## Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

**Проект НИР 1.4.1.2.** «Математическое моделирование, теоретические и экспериментальные исследования по развитию геоинформационных и Интернет технологий для задач активной сейсмологии и дистанционного зондирования»

(№ госрегистрации 0120.1002445)

(Научные руководители – д.т.н. В.В. Ковалевский, д.т.н. В.П. Пяткин)

Раздел 1. Математическое моделирование волновых полей и процессов вибросейсмического зондирования и мониторинга сейсмо-вулкано опасных зон. Численное моделирование, создание программно-алгоритмических средств обработки данных и проведение экспериментальных вибросейсмических исследований в сейсмо-вулкано опасных зонах Разработка информационно-аналитических систем в области активной сейсмологии.

(Руководитель – д.т.н. В.В. Ковалевский).

Выполнено математическое моделирование распространения упругих волн в трехмерной модели среды, учитывающей геологическое строение грязевых вулканов. Для этого разработана полномасштабная 3D модель грязевого вулкана, алгоритмы и комплексы параллельных программ для проведения расчетов в трехмерных моделях упругих сред. Параллельная программа имеет несколько реализаций: с использованием только MPI и комбинации возможностей MPI и OpenMP («гибридная параллельная схема»). Для организации распараллеливания использован способ разбиения расчетной области на слои вдоль одной из пространственных переменных, в данном случае вдоль координатной оси Z. Весь обмен информацией реализован через интерфейс MPI с помощью блокирующих операций получения и передачи данных. На основе созданных программ проведены численные эксперименты на вычислительных комплексах ССКЦ ИВМиМГ СО РАН (кластер НКС-30Т) по построению математических моделей строения верхней части грязевого вулкана и по изучению волнового поля для такого типа упругих сред. Проведено численное моделирование распространения упругих волн для различных трехмерных моделей упругих сред.

Впервые проведены экспериментальные работы по исследованию низкоэнергетической сейсмической активности района вулкана Эльбрус с использованием 2,5 км линейной сейсмической группы, развернутой непосредственно над магматическим очагом вулкана Эльбрус, в туннеле вспомогательной штольни Баксанской нейтринной обсерватории. В проведенных экспериментальных работах с подземной сейсмической группой отрабатывались методические аспекты ведения расчетов с использованием полученных записей с целью определения характеристик микросейсмических шумов в штольне БНЛ ИЯИ РАН, их суточных вариаций, проявлений техногенных шумов, связанных с работой подземного комплекса БНЛ ИЯИ РАН, а также характера региональной сейсмической активности в районе магматического очага вулкана Эльбрус. Выявлено проявление низкоэнергетической сейсмической активности в Приэльбрусье, начиная от расстояний 2-3 км от сейсмической группы (разломы в окрестности горы Андырчи), до расстояний 12-20 км (район вулкана Эльбрус) и регистрация слабых землетрясений в регионе на расстоянии 50 – 100 км.

Проведена обработка вибросейсмических данных полевых экспериментальных работ по вибросейсмическому просвечиванию разломных зон хребта Хама́р-Даба́н (юго-восток Байкала) с применением преобразования Гильберта для определения текущих амплитудных и частотных характеристик вибрационных сейсмограмм. На профилях Мантуриха, Еловка, Хурамша, выявлены эффекты влияния разломных структур на амплитуды основных типов волн и на общую структуру сейсмограмм, а также определена в зонах разломов изменчивость временных и энергетических параметров поперечных и продольных волн.

Разработаны концепции создания информационно-аналитических систем и научной информационной системы по тематике активной сейсмологии, геофизических исследований с вибрационными источниками, изучения сейсмичности вулканических зон. В рамках предложенной концепции были разработаны информационно-аналитические системы «Вибросейсмическое просвечивание Земли» и «Землетрясения Камчатки», размещенные в настоящее время на сервере http://opg.sscc.ru. Системы обеспечивают пользователей многопараметрическим поисковым, вычислительно-аналитическим и ГИС сервисами для интерактивного доступа к данным вибросейсмических экспериментов и данным сейсмического мониторинга Камчатки соответственно. Концептуальные основы, заложенные при разработке этих информационно-аналитических систем, позволяют создавать аналогичные системы управления экспериментальными данными в любой предметной области.

Разрабатываемая на основе веб 2.0 НИС «Активная сейсмология» предназначена для интеграции вычислительных и информационных ресурсов по активной сейсмологии и смежным областям науки. Тематика НИС «Активная сейсмология » охватывает все основные этапы научных исследований: эксперимент, вычислительные алгоритмы обработки полевых экспериментальных данных, моделирование, публикацию результатов и их обсуждение. В качестве программной платформы НИС используется современная система управления содержимым сайта (CMS - Content Management System) Joomla. Программная платформа входящей в состав НИС информационно-вычислительной системы разработана в ЛГИ в соответствии с современной концепцией облачной обработки данных (cloud computing). Согласно этой концепции хранение и обработка данных производится на стороне сервера, пользователи формируют запросы на поиск и анализ данных, готовый результат получают в режиме on-line с помощью стандартного web-браузера.