (в метрах водяного столба), измеренного на дне океана (Time Series 1 – TS1) и значения разницы между измеренными и модельными значениями давления (Time Series 2 – TS2). В обоих случаях шаг наблюдений по времени составляет 15 секунд, а длина записи – 7 942 215 значений. На Рис. 5.8 приведен пример SPW, отраженного на TS1 и TS2. Задача состояла в автоматизированном распознавании всех SPW и STW, отраженных на TS2, при помощи 1-й составляющей RTFL-Package.

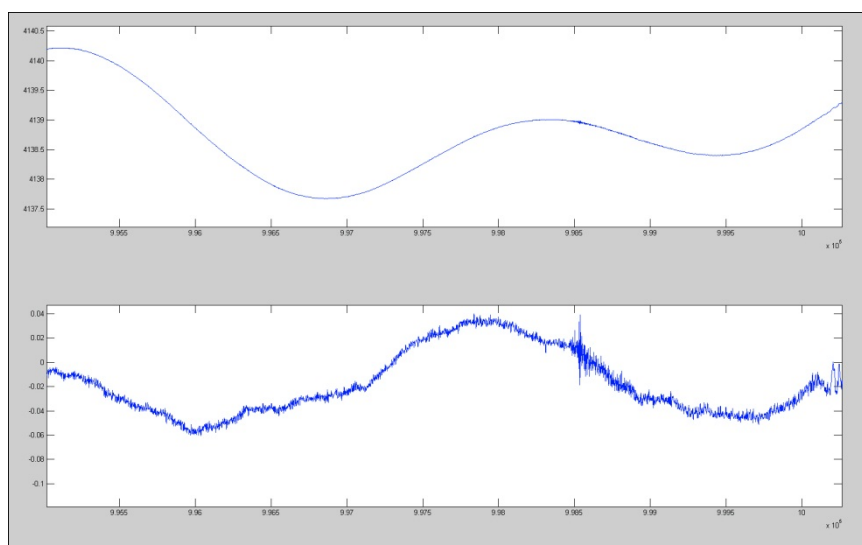


Рисунок 5.8. Пример SPW, отраженного на TS1 (вверху) и TS2 (внизу).

В результате ручной обработки данных экспертами было выделено 20 событий на записи, среди которых 14 событий являются SPW, а 6 – STW. С использованием автоматизированной обработки данных алгоритмом было выделено 21 событие, среди которых 2 события оказались лишними. Пример распознавания алгоритмом SPW и STW на TS2 приведен на Рис. 5.9. Кроме того, алгоритм не распознал одно событие, представляющее собой STW. Таким образом, вероятность пропуска цели составила $(1/20) \times 100\% = 5\%$, а вероятность ложной тревоги составила величину

$(2/21) \times 100\% = 9,5\%$. Эти результаты были получены в ходе достаточно грубого выбора параметров настройки существующего алгоритма. При проведении оптимизации следует ожидать ещё более низких значений вероятностей ошибок первого и второго родов. Таким образом, полученный результат, являющийся предварительным, можно считать крайне успешным.

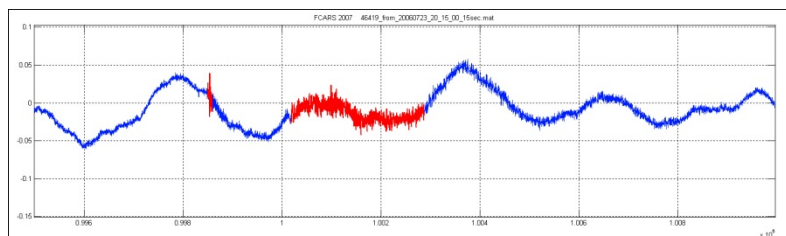


Рисунок 5.9. Пример автоматизированного распознавания SPW и следующего за ним STW. Выделенные события помечены красным цветом.

Развитие российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ и разработка плана функционирования регионального узла сбора геомагнитных данных. За 2010 г. число магнитных обсерваторий в российской сети ИНТЕРМАГНЕТ возросло до пяти. ГЦ РАН было получено оборудование стандарта ИНТЕРМАГНЕТ, необходимое для развертывания дополнительных пяти обсерваторий.

Основной областью интересов научного сообщества, ссылающегося на данные ИНТЕРМАГНЕТ, являются космофизические исследования. В связи с этим особый интерес представляет создание плотной сети наблюдений в области северных широт. Поэтому было принято принципиальное решение стремиться к развертыванию пяти новых обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ вдоль северного побережья России на базе существующих станций. В результате выработанной стратегии ГЦ РАН приступил к работе по организации магнитных обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на базе существующих в г. Санкт-Петербург (обсерватория «Красное Озеро»), г. Сыктывкар (Республика Коми), пос. Арти (обсерватория «Арти», Свердловская область), пос. Тикси (Республика Саха). Получено принципиальное согласие на работы с магнитной станцией на о-ве Хейса (ПСТ «Кренкель») и г. Певек (ПСТ «Валькаркай»).

Утверждение и согласование плана укрепления российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ состоялось на конференции в г. Углич (Россия) 26–28 января 2011 г. За отчетный период Геофизическим центром РАН, являющимся главным организатором этой конференции, была проведена большая работа по ее подготовке. Предлагаемый план по установке новых пяти обсерваторий (преимущественно вдоль северного побережья РФ) увеличит их плотность на территории РФ и внесет большой вклад как в космофизические исследования, так и в изучение векового хода магнитного поля Земли

Принимая во внимание столь стремительное расширение российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ, актуальность создания на базе ГЦ дополнительного седьмого геомагнитного узла (GIN, сокращённо от Geomagnetic Information Node) по обслуживанию

этого сегмента становится более явной. Программный комплекс для хранения и обработки геомагнитных данных разрабатывается на базе технологии, используемой Мировыми центрами данных по солнечно-земной физике и физике твердой Земли, расположенными в ГЦ РАН. Эта технология успешно зарекомендовала себя в рамках оперативного сбора и хранения самых различных геофизических данных и полностью одобрена Международным советом по науке (ICSU). Для согласования функционирования нового узла сбора данных в системе ИНТЕРМАГНЕТ были начаты переговоры с руководством и другими узлами сбора данных ИНТЕРМАГНЕТ. В 2010 г. было проведено совещание с сотрудниками отделения геомагнетизма Геологической службы США (г. Голден, шт. Колорадо) по согласованию стратегии развития ИНТЕРМАГНЕТ в России, а также ознакомление с процессом сбора и обработки геомагнитных данных в GIN.

Основные результаты и перспективы на будущее. В 2010 г. продолжалось развитие методов распознавания образов и нечеткой логики применительно к геофизике в рамках ДМА, особое внимание уделялось анализу геомагнитных данных. Решались следующие задачи: распознавание искусственных выбросов на минутных и секундных магнитограммах, полученных на наземных обсерваториях; распознавание сигналов подводных землетрясений и волн цунами на наблюдениях давления воды на морском дне системы DART-2; расширение российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ и разработка плана функционирования регионального узла сбора геомагнитных данных.

В рамках ДМА в 2011 г. планируются:

- Дальнейшее развитие методов распознавания образов с использованием нечеткой логики в геофизике;
- Развитие новых подходов к морфологическому анализу временных рядов, включая сглаживание и интерполяцию на нерегулярных данных;
- Отладка алгоритмов выделения возмущений на магнитограммах для их внедрения в процесс рутинной обработки данных;
- Реализация новых подходов к кластеризации массивов геофизических данных.

В рамках расширения российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ планируется установка минимум трех комплектов магнитометрического оборудования на обсерваториях «Арти», «Красное озеро» и в г. Сыктывкар; также планируется запуск в тестовом режиме российского узла сбора геомагнитных данных ИНТЕРМАГНЕТ.

Работы по теме **«Исследование и разработка алгоритмов и методов расчета скорости вертикальных движений земной коры вдоль берегов внутренних морей по данным дистанционного зондирования для целей интеллектуальной ГИС «Россия и смежные регионы»»** проводились под научным руководством к.ф.-м.н. С. А. Лебедева.

В отчетном году по данной теме выполнены следующие этапы:

1. Базы данных. Специализированная база данных уровней постов Каспийского и Черного морей пополнена аналогичными данными для Балтийского моря. Она содержит временные ряды измерений уровня на 94 постах (Рис. 5.10). Из них 8 входят в

национальную наблюдательную сеть России, 80 – в международную сеть Службы долговременных наблюдений за средним уровнем моря (Permanent Service for Mean Sea Level – PSMSL), 3 – в Международную сеть глобальных наблюдений за уровнем моря (Global Sea Level Observing System – GLOSS). Среднемесячные измерения уровня за период с 1806 по 2009 г. уровенных постов, входящих в международные сети GLOSS и PSMSL, переданы для включения их в ГИС «Россия и смежные регионы».

Для акватории этого моря создана специализированная Интегрированная база данных спутниковой альтиметрии Балтийского моря (ИБДСА – «Балтийское море»).

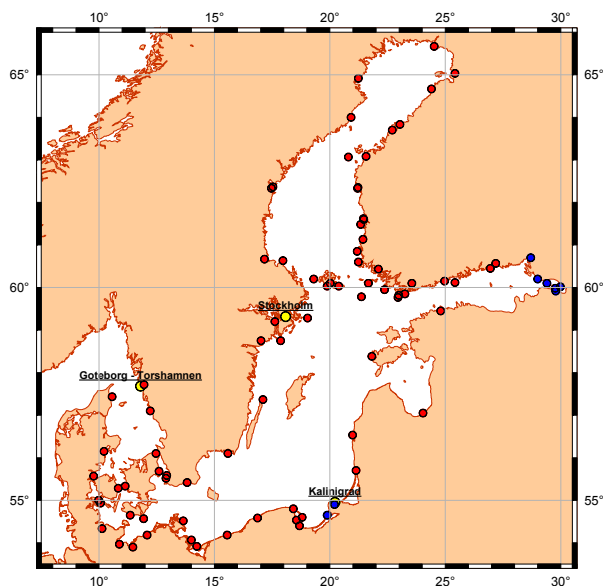
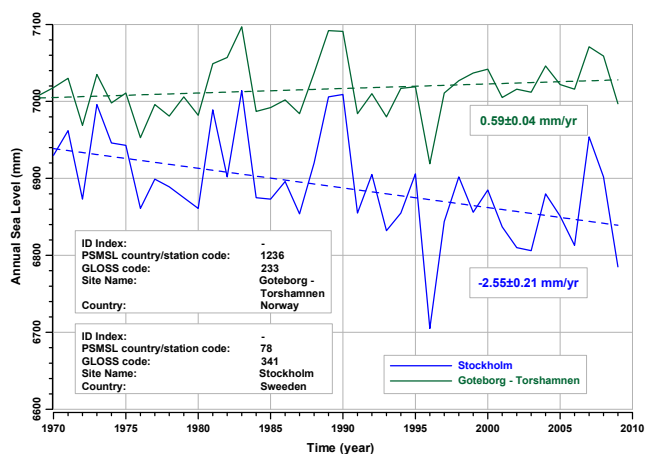
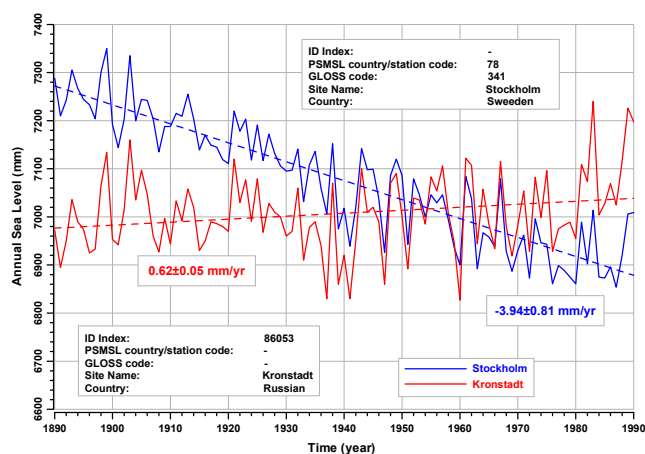


Рисунок 5.10. Расположение уровнемерных постов вдоль побережья Балтийского моря. Синим цветом выделены посты, входящие в национальную измерительную сеть России; желтым – в международную сеть GLOSS (названия постов подписаны); красным – в международную сеть PSMSL.

2. Оценка скорости современного вертикального движения земной коры вдоль побережья Балтийского моря. Первичный анализ данных уровенных постов, расположенных вдоль побережья Балтийского моря, показал, что вертикальные движения земной коры в данном регионе различны. Так по данным поста Стокгольм (Швеция) уровень моря падал со скоростью $-2,55 \pm 0,21$ мм/год за период с 1970 по 2010 г. А по данным поста Гетеборг-Торчамнен (Швеция) за этот же временной интервал уровень моря рос со скоростью $0,59 \pm 0,04$ мм/год (Рис. 5.11,а). За период с 1980 по 1990 г. скорость изменения уровня моря для поста Стокгольм (Швеция) составила $-3,94 \pm 0,21$ мм/год, а для поста Кронштадт (Россия) – $0,62 \pm 0,05$ мм/год (Рис. 5.11,б).



