

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Геофизический центр  
Российской академии наук

ОТЧЕТ  
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА  
ЗА 2013 год  
Результаты научных исследований  
и международных проектов

Москва

2014

GEOPHYSICAL CENTER  
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

REPORT  
OF GEOPHYSICAL CENTER OF RAS  
FOR 2013

Results of Scientific Research  
and International Projects

Moscow  
2014



The present edition contains information about the work of the Geophysical Center of the Russian Academy of Sciences in 2013 and the most important results of research carried out in the framework of RAS fundamental research program and Federal Target Programs of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Publishing, educational, international activities of the Geophysical Center, the work of World Data Centers for Solar-Terrestrial Physics and Solid Earth Physics and the work of the National Geophysical Committee and its sections are presented.

Editors in chief:

V. G. Getmanov, Dr., Deputy Director of Research

T. A. Tatarinova, Scientific Secretary of GC RAS

Editorial board:

A. D. Gvishiani, Academician RAS

E. O. Kedrov, Cand. Sci. (physics and mathematics)

O. V. Alexanova

Approved for publishing on 25.04.2014

Layout Production:

O. V. Alexanova, E. O. Kedrov

Report of Geophysical Center of RAS for 2013. Results of Scientific Research and International Projects

M.: GC RAS, 2014, 100 pp., 60 Figs.

**DOI 10.2205/2014BS014**

**URL** <http://ebooks.wdcb.ru/2014BS014/2014BS014.pdf>

**ISSN 2308-5983**

**© 2014 Geophysical Center of RAS**



В настоящем издании содержатся сведения о работе Учреждения Российской академии наук Геофизического центра в 2013 году, а также наиболее важные результаты исследований, проводимых по программам фундаментальных исследований РАН и Федеральным целевым программам Министерства образования и науки России. Освещена издательская, научно-педагогическая и международная деятельность Геофизического центра. Представлены сведения о работе Мировых центров данных по солнечно-земной физике и физике твердой Земли, а также о деятельности Национального геофизического комитета и его секций.

Ответственные редакторы:

В. Г. Гетманов, д.т.н.

Т. А. Татарина, ученый секретарь ГЦ РАН

Редколлегия:

А. Д. Гвишиани, академик РАН

Э. О. Кедров, к.ф.-м.н.

О. В. Алексанова

Утверждено к печати 25.04.2014 г., Тираж 20 экз.

Компьютерная подготовка оригинал-макета:

О. В. Алексанова, Э. О. Кедров

Отчет о деятельности института за 2013 год

М.: ГЦ РАН, 2014, 100 с., 60 ил.

**DOI 10.2205/2014BS014**

**URL <http://ebooks.wdcb.ru/2014BS014/2014BS014.pdf>**

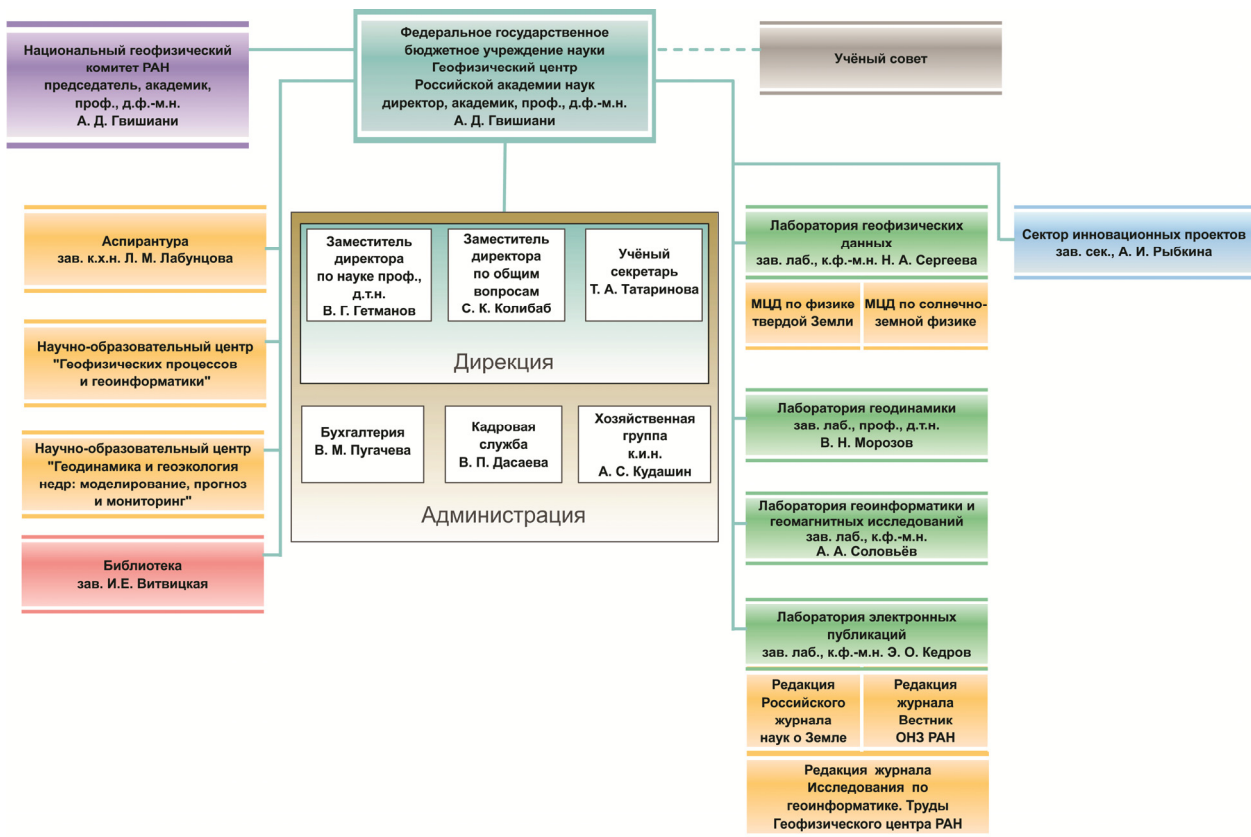
**ISSN 2308-5983**

**2014 © Геофизический центр РАН**



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

## Структура Геофизического центра РАН



## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЦ РАН В 2013 ГОДУ .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОИНФОРМАТИКИ И ГЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	<b>17</b>
<b>3. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОДИНАМИКИ .....</b>	<b>44</b>
<b>4. ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ .....</b>	<b>55</b>
<b>5. ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ .....</b>	<b>70</b>
<b>6. СЕКТОР ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В 2013 Г. ....</b>	<b>77</b>
<b>7. РАБОТЫ ГЦ РАН ПО ПРОГРАММАМ РАН И ФЦП.....</b>	<b>88</b>
<b>8. НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ .....</b>	<b>93</b>

# **1. Краткая характеристика деятельности ГЦ РАН в 2013 году**

## **1.1. Сведения о тематике научных исследований в 2013 году**

В Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Геофизическом центре Российской академии наук в 2013 году проводились исследовательские работы по следующим направлениям Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.:

- 70. Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы;
- 74. Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья;
- 75. Мировой океан (физические, химические и биологические процессы, геология, геодинамика и минеральные ресурсы океанской литосферы и континентальных окраин; роль океана в формировании климата Земли, современные климатические и антропогенные изменения океанских природных систем);
- 77. Физические и химические процессы в атмосфере, включая ионосферу и магнитосферу Земли, криосфере и на поверхности Земли механизмы формирования и современные изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов;
- 78. Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий;
- 79. Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества;
- 80. Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии).

В рамках фундаментальных исследований по данным направлениям выполнялись:

1. Проекты в рамках базового финансирования	– 5
2. Проекты фундаментальных программ Президиума и отделения РАН	– 6
3. Проекты РФФИ	– 5
4. Государственные контракты	– 1
5. Контракты с российскими заказчиками	– 3

В рамках базового финансирования лаборатории ГЦ РАН выполняли исследования по следующим темам:

1. Тема № 01201153406 «Развитие новых геоинформационных технологий для включения российских Мировых центров данных по наукам о Земле в Мировую систему данных». Руководители – зав. лаб., к.ф.-м.н. Н. А. Сергеева; гл.н.с., д.ф.-м.н. В. И. Кафтан; зав. лаб., к.ф.-м.н. Э. О. Кедров (тема завершена);
2. Тема № 01201153405 «Разработка информационных методов оценки и прогноза геодинамических процессов в районах размещения объектов ядерного топливного цикла». Руководитель – зав. лаб., д.т.н. В. Н. Морозов (тема завершена);
3. Тема № 01201252859 «Развитие и сопровождение интерактивного ресурса данных по солнечно-земной физике SPIDR». Руководитель работ – в.н.с., к.ф.-м.н. М. Н. Жижин (тема продолжается);
4. Тема № 01201252857 «Разработка и внедрение методов дискретного математического анализа для изучения состояния геомагнитной активности и контроля качества магнитных данных». Руководитель – зав. лаб., к.ф.-м.н. А. А. Соловьев (тема продолжается);
5. Тема № 01201252858 «Разработка алгоритмов сглаживания динамических геофизических данных на базе дискретного математического анализа». Руководитель – гл.н.с., д.ф.-м.н. С. М. Агаян (тема продолжается).

В 2013 г. ГЦ РАН принимал участие в выполнении следующих научных программ Президиума и ОНЗ РАН:

1. Программа Президиума РАН № 27 «Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России». Подпрограмма: «Геологическая и минералого-технологическая оценка ресурсов стратегического минерального сырья осваиваемых перспективных рудных районов». Проект (продолжается): «Аналитическая геоинформационная система для комплексной оценки ресурсов стратегического минерального сырья (ГИС «Ресурсы»)».
2. Программа Президиума РАН № 5 «Фундаментальные науки – медицине». Проект (продолжается): «Создание интеллектуальной медицинской геоинформационной системы по территории РФ».
3. Программа Президиума РАН № 38. «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте».

Научные проекты (завершены в 2013 г.):

- «Создание многоцелевой ГИС «Россия–Украина» для оценки перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте»;
- «Развитие алгоритмов искусственного интеллекта и распознавания образов для решения дискретных задач при оценке перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте»;
- «Сбор информации, имеющей отношение к оценке перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте, разработка программного обеспечения и создание соответствующей базы данных проекта».

4. Программа Отделения наук о Земле РАН № 7 «Геофизические данные: анализ и интерпретация».

Проекты (продолжаются):

- «Разработка методов нечеткой математики для распознавания нестационарных явлений в геомагнитных данных»;
- «Развитие интеллектуальной геоинформационной системы для анализа и интерпретации геофизических данных»;
- «Разработка методов спектрально-временного анализа для распознавания участков активности во временных рядах наблюдений магнитного поля Земли»

5. В 2013 г. ГЦ РАН участвовал в Программе выставок РАН и в Программе экспедиционных работ РАН.

В 2013 году сотрудники ГЦ РАН работали над выполнением государственного контракта № 14.515.11.0012 по проекту: «Интеллектуальная медицинская геоинформационная система для оценки и прогнозирования медико-экологического состояния территорий РФ и воздействия природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды на население» в рамках федеральной целевой программы: «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы».

Выполнялись исследования по следующим проектам РФФИ:

1. РФФИ № 12-05-00583 «Оценка геомагнитной активности в режиме реального времени методами дискретного математического анализа». Руководитель: директор ГЦ РАН, академик А. Д. Гвишиани (проект продолжается);
2. РФФИ № 12-01-90418 «Разработка общего подхода и методов системного согласования данных разной природы в инфраструктуре распределенных

многодисциплинарных баз данных Российско-украинского сегмента Мировой системы данных для решения фундаментальных междисциплинарных задач взаимосвязи процессов в системе геосфер». Руководитель: зав. лаб., к.ф.-м.н. Н. А. Сергеева (проект завершен);

3. РФФИ № 12-05-00029 «Построение геодинамических моделей глубинного строения регионов природных катастроф». Руководитель: гл.н.с., д.ф.-м.н. А. Г. Родников (проект продолжается);
4. РФФИ № 11-05-00601 «Разработка метода оценки статистических параметров вековых вариаций и его тестирование». Руководитель: гл.н.с., д.ф.-м.н. А. В. Хохлов (проект завершен);
5. РФФИ № 13-05-06047 Научный проект организации и проведения международной конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональная ГИС и сбор данных». Руководитель: директор ГЦ РАН, академик А. Д. Гвишиани (проект завершен).

Выполнялись следующие работы по контрактам с российскими заказчиками:

1. Договор № 1-ГД «Проведение цикла GPS-наблюдений за современными движениями земной коры». Заказчик: ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» (ОАО «Красноярскгеология»). Руководитель: проф., д.т.н. В. Н. Морозов (договор продолжается);
2. Договор № SLB-OES-10/5/12/-GSRAN/SLI-1315 «Развертывание магнитной обсерватории на Ямале». Заказчик: компания «Шлюмберже Лоджелко, Инк.». Руководитель: зав. лаб., к.ф.-м.н. А. А. Соловьев (договор завершен);
3. Договор № 037310000951000008 «Разработка комплекса программных модулей для организации оперативного доступа к данным магнитных наблюдений и выделения случайных выбросов в потоках гелиогеофизической информации, поступающей в Центр мониторинга гелиогеофизической обстановки на территории РФ (ЦМГГФО РФ). Заказчик: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт прикладной геофизики имени академика Е. К. Федорова» (ФГБУ «ИПГ»). Руководитель: с.н.с., к.ф.-м.н. Р. И. Красноперов (договор завершен).

В 2013 году ГЦ присоединился к Технологической платформе (ТП) «Технологии экологического развития» (Протокол № 7 от 6 марта 2013 года заседания Правления ТП). Организация-координатор – Русское географическое общество. В соответствии с решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям под председательством В. В. Путина ТП «Технологии экологического развития» в 2011 г. была внесена в утверждённый правительственной комиссией перечень технологических платформ.

В 2013 году сотрудниками ГЦ РАН получено 4 авторских свидетельства:

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013617859 «Программа прогнозирования медико-демографических индикаторов для территориальных единиц различного уровня (федеральный, региональный) DEMOGRAPHY\_GCRAS 1.0.». Авторы: А. А. Лушников, А. И. Каган, А. И. Рыбкина. Заявка № 2013615643 от 4 июля 2013 г. Дата гос. регистрации в Реестре программ для ЭВМ 26 августа 2013 г.
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013621007 «Базы данных геомедицинской статистики для интеллектуальной медицинской геоинформационной системы IMGISDATA 1.0». Авторы: Ю. С. Любовцева, А. И. Рыбкина, А. А. Груднев, О. О. Пятыгина, А. А. Шibaева, Р. И. Красноперов, Н. Ф. Тицкая. Заявка № 2013620720 от 04.07.2013 г. Дата гос. регистрации в Реестре баз данных 26 августа 2013 г.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013611223 «SimpleTeXML». Автор: В. А. Нечитайленко. Заявка № 2012661027 от 13.12.2012 г. Дата гос. регистрации в Реестре программ для ЭВМ 9 января 2013 г.
4. Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-54371 от 10.06.2013 г. «Russian Journal of Earth Sciences» («Российский журнал наук о Земле»).

## **1.2. Важнейшие результаты научных исследований 2013 года**

**Результат № 1.** Разработана информационная технология для распознавания пульсаций и техногенных аномалий в наблюдениях магнитограмм. Реализовано моделирование векового хода магнитного поля Земли по наземным наблюдениям с целью детального изучения геомагнитных джерков. Разработаны веб-приложения для интерактивного доступа к данным Российского центра геомагнитных данных. Развернуты новые геомагнитные обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ: «Бор» (Красноярский край) и «Климовское» (Архангельская обл.) с целью получения экспериментальных данных по магнитному полю Земли. Выпущена электронная версия Атласа магнитного поля Земли за 1500–2010 гг. на английском языке. (Соловьев А. А., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Хохлов А. В., Добровольский М. Н., Красноперов Р. И., Сидоров Р. В., Груднев А. А.).

**Результат № 2.** Разработана информационная технология прогнозирования устойчивости геологической среды, включающая в себя:

а) алгоритмы и программный комплекс моделирования напряженно-деформированного состояния и опасности развития тектонической деструкции гетерогенных блочных породных массивов на основе энергетического подхода к диссипации накопленной потенциальной энергии;

б) метод прогнозирования фильтрации подземных флюидов в высокоградиентных полях тектонических напряжений;

в) методологию наблюдений за современными движениями земной коры (СДЗК) на основе глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС.

Технология была внедрена на геодинамическом полигоне, созданном для обоснования стабильности участка строительства первого в России федерального пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях (Морозов В. Н., Татаринов В. Н., Колесников И. Ю., Каган А. И.).

### **1.3. Координационная деятельность**

ГЦ РАН является базовой организацией Национального геофизического комитета Российской академии наук (НГК РАН). НГК РАН осуществляет представительство России в Международном геодезическом и геофизическом союзе (IUGG) и его восьми ассоциациях. НГК РАН координирует участие институтов РАН в различных международных проектах и программах, проводимых комиссиями и комитетами Союза. Комитет осуществляет свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле РАН. Постановлением Бюро Отделения наук о Земле РАН № 13000/6-68 от 22 июня 2011 г. был утвержден новый состав Бюро Комитета и его Аппарат на период 2011–2014 гг. Председателем Национального геофизического комитета РАН был утвержден академик А. Д. Гвишиани.

В 2013 г. были проведены заседания всех секций НГК РАН, на которых рассмотрены основные научные результаты, проекты и международные мероприятия IUGG, а также подведены итоги работы в 2013 г.

Основные усилия Бюро НГК РАН, а также членов секций были направлены на организацию участия в научных ассамблеях ассоциаций IUGG, таких как: IACS–IAMAS, IAG, IAGA, IAHS–IAPSO–IASPEI, IAVCEI.

Члены секции геодезии приняли участие в работе юбилейной Научной ассамблеи Международной ассоциации геодезии (IAG), проходившей в сентябре 2013 г. в Потсдаме, Германия. Семь делегатов от России участвовали в представлении 12 докладов.

В августе 2013 г. российская делегация приняла участие в XII Научной ассамблее Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (IAGA) в г. Мерида, Мексика. В работе Ассамблеи приняли участие более 450 ученых и специалистов из более чем 60 стран мира. Доклады делегатов были организованы в 52 научных сессии по основным направлениям исследований IAGA.



## **1.4. Издательская деятельность**

В 2013 г. сотрудниками ГЦ РАН издана 1 монография, опубликованы 49 статей и 68 тезисов докладов на российских и международных научных конференциях и симпозиумах.

В 2013 г. продолжались работы по развитию новых геоинформационных технологий для включения российских МЦД по наукам о Земле в Мировую систему данных. Разрабатывались современные программные и технические средства отображения сложных научных текстов.

Лабораторией электронных публикаций выполнялись работы по этапу «Разработка современных методов и инструментов отображения и публикации динамического и интерактивного научного контента». Были созданы новые и усовершенствованы существовавшие технологии преобразования документов формата LaTeX в форматы HTML5 и EPUB3 с использованием стандартов XHTML1.1, Mathml и др.

Выполнены работы по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-мультимедийного журнала «Вестник ОНЗ РАН». Всего подготовлено 12 выпусков, включающих в себя более 120 сообщений в разделах «Новости», 6 статей, 3 интервью, 1 онлайн-презентация в разделе «Мультимедиа».

Наряду с актуализацией `simpletexml.sty` разработаны также бета-версии пакетов `semtexml.sty`, `sectexml.sty`, ориентированных на интеграцию со средствами программного анализа семантики публикуемых материалов, а также класса `erub.cls`, обеспечивающего оптимизацию публикуемых статей к устройствам типа электронных книг. Статьи в «Российском журнале наук о Земле» и «Вестнике ОНЗ РАН» публикуются с использованием упомянутого класса, на который получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 201361223 «SimpleTeXML».

С 2013 года ГЦ РАН начал выпуск нового сериального издания «Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН», которое зарегистрировано в ISSN (международной стандартной нумерации сериальных изданий) под номером ISSN 2308-5983, а также в системе CrossRef в классе report-series. Это издание наряду с научными статьями публикует монографии, отчеты организации, материалы конференций и т.д. В этом журнале были опубликованы материалы конференции, организованной ГЦ РАН «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах», общим объемом издания 88 страниц.

## **1.5. Научно-педагогическая деятельность**

С 2006 года в ГЦ РАН функционирует аспирантура по специальностям: 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых; 25.00.35 – геоинформатика. В 2013 г. в аспирантуре ГЦ РАН обучались 2 аспиранта на очной форме обучения.

Сотрудниками сектора инновационных проектов в 2013 году было прочитано 30 лекций по астрономии, географии и геологии на основе цифрового демонстрационного комплекса со сферическим экраном в общеобразовательных учреждениях города Москвы.

Молодые сотрудники представляли ГЦ РАН на Всероссийском VIII фестивале науки (11–13 октября 2013 г., ЦВК Экспоцентр, Москва, Россия). Среди естественнонаучных стендов наибольшим успехом пользовался стенд ГЦ РАН. По результатам проведения Фестиваля коллектив ГЦ РАН был награжден почетным дипломом.

В 2013 г. ГЦ РАН было принято решение о создании двух Научно-образовательных центров (НОЦ). Первый – совместно с МИИГАиКом «Научно-образовательный центр геофизических процессов и геоинформатики» (НОЦ «ГП и ГИН»). Работа НОЦ «ГП и ГИН» направлена на совершенствование фундаментальных научных исследований, прикладных разработок, повышение качества образовательного процесса при подготовке кадров – специалистов высшей научной квалификации, интеграцию науки и образования, создание и внедрение наукоёмких технологий.

Второй – НОЦ «Геодинамика и геоэкология недр: моделирование, прогноз и мониторинг» был создан совместно с Московским государственным горным университетом. Для координации работ был заключен Договор о сотрудничестве между Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Геофизический центр Российской академии наук» и Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный горный университет».

Гл.н.с., д.ф.-м.н. В. И. Кафтан принимал государственные экзамены в составе Государственной аттестационной комиссии в Российском университете дружбы народов.

В.н.с., к.ф.-м.н. С. А. Лебедев в рамках Четвертой международной школы-семинара «Спутниковые методы и системы исследования Земли» читал лекционный курс «Спутниковая океанология – современное состояние и перспективы развития».

Зам. директора по научной работе д.т.н. В. Г. Гетманов преподавал в качестве профессора в НИЯУ МИФИ (каф. № 17 «Информатика и процессы управления»), читал курс лекций «Цифровая обработка сигналов».

## **1.6. Международная деятельность**

ГЦ РАН в 2013 году продолжил вести активную работу по развертыванию в РФ новых магнитных обсерваторий и созданию единой сети ИНТЕРМАГНЕТ с региональными центрами данных в ГЦ РАН. Национальный геомагнитный узел данных, функционирующий в ГЦ РАН, был создан для обслуживания российской сети геомагнитных наблюдений. В узел поступают данные из 10 геомагнитных обсерваторий и станций, шесть из которых входят в мировую сеть ИНТЕРМАГНЕТ.

Продолжалось плодотворное сотрудничество ГЦ РАН и Парижского института физики Земли (ИФЗП). В 2013 году директор ГЦ РАН А. Д. Гвишиани, зав. лабораторией

геоинформатики и геомагнитных исследований А. А. Соловьев и в.н.с. Ш. Р. Богоутдинов работали в лаборатории геомагнетизма ИФЗП. Проводимые исследования были направлены на создание нового метода изучения векового хода главного магнитного поля Земли, который основан на новой технике сглаживания временных рядов, базирующейся на нечеткой математике. Приложение метода к ретроспективной обработке исторических данных способствует лучшему изучению импульсов векового ускорения главного магнитного поля Земли и геомагнитных джерков в первой половине 20-го века, когда не существовало спутниковых магнитных наблюдений.

Во время пребывания в Парижском институте физики Земли был проведен семинар, где обсуждалась работа Российско-украинского центра геомагнитных данных, функционирующего на базе ГЦ РАН, и его место в структуре ИНТЕРМАГНЕТ. Французские коллеги выступили с предложением наладить передачу секундных данных в режиме реального времени из обсерватории ИФЗ РАН «Борок» и хранение этих данных в указанной базе данных. Соответствующее магнитометрическое оборудование уже разработано в Парижском институте физики Земли. Его установка в обсерватории «Борок» планируется в ближайшем будущем.

В апреле 2013 г. директор ГЦ РАН, академик А. Д. Гвишиани и м.н.с. Р. В. Сидоров в рамках сотрудничества геомагнитной группы Американской геологической службы и ГЦ РАН совершили поездку в г. Голден (Колорадо, США). Целью командировки было:

1. Ознакомление с работой американского геомагнитного информационного узла (GIN) мировой сети ИНТЕРМАГНЕТ, базирующегося в USGS в Голдене;
2. Составление плана мероприятий, необходимых для завершения создания узла сбора и обработки данных для Российско-украинского сегмента геомагнитных обсерваторий;
3. Изучение процедур создания окончательных (definitive) и квазиокончательных (quasi-definitive) данных;
4. Получение результатов ручного распознавания экспертами выбросов на геомагнитных данных с целью их дальнейшего использования для обучения алгоритмов распознавания выбросов, разработанных в ГЦ РАН;
5. Демонстрация работы геомагнитного центра ГЦ РАН, системы контроля качества данных и разрабатываемого веб-сайта узла сбора данных Российско-украинского сегмента сети магнитных обсерваторий;
6. Получение консультации от специалистов USGS по выполнению магнитной съемки для компании Schlumberger на п-ове Ямал, запланированной на конец мая 2013 г.

В декабре 2013 г. директор Мирового центра данных Н. А. Сергеева и с.н.с. Л. П. Забаринская были командированы в Киевский национальный университет Украины «Киевский политехнический институт» (КНУУ «КПИ») и в украинский Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию.

В рамках организованного семинара прошли рабочая встреча по обсуждению выполнения совместного проекта «Разработка общего подхода и методов системного согласования данных разной природы в инфраструктуре распределенных multidisciplinary баз данных Российско-украинского сегмента Мировой системы данных для решения фундаментальных междисциплинарных задач взаимосвязи процессов в системе геосфер», выполняемого при поддержке Национальной академии наук Украины и Российского фонда фундаментальных исследований и круглый стол по обсуждению планов работы Мировых центров данных по геоинформатике и устойчивому развитию (Украина), по солнечно-земной физике (Россия) и по физике твердой Земли (Россия) в рамках Российско-украинского сегмента Мировой системы данных.

В 2013 г. продолжалось активное сотрудничество с Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA). Академик А. Д. Гвишиани является членом Научного совета и председателем программного комитета IIASA. ГЦ РАН принял участие в разработке новой научно-организационной структуры IIASA и в расширении круга российских организаций, которые сотрудничают с IIASA через Комитет по системному анализу РАН. В 2013 г. ГЦ РАН играл важную роль в работе КСА РАН, в 2013 г. он дважды принимал директора IIASA П. Кабата и организовал его встречу с президентом РАН академиком В. Е. Фортовым, в которой принял участие С. Ю. Глазьев – советник президента РФ по вопросам региональной экономической интеграции.

Как упоминалось ранее, на базе ГЦ РАН функционирует Национальный геофизический комитет РАН (НГК РАН), осуществляющий членство России в Международном союзе геодезии и геофизики (МСГГ), а также в его ассоциациях и комиссиях. Председатель НГК РАН – директор ГЦ РАН академик А. Д. Гвишиани также является представителем МСГГ в Комитете по данным (CODATA) Международного совета по науке.

В 2013 году ученые ГЦ РАН приняли участие в работе следующих международных конференций:

- XII Научная ассамблея Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (IAGA) в г. Мерида, Мексика;
- Международная научно-техническая конференция «Системный анализ и информационные технологии» в г. Киев, Украина;
- Международная научная конференция молодых ученых «Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства» в г. Ереван-Цахкадзор;
- Международная конференция International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences в г. Прага, Чехия;
- Юбилейная научная ассамблея Международной ассоциации геодезии (МАГ) Международного союза геодезии и геофизики в г. Потсдам, Германия;
- Воркшоп «Возможности и перспективы Евразийской экономической интеграции» в г. Лаксенбург, Австрия.

Значимым международным научным событием явилась организованная ГЦ РАН Международная партнерская конференция «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах», проходившая с 30 сентября по 3 октября 2013 г. в Калуге (Россия) под эгидой ЮНЕСКО. В конференции приняли участие более 120 ведущих ученых и специалистов по геофизике, геоинформатике, наукам об окружающей среде, прикладному и перспективному системному анализу и искусственному интеллекту из Франции, Германии, США, Канады, Финляндии, Австрии, Чехии, Венгрии, России и Украины. Были подведены итоги и намечены новые пути развития проектов в области изучения магнитного поля Земли и практического применения данных этих исследований.

## **2. Лаборатория геоинформатики и геомагнитных исследований**

**(зав. лабораторией к.ф.-м.н. А. А. Соловьев)**

В 2013 г. лаборатория геоинформатики и геомагнитных исследований получила основные научные результаты, осуществляя работы по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. в рамках направления 80. Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии по теме: «Разработка и внедрение методов дискретного математического анализа для изучения состояния геомагнитной активности и контроля качества магнитных данных» и направления 70. Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы по теме: «Разработка алгоритмов сглаживания динамических геофизических данных на базе дискретного математического анализа».

### **2.1. Реализация метода гравитационного сглаживания для задачи моделирования векового хода**

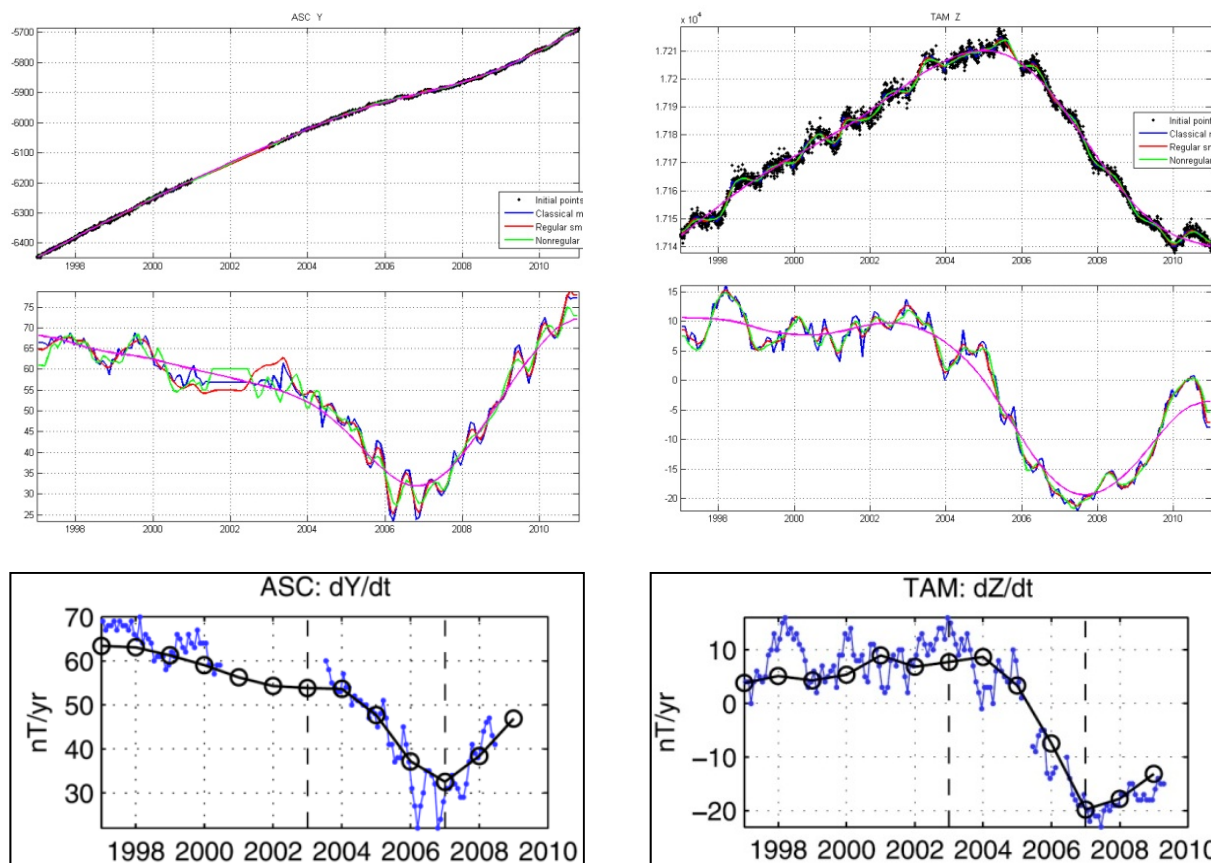
Модели векового хода главного магнитного поля Земли за эпохи до космической эры принято строить на базе обсерваторских данных. Как правило, эти данные представляют собой зашумленные временные ряды из-за магнитных бурь, выбросов и фрагментарных пропусков данных. Поэтому уже построенные модели принято сглаживать. Как следствие, восстановленные исходные данные по моделям не совпадают с реальными данными. Модели векового хода позволяют изучать так называемые джерки, представляющие собой резкие изменения в поведении главного магнитного поля. Сотрудниками лаборатории разработан метод, основанный на новой технологии сглаживания временных рядов на базе нечеткой математики. Он представляет собой принципиально новый подход к изучению всплесков векового ускорения и, как следствие, магнитных джерков, используя исключительно обсерваторские данные. Применяемое

сглаживание позволяет нивелировать вариации длительностью от нескольких месяцев до года, которые не отражают динамики главного магнитного поля. Алгоритм применялся к обсерваторским данным, полученным за последние 15 лет, что позволило оценить эффективность метода путем сравнения результатов с моделями векового хода по спутниковым данным за этот период времени. Исходным материалом для апробации алгоритма послужили записи восточной ( $Y$ ) и вертикальной ( $Z$ ) компонент магнитного поля с 13 магнитных обсерваторий из разных мест на Земле, полученные с 1997 по 2010 гг.; за этот период наблюдались два джерка в 2003 и 2007 гг. Задача осложнялась поведением первой производной от наблюдаемых рядов данных. Она, как правило, содержит периодическую сезонную составляющую, которую требуется исключить, оставив при этом изменения в поведении кривой за такие же периоды ( $\sim 1$  год), которые соответствуют динамике главного магнитного поля.

В рассматриваемой задаче изучались применения разных модификаций гравитационного сглаживания (GrS), ранее разработанного лабораторией в рамках развития дискретного математического анализа (ДМА). Производилась обработка данных регулярным гравитационным сглаживанием с весами (ReGrSw), нерегулярным гравитационным сглаживанием (IrGrS), а также модификации регулярного сглаживания с весами, соответствующими количеству элементов в данных за месячный период (MReGrSw). Затем были рассчитаны производные сглаженных данных. Производные строились двумя способами: 1) классическая производная как разница соседних среднемесячных значений с месячным шагом; 2) модифицированная производная как годовая разность среднемесячных значений в моменты времени  $(t + 6)$  месяцев и  $(t - 6)$  месяцев, что позволяет устранить годовую периодическую вариацию.

Сравнение результатов построения векового хода с классическим подходом к моделированию по обсерваторским данным, который представляет собой осреднение всех среднечасовых данных по той или иной компоненте, показало преимущество разработанного метода. Производная ReGrSw очень близка к производной осредненных магнитных данных. Очень гладкие производные  $dY/dt$  и  $dZ/dt$  получаются на базе регулярного гравитационного сглаживания MReGrSw. При этом метод не противоречит классическим подходам.

На Рис. 2.1 на верхнем графике показаны исходные значения (черные точки) и результаты сглаживания, на нижнем – первые производные от сглаженных рядов. Слева приведены результаты для компоненты  $Y$ , зарегистрированной на обсерватории ASC с 1997 по 2011 гг., справа – для компоненты  $Z$ , зарегистрированной на обсерватории ТАМ с 1997 по 2011 гг. Два нижних графика — вековой ход (черные линии и круги), построенный по тем же данным согласно модели CHAOS-2. Пунктирные вертикальные линии указывают на 2003 и 2007 гг., когда наблюдались геомагнитные джерки. Видно, что производная MReGrSw оказалась самой гладкой по сравнению с производными данных, к которым применялись другие модификации гравитационного сглаживания и данными, осредненными согласно классическому подходу. Более того, она практически совпала с кривой векового хода, построенной согласно глобальной модели CHAOS-2 на базе спутниковых данных.

