

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ЦЕЛЕВЫЕ ПРОГРАММЫ

В 2011 году Институт участвовал в реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» в рамках выполнения научно-исследовательских работ по семи проектам.

Проект «Изучение природы электропроводности и сейсмических аномалий в земной коре Байкальской рифтовой зоны и Алтае-Саянской складчатой области по данным глубинной и подповерхностной геоэлектрики, активной (ГСЗ) и пассивной сейсмологии, а также математического моделирования» (государственный контракт - № 02.740.11.0731 от 5.04.2010 г).

В рамках данного проекта получены следующие основные результаты: исследованы особенности пространственного распределения коэффициента петрофизической неоднородности по данным ГСЗ и гравиметрии в земной коре БРЗ; изучен характер распределения скорости поперечных SV волн в верхней части земной коры по сейсмологическим данным в области центрального Байкала, пересекаемого профилем МТЗ; проанализирована чувствительность традиционно измеряемых в индуктивной наземной электроразведке компонент поля – нормальной и радиальной компонент магнитного поля и азимутальной компоненты электрического поля – к анизотропии электропроводности полупространства при различных азимутальных положениях приемника; рассчитаны и изучены распределения механизмов очагов землетрясений и сейсмостектонических деформаций в земной коре АССО; проведены полевые электромагнитные исследования в пределах Алтае-Саянской складчатой области по участку регионального профиля, пересекающего эпицентральною зону Чуйского землетрясения; разработаны и реализованы вычислительные схемы для решения задач идентификации геометрически сложных трехмерных объектов, электрическая проводимость которых отличается от проводимости вмещающей среды.

Проект «Геоэлектрическое строение литосферы и закономерности процессов консолидации среды в эпицентральных зонах Горного Алтая, Байкальской рифтовой зоны по данным комплекса электромагнитных методов», (государственный контракт от 17.08.2009 г. № П792).

Получены следующие основные результаты:

Уточнено строение литосферы двух сейсмоактивных регионов – Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) и Горного Алтая. По данным МТЗ в районе БРЗ построен геоэлектрический разрез по региональному профилю протяженностью более 110 км (п. Баяндай - м. Крестовский). Северо-западная часть разреза приурочена к зоне перехода от стабильной части Сибирского кратона к Байкальской рифтовой зоне; на глубинах порядка 20 км картируется верхняя кромка внутрикорового проводящего слоя, подъем которого до этих горизонтов коры свидетельствует о наличии здесь процессов современной активизации. Юго-восточный блок, относится непосредственно к рифтовой зоне. Для этого участка характерна сильная нарушенность глубинными проницаемыми зонами, к которым приурочена разгрузка эндогенных мантийных флюидов, обусловивших резкое снижение электрического сопротивления. При интерпретации данных МТЗ применяется методика комплексной интерпретации с использованием геологических, сейсмических, температурных и других данных, которая позволила не только построить геоэлектрический разрез, но и объяснить причины его аномальных особенностей.

Для области Горного Алтая по комплексу данным (МТЗ, ЗС) получены геоэлектрические модели, характеризующие строение районов Чуйской и Курайской впадин до глубин ~ 20 км. Основной характерной чертой этих моделей является положение верхней границы проводящего корового слоя – в горном обрамлении впадин эта граница выделяется на глубинах около 16 км, непосредственно под впадинами она поднимается до 8-10 км. Получена схема распределения УЭС на глубине 15 км, которая показала, что обе впадины располагаются в области пониженных значений удельного сопротивления, в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения, сопротивление уменьшается еще больше. Развита новый подход к электромагнитному мониторингу сейсмоактивных областей, при котором выделяются участки геологического массива наиболее чувствительные к воздействию сеймотектонических процессов. Интерпретация данных выполняется на основе решения обратных задач геоэлектрики, и анализируются вариации истинных физических характеристик разреза – удельного сопротивления и параметра электрической анизотропии (λ). По данным ЗС выполнено теоретическое и методическое обоснование использования параметра λ для проблем электромагнитного мониторинга. Для эпицентральной зоны Чуйского землетрясения экспериментально показано, что временные изменения λ характеризуют текущую сейсмичность. По результатам интерпретации режимных данных ЗС за 2004 - 2011 гг. в западной части Чуйской впадины выявлены особенности консолидации геологического массива, нарушенного катастрофическим землетрясением. Показано, что в течение первых трех лет после события в эпицентральной зоне наблюдается интенсивный процесс консолидации среды, который выражается в закономерных изменениях электрических параметров разреза, направленных, в основном, на восстановление значений, определенных по данным зондирования в 1980 г., когда состояние среды было стабильно. Начиная с 2007 г. вариации УЭС и λ отражают продолжающийся афтершоковый процесс. Наглядно показано, что эти параметры высоко чувствительны к сейсмическому воздействию и их можно использовать для характеристики напряженно-деформированного состояния геологических пород в зонах тектонических проявлений разрушительных землетрясений.

Проект «Снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф» по проблеме «Проведение исследований, направленных на создание методики оперативной оценки сейсмического риска в областях сейсмической активизации (включая шахты и горные выработки) по данным микросейсмического мониторинга» (Государственный контракт № П1178 от 03.06.2010).

Получены следующие основные результаты:

В задачах мониторинга гидроразрыва пласта возникает задача локализации микросейсмических событий по данным измерений трехкомпонентными сейсмоприемниками в скважине: облако гипоцентров микросейсмических дает представление о геометрии образовавшейся системы трещин. Упругая среда рассматривается в виде слоисто-однородной трансверсально-изотропной модели с плоскими границами. Разработан алгоритм локализации микросейсмических источников с одновременным определением анизотропных параметров слоев. Для этого решается обратная кинематическая задача минимизации среднеквадратической невязки между модельными и измеренными временами прихода упругих волн. Для решения прямой задачи используется лучевое трассирование слоистых анизотропных моделях. Для минимизации функционала невязки используются градиентные методы. Тесты на синтети-

ческих данных показали, что локация событий в предположении изотропной среды может приводить к кажущемуся искривлению трещины (если в действительности модель является анизотропной). Алгоритм был успешно опробован на реальных данных.

