

Разработка математического и программно-алгоритмического обеспечения процессов моделирования природопользования, экологии с использованием вычислительных систем сверхвысокой производительности и данных аэрокосмического мониторинга (на примере горнопромышленных регионов)

И.В. Бычков, В.П. Потапов, О.И. Потатуркин, Г.М. Ружников, Р.К. Фёдоров,
А.Е. Хмельнов

Комплексная оценка состояния внешней среды в горнопромышленных, тектонически-активных регионах с высокими техногенными нагрузками требует решения широкого класса задач моделирования, оценки экологических и геодинамических процессов, связанных между собой множеством разнородных факторов. Их комплексное решение обосновывает необходимость использования вычислительных систем сверхвысокой производительности и эффективных алгоритмов обработки пространственных данных (топо-геодезических, дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, кадастровых, адресных, тематических и т.д.). Пространственные данные можно отнести к «Большим Данным» (БД), так как они характеризуются большим объёмом, многообразием (слабо структурированностью, разнородностью данных), а также скоростью (как скорости прироста их объёма, так и необходимости высокоскоростной обработки и получения результатов) [1].

Рост количества спутников ДЗЗ, совершенствование характеристик их оборудования, проведение регулярных космических наблюдений, а также увеличение спектрального разрешения данных позволяют получать большие объёмы космических изображений высокого пространственного разрешения (до 50 сантиметров на пиксель). Это способствует развитию технологий комплексной, параллельной обработки временных рядов космических снимков, в том числе для автоматизированного выявления изменений наблюдаемых объектов и явлений. Для работы с большими данными разрабатываются подходы их хранения. Для распараллеливания обработки в компьютерных кластерах БД (несколько петабайт) популярна модель распределённых вычислений MapReduce, разработанная компанией Google [2]. В системе ADaM (Algorithm Development and Mining System) реализован интеллектуальный анализ данных ДЗЗ и обработка изображений с использованием веб- и грид- сервисов [3].

В докладе рассматривается проект разработки системы математического и программно-алгоритмического обеспечения моделирования природопользования, экологии горнопромышленных регионов с использованием вычислительных систем сверхвысокой производительности и данных ДЗЗ, предполагающий:

- использование инфраструктуры, объединяющей:

- суперкомпьютер (“Академик В.М. Матросов”, суммарная пиковая производительность 33,7 TFlops.), СХД (64 ТБ) ФГБУН ИДСТУ СО РАН,
- суперкомпьютер, СХД (128 ТБ) ФГБУН ИВТ СО РАН,
- СХД и сервера ФГБУН ИАиЭ СО РАН,
- сеть передачи данных СО РАН,
- программно-аппаратные комплексы виртуализации на основе блэйд-систем (ФГБУН ИДСТУ СО РАН, ФГБУН ИВТ СО РАН),
- сервера ФГБУН ИДСТУ СО РАН, ФГБУН ИВТ СО РАН, ФГБУН ИАиЭ СО РАН.

- разработку инструментария для реализации алгоритмов распределённой и параллельной обработки данных ДЗЗ и других пространственных данных большого объёма, для поддержки подхода MapReduce [2, 4];

- использование стандартов Open Geospatial Consortium (OGC) для организации взаимодействия между пакетами программ (интероперабельность ПС) и создания сервисов обработки пространственных данных;
- разработку и внедрение оригинальных методов и программно-алгоритмического обеспечения обработки временной последовательности мульти- и гиперспектральных данных ДЗЗ для решения задач рационального природопользования;
- разработку методов оценки геодинамического состояния горного массива в районах добычи полезных ископаемых, с использованием упругопластичных, либо вязкопластичных моделей;
- проведение геодинамического и экологического мониторинга района по информации среднего разрешения, с целью идентификации локальных изменений, связанных с горными работами;
- разработку методов интегральной оценки загрязнения окружающей среды за счет действия, как промышленных, так и горнодобывающих предприятий [6];
- проведение комплексной оценки внезапных геодинамических событий (техногенных и природных);
- разработку оригинальных методов и программно-алгоритмического обеспечения решения задач оценки сложно-напряженного состояния горных пород в районах интенсивного техногенного воздействия на основе мультиспектральной и радарной информации;
- адаптацию оригинальных методов создания информационных систем с поддержкой геоинформационной функциональности;
- разработку новых форматов представления неизменяемых векторных и растровых данных большого объема, основанных на оригинальных принципах представления информации, обеспечивающих значительно более высокую скорость отрисовки карты по сравнению с известными аналогами;
- разработку эффективных методов визуализация больших объемов пространственных данных с использованием новых методов их графического представления.

1. Черняк Л. Большие Данные — новая теория и практика // Открытые системы. СУБД. — М.: Открытые системы, 2011. — № 10.
2. <http://www.cnet.com/news/google-spotlights-data-center-inner-workings/>
3. <http://projects.itsc.uah.edu/datamining/adam/index.html>
4. Бычков И.В., Опарин В.Н., Потапов В.П. Облачные технологии в решении задач горной геоинформатики // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, № 1, 2014, с. 138-152.
5. Бычков И.В., Опарин Г.А., Феоктистов А.Г., Кантер А.Н. Мультиагентный алгоритм распределения вычислительных ресурсов на основе экономического механизма регулирования их спроса и предложения // Вестник компьютерных и информационных технологий, № 1(115), 2014, с. 39-45.
6. Быков А.А., Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г. Влияние изменчивости метеорологических параметров и дисперсного состава атмосферных выбросов на модельные оценки осаждения промышленной пыли. Вестник Кемеровского государственного университета. №4 (52). Т.2. Кемерово2012. С.10-16.