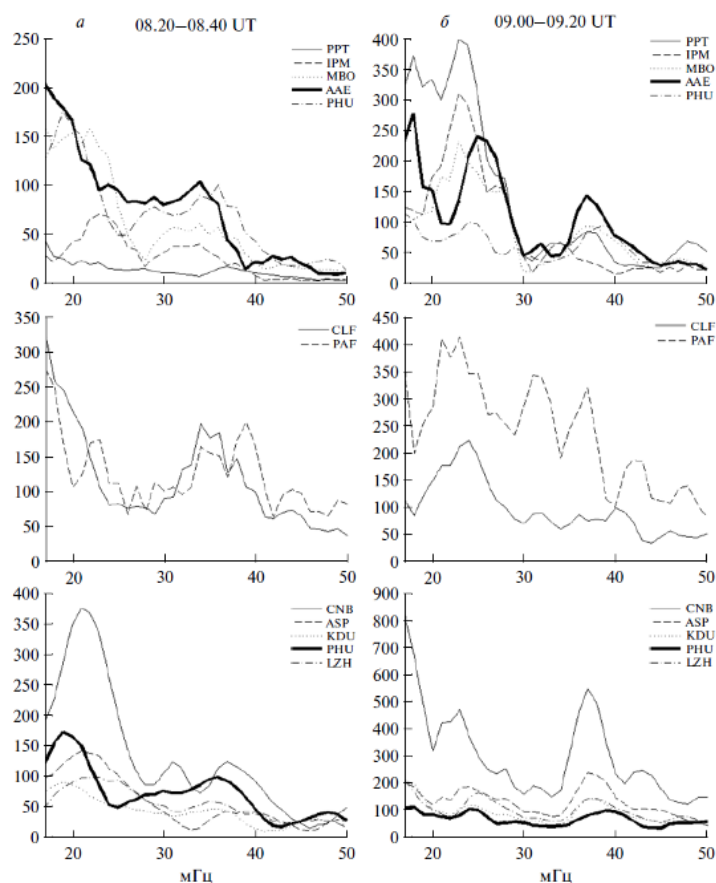


**Рисунок 2.1. Сравнение результатов работы методов AMmeans (синий цвет), ReGrSw (красный цвет), IrGrS (зеленый цвет) и MReGrSw (фиолетовый цвет).**

## **2.2. Исследование закономерностей распределения геомагнитных пульсаций $Pc3$ по обсерваторским магнитограммам с секундной дискретизацией**

Получен ряд фундаментальных результатов продолжающегося исследования генерации дневных геомагнитных пульсаций. Подробно изучены два временных интервала: внезапное начало бури и начало большой глобальной суббури. В первом интервале максимальные амплитуды приэкваториальных пульсаций наблюдались в околополуденном секторе, а во втором — в околополуденном. Установлено, что спектр дневных  $Pc3$  пульсаций, наблюдаемых во время начала ночной суббури, более узок по сравнению с  $Pc3$ , наблюдаемыми во время внезапного начала магнитной бури, с одинаковым максимумом на частоте  $\sim 37$  мГц на всех дневных экваториальных обсерваториях и в субавроральной обсерватории PAF (Рис. 2.2). Высказано предположение, что возбуждение обсуждаемых всплесков  $Pc3$  геомагнитных пульсаций происходило за счет внутримангнитосферного механизма, а не генерации на фронте отраженных от магнитопаузы протонов. Дневные  $Pc3$  могут быть результатом развития резонанса на средних широтах. На предполуденной (10 MLT) среднеширотной обсерватории CLF эти колебания практически не наблюдались, несмотря на то, что они

регистрировались на близких геомагнитных широтах в вечернем секторе (обсерватория CNB). Можно предположить, что наблюдаемый спектральный максимум является одной из гармоник Рi2 фундаментальной частоты (plasmaspheric cavity mode resonance), генерирующихся в ночном секторе в области развития аврорального брейкапа сияний на начале суббури.



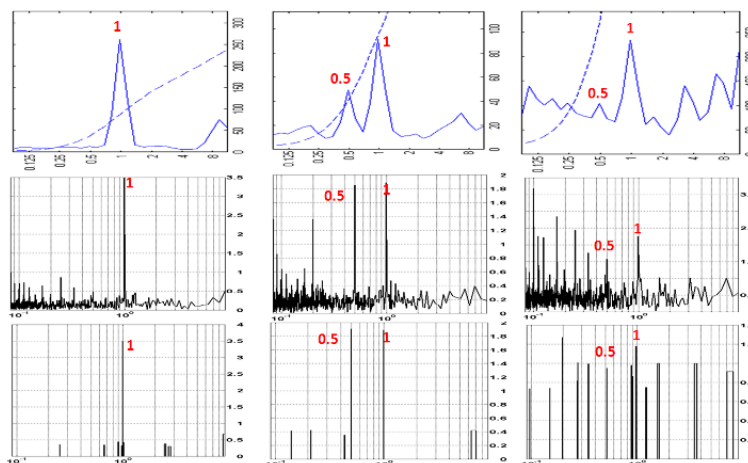
**Рисунок 2.2. Спектры Рс3 пульсаций в относительных единицах: а – во время внезапного начала бури (08.20–08.40 UT), б – во время начала интенсивной глобальной суббури (09.00–09.20 UT).**

### **2.3. Изучение периодических составляющих во временных рядах среднечасовых приращений координат ГНСС**

Выполнено исследование периодических изменений в приращениях координат локальных сетей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), предназначенных для геодинамического мониторинга земной поверхности и инженерных сооружений. Во временных рядах среднечасовых характеристик впервые обнаружены устойчивые периодические суточные и полусуточные колебания невыясненной природы. Анализ (Рис. 2.3) показал наличие этих колебаний в приращениях координат пунктов, расположенных в разных частях земного шара. Выяснение причин колебаний позволит понимать их физический механизм и совершенствовать качество работы современных ГНСС.



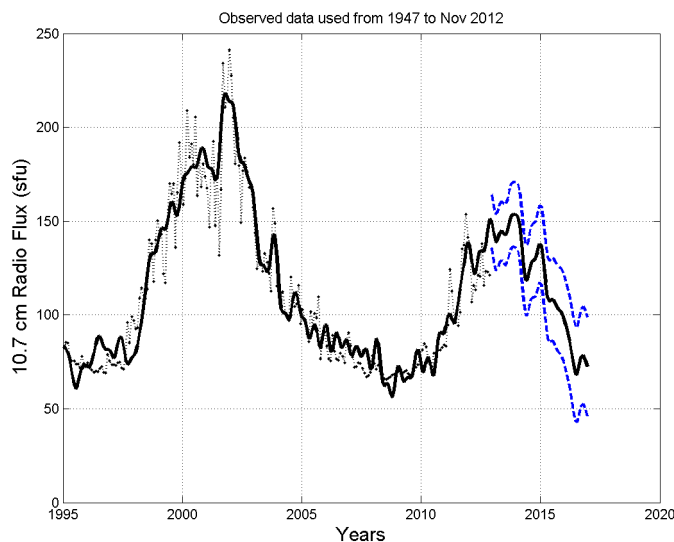
Базовая линия 4.1 км. Слева направо: dE, dN, dU.  
Сверху вниз: Вейвлет-анализ, БПФ, доминант-анализ



**Рисунок 2.3. Сопоставление спектров колебаний в изменениях приращений координат базовой линии длиной 4,1 км.**

## 2.4. Развитие методики прогнозирования солнечной активности

В лаборатории разрабатывается среднесрочный прогноз индексов солнечной активности с целью обеспечения возможности предсказания опасных космогеофизических явлений. Прогноз осуществляется на годовой интервал и ежемесячно верифицируется по реальным наблюдательным данным (Рис. 2.4).



**Рисунок 2.4. Прогноз ежемесячных индексов радиопотока. Сплошная линия – модель и прогноз, точечная линия – данные наблюдений, синий пунктир – доверительный интервал прогноза.**

## 2.5. Исследование динамики полярной границы аврорального овала по данным спутника IMAGE

Были получены новые данные о закономерностях широтных изменений границы полярной шапки (ГПШ) во времени. Для этого были использованы материалы новой базы данных о положении границ аврорального овала по измерениям спутника IMAGE в 2000–2002 гг. По ним получены статистические оценки широтного положения границы полярной шапки в зависимости от  $B_y$  и  $B_z$  межпланетного магнитного поля (ММП).

Установлено, что динамика ГПШ в дневном и ночном секторах местного времени принципиально различается. Степень сдвига полярной шапки вдоль меридиана утро–вечер составляет около  $0,1^\circ$  на 1 нТл  $B_y$ . В полуденном и полуночном секторах сдвига ГПШ практически нет. Под действием компоненты ММП  $B_z$  наибольшее смещение ГПШ происходит на дневной стороне.

Также проанализирована эволюция ГПШ во время магнитной бури. В восстановительную фазу бури, при повороте ММП к северу и следующим за этим продолжительным периодом северного ММП, дневная ГПШ практически сразу смещается к полюсу, тогда как ночная ГПШ в течение многих часов продолжает располагаться гораздо ближе к экватору относительно того положения, где она должна была бы находиться при соответствующем значении  $B_z > 0$ . Размер полярной шапки может оставаться большим в течение долгого времени при северном ММП. На дневной стороне динамику ГПШ определяет непосредственное взаимодействие СВ с магнитосферой в процессе пересоединения на магнитопаузе, которое практически прекращается при повороте ММП к северу. Ночная ГПШ проецируется в достаточно инерционный плазменный слой в хвосте. На динамику ночной границы оказывает влияние не только текущее значение ММП, но и состояние магнитосферы в предыдущий период главной фазы бури, накопленная в хвосте энергия и продолжающееся там пересоединение. Смещение ГПШ вдоль утренне-вечернего меридиана как во внебуревые периоды, так и во время бури контролируется, в основном, компонентой  $B_y$  ММП (Рис. 2.5).

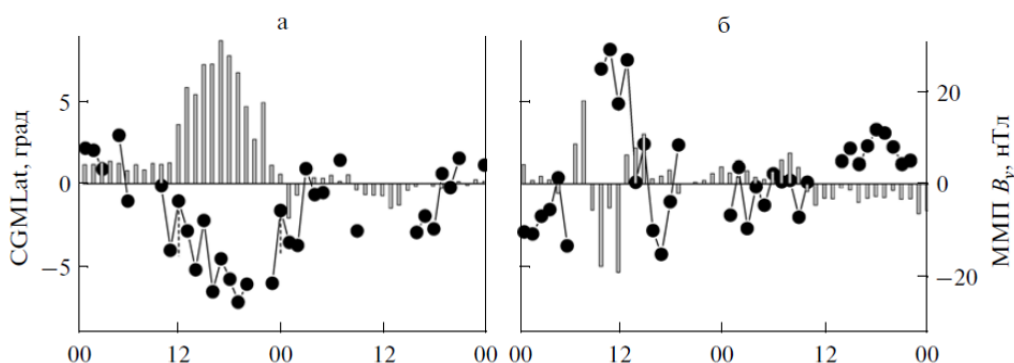
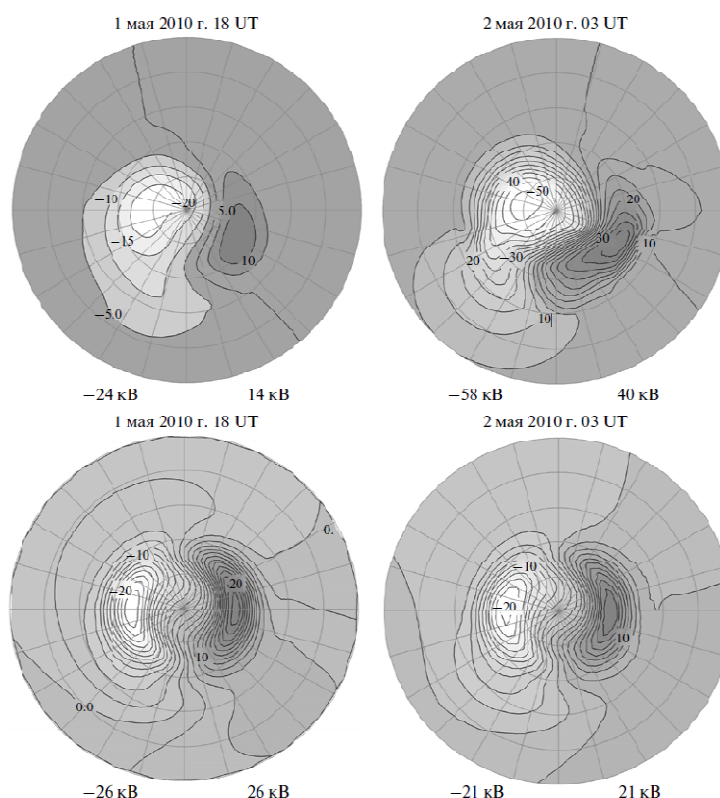


Рисунок. 2.5. Эволюция разности между широтой ГПШ на утренней и вечерней сторонах (точки) и изменение  $B_y$  ММП (вертикальные линии) для бурь 17–18 августа (а) и 24–25 сентября 2001 г. (б).

## 2.6. Моделирование электрического поля в ионосфере во время магнитной бури

Произведено сравнение результатов модельных исследований отклика ионосферы на геомагнитные бури, полученных с помощью глобальной самосогласованной модели термосферы, ионосферы и протоносферы (ГСМ ТИП) и результатов моделирования токов ионосферы с применением модели LC06 по данным измерений вариаций магнитного поля на низкоорбитальных спутниках Magsat, Ørsted и CHAMP. Эти измерения проводились в обоих полушариях для различных сезонов и уровней солнечной и геомагнитной активности, при различных комбинациях компонент  $B_y$  и  $B_z$  ММП. Исследовались модельные распределения электрического поля в ионосфере Земли за сутки до геомагнитной бури 2–3 мая 2010 г. и во время этой бури.



**Рисунок 2.6. Распределения электрического потенциала в ионосфере Земли северного полушария от полюса до широты  $40^\circ$ , рассчитанные перед геомагнитной бурей с использованием модели LC06 (вверху) и ГСМ ТИП (внизу) для спокойных условий 18 UT 1 мая и 03 UT 2 мая (за несколько часов до начала геомагнитной бури).**

Установлено, что разности потенциалов через полярные шапки в период геомагнитной бури 1–3 мая 2010 г., полученные с использованием моделей ГСП ТИП и LC06, в спокойных условиях в целом близки (Рис. 2.6). Модель LC06 позволяет более точно описывать пространственное распределение электрического потенциала магнитосферного происхождения в авроральной, средне- и низкоширотной областях ионосферы Земли, а также распределение продольных токов в полярных шапках.

К недостаткам этой модели можно отнести то, что в ней рассчитывается только распределение электрического потенциала поля магнитосферной конвекции и не учитывается вклад динамо-поля. Кроме того, модель не описывает распределение потенциала на геомагнитном экваторе, ограничиваясь областями от геомагнитных полюсов до геомагнитных широт  $\pm 10^\circ$ , не позволяя тем самым полностью описывать проникновение электрического поля магнитосферной конвекции. Можно сделать вывод о неприменимости модели LC06 в низкоширотной области ионосферы как в спокойных условиях, так и в периоды геомагнитных возмущений. В модели же ГСМ ТИП, напротив, рассчитывается суперпозиция поля магнитосферного происхождения и ионосферного динамо-поля, генерируемого в токопроводящем слое ионосферы термосферным ветром. Таким образом, обе модели имеют свои преимущества и недостатки.

Показано также, что роль продольных токов второй зоны в формировании глобального распределения электрического потенциала в ионосфере значительно возрастает в период восстановительной фазы геомагнитной бури.

## 2.7. Исследование процессов в области сейсмогенерирующего разлома, предшествующих возникновению землетрясения

Осуществлен анализ поведения бортов сейсмогенерирующего разлома перед сильным землетрясением. Обнаружена гипотетическая закономерность последовательного замедления криповых движений перед землетрясением по мере приближения к положению эпицентра. Результат (Рис. 2.7) показывает возможность предсказания времени возникновения сильного землетрясения на контролируемом сейсмогенерирующем разломе.

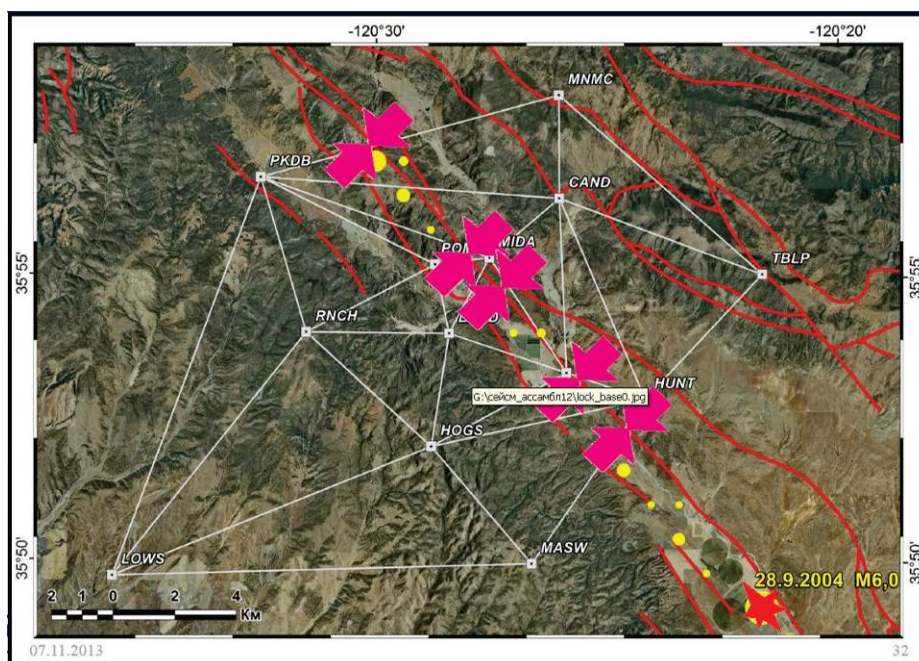


Рисунок 2.7. Гипотеза последовательного записания разлома перед сильным землетрясением по мере приближения к эпицентру.



## 2.8. Новый подход к распознаванию мест возможного возникновения сильных землетрясений на Кавказе

Ввиду повышенной сейсмической активности Кавказского региона, распознавание мест возможного возникновения сильных землетрясений на Кавказе имеет большое значение для адекватной оценки сейсмической опасности и сейсмического риска в этом густонаселенном и промышленно развитом регионе.

Для рассматриваемого здесь региона Кавказа использовались данные, отраженные в каталогах землетрясений более чем за 40 лет. Они были получены из Мирового центра данных по физике твердой Земли ГЦ РАН (каталог «Землетрясения в СССР», содержащий события за 1962–1991 гг., и каталог «Землетрясения Северной Евразии», содержащий события за 1992–2005 гг.). Суммарное количество сейсмических событий в регионе Кавказа за рассматриваемые 43 года составило 32 672. При помощи алгоритмической системы FCAZ (Fuzzy clustering and zoning), разработанной в ГЦ РАН, выполнена кластеризация эпицентров землетрясений на Кавказе с магнитудой  $M \geq 3,0$  и построены зоны, в пределах которых возможно возникновение землетрясения с  $M \geq 5,0$ . Распознанные таким образом зоны хорошо согласуются с расположением эпицентров землетрясений с  $M \geq 5,0$ . Проведенное сравнение зон возможного возникновения землетрясений с  $M \geq 5,0$  на Кавказе, распознанных системой FCAZ и методом EPA (Earthquake-prone areas recognition) (Рис. 2.8), показывает, что высокосейсмичные FCAZ-зоны занимают

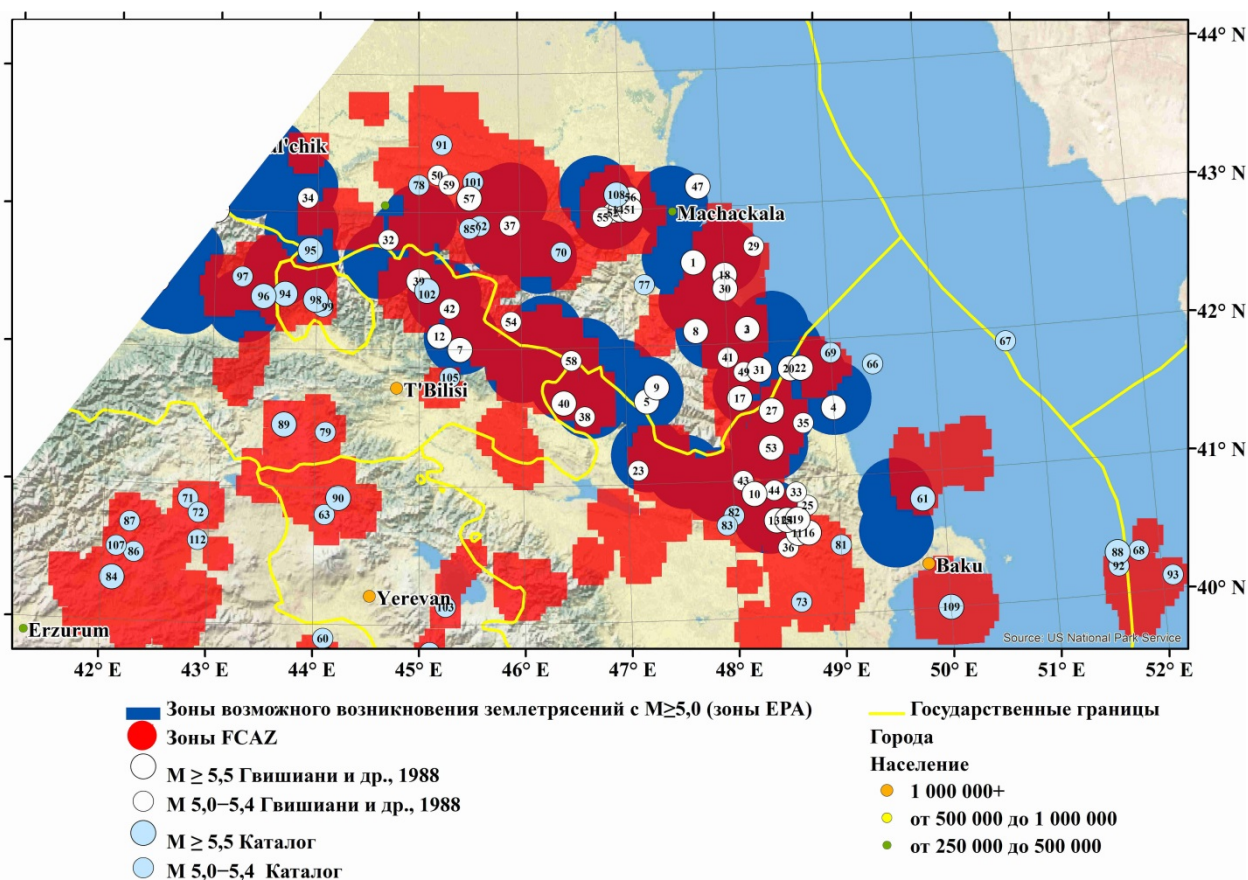
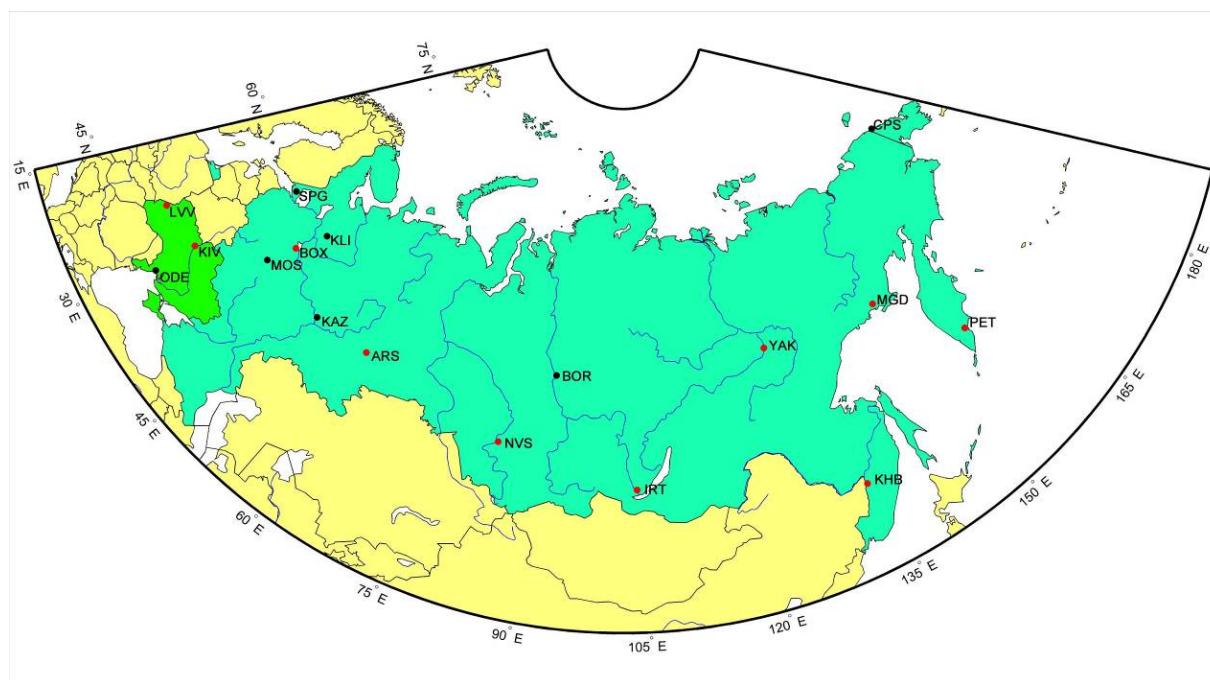


Рисунок 2.8. Сравнение зон возможного возникновения землетрясений с  $M \geq 5,0$  на Кавказе, распознанных методом EPA (пересечения морфоструктурных линеаментов) и алгоритмической системой FCAZ.

территорию, не превосходящую по площади зоны ЕРА. При этом, по большей части, зоны FCAZ находятся внутри зон ЕРА. Таким образом, проведенная объективная классификация эпицентров землетрясений на Кавказе показывает, что для этого региона распознавание зон возможного возникновения землетрясений с  $M \geq 5,0$  может быть получено с сохранением качества без процессов морфоструктурного районирования и обучения. Сравнение высокосейсмичных зон, распознанных системой FCAZ, с зонами, ранее определенными по гравиметрическим данным и геологическим параметрам, показало хорошее соответствие полученных результатов и дало дополнительные обоснования сделанных выводов.

## 2.9. Открытие портала Российско-украинского геомагнитного центра данных

Центр геомагнитных данных функционирует на базе ГЦ РАН с начала 2012 г. К концу 2013 г. Российско-украинский сегмент ИНТЕРМАГНЕТ включал в себя 14 российских обсерваторий и станций и 3 украинские обсерватории (Рис. 2.9).

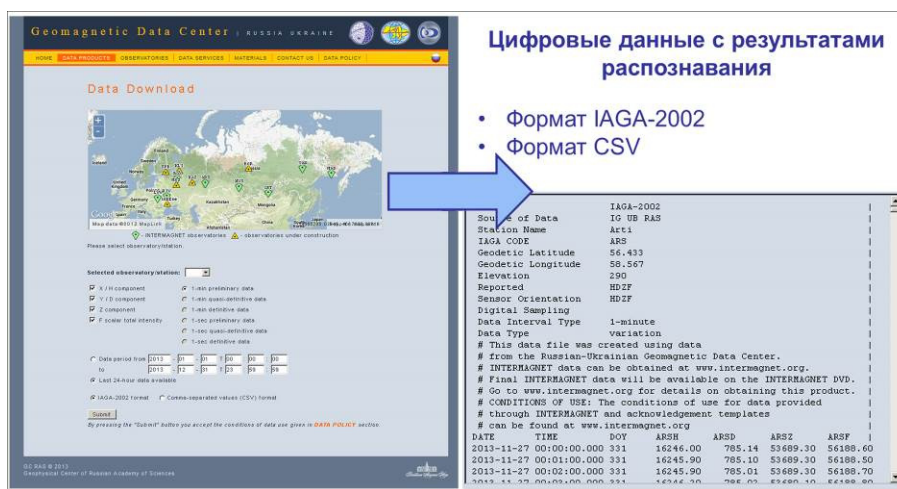


**Рисунок 2.9. Обсерватории и станции Российско-украинского сегмента сети ИНТЕРМАГНЕТ (конец 2013 г.).**

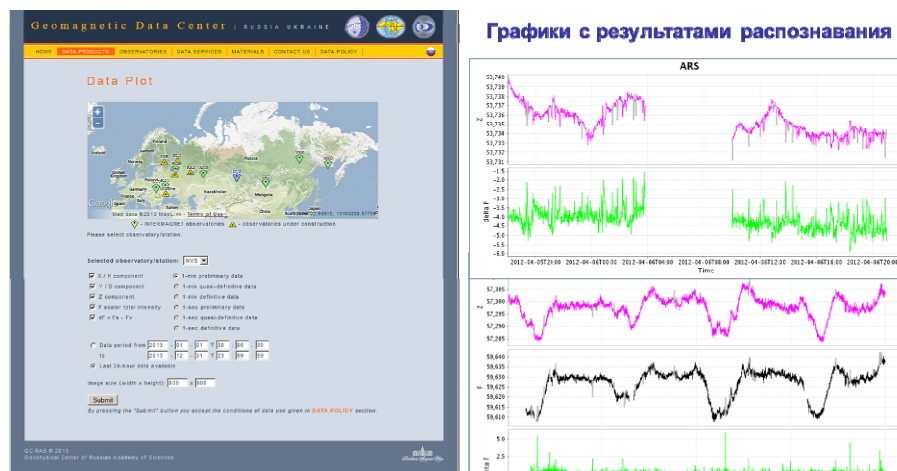
В 2013 г. был открыт сайт Российско-украинского центра геомагнитных данных (<http://geomag.gcras.ru>). Сайт оборудован интерактивными сервисами доступа к данным: магнитограммы с обсерваторий Российско-украинского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ доступны как в формате текста (Рис. 2.10а), так и в графическом виде (Рис. 2.10б). Особенность сервиса загрузки данных заключается в возможности выбора данных с какой-либо обсерватории за любой промежуток времени, что повышает удобство изучения данных. В центре реализовано хранение и обработка не только вариационных

данных, но и результатов абсолютных измерений, проводимых вручную на обсерваториях. Это дает возможность осуществлять привязку вариационных данных к абсолютным значениям фактически по мере их поступления. Данные, имеющие привязку к абсолютным значениям, проходят процедуру автоматизированного контроля качества и становятся доступными с задержкой в несколько часов.

Реляционная система управления базами данных (СУБД), используемая для накопления и хранения магнитных данных, является инновационной разработкой. Она позволяет осуществлять поиск по данным любой сложности с помощью SQL-запросов. Благодаря ее применению, Российско-украинский геомагнитный центр обладает преимуществом по сравнению с некоторыми официальными геомагнитными узлами ИНТЕРМАГНЕТ. В БД хранятся как минутные, так и секундные данные, а также результаты распознавания техногенных возмущений.



(a)



(б)

**Рисунок 2.10. Веб-сайт Российско-украинского центра геомагнитных данных. Интерактивные сервисы загрузки данных в текстовом формате (а) и в графическом виде (б). Результаты распознавания техногенных возмущений отмечены серым.**

## 2.10. Выпуск английской версии Атласа главного магнитного поля Земли

В 2013 г. сотрудники лаборатории участвовали в подготовке и издании англоязычной версии Атласа главного магнитного поля Земли. Атлас магнитного поля Земли (МПЗ) представляет собой унифицированный набор физических, общегеографических, тематических, в том числе исторических, карт МПЗ, а также справочных (текстовых и табличных) материалов, позволяющих детально и разносторонне изучать проблему МПЗ с 1500 по 2010 гг. Атлас был создан впервые и представляет собой фундаментальный картографический продукт с наиболее полными и научно обоснованными характеристиками картографируемого явления — геомагнетизма. Он содержит результаты как исторического, так и современного состояний МПЗ.

## 2.11. Разработка геопортала «Интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России»

В 2013 г. были продолжены работы по развитию геопортала интеллектуально-аналитической ГИС, содержащей геопространственную информацию о геолого-геофизических и экологических данных, а также информацию о сетях и станциях геофизических наблюдений (<http://gis.gcras.ru/>). Доступ к пространственным данным в виде тематических цифровых карт осуществляется с помощью опубликованных картографических веб-сервисов (<http://gis.gcras.ru/services.html>) (Рис. 2.11).

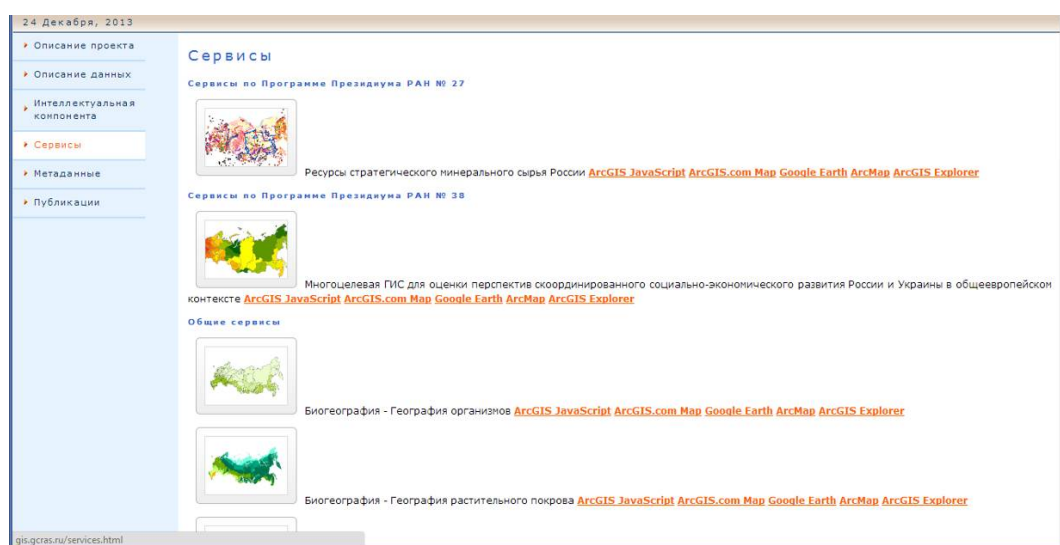
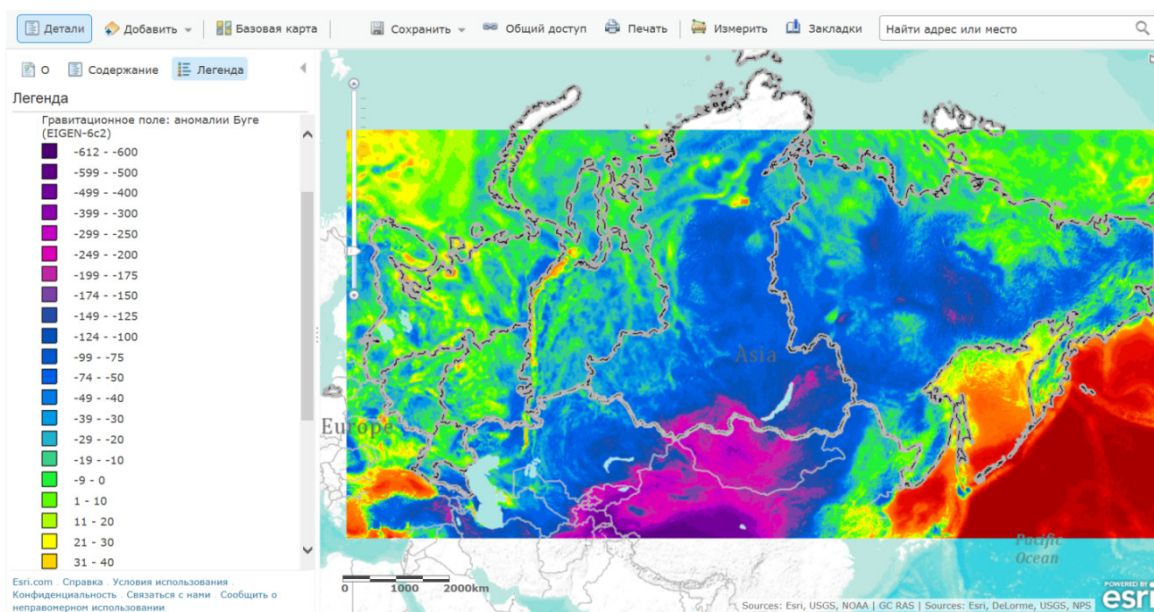


Рисунок 2.11. Картографические веб-сервисы геопортала ГЦ РАН.

На Рис. 2.12 представлен пример визуализации тематических карт средствами сетевого сервиса ArcGIS.com.