(a)



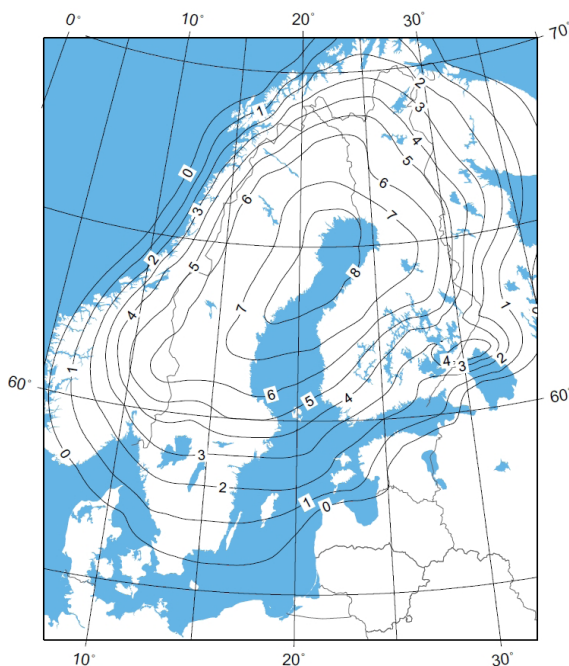
(б)

**Рисунок 5.11. Сравнение межгодовой изменчивости уровня моря для данных
уровнемерных постов:**

(а) – Стокгольм (Швеция) и Гетеборг-Торчамнен (Швеция),

(б) – Стокгольм (Швеция) и Кронштадт (Россия).

Максимальный подъем присущ восточной части Ботнического залива (Рис. 5.12). Его величина составляет 8 мм/год и постепенно уменьшается на восток к границам Балтийского щита. Условная граница между поднятием и опусканием проходит по Ленинградской области (Россия), Эстонии, далее по акватории Балтийского моря через южную оконечность Скандинавского п-ва (от бухты Ханёбухтен до пролива Каттегат) и северную оконечность п-ва Ютландия (севернее г. Ольборга, Дания).



**Рисунок 5.12. Скорости современного вертикального движения земной коры
(мм/год) Фенноскандинавского поднятия.**

3. Межгодовая изменчивость Черного моря. Для анализа межгодовой и сезонной изменчивости уровня Черного моря использовались данные спутников TOPEX/Poseidon (Т/Р) и Jason-1/2 (J1/2). Массив данных Т/Р представляет собой непрерывный и наиболее длинный по времени ряд измерений (с сентября 1992 г. по август 2002 г.) с возможностью его продления данными спутника J1 (с января 2002 г. по февраль 2009 г.) и J2 (с августа 2008 г. по настоящее время). Расположение треков последнего полностью совпадает с расположением треков спутника Т/Р и J1 до совершения ими маневра коррекции орбиты соответственно 19 августа 2002 г. и 26 января 2009 г.

Изменчивость уровня Черного моря за период с 1993 по 2009 г. характеризуется чередующимися его подъемами (1993–1999, 2001–2004 и 2007–2009 гг.) и падениями (1999–2001 и 2004–2007 гг.). За период с января 1993 г. по апрель 1999 г. уровень моря рос со скоростью $2,98 \pm 0,47$ см/год (Рис. 5.13). В последующие пять лет (с апреля 1999 г. по ноябрь 2001 г.) происходило небольшое падение уровня со скоростью $4,65 \pm 0,24$ см/год. Новый период роста уровня со скоростью $2,72 \pm 0,15$ см/год начался в ноябре 2001 г. и продолжался по июнь 2004 г. Затем с июня 2004 г. по август 2007 г. уровень опять начал падать со скоростью $-4,38 \pm 0,39$ см/год. Начиная с августа 2007 г. по декабрь 2009 г. уровень Черного моря опять рос со скоростью $8,26 \pm 0,52$ см/год. В среднем для 1993–2009 гг. характерен подъем уровня Черного моря со скоростью $0,34 \pm 0,06$ см/год.

Однако рост уровня по акватории моря проходил неравномерно (Рис. 5.14). Наибольшая скорость подъема (более 0,6 см/год) наблюдалась в юго-восточной части моря, а наименьший рост (менее 0,1 см/год) – в центре восточного циклонического круговорота. В северо-восточной части Черного моря уровень рос со скоростью более 0,4 см/год. Интересная картина наблюдалась вдоль западного побережья Турции. Южнее Сакарийского района наблюдается область пониженного роста уровня моря (менее 0,25 см/год), а юго-восточнее Синапского района наоборот – зона повышенного роста уровня моря (более 0,35 см/год).

В 2010 году в лаборатории продолжались исследования в области анализа существующих представлений об изменениях в характере **взаимодействия флюид–порода** с глубиной в литосфере. Анализ мировых сейсмических данных дополнен анализом более подробных региональных каталогов, что может представлять практический интерес в плане оценки региональной сейсмической опасности. Исследования проводились при поддержке РФФИ, грант № 09-05-92655.

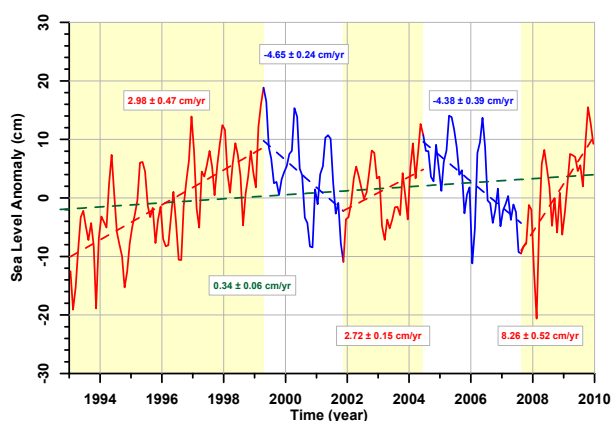


Рисунок 5.13. Временная изменчивость среднемесячных аномалий уровня Черного моря по данным альтиметрических измерений спутников Т/Р и J1/2. Штриховой линией показан линейный тренд. Красным цветом выделены временные интервалы роста уровня, синим – периоды падения. Зеленая штриховая линия показывает линейный тренд за весь временной период с 1993 по 2009 г.

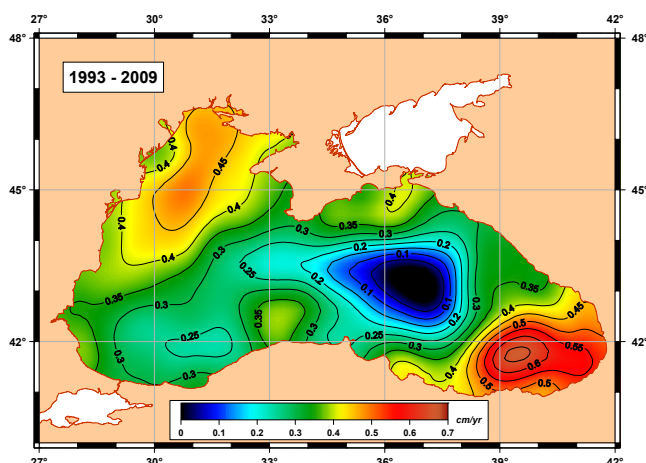


Рисунок 5.14. Пространственная изменчивость межгодовой скорости роста/падения аномалий уровня Черного моря по данным альтиметрических измерений спутников Т/Р и J1/2 за период с 1993 по 2009 г.

Публикации сотрудников лаборатории:

- Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Гвишиани А. Д., Каган А. И. Сглаживание временных рядов методами дискретного математического анализа, Российский журнал наук о Земле, 2010, т. 11, RE4001, doi:10.2205/2009ES000436.
- Агошков В. И., Пармузин Е. И., Лебедев С. А. Численный алгоритм решения задачи вариационного усвоения. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей, 2010, т. 7, № 4, Москва, «ДоМира», с. 9–20.
- Агошков В. И., Гиниатулин С. В., Гусев А. В., Залесный В. Б., Захарова Н. Б., Заячковский А. О., Лебедев С. А., Пармузин Е. И., Шутяев В. П. Теоретические основы разработки специализированных информационно-вычислительных систем вариационной ассимиляции данных наблюдений. Труды Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для молодежи «Проведение научных исследований в области информационно-телекоммуникационных технологий», Москва, ВВЦ, 26–28 октября 2010 года, ISBN 978-5-904602-05-5.
- Белов С. В., Шестопапов И. П., Харин Е. П., Соловьев А. А., Баркин Ю. В. Вулканическая и сейсмическая активность Земли: пространственно-временные закономерности и связь с солнечной и геомагнитной активностью. Новые технологии, 2010, № 2, с. 3–12.

- Березко А. Е., Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Соловьев А. А., Хохлов А. В., Мандеа М.** Атлас магнитного поля Земли и технология картографирования Главного магнитного поля Земли. Открытое образование, 2010, № 5.
- Березко А. Е., Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Красноперов Р. И., Рыбкина А. И., Лебедев А. Ю.** Интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России», Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010, с. 210–218.
- Богоутдинов Ш. Р., Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Соловьев А. А., Кин Э.** Распознавание возмущений с заданной морфологией на временных рядах. I. Выбросы на магнитограммах всемирной сети ИНТЕРМАГНЕТ. Физика Земли, 2010, № 11. с. 99–112.
- Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Березко А. Е., Соловьев А. А., Хохлов А. В., Снакин В. В., Митенко Г. В.** Атлас Главного магнитного поля Земли, Геодезия и картография, 2010, № 4, с. 33–38.
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Каган А. И.** Гравитационное сглаживание временных рядов. Сборник к юбилею Ю. С. Осипова (в печати).
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Соловьев А. А.** Дискретный математический анализ и геолого-геофизические приложения, Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле, 2010, № 2, выпуск № 16, с. 109–125.
- Захарова Н. Б., Лебедев С. А.** Интерполяция оперативных данных буев ARGO для ассимиляции данных в модели циркуляции Мирового океана. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей, 2010, т. 7, № 4, Москва, «ДоМира», с. 104–111.
- Кульчинский Р. Г., Харин Е. П., Шестопалов И. П., Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р.** Обнаружение и анализ геомагнитных событий методами нечеткой логики, Российский журнал наук о Земле, 2010, Т. 11, RE4003, doi:10.2205/2009ES000371.
- Лебедев С. А.** Межгодовая изменчивость температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования. XIV съезд Русского географического общества, 11–14 декабря 2010, Санкт-Петербург. Сборник научных работ, 2010, т. 3, кн. 1, с. 100–107.
- Медведев П. П., Непоклонов В. Б., Лебедев С. А., Зуева А. Н., Плешаков Д. И., Родкин М. В.** Спутниковая альтиметрия. Гравиметрия и геодезия, отв. ред. Б. В. Бровар, Москва, Научный мир, 2010, с. 340–359.
- Agoshkov Valery I., Lebedev Sergey A., Parmuzin Eugene I.** Numerical Solution of the Variational Data Assimilation Problem using Satellite SST Data. Processing of European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway, European Space Agency, 2010. SP-686. ISBN 978-92-921-250-6, ISSN 1609-042X, 6 p.
- Kostianoy A. G., Lebedev S. A., Solovyov D. M.** Satellite monitoring of the Altyn Asyr Lake and water resources of Turkmenistan. Abstracts, Int. Conf. “Science, Technique, and Innovation Technologies in the Epoch of Great Revival”, Ashgabad, Turkmenistan, 12–14 June 2010, V.1, p. 388–391 (in Russian, Turkmen, English).
- Lebedev Sergey A.** Model of Overflow Wave Distribution on the Caspian Sea and its Verification Based on the Satellite Altimetry Data. Processing of European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway, European Space Agency, 2010. SP-686. ISBN 978-92-921-250-6, ISSN 1609-042X, 6 p.
- Lebedev Sergey A.** Estimation of the Caspian Sea Background Oil Pollution Based on of Remote Sensing Data and Model Calculation. Processing of International Conference “The Caspian Region: Environmental Consequences of the Climate Change”, October 14–16, 2010, Moscow, Russia, Moscow, Faculty of Geography, 2010, p. 315–319.
- Lebedev S. A., Kostianoy A. G.** Interannual Variability of Meteorological, Hydrological and Hydrodynamic Regime of the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data. Processing of International Conference “The Caspian Region: Environmental Consequences of the Climate Change”, October 14–16, 2010, Moscow, Russia, Moscow, Faculty of Geography, 2010, p. 263–268.
- Lebedev S. A., Kostianoy A. G.** Complex Investigation of Meteorological, Hydrological and Hydrodynamic Regime of the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data, Proceedings Symposium “Oceans from Space”, Venice, 26–30 April 2010, EUR 24324 EN–2010, p. 149–150.
- Mandea, M., Korte, M., Soloviev, A., Gvishiani, A.** Alexander von Humboldt's charts of the Earth's magnetic field: an assessment based on modern models, Hist. Geo Space. Sci., 2010, 1, 63–76, doi:10.5194/hgss-1-63-2010.

