### Отчет по этапам работ, завершенным в 2014 г.

### в соответствии с планом НИР института

**Проект НИР 1.4.1.1.** «Математическое моделирование природных и техногенных геофизических полей в средах сложной геометрии и реологии»

(№ госрегистрации 01201002449)

Научный руководитель проекта – академик РАН Б.Г. Михайленко.

Раздел 1. «Многодисциплинарные математические модели геофизики, теория, численные методы с приложением к практическим задачам сейсморазведки, сейсмологии, нефтедобычи»

Руководитель – член-корр. РАН С.И. Кабанихин.

Разработано обоснование существования в атмосфере Земли тороидальных электромагнитных полей, источником которых являются тороидальные электрические токи в жидком ядре Земли и в ионосфере.

Найдены дифференциальные законы сохранения (дивергентные тождества вида div F = 0) для семейства произвольных пространственных гладких кривых и законы сохранения для семейства произвольных гладких поверхностей. Соленоидальное векторное поле F выражается соответственно через классические характеристики кривых – их базис Френе (касательный орт, главную нормаль и бинормаль), кривизну и кручение и через классические характеристики поверхностей – их нормаль, главные направления, главные кривизны, гауссову и среднюю кривизны. Все эти величины являются векторными и скалярными полями в области, которую сплошь заполняют кривые или поверхности семейства. Найдена также следующая связь между дифференциальной геометрией кривых и дифференциальной геометрией поверхностей: получены формулы, выражающие характеристики поверхностей, образующих семейство, через характеристики ортогональных к ним кривых (векторных линий векторного поля нормалей).

Рассмотрены одномерные прямая и обратная начально-краевые задачи для нелинейной системы уравнений пороупругости. Доказана теорема локальной разрешимости классического решения прямой задачи. Доказана дифференцируемость по Фреше оператора прямой задачи. Получены оценки условной устойчивости обратной задачи.

Исследованы обратные задачи определения акустических и электромагнитных параметров однородного включения в слоистую среду.

Рассмотрена совмещенная постановка обратной задачи совместного использования акустических и электромагнитных данных для определения характеристик однородного включения. Построен оптимизационный алгоритм решения.

Исследована некорректная задача продолжения для уравнения Гельмгольца и для уравнения Лапласа. Доказана корректность прямой задачи и получена оценка устойчивости. Построен метод численной регуляризации задачи продолжения. Показано, что размер области измерения является параметром регуляризации задачи продолжения. Проведен сравнительный анализ численных методов решения обратной задачи методом регуляризации А.Н. Тихонова, методом сингулярного разложения и приемом С.К. Годунова и итерационным методом Ландвебера.