**Рисунок 2.12. Аномалии Буге (модель EIGEN-6c2).**

## **2.12. Приложение методов ДМА к оценке геопространственных социально-экономических показателей по территории Украины**

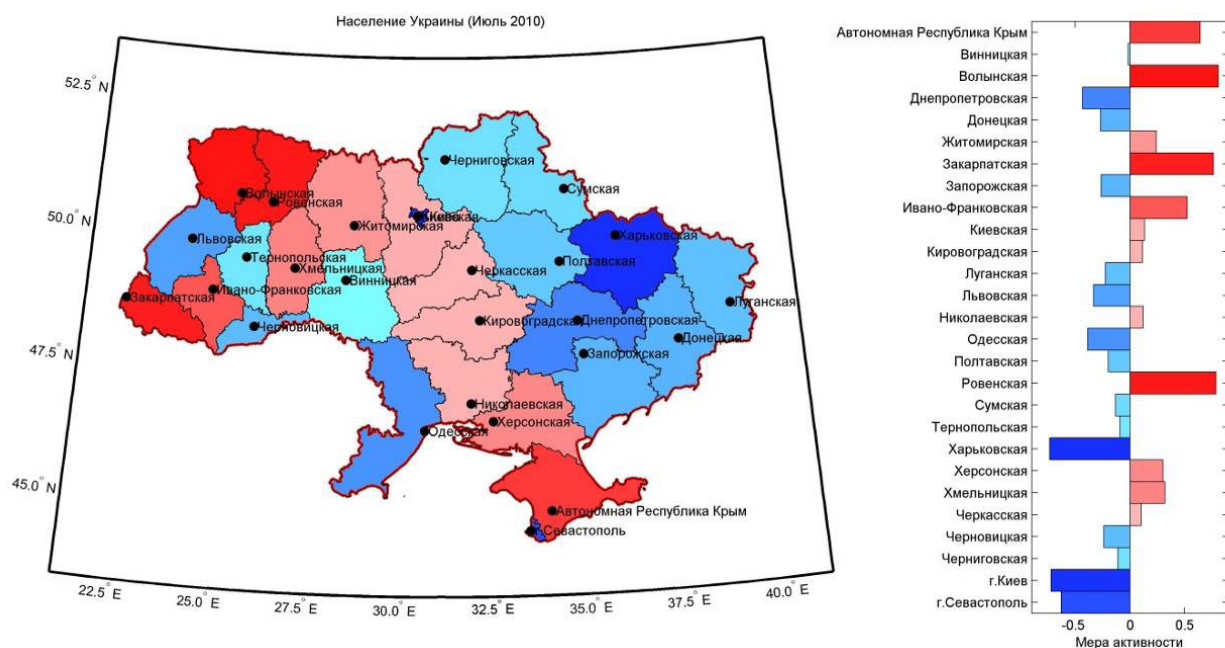
Важным этапом развития геопортала «Интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России» в 2013 г. стала интеграция методов ДМА в инструментарий ГИС-технологий. В рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 38 «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте» разработана многоцелевая ГИС «Россия – Украина». В ее основе – набор цифровых карт, отражающих медико-демографическую и социально-экономическую ситуацию в отдельных регионах России и Украины. Для расширения базы геопространственных данных развиваемой ГИС были использованы официальные статистические данные по демографическим показателям, здоровью населения и социально-экономическим характеристикам в регионах России и Украины в 2005–2011 гг. В базу данных было включено более 50 тематических слоев данных, на основе которых были составлены соответствующие тематические цифровые карты.

Для анализа и прогнозирования демографических ситуаций в России и Украине был выполнен анализ и обработка данных, представленных в виде одномерных и многомерных временных рядов статистических данных. В 2013 г. произведено дальнейшее развитие разработанной алгоритмической системы оперативной оценки (мониторинг активности) конечного динамического процесса.

Конечный динамический процесс представляет собой конечную систему временных рядов наблюдений. Имеется два уровня проявления его активности – локальный и глобальный. Локальный уровень активности – проявление активности на той или иной его компоненте. Локальная активность была формализована внутренними мерами активности. Глобальный уровень активности процесса – динамика распространения активности по координатам через ее локальные проявления. Глобальная активность была

формализована внешними мерами активности. Главное внимание было уделено внешней активности, ее статистическому анализу, а также итоговой апробации на более широком спектре данных.

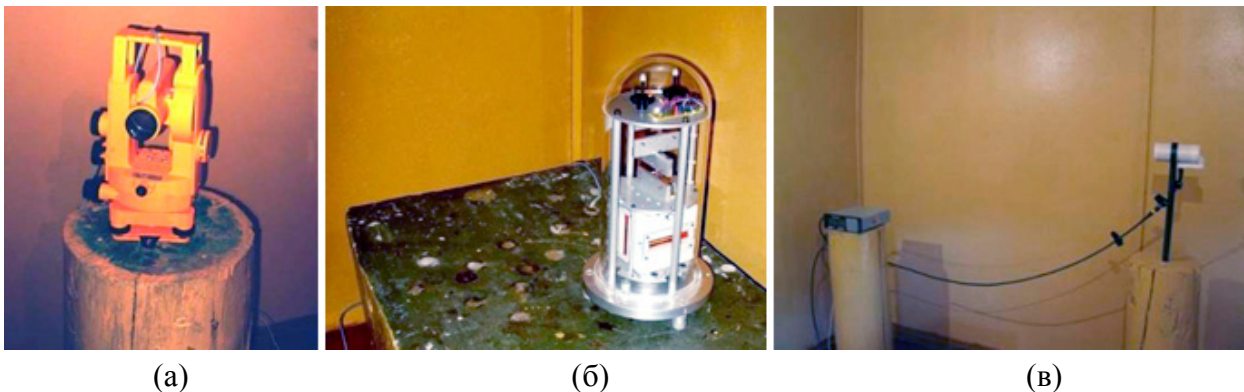
В результате на основе методов ДМА была разработана алгоритмическая система оперативной оценки (мониторинга активности) конечного динамического процесса. На Рис. 2.13 представлены примеры визуализации данных о динамике численности населения Украины с 2003 по 2012 гг. Данные были взяты с официального сайта Государственной службы статистики Украины.



**Рисунок 2.13. Пример внутреннего off-line мониторинга численности населения Украины с помощью разработанной системы на основе ДМА.**

### **2.13. Установка обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ «Бор» в Туруханском районе Красноярского края**

Осенью 2013 г. комплект аппаратуры измерений, регистрации и сбора данных о магнитном поле Земли (Рис. 2.14) был установлен в пос. Бор (Туруханский район Красноярского края) на территории Зональной гидрометеорологической обсерватории «Бор» Росгидромета. Настроена передача данных в ГЦ РАН. Проведено обучение персонала основам наблюдения магнитных склонения и наклонения. Дальнейшая работа по развитию обсерватории состоит в определении азимута имеющейся визирной цели для абсолютных наблюдений.

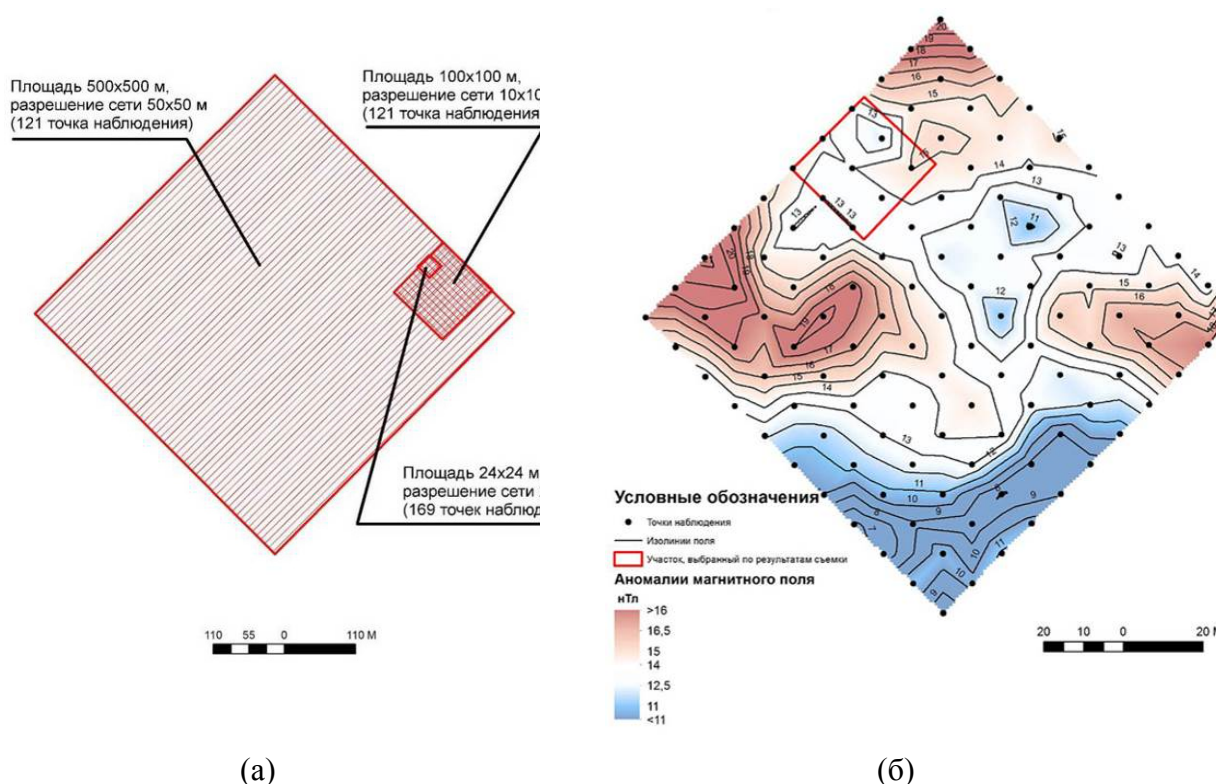


**Рисунок 2.14. Магнитная обсерватория «Бор». Аппаратура для магнитных наблюдений: а) деклинометр/инклинометр; б) вариометр; в) протонный магнитометр.**

#### **2.14. Магнитометрическое исследование участка для установки будущей магнитной обсерватории на полуострове Ямал**

В мае 2013 г. была выполнена магнитная съемка на месте расположения будущей магнитной обсерватории стандарта ИНТЕРМАГНЕТ в районе пос. Сабетта (п-ов Ямал, ЯНАО). Разработанный проект обсерватории предполагает одно здание измерительного павильона по подобию обсерватории Deadhorse (IAGA-код DED) на Аляске, США. В обсерваторском здании будет расположен весь комплект регистрирующей аппаратуры (скалярный и векторный магнитометры, деклинометр/инклинометр и система сбора данных). Выбор участка для исследований учитывал как физико-географические особенности местности (множественные тундровые болота и водоемы), так и расположение имеющихся и проектируемых промышленных объектов и коммуникаций (завод по сжижению природного газа, морской порт, проектируемый посёлок).

Магниторазведочные исследования местности заключались в серии магнитоградиентометрических съемок различного разрешения (Рис. 2.15а). Первая серия съемочных работ выполнена на участке местности площадью 25 га (500х500 м), размеченном съемочной сетью с шагом 50 м. По итогам этой съемки были построены карты аномальной составляющей полного вектора магнитного поля и его вертикального градиента, и выбран участок для следующей серии съемки.



**Рисунок 2.15. Схемы: а) взаимного расположения участков магнитной съемки; б) распределения аномалий полной напряженности магнитного поля на участке съемки 100х100 м.**

Вторая серия магниторазведочных работ (Рис. 2.15б) была выполнена на участке работ площадью 1 га (100х100 м), размеченном съемочной сетью с шагом 10 м. Результатом второй серии измерений также стали карты аномального магнитного поля и вертикального градиента полного вектора магнитного поля. На основе этой серии измерений был выбран квадратный участок работ 24х24 м, в котором была размечена сеть для высокоточной магнитоградиентометрической съемки с шагом 2 м.

Для разбивки на местности регулярной съемочной сети и координатной привязки съемочных пикетов применялось современное геодезическое оборудование – электронный тахеометр (Рис. 2.16, врезка) и комплект из двух ГНСС-приемников. Магнитные измерения производились протонным магнитоградиентометром в точках, размеченных на местности (Рис. 2.16).





**Рисунок 2.16. Магнитная съемка: разметка с использованием электронного тахеометра (вверху слева) и измерения с помощью протонного магнитоградиентометра.**

По данным съемки на финальном участке горизонтальный градиент поля в среднем имеет значения около  $0,5 \text{ нТл/м}$ . Распределение вертикального градиента также представлено очень малыми значениями от  $-0,50$  до  $+1,15 \text{ нТл/м}$ . Таким образом, построенные карты поля подтвердили отсутствие техногенных и природных источников помех на исследуемой территории. Подтверждена пригодность выбранного места для строительства на ней магнитной обсерватории. Установка магнитной обсерватории в области высоких широт позволит наблюдать поведение магнитного поля в авроральной зоне и изучать геомагнитную активность в более широком масштабе.

### **2.15. Геодезические работы на магнитной обсерватории «Санкт-Петербург» для обеспечения ее дальнейшего функционирования**

В июле 2013 г. на обсерватории «Санкт-Петербург» (пос. Лебедевка, Ленинградская обл.) сотрудниками лаборатории был выполнен ряд геодезических работ, целью которых являлось определение азимута и координат точки расположения миры (визирной цели) и точек, в которых установлены постаменты в абсолютном павильоне. В результате получен каталог координат центров постаментов для приборов внутри абсолютного павильона. Координаты были определены с использованием данных спутников ГНСС. Определено значение азимута ориентирного направления с постамента для абсолютных наблюдений на визирную цель (Рис. 2.17). Точность определения координат получена в пределах  $1\text{--}2 \text{ см}$ , средняя квадратическая ошибка определения геодезического азимута составляет не

более 3 угловых секунд. Таким образом, в настоящее время на обсерватории «Санкт-Петербург» абсолютные обсерваторские наблюдения проводятся на регулярной основе.

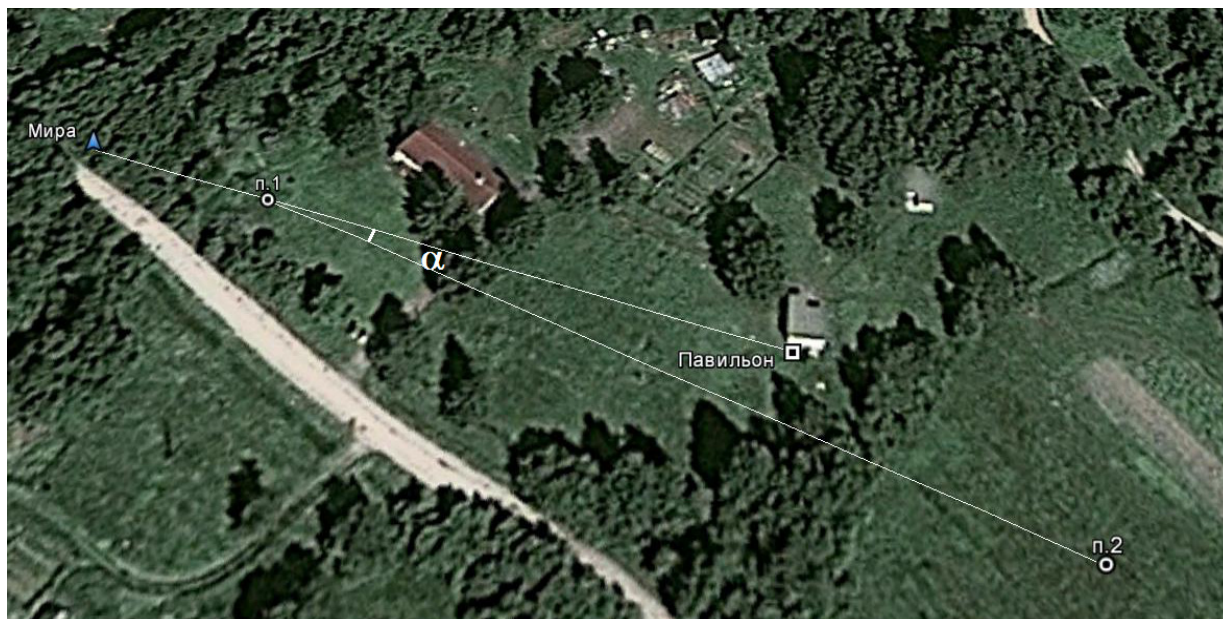


Рисунок 2.17. Схема передачи геодезического азимута с опорного направления 1–2 на направление мира – постамент № 4 (павильон).

## **2.16. Дальнейшие этапы технического оснащения обсерватории «Климовское»**

В 2013 г. на обсерватории «Климовское» (с. Климовское, Архангельская обл.) на территории предшествующих магниторазведочных исследований были построены измерительные павильоны. Проекты павильонов были разработаны в лаборатории геоинформатики и геомагнитных исследований ГЦ РАН. Строительство производилось под непосредственным контролем сотрудников лаборатории. Здания павильонов выполнены из немагнитных материалов. Постаменты внутри павильонов изготовлены из бетона. Верхняя часть постаментов впоследствии была собрана из стеклянных кирпичей, что предотвращает влияние на измерения полей от возможных ферромагнитных примесей в бетоне.

В декабре 2013 г. состоялась ещё одна экспедиция на обсерваторию с целью разработки и прокладки инфраструктуры связи и электропитания для установки магнитометрической аппаратуры. В результате павильоны были оснащены кабелями связи и питания для будущих приборов.

## **2.17. Изучение исторического опыта создания комитетов по подготовке к Международному геофизическому году (1957–1958 гг.) в СССР и за рубежом**

В рамках исследований исторических закономерностей научного сотрудничества организаций в области геофизики был детально изучен процесс создания национальных

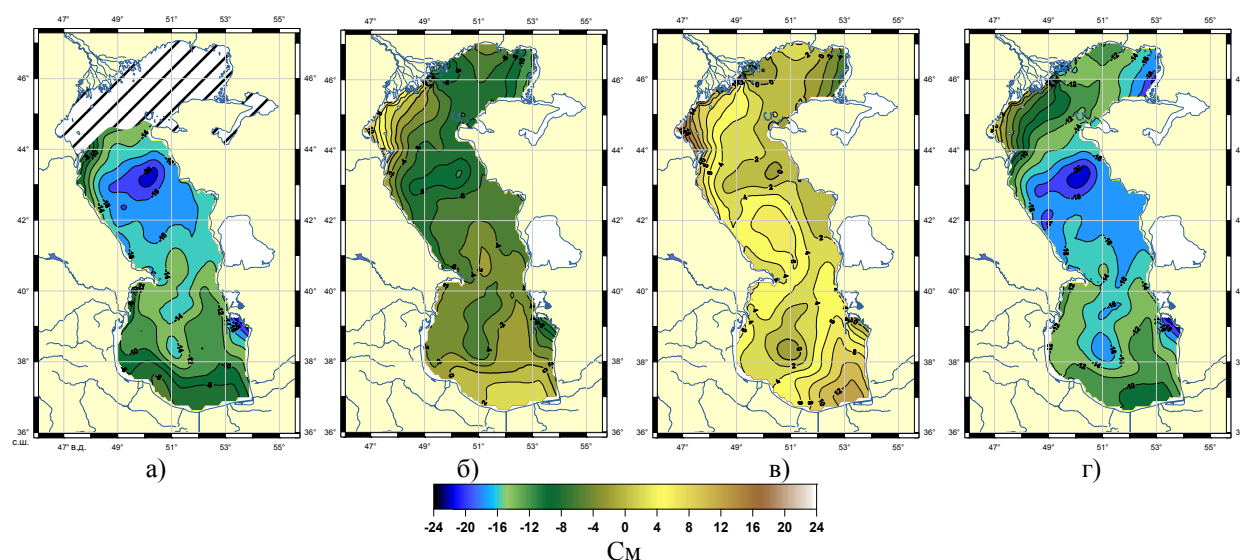
комитетов по подготовке к Международному геофизическому году (МГГ) (1957–1958 гг.). Все страны, принявшие участие в этом крупнейшем международном научном мероприятии середины XX в., создавали свои национальные комитеты для подготовки программы участия страны и организации наблюдений в течение МГГ. В рамках исследования проанализирован процесс создания этих структур в различных странах. Особое внимание уделено изучению исторического опыта такой работы в СССР и США. Были рассмотрены особенности создания национальных комитетов по подготовке к МГГ, их структура, взаимодействие различных учреждений и ведомств, кадровые вопросы.

## **2.18. Исследование гидродинамического режима Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии**

Анализ гидродинамического режима Каспийского моря проводился по полям среднесезонной динамической топографии, построенным как суперпозиция соответствующих аномалий уровня, рассчитанных относительно модели средних высот морской поверхности GCMSS12, и среднеклиматической динамической топографии, рассчитанной по гидродинамической модели Лаборатории прикладных морских исследований Гидрометцентра РФ, для временного интервала 1993–2012 гг. На Рис. 2.18 приведены среднесезонные поля синоптической динамической топографии для февраля, апреля, августа и ноября.

В феврале (Рис. 2.18а) циклонический вихрь, расположенный в северной части Среднего Каспия, становится более мощным по сравнению со среднеклиматической картиной и незначительно смещается в сторону западного побережья. В Южном Каспии также происходит усиление циклонического круговорота в центре. В Среднем Каспии вдоль побережья Дагестана от Аграхонского п-ва до Дербента и в Южном Каспии на побережье Туркменского залива и южнее наблюдается интенсификация прибрежных течений. Весной (апрель, Рис. 2.18б) циклонический вихрь в северной части Среднего Каспия ослабевает. Севернее Апшеронского порога формируется антициклонический вихрь. Циклонический круговорот в центре Южного Каспия также ослабевает по сравнению со среднеклиматической картиной. Интенсификация прибрежных течений наблюдается в Северном Каспии от восточной части дельты реки Волги до северной части Среднего Каспия до Махачкалы. Летом (август, Рис. 2.18в) циклонический вихрь в северной части Среднего Каспия ослабевает еще сильнее, а сформировавшийся весной антициклон усиливается и занимает почти всю юго-западную часть. В Южном Каспии циклонический круговорот ослабевает, и в этой части моря преобладает антициклоническая циркуляция. По-прежнему в Северном Каспии, от восточной части дельты реки Волги до северной части Среднего Каспия, наблюдаются сильные прибрежные течения. В ноябре (Рис. 2.18г) общая картина циркуляции Каспийского моря близка к среднеклиматической.

Сравнение среднесезонной динамической топографии, рассчитанной по данным спутниковой альтиметрии и результатам математического моделирования, показывает хорошее соответствие между ними – коэффициент корреляции составляет 0,856.



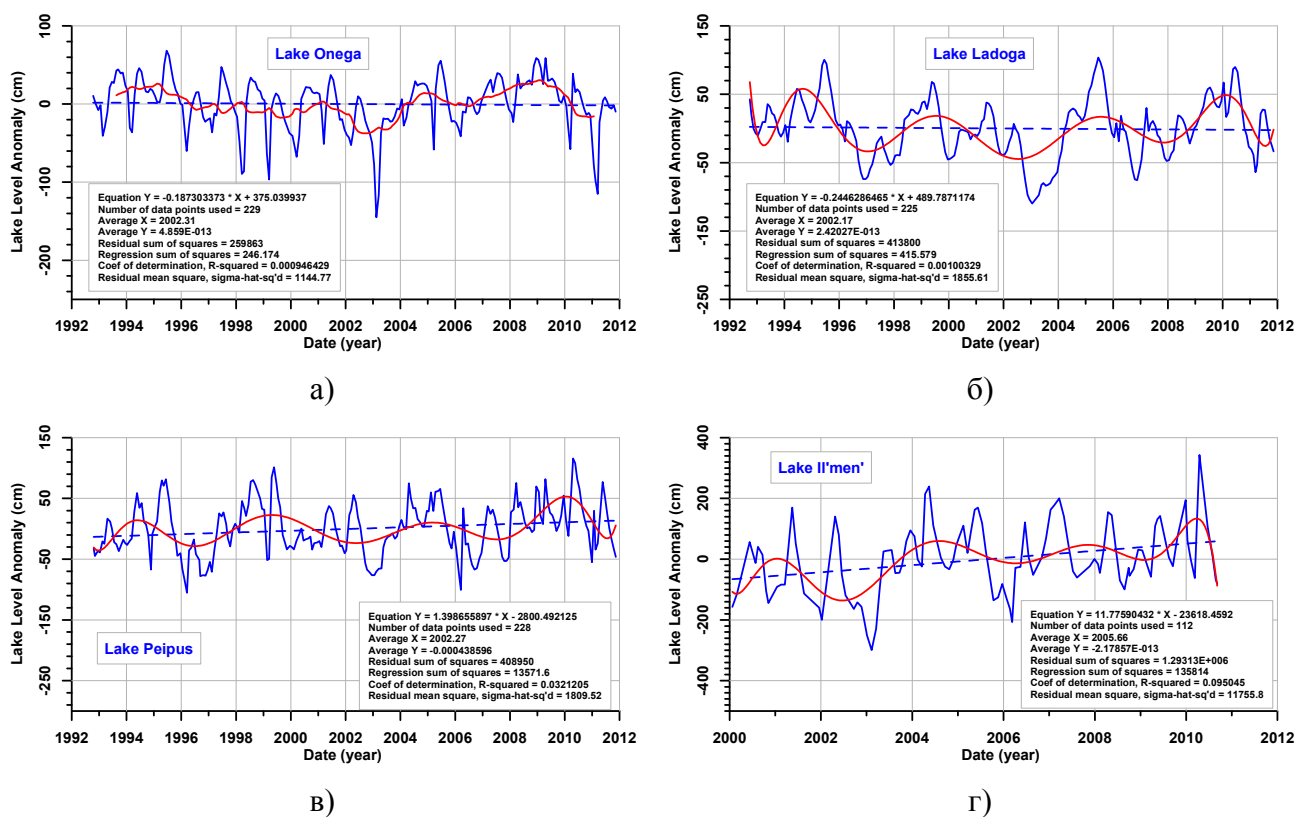
**Рисунок 2.18. Среднесезонная синоптическая динамическая топография Каспийского моря (см) в феврале (а), апреле (б), августе (в) и ноябре (г) по данным альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2 за период с января 1993 г. по декабрь 2012 г. Штриховкой показана область льда в умеренные зимы в феврале.**

## **2.19. Климатическая изменчивость уровня крупнейших озер северо-запада России по данным спутниковой альтиметрии**

Крупнейшие озёра Европейской части России расположены в основном на её северо-западе, в бассейне Балтийского моря – Ладожское (17 680 км<sup>2</sup>), Онежское (9 720 км<sup>2</sup>), Чудско-Псковское озера (3550 км<sup>2</sup>) и озеро Ильмень (около 1000 км<sup>2</sup>). Изменчивость климата в данном регионе в первую очередь отражается на уровне каждого озера. Для анализа сезонной и межгодовой изменчивости уровня этих озер использовались данные альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2, обработанные с применением алгоритма регионального адаптивного ретрекинга.

В уровне озера Ладога наблюдается 4–5 летняя волна (максимум – 1995, 1999, 2005 и 2010, минимум 2003, 2006 и 2009). За период с 1993 по 2011 годы уровень падал со скоростью  $0,24 \pm 0,10$  см/год (Рис. 2.19а). В межгодовой изменчивости уровня озера Онега наблюдается 15-летняя волна, с максимумами в 1995 и 2009 годах и минимумом в 2003. За период с 1993 по 2011 годы уровень падал со скоростью  $0,18 \pm 0,09$  см/год (Рис. 2.19б). (4–5)-летняя волна наблюдается также в уровне Псковского озера (максимум – 1995, 1999, 2005 и 2010, минимум – 1997, 2003 и 2008). За период с 1993 по 2011 годы уровень рос со скоростью  $1,39 \pm 0,18$  см/год (Рис. 2.19в). Согласно полученным результатам, во временном ходе уровня озера Ильмень наблюдается (4–5)-летняя волна (максимум – 2001, 2004 и 2008, минимум – 1997, 2003 и 2008). За период с 2000 по 2011 годы уровень озера рос со скоростью  $1,17 \pm 0,95$  см/год (Рис. 2.19г).





**Рисунок 2.19.** Сезонная и межгодовая изменчивость уровня Ладожского (а), Онежского (б), Чудского (в) озер и озера Ильмень (г) по данным альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2 за период с января 1993 г. по декабрь 2012 г.

## 2.20. Деятельность по программам РФФИ

Подана заявка на 2014 г. по проекту РФФИ № 14-05-90419-Укр\_а «Усовершенствование моделей вариаций геомагнитного поля с использованием новых данных обсерваторий Российско-украинского сегмента сети INTERMAGNET» (2014–2016 гг.).

## 2.21. Конференции

Сотрудники лаборатории приняли участие в организации научной программы международной партнерской конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах» (30 сентября – 3 октября, г. Калуга, <http://kaluga.gcras.ru/>). В рамках конференции 1 октября было организовано рабочее совещание, посвященное развитию сети магнитных обсерваторий на территории России и Украины. В результате были сформулированы дальнейшие планы по развитию сети магнитных обсерваторий Российско-украинского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ:

1. Инициирована разработка новой программы развертывания геофизических наблюдений на российских обсерваториях, согласованная с Росгидрометом;

2. В рамках обсуждения проблем подготовки квазиокончательных данных поддержано предложение об использовании единых форм ввода и обработки абсолютных измерений и взаимного согласования абсолютных наблюдений на магнитных обсерваториях;
3. Принято решение о передаче данных от антарктической станции «Восток», недавно принятой в качестве новой обсерватории ИНТЕРМАГНЕТ, а также решение о передаче данных с обсерваторий «Мыс Шмидта» и «Академик Вернадский»;
4. Достигнуто общее согласие с планами обсерватории «Борок» по переходу на регистрацию секундных данных с их дальнейшей передачей в ГЦ в реальном времени;
5. Решен вопрос о дальнейшем обновлении оборудования до стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на российских обсерваториях. В качестве следующей обсерватории для установки комплекта выбрана обсерватория «Норильск»;
6. Сделано сообщение о некоторых изменениях в требованиях ФСТЭК.

В 2013 г. сотрудники лаборатории также входили в состав организационного комитета международной научной конференции молодых ученых «Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства», г. Ереван, Армения.

## Публикации сотрудников лаборатории<sup>1</sup>

### Монографии

- Кафтан В. И.** Геодезические спутниковые измерения и их обработка: Учебное пособие для бакалавров по направлению 120700 «Землеустройство и кадастр». – М.: МИИТ, 2013. 111 с.
- Soloviev A., A. Khokhlov, E. Jalkovsky, A. Berezko, A. Lebedev, E. Kharin, I. Shestopalov, M. Manda, V. Kuznetsov, T. Bondar, J. Mabie, M. Nisilevich, V. Nechitailenko, A. Rybkina, O. Pyatygina, A. Shibaeva.** The Atlas of the Earth's Magnetic Field (Eds.: **A. Gvishiani, A. Frolov, V. Lapshin**). Publ. GC RAS, Moscow, 361 pp, doi:10.2205/2013BS011\_Atlas\_MPZ.

### Статьи в журналах и сборниках

- Абдрахманов Р. З., Демьянов Г. В., **Кафтан В. И.**, Побединский Г. Г. Методические вопросы построения глобальных и региональных геодезических сетей // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. 2013. №1(48). с. 80–85.
- Алешин И. М.**, Корягин В. Н., Сухорослов О. В., Шогин А. Н. Веб-интерфейс, Грид-приложение, распределительная вычислительная система // Научно-техническая информация. Серия 1. Организация и методика информационной работы. 2013. № 7. с. 19–22.
- Бровар Б. В., **Кафтан В. И.**, Юркина М. И. К 80-летию Николая Александровича Гусева // Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК. – М.: Научный мир, 2013. с. 241–247.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее выделены фамилии сотрудников ГЦ

- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Дзедобоев Б. А.** О новом подходе к распознаванию мест возможного возникновения сильных землетрясений на Кавказе // *Физика Земли*. 2013. № 6. с. 3–19.
- Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Добровольский М. Н., Дзедобоев Б. А.** Объективная классификация эпицентров и распознавание мест возможного возникновения сильных землетрясений в Калифорнии. *Геоинформатика*. 2013. № 2. с. 44–57.
- Гвишиани А. Д., Ю. С. Любовцева, Р. И. Красноперов, М. З. Згуровский, О. О. Пятыхина, А. А. Шибаева, К. В. Ефремов.** Создание многоцелевой ГИС «Россия–Украина» для оценки перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте // «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте». Тр. Первой междунар. научн.-практ. конференции / РАН. ИНИОН. Отдел науч. сотрудничества и междунар. связей; Отв. ред. Ю. С. Пивоваров. – М., 2013. с. 517–523.
- Гусев И. В., Лебедев С. А.** Учет влияния океанических приливов при наблюдении геодезических искусственных спутников Земли // *Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка*. 2013. № 1. с. 25–32.
- Докукин П. А., Кафтан В. И., Красноперов Р. И.** Влияние формы треугольников СРНС сети на результаты определения деформаций земной поверхности // *Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК*. – М.: Научный мир, 2013. с. 115–122.
- Кафтан В. И.** На юбилейной Научной ассамблее Международной ассоциации геодезии (150 лет МАГ) // *Междунар. научно-техн. и производственный электронный журнал «Науки о Земле»*, 2013. №2. С. 5–24.
- Кафтан В. И., Устинов А. В.** Периодичности в результатах локального мониторинга сооружений с использованием спутниковых радионавигационных систем // *Инновационные процессы в АПК : сборник статей V Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых аспирантов и студентов*. Москва, 17–19 апреля 2013 г. – М.: РУДН, 2013. с. 433–435.
- Кафтан В. И., Цветков В. Я.** О форме и содержании понятия «инфраструктура пространственных данных» // *Геодезия и картография*. 2013. N 6. с. 46–50.
- Клейменова Н. Г., Н. Р. Зелинский, О. В. Козырева, Л. М. Малышева, А. А. Соловьев, Ш. Р. Богоутдинов.** Геомагнитные пульсации Pс3 на приэкваториальных широтах в начальную фазу магнитной бури 5 апреля 2010 г. // *Геомагнетизм и аэрономия*, 2013, Т. 53, № 3, с. 330–336.
- Клименко В. В., Лукьянова Р. Ю., Клименко М. В.** Моделирование электрического поля в ионосфере Земли во время геомагнитной бури // *Химическая физика*. 2013. Т. 32. № 9. с. 42–53. doi:10.7868/S0207401X13090082.
- Кудашин А. С.** Создание комитетов по подготовке к Международному геофизическому году (1957–1958 гг.) в СССР и за рубежом // *Российский научный журнал*. 2013. № 2(33). с. 38–42.
- Лебедев С. А.** Спутниковая альтиметрия в науках о Земле // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2013. Т. 10, № 3. с. 33–49.
- Лукьянова Р. Ю.** Включение обсерваторских данных в систему цитирования DOI // *Вестник ОНЗ РАН*, 2013. doi: 10.2205/2013NZ000120.
- Лукьянова Р. Ю., Козловский А. Е.** Динамика полярной границы аврорального овала по данным спутника IMAGE // *Космические исследования*. 2013. Т. 51. с. 53–61.
- Лушников А. А., Загайнов В. А., Любовцева Ю. С., Гвишиани А. Д.** Космическая погода и атмосферные аэрозоли // *Труды Международной конференции «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле»*. – М.: ИКИ РАН. 2013. с. 396–411.
- Лушников А. А., Каган А. И., Гвишиани А. Д., Любовцева Ю. С.** Моделирование эволюционно-демографических процессов для целей геомедицины // *Геофизические процессы и биосфера*. 2013. Т. 12. № 3. с. 5–18.
- Любовцева Ю. С., Макоско А. А., Воронова Е. В., Пятыхина О. О., Шибаева А. А., Красноперов Р. И.** Медицинская геоинформационная система России в условиях изменяющегося климата // *Сборник трудов международной конференции «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле» (ИКИ РАН, Москва, Россия 4–8 июня 2012 г.)*. М.: ИКИ РАН. 2013. с. 435–449.
- Рыбкина А. И., А. А. Соловьев, А. И. Каган, А. А. Шибаева, О. О. Пятыхина и О. В. Никифоров.** Интерполяция данных обсерваторских измерений и визуализация полной напряженности магнитного поля Земли // *Вестник ОНЗ РАН*, 5, NZ3002, doi:10.2205/2013NZ000116.