Troitskaya Yu., Rybushkina G., Soustova I., **Lebedev S. A.**, Filina L., Panyutin A. Adaptive re-tracking of Jason-1 altimeter data for coastal zone of the Gorky reservoir. Proceedings Symposium "Oceans from Space", Venice, 26–30 April 2010, EUR 24324 EN–2010, p. 229–230.

Zakharova, Natalia B., **Lebedev, Sergey A.** Interpolation of On-Line Data of the ARGO Buoy System for Data Assimilation in the World Ocean Circulation Model. Processing of European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway, European Space Agency, 2010. SP-686. ISBN 978-92-921-250-6, ISSN 1609-042X, 6 p.

Тезисы:

Агошков В. И., Гиниатулин С. В., Гусев А. В., Залесный В. Б., Захарова Н. Б., Заячковский А. О., **Лебедев С. А.**, Пармузин Е. И., Шутяев В. П. Теоретические основы разработки специализированных информационно-вычислительных систем вариационной ассимиляции данных наблюдений. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для молодежи «Проведение научных исследований в области информационно-телекоммуникационных технологий», Москва, ВВЦ, 26–28 октября 2010 года, с. 121–122.

Лебедев С. А. Модель средней высоты морской поверхности Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии. Тезисы докладов Восьмой всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов» Москва, ИКИ РАН, 15–19 ноября 2010 г., с. 203.

Лебедев С. А., Шауро С. Н. Межгодовая и сезонная изменчивость положения и интенсивности Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования. Тезисы докладов Восьмой всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов» Москва, ИКИ РАН, 15–19 ноября 2010 г., с. 201.

Agoshkov Valery I., **Lebedev Sergey A.**, Parmuzin Eugene I. Numerical Solution of the Variational Data Assimilation Problem using Satellite SST Data. European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway. Abstract CD.

Lebedev Sergey A. Shauro Svetlana N. Seasonal and interannual variation of the Antarctic Circumpolar Current position and intensity based on remote sensing data. Proceeding of Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) "Connecting Regional Impacts Environmental Change", 18–23 October, 2010, Keelung, Taiwan, p. 81.

Kostianoy Andrey G., **Lebedev Sergey A.**, Solovyov Dmytro M. Satellite monitoring of the Turkmenistan water resources. Proceeding of Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) "Connecting Regional Impacts Environmental Change", 18–23 October, 2010, Keelung, Taiwan, p. 86.

Lebedev S. Verification of Flood Wave Propagation Model of the Caspian Sea Based on the Satellite Altimetry Data. 38th COSPAR Scientific Assembly, Bremen, Germany, 18–25 July 2010. Abstract CD. A21-0058-10.

Lebedev S. Mean Sea Surface the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data. 38th COSPAR Scientific Assembly, Bremen, Germany, 18–25 July 2010. Abstract CD. A21-0060-10.

Lebedev S. A. Flood wave propagation model of the Caspian Sea based on the TOPEX/Poseidon and Jason-1/2 satellite altimetry data. Proceeding of Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) "Connecting Regional Impacts Environmental Change", 18–23 October, 2010, Keelung, Taiwan, p. 51.

Lebedev Sergey A. Model of Overflow Wave Distribution on the Caspian Sea and its Verification Based on the Satellite Altimetry Data. European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway. Abstract CD.

Lebedev Sergey A. Model of Overflow Wave Distribution on the Caspian Sea and its Verification Based on the Satellite Altimetry Data. European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway. Abstract CD.

- Lebedev S. A.**, Kostianoy A.G. Complex Investigation of Meteorological, Hydrological and Hydrodynamic Regime of the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data. Extended Abstracts of the contributions presented at the “Oceans from Space” Symposium Scuola Grande di San Giovanni Evangelista, Venice (Italy), 26–30 April 2010, EUR 24324 EN – 2010. Abstract CD.
- Rybushkina Galina; Troitskaya Yuliya; Soustova, Irina; Panyutin, Andrey; **Lebedev Sergey A.** Water Level Dynamics in Rybinsk Reservoir of the Volga River (Satellite Altimetry Measurements and in Situ Observations). European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway. Abstract CD.
- Rybushkina G., Troitskaya Y., Balandina I., Soustova I., Panyutin A., **Lebedev S.**, Jason-1, 2 Waveform Retracking in Coastal Zone of Rubinsk Reservoir of the Volga River. Proceeding of Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) “Connecting Regional Impacts Environmental Change”, 18–23 October, 2010, Keelung, Taiwan, p. 51–52.
- Troitskaya Yuliya, Rybushkina Galina, Soustova Irina, **Lebedev Sergey A.**, Panyutin Andrey. Retracking Jason-1,2 waveforms over Gorky reservoir of the Volga River. European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway. Abstract CD.
- Troitskaya Yu., Rybushkina G., Soustova I., **Lebedev S. A.**, Filina L., Panyutin A. Adaptive re-tracking of Jason-1 altimeter data for coastal zone of the Gorky reservoir. Extended Abstracts of the contributions presented at the “Oceans from Space” Symposium Scuola Grande di San Giovanni Evangelista, Venice (Italy), 26–30 April 2010, EUR 24324 EN – 2010. Abstract CD.
- Troitskaya Yuliya, Rybushkina Galina, Balandina Irina, Soustova Irina, Panyutin Andrey, Filina ludmila, **Lebedev Sergey**. Validation of the Retracking Jason-1, 2 –altimeter Water Levels over Gorky Reservoirs of the Volga River. Proceeding of Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) “Connecting Regional Impacts Environmental Change”, 18–23 October, 2010, Keelung, Taiwan, p. 80.
- Zakharova, Natalia B., **Lebedev, Sergey A.** Interpolation of On-Line Data of the ARGO Buoy System for Data Assimilation in the World Ocean Circulation Model. European Space Agency Living Planet Symposium, 28 June – 2 July 2010, Bergen, Norway. Abstract CD.

Устные доклады:

- Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Гвишиани А. Д.** Дискретный математический анализ и геофизические приложения, IX Международная конференция «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты», Киев, Украина, 2010.
- Гвишиани А. Д., Березко А. Е., Красноперов Р. И., Соловьев А. А., Рыбкина А. И.** Многофункциональная интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России», Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток, Россия.
- Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Авдюшин С.И., Мандеа М., Соловьев А. А., Хохлов А. В.**, Атлас магнитного поля Земли, Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток, Россия.
- Каган А. И., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р.** Определение стохастической непрерывности методами нечеткой логики и геофизические приложения, IX Международная конференция «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты». 2010, Киев, Украина.
- Кульчинский Р. Г., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Гвишиани А. Д.** Обнаружение и анализ геомагнитных событий методами нечеткой логики, IX Международная конференция «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты», 2010, Киев, Украина.
- Лебедев С. А.** Основы спутниковой альтиметрии. Первый выездной семинар-школа «Состояние и перспективы мониторинга Мирового океана и морей России по данным дистанционного зондирования и результатам математического моделирования», Таруса, 9–12 июля 2010 г.

- Лебедев С. А.** Основные виды загрязнений морской поверхности. Поведение нефти в воде. Первый выездной семинар-школа «Состояние и перспективы мониторинга Мирового океана и морей России по данным дистанционного зондирования и результатам математического моделирования», Таруса, 9–12 июля 2010 г.
- Лебедев С. А.** Оценка фонового загрязнения нефтепродуктами Черного и Каспийского морей с использованием данных дистанционного зондирования и модельных расчетов. Первый выездной семинар-школа «Состояние и перспективы мониторинга Мирового океана и морей России по данным дистанционного зондирования и результатам математического моделирования», Таруса, 9–12 июля 2010.
- Лебедев С. А.** Климатическая изменчивость температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования. Первая Всероссийская конференция по прикладной океанографии, 26–28 октября 2010, Москва.
- Лебедев С. А.** Межгодовая изменчивость температуры поверхности и уровня Южного океана по данным дистанционного зондирования. XIV съезд Русского географического общества, 11–14 декабря 2010, Санкт-Петербург.
- Лебедев С. А., Костяной А. Г.** Климатические изменения уровня в Южных морях России по данным дистанционного зондирования. Первая Всероссийская конференция по прикладной океанографии, 26–28 октября 2010, Москва.
- Михалевский С. Д., Агаян С. М.** Анализ многомерных временных рядов методами нечеткой логики, IX Международная конференция «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты», 2010, Киев, Украина.
- Рыбушкина Г. В., Троицкая Ю. И., Баландина Г. Н., Соустова И. А., Панютин А. А., Филина Л. В., Костяной А. Г., Лебедев С. А.** Спутниковая альтиметрия внутренних водоемов. Первая Всероссийская конференция по прикладной океанографии, 26–28 октября 2010, Москва.
- Kostianoy A. G., Lebedev S. A., Solovyov D. M.** Satellite monitoring of the Altyn Asyr Lake and water resources of Turkmenistan. Int. Conf. “Science, Technique, and Innovation Technologies in the Epoch of Great Revival”, Ashgabad, Turkmenistan, 12–14 June 2010 (in Russian, Turkmen, English).
- Lebedev S. A.** Estimation of the Caspian Sea Background Oil Pollution Based on of Remote Sensing Data and Model Calculation. International Conference “The Caspian Region: Environmental Consequences of the Climate Change”, October 14–16, 2010, Moscow, Russia.
- Lebedev Sergey A., Kostianoy A. G.** Interannual Variability of Meteorological, Hydrological and Hydrodynamic Regime of the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data. International Conference “The Caspian Region: Environmental Consequences of the Climate Change”, October 14–16, 2010, Moscow, Russia.

Командировки сотрудников лаборатории:

С. М. Агаян

IX Международная конференция «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты», Киев, Украина, 11–14 мая.

Ш. Р. Богоутдинов

Париж, Франция, 13 апреля – 26 мая.

А. А. Соловьёв

1. Версаль, Франция, 18–22 января.
2. Санкт-Петербург, 10–13 марта.
3. Париж, Франция, 11 апреля – 26 мая.
4. Боулдер, США, 24 сентября – 13 октября.

1. International Symposium “Oceans from Space”, Venice, Italy, 26–30 April 2010.
2. International Conference “Science, Technique, and Innovation Technologies in the Epoch of Great Revival”, Ashgabad, Turkmenistan, 12–14 June 2010.
3. European Space Agency Living Planet Symposium, Bergen, Norway, 28 June – 2 July 2010.
4. Первый выездной семинар-школа «Состояние и перспективы мониторинга Мирового океана и морей России по данным дистанционного зондирования и результатам математического моделирования», Таруса, Россия, 9–12 июля 2010 г.
5. Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC) “Connecting Regional Impacts Environmental Change”, Keelung, Taiwan, 18–23 October 2010.
6. XIV съезд Русского географического общества, Санкт-Петербург, Россия, 11–14 декабря 2010 г.

6. Лаборатория развития информационного общества

(зав. лабораторией к.т.н. А. Е. Березко)

Основным направлением деятельности лаборатории развития информационного общества в 2010 г. было создание интегрированной интеллектуальной геоинформационной среды, объединяющей в себе технологию геоинформационной системы (ГИС) и алгоритмы распознавания образов на основе методов нечеткой математики и нечеткой логики. Интеллектуальная ГИС предназначена для организации сбора и накопления тематической информации и предоставления на основе ее анализа и обработки достоверных природных, социально-экономических, экологических, статистических и иных данных с привязкой к конкретным географическим объектам (областям).

Основной целью исследований является интеграция созданных в ГЦ РАН алгоритмов распознавания в единой геоинформационной среде с базами данных по наукам о Земле.

Разрабатываемая ГИС является уникальной в связи с наличием в ней геоинформации различных тематик для решения задач в науках о Земле, подготовки и принятия решений в различных областях. Другой важнейшей особенностью создаваемой в проекте ГИС является ее интеллектуальная составляющая. Комплекс алгоритмов, предназначенных для распознавания, классификации и кластеризации позволяет одновременно обрабатывать различные совокупности слоев ГИС. Объединение в единой интеллектуальной геоинформационной среде разнообразных геоинформационных массивов и ресурсов обеспечивает их совместное представление пользователям, включая визуализацию и пространственный анализ.

Технология ГИС разрабатывалась и применялась в рамках следующих проектов:

- Проект № 08-07-00106-а «Разработка и создание интеллектуальной географической информационной системы для поддержки фундаментальных и прикладных

исследований природных опасностей и рисков» (РФФИ);

- Проект 4.3.2 «Интеллектуально-аналитическая ГИС для комплексного анализа и интерпретации геометрической и семантической информации о геологическом строении Земли методами геоинформатики» (программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 14 «Научные основы эффективного природопользования, развития минерально-сырьевых ресурсов, освоения новых источников природного и техногенного сырья», подраздел 4.3 «Основы инфраструктуры пространственных данных для оценки и освоения природных и техногенных ресурсов»);
- Научно-исследовательская работа «Разработка Атласа главного магнитного поля Земли».

Наиболее важные результаты:

1. База геоданных ГИС. Создан прототип интеллектуальной ГИС «Данные наук о Земле по территории России», включающей в себя цифровые карты РФ различных тематических слоев данных по наукам о Земле.

