**Проект НИР 1.3.1.3** "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей в науках о Земле".

Номер государственной регистрации НИР 012010002449.

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

Исследовано проявление несиловых электромагнитных полей в данных наблюдений естественного электромагнитного поля. В несиловых полях не сказывается влияние скинэффекта, поэтому они проникают в Землю почти в три раза глубже привычных силовых, что позволяет существенно увеличить глубину исследования земных недр переменными, в том числе высокочастотными электромагнитными полями.

В астрофизике несиловые электромагнитные поля всегда участвуют в самогенерации магнитных полей. Исследование самогенерации магнитных полей в астрофизике непосредственно связано с проблемой неустойчивости плазмы в термоядерных реакциях в "бублике" токамака, где самогенерация тороидальных и полоидальных магнитных полей способствует хаотизации частиц плазмы и устремлению их к стенкам токамака.

Реализован новый вычислительный метод линеаментных построений с учетом физики процесса (привязки к дуге большого круга Земли и взаимодействия полей напряжений) для выявления геотектонических структур глобального масштаба. Метод позволил получить важные, актуальные для прогноза сейсмоопасных зон, результаты по геодинамике Центрально-Азиатского и Дальневосточного регионов (Результаты по проекту Президиума

РАН: программа ФНИ ГАН. 1.3. II.2П/3-2). Разработана новая экспертно-информационная методика восстановления по особенностям рельефа и аномалиям различных геофизических полей (силы тяжести, теплового потока, скоростей Sv-волн) эродированных и погребенных ударных структур крупного размера: по фрагментам кратерного вала и центрального поднятия, резким изменениям русла рек и др. (Результаты по проекту Президиума РАН: про-

грамма ФНИ ГАН. 1.3. II.2П/3-1).



Типичный томографический разрез проникающей ударной структуры

в области полуострова Индокитай

Рассмотрена краевая задача для стационарной переопределенной системы двухскоростной гидродинамики с одним давлением. Решение данной системы сводится к последовательному решению двух краевых задач: задачи Стокса для одной скорости и давления и переопределенной системы для другой скорости. Показана корректность обобщенной постановки этих задач на основе метода регуляризации

***Результаты по дифференциальной геометрии.*** 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 – базис Френе (касательный орт, главную нормаль и би-

нормаль), кривизну и кручение и через классические характеристики поверхностей – нормаль, главные направления, главные кривизны, гауссову и среднюю кривизны.

***Результаты по геометрии векторных полей.*** Найдено явное выражение векторного поля **P**, входящего в первую форму Ю. А. Аминова для гауссовой кривизны поверхностей (полной кривизны второго рода), в виде ротора вектора, выраженного в терминах характеристик ортогональных к ним кривых. Это позволяет сформулировать некоторые новые выражения для гауссовой кривизны. Найден новый геометрический смысл векторного поля, входящего во вторую форму Ю. А.Аминова, как суммы трех векторов кривизны трех кривых, определяемых векторными линиями поля нормалей к поверхностям.

***Результаты по уравнениям математической физики и групповому анализу.*** С помощью этих общих формул дифференциальной геометрии и векторного анализа получены новые дифференциальные законы сохранения в трехмерном случае для решений уравнения эйконала (для поля времен в трехмерной кинематической сейсмике (геометрической оптике) и для решений гидродинамических уравнений Эйлера. Продолжено систематическое

исследование группы Ли, являющейся расширением группы конформных преобразований трехмерного пространства на пространство шести переменных и одновременно – группой эквивалентности трехмерного уравнения эйконала и других уравнений математической физики. Найдены и исследованы новые групповые преобразования для гидродинамических уравнений Эйлера – группа преобразований эквивалентности для стационарных движений идеальной жидкости, определяемых потенциальной функцией.

Полученные результаты имеют ярко выраженный междисциплинарный характер, поскольку в данном направлении взаимодействуют различные направления математики (дифференциальная геометрия, векторный анализ и групповой анализ в рамках теории групп Ли), математической физики и геофизики (сейсмика, геометрическая оптика, гидродинамика).

Создано научно-исследовательское параллельное программное обеспечение для реалистичного моделирования карбонатных резервуаров с коридорами трещиноватости на основе сеток с локальным измельчением по пространству и времени. Изучение проявлений коридоров трещиноватости в сейсмических волновых полях проведено на тестовой цифровой трехмерной модели Юрубчено-Тахомского нефтяного месторождения в Восточной Сибири.

В эту модель была внедрена система трещин – коридоров трещиноватости, построенная на основе статистического анализа. Изучены особенности формирования рассеянных волновых полей для флюидозаполненных и минерализованных трещин.

Создан комплекс программ для решения коэффициентных двумерных обратных задач для гиперболических уравнений.

Создан метод восстановления сейсмических параметров среды на основе метода Гельфанда – Левитана.