- Соловьев А. А., Гвишиани А. Д., Рыбкина А. И., Пятыхина О. О., Шибасева А. А.** Разработка Атласа магнитного поля земли // Труды конференции молодых специалистов. 2013.
- Шестопалов И. П.,** С. В. Белов, **А. А. Соловьев,** Ю. Д. Кузьмин. О генерации нейтронов и геомагнитных возмущениях в связи с чилийским землетрясением 27 февраля и вулканическим извержением в Исландии в марте – апреле 2010 г. // Геомагнетизм и аэрномия, 2013, Т. 53, № 1, с. 130–142.
- Юркина М. И., Демьянов Г. В., Бровар Б. В., **Кафтан В. И.** К 100-летию Михаила Сергеевича Молоденского // Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК. – М.: Научный мир, 2013. с. 226–235.
- Aleshin I. M.,** Koryagin V., Sukhoroslov O., Kholodkov K. Globus Toolkit Web Interface – application to seismology // Second Int. Conf. «Cluster Computing» CC 2013 (Ukraine, Lviv, June 3–5, 2013). Coll. papers. P. 12–14.
- Ginzburg A. I., **Lebedev S. A.,** Kostianoy A. G., Sheremet N. A. Interannual Variability of the Black Sea Level Basing on the Radar Altimetry // Proceedings of «20 Years of Altimetry», Venice. Italy. 24–29 September 2012. / Ed. L. Ouwehand. Noordwijk: ESA Publications Division, 2013. SP 710.
- Gvishiani A., Dobrovolsky M., Agayan S., Dzeboev B.** Fuzzy-based clustering of epicenters and strong earthquake-prone areas // Environmental Engineering and Management Journal. 2013. Vol. 12. No 1. P. 1–10.
- Kaftan V. I.,** Ustinov A. V. Use of global navigation satellite systems for monitoring deformations of water-development works// Power Technology and Engineering, May 2013, Vol. 47, Issue 1, pp. 30–37.
- Komitov B., **Kaftan V.** The sunspot cycle no. 24 in relation to long term solar activity variation // Journal of Advanced Research (2013) 4, 279–282. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jare.2013.02.001>.
- Kostianoy A. G., Lavrova O. Yu., Mityagina M. I., Solovyov D. M., **Lebedev S. A.** Satellite Monitoring of Oil Pollution in the Southeastern Baltic Sea Oil Pollution in the Baltic Sea / Eds. A. G. Kostianoy, O. Yu. Lavrova. // Hdb Env Chem. V. 27. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2013 P. 125–153. doi: 10.1007/698\_2013\_236.
- Kostianoy A. G., **Lebedev S. A.** Three-Dimensional Digital Elevation Model of the Karashor Depression and Altyn Asyr Lake The Turkmen Lake Altyn Asyr and Water Resources in Turkmenistan / Eds. I. S. Zonn, A. G. Kostianoy. // Hdb Env Chem. V. 28. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2013. doi: 10.1007/698\_2013\_238.
- Kostianoy A. G., **Lebedev S. A.,** Solovyov D. M. Satellite monitoring of the Caspian Sea, Kara-Bogaz-Gol Bay, Sarykamys and Altyn Asyr Lakes, and Amu Darya River The Turkmen Lake Altyn Asyr and Water Resources in Turkmenistan / Eds. I. S. Zonn, A. G. Kostianoy. // Hdb Env Chem. V. 28. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2013. doi: 10.1007/698\_2013\_237.
- Lebedev S. A.** Definition of Special Position of the Southern Ocean and Antarctic Circumpolar Current Boundaries Based on Remote Sensing Data // Proceedings of “20 Years of Altimetry”, Venice. Italy. 24–29 September 2012. / Ed. L. Ouwehand. Noordwijk: ESA Publications Division, 2013. SP 710.
- Lebedev S. A.** Flood Wave Propagation Model of the Caspian Sea Based on Satellite Altimetry Data // Proc. of “20 Years of Altimetry”, Venice. Italy. 24–29 Sept. 2012 / Ed. L. Ouwehand. Noordwijk: ESA Publ. Division, 2013.
- Lushnikov A. A., Gvishiani A. D., Lyubovtseva Yu. S.** and A. A. Makosko. Evolution models for geomedical statistics // Geoinf. Res. Papers Ser. BS1001, 2013. doi: 10.2205/2013BS008.
- Lushnikov A. A., Gvishiani A. D., Lyubovtseva Yu. S.** Trapping of trace gases by atmospheric aerosols Russian Journal of Earth Sciences, 13, 2013. ES2002, doi: 10.2025/2013ES000530.
- Lushnikov A. A., Gvishiani A. D., Lyubovtseva Yu. S.** Fractals in the atmosphere // Russian Journal of Earth Sciences, 13, 2013. ES2002, doi: 10.2025/2013ES000531.
- Shestopalov I. P.,** Belov S. V., **Soloviev A. A.,** and Kuzmin Yu. Neutron generation and geomagnetid in connection with the Chilean earthquake of February 27, 2010 and a volcanic eruption in Iceland in March–April 2010 // Geomagnetism and Aeronomy. 2013. Vol. 53. No. 1. P. 124–135.
- Soloviev A., S. Bogoutdinov, A. Gvishiani, R. Kulchinskiy,** and J. Zlotnicki. Mathematical Tools for Geomagnetic Data Monitoring and the INTERMAGNET Russian Segment // Data Science Journal, Vol. 12 (2013), p. WDS114–WDS119, doi:10.2481/dsj.WDS-019.
- Troitskaya Yu., Rybushkina G., Soustova I., **Lebedev S.** Adaptive Retracking of Jason-1, 2 Satellite Altimetry Data for the Volga River Reservoirs // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2013. № 99. P. 1–6. doi: 10.1109/JSTARS.2013.2267092.

## Тезисы докладов конференций

- Гетманов В. Г., Сидоров Р. В.** Аппроксимационная сплайновая фильтрация наблюдений геомагнитного поля // Глобальная электрическая цепь. Материалы Всероссийской конференции. Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал ИФЗ им. О. Ю. Шмидта. 2013. С. 97.
- Гетманов В. Г., Сидоров Р. В.** Построение джерковых моделей на основе частично гладких сплайновых функций // Глобальная электрическая цепь. Материалы Всероссийской конференции. Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал ИФЗ им. О. Ю. Шмидта. 2013. С. 98.
- Гетманов В. Г., Гвишиани А. Д., Сидоров Р. В.** Применение локальных аппроксимационных моделей для цифровой фильтрации наблюдений геомагнитных возмущений // Глобальная электрическая цепь. Мат. Всероссийской конф. Геофизическая обсерватория «Борок» филиал ИФЗ им. О. Ю. Шмидта. 2013. С. 96.
- Лебедев С. А., Костяной А. Г.** Спутниковый мониторинг трансграничных вод России и Эстонии // Материалы II Международной научно-практической конференции «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», посвященной 20-летию МГТУ/ Майкоп. Россия. 14–17 мая 2013. Майкоп: Изд-во Магарин О. Г., 2013. С. 152–169.
- Лебедев С. А.** Спутниковая океанология — современное состояние и перспективы развития // Четвертая международная Школа-семинар «Спутниковые методы и системы исследования Земли». Таруса. 19–25 февраля 2013.
- Любовцева Ю., Пятагина О., Шibaева А., Рыбкина А.** Анализ данных о демографической структуре, смертности и заболеваемости населения РФ (Abstract) // Int. Conf. “Cosmos and biosphere” Koktebel’ 2013.
- Савиных В. П., Быков В. Г., Карпик А. П., Молдобеков Б., Побединский Г. Г., Демьянов Г. В., Кафтан В. И., Малкин З. М., Стеблов Г. М., Татевян С. К.** Организация Международной комиссии по региональной земной геодезической основе Северо-Восточной Евразии // Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2013), 15–19 апреля 2013 г., Санкт-Петербург, Россия. Тезисы докладов. Санкт-Петербург: ИПА РАН. 2013. С. 185–188.
- Соловьев А. А., Красноперов Р. И., Гвишиани А. Д., Кафтан В. И., Рыбкина А. И.** Разработка геолого-геофизических веб-сервисов ГЦ РАН // Международное рабочее совещание «Состояние и перспективы развития Государственного геологического картографирования территории РФ и ее континентального шельфа масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000», 16–19 апреля 2013 г. Санкт-Петербург ВСЕГЕИ.
- Aleshin I. M., Alpatov V. V., Vasiliev A. E., Burguchev S. S., Kholodkov K. I., Budnikov P. A., Molodtsov D. A., Koryagin V. N., Perederin F. V.** Real-Time 3D Ionosphere Imaging from Ground based GNSS Stations Data // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Bogoutdinov Sh. R., Agayan S. M., Mikhalevskiy S. D.** DPS algorithm. application to time series and two-dimensional reliefs // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Dobrovolsky M. N., Gvishiani A. D., Agayan S. M., Dzeboev B. A.** Discrete mathematical analysis clustering of epicenters and strong earthquake-prone areas // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Dobrovolsky M. N., Agayan S. M., Bogoutdinov Sh. R.** DISCRETE MATHEMATICAL ANALYSIS FOR DATA MINING. // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Getmanov V. G., Gvishiani A. D., Sidorov R. V.** Nonlinear filtering of 1-second geomagnetic field records of a vector and a scalar magnetometer on the basis of local approximation models // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Getmanov V. G., Sidorov R. V.** Jerk models for time series of average annual values of the geomagnetic field intensity on the basis of generalized splines // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.

- Getmanov V. G., Sidorov R. V.** Spline filtering of geomagnetic field records // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Kaftan V., Krasnoperov R.** Earth's surface movements in relation to Parkfield 2004 earthquake: Interpretation of permanent GPS observations. // International Association of Geodesy, Scientific Assembly 150th Anniversary of the IAG, Book of Abstracts, September 1–6, 2013, Potsdam, p. 187.
- Kaftan V., Ustinov A.** Diurnal and semidiurnal periodicities in results of local structural monitoring using global navigation satellite systems. // International Association of Geodesy, Scientific Assembly 150th Anniversary of the IAG, Book of Abstracts, September 1–6, 2013, Potsdam, p. 430.
- Khokhlov A. V.** How different is the time-averaged field from that of geocentric axial dipole? // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Krasnoperov, R., A. Soloviev, R. Sidorov.** Development of the Russian geomagnetic observatory network // IAGA 12th Scientific Assembly (August 26–31, 2013, Merida, Yucatan, Mexico), Abstract volume, p. 253.
- Lebedev S. A., Ginzburg A. I., Kostianoy A. G.** Interannual variability of the Black and Azov Seas level and estimation of water exchange between them based on satellite Altimetry // Joint IAHS IAPSO – IASPEI assembly. Gothenburg. Sweden. 22–26 July 2013. P01S1.04.
- Lebedev S. A., Troitskaya Yu. I., Rybushkina G. V., Dobrovolsky M. N., Shabanova O. B.** Satellite Altimetry of the Lakes in Northwest Russia // «ESA Living Planet» Symposium, Edinburgh. Scotland. United Kingdom. 9–13 September 2013. 850350.
- Lebedev S. A., Troitskaya Yu. I., Rybushkina G. V., Dobrovolsky M. N., Shabanova O. B.** Interannual variability of the lakes level in Northwest Russia based on satellite altimetry // Joint IAHS IAPSO–IASPEI assembly. Gothenburg. Sweden. 22–26 July 2013. HP3PS.05.
- Lebedev S. A., Troitskaya Yu. I., Rybushkina G. V., Dobrovolsky M. N., Shabanova O. B.** Satellite Altimetry of the Lakes in Northwest Russia // «ESA Living Planet» Symposium, Edinburgh. Scotland. United Kingdom. 9–13 September 2013.
- Lukianova R. Yu.** Magnetic observations in the Arctic and Antarctic // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Lushnikov A. A., Kagan A. I., Gvishiani A. D., Lyubovtseva Yu. S.** Evolution models for geomedical statistics (Abstract, Plenary talk) // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Lyubovtseva Yu. S., Pyatygina O. O., Shibaeva A. A.** Analysis of data on demographic structure, mortality and morbidity of population in Russian Federation // Materials of the Partnership Conference Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining, 30 September – 3 October 2013 Kaluga, Russia DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Savinykh V., Bykov V., Karpik A., Moldobekov B., Pobedinsky G., Demianov G., **Kaftan V.**, Malkin Z., Steblov G. Organization of the North East Eurasia Reference Frame // International Association of Geodesy, Scientific Assembly 150th Anniversary of the IAG, Book of Abstracts, September 1–6, 2013, Potsdam, p. 308.
- Savinykh V., **Kaftan V.** Geodesy section of the National Geophysical Committee of the Russian Academy of Sciences as a component of geodetic infrastructure (Advisory). // International Association of Geodesy, Scientific Assembly 150th Anniversary of the IAG, Book of Abstracts, September 1–6, 2013, Potsdam, p. 442.
- Soloviev A., Dobrovolsky M., Medvedev D., Sidorov R., Sumaruk Y.** Russian-Ukrainian Center for Geomagnetic Data Retrieval and Exchange // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Soloviev A. A., Kaftan V. I., Krasnoperov R. I., Sidorov R. V.** Modern technological approaches for deployment of INTERMAGNET observatories in Russia // Materials of the Partnership Conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia, DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.

**Soloviev, A., M. Dobrovolsky, D. Medvedev, R. Sidorov, Y. Sumaruk** Geomagnetic data center of Russian-Ukrainian INTERMAGNET segment // IAGA 12th Scientific Assembly (August 26–31, 2013, Merida, Yucatan, Mexico), Abstract volume, p. 254.

### **Участие в конференциях**

- 19–25 февраля 2013 г. Участие в научном и организационном комитете Четвертой международной школе-семинаре «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, Калужская обл., Россия.
- 12–16 мая 2013 г. Участие в оргкомитете международной научной конференции молодых ученых «Современные задачи геофизики, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства», г. Ереван, Армения.
- 14–17 мая 2013 г. Участие в научном и организационном комитете Второй Международной научно-практической конференции «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий», Майкоп, Респ. Адыгея, Россия.
- 3–5 июня 2013 г. Участие во Второй международной конференции «Кластерные вычисления», г. Львов, Украина.
- 20–28 июля 2013 г. Участие в Научной ассамблее IAHS-IAPSO-IASPEI, г. Гетеборг, Швеция.
- 26 августа – 2 сентября 2013 г. Участие в 12-й Научной ассамблее IAGA, г. Мерида, Мексика.
- 1–6 сентября 2013 г. Участие в Научной ассамблее Международной ассоциации геодезии, г. Потсдам, Германия.
- 30 сентября – 3 октября 2013 г. Участие в международной партнерской конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах», г. Калуга.
- 30–31 октября 2013 г. Участие в Первой международной научно-практической конференции «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте», ИНИОН РАН, г. Москва.
- 15–19 апреля 2013 г. Участие в 5-й Всероссийской конференции «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение», г. Санкт-Петербург.

### **Командировки сотрудников лаборатории**

- 19–25 февраля 2013 г. Участие в работе выездного семинара-школы «Спутниковые методы и системы исследования Земли», г. Таруса, Калужская область.
- 15 марта – 15 мая 2013 г. Командировка в Парижский институт физики Земли с целью дальнейшего развития алгоритмов распознавания возмущений различной природы на магнитограммах, г. Париж, Франция.
- 7–24 апреля 2013 г. Поездка в Геомагнитный информационный центр геомагнитной группы Геологической службы США с целью ознакомления с его работой и обсуждения вопросов дальнейшего сотрудничества, г. Голден, штат Колорадо, США.
- 15–19 апреля 2013 г. Участие в совещании во ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург.
- 16–27 апреля 2013 г. Командировка в Парижский институт физики Земли с целью продолжения совместной работы с отделом геомагнетизма, г. Париж, Франция.
- 17 мая 2013 г. Испытания методики магнитометрии с использованием электронного тахеометра, ИЗМИРАН, г. Троицк, Московская область.
- 26 мая – 3 июня 2013 г. Экспедиция на п-ов Ямал с целью проведения магнитометрической съемки на территории площадки сервисных подрядчиков ОАО «Ямал СПГ», пос. Сабетта, Ямало-Ненецкий АО.

- 5 июня – 15 июля 2013 г. Участие в полевых работах с целью получения скоростного разреза на участке Зарамаг – Рокский тоннель – Дзау – Цхинвал, Республика Северная Осетия – Алания.
- 1–5 июля 2013 г. Проведение геодезических измерений на магнитной обсерватории «Санкт-Петербург», Выборгский район Ленинградской области.
- 10–12 августа 2013 г. Поездка в геобиостационар «Ротковец» с целью промежуточного контроля строительства обсерваторских павильонов, с. Климовское, Коношский район Архангельской области.
- 11–18 сентября 2013 г. Экспедиция на ЗГМО «Бор» с целью установки комплекта магнитометрического оборудования стандарта ИНТЕРМАГНЕТ, пос. Бор, Туруханский район Красноярского края.
- 27 ноября – 8 декабря 2013 г. Проверка и организация регулярной передачи данных на магнитной обсерватории «Санкт-Петербург», Выборгский район Ленинградской области.
- 9–13 декабря 2013 г. Поездка на ГО «Борок» с целью решения вопроса регулярной передачи данных абсолютных наблюдений в ГЦ РАН.
- 18–21 декабря 2013 г. Экспедиция в геобиостационар «Ротковец» с целью разработки и прокладки инфраструктуры связи и электропитания для установки аппаратуры для регистрации геомагнитных данных и выполнения абсолютных измерений, с. Климовское, Коношский район Архангельской области.

### **3. Лаборатория геодинамики**

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

#### **3.1. Направления исследований**

В 2013 г. в рамках темы 01201153405: «Разработка информационной технологии оценки и прогноза геодинамических процессов в районах размещения объектов ядерного топливного цикла» в соответствии с календарным планом работ исследования велись по следующим трем направлениям:

1. Разработка методической основы прогноза стабильности геологической среды в приложении к объектам ядерно-топливного цикла (ЯТЦ).
2. Разработка программного комплекса расчета напряжённо-деформируемого состояния (НДС) среды, процессов деструкции и фильтрации в блочных гетерогенных массивах.
3. Проведение GPS наблюдений на объектах ЯТЦ с целью оценки геодинамической безопасности.

#### **3.2. Разработка методической основы прогноза стабильности геологической среды в приложении к объектам ЯТЦ**

На территории России был накоплен огромный объем радиоактивных отходов (РАО) активностью более  $5,9 \times 10^9$  Кюри и объемом свыше 510 млн. м<sup>3</sup>, представляющих чрезвычайную опасность для населения и окружающей среды. Масштабное решение проблем удаления отходов началось только в последние годы, когда в российском



обществе и государственных органах сформировалось понимание того, что безопасность обращения с РАО является главнейшим и приоритетным условием дальнейшего развития атомной промышленности и экономики страны в целом.

Наиболее токсичными и опасными являются тепловыделяющие высокоактивные радиоактивные отходы (ВАО). Удаление их из среды обитания человека при существующем научно-техническом уровне может быть осуществлено единственным способом – захоронением ВАО в глубокие геологические формации. Обоснование пригодности геологической среды для захоронения ВАО – важнейшая экологическая проблема, стоящая как для России, так и других развитых стран, использующих ядерные технологии. В настоящее время существуют проекты подземной изоляции ВАО в различных геологических формациях: *в солях* (Германия, США), *в гранитах* (Швеция, Финляндия, Швейцария, Канада, Россия), *в глинах* (Франция, Швейцария, Бельгия) и *туфах* (США). И хотя идея глубинного захоронения РАО очевидна и целесообразна, пока ни в одной стране не начата эксплуатация геологического хранилища.

Правительством РФ в конце 90-х годов принято решение о строительстве первого в России пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов (ПГЗРО) в Красноярском крае, Нижне-Канский массив (НКМ). Итогом инженерно-геологических изысканий, которые проводились в пределах Нижне-Канского массива, начиная с 1992 г., стал выбор участка «Енисейский», в пределах которого сейчас ведутся детальные исследования. Согласно требованиям МАГАТЭ, обязательным этапом строительства ПГЗРО является создание подземной исследовательской лаборатории (ПИЛ), необходимой для уточнения характеристик вмещающего массива горных пород. НИР в горных выработках ПИЛ планируется выполнить до 2024 г., после чего будет принято окончательное решение о пригодности (или не пригодности) массива горных пород для захоронения ВАО.

Проблема прогнозирования стабильности структурного тектонического блока, вмещающего ПГЗРО, входит в первоочередные научно-технологические российские и мировые приоритеты. В последнее десятилетие научно-исследовательские работы по созданию ПИЛ активно велись в США (Yucca Mountain), Швеции (Äspö), Финляндии (Onkalo), Швейцарии (Grimsel), Франции (Fanay-Augeres), Японии (Mizunami), Германии (Горлебен) и др. странах. Международный опыт выбора площадок, пригодных для изоляции ВАО, основан на поиске в относительно стабильных геологических районах наименее нарушенного структурно-тектонического блока при его максимально возможных размерах. Известно, что Нижне-Канский массив относится к зоне активного орогенеза, т.е. процесс его формирования как горного сооружения под влиянием тектонических движений еще не закончен. Поэтому за столь длительный период геодинамические процессы способны кардинально изменить гидрогеологический режим территории (уровень подземных вод, напор водоносных горизонтов, образование новых и раскрытие старых каналов инфильтрации флюидов и т.д.). Наибольшую угрозу представляет вероятность тектонической деструкции структурно-тектонических блоков, находящихся в поле нелинейно изменяющихся тектонических сил, когда внутри структурных блоков возможно образование новых тектонических разломов, или

активизация существующих «пассивных» разломов и проникновение подземных вод к контейнерам с ВАО и последующим выносом радионуклидов в окружающую среду.

На решение этой проблемы и были направлены исследования лаборатории геодинамики. В рамках выполнения темы были решены следующие задачи:

- разработан метод моделирования уровней опасности тектонической деструкции структурно-тектонических блоков НКМ, включая участок «Енисейский», и оценки уровней опасности НДС при выборе участков земной коры для захоронения РАО;
- выполнено моделирование фильтрации подземных флюидов и углеводородов в градиентных полях тектонических напряжений;
- создан геодинамический полигон в пределах НКМ для наблюдений за СДЗК на основе спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС;
- разработана структура автоматизированной системы мониторинга геоэкологической безопасности, необходимой для принятия решений для предупреждения чрезвычайных ситуаций на радиационно опасных объектах.

По итогам работ были получены следующие фундаментальные и прикладные научно-технические результаты:

1. Разработаны теория и методика компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния гетерогенной блочной геологической среды, находящейся в нелинейном поле тектонических напряжений;
2. Сформирована механико-математическая методология энергетического анализа концентрации напряжений на примере конечно-элементного расчета модели обобщенного плоского напряженного состояния для блочных гетерогенных массивов горных пород;
3. Разработаны пакеты проблемно-ориентированных вычислительных модулей и авторских программ «GEODYN 1.0» и «GrS» конечно-элементного расчета пластинчатого слоя на основе четырехугольных изопараметрических конечных элементов;
4. Разработан новый алгоритм и программа расчета направлений фильтрации подземных флюидов в высокоградиентных полях тектонических напряжений – «GEOFLOW 1.1», позволившая создать новую методологию выделения перспективных участков при поиске месторождений углеводородов.

Были выполнены исследования, направленные на совершенствование методики оценки опасности НДС в структурно-тектонических блоках земной коры на основе энергетического подхода. Основные выводы следующие:

1. На примере НКМ разработан и реализован инженерный подход гетерогенного конечноэлементного моделирования и прочностного выбора участков надежного захоронения ВАО в природном массиве мегаскопического масштаба с учетом различия механических свойств (модуля Юнга и коэффициента Пуассона) для пород массива и разломных участков в нем.

2. Сформирована механико-математическая методология многофакторного энергетического анализа концентрации напряжений для деформируемого твердого тела на примере модели обобщенного плоского напряженного состояния тонкого пластинчатого слоя.
3. Введены энергетические концентрационные параметры НДС, характеризующие его склонность к разрушению: концентрация потенциальной энергии формоизменения; концентрация потенциальной энергии деформации и концентрация величины наибольшего убывания потенциальной энергии.
4. Предложен энергетический критерий степени опасности НДС в соответствии с введенными величинами концентраций энергии, позволяющий различать СТБ по степени концентрации напряжений в них и соответствующей ей пригодности структурных блоков для захоронения ВАО.
5. Введен параметр концентрации интенсивности энергии, суммарно отражающий концентрацию потенциальной энергии по «полному» энергетическому вектору.
6. На основании информации о специфике активности разломов предложено для активных разломов, кроме оценки по концентрации потенциальной энергии формоизменения (играющей доминирующую роль в случае неактивных разломов), производить дополнительные оценки по концентрациям потенциальной энергии деформации и скорости наибольшего убывания энергии (модуля градиента энергии).
7. На основе предложенного критерия произведено ранжирование блоков по признаку убывания степени опасности напряженно-деформированного состояния СТБ. Результаты работ подробно отражены в отчете за 2012 г.

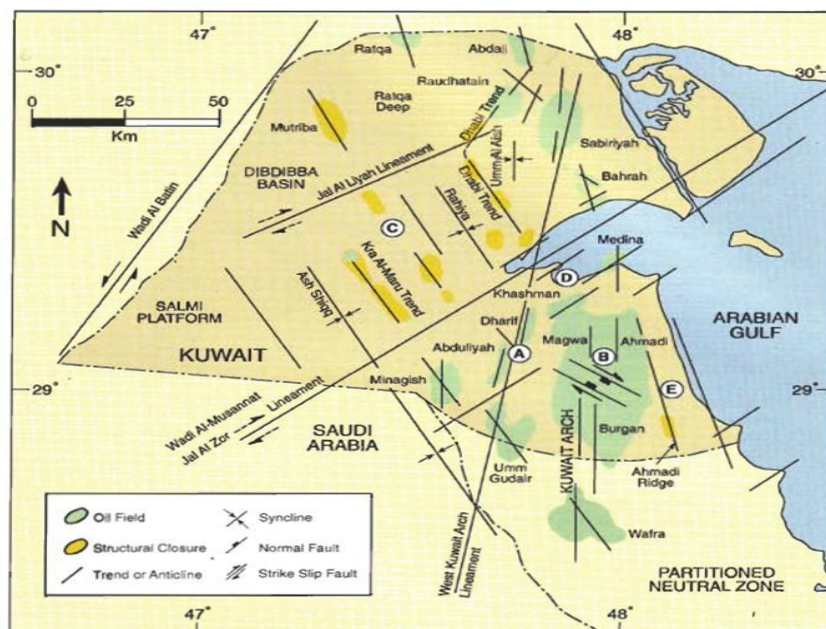
### **3.3. Разработка программного комплекса расчета НДС среды, процессов деструкции и фильтрации в блочных гетерогенных массивах**

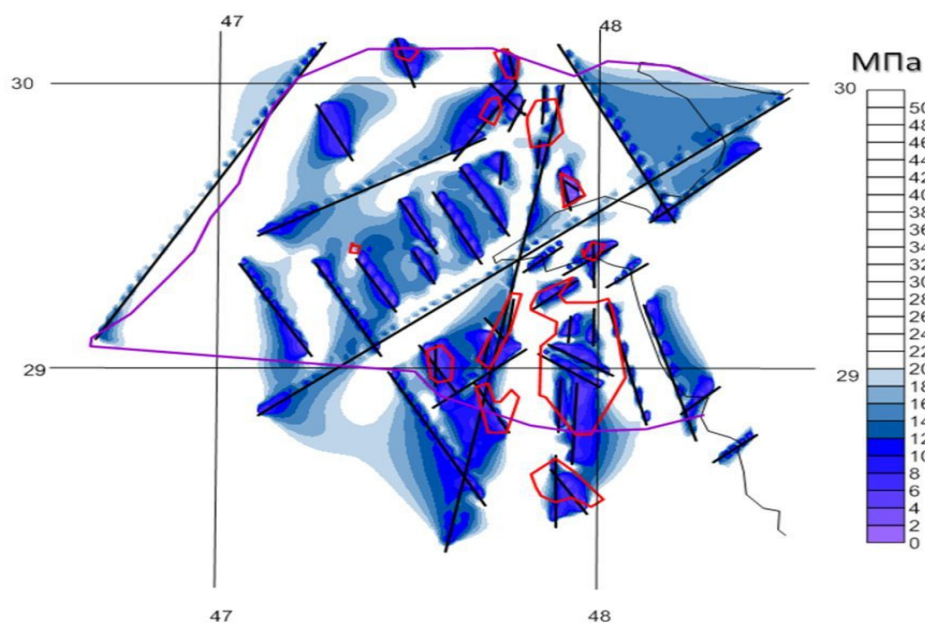
В 2013 г. были продолжены работы по разработке методов компьютерного моделирования процессов фильтрации газовой-жидких флюидов в градиентных полях тектонических напряжений, которые были начаты в 2012 г. Развитие этого направления оказалось перспективным как для прогнозирования сохранности естественных изоляционных свойств породных массивов в ПИЛ, так и при решении задач поиска промышленных скоплений углеводородов. Это направление интенсивно развивалось в лаборатории в 2013 г.

Месторождения углеводородов, обнаруженные в породах кристаллического фундамента (Вьетнам, США, Бразилия), а также на территории РФ (Ромашкинское, Астраханское, Ямал и др.), дают основания считать, что абиогенные месторождения нефти связаны с глубинными газовой-жидкими флюидами, поступающими к поверхности из недр фундамента. Было выполнено моделирование распределения полей напряжений для ряда известных месторождений и углеводородоносных провинций мира. Рассматривались модели НДС блочного массива, пересечённого тектоническими разломами, под действием тектонических напряжений. В основу моделирования НДС и

филтрации углеводородов положены два авторских программных комплекса «GEODYN 1.0» (авторское свидетельство № 2011614290) и «GEODYNFLOW 1.0» (авторское свидетельство № 2012615080).

1. Кристаллический фундамент земной коры служит «резервуаром» и поставщиком углеводородов в осадочный чехол платформенных областей и зон перехода континент–океан.
2. Геодинамические процессы в земной коре создают условия для формирования флюидопроводящих каналов (разломы, зоны тектонической трещиноватости и т.п.), по которым, под действием тектонических напряжений и геостатического давления, теплового потока, жидкие и газообразные углеводороды мигрируют к поверхности.
3. В осадочном чехле условием формирования месторождений углеводородов являются «ловушки» (как правило, антиклинальные структуры), перекрытые чехлом слабопроницаемых пород.





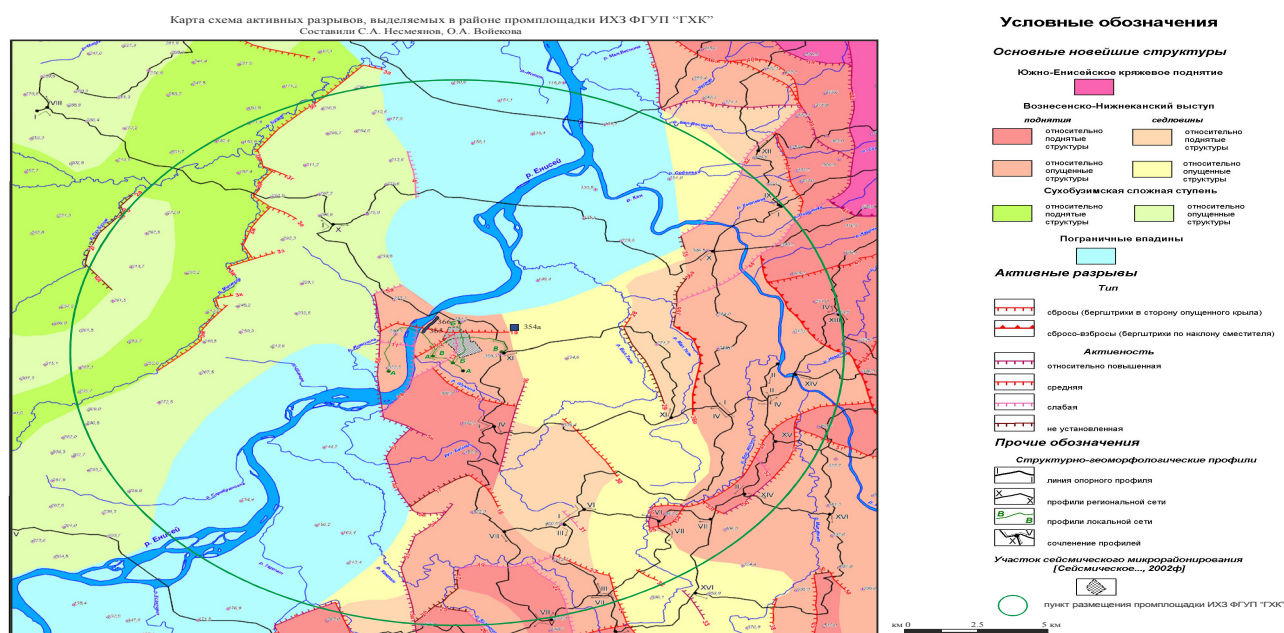
**Рисунок 3.2. Пьезофлюидные аномалии на территории Кувейта, полученные по результатам расчета полей напряжений.**

Результаты расчета интенсивности напряжений и вероятных направлений потока УВ представлены на Рис. 3.2. Совпадение зон локализации «пьезофлюидных» аномалий с разрабатываемыми и отработанными месторождениями нефти на Рис. 3.1 дает основание для оптимистичных выводов о перспективности методологии для обнаружения новых нефтеносных площадей. Она позволяет, при соответствующей доработке (учет превалирующего направления возможной фильтрации, теплового потока, пластового давления и др.), сократить затраты на геофизические исследования и повысить эффективность дорогостоящих буровых работ на континенте и, тем более, в шельфовых зонах.

### **3.4. Проведение GPS/ГЛОНАСС наблюдений на объектах ЯТЦ с целью оценки их геодинамической безопасности**

В соответствии с существующими нормативными требованиями, при получении лицензии на строительство и эксплуатацию ПГЗРО обязательным этапом являются исследования, направленные на прогноз развития современных геодинамических дифференцированных движений земной коры. В нормах МАГАТЭ также регламентирована необходимость выполнения геодинамических наблюдений при обосновании пригодности площадки для подземной изоляции ВАО.

При этом важнейшее значение имеет прогнозирование современных движений земной коры (СДЗК), отражающих геодинамику района именно на современном этапе развития, т.к. неотектонические и четвертичные движения, ввиду ряда фундаментальных закономерностей (цикличность, зависимость от времени и площади исследований и др.), имеют существенно меньшие амплитуды. На Рис. 3.3 показана тектоническая схема проведения работ в пределах пункта ПГЗРО.



**Рисунок 3.3. Тектоническая схема пункта ПГЗРО.**

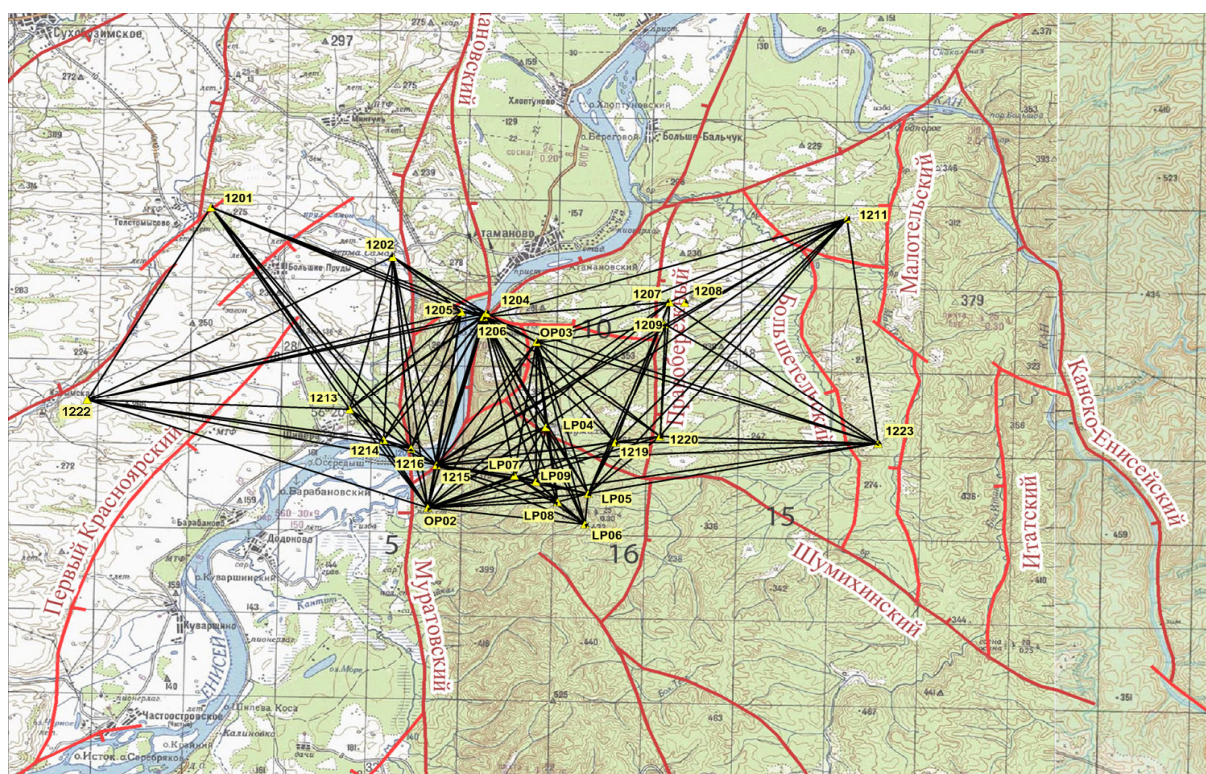
Работы по наблюдениям за СДЗК с использованием спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС были начаты в 2010 г. в рамках выполнения п.38 Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 г. и на период до 2015 г.». В 2013 г. был выполнен повторный цикл (эпоха 2) наблюдений за СДЗК на геодинатическом полигоне ФГУП «ГХК» (Красноярский край). Наблюдения были выполнены на 24 пунктах геодинатической сети. Для записи спутниковых сигналов использовалась геодезическая спутниковая аппаратура – двухчастотные GPS/ГЛОНАСС приемники «Нірег» (6 шт.) с антеннами MarAnt+ и приемники «Торсон GR-3» (3 шт.) фирмы «Топкон». По результатам обработки свободной сети без опорных пунктов плановая ошибка решения векторов составляла в среднем  $\pm 2,6$  мм. Для проведения геодинатических наблюдений была получена лицензия Федерального государственного надзора в области геодезии и картографии.