Для информационного обеспечения ГИС использовались ресурсы различных научных организаций:

- Институтов РАН;
- Мировых центров данных (МЦД) Мировой системы данных (МСД);
- Геологической службы США (United States Geological Survey, USGS);
- Британской геологической службы (British Geological Survey, BGS);
- Германского исследовательского центра по наукам о Земле (German Research Centre for Geosciences, GFZ);
- Парижского института физики Земли (Institut de Physique du Globe de Paris, IPGP);
- Института окружающей среды и экологической устойчивости (Institute for Environment and Sustainability, IES) под эгидой Центра объединенных исследований Европейской комиссии (European Commission Joint Research Centre, EC JRC);
- Международной ассоциации по геомагнетизму и аэронавигации, МАГА (International Association of Geomagnetism and Aeronomy, IAGA);
- Международного института прикладного системного анализа (Австрия) (International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA).

Выполнено информационное наполнение ГИС новыми тематическими слоями данных по наукам о Земле, полученными из российских, зарубежных и международных научных источников. В настоящее время база геоданных ГИС содержит 220 тематических слоев по 17 категориям данных, в их числе: Геодезия и картография; Геология; Геофизика; Гляциология; Дистанционное зондирование Земли; Глобальные навигационные спутниковые системы; Гидрология; Промышленность; Метеорология–Климатология; Полезные ископаемые; Почвоведение; Политическая география; Население; Транспорт; Сельское хозяйство; Биогеография; Экология.

2. Подсистема визуализации ГИС. Разработана подсистема визуализации ГИС, предназначенная для обеспечения взаимодействия между ГИС и ее пользователями, включая:

- Визуализацию слоев геоданных (отображение карты);
- Манипуляцию областью отображения карты;
- Управление набором геоданных;
- Представление результатов выполнения алгоритмов, хранящихся в ЦКАОГД (см. ниже), и других задач.

Задача публикации базы геоданных по наукам о Земле реализуется посредством ГИС-приложения, которое будет обеспечивать интерфейс между данными и пользователем. Такое ГИС-приложение может быть запущено с рабочего места пользователя с доступом к сети Интернет без установки на него дополнительного программного обеспечения (ПО).

ГИС-приложение является основной частью подсистемы визуализации ГИС и реализуется как веб-приложение, отображающее картографическую информацию и позволяющее пользователю взаимодействовать с ГИС. Веб-приложение является платформонезависимым и позволяет подключаться к ГИС в любой точке мира при наличии доступа в Интернет.

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

1. Визуализация пространственных и атрибутивных данных (отображение карты);
2. 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;
3. Обеспечение взаимодействия с пользователем: выбор карты, изменение экстенда отображения карты, изменение видимости слоев карты.

Пользовательский интерфейс ГИС-приложения представлен несколькими областями в окне веб-браузера (Рис. 6.3):

1. *Область карты* со встроенным окном миникарты для удобства навигации – основная область экрана;
2. *Панель инструментов* для работы с картой;
3. Вкладки *Данные*, *Алгоритмы*, *Результаты* для управления картой – в левой части экрана;
4. *Заголовок* и информационная *Строка состояния* – дополнительные элементы пользовательского интерфейса.

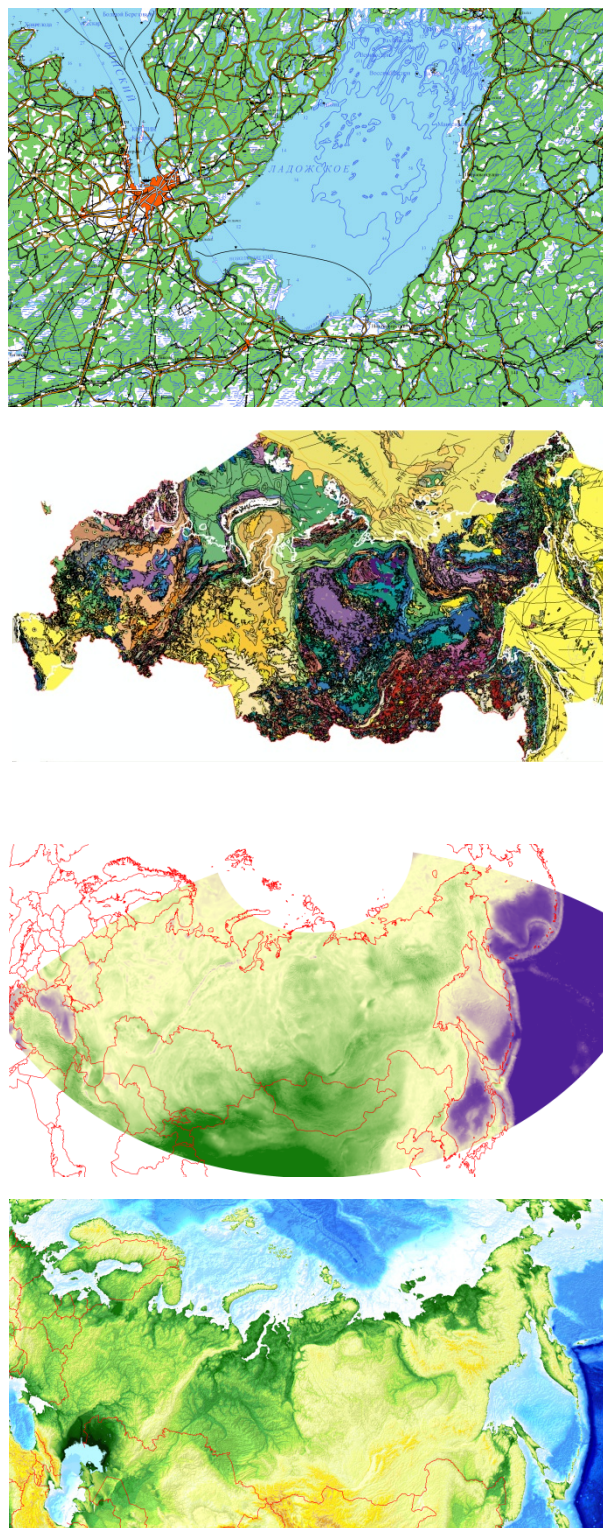


Рисунок 6.1. Визуализация в ГИС тематических слоев геоданных: (вверху, слева направо) топографическая карта (фрагмент, 1 : 1 000 000), геологическая карта (1 : 5 000 000); (внизу, слева направо) аномалии Буге (5'), цифровая модель высот ЕТОР01 (1').

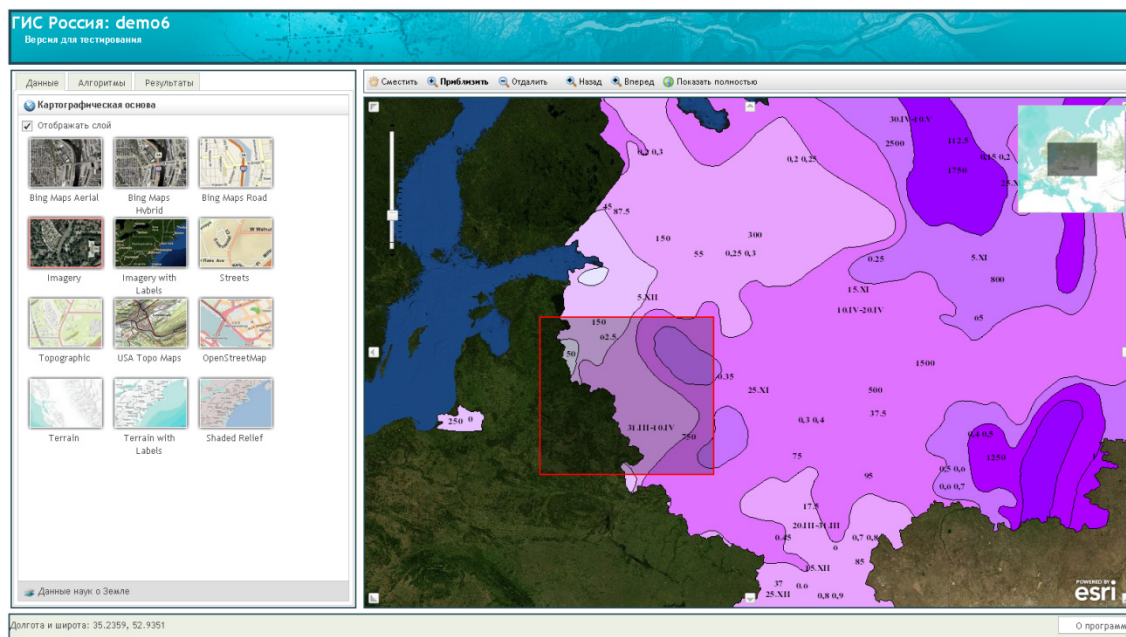


Рисунок 6.3. Выбор картографической основы.

К слоям геоданных, отображающимся в *Области карты*, можно применять все инструменты и операции, содержащиеся в *Панели инструментов* (Рис. 6.4, 6.5).

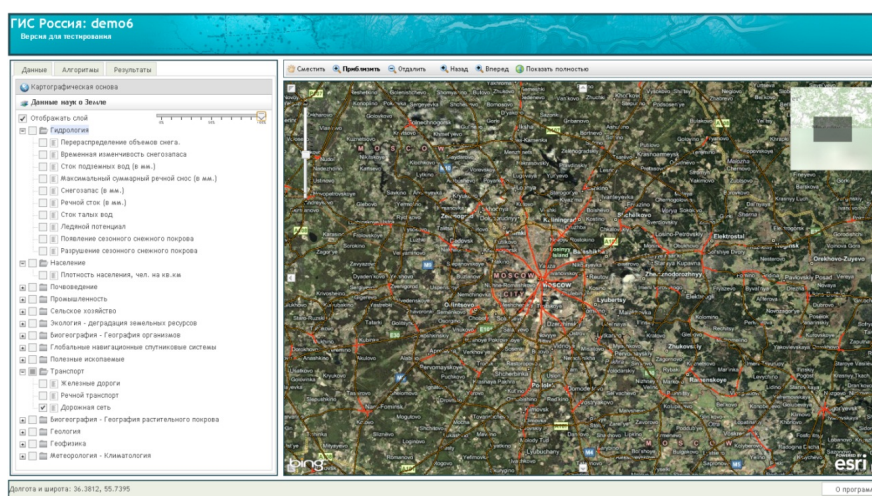
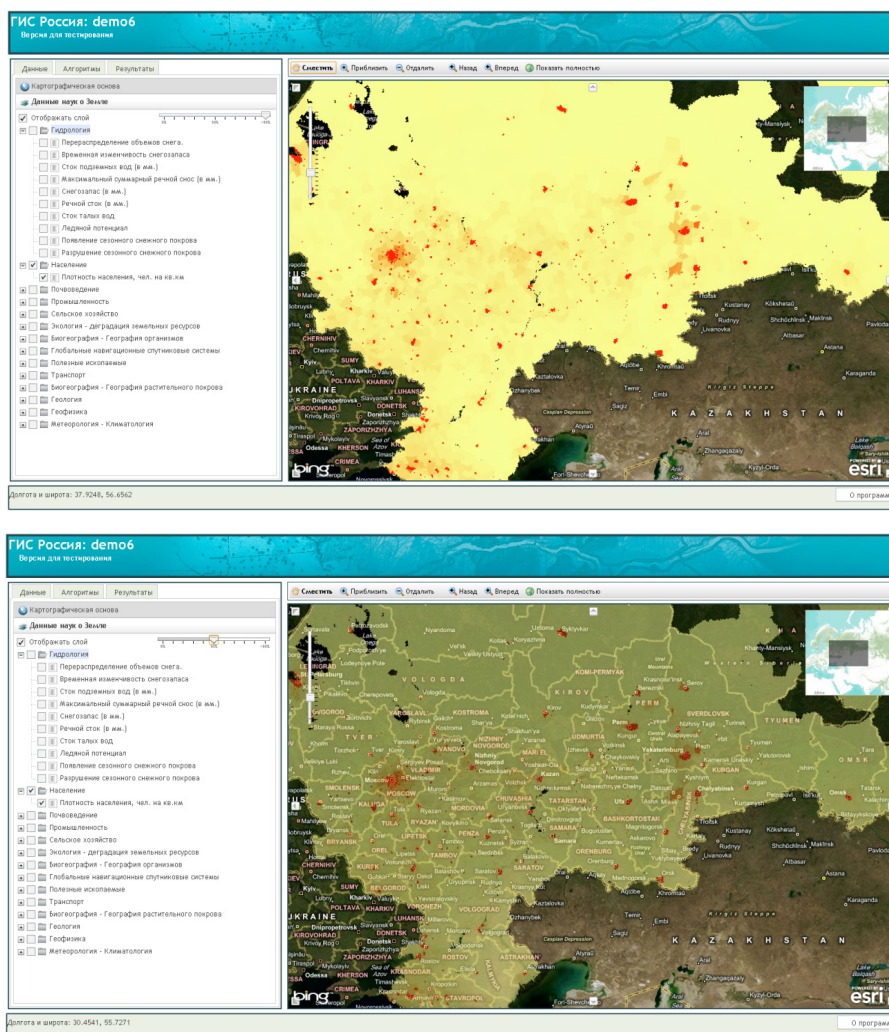


Рисунок 6.4. Изменение масштаба.



