

## ЭМИССИОННО-ТОМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Шубик Борис Михайлович, Институт проблем нефти и газа РАН. Москва (bmshubik@mail.ru)

По существу, томография - эффективный способ получения данных о внутренней структуре путем анализа сигналов, проходящих через объект. В методах трансмиссионной томографии источники сигналов располагаются вне исследуемого объема, а в методах эмиссионной томографии анализируются сигналы от внутренних источников (эммитеров или переизлучателей) в исследуемой среде.

Методы эмиссионной томографии позволяют извлечь информацию о строении и состоянии среды на основе регистрации микросейсм. Развитию методов предшествовали исследования сейсмических шумов на поверхности земли, в штольнях и скважинах, у истоков которых стоял Е.И. Гальперин.

Присутствие в среде источников сейсмического излучения или контрастных неоднородностей приводит к появлению когерентных компонент в случайном волновом поле, зарегистрированном на поверхности. Используя данные площадной группы (сейсмической антенны) и оценивая по ним энергию когерентного излучения из внутренних точек среды, можно построить трехмерные карты распределения микросейсмической активности или 3-D "изображение" сейсмически шумящих объектов и контрастных неоднородностей. При этом, для оценки энергии когерентного излучения используется предложенная проф. А.В. Николаевым идея сканирования среды лучом сейсмической антенны.

В рамках данного сообщения кратко освещаются три темы, тесно связанные между собой единым подходом:

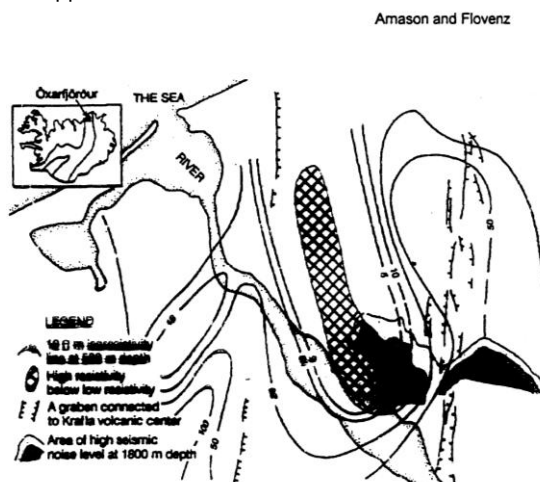
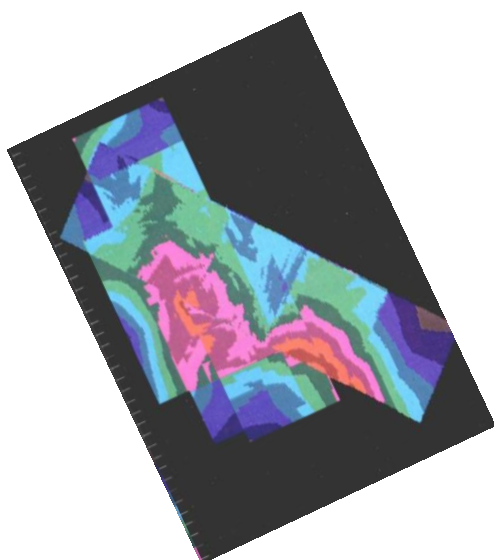
1. Анализ микросейсм
2. Автоматическая система сейсмического мониторинга реального времени
3. Трехмерная сейсморазведка (3D дифракционная томография с направленным облучением)

1). В начале 90х в рамках Советско-Исландской геолого-геофизической экспедиции РАН были проведены успешные исследования по трехмерному картированию активных гидротермальных зон, на основе анализа микросейсм, зарегистрированных мобильной сейсмической группой.

Впервые было показано, что картина пространственного распределения энергии эндогенных микросейсм стабильна во времени. Анализ этого распределения и сопоставление рассчитанной модели с другими геофизическими полями и температурными аномалиями, выполненное исландскими геофизиками, показали, что трехмерная картина энергии сейсмических шумов (5км x 6км до 2км глубины), соответствует реальному распределению гидротермальной активности.