На Рис. 3.4 приведена фотография пункта, иллюстрирующая его устройство, а на Рис. 3.5 – общая схема расположения пунктов геодинатической сети в пределах ФГУП «ГХК».



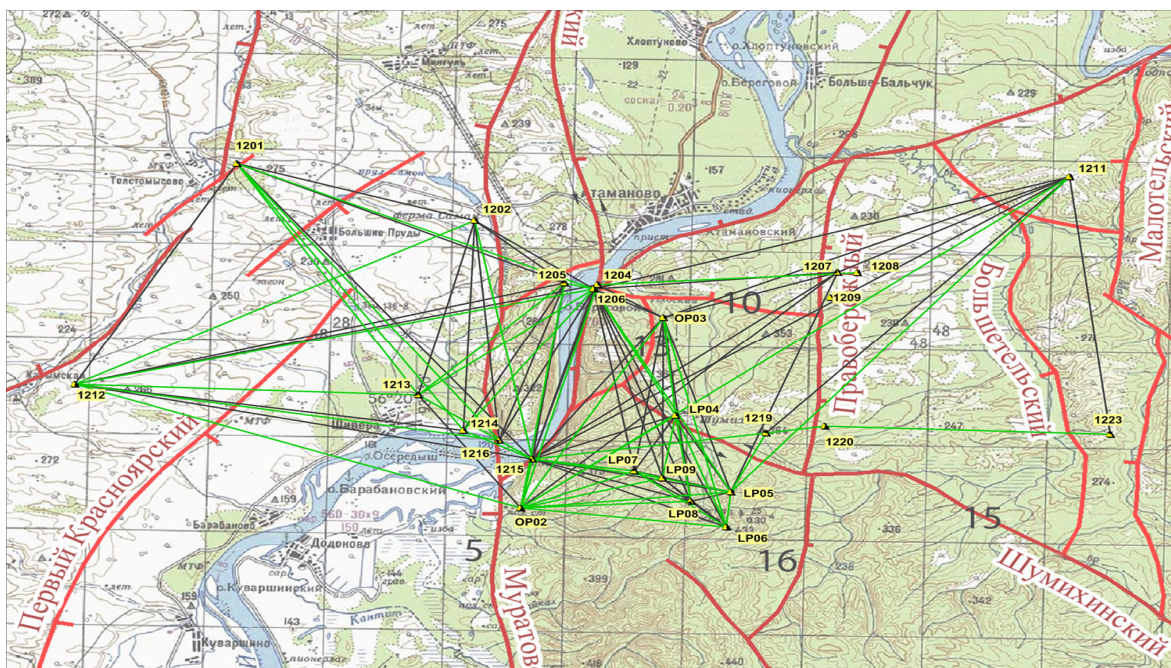


**Рисунок 3.4. Внешний вид пункта 1201.**



**Рисунок 3.5. Схема проекта размещения пунктов геодинимической сети в пределах ПГЗРО для наблюдений с использованием глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАС.**





**Рисунок 3.6. Изменения длин базисных линий за период с сентября 2012 по октябрь 2013 года; темный цвет – увеличение длины базиса  $L_{2012} < L_{2013}$  (растяжение), зеленый – уменьшение  $L_{2012} \geq L_{2013}$  (сжатие).**

Из рисунков видно, что пока преждевременно делать конкретные выводы о направленности современных движений, так как получена мозаичная картина, когда в одном направлении ориентированы базисные линии, как сжатия, так и растяжения. Однако, учитывая, что абсолютные значения скорости современных движений для большинства базисов находятся в пределах ошибки метода  $\pm 5$  мм, можно сделать выводы об общей относительной тектонической стабильности района исследования. Для репера 1215, находящегося непосредственно в зоне тектонического разрыва, считающегося активным на современном этапе тектонического развития района, отмечена общая тенденция укорочения длин базисов в восточном направлении и уменьшения в западном, что может говорить о тектонических смещениях на участке сочленения Атамановского и Муратовского разломов.

В нормативном документе НП-064-05 указано, что если рассчитанный градиент смещения для отдельно взятого тектонического нарушения меньше, чем  $10^{-9}$  1/год, зафиксированный природный процесс (современные дифференцированные движения блоков земной коры по зоне разрыва, тектонический «крип») относится к третьей степени опасности по НП-064-05 и может не учитываться из-за незначительных последствий его влияния на окружающую среду.

Таким образом, в результате выполненных исследований по созданию постоянно действующей системы наблюдений на основе спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС за компонентами СДЗК на объектах ФГУП «ГХК», были получены следующие основные результаты:

1. Разработана система наблюдений за движением структурно-тектонических блоков земной коры на основе глобальных навигационных спутниковых систем



GPS/ГЛОНАСС, включающая методику выбора мест размещения пунктов наблюдений, методику проведения полевых наблюдений, алгоритмы обработки данных и их интерпретации, направленные на выделение зон опасных деформаций земной поверхности, вызванных современными дифференцированными движениями структурно-тектонических блоков земной коры.

2. Впервые в районе расположения объектов ГХК создан полномасштабный геодинамический полигон для наблюдений за смещениями блоков земной коры на основе применения глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС. В настоящее время геодинамическая сеть состоит из 25 постоянных пунктов наблюдений и охватывает территорию, на которой откартированы активные (по прогнозам геологов) тектонические структуры, потенциально способные дестабилизировать геологическую среду на площадке ИХЗ.
3. Разработана и опробована система обработки и интерпретации данных геодинамических наблюдений, учитывающая масштабный пространственно-временной эффект и позволяющая проводить районирование территории по скоростям деформаций и градиентам смещений земной поверхности, в соответствии с существующими нормативными требованиями.
4. Получены исходные координаты наблюдательных пунктов и длины базисных линий для пункта размещения объектов ИХЗ ФГУП «ГХК», а также скорости их изменения в южной части района исследования. Скорость изменения длин векторов для участка «Енисейский» составила 1–7 мм/год для базисных линий длиной от 1,5 до 10 км. Учитывая паспортную точность GPS-приемников ( $СКО = 5 \text{ мм} + 1 \text{ мм} \times L$ , где  $L$  – расстояние между пунктами), полученные первичные данные с методической точки зрения представляются достаточно надежными для последующей оценки современной тектонической активности района и горизонтальных движений структурных блоков.
5. Получены предварительные выводы о том, что на южной части района исследования интегральное направление деформаций растяжения доминирует в направлении СЗ–ЮВ, а сжатие соответствует ортогональному направлению с СВ на ЮЗ.
6. Созданная система мониторинга СДЗК в пределах пункта размещения ИХЗ ФГУП «ГХК», необходимая, в соответствии требованиям, для получения лицензии Ростехнадзора на право эксплуатации хранилища отработавшего ядерного топлива, способствовала получению данной лицензии ФГУП «ГХК».

## **Публикации сотрудников лаборатории**

### **Статьи**

- Лушников А. А., Каган А. И., Гвишиани А. Д., Любовцева Ю. С. Моделирование эволюционно-демографических процессов для целей геомедицины // Геофизические процессы и биосфера. Т. 12, № 3. 2013. С. 5–18.
- Морозов В. Н., Татаринов В. Н., Колесников И. Ю., Каган А. И., Татаринова Т. А. Геодинамическая безопасность подземной изоляции высокоактивных радиоактивных отходов в Нижнеканском массиве // Экология промышленного производства. № 1 (81). 2013. С. 12–18.

- Морозов В. Н., Пятыхин В. А., Татаринов В. Н.** Автоматизированная система мониторинга геоэкологической безопасности на радиационно опасных объектах // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 6. 2013. (Деп. №959/06-13 от 3.04.2013).
- Морозов В. Н., Татаринов В. Н., Колесников И. Ю., Каган А. И., Татаринова Т. А.** Совершенствование методов проектирования отработки урановых месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 4. 2013. (Деп. №955/04-13 от 4.02.2013).
- Морозов В. Н., Камнев Е. Н., Татаринов В. Н., Колесников И. Ю., Каган А. И.** Геодинамическое районирование при проектировании отработки урановых месторождений // Минеральные ресурсы. 2013 (в печати).
- Морозов В. Н., Пименов А. О., Каган А. И., Татаринов В. Н.** Геодинамические аспекты радиационной безопасности на Новой Земле // Геоэкология. 2013. (в печати).

### **Тезисы докладов на конференциях**

- Морозов В. Н., Татаринов В. Н.** Мониторинг современных геодинамических процессов спутниковыми системами GPS/ГЛОНАСС на объектах ФГУП ГКХ // Научно-техническая конференция «Геодинамические поля и оценка современного состояния объектов использования атомной энергии», октябрь 2013 г. Железногорск. 6 с.
- Морозов В. Н., Каган А. И., Колесников И. Ю., Татаринов В. Н., Кондратьев И. К., Бондаренко М. Т., Рейгасс Е. В.** Комплексирование результатов геодинамического моделирования и сейсмических исследований при поиске и разведке УВ (на примере Баженовской свиты) // Гальперинские чтения. М. 2013.
- Морозов В. Н., Каган А. И., Колесников И. Ю., Татаринов В. Н.** О континентальной нефти Камчатки // 2-е Кудрявцевские чтения. М. 2013.
- Kagan A., Lushnikov A.** A linear model of population dynamics // Conference «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining». Kaluga. 2013.
- Lushnikov A., Kagan A.** A linear model of population dynamics // International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences. Prague. 2013.
- Lushnikov A., Gvishiani A., Kagan A., Lyubovtseva Yu.** Evolution equations for modelling the demographic processes // International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences. Prague. 2013.
- Morozov V. N., Tatarinov V. N., Kolesnikov I. Y., Kagan A. I., Tatarinova T. A.** Modeling and monitoring of Nizhnekansky granitoid massif (for selecting nuclear waste disposal sites) // Conference «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining». Kaluga. 2013.
- Morozov V. N., Tatarinov V. N., Kolesnikov I. Y.** Prediction method of hazard levels of stress – strain state in Earth crust blocks // Conf. «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining». Kaluga. 2013.

### **Авторские свидетельства и поданные заявки**

- Лушников А. А., Каган А. И., Рыбкина А. И.** Свидетельство о госрегистрации № 2013617859 «Программа прогнозирования медико-демографических индикаторов для территориальных единиц различного уровня (федеральный, региональный) DEMOGRAPHY\_GCRAS 1.0».

### **Участие в конференциях**

- Каган А. И. – International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences, Prague.
- Татаринов В. Н., Каган А. И. – Conference «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining», Kaluga.
- Морозов В. Н., Каган А. И., Колесников И. Ю., Татаринов В. Н. – 2-е Кудрявцевские чтения, Москва.
- Морозов В. Н., Каган А. И., Колесников И. Ю., Татаринов В. Н. – Гальперинские чтения, Москва.
- Морозов В. Н., Татаринов В. Н. Научно-техническая конференция «Геодинамические поля и оценка современного состояния объектов использования атомной энергии», октябрь 2013 г., Железногорск.

### **Командировки сотрудников лаборатории:**

- Каган А. И. – сентябрь, International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences, Прага.
- Каган А. И. – октябрь, участие в конференции «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining», Калуга.
- Татаринов В. Н. – октябрь, участие в конференции «Geophysical observatories multifunctional GIS and data mining», Калуга.

## **4. Лаборатория геофизических данных**

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

### **4.1. Работа Мировых центров данных**

Лаборатория геофизических данных выполняет функции двух Мировых центров данных – по солнечно-земной физике (МЦД по СЗФ) и физике твердой Земли (МЦД по ФТЗ). С 2011 г. оба центра являются регулярными членами новой Мировой системы данных (МСД) Международного совета по науке и осуществляют свою деятельность в соответствии с Конституцией МСД и политикой, вырабатываемой Научным комитетом МСД.

После вступления Центров в Мировую систему данных расширился список выполняемых ими функций. Кроме сбора, долговременного гарантированного хранения и распространения данных, Центры осуществляют анализ и оценку качества полученных на хранение данных, стремятся обеспечить открытый, справедливый и неограниченный доступ к качественным данным, метаданным и продуктам, основанный на новейших информационных технологиях.

В целях интеграции информационных ресурсов, которыми обладают оба Центра, в Мировую систему данных, проводится пересмотр и реорганизация архивов всех видов данных и формирование базы метаданных.

В 2013 г. в соответствии с планом работ ГЦ РАН в лаборатории геофизических данных выполнялась научно-исследовательская работа по госбюджетной теме: «Развитие новых геоинформационных технологий для включения российских Мировых центров данных по наукам о Земле в Мировую систему данных» – заключительный 3-й этап.

Основные направления работы по этой теме в 2013 г.:

1. Выполнение функций Мировых центров данных по солнечно-земной физике и физике твердой Земли, требований и рекомендаций Научного комитета Мировой системы данных Международного совета по науке.
2. Реализация свободного удаленного доступа к информационным ресурсам Мировых центров данных.

3. Развитие информационной базы геолого-геофизических данных и применение ее для построения геодинамических моделей глубинного строения сейсмоопасных регионов Земли (в рамках международного проекта «Исследование континентальных окраин»).
4. Изучение влияния физических полей различной природы на геодинамические процессы.

На протяжении 2013 г. в лаборатории выполнялись стандартные функции Мировых центров данных по солнечно-земной физике и физике твердой Земли: сбор, анализ, систематизация, регистрация, хранение и распространение научных данных. Осуществлялась работа с данными по дисциплинам: сейсмология, геомагнетизм – главное магнитное поле, гравиметрия, тепловой поток, геомагнитные вариации, солнечная активность, ионосферные явления, космические лучи.

В лаборатории создана компьютерная система регистрации данных на базе реляционной СУБД Microsoft Access. В этой системе с 2010 г. формируется база наличия данных по всем дисциплинам солнечно-земной физики и физики твердой Земли. В 2013 г. начато заполнение базы по разделу «Геомагнетизм» (Рис. 4.1). Заполнение базы осуществляется по мере поступления новых данных и при инвентаризации существующих в МЦД архивов данных. В базе фиксируется дисциплина, вид данных, источник данных (обсерватория, институт, издающая организация), форма представления данных, интервал времени, к которому относятся данные, количественные параметры, место хранения данных, наличие копий и дополнительная информация.

**База данных по геомагнетизму**

Геомагнитные станции

☐ Открыть раздел "Таблицы среднечасовых значений геомагнитного поля"

☐ Открыть раздел "Магнитограммы"

☐ Открыть раздел "Индексы геомагнитной активности"

☐ Открыть раздел "Таблицы минутных значений геомагнитного поля"

☐ Открыть раздел "Регион"

Index\_Query

**Индексы геомагнитной активности с обсерваторий России и СНГ**

Регион:  Страна:

book\_id:  Код обсерватории:  Название обсерватории:  Примечание:

**С и К индексы**

registration\_s\_Query

book_id	Дата регистрац	Год наблюдени	Печатная форм	Шка	Пол	Плат	Ном	Имя файла	Internet	Место	Примечание
229	26.02.2013	1957	ooo ooo xxx xxx					IRT_1957_7-12.pdf	ooo ooo xxx xxx		С и К - индексы
229	26.02.2013	1958	xxx xxx xxx xxx					IRT_1958.pdf	xxx xxx xxx xxx		С и К - индексы
229	26.02.2013	1959	xxx xxx xxx xxx					IRT_1959.pdf	xxx xxx xxx xxx		С и К - индексы
229	26.02.2013	1960	xxx xxx xxx xxx					IRT_1960.pdf	xxx xxx xxx xxx		С и К - индексы
229	26.02.2013	1961	xxx xxx xxx xxx					IRT_1961.pdf	xxx xxx xxx xxx		С и К - индексы

Записи: 1 из 53

**Внезапное начало бурь (ssc)**

registration\_ssc\_Query

Дата регистрац	Год наблюдени	Печатная форм	Шка	Пол	Плат	Ном	Имя файла	Резул	Место	Примечание
19.07.2013	1957	ooo ooo xxx xxx					IRT_ssc_1957_7-12.pdf			table1: ssc, si, b, p; table2: sfe
19.07.2013	1958	xxx xxx xxx xxx					IRT_ssc_1958.pdf			table1: ssc, si, b, p; table2: sfe
19.07.2013	1959	xxx xxx xxx xxx					IRT_ssc_1959+br_in_may.pdf			table1: ssc, si, b, p; table2: sfe
19.07.2013	1960	xxx xxx xxx xxx					IRT_ssc_1960.pdf			table1: ssc, si, b, p; table2: sfe

Записи: 1 из 22

Рисунок 4.1. Диалоговое окно регистрационной базы данных для внесения информации о данных в раздел «Индексы геомагнитной активности».

За год в МЦД получено ~13 Гбайт данных по дисциплинам СЗФ и более 5 Гбайт данных по дисциплинам ФТЗ. Все вновь поступившие данные зарегистрированы в компьютерной системе регистрации. Обновлено каталоги наличия данных по дисциплинам. Данные размещены в архиве.

Проведена инвентаризация архива карт на бумажных носителях по дисциплинам физики твердой Земли. Все проверенные данные зарегистрированы в компьютерной системе регистрации. Продолжалась инвентаризация данных на бумажных и фото носителях по разделу «Ионосферные наблюдения».

Распространение данных происходит в основном через Интернет с веб-сайтов Центров, на которых размещены в свободном доступе массивы цифровых данных и базы данных. Сотрудники лаборатории выполняли запросы пользователей, обратившихся за данными непосредственно в МЦД. Таких обращений происходит около двух десятков в год.

Для реализации свободного удаленного доступа к информационным ресурсам Мировых центров данных проведены работы по следующим направлениям:

- Поддержание веб-сайтов Мировых центров данных, дополнение информационной части, актуализация перечня внешних информационных ресурсов.
- Формирование новых массивов данных.
- Перевод в электронную форму данных из аналоговых форм и дополнение баз данных этой информацией.
- В течение всего периода поддерживались в актуальном состоянии веб-сайты МЦД по ФТЗ и СЗФ <http://www.wdcb.ru/stp/index.ru.html> и <http://www.wdcb.ru/sep/index.ru.html> в двух идентичных версиях – на русском и английском языках. Во всех разделах сайтов проведено дополнение представленных инвентаризационных каталогов – каталогов наличия данных по каждой из дисциплин солнечно-земной физики и физики твердой Земли. Регулярно проверяются и обновляются ссылки на внешние информационные ресурсы – центры и организации, имеющие данные по дисциплинам солнечно-земной физики и физики твердой Земли.

Регулярно проводилось дополнение уже существующих на сайтах и продолжающихся во времени рядов данных в электронной форме вновь полученными в 2013 г.: ежедекадно дополнялись сейсмологические каталог и бюллетень, получаемые из Геофизической службы РАН. Раздел данных о главном магнитном поле Земли дополнен новыми данными о среднегодовых значениях магнитного поля, полученными из ИЗМИРАН. Дополнены массивы часовых и минутных значений компонентов магнитного поля Земли, измеренных на обсерваториях России и стран СНГ, каталог *K*-индексов по сети обсерваторий СНГ, данные о космических лучах, полученные на мировой сети станций нейтронных мониторов и станций мюонных телескопов, каталоги короткопериодных колебаний магнитного поля, каталоги индексов геомагнитной и солнечной активности, данные по ионосфере. По мере поступления данных продолжается

пополнение Каталога солнечных вспышечных событий 24-го цикла солнечной активности.

В целях обеспечения прогностической поддержки научных исследований и космических экспериментов на сайте МЦД по СЗФ регулярно представляются недельные прогнозы солнечной активности ИЗМИРАН и прогнозы среднемесячных индексов солнечной активности ГЦ РАН (Рис. 4.2), долгосрочные прогнозы состояния ионосферы и магнитного поля Земли ИПГ, суточные прогнозы геомагнитной активности ИЗМИРАН, прогнозы геомагнитной активности ИПГ, прогнозы космической погоды ИПГ.

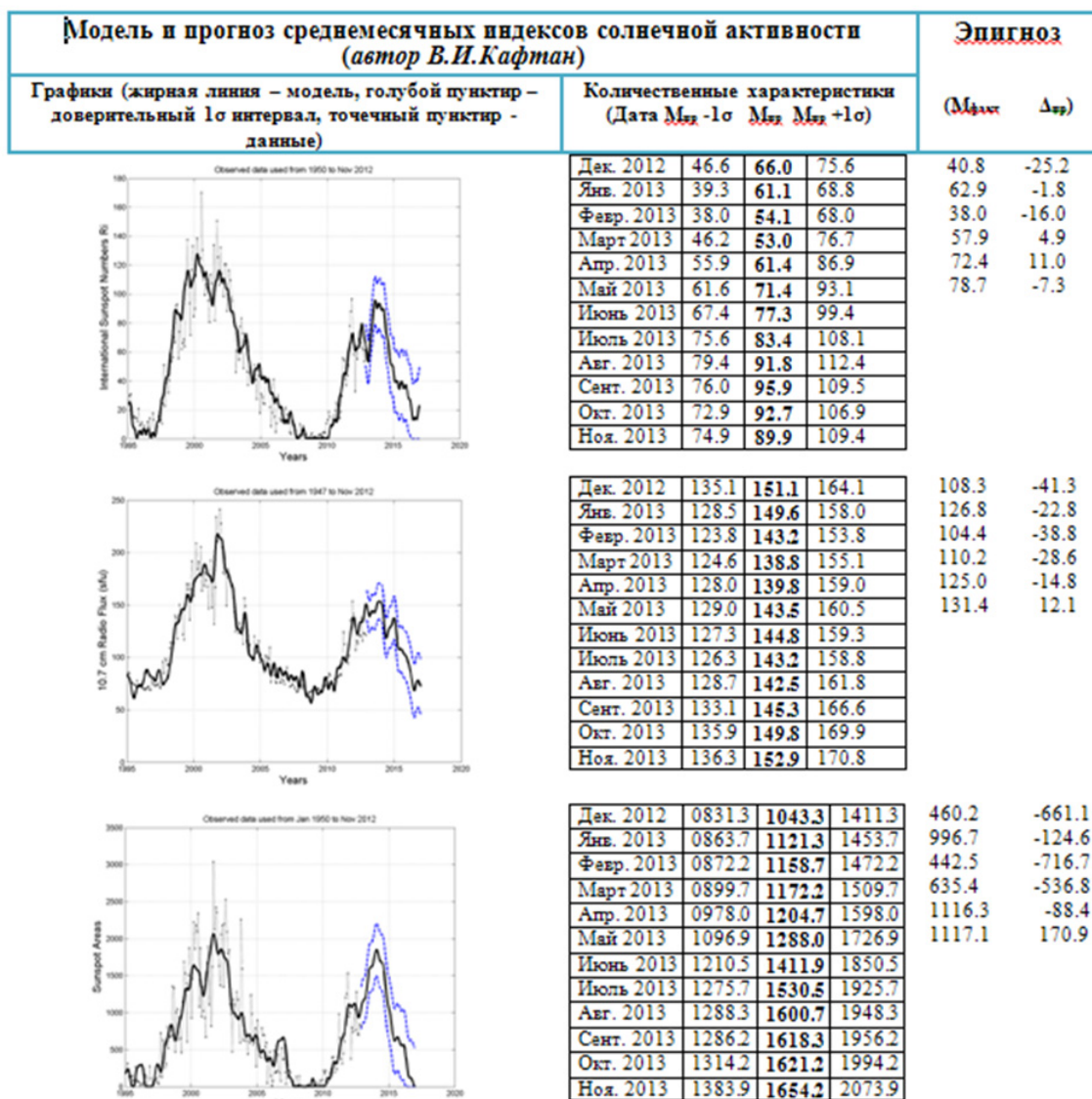


Рисунок 4.2. Страница с прогнозом среднемесячных индексов солнечной активности.

Автор прогноза гл.н.с. ГЦ РАН, д.т.н. В. И. Кафтан.

Сформированы массивы каталогов землетрясений регионов Северной Евразии: Якутия, Северо-Восток за 1962–2006 гг. (4,6 Мб) и подготовлены для представления на сайте МЦД по ФТЗ. Основой для этих каталогов являются ежегодники «Землетрясения в СССР» (1962–1991 гг.) и «Землетрясения Северной Евразии» (1992–2006 гг.). Массивы данных переведены в формат ASCII. При формировании файлов данных созданы



описания и метаданные, для чего использован программный комплекс для контроля качества и анализа данных, реализующий следующие функции: проверка правильности формата записей; проверка идентификационных параметров данных в связи с их пространственно-временными характеристиками; проверка данных на установленные и вычисленные пределы изменения параметров; проверка на отсутствие недопустимых символов; проверка на наличие дублей; проверка на соблюдение хронологии в массивах последовательных событий, а также анализ массива данных – определение интервалов изменения отдельных параметров, установление количества записей в массиве данных, их длины и т.д.

Проведена выборка данных об ионосферных параметрах, зарегистрированных на 40 обсерваториях СНГ в период 1957–1999 гг., из базы данных по вертикальному зондированию ионосферы на оптических дисках. Осуществлено переформатирование этих данных в таблицы для каждого параметра, что является промежуточным представлением этих данных. Следующим этапом будет формирование файлов данных в стандартном международном формате, аналогичных современным данным за 2009–2012 гг.

После окончания программы Международного полярного года 2007–2008 продолжается пополнение информационных ресурсов по регионам Арктики и Антарктики на тематическом веб-сайте Центров по программе МПГ <http://www.wdcb.ru/WDCB/IPY/IPY.ru.html>. Дополнены данными каталоги землетрясений в Арктике и Антарктике. Новые данные по полярным областям Земли зарегистрированы в национальном Портале МПГ-Инфо <http://www.mpg-info.ru/>, относящиеся к ним метаданные включены и в международный Портал IPYDIS <http://ipydis.org/index.html> («The International Polar Year Data and Information Service»). Подготовлен доклад «Web-based technologies in data/information management for Polar data in Russian World Data Centers», и представлен на международный форум по полярным данным «Polar Data Activities in Global Data Systems» (Токио, 15–16.10.2013), на котором обсуждалось состояние с накоплением данных о полярных регионах планеты и выработаны рекомендации для улучшения и поддержки обслуживания полярных данных в будущем.

#### **4.2. Методы системного согласования данных различной природы**

В 2013 г. была завершена работа по международному проекту, поддержанному РФФИ (проект 12-01-90418-Укр\_а), выполненному совместно с украинскими коллегами из МЦД по геоинформатике и устойчивому развитию НТУУ «КПИ»: «Разработка общего подхода и методов системного согласования данных разной природы в инфраструктуре распределенных междисциплинарных баз данных Российско-украинского сегмента Мировой системы данных для решения фундаментальных междисциплинарных задач взаимосвязи процессов в системе геосфер».

Предложен общий подход к решению задач согласования данных разной природы и разработаны новые инструменты для системного согласования таких данных и их аналитической обработки, имеющие большое значение для поддержки междисциплинарных исследований в области наук о Земле, околоземного космического пространства, экономики, экологии, социологии и т.п. Разработан специализированный

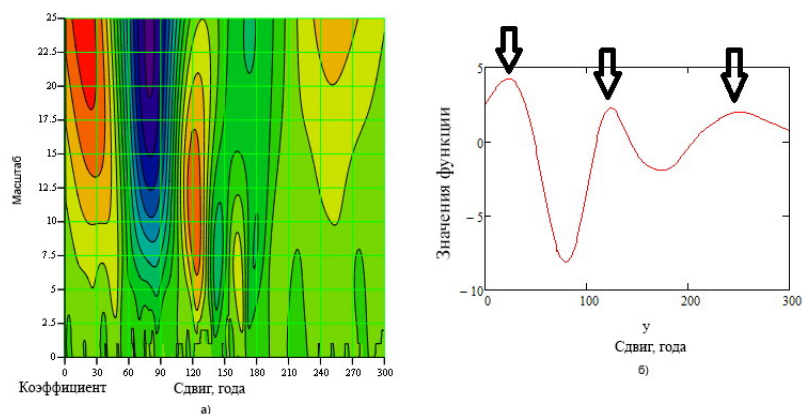


метод анализа причинно-следственных связей в переходных процессах, основанный на использовании метода вейвлет-разложения сигналов в неортогональных базисах. Метод был автоматизирован с помощью программного обеспечения.

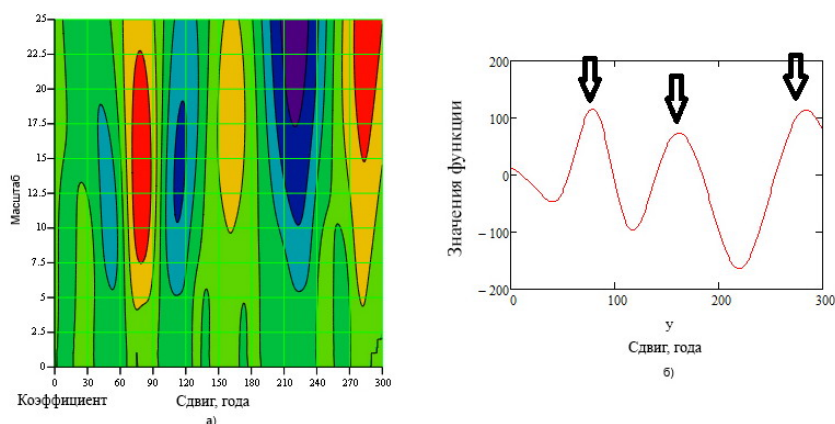
Этот метод был применен для исследования связи между активностью Солнца, выраженной в числах Вольфа, и сейсмической активностью Земли, характеризуемой энергией землетрясений, на протяжении длительного периода в 300 лет.

Результаты вейвлет-анализа для ряда чисел Вольфа длительного периода времени (1705–2012 гг.) представлены на Рис. 4.3. Как видно из Рис. 4.3а, отчетливо прослеживаются солнечные циклы длительностью приблизительно в 100 лет. Такие же циклы видны на срезе графика вейвлет-коэффициентов (Рис. 4.3б) для масштаба 20.

Из результата вейвлет-анализа на периодичность ряда значений сейсмической энергии на промежутке времени 1705–2012 гг. (Рис. 4.4) видно, что, аналогично солнечной активности, сейсмическая активность имеет цикл около 100 лет.



**Рисунок 4.3. Анализ ряда солнечной активности на периодичность (1705-2012 гг.):**  
**а) расписание функции с помощью вейвлет-преобразования; б) срез графика для**  
**значения коэффициента 20.**



**Рисунок 4.4. Анализ ряда сейсмической активности на периодичность (1705-2012 гг.):**  
**а) Расписание функции с помощью вейвлет-преобразования; б) срез графика для**  
**значения коэффициента 20.**

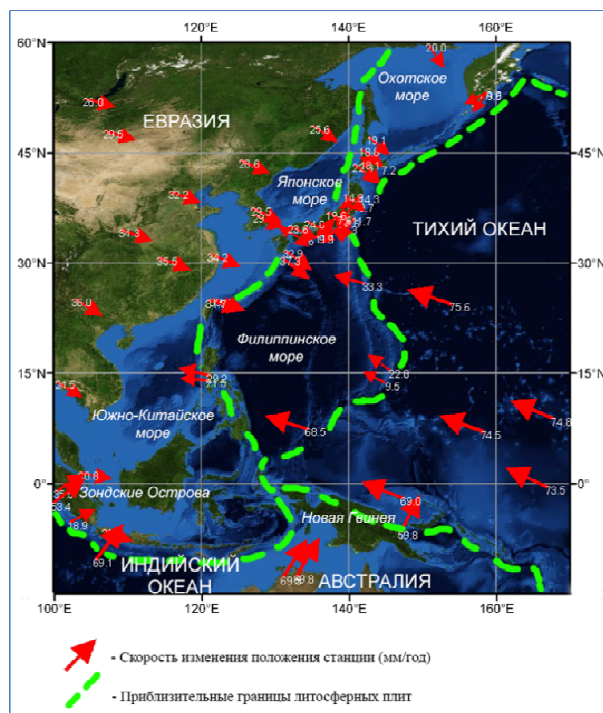
Сравнение результатов (Рис. 4.3 и 4.4) показывает, что максимумам солнечной активности можно поставить в соответствие минимумы сейсмической активности, и наоборот. Таким образом, можно сделать следующий вывод: в системе Солнце–Земля существует общий вековой цикл, имеющий свои особенности как на Солнце, так и на Земле. На Солнце в начале цикла активность незначительная, затем она постепенно увеличивается. На Земле, наоборот, в начале цикла сейсмичность максимальна, затем она постепенно уменьшается. Это свидетельствует об отрицательной корреляции сейсмичности Земли с солнечной активностью.

#### **4.3. Построение геодинамических моделей глубинного строения сейсмоопасных районов**

В 2013 году было завершено построение геодинамических моделей глубинного строения сейсмоопасных районов переходной зоны Евразия – Тихий океан и формирование междисциплинарной информационной базы геолого-геофизических данных по регионам Охотского, Японского, Филиппинского и Южно-Китайского морей. В результате были подготовлены геологические и тектонические карты, структурные и геодинамические схемы, карты распространения землетрясений, теплового потока, магнитных и гравиметрических аномалий, геологические и сейсмические разрезы, стратиграфические колонки, данные драгирования и глубоководного бурения, таблицы определения возраста пород и состава магматических образований.

На основе построенных моделей изучено глубинное строение недр Земли под сейсмоопасными зонами и вулканическими областями и проведено обобщение результатов исследований глубинного строения активных континентальных окраин Евразийского континента. Континентальные окраины характеризуются высокой сейсмичностью, вулканизмом и другими природными катаклизмами, опасными для проживающего здесь населения. Активные окраины являются также районами современных интенсивных тектонических движений и гидротермальных процессов, областями накопления различного рода полезных ископаемых.

Геодинамические процессы, протекающие в переходной зоне, определены палеотектоническими реконструкциями и данными GPS. Построенная в 2013 г. схема перемещения литосферных плит по данным GPS (Рис. 4.5) показала, что наибольшая скорость движения характерна для Тихоокеанской плиты, которая движется в северо-западном направлении со скоростью 72,6 мм/год. Скорость перемещения ее уменьшается на стыке Тихоокеанской плиты с Филиппинской плитой в районе Марианского желоба до 22 мм/год. Скорость 68,5 мм/год, измеренная на острове Палау, свидетельствует о перемещении Каролинской плиты в северо-западном направлении. Евразийская плита движется в юго-восточном направлении навстречу Тихоокеанской плите со средней скоростью 30,2 мм/год. Индо-Австралийская плита, по данным наблюдений, движется в северо-восточном направлении со скоростью 64,3 мм/год.

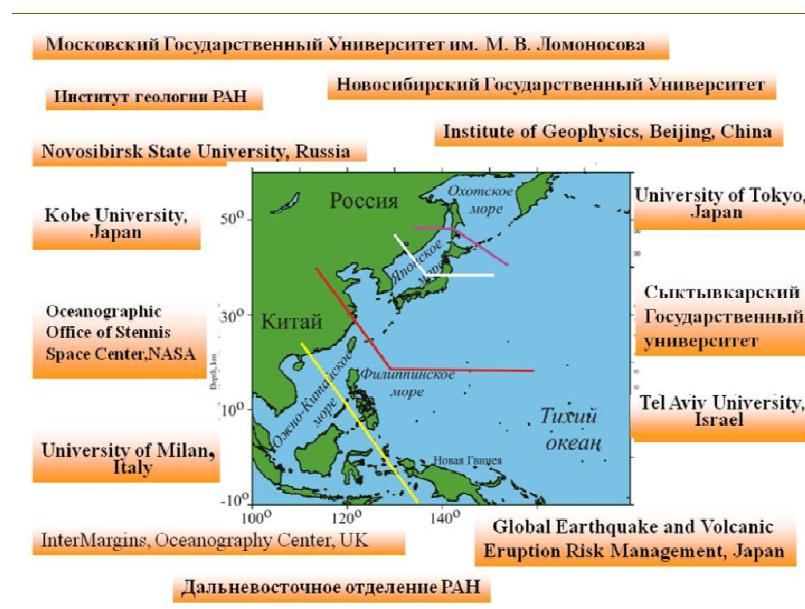


**Рисунок 4.5. Схема движения плит в переходной зоне от Евразии к Тихому океану по данным наблюдений на наземных GPS станциях за период 2002-2012 гг. (GPS Time Series, 2013, <http://sideshow.jpl.nasa.gov/post/series.html>).**

В верхней мантии выделен мощный астеносферный слой (область частичного плавления), содержащий первичные магматические очаги. Вероятна роль субдукционных процессов в формировании астеносферы. Увеличение мощности астеносферы выявлено под всеми глубоководными котловинами окраинных морей переходной зоны. На поверхности астеносферным диапирам соответствуют рифтовые образования, коровая сейсмичность и излияния, в основном, толеитовых магм. В пределах континентальных окраин и островных дуг выявлены древние субдукционные зоны, активизация которых приводит к катастрофическим землетрясениям.