**Рисунок 6.5. Наложение слоев геоданных и изменение их прозрачности:
(вверху) плотность населения; (внизу) плотность населения и
административно-территориальное деление.**

Архитектура ГИС построена на базе географической информационной системы ArcGIS 9.3.1:

- база геоданных управляется СУБД Microsoft SQL Server и ArcGIS SDE и хранится на сервере ГЦ РАН под управлением операционной системы Windows. Часть данных представлена в виде SHP-файлов;
- подсистема редактирования представлена рабочими местами с установленным программным обеспечением ArcGIS Desktop.

Техническое решение реализации подсистемы визуализации также основано на базовом ПО ArcGIS 9.3.1 и использует ArcGIS Server как средство обработки и предоставления данных для визуализации. Веб-приложение реализовано при помощи программного интерфейса ArcGIS JavaScript API.

3. Технология и средства интеграции методов ИИ в единой геоинформационной среде. Разработана технология интеграции методов ИИ в единой геоинформационной среде в виде централизованного каталога алгоритмов обработки геоданных (ЦКАОГД). ЦКАОГД представляет собой подсистему ГИС, отвечающую за доступ к специфическим алгоритмам обработки геофизических данных, выполняемым централизованно на сервере ГИС. Создание и пополнение каталога производится самими пользователями. Каждый загруженный пользователем алгоритм проходит проверку и публикуется администратором, после чего становится доступным сообществу.

Сервер ГИС должен включать необходимое программное и техническое обеспечение для выполнения алгоритмов и передачи результатов пользователю, а также хранилище геофизических данных и результатов их обработки.

В отличие от исполнения алгоритмов на локальном компьютере технология ЦКАОГД обладает следующими преимуществами:

- постоянно пополняемый набор алгоритмов с детальными сведениями о них;
- возможность выполнения нескольких алгоритмов последовательно на одном наборе данных;
- минимальные требования к рабочему месту пользователя — все вычисления выполняются на сервере, пользователь получает только результаты;
- возможность удаленного доступа к базе геоданных и результатов их обработки.

Архитектура ЦКАОГД включает ГИС-сервер, веб-сервер, ГИС-клиент (JavaScript-клиент).

На ГИС-сервере опубликованы:

- все данные в виде map-сервисов;
- сервисы геообработки (алгоритмы).

Пользователь открывает ГИС-клиент. Вводит логин и пароль: система загружает набор данных и сервисов геообработки в виде двух списков (хранится на сервере в виде XML). Пользователь имеет возможность отобразить перечень доступных слоев и применить алгоритмы из загруженного перечня. Он выбирает из панели с каталогом алгоритмов нужный ему алгоритм и указывает его параметры. Система выполняет алгоритм на центральном сервере и предоставляет результаты пользователю (Рис. 6.6).

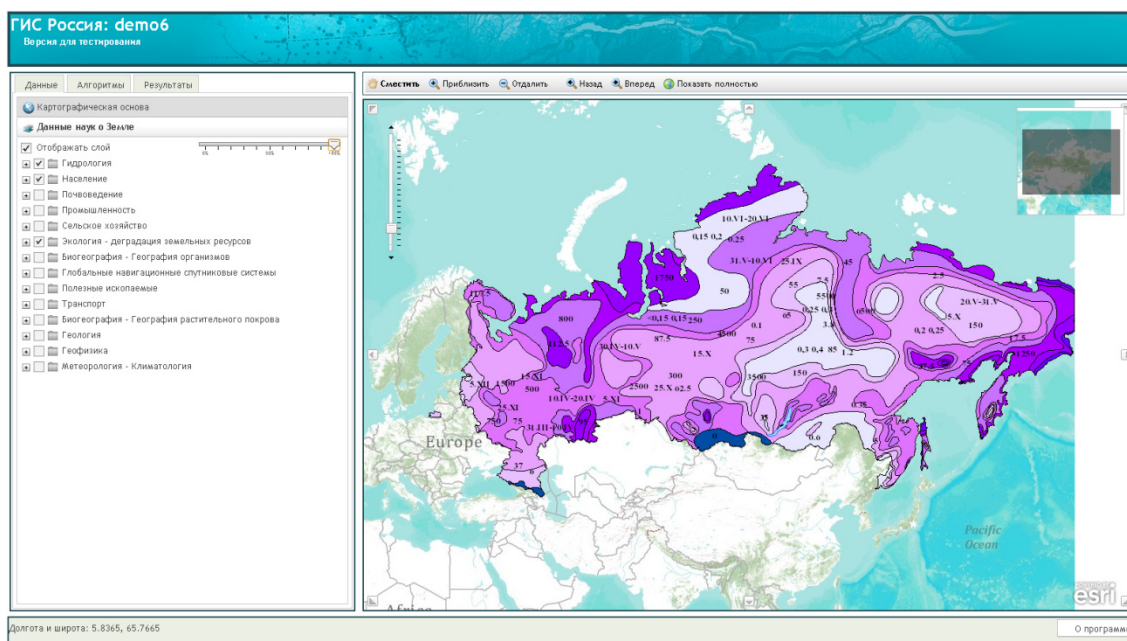


Рисунок 6.6. Подсистема визуализации ГИС с ЦКАОГД.

Таким образом, для выполнения обработки данных и представления результатов пользователю достаточно иметь веб-браузер, необходимость в дорогостоящем программном и аппаратном обеспечении отпадает.

4. Атлас магнитного поля Земли. Другим важнейшим приложением технологии ГИС явилось создание серии цифровых карт магнитного поля Земли для разработанного в ГЦ РАН Атласа магнитного поля Земли (МПЗ). Атлас включает коллекцию цифровых карт главного магнитного поля Земли (ГМПЗ) с 1500 по 2010 г. Он представляет собой унифицированный набор физических, общегеографических, тематических, в том числе исторических, карт МПЗ, а также справочных (текстовых и табличных) материалов, позволяющих тщательно и разносторонне изучать проблему МПЗ с 1500 г.

Разработана технология создания в среде ГИС цифровых карт пространственно-временных вариаций ГМПЗ за 1500–2010 гг. по историческим и современным данным с использованием современных и исторических моделей.

Технология ГИС позволяет быстро и эффективно картографировать любые характеристики магнитного поля Земли, как смоделированные, так и наблюдаемые. При этом система условных обозначений и прочее оформление, необходимые для адекватного отображения созданных карт, генерируются автоматически согласно разработанному шаблону. По указанной технологии также созданы карты векового хода ГМПЗ, движения магнитных полюсов, геомагнитных индексов и вариаций ГМПЗ в период мировых магнитных бурь, а также карты аномалий магнитного поля Земли.

5. Программно-аппаратный демонстрационный комплекс со сферическим проекционным экраном. Развернут программно-аппаратный демонстрационный комплекс со сферическим проекционным экраном, являющийся средством визуализации

нового поколения. Он предоставляет принципиально новые возможности трехмерной визуализации, представления и отображения данных, имеющих географическую привязку и организованных в среде ГИС.

Программно-аппаратный демонстрационный комплекс со сферическим проекционным экраном снабжен специализированной оптической зеркально-линзовой системой со сверхширокоугольной линзой с переменным фокусным расстоянием. Проекционная система монтируется в жестком металлическом корпусе с защитным напылением. Сверху монтируется сфера диаметром 61 см, изготовленная из акрила и покрытая изнутри напылением для проекционных экранов, а снаружи — антибликовым покрытием.

Комплекс подключается к ПК, на который установлено специализированное ПО. Оно позволяет конвертировать любое изображение прямоугольного формата с соотношением сторон 2:1 в сферический формат. Затем изображение передается на проектор и через оптическую зеркально-линзовую систему проецируется на внутреннюю поверхность сферического экрана. С помощью пульта дистанционного управления или при помощи приложения, запущенного на ПК, пользователь полностью контролирует процесс демонстрации изображения. Имеется возможность запускать, останавливать анимацию; вращать, наклонять и поворачивать изображение в любых направлениях.

При помощи ПО комплекс позволяет визуализировать растровые изображения, анимацию и видеоматериалы, в реальном времени конвертируя изображения для проецирования на сферический экран. В ПО комплекса реализована возможность представления данных, имеющих географическую привязку и получаемых в реальном или квазиреальном времени.

Программно-аппаратный демонстрационный комплекс не только не имеет российских аналогов, но и вообще не представлен в российских научных учреждениях. Он найдет широкое применение и окажет серьезную технологическую поддержку в фундаментальных исследованиях целому ряду институтов Отделения наук о Земле и РАН (Рис. 6.7).

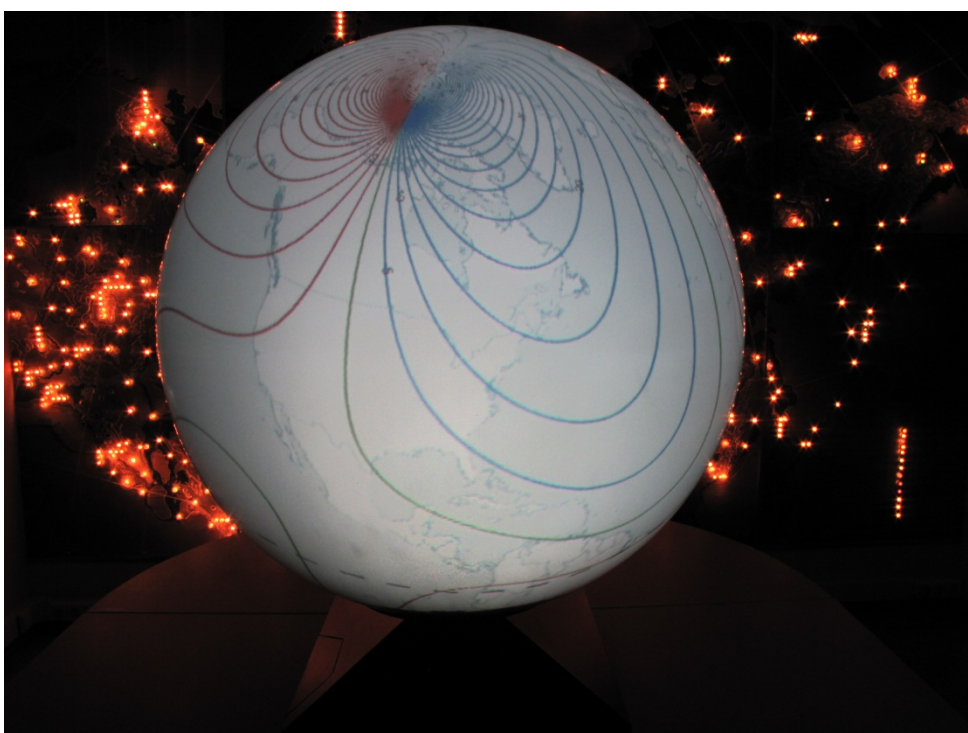
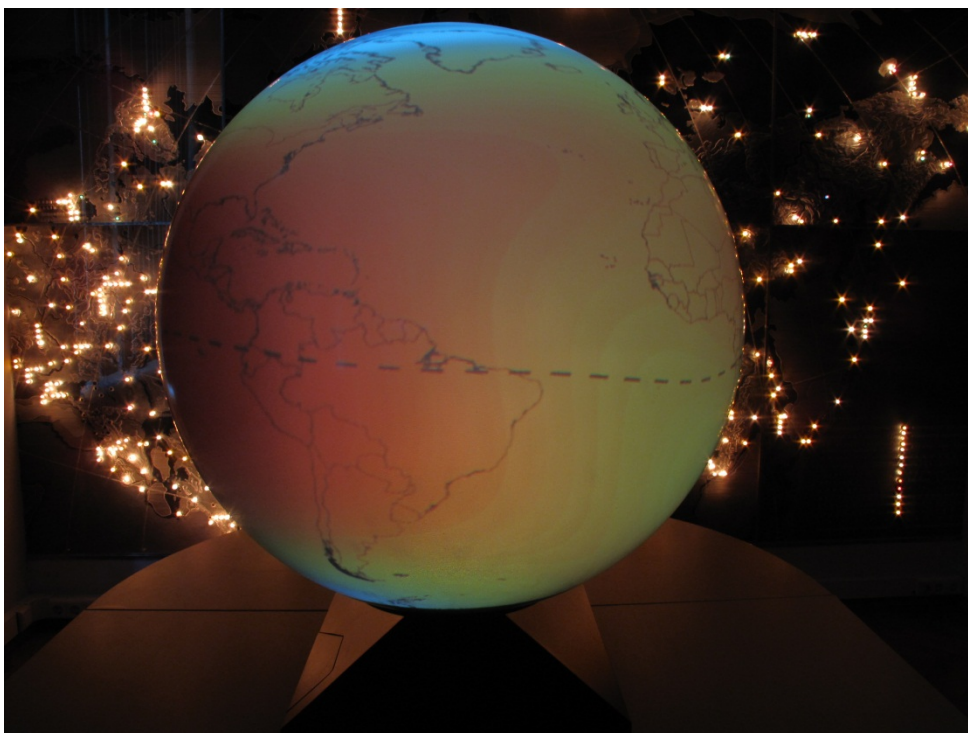


Рисунок 6.7. Демонстрационный комплекс. Визуализация компонент ГМПЗ.

