

## Секция 5

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

### НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОФИЗИКИ

М.М. Немирович-Данченко, профессор

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Практические и фундаментальные задачи развития территорий и агломераций, возможности компьютерной генерализации и обработки терабайтных данных и общемировая тенденция более широкого использования альтернативной энергетики - вот только несколько факторов из тех многих, которые определяют изменение научных интересов геофизиков разных стран. Изучение публикаций последних лет по геофизике, в том числе прикладной, позволяет выявить следующие интересные тенденции. Всё реже встречаются работы по геофизике «методов» и всё чаще – по геофизике «объектов». Большое внимание уделяется инженерной геофизике в самом широком смысле этого определения. С точки зрения математического аппарата значительное число работ формулируется в терминах нелинейных теорий, сложных моделей поведения блочно-иерархических структур на различных масштабных уровнях. Ну и, наконец, выявляются глубинные физико-химические закономерности трансформации геофизических полей.

Прежде всего, заявила о себе и стала отдельным направлением т.н. «биогеофизика» [1] – не в том виде, в котором она была известна отечественным исследователям биоценозов [2], а как современный мультидисциплинарный подход, оценивающий физико-химические следствия метаболизма микроорганизмов для отдельных минералов и горных пород. Как характерный пример можно привести работу [3], в которой показывается связь образования биоплёнок с комплексной электропроводностью образцов песчаника.

На том же масштабном уровне проводятся исследования в «геофизике интерфейсов», в которой показывается влияние поверхностных взаимодействий для гранулированных и трещиноватых пород на электрические, сейсмические и магнитные свойства [4]. Важно то, что подобные исследования проводятся и на реальных образцах, и на моделях, и в рамках развитых математических подходов. Наблюдаемая чувствительность геофизических данных к тому, что происходит на границах раздела «флюид-порода», «флюид-флюид», и «порода-порода» выдвигает на первый план новые способы применения геофизических измерений для получения информации о свойствах и процессах в недрах Земли. Интересно, что такой отрасли знаний, как физика прочности, именно интерфейсам в последние годы придаётся всё большее значение [5]

Для той отрасли геофизики, которая у нас традиционно называется «экологическая геофизика» (Environmental Geophysics), всё более характерной стала объектно-ориентированность. При этом в качестве сложных объектов рассматриваются, например, крупные оползневые структуры, отдельные города в их конкретном географическом положении и т.п. Так, в работе [6] с высокой степенью подробности моделируется система «город-местность», динамика этой системы в проходящей сейсмической волне, дается оценка импеданса в длинноволновом приближении. В качестве модели рассмотрена идеализированная система из 37 анизотропных резонирующих структур, задача решается аналитически в асимптотическом приближении и методом конечных элементов. А интересный подход с комплексированием 3d-электротомографии, радиомагнитотеллурического метода и сейсмики применяется при анализе чувствительных (пльвунных) глин (quick-clay) [7] - самых, наверное, опасных глин, порождающих лавинообразный оползень даже при наклоне в несколько градусов.

Наконец, из многочисленных работ по сейсмологии хотелось бы выделить одну из последних статей о локальных изменениях гравитационного поля в сейсмической волне [8]. В этой работе дано точное аналитическое решение задачи о гравитационном возмущении, удовлетворяющем уравнению Пуассона. Решение получено методом Каньяра - де Хоопа для специального вида функции Грина. Авторам удалось показать, как влияет сейсмическая волна на возмущения гравитационного поля для расстояний в несколько сот километров.

### Литература

1. Atekwana, E. A., Slater L. D., Biogeophysics: A new frontier in Earth science research //Rev. Geophys., 2009. Vol. 47, RG4004, doi:10.1029/2009RG000285
2. Г. Ф. Хильми. Теоретическая биогеофизика леса. — Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта, 1957. — 205 с.
3. Davis C. A. *et al.* Microbial growth and biofilm formation in geologic media is detected with complex conductivity measurements //Geophysical Research Letters, 2006, Vol. 33, L18403
4. Knight R., *et al.* Geophysics at the interface: Response of geophysical properties to solid-fluid, fluid-fluid, and solid-solid interfaces // Rev. Geophys., 2010, Vol. 48, RG4002, doi:10.1029/2007RG000242
5. Панин Л.Е., Панин В.Е. Эффект «шахматной доски» и процессы массопереноса в интерфейсных средах живой и неживой природы // Физ. мезомех. - 2007. - Т. 10. - № 6. - С. 5-20
6. Schwan L. *et al.* Site-city interaction: Theoretical, numerical and experimental crossed-analysis // Geophys. J. Int. first published online February 24, 2016, doi:10.1093/gji/ggw049

7. Shan Ch. *et al.* (2016). "Integration of controlled-source and radio magnetotellurics, electric resistivity tomography, and reflection seismics to delineate 3D structures of a quick-clay landslide site in southwest of Sweden //GEOPHYSICS, 2016, 81(1), B13-B29. doi: 10.1190/geo2014-0386.1
8. Harms J. Transient gravity perturbations from a double-couple in a homogeneous half space *Geophys. J. Int.* first published online February 24, 2016 doi:10.1093/gji/ggw076

## МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ

**А.О. Агеев**

Научный руководитель доцент А.В. Мироманов

*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г.Иркутск, Россия*

**База знаний (БЗ)** - это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными). Современные базы знаний работают совместно с системами поиска и извлечения информации.