Построение геодинамических моделей глубинного строения сейсмоопасных регионов может быть значительным вкладом в общую программу изучения глубинного строения и геодинамической обстановки районов исследований, необходимую для дальнейшей оценки рисков в той или иной зоне и подготовки действий населения на случай природной катастрофы. Работа поддержана РФФИ – инициативный проект № 12-05-00029-а (2012–2014 гг.).

Результаты исследования представлены на сайте «Геодинамические модели глубинного строения регионов природных катастроф» [http://www.wdcb.ru/sep/lithosphere/Nature\\_disasters/index.ru.html](http://www.wdcb.ru/sep/lithosphere/Nature_disasters/index.ru.html) и опубликованы в зарубежных и отечественных журналах и трудах конференций, в частности, в журнале «Tectonophysics». Совместно с Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН подготовлена монография «Геодинамические модели глубинного строения регионов природных катастроф активных континентальных окраин». Построенные геодинамические модели нашли свое применение в учебных и научных учреждениях России, Японии, США, Индии и Израиля (Рис. 4.6).



**Рисунок 4.6. Востребованность информационной базы геолого-геофизических данных и геодинамических моделей научным сообществом.**

Продолжено исследование строения и развития Кавказского сегмента Альпийско-Гималайской зоны коллизии (совместно с ИГЕМ РАН). Проведен синтез геологических, петрологических и геофизических данных о глубинных процессах в Кавказской части Альпийско-Гималайской коллизионной зоны и их выражении в геологических процессах в земной коре.

Интерпретация геолого-геофизических данных показала, что Кавказ является частью огромной позднекайнозойской Альпийско-Гималайской зоны конвергенции. Большой Кавказ представляет собой край Евразийской плиты, приподнятый вдоль крупного взброса Главного Кавказского разлома. Этот разлом, в свою очередь, является частью суперкрупного разлома, протягивающегося от Копетдага до Транс-Европейской сутурной зоны. С обеих сторон Кавказ ограничен крупными современными депрессиями Черного и Каспийского морей «провального» типа, которые «срезают» доплиоценовые структуры как Кавказа, так и Копетдага. Пояс неоген-четвертичного вулканизма (Рис. 4.7) расположен вдоль поперечного Транскавказского поднятия, совпадая с областью Кавказско-Аравийского синтаксиса, который протягивается из Восточной Анатолии через Малый на Большой Кавказ.

Хотя вулканизм по своим петролого-геохимическим характеристикам близок к надсубдукционному, зона субдукции под Кавказским регионом отсутствует; здесь преобладают малоглубинные землетрясения (Рис. 4.8).

Происхождение магм связывается с взаимодействием головной части мантийного плюма с коровым материалом на относительно небольших глубинах (до 50–60 км) при деформациях в условиях высоких давлений в зоне коллизии. Сокращение пространства в зоне синтаксиса, происшедшее в позднем кайнозое, достигает 400 км; в отсутствии субдукции такое сокращение было, по-видимому, достигнуто преимущественно за счет

растекания в обе стороны корового материала перед жестким упором Восточно-Европейского кратона под напором Аравийской плиты.

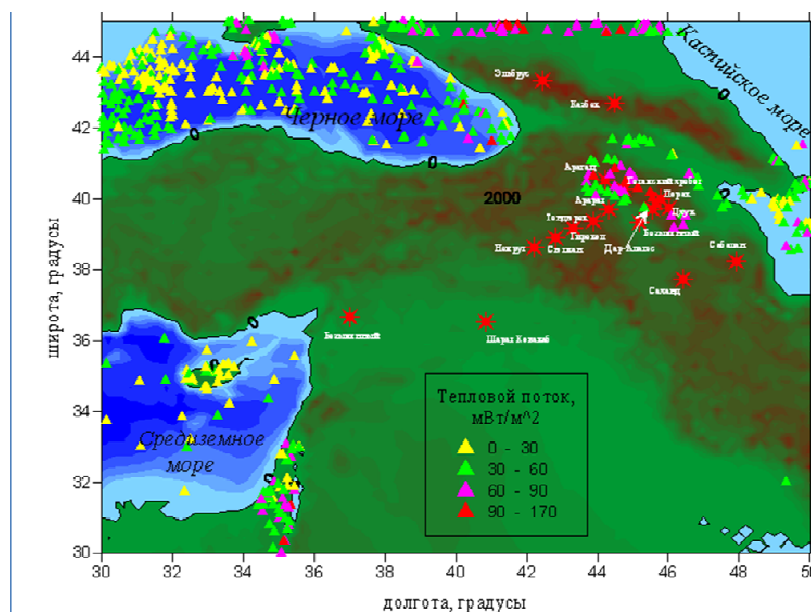


Рисунок 4.7. Современные вулканы и тепловой поток Кавказского региона.

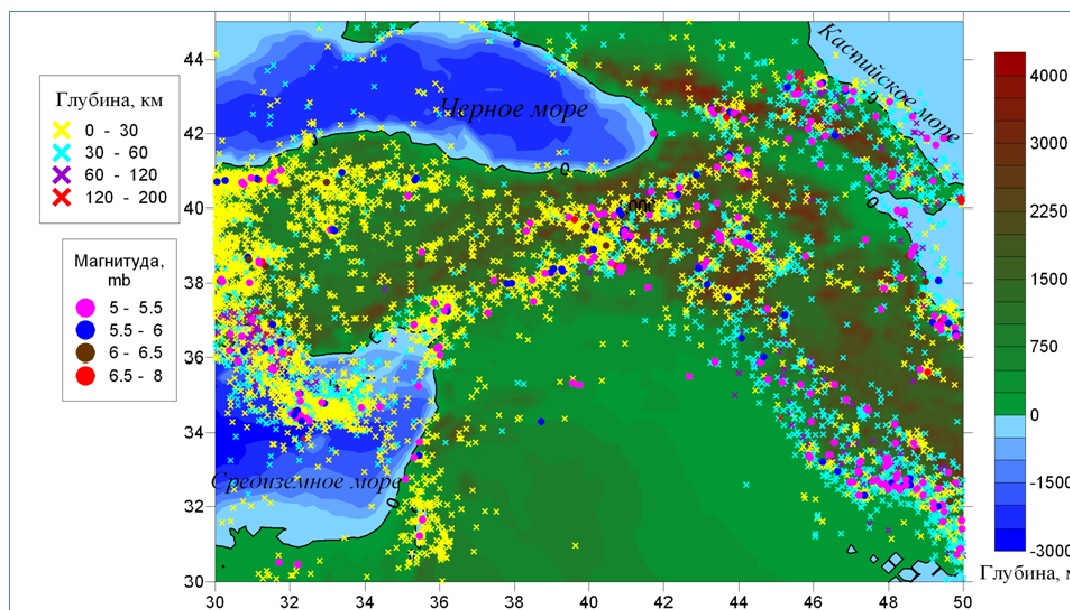


Рисунок 4.8. Сейсмичность Кавказского региона (по данным каталога Национального центра информации о землетрясениях геологической службы США

<http://neic.usgs.gov/neis/epic/epic.html>).

Работа была представлена на симпозиуме Генеральной ассамблеи Европейского союза наук о Земле (Вена, 2013 г.). Подготовлены статьи для публикации в зарубежном и отечественном журналах.

#### **4.4. Изучение влияния физических полей различной природы на геодинамические процессы**

В 2013 г. продолжено накопление различных гелиогеофизических данных и параметров сейсмичности и вулканизма Земли, на основании их проводились исследования, связанные с изучением влияния физических полей различной природы на геодинамические процессы.

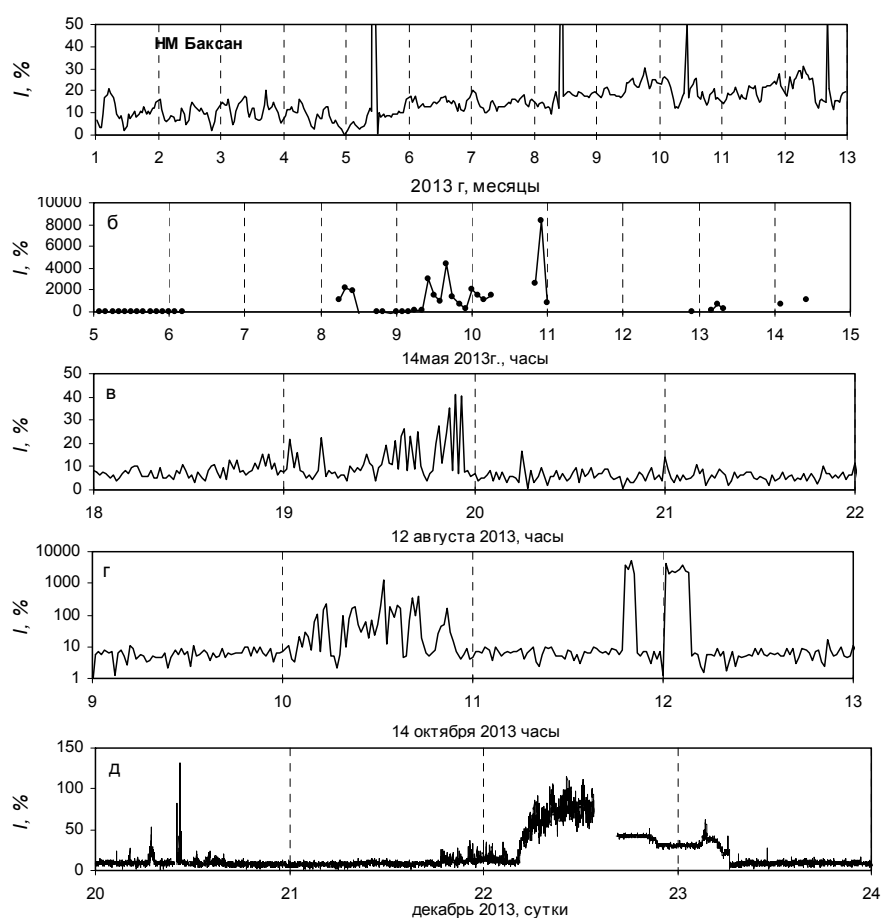
На основе созданной базы данных более чем за 100 лет были выявлены вековые циклы эндогенной активности Земли, связанные с солнечной и геомагнитной активностью. Проведено сопоставление максимального энергоснабжения при вулканических и сейсмических событиях. Показано, что во второй половине 90-х годов прошлого века начался новый вековой цикл, в начале которого (по аналогии с предшествующими) должны будут наблюдаться относительно пониженная солнечная активность и, наоборот, сильная сейсмическая и вулканическая активность, которая сохранится на протяжении примерно первой трети столетнего цикла. Накопленные данные подтверждают этот вывод.

Ранее было показано, что землетрясения и вулканические извержения являются источником нейтронов. В экспериментах, проводимых в 2009–2012 гг. одновременно в Москве в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Пушкова РАН (ИЗМИРАН) и на пункте комплексных наблюдений Камчатского филиала Геофизической службы РАН вблизи г. Петропавловск-Камчатский, были зарегистрированы потоки частиц, связанные с землетрясением с магнитудой  $M=8,8$  в Чили 27 февраля 2010 г., с вулканическим извержением в Исландии в марте–апреле 2010 г., с землетрясением магнитудой  $M=9$  в Японии 11 марта 2011 г., землетрясением магнитудой  $M=8,6$  в Индонезии 11 апреля 2012 г. На приборном комплексе для регистрации нейтронов используются газоразрядные счетчики, наполненные газом гелий-3. Эти приборы регистрируют тепловые нейтроны, энергия которых составляет 0,025 эВ, и быстрые нейтроны с энергией больше 2 МэВ. Эффективность регистрации нейтронов этими детекторами составляет 0,8. В данных событиях возрастания потоков частиц начинали наблюдаться за несколько месяцев до указанных событий. При этом происходило как непрерывно-монотонное увеличение потоков частиц, так и отдельные кратковременные возрастания с амплитудой по минутным данным в несколько тысяч, десятки и сотни тысяч процентов. Длительность этих всплесков составляла от нескольких минут до нескольких часов. В экспериментах использовались также данные сети стандартных нейтронных мониторов (НМ) nm64, созданной на поверхности Земли в 50-х годах XX столетия для регистрации космического излучения, а также потоков протонов, генерируемых во время крупных вспышек. Детектор НМ регистрирует нейтроны с энергией выше 20–30 МэВ. Нами в начале 90-х годов было установлено, что эти приборы регистрируют также нейтроны земного происхождения. В проводимых нами экспериментах в 2009–2012 гг. было обнаружено, что эти приборы также регистрировали нейтроны, связанные с указанными стихийными событиями. Увеличение потоков нейтронов составляло примерно 60–80%. При этом отдельные кратковременные возрастания потоков нейтронов эти приборы не регистрировали.



В 2013 г. исследования продолжены. Основной вывод их заключается в следующем. В 2013 г. наблюдались всплески потоков нейтронов не только на приборном комплексе с гелиевыми счетчиками, то есть с энергией несколько МэВ, но и на НМ, пороговая энергия которых равна 20–30 МэВ. Длительность этих всплесков составляла от нескольких минут до суток. Это означает, что сейсмическая активность будет в ближайшее время оставаться высокой. Вероятнее всего, усилится и вулканическая активность.

Анализировались данные около 30 нейтронных мониторов. Для этого использовалась база данных Бартолевского научно-исследовательского института Университета штата Делавэр (The Bartol Research Institute at the *University of Delaware*) (<http://www.bartol.udel.edu/gp/neutronm/>). Непрерывное нарастание величины потоков нейтронов происходит на НМ Баксан (Эльбрус) с мая 2013 г., и на этом фоне наблюдались всплески в мае, августе, октябре, декабре 2013 г. (Рис. 4.9).



**Рисунок 4.9. Временные вариации интенсивности потоков частиц, регистрируемых на нейтронном мониторе Баксан, не исправленные на давление: а – среднесуточные значения в январе – декабре 2013 г.; б – средние за 5 мин. 14 мая 2013 г.; в – минутные данные 12 августа 2013 г.; г – минутные данные 14 октября 2013 г.; д – минутные данные 20-23 декабря 2013 г. Интенсивность потоков частиц  $I$  определялась следующим выражением:  $I = (Ni - Nф) / Nф \times 100\%$ , где  $Ni$  – минутные и среднесуточные значения потоков частиц,  $Nф$  – фоновое значение потоков частиц.**



Из Рис. 4.9 видно, что в мае и октябре интенсивность потоков частиц достигла около 10000%. Наблюдалась она на протяжении нескольких часов. Всплески потоков нейтронов наблюдались также на НМ в Швейцарии и Мексике. Таким образом, в 2014 г. могут произойти сильные землетрясения и вулканические извержения в различных районах мира, включая Европу и Кавказ.

## **Публикации сотрудников лаборатории**

### **Статьи в журналах и сборниках**

- Белов С. В., Шестопалов И. П., Харин Е. П., Баркин Ю. В., Соловьев А. А. Вулканическая и сейсмическая активность Земли: пространственно-временные закономерности и связь с солнечной и геомагнитной активностью // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Том 5. Человек и три окружающие его среды. Отв. редакторы А. О. Глико, В. А. Черешнев. «Янус-К», Москва. 2013. С. 209–218.
- Бурмин В. Ю., Аветисян А. М., Сергеева Н. А., Казарян К. С. Некоторые закономерности проявления современной сейсмичности Кавказа // Сейсмические приборы. 2013. Т. 49. № 3. С. 11–17.
- Згуровский М. З., Болдак А. А., Ефремов К. В., Сергеева Н. А., Забаринская Л. П., Шестопалов И. П., Нисилевич М. В. Применение методов интеллектуального анализа данных для эмпирических исследований взаимосвязи гелио- и геофизических процессов // Вісник НТУУ «КПІ» Інформатика, управління та обчислювальна техніка. 2013. № 58. С. 4–10.
- Ишков В. Н. Солнце в августе – сентябре 2012 г. // Земля и Вселенная. 2013. № 1. С. 30–32.
- Ишков В. Н. Солнце в октябре – ноябре 2012 г. // Земля и Вселенная. 2013. № 2. С. 33–35.
- Ишков В. Н. Экстремальные вспышечные события последнего 22-летнего цикла солнечной активности // Сб. «Космические лучи и гелиоклиматология», сер. Космические лучи. М.: МАОК. 2013. Т. 28. С. 87–105.
- Ишков В. Н. Текущий момент развития 24 цикла солнечной активности // Астрономический циркуляр. 2013. № 1595. С. 1–8.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Дегазация мантии Земли и формирование осадочных бассейнов в переходной зоне Евразийский континент – Тихий океан // Журнал «Глубинная нефть». 2013. Т. 1. № 2. С. 190–197.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А., Нисилевич М. В. Геодинамические модели глубинного строения регионов природных катастроф переходной зоны Евразия – Тихий океан // Вестник ОНЗ РАН. 2013. 5. NZ 6001. DOI: 10.2205/2013NZ000118.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А. Астеносферные диапиры и нефтегазоносность осадочных бассейнов Охотского моря. // Геология морей и океанов: Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. М.: ГЕОС, 2013. С. 107–112. <http://www.ocean.ru/content/view/1756/89/>.
- Сергеева Н. А., Забаринская Л. П., Шестопалов И. П., Нисилевич М. В., Згуровский М. З., Болдак А. А., Ефремов К. В. Исследование связи активности Солнца и сейсмической активности Земли с помощью вейвлет-преобразования. Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле (в печати).
- Шестопалов И. П. Солнечные пятна и эндогенная активность Земли // Письма в «Астрономический журнал». 2013 (в печати).
- Шестопалов И. П., Белов С. В., Соловьев А. А., Кузьмин Ю. Д. О генерации нейтронов и геомагнитных возмущениях в связи с Чилийским землетрясением 27 февраля и вулканическим извержением в Исландии в марте-апреле 2010 г. // Геомагнетизм и аэронаука. 2013. Т. 53. № 1. С. 130–142.
- Ishkov V. N. Complex active regions as the main source of extreme and large Solar proton events // Geomagnetism and Aeronomy. 2013. V. 53. No. 8. P. 971–976. DOI 10.1134/S0016793213080070, ISSN 0016 7932.
- Ishkov V. N. Solar geoeffective phenomena: Action on environment space and possibility of the forecast // Proceeding of the International Conference “Space Weather Effects on Humans: in Space and on Earth”, SRI, Moscow, Russia, June 4–8, 2012, ed. A. I. Grigoriev, L. M. Zeleny, M.: ИКИ РАН, 2013. V. 1. P. 46–64.

- Ishkov V. N.** The Sun near of the solar cycle 24 maximum: the geoeffective flare phenomena, the evolution and the development forecast // 23rd European Cosmic Ray Symposium (and 32nd Russian Cosmic Ray Conference) // J. of Physics, Conf. Series. 2013. V. 409. № 1. Article Number 012167. DOI: 10.1088/1742-6596/409/1/01216.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Ancient subduction zone in the Sakhalin Island // Tectonophysics. 2013. V. 600. P. 217–225.
- Sergeyeva N., E. Kharin, L. Zabarinskaya, A. Rodnikov, I. Shestopalov, T. Krylova, M. Nisilevich.** Information about the World Data Centers for Solid Earth Physics and Solar-Terrestrial Physics. Regional multidisciplinary initiatives of Russian-Ukrainian World Data Centers Segment for occurrence in the World Data System // CODATA Data Science Journal. 2013. V. 12. № 5. P. WDS97-WDS100.
- Shaimardanov Marsel, Alexei Gvishiani, Michael Zgurovsky, Alexander Sterin, Alexander Kuznetsov, Natalia Sergeyeva, Evgeny Kharin, Kostiantyn Yefremov.** Development of WDS Russian-Ukrainian segment // CODATA Data Science Journal. 2013. V. 12. № 5. P. WDS17-WDS26.
- Soloviev A., Khohlov A., Zhalkovsky E., Berezko A., Lebedev A., Kharin E., Shestopalov I., Mandeia M., Kuznecov V., Bondar T., Mabie J., Nisilevich M., Nechitajlenko V., Rybkina A., Pjatygina O., Shibaeva A.** The Atlas of the Earth's magnetic field // Eds. A. Gvishiani, A. Frolov, V. Lapshin. Publ. GC RAS, Moscow, 2013. 361 pp., doi:10.2205/2013BS011\_Atlas\_MPZ.
- Shestopalov I. P., Belov S. V., Soloviev A. A., and Kuzmin Yu. D.** Neutron generation and geomagnetic disturbances in connection with the Chilean earthquake of February 27, 2010 and a volcanic eruption in Iceland in March–April 2010 // Geomagnetism and Aeronomy. 2013. V. 53. № 1. P. 124–135. DOI: 10.1134/S0016793213010179.

### Тезисы докладов

- Ишков В. Н.** Текущий момент развития солнечной активности // Восьмая Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 4–8 февраля 2013 г. Сборник тезисов. ИКИ РАН. 2013. С. 8–9.
- Ишков В. Н.** Опыт оценки состояния околоземного космического пространства в периоды пониженной солнечной активности // Тезисы докладов Всероссийской астрономической конференции «Многоликая вселенная» ВАК-2013. С. 102–103.
- Ишков В. Н.** Периоды пониженной и повышенной солнечной активности: наблюдательные особенности и ключевые факты // Тезисы докладов Всероссийской астрономической конференции «Многоликая вселенная» ВАК-2013. С. 103–104.
- Нисилевич М. В., Сергеева Н. А., Харин Е. П.** Современная мировая система обмена геофизическими данными: прошлый опыт и перспективы на будущее // Международная научно-практическая конференция «Полярная геофизика Ямала: наблюдения, базы данных и информационные системы в практике освоения месторождений нефти и газа». Полар-2013. Надым, 21–25 октября 2013. С. 25.
- Родников А. Г., Забаринская Л. П., Сергеева Н. А.** Геолого-геофизические критерии выделения глубинных очагов генерации углеводородов в верхней мантии региона Охотского моря. // 2-е Кудрявцевские Чтения – Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти и газа. Москва, ЦГЭ, 21–23 октября 2013. <http://conference.deepoil.ru/index.php/materials/abstracts>.
- Ishkov V. N.** Space weather at the period of the lower Solar activity: the basis facts and the key features // Abstracts of International “Living with Star” Workshop ILWS-2013, Irkutsk, June 24–28. 2013. P. 4.
- Ishkov V. N., Petrov V. G.** Experience of the method to predict geoeffective Solar flare events application in practice of space experiments support // Abstracts of Int. “Living with Star” Workshop ILWS-2013, Irkutsk, June 24–28. 2013, P. 34.
- Ishkov V. N., Yakovchouk O. S.** Solar sources of extreme events in the near-Earth Space // Abstracts of Int. “Living with Star” Workshop ILWS-2013, Irkutsk, June 24–28. 2013. P. 44.
- Ishkov V. N.** Solar sources of SPE with large and extreme fluxes of protons (S3, S4) // Abstracts of Fifth “Solar Influences on Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere”, Nessebar, Bulgaria, June 3–7, 2013.
- Ishkov V. N.** The Sun in the low Solar cycles: Evolution, the basic facts and the current 24 cycle development forecast // Abstracts of Fifth “Solar Influences on Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere”, Nessebar, Bulgaria, June 3–7, 2013.

- Kharin E. P., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** The activities of the World Data Center for Solar Terrestrial Physics, Moscow, Russia in the new World Data System // Abstracts of the IAGA 2013, 12<sup>th</sup> Scientific Assembly, August 26 to 31, Merida, Mexico, 2013.
- Kharin E., Nisilevich M., Sergeyeva N., Zabarinskaya L.** Web-based technologies in data/information management for Polar Data in Russian World Data Centers // Proceedings of the International Forum on “Polar Data Activities in Global Data Systems”, 15–16 October 2013, National Museum of Nature and Science, Tokyo, Japan. Edited and Published by WDS International Programme Office P. 87–88.
- Nisilevich M.** Multidisciplinary geophysical data presented in the World Data Centers for Solid Earth Physics and Solar-Terrestrial Physics // Materials of the Partnership Conference Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining, 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia. DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Rodnikov A. G., Sergeyeva N. A., Zabarinskaya L. P.** Study of the deep structure of the seismic danger regions to decrease seismic risk // Abstracts of EGU General Assembly, Vienna, 2013, EGU2013-1141.
- Sharkov E., Lebedev V., Rodnikov A., Chugaev A., Zabarinskaya L., and Sergeyeva N.** Caucasian-Arabian syntaxis: deep-seated structure, volcanology, and neotectonics // Abstracts of EGU General Assembly, Vienna, 2013, EGU2013-1271.

### Участие в конференциях

- General Assembly 2013 of the European Geosciences Union. April 7–12, 2013, Vienna, Austria.
- 75<sup>th</sup> EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013. June 8–9, 2013, London, United Kingdom.
- 12<sup>th</sup> Scientific Assembly of the International Association of Geomagnetism and Aeronomy. August 26 to 31, 2013, Merida, Mexico.
- Partnership Conference Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining, 30 September – 3 October 2013, Kaluga, Russia.
- International Forum on “Polar Data Activities in Global Data Systems”. October 15–16, 2013. National Museum of Nature and Science, Tokyo, Japan.
- Вторые Кудрявцевские чтения – Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти и газа. 21–23 октября 2013 г., Москва.
- 2nd G-EVER International Symposium and the 1st IUGS & SCJ International Workshop on Natural Hazards “Hazard and Risk Management in Asia-Pacific Region: Earthquake, Tsunami, Volcanic Eruption and Landslide in Subduction Zones”. October 19–20, 2013. Sendai, Tohoku, Japan.
- XX Международная научная конференция (Школа) по морской геологии. 18–22 ноября 2013 г., Москва.

### Командировки сотрудников лаборатории

- Киев, Украина, Киевский национальный университет Украины «Киевский политехнический институт» и Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию. Участие в конференции: «Системный анализ и информационные технологии», 27–31 мая 2013 г.
- Калуга, участие в международной конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах», 30 сентября – 3 октября 2013 г.
- Мерида, Юкатан, Мексика, участие в Ассамблее Международной ассоциации геомагнетизма и аэронауки (МАГА), 26–31 августа 2013 г.
- Киев, Украина, Киевский национальный университет Украины «Киевский политехнический институт» и Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию. Подготовка заключительного отчёта по российско-украинскому проекту РФФИ N 12-01-90418-Укр-а и участие в ежегодном российско-украинском семинаре, 4–10 декабря 2013 г.

## 5. Лаборатория электронных публикаций

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

В 2013 г., в соответствии с планом научно-исследовательских работ ГЦ РАН, лабораторией электронных публикаций выполнялись работы по запланированному этапу государственной бюджетной темы «Развитие новых геоинформационных технологий для включения российских Мировых центров данных по наукам о Земле в Мировую систему данных». Лаборатория выполняла этап «Разработка современных методов и инструментов отображения и публикации динамического и интерактивного научного контента».

Анализ основных тенденций развития электронных публикаций в практике работы коммерческих издателей и научных ассоциаций показал, что на сегодняшний день не сформирована единая система подготовки и представления научного контента в электронном виде, в частности, для мобильных устройств, что весьма актуально. В результате за отчетный период были разработаны новые и усовершенствованы ранее разработанные технологии преобразования документов формата LaTeX в форматы HTML5 и EPUB3 с использованием стандартов XHTML1.1, Mathml и др.

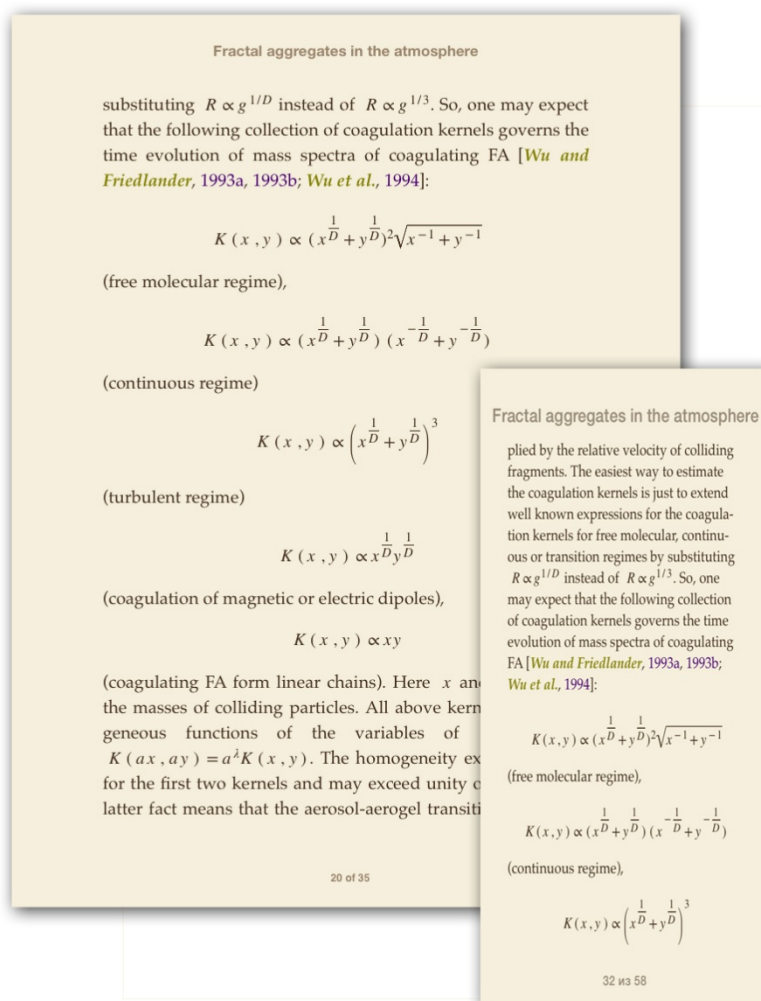


Рисунок 5.1. Пример текста научной статьи на экранах iPad и iPhone.

Выполнен большой объем работ по редакционно-технической подготовке и публикации онлайн-мультимедийного журнала «Вестник ОНЗ РАН». Всего опубликовано 12 выпусков: более 120 сообщений в разделах «Новости» и RSS, 6 статей в разделе «Статьи», 3 интервью в разделах «Интервью» и «Видеоинтервью», 1 онлайн-презентация в разделе «Мультимедиа».

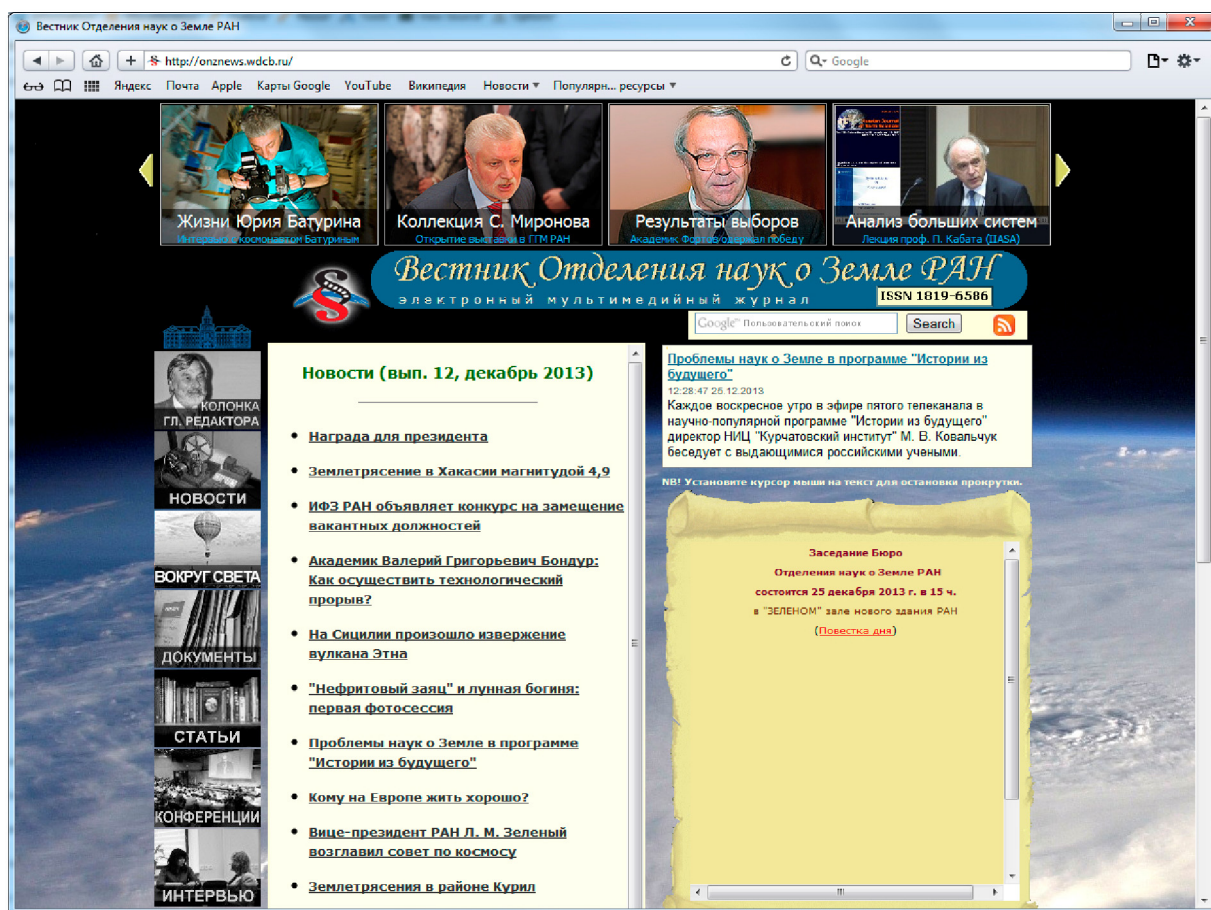
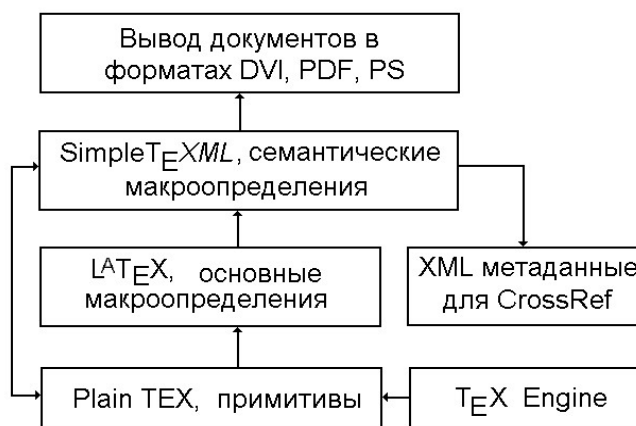


Рисунок 5.2. Главная страница электронного журнала «Вестник ОНЗ РАН».

Наряду с актуализацией simpletexml.sty – основного инструмента подготовки к публикации научных статей в журналах ГЦ РАН, разработаны также бета-версии пакетов semtexml.sty, sectexml.sty, ориентированных на интеграцию со средствами программного анализа семантики публикуемых материалов, а также класса erub.cls, обеспечивающего оптимизацию публикуемых статей к устройствам типа электронных книг. Статьи в «Российском журнале наук о Земле» и «Вестнике ОНЗ РАН» публикуются с использованием упомянутого класса, на который получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 201361223 «SimpleTeXML».