Публикации сотрудников лаборатории:

- Белов С. В., Шестопапов И. П., Харин Е. П., Соловьев А. А., Баркин Ю. В. Вулканическая и сейсмическая активность Земли: пространственно-временные закономерности и связь с солнечной и геомагнитной активностью, Новые технологии, 2010, № 2, с. 3–12.
- Березко А. Е., Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Соловьев А. А., Хохлов А. В., Мандеа М. Атлас магнитного поля Земли и технология картографирования Главного магнитного поля Земли, Открытое образование, 2010, № 5 (82), с. 24–30.
- Березко А. Е., Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Красноперов Р. И., Рыбкина А. И., Лебедев А. Ю. Интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России», Проблемы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, материалы XV международной научно-практической конференции, 18–20 мая 2010 г., Москва, Россия; МЧС России, Москва, ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2010, с. 210–218.
- Богоутдинов Ш. Р., Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Соловьев А. А., Кин Э. Распознавание возмущений с заданной морфологией на временных рядах. I. Выбросы на магнитограммах всемирной сети ИНТЕРМАГНЕТ, Физика Земли, 2010, №11, с. 99–112.
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Соловьев А. А. Дискретный математический анализ и геолого-геофизические приложения, Вестник КРАУНЦ, Науки о Земле, 2010, № 2, выпуск № 16, с. 109–125.
- Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Березко А. Е., Соловьев А. А., Хохлов А. В., Снакин В. В., Митенко Г. В. Атлас Главного магнитного поля Земли, Геодезия и картография, 2010, № 4, с. 33–38.
- Докукин П. А., Кафтан В. И., Красноперов Р. И. Влияния формы треугольников геодезической сети на результаты определения деформаций земной поверхности, Известия высших учебных заведений, Геодезия и аэрофотосъемка, № 5, 2010, с. 6–11.
- Кафтан В. И., Красноперов Р. И., Юровский П. П. Графическое представление результатов определения движений и деформаций земной поверхности средствами глобальных навигационных спутниковых систем, Геодезия и картография, № 11, 2010, с. 2–7.
- Лебедев А. Ю., Березко А. Е. Создание централизованного каталога алгоритмов обработки геоданных, Геоинформатика, 2010, № 2, с. 67–70.
- Mandea M., Korte M., Soloviev A., Gvishiani A. Alexander von Humboldt's charts of the Earth's magnetic field: an assessment based on modern models, Hist. Geo Space. Sci., 1, 63–76, doi:10.5194/hgss-1-63-2010, 2010.

Тезисы:

- Кафтан В. И., Докукин П. А., Красноперов Р. И., Юровский П. П. Контроль деформаций сейсмоактивного разлома в сети непрерывных ГНСС-измерений, 6-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сферы их применения», 31 марта–1 апреля 2010, Москва, тезисы докладов, 2010, с. 25–26.
- Gvishiani A., Beriozko A., Soloviev A., Krasnoperov R., Rybkina A. Intellectual GIS “Earth Science Data on the Territory of Russia”, тезисы докладов Научно-практической конференции «Перспективы развития методов и принципов обеспечения сейсмобезопасности в Российской Федерации», Москва, 20 мая 2010 г., Москва, 2010, с. 33.

Доклады на конференциях:

- Березко А. Е., Соловьев А. А., Красноперов Р. И., Лебедев А. Ю., Рыбкина А. И. Данные наук о Земле по территории России, V Фестиваль науки, Москва, Фундаментальная библиотека МГУ, 10 октября 2010 г.
- Гвишиани А. Д., Березко А. Е., Красноперов Р. И., Соловьев А. А., Рыбкина А. И. Мультифункциональная интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России», Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток, Россия.

Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Авдюшин С. И., Мандеа М., Соловьев А. А., Хохлов А. В. Атлас магнитного поля Земли, Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток, Россия.

Гвишиани А. Д., Жалковский Е. А., Березко А. Е., Мандеа М. Структура технологии ГИС для создания Атласа магнитного поля Земли, Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», 8–11 апреля 2010 г., Владивосток, Россия.

Жалковский Е. А., Гвишиани А. Д., Березко А. Е., Фундаментальные принципы создания ГИС для органов государственной власти и бизнеса, Международная конференция «Современные ГеоТехнологии: новые возможности для управления и бизнеса» в рамках годового ежегодного события «Форум по спутниковой навигации» и Форума «GEOFORM+ 2010», Москва, 30 марта 2010 г.

Командировки сотрудников лаборатории:

А. Е. Березко

Участие в рабочем совещании по проекту BONITA, г. Оденсе, Дания, 13–18 ноября.

Р. И. Красноперов

1. Участие в работе Управляющей группы проекта Baltic Organization and Network of Innovation Transfer Associations (BONITA), г. Познань, Польша, 13–16 июня.
2. Рабочая встреча с представителями компании Global Imagination. Участие в совместном проекте сотрудничества между NOAA NGDC и ГЦ РАН, г. Боулдер, г. Кемпбелл, США, 23 сентября – 18 октября.

А. А. Соловьев

1. Обсуждение проекта создания международного Арктического института, г. Версаль, Франция, 18–22 января.
2. Развитие российского сегмента сети ИНТЕРМАГНЕТ, г. Санкт-Петербург, Россия, 10–13 марта.
3. Изучение и анализ геомагнитных и гравитационных спутниковых данных с использованием алгоритма FLASAR, г. Париж, Франция, 10 апреля – 25 мая.
4. Участие в совместном проекте сотрудничества между NOAA NGDC и ГЦ РАН, г. Боулдер, США, 24 сентября – 13 октября.

А. И. Рыбкина

1. Геологические исследования, ст. Тамань, Россия, 18–22 августа.
2. Участие в совместном проекте сотрудничества между NOAA NGDC и ГЦ РАН, г. Боулдер, США, 24 сентября – 17 октября.
3. Подготовка Международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент ИНТЕРМАГНЕТ», г. Углич, Россия, 21 декабря.

7. Лаборатория электронных публикаций

(зав. лабораторией к.т.н. В. А. Нечитайленко)

Продолжались работы по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-ового «Российского журнала наук о Земле» (РЖНЗ). Опубликовано 2 выпуска общим объемом около 22 авторских листов. Опубликованные выпуски завершают публикацию предусмотренных планом трудов Международной конференции «Итоги Электронного геофизического года».

Продолжено выполнение регулярных работ в соответствии с планом и обязательствами ГЦ как члена Международной ассоциации издателей научной литературы (PILA – Publishers International Linking Association), для каждой из статей, опубликованных в указанных выпусках РЖНЗ, в том числе изданных только на русском языке, были подготовлены так называемые response pages, включающие аннотации на английском языке с ссылками ко всем частям соответствующих статей, а также метаданные о статьях с полными списками цитированной в них литературы в формате XML в соответствии с CrossRef DTD.

Регулярно пополнялась база электронных публикаций ГЦ, объем которой приближается к 75 тыс. документов (состояние на конец 2010 г.). Введен в строй новый, значительно более производительный сервер электронных публикаций, на котором установлен интерфейс к поисковой системе Google Custom, регулярно обновлялись полные списки документов в соответствии с протоколом Sitemap Protocol.

Выполнен большой объем работ по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-ового мультимедийного журнала «Вестник ОНЗ РАН». Интернет адрес журнала: <http://onznews.wdcb.ru/>. Всего опубликовано 13 выпусков, включая специальный выпуск, посвященный 40-летию ДВО РАН.

В разделе «Статьи» опубликовано 20 обзорных статей ведущих российских специалистов в области наук о Земле, в том числе шести академиков и член-корреспондентов РАН, а также труды Десятой юбилейной конференции «Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле».

Регулярно обновлялось содержание раздела «Международные конференции» и канал RSS, содержащий краткую информацию о публикуемых в «Вестнике ОНЗ РАН» материалах.

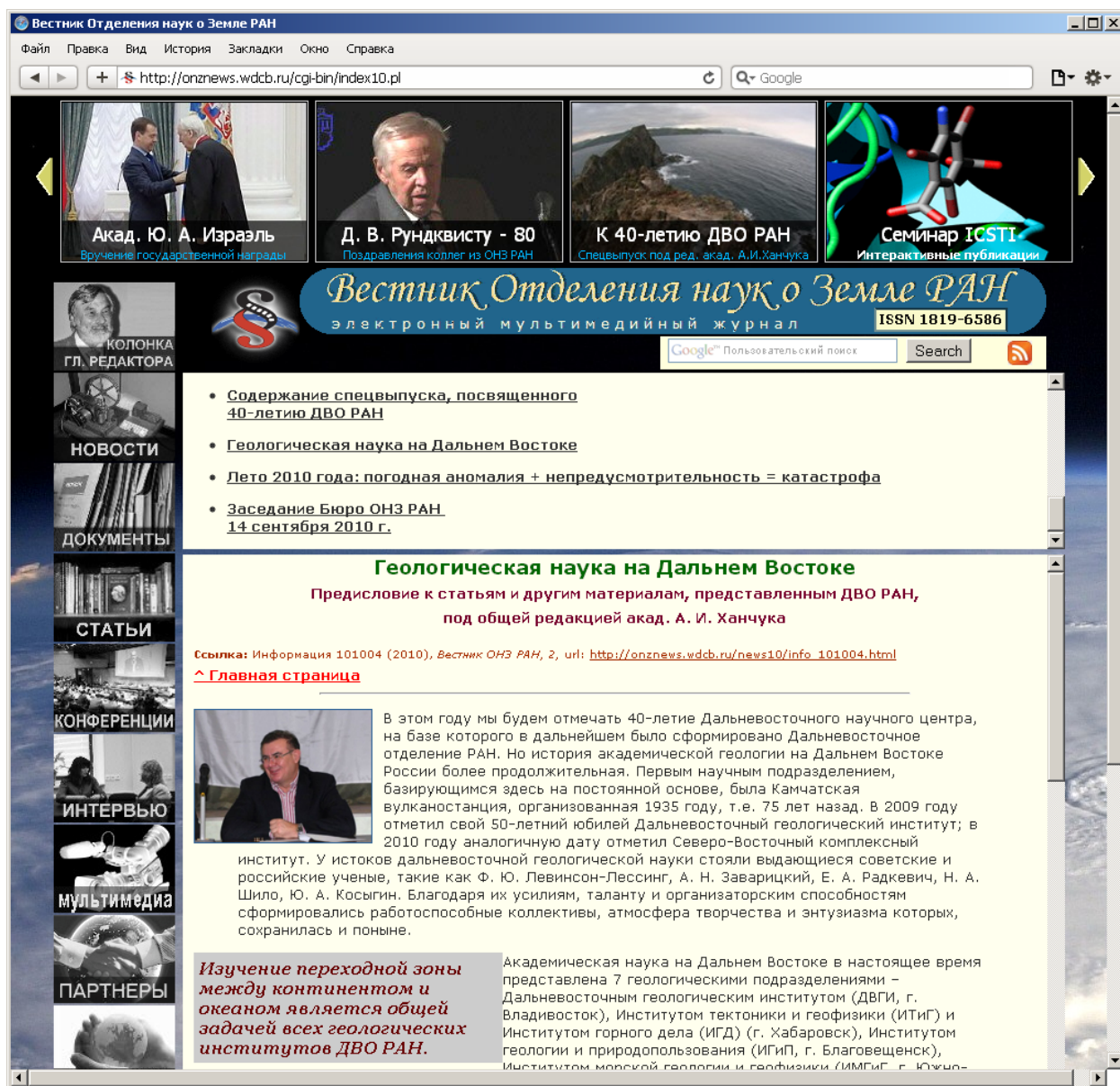


Рисунок 7.1. Страница спецвыпуска, посвященного 40-летию ДВО РАН.

Актуализированы существующие и разработаны новые программно-технические средства для авторов, редакторов и пользователей, в числе которых:

- Новый стилевой файл SimpleTEXML, адаптированный к публикуемым ГЦ РАН журналам, включая поддержку русского языка, а также максимально возможный уровень совместимости со стандартом SGML, что, в свою очередь, обеспечивает возможность программной генерации XML непосредственно в процессе трансляции исходных текстов, автоматическую генерацию внутренних и внешних гиперссылок, возможность включения мультимедийных компонентов, в том числе видео и анимации на базе технологии OCG (виртуальные страницы).
- Обновлен авторский индекс РЖНЗ, обеспечивающий дружественный интерфейс с выходом на оба сайта через систему множественного разрешения CrossRef (технология “multiple resolution”).

- Разработан ряд дополнительных программных инструментов для подготовки специальных типов информационных материалов для онлайн-журнала «Вестник ОНЗ РАН» (генератор исходных материалов RSS, программа актуализации RSS канала, программа обновления «карусели», и др.).

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.

