

*Сегментация изменений: а), б) разновременные изображения, в, г – изображения увеличением и уменьшением яркостей, д, е – их гистограммы, ж, з – сегментация изменений с порогами  $\Delta L_B = 56$  и  $\Delta L_H = 72$*

Выполненная сегментация выше приведенной пары изображений для обнаружения изменений и последующего анализа позволила автоматически без потерь и искажений разделять изменения наземных объектов съемки на изменения с увеличением и уменьшением их яркостей.

При этом топографическая привязка изображений позволила автоматически определить расположение и границы каждого изменения, а обычное суммирование бинаризованных изменений в пикселях – их площади. Поэлементное умножение полученной бинаризации на изображение спутниковой съемки позволяет определить яркости элементов соответствующей выборки изменений.

Отсюда следует возможность оценок любых статистических характеристик полученной выборки яркостей.

Так, для сегментированных изображений, приведенных на рисунке, площади компонент изменений с увеличением и уменьшением яркостей составили:  $S_{\Sigma 1} = 29645 \text{ м}^2$ ,  $S_{\Sigma 2} = 9348 \text{ м}^2$ . Соответственно статистические оценки характеристик изменений яркостей характеризуются следующими значениями:  $m_1 = 157,4$ ;  $\sigma_1 = 46,9$ ;  $m_2 = 124,7$ ;  $\sigma_2 = 21,8$ .

Наряду с этим при известных топографических координатах рассматриваемого изображения и пространственной разрешающей способности могут быть определены и границы сегментированных изменений  $x_{\min}, x_{\max}, y_{\min}, y_{\max}$ .

1. İlsever, M., Ünsalan, C., 2012. Two-Dimensional Change Detection Methods. Remote Sensing Applications, Yeditepe University, Istanbul, Springer, 77 p.
2. Richards, J.A., 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis. New York: Springer, 454 p.
3. Belozerskii, L.A. Estimation of the Informative Content of Histograms of Satellite Images in the Recognition of Changes in Local Objects / L.A. Belozerskii, L.V. Oreshkina // Pattern recognition and image analysis. – 2010. – Vol. 20, № 1. – P. 65–72.
4. Areshkina, L.V., Belozerskii, L.A. The automation of the process of land area change detection in permanent monitoring systems // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. – La Grande Motte, France, 2015. – P. 619–624.

**И.Б. Петров**

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный,  
petrov@mpt.ru*

Рассматривается численное моделирование в задачах, связанных с геологоразведкой и с функционированием объектов нефтегазовой промышленности в условиях Арктики.

Применительно к задачам геологоразведки сложных месторождений рассматривается моделирование распространения волновых возму-

щений в слоистых геологических средах, в существенно неоднородных средах, в средах с пустыми или заполненными трещинами и кавернами. Физические размеры области интегрирования в такого рода задачах могут достигать десятков и сотен километров. Для корректного моделирования распространения волновых возмущения на такие расстояния требуются высокоточные численные методы с учетом волновых свойств решаемых уравнений, а также возможностью моделирования сложных динамических процессов в неоднородных геологических средах с множеством контактных и свободных границ. Для корректного задания больших областей моделирования используются трехмерные расчетные сетки с количеством узлов до 1 млрд.

Другой актуальной задачей является численный анализ технико-геофизических процессов, связанных с функционированием объектов нефтегазовой промышленности в условиях Арктики. Так, например, обеспечение добычи и транспорта нефти и газа в шельфовых зонах Арктических морей не может быть реализовано без анализа рисков, связанных с повреждением добывающих платформ ледовыми образованиями, а трубопроводных систем – торосами. Отдельной сложной и важной задачей является расчёт долгосрочного поведения грунтов в окрестности объектов промышленности с учётом наследственных эффектов и ползучести грунта.

Возможность решения указанных задач напрямую связано с достижением высокого уровня в развитии вычислительных методик, с построением современных высокомасштабируемых параллельных алгоритмов, с созданием высокопроизводительных вычислительных систем пetaфлопной и более высокой производительности.

*O.H. Петров*

#### ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ПОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНОГО СУДНА В НЕСТАЦИОНАРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург,  
petr\_oleg@mail.ru

Моделирование и интерпретация поведения аварийного судна в интеллектуальной системе новых поколений осуществляется в нестационарной динамической среде, требующей привлечения всего доступного арсенала средств и методов на базе современных высокопроизводительных вычислений. Исследуемые ситуации динамики аварийного судна отличает существенная нелинейность, нестационарность и неопределенность. Усложнение алгоритмов обработки

информации в интеллектуальной системе приводит к необходимости широкого использования суперкомпьютерных технологий при поиске новых эффективных вычислительных процедур и их параллельной реализации.

#### Экстремальные ситуации динамики аварийного судна в среде экстренных вычислений

Теоретический базис, положенный в основу построения модели взаимодействия аварийного судна с внешней средой реализуется в виде R-модели, которая представляет собой интерпретирующую теорию исследования динамики аварийного судна [1] – [5]. Формально R-модель отображает интегрированную структуру:

$$R\text{-model} = \langle NF(J), NF(C), [t_0, t_R] \in T \rangle, \quad (1)$$

где  $NF(J)$  – конфигурации, описывающие поток информации в процессе анализа и интерпретации текущей ситуации;  $NF(C)$  – когнитивные и фрактальные структуры, используемые при выработке и реализации практических рекомендаций;  $[t_0, t_R] \in T$  – заданный интервал времени обработки текущей информации.

На рис. 1, а представлена общая картина изменения восстанавливющей компоненты на основе стандартной модели, а на рис. 1, б – в рамках динамической теории непотопляемости. Цифрами 1 – 5 на рис. 1, а обозначены характерные случаи затопления [2].

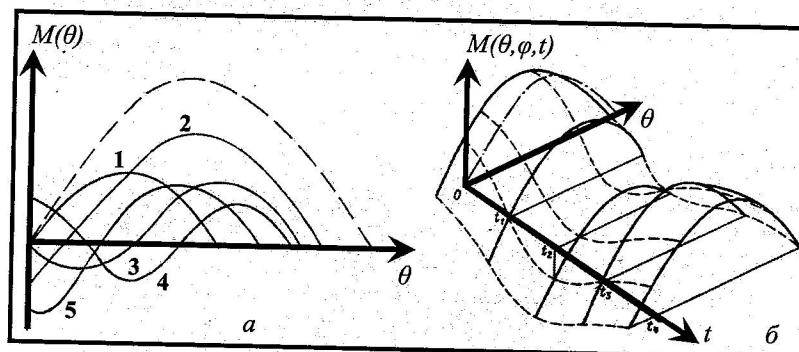


Рис.1. Характерные диаграммы остойчивости  $M(\theta)$  аварийного судна (а) и нелинейная пространственная функция (б)  $M(\theta, \varphi, t)$ , описывающая восстанавливающий момент аварийного судна на волнении (исходная диаграмма остойчивости соответствует кривой 1 на рисунке а; пунктирная кривая для случая а характеризует исходную диаграмму остойчивости неповрежденного судна