Проведенные пионерские исследования дали толчок интенсивному развитию разнообразных методов пассивной сейсморазведки и сейсмического мониторинга, широко применяющихся в настоящее время. Разработанная методика может использоваться для решения многих разведочных задач.

Ниже приведен пример обработки реальных данных



a)

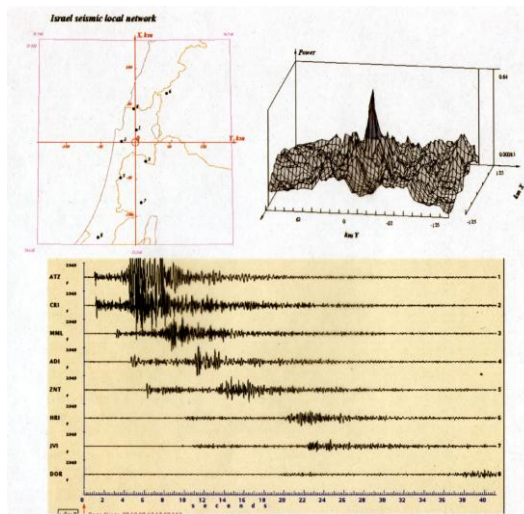
б)

(а) Пример скомпилированной карты сейсмической эмиссии, ассоциированной с гидротермальной активностью на глубине 1800м. Карта рассчитана по данным 10 сейсмических антенн размером 1000 x 600м; (б) Сопоставление полученных результатов с данными электроразведки (Arnasson K. and Flovenz O.G.)

2). Описанные подходы были использованы для разработки робастного и быстрого метода обнаружения и локализации реальных сейсмических источников разного масштаба и создания автоматической системы сейсмического мониторинга.

Метод применялся для оценки координат эпицентров и гипоцентров слабых землетрясений, карьерных взрывов. Показан пример обработки реальных данных (обнаружение эпицентра и гипоцентра слабого местного землетрясения, зарегистрированного локальной сетью Израиля). Площадь сканирования 255x255 км.

Разработанный метод может стать основой современных технологий полностью автоматической массовой обработки данных сейсмических сетей и групп в режиме реального времени. Использование данных ВСП и многомерной адаптивной фильтрации позволяет существенно повысить надежность и разрешающую способность метода. Метод может использоваться для картирования активных зон и распределения микроземлетрясений (например, при разработке сланцевых месторождений), а также для анализа временной эволюции афтершоковой активности при изучении очагов.



3). Основным и наиболее эффективным способом поиска и разведки структур, к которым приурочены нефтяные и газовые месторождения, остается метод ОГТ. По сути дела, ОГТ представляет собой частный случай пространственной системы возбуждения и приема сейсмических сигналов, которая обеспечивает возможность фокусировки сейсмических волновых полей на внутренних точках среды. Принципиальная особенность технологии ОГТ состоит в том, что метод ориентирован в основном на выделение и прослеживание границ и плохо работает в сложных средах с невыдержанными границами, часто представляющими разведочный интерес. В основе иного подхода лежит идея перехода от корреляции отражений и трассирования отражающих границ к сканированию среды с использованием направленных свойств пространственных систем излучения и приема.

Суть развиваемого нами метода 3D дифракционной томографии с направленным облучением сводится к использованию управляемых компьютером излучающей и приемной пространственных систем для формирования направленного излучения и приема сейсмической энергии и синхронному сканированию среды этими двумя лучами, в процессе которого появляется возможность построения трехмерного изображения внутренней структуры среды.

Пример обработки реальных данных (полученных совместно с кафедрой сейсмологии геологического факультета МГУ). Результатом обработки являются не временные разрезы, а трехмерное изображение мелко заглубленного объекта (инженерного туннеля). Показаны горизонтальные сечения рассчитанного куба оценок энергии дифрагированных волн.

Метод может быть использован для дополнительной обработки сложных фрагментов уже имеющихся сейсморазведочных данных ОГТ с целью картирования локальных неоднородностей в зонах нарушения прослеживаемости границ. Для этого комплекс может быть встроен в современные системы обработки сейсморазведочных данных. На метод был получен ряд патентов РФ.

