

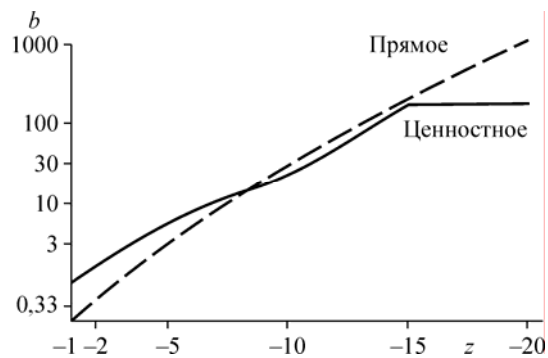
## 2. ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

### Программа 2.1. Исследования в области вычислительной математики

В Институте вычислительной математики и математической геофизики детально исследована эффективность частичного «ценностного» статистического моделирования, связанного с использованием приближенных решений сопряженных задач. Установлен факт конечности дисперсий оценок в классическом методе «экспоненциального преобразования», который широко используется для решения задач теории переноса излучения методом Монте-Карло (рис. 1). Показано, что частичное ценностное моделирование может увеличивать дисперсию.

В том же Институте для линейных операторных уравнений первого рода построен новый класс итерационных методов, оптимизация которых не требует априорной спектральной информации, а вырабатываемая апостериорная информация позволяет эффективно применять оптимальные процедуры ускорения (чебышевские, сопряженные градиенты). Для конкретных экономических переобуславливателей получены неулучшаемые оценки скорости сходимости. Значимость полученных резуль-

татов определяется возможностью существенного повышения эффективности моделирования на вычислительных комплексах.

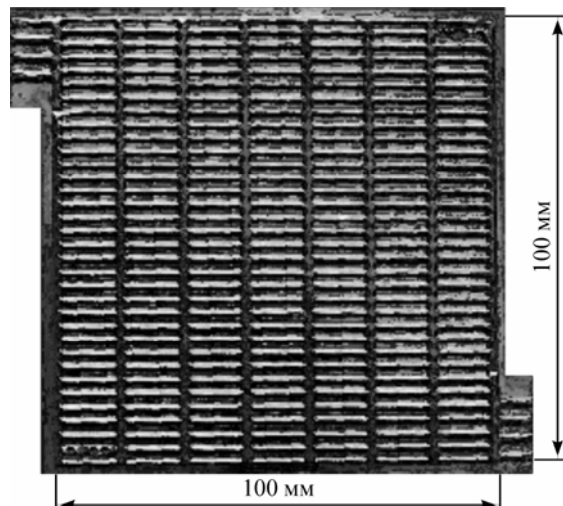


**Рис. 1.** Относительная вероятностная погрешность  $d = \sqrt{D\xi_z}/I(z)$  оценки функционала  $I(z)$ , связанного с вылетом частицы из полупространства  $-\infty < z \leq 0$  для прямого и ценностного моделирования длины свободного пробега.

**Fig. 1.** Relative probabilistic error  $d = \sqrt{D\xi_z}/I(z)$  of the estimations of functional  $I(z)$ , connected with the takeoff of a particle from a half-space  $-\infty < z \leq 0$  for direct and valuable modeling of the length of free path.

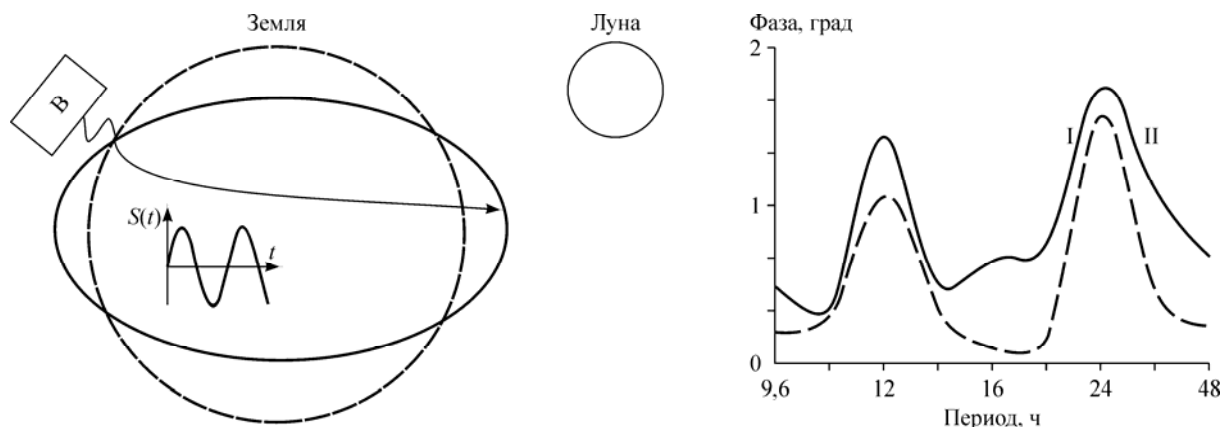
### Программа 2.2. Математическое моделирование

В Институте математического моделирования разработаны математическая модель и программное обеспечение системы термостабилизации узлов космической аппаратуры на основе эффекта фазового перехода с использованием тепловыравнивающих панелей. Изготовлены и испытаны на тепловакуумном стенде Института экспериментальные образцы таких тепловыравнивающих панелей с эффектом гипертеплопроводности (рис. 2), обеспечиваю-



**Рис. 2.** Тепловыравнивающая панель из меди с эффектом гипертеплопроводности со сложной микроструктурой.

**Fig. 2.** Thermolevel a copper panel with effect of hyperheat conductivity with a complex microstructure.



**Рис. 3.** Схема экспериментов с гармоническими вибросигналами (слева), 24- и 12-часовые периодичности в спектре вариаций фаз вибросейсмического волнового поля (I) и спектре приливных деформаций Земли (II) (справа).

