

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОЛОГИИ, РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ХРАНЕНИЯ ГАЗА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДАРНОЙ СПУТНИКОВОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ (INSAR)

УДК 528.8

**С.С. Арсеньев–Образцов**, к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (Москва, РФ), arseniev@gubkin.ru

**А.П. Поздняков**, д.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», app@geoinform.su

Данная работа продолжает серию статей [1, 2], посвященных применению методов радарной спутниковой интерферометрии InSAR для решения задач промысловой геологии, разработки нефтегазовых месторождений, мониторинга подземных хранилищ газа. Описаны математические методы и модели обработки данных InSAR. Интеллектуальный мониторинг деформации дневной поверхности значительно улучшает понимание поведения насыщенного пласта и помогает достичь более эффективного управления процессом разработки. Рассмотрена возможность использования комплексной модели, объединяющей геомеханику и гидродинамику. Данные о деформации поверхности должны быть преобразованы в геомеханические и петрофизические параметры коллектора и вмещающей породы, особенно вскрыши [2]. Интеллектуальный мониторинг деформации дневной поверхности опирается на комплексный подход, включающий сбор разнородных данных, в том числе InSAR [3], и численное моделирование.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ДЕФОРМАЦИЯ КОЛЛЕКТОРОВ, МОНИТОРИНГ, ПРОСЕДАНИЕ ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, РАДАРНАЯ СПУТНИКОВАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, INSAR.

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ INSAR

Получив высокоточные результаты измерений перемещения дневной поверхности над коллектором, нужно конвертировать их в информацию, необходимую для принятия решений, – в геоинформационные системы (ГИС), которые в настоящее время представляют неотъемлемую составляющую инфраструктуры информационных технологий предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Однако для более эффективного решения задач, связанных с визуализацией и обработкой пространственных данных, необходимо совершенствовать информационное обес-

печение, использующее методы и модели, предлагаемые в статье. Для создания ГИС нужно формировать единое геоинформационное пространство предприятия ТЭК [3].

Аналитическое решение упомянутых выше задач можно получить только для геологических моделей с очень простой геометрией и элементарных определяющих соотношений геомеханики. На практике следует использовать вычислительную математику [4] и современные суперкомпьютерные технологии. Можно применять методы конечных, дискретных, граничных элементов, некоторые версии бессеточных методов, а также процедуры, разработанные

для альтернативных математических моделей механики сплошных сред. Обычно для построения приближенных моделей используются:

- точечный источник изменения пластового давления или множество ядер деформации;
- прямоугольные двумерные разрывы сплошности.

Аналитическое решение можно получить в идеальном случае погружения деформирующегося объекта в однородное изотропное линейно-упругое полупространство. Такая модель представляется слишком упрощенной для реальной геологической среды. Однако она полезна, поскольку дает общее представление о наиболее