База знаний содержит информацию, покрывающую некоторую область знаний в структурированном виде, пригодном для использования программным обеспечением. Для этого требуется некоторая модель классификации понятий и определённый формат представления знаний. Иерархический способ представления в базе знаний набора понятий и их отношений называется онтологией.

Онтологию некоторой области знаний вместе со сведениями о свойствах конкретных объектов часто называют «базой знаний». Вместе с тем, полноценные базы знаний (в отличие от обычной базы данных) содержат в себе не только фактическую информацию, но и правила вывода, позволяющие делать автоматические умозаключения об уже имеющихся или вновь вводимых фактах и тем самым производить семантическую (осмысленную) обработку информации.

Самой распространённой базой знаний в сфере геологии является «База Знаний: гидрогеология, инженерная геология, геоэкология» разработанная Санкт-Петербургским отделением Института геоэкологии РАН и НИЦ Гидрогеологии геологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

«База Знаний: гидрогеология, инженерная геология, геоэкология» - современный программный продукт, объединяющий в себе набор взаимосвязанных модулей: «Библиотека», «Калькулятор», «Карты», «Нормативно-методическая литература», «Словари» и многое другое. Данный продукт является "настольной книгой" для любого специалиста инженерно-геологической специализации, которая позволяет найти ответ практически на любой поставленный вопрос. База знаний поддержана навигационной системой, позволяющей работать с большими объемами электронных материалов, эффективно извлекая, обобщая и систематизируя запрашиваемую информацию, осуществлять оперативный поиск информации.

Проект "База Знаний" успешно развивается с 1998 года, что позволило досконально продумать и оптимизировать все необходимые сервисы для специалиста. Сегодня постоянными пользователями Базы Знаний являются более 1000 организаций по всей России и 25 крупных зарубежных компаний.

Но, по мнению автора, данная база знаний является онтологией.

По данной концепции создается уникальная база знаний, в которой делается упор на геологический мониторинг, основывающийся не только на геологической информации, но также на геофизической и другой информации, которая содержит в себе не только фактическую информацию, но и правила вывода, т.е. производит семантическую (осмысленную) обработку.

Данная база знаний также будет состоять из нескольких модулей:

Библиотека. Тематические книги по инженерной геологии, геофизике, мониторингу геологической среды, гидрогеологии, гидрологии и другим направлениям объединены в единую поисковую систему.

Картографический модуль. Тематические карты различных масштабов объединены в экспертную систему, подкрепленную текстовой геологической информацией.

Нормативно-методический. В блоке подобрана нормативно-методическая литература по следующим направлениям: инженерная геология, лицензирование, мониторинг, подземные воды, строительство, геофизика и др.

Словари и переводчики. Модуль содержит подборку специализированных словарей, которые помогут вам найти необходимый термин на русском и английском языках, а также растолковать его.

Экспертная система

Геолого-геофизический калькулятор.

Два последних пункта опишем более подробно.

**Экспертная система.**

Данная система позволяет на основе геофизических данных для разных промежутков времени ориентировочно оценить изменение геологической среды, а также дать прогноз её дальнейшего изменения. Принцип действия экспертной системы представлен на рис. 1.

Разберем пример действия экспертной системы. У нас есть геоэлектрический разрез одного участка для различных промежутков времени (этапов). Следовательно, у нас есть удельное сопротивление каждого слоя на каждом этапе проведения работ. Экспертная система берет удельное сопротивление каждого слоя за каждый этап, сравнивает и получает какое то число. Это число передается в блок «правила вывода» и там, с помощью логических правил: *ЕСЛИ значение удельное сопротивление увеличилось в «столько-то раз», ТО ... или ЕСЛИ значение удельное сопротивление уменьшилось в «столько-то раз», ТО ...* - выводится РЕЗУЛЬТАТ. Например, если уменьшилось значение удельного сопротивления, то РЕЗУЛЬТАТ – «оттаивание грунта». Это простейший пример, на самом деле будет сравниваться не один параметр, а группа параметров, таких, как скорость