

## **ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 1.4.**

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ**

#### **Программа 1.4.1. Математическое моделирование сложных природных и технических систем (координатор член-корр. РАН Б. Г. Михайленко)**

В Институте вычислительной математики и математической геофизики разработаны математические модели сейсмических и сейсмо-электрических процессов в упругопористых, флюидонасыщенных и проводящих средах. Исследованы процессы взаимодействия полей разной геофизической природы, возникающие в этих сложных средах. Построено сингулярное решение прямой динамической задачи для уравнения SH-волн в пористой среде. Получена система нелинейных вольтерровых интегральных уравнений второго рода для динамических обратных задач, доказаны теоремы единственности и теоремы существования (в малом) решения этих задач.

Разработан новый метод и комплекс программ решения обратной кинематической задачи восстановления двумерной и трехмерной непрерывно-распределенной функции скорости волн по временам первых вступлений волн, проходящих между источниками и приемниками.

Для численного моделирования распространения сейсмических и акустогравитационных волн для неоднородной модели земля—океан—атмосфера предложен численно-аналитический подход, основанный на комплексировании преобразования Лагерра по временной координате и конечных преобразований Бесселя по радиальной переменной с конечно-разностным методом решения полученных одномерных задач.

Создана линейка специализированных программных продуктов серии PDM (Parametric Data Manager), построенная на основе СУБД Access и используемая в качестве специализированного инструментального средства для создания и поддержки баз данных геофизической направленности. В нее входят оболочки PDM\_TSU (цунами), PDM\_EQU (землетрясения), PDM\_VOL (вулканы) и PDM\_IMP (импактные структуры).

Для исследования климатической системы разработан комплекс математических

моделей, описывающих динамику атмосферы и океана на масштабах различного уровня от глобальных до региональных:

разработана численная модель динамики Арктического бассейна и Северной Атлантики. Численные эксперименты позволили воспроизвести сезонный ход климатических полей, восстановить картину дрейфа льда и циркуляции водных масс в зависимости от режимов атмосферной циркуляции (рис. 4);

исследована междекадная и межгодовая изменчивость поверхностной температуры в северной и тропической частях Тихоокеанского бассейна и механизмы явления Эль-Нинья и Ля-Нинья;

на основе усовершенствованной региональной климатической модели Сибирского региона проведены численные эксперименты по совместному моделированию глобального и регионального климата атмосферы, изучено влияние Арктического бассейна и солнечной активности на региональный климат;

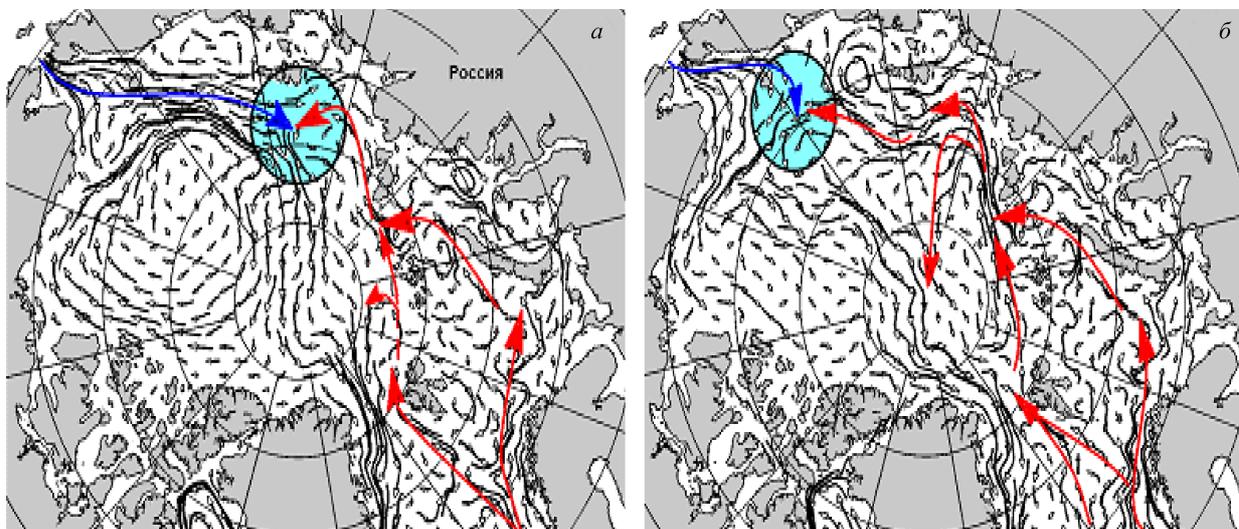
исследована чувствительность характеристик климатической системы к увеличению содержания в атмосфере парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ );

проведено построение моделей реконструкции локального загрязнения местности газовыми и аэрозольными примесями. Для процессов переноса примеси регионального масштаба разработаны модели оценивания загрязнения от площадных источников.