8. Лаборатория цифровой картографии

(зав. лабораторией д.т.н., профессор **Е. А. Жалковский**)

В 2010 г. в лаборатории выполнялись следующие бюджетные и хозрасчетные НИР:

- Разработка на основе компьютерных технологий новых методов создания электронных атласов и их подготовки к изданию (Р № 0120.0 950391, научный руководитель д.т.н. **Е. А. Жалковский**, бюджетная).
- Разработка методики проблемно-ориентированных геоинформационных систем для территории России с применением средств видеоконференцсвязи и GRID-технологий (Р № 0120.0 950390, научный руководитель к.т.н. А. М. Мерзлый, бюджетная).
- Разработка Атласа магнитного поля Земли (хозрасчетная НИР по договору № 38/ГФ/Н-08/2).

Получены следующие основные результаты:

1. Выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку Атласа магнитного поля Земли (далее Атласа):
 - Разработан образцовый лист магнитного поля Земли для формирования Атласа.
 - Созданы тематические карты вариаций магнитного поля Земли в период мировой магнитной бури 15–25 января 2005 г., проведены анализ и описание этих карт.
 - Разработан словарь терминов и определений для Атласа магнитного поля Земли.

Результаты работы внедрены в Росгидромете.

2. Разработаны предложения по созданию системы видеоконференцсвязи ОНЗ РАН. Проведены многочисленные видеоконференции с учреждениями

Дальневосточного отделения РАН, Отделения наук о Земле, с Мировым центром данных (США, Боулдер).

3. Разработан макет программного обеспечения проблемно-ориентированной ГИС на примере «Цифрового атласа магнитного поля Земли».

Публикации сотрудников лаборатории:

- Зенченко Т. А., **Мерзлый А. М.**, Бреус Т. К.. Характерные типы реакций на действие земной и космической погоды у здоровых людей и больных с артериальной гипертензией, Методы нелинейного анализа в кардиологии и онкологии: Физические подходы и клиническая практика. Вып. 2, Москва, 2010, с.141–155.
- Зенченко Т. А., Солонин Ю. Г., **Мёрзлый А. М.** Оценка индивидуальной чувствительности организма человека к действию атмосферных факторов в условиях северных широт, Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера, Сыктывкар, 2010, с. 49–55.
- Мёрзлый А. М.**, Зенченко Т. А., Использование современных информационных технологий (СИТ) в задаче мониторинга геофизических полей и оценки их влияния на биологические и технические системы в условиях высоких широт, материалы Международного симпозиума «Экология арктических и приарктических территорий», Архангельск, 6–10 июня 2010, с. 134–136.
- Ханчук А. И., **Гвишиани А. Д.**, Наумова В. В., **Мерзлый А. М.**, Горячев И. Н. Видеоконференцсвязь отделения наук о Земле РАН: текущее состояние и перспективы развития, Открытое образование, 2010, № 5, с. 31–44.

Тезисы:

- Баевский Р. М., Берсенева А. П., Зенченко Т. А., **Мёрзлый А. М.**, Слепченкова И. Н. Разработка технологии долговременных медико-экологических исследований состояния здоровья практически здоровых людей. Тезисы докладов конференции по результатам эксперимента со 105-суточной изоляцией «Изучение адаптационных изменений организма человека к условиям длительного пребывания в гермообъекте с искусственной средой обитания», Москва, 1–3 марта 2010, с. 23–24.
- Григорьев П. Е., Судаков А. А., Храмов В. В., **Мерзлый А. М.**, Хорсева Н. А. Использование распределенных вычислений в информационной системе мониторинга зависимости состояния человека от гелиометеофакторов. Тезисы докладов 4-й международной конференции «Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании», Дубна, 28 июня – 3 июля 2010 г., с. 34–35.
- Мёрзлый А. М.**, **Никифоров О. В.**, Гусев А. Н. Использование современных информационных технологий в задаче мониторинга геофизических полей и оценке их влияния на биологические и технические системы. Тезисы докладов Всероссийского семинара «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», г. Владивосток 6–10 апреля 2010, с. 12–13.
- Мёрзлый А. М.**, Зенченко Т. А., Хорсева Н. И., Горбунова Н. В., Григорьев П. Е., Поскотинова Л. В. Результаты оценки влияния геомагнитной активности и метеорологических факторов на психофизиологические характеристики организма. Тезисы докладов III Международной конференции «Человек и электромагнитные поля», г. Саров, 24–28 мая 2010 г., с. 60–61.

Доклады на конференциях:

Баевский Р. М., Берсенева А. П., Зенченко Т. А., **Мёрзлый А. М.**, Слепченкова И. Н. Разработка технологии долговременных медико-экологических исследований состояния здоровья практически здоровых людей. Международная конференция по результатам эксперимента со 105-суточной изоляцией «Изучение адаптационных изменений организма человека к условиям длительного пребывания в гермообъекте с искусственной средой обитания», Москва, 1–3 марта 2010 г.:

Мёрзлый А. М., Никифоров О. В., Гусев А. Н. Использование современных информационных технологий в задаче мониторинга геофизических полей и оценке их влияния на биологические и технические системы. Всероссийский семинар «Современные информационные технологии для фундаментальных научных исследований РАН в области наук о Земле», Владивосток 6–10 апреля 2010.

Мёрзлый А. М., Зенченко Т. А., Хорсева Н. И., Горбунова Н. В., Григорьев П. Е., Поскотинова Л. В. Результаты оценки влияния геомагнитной активности и метеорологических факторов на психофизиологические характеристики организма. Международная конференция «Человек и электромагнитные поля», г. Саров, 24 – 28 мая 2010 г.

Мёрзлый А. М., Зенченко Т. А. Особенности индивидуальной чувствительности комплекса психофизиологических показателей к воздействию метеорологических и геомагнитных факторов. V Всероссийский симпозиум с международным участием «Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера» г. Сыктывкар, 3–4 июня 2010 г.

Мёрзлый А. М., Зенченко Т. А. Использование современных информационных технологий (СИТ) в задаче мониторинга геофизических полей и оценки их влияния на биологические и технические системы в условиях высоких широт. Международный симпозиум «Экология арктических и приарктических территорий», Архангельск, 6–10 июня 2010 г.

Григорьев П. Е., Судаков А. А., Храмов В. В., **Мерзлый А. М.,** Хорсева Н. А. Использование распределенных вычислений в информационной системе мониторинга зависимости состояния человека от гелиометеофакторов. 4-я Международная конференция «Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании», Дубна, 28 июня – 3 июля 2010 г.

9. Международный отдел

В 2010 г. ГЦ РАН активно сотрудничал с Университетом Версаля и Сан Квентан-ан-Ивлен (University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines). На базе Университета планируется создать Французский институт изучения Арктики. Вклад ГЦ в деятельность института должен состоять в объединении веб-ориентированной базы данных по арктическому региону с Международным порталом полярного года; создании геоинформационной системы (ГИС) как интерфейса доступа к базе данных по арктическому региону; передаче материалов по арктическому региону, накопленных в российских центрах данных; развитии системы обработки данных и контроля качества исторических данных на базе разработанной в ГЦ алгоритмической системы FLASAR и ее интеграции в ГИС.

ГЦ вносит активный вклад в расширение российского сегмента сети ИНТЕРМАГНЕТ. Была проведена большая работа по подготовке развертывания в РФ пяти новых магнитных обсерваторий и созданию единой сети ИНТЕРМАГНЕТ с региональными центрами данных в ГЦ.

В рамках существующего соглашения между учреждениями РАН и Национальным центром геофизических данных США в 2010 г. состоялся визит делегации ученых ГЦ при

участии директора ИФЗ, академика-секретаря ОНЗ А. О. Глико и директора ГЦ А. Д. Гвишиани в Национальную океанографическую и атмосферную администрацию (NOAA, г. Боулдер, США) и Стэнфордский университет (г. Пало Альто, США). Во время визита была достигнута договоренность об осуществлении новых совместных проектов по автоматизированному распознаванию естественных возмущений на данных по цунами и спутниковых магнитных данных при помощи алгоритмов, разработанных в ГЦ, и по автоматизированной оцифровке магнитограмм с аналоговых носителей за 1957–1981 гг.

В результате сотрудничества с компанией Global Imagination было получено уникальное математическое обеспечение, позволяющее представлять данные на сферическом экране, единственном в РФ. Специалистами ГЦ был освоен процесс подготовки презентаций и демонстрационных видео, а также была пополнена база данных по различным тематическим слоям для презентаций на сферическом экране.

На созданном в ГЦ специализированном сайте МПГ продолжено формирование информационных ресурсов по регионам Арктики и Антарктики. Добавлен ряд новых массивов данных. Новые данные по полярным областям Земли зарегистрированы в национальной системе МПГ-Инфо, относящиеся к ним метаданные включены в международный Портал IPYDIS.

В рамках создания Мировой системы данных в ГЦ активно ведется работа по созданию российско-украинского кластера. При сотрудничестве Мировых центров данных России и Украины создана общая распределенная информационно-аналитическая система для хранения и обработки данных. Система обеспечивает интерактивный доступ в сети Интернет к междисциплинарной базе данных, включающей информационные ресурсы двух российских МЦД по физике твердой Земли и солнечно-земной физике и украинского МЦД по геоинформатике и устойчивому развитию. При формировании базы данных предпочтение отдано данным, относящимся к территории России и Украины.

ГЦ принадлежит ключевая роль в развитии сотрудничества между РАН и Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA). В результате директор Геофизической службы РАН, чл.-корр. РАН А. А. Маловичко вошел в состав Научного консультационного комитета IIASA. В рабочий план исследований IIASA на 2011–2015 гг. были включены важные для РАН темы, такие, как, например, “Xevents” («Экстремальные события»), посвященные изучению общих закономерностей экстремальных событий в природе, развитии общества, политике, экономике.

Продолжалась работа по развитию интерактивного информационного ресурса данных в области космической физики SPIDR. Разработана и реализована новая версия REST-сервисов для доступа к данным из SPIDR и других источников данных; реализован модуль для доступа к новой базе данных по спутникам GOES-13, 14, 15 из SPIDR; в SPIDR добавлен модуль системы отображения эффектов космической погоды; отработана установка портала SPIDR на виртуальную машину под управлением ОС Ubuntu 9.10 и создан прототип системы автоматического распознавания текстовой маркировки на

спутниковых снимках DMSP и веб-приложения для визуализации результатов модели полярных сияний OVATION.

ГЦ продолжал работу по предоставлению информационных и консалтинговых услуг по проекту транснационального сотрудничества: «Балтийская организация и сеть Ассоциаций передачи инноваций – BONITA» в рамках межрегиональной программы Interreg IVB, в том числе:

- Участие в совещаниях рабочих и региональных групп проекта BONITA;
- Отбор нескольких моделей поддержки передачи технологий и инноваций, разработанных в Ленинградской области;
- Предоставление требуемой информации и анализ ключевых факторов успеха для передачи технологий и инноваций в Ленинградской области;
- Вклад в разработку оценочных отчетов совместно с другими членами консультационного совета проекта BONITA;
- Участие в учебных визитах по проекту BONITA.

В 2010 г. ученые ГЦ выступали с устными и стендовыми докладами на следующих международных конференциях:

- Международная конференция по климату (Хельсинки, Финляндия);
- Ежегодная Генеральная ассамблея по всем наукам о Земле Европейского союза наук о Земле (Австрия);
- Международный симпозиум Европейского космического агентства «Живая планета» (Норвегия);
- IX Международная конференция «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты» (Украина);
- Международная конференция «Геологические события, геологическая история и роль Международной программы наук о Земле в исследовании Земли» (Испания);
- Международный семинар «Интерактивные публикации и документирование науки» (Франция).

10. Национальный геофизический комитет

Национальный геофизический комитет РАН осуществляет свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле РАН. Базовой организацией Национального геофизического комитета является Геофизический центр РАН.

Национальный геофизический комитет осуществляет членство России в Международном союзе геодезии и геофизики (МСГГ), а также в его ассоциациях: Международной ассоциации геодезии (МАГ), Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли (МАСФНЗ), Международной ассоциации вулканологии и химии недр Земли (МАВХНЗ), Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (МАГА), Международной ассоциации метеорологии и атмосферных наук (МАМАН), Международной ассоциации гидрологии (МАГН), Международной ассоциации физических наук об океане (МАФНО), Международной ассоциации криосферных наук (МАКН).

Председатель Национального геофизического комитета РАН – член-корреспондент РАН Алексей Джерменович Гвишиани.

При финансовой и организационной поддержке МСГГ в 2010 г. в России был проведен ряд международных научных конференций и симпозиумов.

В течение 2010 г. велась подготовка к проведению международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент ИНТЕРМАГНЕТ». Конференция была проведена 26–28 января 2011 г. в Угличе, Ярославская область. Конференция частично финансировалась из особых фондов поддержки МСГГ.

В 2009 г. в МСГГ были образованы четыре новых комитета: комитет по образованию и развитию; комитет по членству в Союзе; комитет по присуждению премий и званий; комитет по перспективному развитию. В состав каждого из комитетов помимо председателя входят три члена. В 2010 г. НГК представил кандидатуры от России для включения их в состав каждого из вновь образованных комитетов. На должность председателя Комитета МСГГ по присуждению премий и званий (IUGG Honours and Recognition Committee) был избран дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР член-корреспондент РАН В. П. Савиных – председатель секции геодезии НГК РАН. В состав Комитета МСГГ по перспективному развитию (IUGG Visioning Committee) был избран член-корреспондент РАН А. Д. Гвишиани.