**Рисунок 5.3. Упрощенная схема работы пакета SimpleTeXML.**



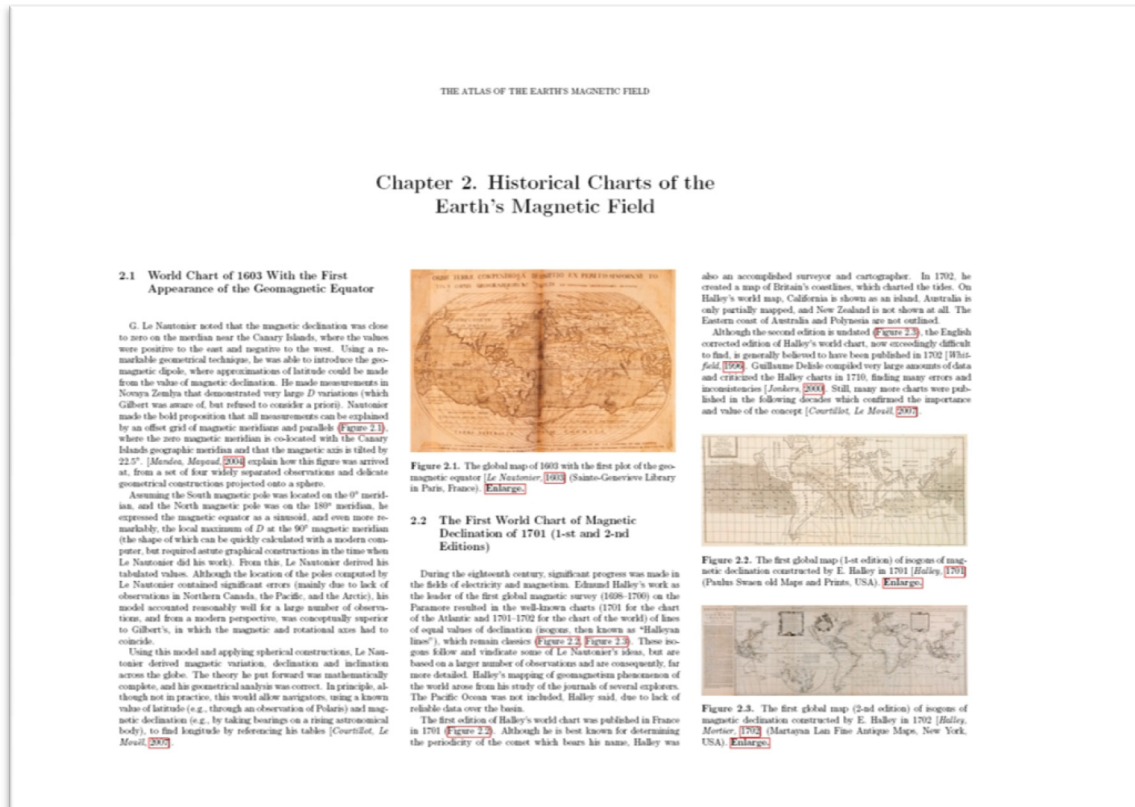
**Рисунок 5.4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013611223 «SimpleTeXML».**

Исследована возможность построения пользовательской системы подготовки рукописей с переводом в XML. В течение нескольких последних десятилетий задача перевода документации в форматы, совместимые с SGML (Standard Generalized Markup Language), стала одной из важнейших, особенно после появления его XML (Extensible Markup Language) подмножества, позволяющего легко адаптировать форматы и структуру

языка. Это вызвало некоторую переоценку возможностей XML, но было потеряно понимание того, что XML – это отличный инструмент для семантического представления, позволяющий легко оперировать смысловыми категориями, но в нем совершенно отсутствует возможность т.н. рендеринга, т.е. представления на бумаге, экране и т.п.

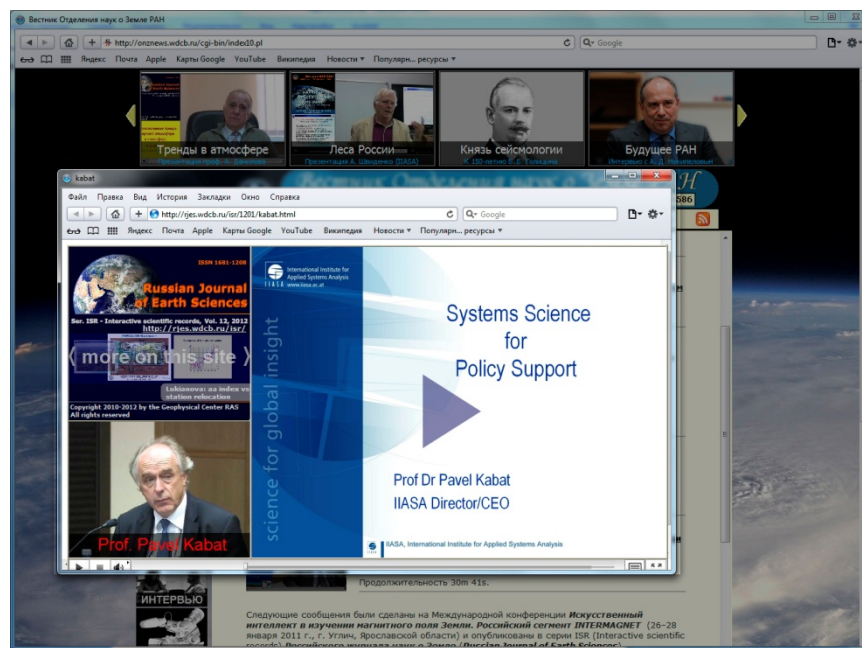
В то же время издательская система TeX, используемая в ГЦ в последние два десятилетия, имеет превосходные возможности представления, но семантика представлена в ней лишь опосредованно. Анализ, выполненный сотрудниками лаборатории и согласующийся с выводами TeX User Group, говорит о том, что построение универсального конвертера TeX в XML даже теоретически невозможно, так как TeX и SGML несовместимы. Нами найдено весьма эффективное прагматическое решение, которое заключается в следующем. В стилевом файле/классе дается описание основных семантических элементов и блоков в нотациях LaTeX таким образом, что это позволяет, во-первых, в процессе трансляции генерировать XML-файл метаописания статьи в соответствии с XML-схемой CrossRef 4.3.0, и, во-вторых, обеспечивает последующее преобразование исходного LaTeX-файла в версии HTML5 и EPUB3 с помощью специально разработанной для этого программы.

Лаборатория выполнила основной объем работ по техническому редактированию и подготовке онлайн-версии «Атласа магнитного поля Земли» на русском (2012 г.) и английском (2013 г.) языках, включая разработку стилевого файла и техническое редактирование, в том числе ряда исторических карт, с эквивалентным объемом свыше 500 а.л.



**Рисунок 5.5. Пример страницы Атласа магнитного поля Земли (англоязычная версия монографии).**

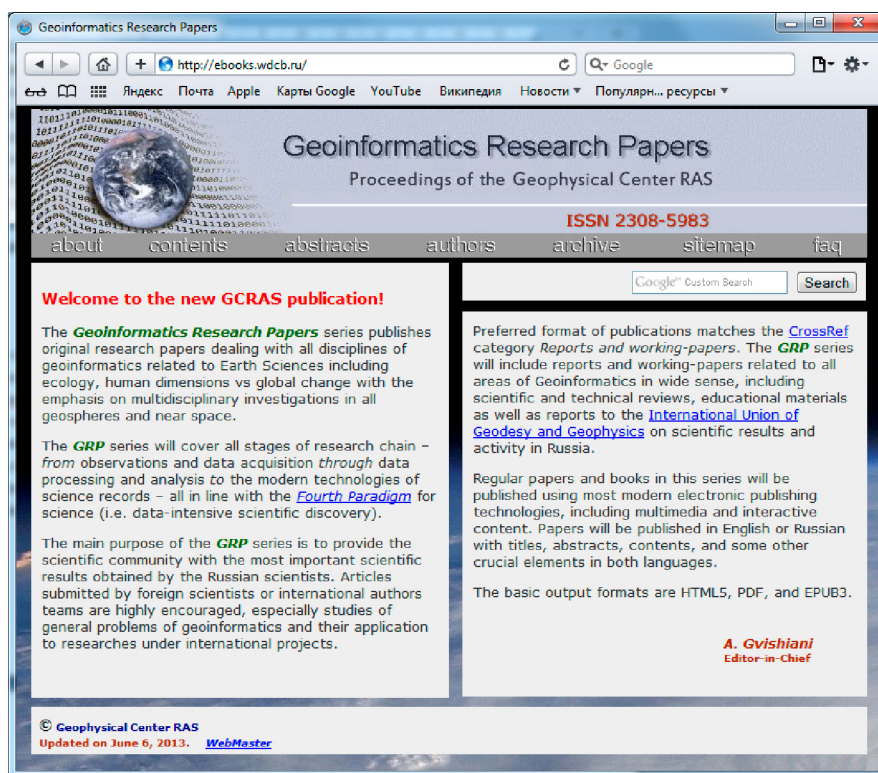




**Рисунок 5.6. Онлайн-лекция на веб-сайте «Вестника ОНЗ РАН».**

На протяжении 2013 года велись работы по усовершенствованию технологий публикации онлайн-лекций с использованием XML-представления исходных данных. В результате были опубликованы 2 онлайн-лекции. Малое количество подготовленных онлайн-лекций связано не с проблемами матобеспечения, а с полным отсутствием необходимых технических и организационных ресурсов (хотя и предполагаемых при подготовке плана) для первичной записи лекций. В 2013 г. подготовлены версии лекций, опубликованных в RJES, адаптированные для включения в специально организованный канал YouTube RJESLive (<http://www.youtube.com/user/RJESLive>). Версии для YouTube лишены многих элементов интерактивности, однако доступны значительно большему кругу читателей, что ясно видно из публикуемой статистики посещений.

На протяжении последних лет в редакции журналов, издаваемых ГЦ РАН, поступали научные статьи, которые были тесно связаны с выполняемыми ГЦ исследованиями, но выходили за рамки тематических профилей журналов. Назревала потребность в специальном серийном издании, которое могло бы издавать труды подобного рода. В 2013 г. начат выпуск нового серийного издания «Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН», которое зарегистрировано в ISSN (международной стандартной нумерации серийных изданий) под номером ISSN 2308-5983, а также в системе CrossRef в классе Report-series. Журнал публикует оригинальные научно-исследовательские работы по всем дисциплинам геоинформатики, связанным с науками о Земле, включая экологию, геомедицину (human dimensions vs global change), уделяя внимание междисциплинарным исследованиям во всех геосферах и ближнем космосе.



**Рисунок 5.7. Главная страница электронного журнала «Исследования по геоинформатике: труды ГЦ РАН».**

В журнале отражаются все этапы научных исследований – от сбора и обработки данных до их анализа при помощи современных технологических средств – подход, определенный переходом науки к т.н. четвёртой парадигме, особенностью которой являются исследования, базирующиеся на анализе больших объемов данных, включая данные наблюдений, аналитического и имитационного моделирования и др. (data intensive science). Главная цель журнала – донести до международного научного сообщества результаты научных исследований, полученные российскими учёными. Статьи зарубежных авторов также принимаются к публикации, особо приветствуются статьи, посвященные общим проблемам геоинформатики и исследованиям в рамках международных проектов. Наряду с научными статьями в серии планируются и уже начаты публикации монографий, отчетов организации, материалов конференций и т.д.

На момент написания отчета в журнале опубликованы: монография «The Atlas of the Earth's Magnetic Field», статья Лушников и др. «Evolution models for geomedical statistics», отчет о деятельности института за 2012 год и материалы международной партнерской конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах» (общий объем издания 88 страниц). Специально для конференции издание было напечатано в виде оптических дисков ограниченным тиражом.

В отчетный период начаты работы по включению журналов «Вестник ОНЗ РАН», «Российский журнал наук о Земле» и «Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН» в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Работы направлены на повышение цитируемости отдельных статей и импакт-фактора

журналов как показателя востребованности изданий в профессиональном сообществе; рост авторитета журналов и привлекательности для авторов; рост читательской аудитории. Включение в РИНЦ позволит нашим журналам отвечать современным формальным признакам Минобрнауки РФ, а кроме этого ГЦ РАН получит независимые от собственных серверов «зеркала» журналов, что обеспечит бесперебойный доступ к полным текстам статей.

Выполнена актуализация корневых документов (response pages) системы CrossRef на сайте «Российского журнала наук о Земле». Страницы сгенерированы с использованием специально разработанного для этой цели ПО и, наряду с абстрактом каждой статьи и ее метаданными, включают также раздел «Cited by» с перечнем статей, в которых цитируется соответствующая статья «Российского журнала наук о Земле». Анализ результатов проекта «Cited by» показал, что основной объем опубликованных ссылок на публикации «Российского журнала наук о Земле» вызывают статьи, содержащие результаты геолого-геофизического анализа Евразии, написанные ведущими российскими специалистами в этой области (особенно в период наиболее интенсивного сотрудничества ГЦ РАН и редколлегии журнала с Американским геофизическим союзом). Также была обновлена и актуализирована техническая документация в виде руководств по подготовке публикаций, опубликованная на сайтах «Российского журнала наук о Земле» и «Вестника ОНЗ РАН».

## **Публикации сотрудников лаборатории**

### **Статьи**

- Кедров О. К., **Кедров Э. О.**, Спектральный метод оценки добротности среды по двум станциям от одного источника // Физика Земли. 2013. № 2. С. 26–39.
- Лушников А. А.**, Загайнов В. А., **Любовцева Ю. С.**, **Гвишиани А. Д.** Космическая погода и атмосферные аэрозоли. Труды Международной конференции «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле» сс. 396–411, ИКИ, Москва, 2013.
- Лушников А. А.**, **А. И. Каган**, **Ю. С. Любовцева**, **А. Д. Гвишиани**, Моделирование эволюционно-демографических процессов для целей геомедицины. Геофиз. процессы и биосфера, 13, с. 5–18, 2013.
- Elperin T., A. Fominykh, B. Krasovitev, **A. Lushnikov** (2013) Isothermal absorption of soluble gases by atmospheric nanoaerosols, Phys. Rev. E 87, 012807, 8 pp.
- Gvishiani A. D.**, **L. M. Labuntsova**, **E. O. Kedrov**, **O. V. Alexanova**, Eds. (2013), Report of Geophysical Center of RAS. Results of Science Researches and International Projects for 2012, Geoinf. Res. Papers, BS1002, doi:10.2205/2013BS010.
- Kedrov E.**, Ed. (2013), Materials of the Partnership conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining", Geoinf. Res. Papers, BS1004, doi:10.2205/2013BS012\_Kaluga.
- Kedrov O. K., **E. O. Kedrov**, Spectral method for estimating the quality of the medium from one source and two stations // Izvestiya, Physics of the Solid Earth, March 2013, Volume 49, Issue 2, pp. 177–190.
- Lushnikov A. A.**, **A. D. Gvishiani**, **Yu. S. Lyubovtseva**, A. A. Makosko (2013), Evolution models for geomediical statistics, Geoinf. Res. Papers, BS1001, doi:10.2205/2013BS008.
- Lushnikov A. A.**, **A. D. Gvishiani**, **Yu. S. Lyubovtseva** (2013), Trapping of trace gases by atmospheric aerosols. Russ. J. Earth Sci., 13, ES2002, doi: 10.2025/2013ES000530, 11 pp.
- Lushnikov A. A.**, **A. D. Gvishiani**, **Yu. S. Lyubovtseva** (2013), Fractals in the atmosphere. Russ. J. Earth Sci., 13, ES2002, doi: 10.2025/2013ES000531, 11 pp.
- Lushnikov A. A.** (2013), Postcritical behavior of a gelling system, Phys. Rev. E88 052120, 8 pp.

### **Тезисы докладов конференций**

**Lushnikov A. A., A. S. Kagan, A. D. Gvishiani, Yu. S. Lyubovtseva** (2013), Evolution models for geomedical statistics (Abstract, Plenary talk) International conference “Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining” Kaluga 2013.

**Lushnikov A. A., A. S. Kagan** (2013), Evolution models for geomedical statistics (Abstract, oral talk) International conference on mathematical modeling in physical sciences, Prague 2013.

**Lushnikov A. A., A. S. Kagan**, (2013), A linear model of population dynamics (Abstract, oral talk) International conference on mathematical modeling in physical sciences, Prague 2013.

### **Авторские свидетельства**

**Нечитайленко В.А.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №201361223 «SimpleTeXML» от 9.01.2013.

**Лушников А. А., Каган А. И., Рыбкина А. И.** «Программа прогнозирования медико-демографических индикаторов для территориальных единиц различного уровня (федеральный, региональный). DEMOGRAPHY\_GCRAS 1.0». №2013617859. Зарегистрирован 26 августа 2013 г.

## **6. Сектор инновационных проектов в 2013 г.**

**(зав. сектором А. И. Рыбкина)**

### **6.1. Работы по Федеральной целевой программе**

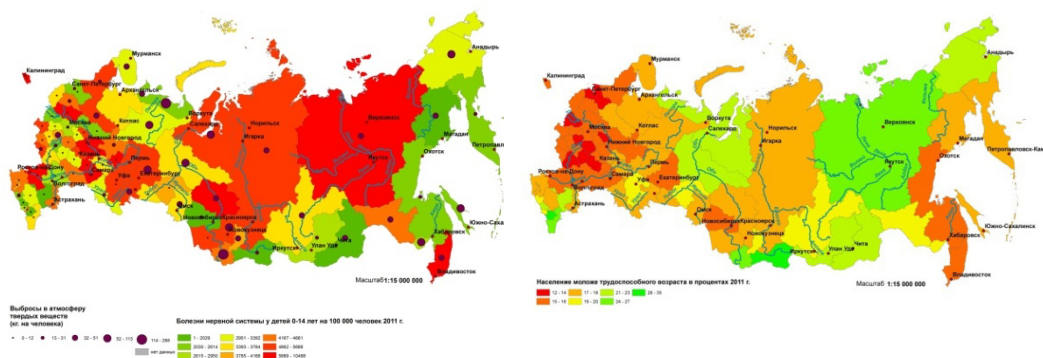
В 2013 г. сектор инновационных проектов участвовал в Федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы». Поисковые научно-исследовательские работы по данной ФЦП производились по лоту 2013-1.5-14-515-0040 «Научно-методическое обеспечение медико-экологической безопасности территорий на основе оценки воздействия на население природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды». В рамках данной программы сектор осуществлял работы по теме: «Интеллектуальная медицинская геоинформационная система для оценки и прогнозирования медико-экологического состояния территорий РФ и воздействия природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды на население». По своим характеристикам эта работа, фактически, представляет собой инновационный проект с хорошей перспективой.

С использованием программного пакета ArcGIS 10.1 было построено более 500 карт на федеральном и региональном уровне по 4 блокам: Демографический, Социально-экономический, Экологический, Здоровье (см. Рис. 6.1). Основой для медико-географической характеристики территории Российской Федерации послужили официальные статистические данные по демографическим показателям, заболеваемости населения, социально-экономическим характеристикам и загрязнению окружающей среды, показателям системы здравоохранения за 2005–2011 годы. Указанные материалы получены из статистических сборников и бюллетеней Федеральной службы государственной статистики за 2005–2011 годы.

В результате проведенного анализа полученных материалов с использованием технологий ArcGIS 10.1 был выявлен ряд факторов, препятствующих решению социальных проблем в РФ. Это, прежде всего, сложнейшая демографическая ситуация сложившаяся в настоящее время в РФ, связанная:

- с отсутствием естественного прироста населения – показатели смертности превышают показатели рождаемости;
- с демографическим старением населения – процент населения старше трудоспособного возраста очень высок во многих регионах России (20–25%);
- с высокой смертностью в России вследствие болезней системы кровообращения и новообразований;
- с высоким коэффициентом смертности во многих регионах (особенно в ЦФО), который является самым высоким в Европе;
- с региональными различиями среднего возраста населения России, которые являются неравномерными и приводящими к существенному различию коэффициентов смертности.

Перечисленные факторы необходимо учитывать при разработке социальной политики оздоровления нации.



**Рисунок 6.1. Примеры оформленных карт.**

Работа выполнена при поддержке гранта № 14.515.11.0012 Минобрнауки РФ.

## **6.2. Проект «Сфера-Образование»**

В 2013 г. сектор был занят реализацией проекта «Сфера-Образование», направленного на разработку геопространственных данных и их программную адаптацию для последующего представления на цифровом демонстрационном комплексе со сферическим экраном. Велась работа по проектированию и созданию цифрового демонстрационного комплекса отечественного производства. В рамках этого направления совместно с ОАО «ЛОМО» были разработаны технические требования к объективу, металлическому зеркалу и корпусу. В 2013 году было изготовлено и проходит необходимые испытания металлическое зеркало, после чего будут скорректированы технические требования. Специалисты ОАО «ЛОМО», в рамках соглашения о научно-

техническом сотрудничестве между ОАО «ЛОМО» и ГЦ РАН, в ноябре 2013 г. начали работу по созданию опытного образца объектива. Ожидаемый срок сборки опытного образца – май 2014 года. Проектируется металлический корпус, подыскивается возможный изготовитель.

В 2013 году начался сбор информации для двух лекций по истории и геологии, адаптированных под сферический экран. Историческая лекция основана на важнейших и переломных событиях Второй мировой войны в период 1941–1945 гг. В лекции по геологии подробно рассматриваются строение и типы земной коры, тектоника плит, а также некоторые внутриплитные процессы. Особое внимание уделено истории формирования нашей планеты, развитию органического мира, изменению климата и палеогеографии в целом. Лекции рассчитаны на аудиторию учащихся ГОУ СОШ с 1 по 11 класс.

В течение года было проведено около 50 научно-образовательных лекций по астрономии и динамике Земли в образовательных учреждениях г. Москвы (ГОУ СОШ, музей занимательных наук Экспериментаниум, центр «Эврика-парк»).

В 2013 г. между ГЦ РАН и открытым акционерным обществом «ЛОМО» было заключено соглашение о сотрудничестве в целях совершенствования научно-технических знаний сторон в области визуализации данных наук о Земле, имеющихся в Геофизическом центре РАН, на оборудовании, разрабатываемом ОАО «ЛОМО». Предметом соглашения является создание условий для проведения на регулярной основе:

- встреч в целях обмена опытом в области визуализации данных наук о Земле;
- работ по совершенствованию методов представления данных наук о Земле;
- испытаний новых видов разработок ОАО «ЛОМО» в области визуализаций с данными, разработанными и хранящимися в ГЦ РАН;
- аналитических работ по оценке возможных совместных проектов, подачи заявок на участие в конкурсах, start-up, представления совместных разработок инвесторам.

### **6.3. Работы по программе фундаментальных исследований**

В 2013 г. сектором была выполнена работа по программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы. Направление 80 «Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии)», наименование темы: «Развитие новых геоинформационных технологий для включения российских Мировых центров данных по наукам о Земле в Мировую систему данных».

В 2013 г. выполнены следующие работы по теме:

1. Модернизация сайта МЦД. Новые информационные ресурсы были размещены на сайте МЦД в свободном доступе. Базы метаданных информационных ресурсов



центров включены в портал Мировой системы данных, каталог Российско-украинского сегмента и в национальный и международный порталы МПГ.

2. Обновление версии геопортала [gis.gcras.ru](http://gis.gcras.ru) с расширенным функционалом и реализованной возможностью разграниченного многоуровневого доступа к публикуемым данным и публикацией картографических сервисов.
3. Оформление цифровых тематических карт по геологии, геофизике и климату с соответствующими метаданными; включение новых картографических данных в базу геопространственных данных ГЦ РАН.
4. Пополнение базы данных сферических визуализаций с использованием ГИС-технологий.
5. Разработка программных средств представления данных по оценке геомагнитной активности на многофункциональном программно-аппаратном демонстрационном комплексе со сферическим экраном в режиме реального/квазиреального времени.

#### **6.4. Работы по программе Президиума РАН № 38**

В 2013 г. сектор работал по программе Президиума РАН № 38, проект «Система сбора информации для оценки перспектив социально-экономического скоординированного развития России и Украины в общеевропейском контексте, разработка программного обеспечения и создание базы данных ГИС». За 2013 год были собраны российско-украинские данные на региональном уровне, а также отработана система обработки и оформления карт. Для карт одной категории создается общая цветовая палитра и легенда для удобства сравнения. За 2013 год собраны данные по России по 4 тематическим блокам: Здоровье; Демография; Экология; Социально-экономический блок.

В общей сложности был сформирован информационный массив из 68 категорий данных. Таким образом, из 68 категорий, каждая из которых отражает временной отрезок в 7 лет, собрано 476 слоев данных. Из них, по отработанной методике, оформлено 136 карт (по 2 года из каждой категории). Для всех слоев созданы метаданные, соответствующие международным стандартам, принятым в МСД. Источниками данных явились статистические ежегодники РФ. Среди них: отчеты Министерства здравоохранения, «Демографический ежегодник России», «Российский статистический ежегодник», и другие.

#### **6.5. Участие в целевой программе Президиума РАН «Развитие постоянно действующей выставки (ПДВ) достижений РАН»**

В рамках участия сектора инновационных проектов ГЦ РАН в целевой программе Президиума РАН «Развитие постоянно действующей выставки (ПДВ) достижений РАН» велась работа по созданию системы виртуальной видеоконференцсвязи (далее Система).

Система позволит удаленно демонстрировать на выставках достижений РАН уникальные экспонаты, которые невозможно, по разным причинам, транспортировать или

привезти в необходимое время, обеспечивая высокое качество демонстрации, а также возможность в реальном времени рассказать об экспонате и ответить на возможные вопросы посетителей выставок.

В настоящее время в специализированном помещении ГЦ РАН установлен и подключен сервер, на который инсталлирован ряд специализированных программных продуктов с открытым исходным кодом. Ведутся работы по наладке ПО, разработке дизайна информационного портала и тестированию совместной работы приложений. Окончание работ запланировано на декабрь 2014 года.

#### **6.6. Проведение международной конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах»**

Сектор инновационных проектов выиграл грант РФФИ 13-05-06047 на финансирование проведения международной партнерской конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах». При поддержке РФФИ была организована конференция в г. Калуге 30 сентября – 3 октября 2013 г.

Среди центральных вопросов конференции можно выделить интеллектуальные геоинформационные технологии (IGIS), перспективный и прикладной системный анализ, эволюционные математические методы, включая эволюционную теорию игр и кластеризацию, распознавание образов и математические методы искусственного интеллекта. Конференция заострила свое внимание на изучении геофизических, геологических, социально-экономических и биомедицинских данных и моделей. В отдельное обсуждение были вынесены современные проблемы исследования и освоения Арктики, комплексные геофизические исследования которой имеют ключевое значение в развитии и освоении этого региона.

Уникальность международной партнерской конференции заключается в том, что в ней приняли участие как ученые, представляющие различные области наук о Земле, так и специалисты в области разработки методов системного анализа. На конференции были подведены итоги и намечены новые пути развития проектов в области изучения магнитного поля Земли и практического применения данных этих исследований. Один из важных итогов конференции – значительное продвижение проекта развития Российско-украинского сегмента международной сети ИНТЕРМАГНЕТ. Увеличение площади охвата территории России магнитными обсерваториями поможет создать локальную сеть стандарта ИНТЕРМАГНЕТ с равномерным покрытием, которая будет предоставлять данные, необходимые для более точного и достоверного моделирования геомагнитного поля. По результатам работы были уточнены места развертывания новых обсерваторий ИНТЕРМАГНЕТ на территории России, которые будут охватывать арктические регионы.

В конференции приняли участие более 120 ведущих ученых и специалистов по геофизике, геоинформатике, наукам об окружающей среде, прикладному

и перспективному системному анализу и искусственному интеллекту из Франции, Германии, США, Канады, Финляндии, Австрии, Чехии, Венгрии, России и Украины.

Все научные доклады были организованы в 5 научных сессий. Помимо научных докладов каждая сессия включала в себя круглый стол, посвященный тематике сессии, в котором принимали участие ведущие ученые и специалисты в данной области. Для более широкого освещения данной конференции была организована онлайн-трансляция заседаний на сайте конференции (<http://kaluga2013.gcras.ru/>).

### **6.7. Издание английской версии электронного «Атласа магнитного поля Земли»**

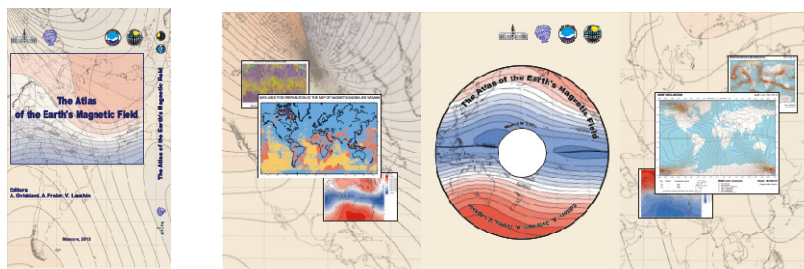
Важным совместным проектом, выполненным в рамках сотрудничества РАН и РОСГИДРОМЕТ в 2012 году явилось создание Атласа магнитного поля Земли (МПЗ) за 1500–2010 гг. В итоге работы над Атласом была разработана серия цифровых карт МПЗ с отображением особенностей картографируемого явления. Среди них – карты Главного магнитного поля Земли (ГМПЗ), аномальной составляющей МПЗ, характеристик пространственной структуры МПЗ, отражение вариационных циклов и др.

Благодаря обширности материала, данный Атлас предназначен для широкого круга пользователей, представляющих различные научные и прикладные области знания. Настоящий Атлас представляет собой оригинальный, не имеющий аналогов фундаментальный картографический продукт с наиболее полными и научно обоснованными характеристиками МПЗ за период с 1500 по 2010 гг. В 2013 году был реализован проект по переводу Атласа на английский язык и выпуску нового электронного издания.

Атлас был издан совместно лабораторией геоинформатики и геомагнитных исследований и сектором инновационных проектов ГЦ РАН. Непосредственно сотрудниками сектора инновационных проектов были решены следующие задачи:

1. Разработка в ArcGIS 10.1 шаблонов для карт на английском языке.
2. Оформление всех карт Атласа для публикации.
3. Разработка макета диска и диджиака для издания Атласа в цифровом виде (Рис. 6.2).
4. Проведение работ по заказу и доставке цифровых версий Атласа.

Разработка электронного издания «Атласа магнитного поля Земли» была принята как важнейший проект сотрудничества РАН и РОСГИДРОМЕТ за 2013 год.



**Рисунок 6.2. Дизайн диджиака.**

## 6.8. Разработка и поддержка web-сайтов ГЦ РАН, Комитета по системному анализу, сайта конференции в Калуге

С августа 2013 года по октябрь 2013 года был разработан и постоянно поддерживался сайт международной конференции Partnership conference “Multifunctional GIS, geophysical observatories and data mining”. В период подготовки конференции на сайте отражалась текущая актуальная информация о предстоящем мероприятии. Во время проведения конференции была организована видеотрансляция. После конференции стали доступны все материалы прошедшего мероприятия. Сайт доступен по ссылке <http://www.kaluga2013.gcras.ru/> (Рис. 6.3).



Рисунок 6.3. Screenshot сайта конференции в Калуге.

В 2013 году сайт Комитета по системному анализу РАН был переведен на более удобную и функциональную платформу (CMS) (Рис. 6.4). Реализован следующий функционал сайта: платформа GetSimple CMS; динамическая галерея; разработан новый дизайн; обеспечение полной динамики сайта путем реализации его на PHP.

В 2013 году сайт ГЦ РАН был переведен на более удобную и функциональную платформу (CMS) (Рис. 6.5). Реализован следующий функционал сайта:

1. Автоматизация – с обновлением «суперглобальной» информации следует полное обновление информации на всем сайте;
2. Полная оптимизация – сайт полностью функционально правильно работает во всех популярных браузерах: Firefox, IE, Opera, Safari. Сайт полностью функционально правильно работает на популярных мобильных операционных системах: iOS, Android и Windows Phone;
3. Реализовано воспроизведение видео на сайте и просмотр Галереи без необходимости перехода на другие внешние ресурсы;
4. Реализовано присутствие слайдеров, анимации меню, динамической галереи;
5. Разработан новый дизайн сайта;
6. Реализована закрытая и открытая доска объявлений;

7. Удовлетворен основной критерий безопасности, заключающийся в быстром переборе пароля; 8. Подключена база данных MySQL; 9. Поддерживается постоянная архивация и создание «backup».

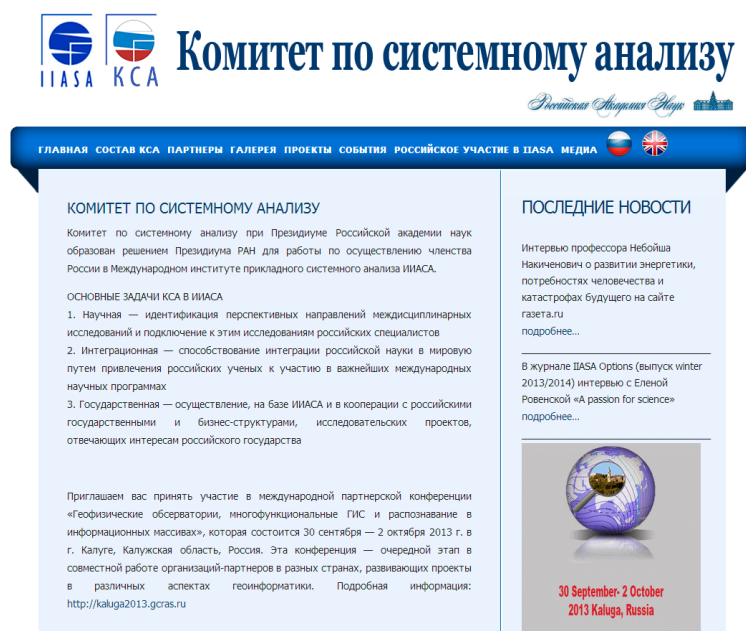


Рисунок 6.4. Screenshot сайта Комитета по системному анализу.



Рисунок 6.5. Screenshot сайта Геофизического центра РАН.

## 6.9. Участие в конференциях и выставках

В 2013 году сотрудники сектора приняли участие в следующих тематических конференциях и выставках:

- Международное совещание «Состояние и перспективы развития Государственного геологического картографирования территорий Российской Федерации»

и ее континентального шельфа масштаба 1:1 000 000 и 1:200 000», 18–19 апреля 2013 года, ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, Россия. В составе участников совещания были представители центральных, региональных и территориальных органов Роснедр, геологических предприятий, организаций РАН, вузов, компаний-недропользователей. В ходе совещания прошло более 80 докладов, организована работа школ-семинаров. Зав. сектором инновационных проектов Рыбкина А. И. выступила с докладом «Атлас магнитного поля Земли».

- Научная конференция молодых ученых ИФЗ РАН, 22–24 апреля 2013 года, Москва, Россия. На конференции был представлен доклад н.с. сотрудника сектора и лаб. 501Ц ИФЗ РАН О. О. Пятыгиной на тему «Картографические web-сервисы для представления данных по геологии, геофизике и медицинской географии».
- XIX годичная научная конференция, 21–23 мая 2013 года, ИИЕТ РАН, Москва, Россия. Сотрудниками сектора был представлен доклад на тему «Визуализация магнитного поля Земли на цифровом демонстрационном комплексе со сферическим проекционным экраном». Результатом стало нахождение интересных контактов и установление связей с сотрудниками ИИЕТ, а также последующая публикация статьи по теме доклада.
- Воркшоп на тему «Возможности и перспективы Евразийской экономической интеграции», 27–28 июня 2013 года, Международный институт прикладного системного анализа (IIASA) г. Лаксенбург, Австрия (организован совместно с Комитетом по системному анализу РАН). А. И. Рыбкина принимала активное участие в дискуссии в качестве представителя Комитета системного анализа РАН и выступила с сообщением «О перспективах развития Таможенного союза». В результате совещания была организована рабочая группа по дальнейшему продвижению проекта IIASA «Возможности и перспективы Евразийской экономической интеграции», в которую вошел ГЦ РАН.
- Partnership conference «Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining», 30.09–03.10.2013, Kaluga, Russia. Международная партнерская конференция собрала в г. Калуге более 120 участников из 11 стран мира. На конференции были подведены итоги и намечены новые пути развития проектов в области изучения магнитного поля Земли и практического применения результатов этих исследований. Научные сотрудники сектора представили на данной конференции постерный доклад на тему «Analysis of data on demographic structure, mortality and morbidity of population in Russian Federation», а также явились участниками организованной в рамках конференции выставки инструментов и инновационных технологий, представив цифровой демонстрационный комплекс со сферическим проекционным экраном.
- Всероссийский VIII фестиваль науки, 11–13 октября 2013, ЦВК Экспоцентр, Москва. Уже четвертый год молодые ученые ГЦ представляют уникальное для России оборудование – демонстрационный комплекс со сферическим экраном. По результатам проведения Фестиваля коллектив ГЦ был награжден почетным дипломом.
- Московский международный форум инновационного развития «Открытые инновации» 30 сентября – 2 ноября 2013 г. МВЦ Крокус-Экспо, г. Москва, Россия.



По масштабности и количеству участников мероприятие стало крупнейшим в России и одним из крупнейших в мире. Среди почетных участников экспозиции Министерства образования был отмечен ГЦ РАН, который представлял цифровой демонстрационный комплекс со сферическим проекционным экраном. По итогам форума ГЦ был награжден почетным дипломом.

- П Международная научно-практическая конференция «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте», 14–15 ноября 2013, ИНИОН РАН, Москва, Россия. Сектор инновационных проектов представил результаты работы по сбору российско-украинских социально-демографических данных, а также нововведения в работе сервиса «Многоцелевая ГИС для оценки перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте», находящемся на портале геофизического центра <http://gis.gcras.ru/services.html>.