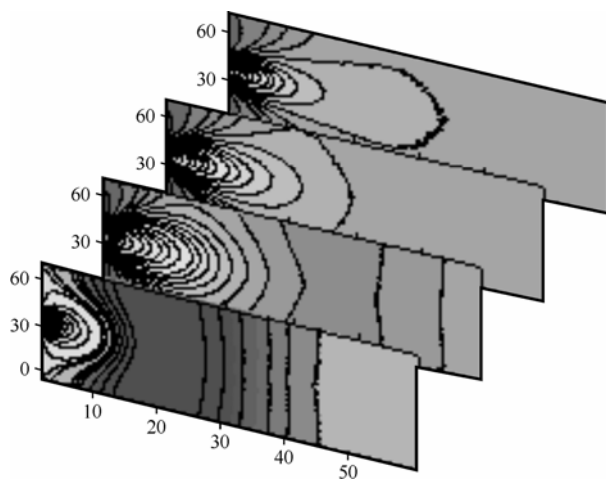
**Fig. 3.** The scheme of experiments with harmonic vibrosignals (left), 24 and 12 hours periodicities in the spectrum of phases of the vibroseismic wave field (I) and in the spectrum of the tidal deformation of the Earth (II) (right).

щие стабильность температуры бортовой аппаратуры в пределах  $\pm 0,1$  °C в условиях, имитирующих открытый космос. Результаты экспериментов показали, что эффективная теплопроводность таких конструкций превышает теплопроводность алюминия в 100 раз.

В Институте вычислительной математики и математической геофизики разработан новый высокочувствительный монохроматический метод активного сейсмического мониторинга сейсмоопасных районов и зон вулкани-

ческой деятельности с помощью мощных вибрационных источников. На основе ряда экспериментов, проведенных в периоды лунно-солнечных приливов, доказана на два порядка более высокая чувствительность предложенного метода в сравнении с достигнутой в мире ранее по отношению к вариациям деформаций земной коры, что имеет практическую ценность для среднесрочного прогноза землетрясений (рис. 3).

### Программа 2.3. Параллельные и распределенные вычисления



**Рис. 4.** Результаты моделирования полей дилатансий.

**Fig. 4.** Results of modeling of the field of dilatancy.

В Институте вычислительной математики и математической геофизики разработан метод расчета сейсмических, электромагнитных и гидродинамических полей в упругопористых средах, адаптированный для многопроцессорных вычислительных систем. Создан параллельный алгоритм численного решения системы уравнений упругопористой флюидонасыщенной, электропроводящей среды. Проведены расчеты волновых полей на ЭВМ МВС-1000М в Сибирском суперкомпьютерном центре для моделей обводненных нефтяных слоев и зон дилатансии в сейсмоактивных областях при волновых воздействиях на эти объекты (рис. 4).

В Институте вычислительной математики и математической геофизики разработаны метод, алгоритмы и реализован генератор парал-

льных программ ParaGen для автоматического конструирования параллельных программ численного моделирования по шаблонам. Для отладки поведенческих свойств программ, мониторинга состояния и управления ходом исполнения параллельных программ, реализующих сверхбольшие численные модели, разработан отладчик GEPARD.

В том же Институте разработаны эволюционный и аналитический методы решения проблемы поиска семейств оптимальных регулярных графов, используемых при проектировании сетей связи параллельных вычислитель-

ных систем. Метод эволюционного моделирования позволил автоматизировать открытие математических соотношений для описания этих семейств и найти описания новых семейств, значительно улучшающих достижимые границы максимального порядка. На основе аналитического метода решена известная  $(d, k)$ -проблема для циркулянтных сетей степени 6, найдены формулы, описывающие эти оптимальные графы при любом диаметре, а также разработан эффективный алгоритм поиска кратчайших путей для этих сетей

#### **Программа 2.4. Математическая теория управления**

В Институте динамики систем и теории управления впервые найдены условия существования и явный вид обобщенного решения задачи Коши для линейной нестационарной алгебродифференциальной системы (АДС) без предположений постоянства ранга матрицы при производной или существования специальной структуры АДС. Результаты создают новую основу решения актуальных вырожденных задач управления.

В том же Институте впервые получено аналитическое представление предельной формы множества достижимости для линейной системы с импульсными управлениями. Вопрос об асимптотическом поведении областей достижимости актуален в ряде теоретических и прикладных задач, в том числе при изучении сингулярно возмущенных линейных систем, в теории управления, а также при построении численных методов.

#### **Программа 2.5. Проблемы теоретической кибернетики, дискретного анализа, исследования операций и искусственного интеллекта**

В Институте математики им. С. Л. Соболева получены новые условия на степени вершин заданных  $n$ -вершинных графов, достаточные для их реберно-непересекающегося вложения в полный  $n$ -вершинный граф.

В том же Институте совместно с НГУ для автоматической классификации объектов, за-

данных описанием своих признаков, разработаны новые критерии качества, позволяющие формировать так называемые «естественные» систематизации и классификации. Критерии основаны на максимизации прогностических свойств получаемых классификаций.