В 2010 г. на 32-й Генеральной ассамблее Европейской сейсмологической комиссии ученый секретарь Секции сейсмологии и физики недр Земли НГК А. Д. Завьялов был избран вице-президентом ЕСК. В качестве места проведения 33-ей Генеральной ассамблеи Совет ЕСК определил Москву (август 2012 г.).

В 2011 г. в период с 28 июня по 7 июля в Мельбурне, Австралия, состоится XXV Генеральная ассамблея МСГГ. Это важное мероприятие, проходящее раз в четыре

года, соберет ведущих ученых со всего мира. В рамках Ассамблеи будут обсуждаться новейшие достижения в области наук о Земле.

На предстоящей Ассамблее будут проходить выборы в руководящие органы Союза, его ассоциаций и комиссий. Будут утверждены национальные представители России во всех ассоциациях Союза. В 2010 г. НГК вел активную работу по выдвижению российских ученых для участия в выборах в руководящие органы Союза и его ассоциаций. Материалы по всем кандидатам были поданы в Бюро МСГГ.

В руководящие органы Союза от России баллотируются: чл.-корр. РАН И. И. Мохов – в Бюро МСГГ; д.ф.-м.н. Е. Г. Морозов – на должность президента МАФНО; чл.-корр. РАН О. Н. Соломина – на должность вице-президента МАКН.

За прошедший год был существенно расширен и улучшен сайт НГК РАН (<http://ngc.gcras.ru>). Была создана полноценная версия сайта на английском языке (http://ngc.gcras.ru/index_eng.html).

В 2010 г. проведены заседания всех секций НГК РАН, на которых рассмотрены основные научные результаты, проекты и международные мероприятия МСГГ.

17 декабря 2010 г. в Геофизическом центре РАН состоялось заседание секции геодезии Комитета, которое вел председатель секции чл.-корр. РАН В. П. Савиных. В ходе заседания обсуждались вопросы, касающиеся деятельности секции в 2010 г. и подготовки к Генеральной ассамблее МСГГ. Также на заседании обсуждалась работа Комитета по наградам МСГГ, возглавляемого В. П. Савиных. Бюро Комитета учредило награды для членов Союза и его ассоциаций, внесших значительный вклад в его научную и организационную деятельность. Среди прочих следует отметить проект золотой медали им. В. В. Белоусова – высшей награды Союза, которая будет вручаться раз в четыре года на Генеральной ассамблее МСГГ.



**Председатель секции геодезии чл.-корр. РАН В. П. Савиных
и председатель НГК РФ чл.-корр. РАН А. Д. Гвишиани.**

Представители России в Международном союзе геодезии и геофизике и его ассоциациях в 2010 г.

Национальный геофизический комитет России:

- Гвишиани Алексей Джерменович, чл.-корр. РАН, председатель;
- Котляков Владимир Михайлович, академик, заместитель председателя;
- Красноперов Роман Игоревич, секретарь.

Представители РАН на высших постах в руководящих и рабочих органах МСГГ

- Исмаил-Заде Алик, генеральный секретарь МСГГ, МИТП РАН;
- Морозов Евгений Георгиевич, вице-президент МАФНО, ИО РАН;
- Савиных Виктор Петрович, чл.-корр. РАН, председатель Бюро Комитета МСГГ по присуждению премий и званий, МИИГАиК;
- Гвишиани Алексей Джерменович, чл.-корр. РАН, член Бюро Комитета МСГГ по перспективному развитию, ГЦ РАН.

Национальные представители России в МСГГ

- Джамалов Роальд Гамидович, д.г.-м.н., председатель секции гидрологии, национальный представитель в МАГН, Институт водных проблем РАН.
- Гвишиани Алексей Джерменович, чл.-корр. РАН, председатель НГК, национальный представитель в МАГА, Геофизический центр РАН.
- Глико Александр Олегович, академик, председатель секции сейсмологии и физики недр Земли, национальный представитель в МАСФНЗ, Институт физики Земли РАН.
- Котляков Владимир Михайлович, академик, заместитель председателя НГК, председатель секции криосферных наук, национальный представитель в МАКН, Институт географии РАН.
- Морозов Евгений Георгиевич, д.ф.-м.н., председатель секции физических наук об океане, национальный представитель в МАФНО, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН.
- Мохов Игорь Иванович, чл.-корр. РАН, председатель секции метеорологии и атмосферных наук, национальный представитель в МАМАН, Институт физики атмосферы РАН.
- Савиных Виктор Петрович, чл.-корр. РАН, председатель секции геодезии, национальный представитель в МАГ, Московский государственный университет геодезии и картографии.
- Федотов Сергей Александрович, академик, председатель секции вулканологии и химии недр Земли, национальный представитель в МАВХНЗ, Институт вулканологии ДВО РАН

Представители России в ассоциациях и комиссиях МСГГ в 2010 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.	НИИЯФ МГУ	Финансовый комитет МАГА
Винник Л. П.	д.ф.-м.н..	ИФЗ РАН	Комиссия МСГГ по изучению глубинного строения Земли
Гельфан А. Н	д.ф.-м.н.	ИВП РАН	Вице-президент Международной комиссии по гидрологии снега и льда
Голосов В. Н	д.г.н.	Геологический факультет МГУ	Президент Международной комиссии по континентальной эрозии
Грамм-Осипова В. В.	д.х.н.	Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН	Рабочая группа SCOR (Scientific Committee for Oceanographic Research) 127: Термодинамика и новое уравнение состояния морской воды
Гусяков В. К.	д.ф.-м.н.	ИВМиМГ СО РАН	Комиссия МСГГ 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 МСГГ по изучению глубинного строения Земли
Завьялов А. Д.	д.ф.-м.н.	ИФЗ РАН	Совет Европейской сейсмологической комиссии; председатель комиссии «Очаг землетрясения: моделирование и прогноз» МАСФНЗ
Зекцер И. С.	д.г.-м.н.	ИВП РАН	Вице-президент Международной ассоциации гидрогеологов
Казимировский Э. С.	д.ф.-м.н.	ИСЗФ СО РАН	Председатель рабочей группы II-D (МАГА): Внешнее возбуждение средней атмосферы

Катцов В. М.	д.ф.-м.н.	ГГО, Росгидромет	Бюро МАМАН
Кособоков В. Г.	д.ф.-м.н.	МИТП РАН	Вице-президент Комиссии МСГГ по геофизическому риску и устойчивому развитию
Криволуцкий А. А.	д.ф.-м.н.	ЦАО, Росгидромет	Международная комиссия по средней атмосфере
Кузнецов В. Д.	д.ф.-м.н.	ИЗМИРАН	Представитель МАГА 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 (МАГА): 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 МАГ
Маловичко А. А.	чл.-корр. РАН	Геофизическая служба РАН, г. Обнинск	Управляющий совет международного сейсмологического центра (МСЦ)
Морозов А. Ф.	к.г.-м.н.	Министр природных ресурсов и экологии России	Международная программа по изучению литосферы
Морозов Е. Г.	д.ф.-м.н.	ИО РАН	Вице-президент МАФНО; 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	Вице-президент 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.	Курчатовский институт	Международная комиссия по атмосферной радиации
Салтыков В. А.	д.ф.-м.н.	Камчатский филиал Геофизической службы РАН	Национальный представитель России в Азиатской сейсмологической комиссии (АСК)
Слезин Ю. Б.	д.г.-м.н.		Международная комиссия по вулcano-спелеологии
Селезнев В. С.	д.г.-м.н.	ГС РАН	Координационная группа МАСФНЗ по активному мониторингу
Соболев Г. А.	чл.-корр. РАН	ИФЗ РАН	Номинационный комитет МАСФНЗ
Старовойт О. Е.	к.ф.-м.н.	Геофизическая служба РАН, г. Обнинск	Исполнительный комитет Международного сейсмологического центра (МСЦ) от МАСФНЗ
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

Участие секций в международных проектах и программах МСГГ

Секция геодезии

Сотрудники ЦНИИГАиК выполняли совместные работы по созданию единой нивелирной сети Северной Европы и Европейской части России по проекту «Геоид» в сотрудничестве с Федеральным агентством геодезии и картографии Германии (BKG) — «Построение модели точного геоида в целях создания единой общеевропейской системы нормальных высот».

В 2010 г. состоялось заседание рабочей группы Проекта по изучению постледникового поднятия Балтийского щита Скандинавских государств и России в Иркутске.

Секция геомагнетизма и аэрономии

Секция геомагнетизма и аэрономии совместно с другими секциями НГК принимает активное участие в программе «Климат и погода в системе Солнце–Земля» (CAWSES) II (2009—2013) Научного комитета по солнечно-земной физике (SCOSTEP — Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics). Также в тесном сотрудничестве с МАГА Секция принимает участие в проекте по созданию и развитию международной сети магнитных обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ (International Real-time Magnetic Observatory Network).

Секция физических наук об океане

Члены секции физических наук об океане принимают активное участие в Международном проекте CLIVAR (Climate variability), рассчитанном на 15 лет до 2015 г. Этот проект является продолжением международной программы WOCE (World Ocean Circulation Experiment). Ежегодно в рамках проекта проводятся экспедиции в Атлантику. В 2010 г. проведено две экспедиции. Помимо участия в программе CLIVAR экспедиции на судах «Академик Сергей Вавилов» и «Академик Иоффе» расширяют вклад России в международные программы OPEC (Ocean Processes and European Climate), LOICZ (Land-Ocean Interaction in Coastal Zone), BGP (Biosphere-Geosphere Program), GLOBAL CHANGE.

Секция участвует в рабочих группах SCOR (Scientific Committee for Oceanographic Research) МАФНО:

- Рабочая группа SCOR 121 по изучению перемешивания в океане (Ocean Mixing). Членом рабочей группы является председатель секции океанографии Е. Г. Морозов (Институт океанологии РАН).
- Рабочая группа SCOR 127 по новому уравнению состояния морской воды (Equation of State and Thermodynamics of Seawater). Членом рабочей группы является В. В. Грамм-Осипова (Тихоокеанский институт океанологии ДВНЦ РАН). В настоящее время рабочая группа работает над внедрением нового уравнения для использования океанологами всего мира.
- Рабочая группа SCOR 129 по взаимодействию шельфовых и глубинных вод (Deep Ocean Exchanges with the Shelf). Член рабочей группы О. О. Трусенкова (Тихоокеанский институт океанологии ДВНЦ РАН).

Секция участвует в работе комиссии I МАФНО по цунами. Членами комиссии являются В. К. Гусяков и Е. Н. Пелиновский.

Секция сейсмологии и физики недр Земли

Доктор физ.-мат. наук В. Г. Кособоков (МИТП РАН) участвует в международном проекте Extreme Natural Hazards and Societal implications (ENHANS), объединяющем усилия ведущих специалистов из разных стран мира. Кроме МСГГ данный проект активно

поддерживается Международным советом по науке (ICSU), Международным союзом геологических наук (IUGS), Американским геофизическим союзом (AGU) и другими авторитетными международными организациями.

В 2010 г. деятельность Национального геофизического комитета России была сосредоточена на подготовке к XXV Генеральной ассамблее МСГГ. В течение года секции НГК вели активную работу по подготовке национальных отчетов о наиболее важных достижениях в фундаментальных и прикладных исследованиях в области наук о Земле за прошедшие четыре года. Национальные отчеты будут представлены на Генеральной ассамблее. НГК также предоставит в Бюро МСГГ общий отчет о важнейших достижениях отечественной науки.

Секции НГК участвуют в подготовке ряда международных конференций в России по тематике МСГГ. НГК ведет работу по получению финансовой поддержки со стороны Союза для их проведения.

Сотрудничество с МСГГ дает широкие возможности для участия в крупных научных международных проектах, программах, рабочих группах, симпозиумах и конференциях. Союз осуществляет всестороннюю организационную и финансовую поддержку перспективных научных направлений и расширяет сотрудничество между научными школами стран-участниц. Для увеличения представительства российских ученых в руководящих органах международных организаций необходимо продолжать поиск путей для активизации участия ученых России (особенно молодых) в международных мероприятиях с целью не только обмена научной информацией, но и наработки опыта и последующего продвижения на руководящие посты.

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

- Подготовка к участию в XXV Генеральной ассамблее МСГГ;
- Избрание чл.-корр. РАН В. П. Савиных и А. Д. Гвишиани во вновь созданные комитеты МСГГ;
- Выдвижение чл.-корр. И. И. Мохова для участия в выборах в Бюро МСГГ;
- Выдвижение д.ф.-м.н. Е. Г. Морозова для участия в выборах на должность президента МАФНО;
- Подготовка к проведению международной конференции «Искусственный интеллект в изучении магнитного поля Земли. Российский сегмент ИНТЕРМАГНЕТ»;
- Расширен и улучшен сайт НГК РАН (<http://ngc.gcras.ru>). Подготовлена полноценная версия сайта на английском языке (http://gc.gcras.ru/index_eng.html).