## **Публикации сотрудников лаборатории**

### **Монографии**

Soloviev A., A. Khokhlov, A. Berezko, A. Lebedev, E. Kharin, I. Shestopalov, M. Manda, V. Kuznetsov, T. Bondar, J. Mabie, M. Nisilevich, V. Nechitailenko, A. Rybkina, O. Pyatygina, A. Shibaeva // The Atlas of the Earth's Magnetic Field. 2013. ISBN 978-5-904509-13-2 doi: 10.2205/2013BS011\_Atlas\_MPZ / Editors: Academician A. Gvishiani, PhD A. Frolov, Professor V. Lapshin

### **Статьи в журналах и сборниках**

- Гвишиани А. Д., Ю. С. Любовцева, Р. И. Красноперов, М. З. Згуровский, О. О. Пятыхина, А. А. Шibaева, К. В. Ефремов Создание многоцелевой ГИС «Россия–Украина» для оценки перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте // «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте». Тр. Первой междунар. научн.-практ. конференции / РАН. ИНИОН. Отдел науч. сотрудничества и междунар. связей; Отв. ред. Ю. С. Пивоваров. – М., 2013. – с. 517–523.
- Любовцева Ю. С., А. А. Макоско, Е. В. Воронова, О. О. Пятыхина, А. А. Шibaева, Р. И. Красноперов (2013), Медицинская геоинформационная система России в условиях изменяющегося климата // Труды международной конференции «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле 4–8 июня 2012» Том 1. С. 435–449
- Рыбкина А. И., А. А. Соловьев, А. И. Каган, А. А. Шibaева, О. О. Пятыхина, О. В. Никифоров (2013), Интерполяция данных обсерваторских измерений и визуализация полной напряженности магнитного поля Земли // Вестник ОНЗ РАН, 5, NZ3002, doi:10.2205/2013NZ000116.
- Рыбкина А. И., О. О. Пятыхина, А. А. Шibaева, О. В. Никифоров (2013) // Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция. Т. 2. – М.: ЛЕНАНД, 2013. С. 398–399
- Рыбкина А. И., Сергеева Н. А., Пятыхина О. О., Шibaева А. А., Никифоров О. В. Система сбора информации для оценки перспектив социально-экономического скоординированного развития России и Украины в общеевропейском контексте, разработка программного обеспечения и создание базы данных ГИС // «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте». Тр. Первой междунар. научн.-практ. конференции / РАН. ИНИОН. Отдел науч. сотрудничества и междунар. связей; Отв. ред. Ю. С. Пивоваров. – М., 2013. – с. 571–576.
- Соловьев А. А., А. Д. Гвишиани, А. И. Рыбкина, О. О. Пятыхина, А. А. Шibaева (2013) // Разработка атласа магнитного поля земли // Труды конференции молодых специалистов.

## **Свидетельства регистрации программ**

**Любовцева Ю. С., Рыбкина А. И., Груднев А. А., Пятыхина О. О., Шibaева А. А., Красноперов Р. И., Тицкая Н. Ф.** // Свидетельство на базу данных "База данных геомедицинской статистики для интеллектуальной медицинской геоинформационной системы (ИМГИС) IMGISDATA 1.0" № 2013620720 Зарегистрирован 26 августа 2013 г.

**Лушников А. А., Каган А. И., Рыбкина А. И.** // Свидетельство на программу для ЭВМ «Программа прогнозирования медико-демографических индикаторов для территориальных единиц различного уровня (федеральный, региональный). DEMOGRAPHY\_GCRAS 1.0» №2013617859. Зарегистрирован 26 августа 2013 г.

## **Материалы и тезисы докладов конференций**

### **Тезисы докладов**

**Пятыхина О. О., А. А. Груднев, А. А. Шibaева, А. И. Рыбкина** «Картографические Web-сервисы для представления данных по геологии, геофизике и медицинской географии».

**Любовцева Ю., Пятыхина О., Шibaева А., Рыбкина А.** Анализ данных о демографической структуре, смертности и заболеваемости населения РФ (Abstract) International conference "Cosmos and biosphere" Koktebel' 2013.

**Lyubovtseva Yu. S., O. O. Pyatygina, A. A. Shibaeva** (2013) // Analysis of data on demographic structure, mortality and morbidity of population in Russian Federation // Materials of the Partnership Conference Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining 30 September– 3 October 2013 Kaluga, Russia DOI: 10.2205/2013BS012\_Kaluga.

### **Устные доклады**

**Пятыхина О. О.** «Картографические Web-сервисы для представления данных по геологии, геофизике и медицинской географии».

**Рыбкина А. И., О. О. Пятыхина, А. А. Шibaева, О. В. Никифоров** (2013) // Визуализация магнитного поля Земли на цифровом демонстрационном комплексе со сферическим проекционным экраном.

### **Постерные доклады**

**Lyubovtseva Yu. S., O. O. Pyatygina, A. A. Shibaeva** (2013) // Analysis of data on demographic structure, mortality and morbidity of population in Russian Federation // Materials of the Partnership Conference Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining 30 September– 3 October 2013 Kaluga.

## **Командировки сотрудников**

- 19–20.03.2013, Обнинск, обсуждение вопросов проведения конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах».
- 18–19.04.2013, Санкт-Петербург ВСЕГЕИ, участие в совещании.
- 26–28.06.2013, Вена, Австрия, участие в рабочей группе по обсуждению базы и структуры проекта «Вызовы и перспективы Евразийской экономической интеграции».
- 28.07–02.08.2013, Россия, Тамань, поселок Волна. Проведение полевых работ по измерению магнитной восприимчивости отложений верхнемиоценового возраста.
- 30.09–03.10.2013, Kaluga, Russia участие в международной конференции Partnership conference "Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining".
- 17–19.01.2013, Санкт-Петербург, ОАО «ЛОМО», приобретение оборудования (металлическое зеркало).

- 19.04.2013, Санкт-Петербург, ОАО «ЛОМО», проведение переговоров и приобретение оборудования.
- 21.10.2013, Санкт-Петербург, ОАО «ЛОМО», демонстрация базы данных изображений специальной сферической визуализации данных наук о Земле на специальном оборудовании.

## **7. Работы ГЦ РАН по программам РАН и ФЦП в 2013 г.**

В 2013 г. лаборатория геоинформатики и геомагнитных исследований проводила научные работы по программам фундаментальных исследований Президиума РАН № 38, 5, 27, программе фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 7 и ФЦП Министерства образования и науки.

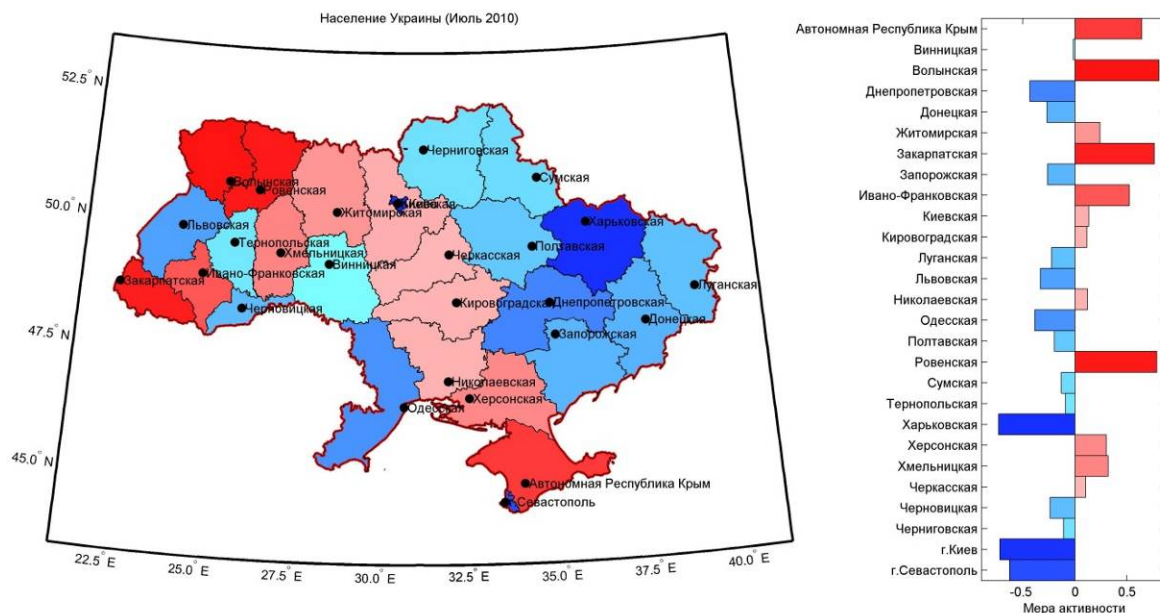
### **7.1. Программа № 38. Приложение методов ДМА к оценке геопро пространственных социально-экономических показателей по территории Украины**

Важным этапом развития геопортала «Интеллектуальная ГИС «Данные наук о Земле по территории России» в 2013 г. стала интеграция методов ДМА в инструментарий ГИС-технологий. В рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 38 «Перспективы скоординированного социально-экономического развития России и Украины в общеевропейском контексте» разработана многоцелевая ГИС «Россия – Украина». В ее основе – набор цифровых карт, отражающих медико-демографическую и социально-экономическую ситуацию в отдельных регионах России и Украины. Для расширения базы геопро пространственных данных развиваемой ГИС были использованы официальные статистические данные по демографическим показателям, здоровью населения и социально-экономическим характеристикам в регионах России и Украины в 2005–2011 гг. В базу данных было включено более 50 тематических слоев данных, на основе которых были составлены соответствующие тематические цифровые карты.

Для анализа и прогнозирования демографических ситуаций в России и Украине был выполнен анализ и обработка данных, представленных в виде одномерных и многомерных временных рядов статистических данных. В 2013 г. произведено дальнейшее развитие разработанной алгоритмической системы оперативной оценки (мониторинг активности) конечного динамического процесса.

Конечный динамический процесс представляет собой конечную систему временных рядов наблюдений. Имеется два уровня проявления его активности – локальный и глобальный. Локальный уровень активности – проявление активности на той или иной его компоненте. Локальная активность была формализована внутренними мерами активности. Глобальный уровень активности процесса – динамика распространения активности по координатам через ее локальные проявления. Глобальная активность была формализована внешними мерами активности. В 2013 г. главное внимание было уделено внешней активности, ее статистическому анализу, а также итоговой апробации на более широком спектре данных.

В результате на основе методов ДМА была разработана алгоритмическая система оперативной оценки (мониторинга активности) конечного динамического процесса. На Рис. 7.1 представлены примеры визуализации данных о динамике численности населения Украины с 2003 по 2012 гг. Данные были взяты с официального сайта Государственной службы статистики Украины.



**Рисунок 7.1. Пример внутреннего off-line мониторинга численности населения Украины с помощью разработанной системы на основе ДМА.**

## **7.2. Программа № 7. Разработка вариантов методов спектрально-временного анализа для распознавания аномальных участков в наблюдениях геофизических данных**

В рамках работ по программе фундаментальных исследований ОНЗ № 7 реализовывалось исследование по разработке вариантов методов спектрально-временного анализа для распознавания аномальных участков в наблюдениях геофизических данных /в приложении к магнитограммам.

Были приведены стандартизованные описания входных данных, в отношении которых предполагалась разработка вариантов методов спектрально-временного анализа для распознавания аномальных участков. Реализована общая постановка задачи разработки вариантов методов СВАН для обнаружения аномальных участков во временных рядах геофизических данных. Представлены варианты методов СВАН для обнаружения аномальных участков на основе скользящих ЧВР модельных функций. Рассмотрена фильтрация скользящих ЧВР модельных функций. Описано применение метода скользящих ЧВР-ДПФ модельных функций для СВАН-обнаружений аномальных участков в магнитограммах. На Рис. 7.2–7.11 представлены результаты

спектрально-временного анализа записей магнитных для обсерваторий API, ABG, AAE, AIA и ABK, расположенных по всему земному шару.

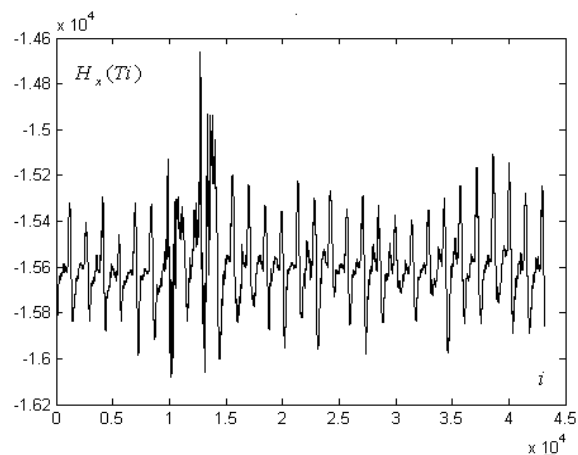


Рисунок 7.2. Магнитограмма обсерватории API.

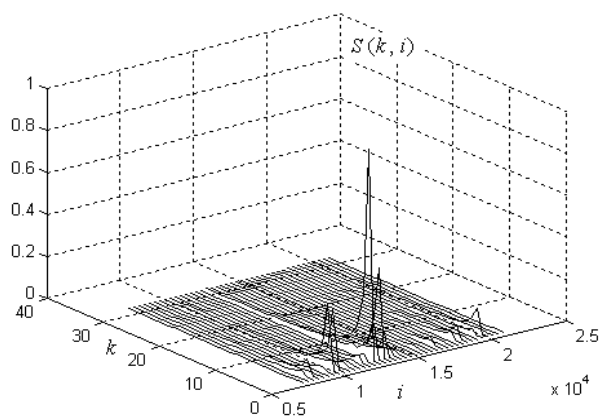


Рисунок 7.3. ЧВР-ДПФ модельная функция API.

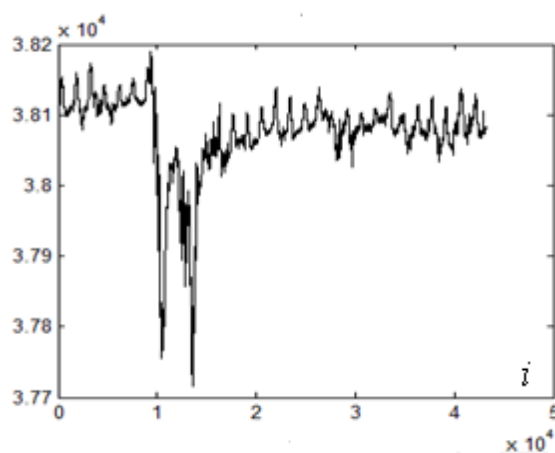


Рисунок 7.4. Магнитограмма обсерватории ABG.

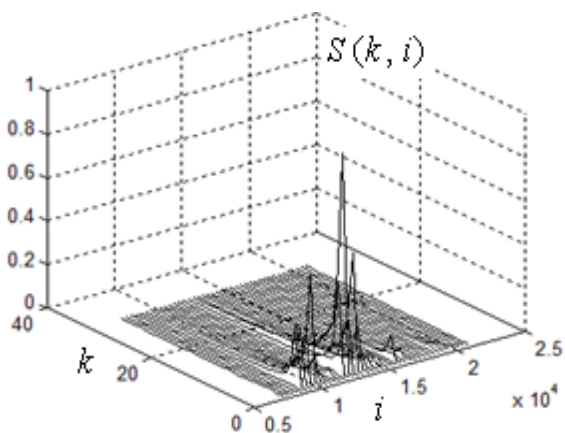


Рисунок 7.5. ЧВР-ДПФ модельная функция ABG.

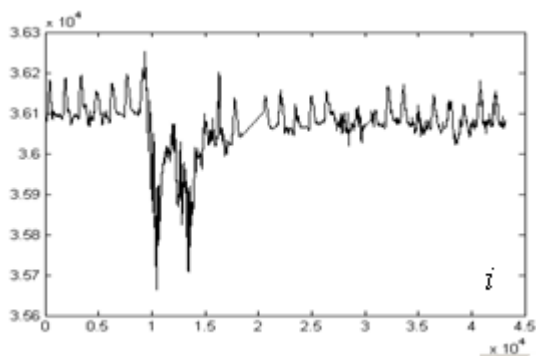


Рисунок 7.6. Магнитограмма обсерватории AAE.

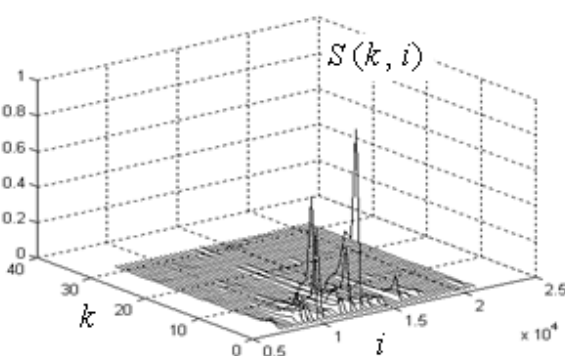


Рисунок 7.7. ЧВР-ДПФ модельная функция AAE.

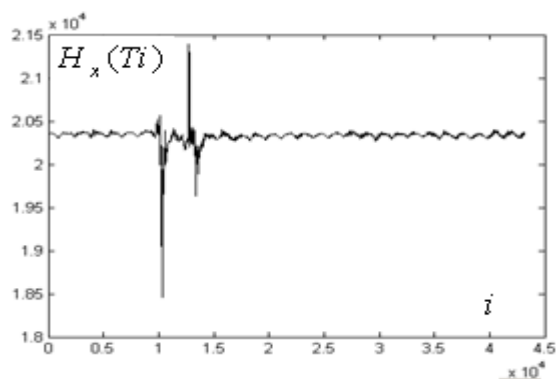


Рисунок 7.8. Магнитограмма обсерватории AIA.

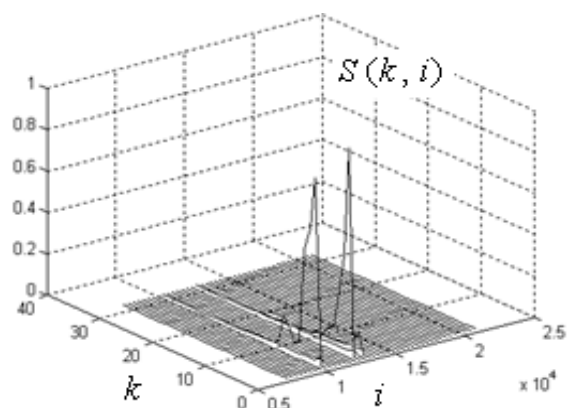


Рисунок 7.9. ЧВР-ДПФ модельная функция AIA.

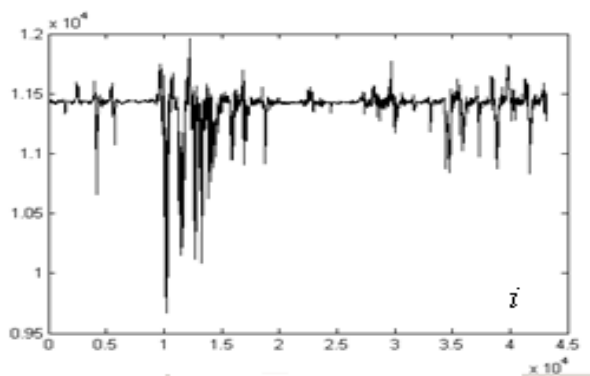


Рисунок 7.10. Магнитограмма обсерватории ABK.

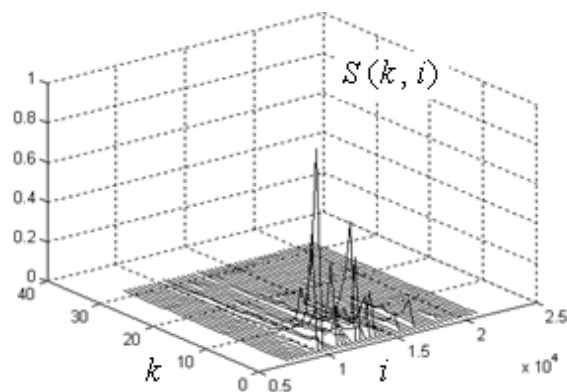


Рисунок 7.11. ЧВР-ДПФ модельная функция ABK.

### 7.3. Программа № 27. Аналитическая геоинформационная система для о поддержки задач комплексной оценки ресурсов стратегического минерального сырья

В рамках программы № 27 «Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России на 2012–2015 гг.» рассмотрены вопросы формирования аналитической геоинформационной системы для обеспечения поддержки задач комплексной оценки ресурсов стратегического минерального сырья. Основная цель проекта состояла в разработке и совершенствовании современного средства научного анализа – интернет-ресурса проблемно-тематической направленности. Осуществлено пополнение ГИС ГЦ РАН новыми информационными слоями. Разработаны и протестированы новые алгоритмы распознавания образов с целью их внедрения в качестве интеллектуальной составляющей геопортала геолого-геофизических данных.

Развиваемый геоинформационный ресурс, в зависимости от наличия соответствующих цифровых слоев, может обеспечить:



1. Металлогенический геоинформационный анализ;
2. Создание геоинформационных моделей геологического строения;
3. Создание моделей пространственного распределения месторождений;
4. Облегчение и усовершенствование технологии геологического районирования;
5. Выявление закономерностей распределения месторождений с учетом совокупности прогнозно-поисковых факторов;
6. Общую оценку минерально-сырьевой перспективности конкретных регионов.

#### **7.4. Программа № 5. Интеллектуальная медицинская геоинформационная система для территории России в условиях изменяющегося климата**

В рамках программы РАН № 5 «Фундаментальные науки – медицине» впервые в целом по стране и по отдельным ее регионам проанализирована медико-экологическая ситуация и выделены основные факторы, ведущие к сокращению продолжительности жизни населения и его деградации. Создана база данных, состоящая из четырех блоков, содержащих сведения о демографической ситуации, заболеваемости населения, социально-экономической ситуации и эколого-климатических индикаторах. Разработана математическая эволюционно-картографическая модель (Модель ГЦ РАН), позволяющая прогнозировать изменения медико-экологической ситуации в регионах и на федеральном уровне. Сформирована система компьютеризованных карт территории РФ. Проведены обобщение и оценка полученных результатов.

Создана принципиально новая методика расчета влияния загрязнений на заболеваемость населения экологически индуцированными заболеваниями и изменения заболеваемости населения обычными болезнями. Можно полагать, что разработанные принципы рассмотрения медико-экологической ситуации образуют основу нового направления в науке «Математическая геомедицина».

#### **7.5. ФЦП Минобрнауки. Создание интеллектуальной медицинской геоинформационной системы (ИМГИС) для оценки медико-экологического состояния территорий РФ и воздействия природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды на население**

В рамках данной ФЦП рассмотрено исследование медико-экологического состояния территорий РФ и последствия воздействия природных, социально-экономических и техногенных изменений окружающей среды на здоровье населения. Проект базируется на использовании современных информационных технологий, включающих в себя систематизацию данных о состоянии здоровья, экологическом состоянии окружающей среды, техногенных и социально-экономических факторах. Конечный результат проекта представляется в виде компьютеризованного набора карт, содержащих индикаторы для оценки состояния здоровья населения на федеральном и региональном уровнях. Данный

набор карт дополняется параметрами эволюционной модели для прогнозов изменения медико-экологического состояния здоровья населения на федеральном и региональном уровнях и связи факторов здоровья с экологическими, климатическими характеристиками и социально-экономическим состоянием всех регионов РФ.

В процессе работы проведена разработка научно-методических основ повышения эффективности деятельности по сохранению и улучшению здоровья населения, подвергающегося воздействию природных и техногенных факторов, проживающего на территориях биоклиматического и экологического неблагополучия. Предлагаемый проект направлен на совершенствование государственного регулирования экономической деятельности на территориях, находящихся в различных природных и социально-экономических условиях на основе применения современных критериев оценки и прогнозирования рисков нарушений здоровья населения. Создаваемая система позволит управляющим государственными органам минимизировать риски здоровья населения при технико-экономической модернизации регионов.

## **8. Национальный геофизический комитет**

Национальный геофизический комитет Российской академии наук (НГК РАН) осуществляет представительство России в Международном геодезическом и геофизическом союзе (IUGG) и его восьми ассоциациях: Международной ассоциации геодезии (IAG), Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли (IASPEI), Международной ассоциации вулканологии и химии недр Земли (IAVCEI), Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (IAGA), Международной ассоциации метеорологии и атмосферных наук (IAMAS), Международной ассоциации гидрологических наук (IAHS), Международной ассоциации физических наук об океане (IAPSO), Международной ассоциации криосферных наук (IACS). НГК координирует участие институтов РАН в различных международных проектах и программах, проводимых комиссиями и комитетами Союза. Комитет ведет свою деятельность под руководством Бюро Отделения наук о Земле РАН. Базовой организацией НГК является Геофизический центр РАН. Постановлением Бюро Отделения наук о Земле РАН (№ 13000/6-68 от 22 июня 2011 г.) был утвержден новый состав Бюро Комитета и его Аппарат на период 2011–2014 гг. Председателем Национального геофизического комитета РАН был утвержден академик Алексей Джерменович Гвишиани.

В 2013 г. были проведены заседания всех секций НГК РАН, на которых рассмотрены основные научные результаты, проекты и международные мероприятия IUGG, а также подведены итоги работы в 2013 г.

При активной поддержке НГК РАН, IUGG и Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (IAGA) 30 сентября – 3 октября 2013 г. в Калуге состоялась международная партнерская конференция «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах». Конференция проходила под эгидой ЮНЕСКО. На конференции были подведены итоги и намечены новые пути развития проектов в области изучения магнитного поля Земли

и практического применения данных этих исследований. Уникальность этого международного научного форума заключается в том, что в нем приняли участие и ученые, представляющие различные области наук о Земле, и специалисты в области разработки методов системного анализа.

Программа конференции включала следующие сессии:

- Системы наблюдений и распознавания геофизических знаний в информационных массивах.
- Высокоточные наблюдения магнитного поля Земли.
- Многофункциональные интеллектуальные ГИС для геофизических, экологических, социально-экономических и биомедицинских исследований.
- Перспективный системный анализ, распознавание в информационных массивах (data mining) и искусственный интеллект в изучении временных рядов геомагнитных, геофизических, экологических, социально-экономических и биомедицинских наблюдений.
- Геология, геофизика и геоинформатика арктического региона: многофункциональные обсерватории и интеллектуальные ГИС.



**Участники международной конференции «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах» на заседании одной из научных секций.**

На конференции состоялось всестороннее обсуждение интеграции данных наук о Земле, экологических, биомедицинских и социально-экономических наук в комплексную многофункциональную интеллектуальную ГИС – важного инструмента

для поддержки принятия решений по вопросам борьбы с бедностью, решения проблемы продовольствия и воды, улучшения экологического состояния окружающей среды и урегулирования проблемы перенаселения.

Особое внимание ученых было уделено вопросам геомагнетизма, включая системы наземных и космических геомагнитных наблюдений, в том числе и ожидаемым результатам созвездия спутников SWARM, запуск которого состоялся 22 ноября 2013 г. Обсуждение данного проекта также было одной из ключевых тем на прошедшей ранее Научной ассамблее IAGA в г. Мерида, Мексика, 26–31 августа 2013 г.

В 2013 г. основные усилия Бюро НГК РАН, а также членов секций были направлены на организацию участия российских ученых и специалистов в научных ассамблеях ассоциаций IUGG. Главной темой работы секций было освещение современного состояния и научных достижений российской геодезии за последние годы на одном из крупнейших научных событий 2013 года – Юбилейной научной ассамблее Международной ассоциации геодезии (IAG-150), которая проходила 1–6 сентября, в Потсдаме, Германия. В Ассамблее приняли участие 7 представителей России, что по шкале 29 участвующих государств соответствовало 19-ой позиции. Российские геодезисты в соавторстве с зарубежными коллегами явились авторами 12-ти докладов, среди которых 2 устных и десять стендовых.

### **Секция геодезии**

В 2013 г. члены секции геодезии приняли участие в международных конференциях, организованных IUGG и IAG:

- 21st Meeting of the European VLBI Group for Geodesy and Astrometry (EVGA). Helsinki, Finland, 5–8 March;
- The 17th International Symposium on Earth Tides. Warsaw, Poland, 15–19 April;
- Scientific Assembly 150th Anniversary of the IAG. Potsdam, Germany, 1–6 September;
- IAG Symposium on Terrestrial Gravimetry: Static and Mobile Measurements. Saint Petersburg, Russia, 17–20 September;
- International Partnership Conference “Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining”. Kaluga, Russia, 30 September–3 October;
- DORIS Analysis Working Group meeting (AWG) of the International DORIS Service. Greenbelt, Maryland, USA, 15–16 October.

В конференциях IUGG и IAG приняли участие более 25 ученых и специалистов из России, которые представили 45 устных и стендовых докладов.

### **Секция геомагнетизма и аэрономии**

26–31 августа российская делегация приняла участие в XII Научной ассамблее Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (IAGA) в г. Мерида, Мексика. В работе Ассамблеи приняли участие более 450 ученых и специалистов из более чем 60



стран мира. От России было зарегистрировано 43 участника. Доклады делегатов были организованы в 52 научных сессии по основным направлениям исследований IAGA.

На торжественной церемонии открытия Ассамблеи 25 августа старейшему сотруднику Геофизического центра Евгению Петровичу Харину была вручена первая, недавно учрежденная, почетная медаль IAGA за продолжительную и плодотворную работу в области сбора, хранения и распределения данных по солнечно-земной физике. Секретарь НГК РАН Р. И. Красноперов в качестве национального делегата на Ассамблее от России участвовал в заседаниях Совета IAGA, которые проходили 27 и 30 августа.



Медаль и сертификат IAGA, врученные Е. П. Харину.

В конференциях IUGG и IAGA представители России представили 32 устных и более 70 стендовых докладов. Председатель секции В. Д. Кузнецов в 2013 г. принимал активное участие в совещаниях, встречах и круглых столах, организованных российскими органами власти по проблематике космической погоды и защите объектов техносферы от геомагнитных возмущений:

- Заседание рабочей группы «Риск и безопасность» при президенте РАН;
- Круглый стол «О разработке мер по обеспечению планетарной защиты от космических угроз» (Совет Федерации РФ, Комитет по науке, образованию, культуре и информационной политике; Комитет по обороне и безопасности).

Члены секции геомагнетизма и аэрономии представляют Россию в выборных руководящих органах IUGG и IAGA, среди прочих: председатель Секции В. Д. Кузнецов – член бюро Научного комитета по солнечно-земной физике (SCOSTEP) от IUGG/IAGA; секретарь секции И. С. Веселовский — член финансового комитета IAGA.

Представители секции принимают участие в работе программы «Климат и погода в системе Солнце–Земля» (CAWSES-II) (2009–2013) (<http://www.cawses.org/>), SCOSTEP (<http://www.scostep.ucar.edu/>).

### **Секция физических наук об океане**

Основной работой секции была подготовка российского вклада в проведение совместной Научной ассамблеи Международных ассоциаций гидрологии (IAHS), физических наук об океане (IAPSO) и сейсмологии и физики недр Земли (IASPEI) 22–26 июля в Гетеборге, Швеция. На ассамблее состоялись заседания пяти совместных научных сессий IAPSO с другими ассоциациями и 11 научных сессий IAPSO (<http://www.iahs-iapso-iaspei2013.com/>). Конвинерами и ко-конвинерами 10 сессий были российские ученые.

Для участия в Ассамблее 13 российских ученых (в основном, молодых, а также конвинеров и представителей руководящих органов IAPSO) получили финансовую поддержку. Всего поддержку IAPSO получили 65 участников, среди них сотрудник ГЦ Лебедев С. А. Члены секции физических наук об океане представляют Россию в выборных руководящих органах IUGG и IAPSO: Е. Н. Пелиновский (ИПГ РАН) — представитель IAPSO в комиссии по цунами IAPSO/IASPEI; А. Б. Рабинович (ИО РАН) — член комиссии IAPSO по изменению уровня океана и представитель IAPSO в комиссии по цунами IAPSO/IASPEI.

### **Секция сейсмологии и физики недр Земли**

В составе секции 34 человека, в том числе: 4 академика РАН, 7 членов-корреспондентов РАН, 18 докторов и 5 кандидатов наук. Председатель секции – академик А. О. Глико. По тематике секции сотрудники различных организаций России принимали участие в следующих конференциях, проводимых в рамках тематики секции:

- International Partnership Conference “Geophysical observatories, multifunctional GIS and data mining”. Kaluga, Russia, 30 September–3 October;



- Joint IAHS–IAPSO–IASPEI Scientific Assembly. Gothenburg, Sweden, 22–26 July;
- 26th International Tsunami Symposium of the IUGG Tsunami Commission. Goccek, Turkey, 25–28 September;
- 9-ая международная школа-семинар «Физические основы прогнозирования разрушения горных пород» (Failure 2013). Иркутск, Россия, 2–6 сентября;
- 8th Symposium on Rockbursts and Seismicity in Mines (RaSIM8). Russia, Saint-Petersburg–Moscow, 1–7 September.

В перечисленных конференциях приняли участие несколько десятков представителей от России. Пятеро из них получили финансовую поддержку от IUGG и IASPEI. Было представлено более 50 устных и стендовых докладов.

### **Секция вулканологии и химии недр Земли**

В секции вулканологии и химии недр Земли НГК РАН состоит 25 ученых и специалистов, в том числе: 4 академика РАН, 3 члена-корреспондента РАН, 10 докторов и 8 кандидатов наук. Международное научное сотрудничество осуществляется как при помощи организованных научно-исследовательских программ и проектов, так и посредством контактов между членами секции и представителями зарубежных научных организаций. Сотрудничество осуществляется, главным образом, с партнерами из США и Японии. Институты, представленные в секции, участвуют в ряде крупных международных проектов.

В декабре 2013 года состоялось ежегодное совещание AGU Fall meeting 2013, в котором приняли участие многие российские вулканологи и члены секции вулканологии и химии недр Земли. В 2013 году AGU Fall meeting, который является крупнейшей в мире конференцией в области геофизических наук, собрал более 24 000 ученых, занимающихся проблемами наук о Земле и в космосе, а также преподавателей, студентов, и аспирантов. Российские ученые, в том числе вулканологи, представили более 300 устных и стендовых докладов.

В 2013 г. российские вулканологи и представители секции также участвовали в ряде международных конференций по тематикам ассоциаций IUGG и IAVCEI:

- Стэнфордское геотермальное совещание (США, 8–26 февраля);
- Ежегодное заседание Американского геофизического союза (AGU Fall meeting 2013, Сан-Франциско, США);
- Симпозиум по взаимодействию воды и породы (Авиньон, Франция, 9–14 июня);
- 46-е ежегодное совещание палеонтологического сообщества (США, 20–22 октября);
- XVIII Международный научно-технический симпозиум «Геоинформационный мониторинг окружающей среды: GPS и GIS-технологии» (Крым, Украина, сентябрь);
- Международный симпозиум по ресурсной геологии (Япония, июль);

- Международный симпозиум Музея Университета Хоккайдо, (Япония, сентябрь);
- Генеральная ассамблея Европейского геологического общества (Вена, Австрия, апрель), участвовали более 300 российских ученых.

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

Национальный геофизический комитет Российской академии наук:

<i>Председатель:</i>	Гвишиани Алексей Джерменович, академик
<i>Зам. председателя:</i>	Котляков Владимир Михайлович, академик
<i>Зам. председателя:</i>	Любовцева Юлия Сергеевна
<i>Секретарь:</i>	Красноперов Роман Игоревич

### **Представители РАН на высших постах в руководящих и рабочих органах IUGG**

- А. Т. Исмаил-Заде, генеральный секретарь IUGG, ИТПЗ РАН;
- Е. Г. Морозов, президент Международной ассоциации физических наук об океане (IAPSO), ИО РАН;
- О. Н. Соломина, чл.-корр. РАН, вице-президент Международной ассоциации криосферных наук (IACS), ИГ РАН;
- А. Д. Гвишиани, академик, член Комитета МГТС по перспективному развитию, представитель IUGG в комиссии по данным (CODATA) Международного совета по науке; ГЦ РАН;
- В. П. Савиных, чл.-корр. РАН, председатель Комитета МГТС по присуждению премий и званий; МИИГАиК.

### **Национальные представители России в МГТС**

- Гвишиани Алексей Джерменович, академик, ГЦ РАН, председатель НГК РАН, национальный представитель в IAGA;
- Глико Александр Олегович, академик, ИФЗ РАН, председатель секции сейсмологии и физики недр Земли, национальный представитель в IASPEI;
- Джамалов Роальд Гамидович, д.г.-м.н., ИВП РАН, председатель секции гидрологических наук, национальный представитель в IAHN;
- Котляков Владимир Михайлович, академик, ИГ РАН, заместитель председателя НГК РАН, председатель секции криосферных наук, национальный представитель в IACS;
- Морозов Евгений Георгиевич, д.ф.-м.н., Институт океанологии РАН, председатель секции физических наук об океане, национальный представитель в IAPSO;
- Мохов Игорь Иванович, чл.-корр. РАН, ИФА РАН, председатель секции метеорологии и атмосферных наук, национальный представитель в IAMAS;

- Савиных Виктор Петрович, чл.-корр. РАН, Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), председатель секции геодезии, национальный представитель в IAG;
- Федотов Сергей Александрович, академик, Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, председатель секции вулканологии и химии недр Земли, национальный представитель в IAVCEI.

Основные результаты научно-организационной деятельности НКГ РАН и его секций в 2013 г.:

- организация участия в научных ассамблеях ассоциаций IUGG;
- проведение Международной партнерской конференция «Геофизические обсерватории, многофункциональные ГИС и распознавание в информационных массивах»;
- проведение заседаний секций НКГ РАН.