В Институте математики им. С. Л. Соболева разработан метод оптимального по быстрейшему управлению в реальном времени линейными системами с возмущениями.

Найдена аксиоматизация обобщенного расширения Оуэна, как для конечных, так и для широкого класса бесконечных игр. Установлено, что для неатомических игр такая аксиоматизация совпадает с описанием мультипликативного продолжения Аумана—Шепли.

Разработаны и исследованы модели для поиска оптимальной маркетинговой политики.

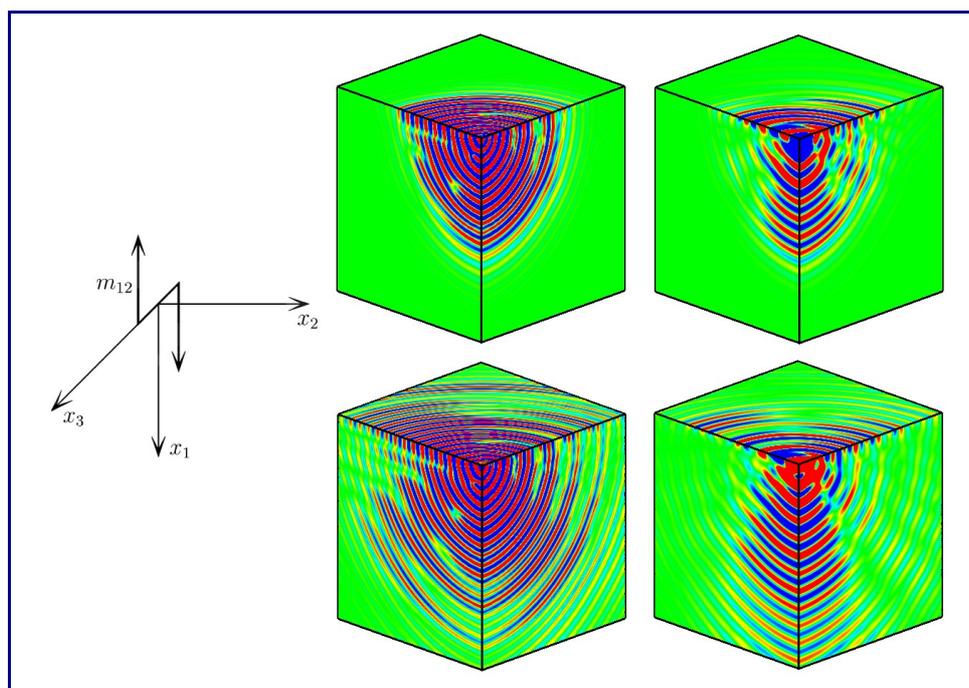


**Рис. 4.** Изменение циркуляции поверхностных вод Арктического бассейна во второй половине XX столетия по результатам расчетов в зависимости от атмосферной циркуляции. Поле течений на глубине 50 м: *а* — 1970 г., *б* — 1990 г. Наблюдается сдвиг границы распространения атлантических и тихоокеанских вод. Окружностью выделена область встречи атлантических (красные стрелки) и тихоокеанских (синие стрелки) вод.

Изучен специальный класс задач дробного оптимального управления, возникающих при анализе модели максимизации эффективности рекламных затрат.

В Институте вычислительного моделирования на основе математической модели мо-

ментного континуума Коссера, учитывающей вращательные степени свободы частиц, проведен численный анализ колебательных процессов в средах с микроструктурой под действием сосредоточенных импульсных и периодических по времени источников возмущений. Ре-



**Рис. 5.** Задача о периодическом воздействии сосредоточенного вращательного момента: схема нагружения и поверхности уровня угловой скорости для нерезонансной (слева) и резонансной (справа) частот в различные моменты времени.

зультаты расчетов на многопроцессорных вычислительных системах показали, что в таких средах существует характерная резонансная частота, равная частоте собственных колебаний вращательного движения частиц микро-структуры, которая зависит только от инерционных свойств материала и не зависит от размеров исследуемого образца и граничных ус-

ловий на его поверхности. Показано, что при частоте внешнего воздействия, равной собственной частоте вращательного движения частиц, происходят рост амплитуды со временем и более плавное затухание колебаний с удалением от точки приложения нагрузки, характерное для акустического резонанса (рис. 5).