

# Топологический анализ дифракционных изображений

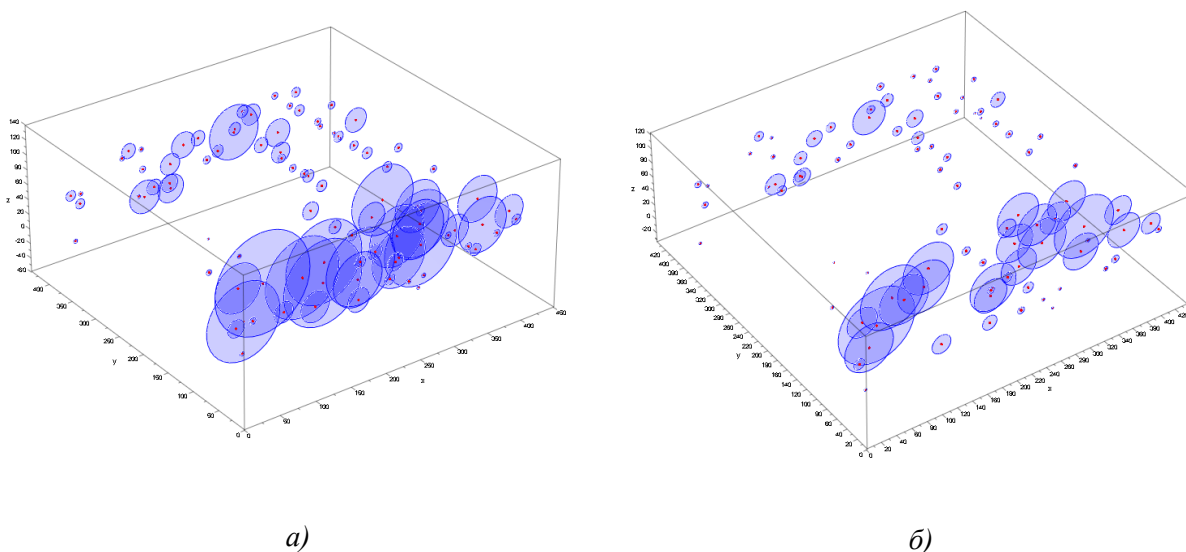
Отчет за 2016-2018 гг

д.ф.-м.н. Базайкин Я.В., зав. лаб. римановой геометрии и топологии Института математики СО РАН (совместно с к.ф.-м.н. М.И. Протасовым, Т.С. Хачковой, к.ф.-м.н. Д.Р. Колюхиным, ИНГГ СО РАН)

*Аннотация.* Основной целью работы является разработка методики восстановления характеристик трещиноватых зон по сейсмическим данным. Метод основан на топологическом анализе дифракционных изображений. Основным инструментом является построение дерева поглощений (*merge tree*), ассоциированного с фильтрацией пласта последовательностью множеств экскурсии по заданной амплитуде дифракционного изображения. Численные примеры на синтетических моделях демонстрируют надежное восстановление статистических характеристик коридоров трещиноватости.

Работа проводилась в рамках задачи восстановления зон трещиноватости по имеющимся дифракционным изображениям. Возможность точно определять зоны трещиноватости и характеризовать их свойства имеет важное значение. Существует ряд методик для определения местонахождения этих структур путем анализа дифрагированных/рассеянных волн. Одна из них, предложенная в публикации [Khaidukov et al., 2004], рассматривается как дополнение к традиционному, основанному на использовании отраженных волн. В работе [Шленкин и др., 1990] предлагается комплекс процедур для усиления дифракционной компоненты и ослабления зеркальных отражений. В работе [Fomel et al., 2007] предложен метод разделения волнового поля и построения дифракционных изображений на основе так называемого “разрушителя плоских волн”. Т.Ж. Moser и С.В. Howard [2008] развили построение дифракционного изображения в глубинной области в контексте миграции до суммирования. В последнее время для построения дифракционных изображений стали также популярны методы, использующие работу непосредственно в системе координат области изображения [Klokov et al., 2010]. В данной работе была поставлена задача восстановления зон трещиноватости по имеющемуся дифракционному изображению в предположении, что каждая зона имеет форму сплюснутого эллипсоида. Таким образом, параметрами зоны трещиноватости выступают центр, три полуоси и три направления полуосей.

В качестве подхода к этой задаче был предложен метод топологического анализа дифракционных изображений, являющийся новым. Дифракционное изображение задает фильтрацию трехмерной области последовательно вложенными друг в друга трехмерными телами. По этой фильтрации строится дерево поглощений (*merge tree*). Особенностью подхода является анализ геометрической информации каждой компоненты связности, представляющей узлы дерева (тем самым для каждого узла определен набор весов, определяющий геометрию). Для этого используется как вычисление функционалов Минковского, так и прямые методы определения эффективных размеров осей компонент связности. Формирование взвешенного дерева поглощений требует больших вычислительных мощностей и производилось на кластере. Далее, постобработка дерева поглощений позволяет выявить этапы слияния трещин и определить их типичные размеры.



**Рис. 1.** Схематическое изображение трещин – центр окружности отвечает центру трещины, радиус окружности отвечает площади трещины; а) исходная система трещин, б) система трещин, восстановленная по дифракционному изображению.

#### **Цитируемая литература:**

1. Khaidukov V, Landa E, Moser T.J. Diffraction imaging by focusing-defocusing: an outlook on seismic super resolution. *Geophysics*, 2004, V. 69, Pp. 1478–1490.
2. Шленкин С.И., Лавриненко А.Б. и др. Миграция исходных сейсмозаписей на основе фокусирующих преобразований как средство повышения информативности сейсморазведки. // *Фундаментальные проблемы нефтегазогеологической науки*. Кн. 2. Ред. Э.Д. Бакиров. М.: ВНИИОНГ, 1990. С. 145–154.
3. Fomel S., Landa E., Taner T. Poststack velocity analysis by separation and imaging of seismic diffractions. // *Geophysics*, 2007. V. 72. P. 89–94.
4. Moser T.J., Howard C.B. Diffraction imaging in depth. // *Geophysical Prospecting*, 2008. V. 56. Pp. 627–642.
5. Klokov A., Landa E., Moser T.J. Separation and imaging of seismic diffractions in dip angle domain. // *72th EAGE Ann. Mtg. Expanded Abstracts*, 2010.

#### **Публикации по итогам работы:**

- [1] М.И. Протасов, Т.С. Хачкова, Д.Р. Колухин, Я.В. Базайкин. Методика восстановления зон трещиноватости по сейсмическим данным посредством топологического анализа трехмерных дифракционных изображений. 2018. *Геофизика*. №2, С. 2-9. (Импакт-фактор РИНЦ 0,348). При частичной поддержке РФФИ 17-05-00001 (руководитель М.И. Протасов).