Проект «Изучение неустойчивости блочных сред и сценариев возникновения катастроф для создания методики оценки сейсмического риска и разработки методов его снижения» (Государственный контракт № 14.740.11.0425 от 20.09.2010 г.).

Получены следующие основные результаты:

На основе модели континуума с внутренней структурой дано теоретическое объяснение закона повторяемости землетрясений. Показано, что в этом законе нет сейсмологической специфики. Это общий закон распределения неустойчивых состояний в блочных средах. Дано теоретическое предсказание появления медленных волн, с очень низкими скоростями, (которые не имеют ничего общего со скоростями продольных и поперечных волн) которые предшествуют катастрофам.

Созданы основы теории сейсмической эмиссии как особого состояния среды, промежуточного между статикой и динамикой. Обычная механика сплошной среды отрицает возможность такого рода состояний. Эволюция эмиссии может привести как к строгой статике, так и к неустойчивым состояниям.

Создана методика восстановления источников сейсмической эмиссии по наблюдениям микросейсмических колебаний и проведены полевые исследования в окрестности Чуйского землетрясения, которые показали, что даже спустя семь лет после землетрясения идут активные пост-сейсмические процессы, где на глубинах до 400 метров сосредоточены источники нестабильного поведения геологической среды.

Создана новая методика наблюдений за сейсмогенными территориями, основанная не только на регистрации интенсивностей событий, но и на частотном диапазоне последних.

Проект «Развитие математического моделирования и построение эффективных способов интерпретации данных скважинной геоэлектрики» (Государственный контракт № 16.740.11.0358 от 17.10.2010 г.)

Получены следующие основные результаты:

Разработаны программно-алгоритмические средства учета влияния скважины и эксцентриситета на сигналы высокочастотного электромагнитного каротажа. Создана база палеток для пересчета сигналов и программно реализован алгоритм пересчета сигналов, позволяющий подавлять влияния скважины и эксцентриситета с высокой оперативностью для больших объемов данных. Проведена оценка эффективности учета влияния скважины и эксцентриситета в условиях сложных моделей, которая показала, что пересчитанные сигналы ближе к истинным значениям распределения удельного электрического сопротивления среды. Применение предложенных способов к практическим данным электромагнитных зондирований повышает достоверность результатов их интерпретации в условиях сильного влияния скважины. Для созданных алгоритмов и программных средств возможно создание соответствующего интерфейса, облегчающего и ускоряющего обработку данных.

Проект «Разработка комплексной малоуглубинной методики частотных зондирований и электротомографии для решения задач экологии, археологии, инженерной и рудной геофизики» (Государственный контракт № П1270 от 27.08.2009 г.).

Получены следующие основные результаты:

- проведены сбор, систематизация и анализ литературных и патентных данных, а также фактического материала по методу частотных зондирований и его аппаратурным реализациям в малоглубинном портативном варианте, по методу электротомографии и его аппаратурным реализациям, по комплексной и интерпретации данных;
- проведены классификация установок, применимых для профильной и площадной электротомографии;
- разработано новое программно-алгоритмическое обеспечение для обработки и 1D интерпретации данных малоглубинных частотных зондирований, а также 3D моделирования данных электротомографии;
- с помощью математического моделирования были оценены глубинность и разрешающая способность методов малоглубинного частотного зондирования и электротомографии;
- на основании данных математического моделирования были изучены зондирующая способность, пространственная чувствительность, эффективная глубина трансформация и инверсия данных малоглубинного частотного зондирования;
- в результате теоретических и практических изысканий был изучен эффект множественных образов в сигнале от локальных приповерхностных объектов при электромагнитном профилировании;
- разработана конфигурация тестовых объектов и обустроен уникальный электроразведочный полигон;
- выполнены масштабные экспериментальные работы по сбору данных на электроразведочном полигоне, в результате изучены возможности методов и аппаратурных реализаций малоглубинного частотного зондирования и электротомографии при локализации различного рода геоэлектрических мишеней и дискриминации металлов.

Проект: «Моделирование ядерно-геофизического эксперимента для прецизионного решения обратных задач гамма-спектрометрии геологических объектов» (Государственный контракт № 14.740.11.0744 от 12.10.2010 г.)

Получены следующие основные результаты:

Разработан программный код для моделирования переноса излучения в детекторах гамма-излучения. С помощью разработанного программного кода были рассчитаны значения эффективности регистрации гамма-квантов для полупроводниковых детекторов колодезного типа (HPGe). Рассчитанные значения эффективности регистрации гамма-квантов хорошо коррелируют, как с паспортными значениями эффективности регистрации предоставленными заводом изготовителем, так и с экспериментально полученными значениями эффективности регистрации, как для объемных, так и для точечных источников. Значения эффективности регистрации гамма-квантов были получены для всего необходимого диапазона энергий, интересующего нас в рамках поставленной задачи. На основе полученных значений эффективности регистрации гамма-квантов был разработан алгоритм корректного учета эффектов истинного каскадного суммирования гамма-квантов в детекторах гамма-излучения. Алгоритм был применен при решении обратной задачи гамма-спектрометрии, как для стандартных образцов радионуклидов с известной активностью (для верификации алгоритма), так и для реальных геологических сред. Применение алгоритма позволяет уменьшить погрешности, возникающие при решении обратной задачи гамма-спектрометрии.

