

Метод локации микросейсмических событий

Метод локации микросейсмических событий (ЛМС)

Физические основы ЛМС

Метод локации микросейсмических событий (ЛМС) основан на накоплении информации о суммарной массе высвобождающейся слабой микросейсмической энергии, регистрируемых на поверхности земли, связанной с изменением напряженно-деформированного состояния геологической среды

Горные породы характеризуются наличием внутренней энергии, которая определяет их напряжённое состояние. Изменение внутренней энергии под внешним воздействием приводит к появлению естественных деформаций горных пород. После прекращения воздействия изменение величины микродеформаций продолжается с постепенным затуханием энергии достаточно продолжительное время. Чем сильнее изменяется амплитуда деформаций, тем интенсивнее возникающий уровень низкочастотных микросейсмических колебаний.

Регистрация изменения микросейсмического низкочастотного поля на поверхности позволяет определить интенсивность деформаций. Распределение микросейсмических аномалий в плане связано с направлением преобладающей трещиноватости горных пород.

В ряде случаев возникновение микродеформаций в горных породах могут быть обусловлены естественными геофизическими полями (волнами Рэлея, техногенными акустическими воздействиями и т.д.). В этом случае изменение энергии низкочастотного микросейсмического поля может быть связано с наличием напряжённого состояния горных пород – что наиболее явно проявляется для трещиноватых сред. Это явление позволяет использовать ЛМС не только для контроля гидроразрыва пласта, но и для прогноза зон трещиноватости (то есть при отсутствии искусственного воздействия на пласт).

Метод ЛМС обладает высокой помехоустойчивостью. Ниже приводится сравнение результатов регистрации микросейсмических событий тремя методами при разных отношениях сигнал-шум.

Задачи, решаемые методом ЛМС

Воздействия, вызывающие нарушение равновесного напряженно-деформированного состояния горных пород могут быть обусловлены как природными факторами (приливно-отливные процессы, изменение давления на поверхности Земли, тектонические процессы...), так и являться следствием антропогенного воздействия человека (миграция флюида в результате разгерметизации межпластовых покрышек или подземных объектов, проведение ГРП и т.п).

В зависимости от этого метод ЛСМ может применяться для решения широкого круга задач, в том числе:

- Мониторинг гидроразрыва пласта;
- Мониторинг распространения зон влияния при закачке промстоков в пласт-коллектор;
- Мониторинг выявленных техногенных скоплений флюида;
- Мониторинг герметичности подземных объектов, как горной выработки;
- Определение преобладающего направления трещиноватости

Примеры работ ЛМС

Мониторинг закачки промстоков в Астраханской области.

Определение преобладающего направления трещиноватости

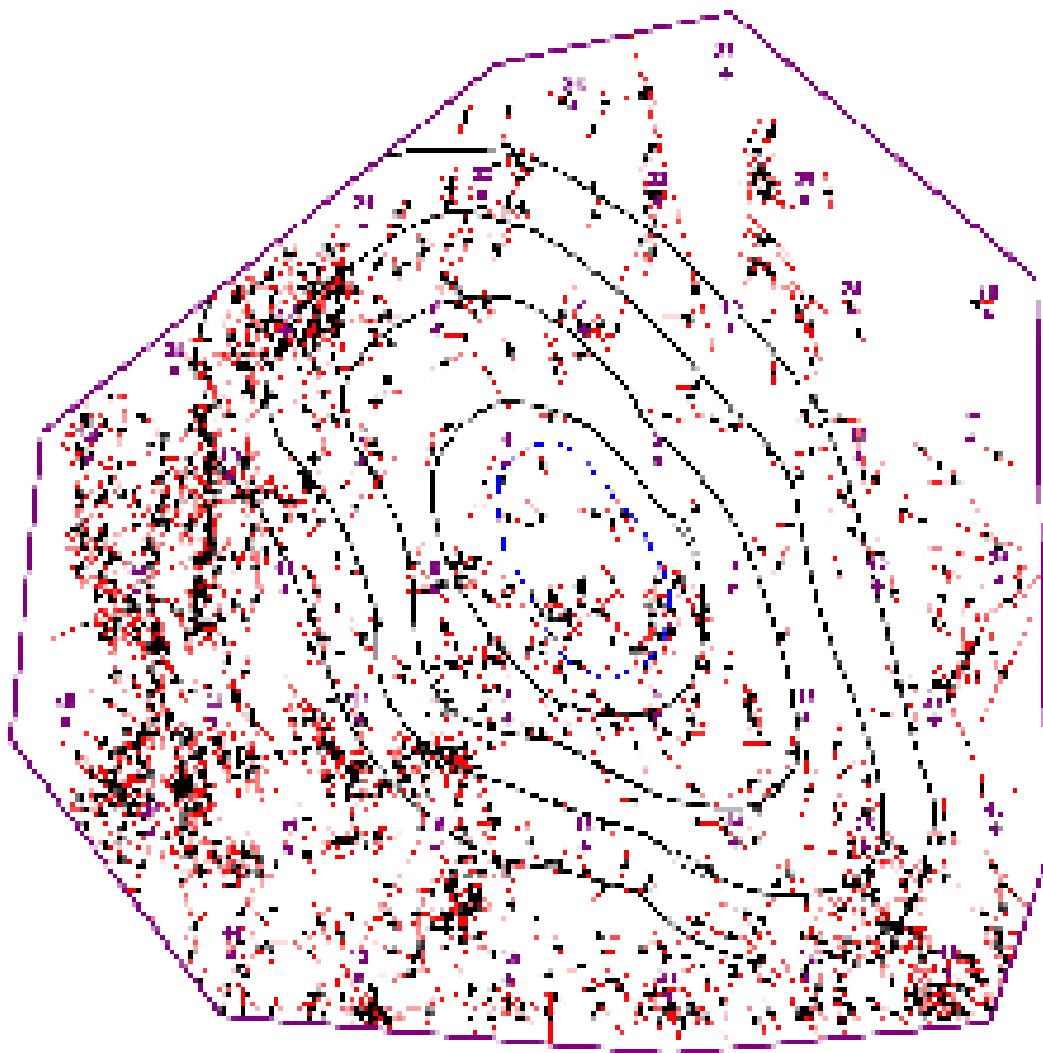
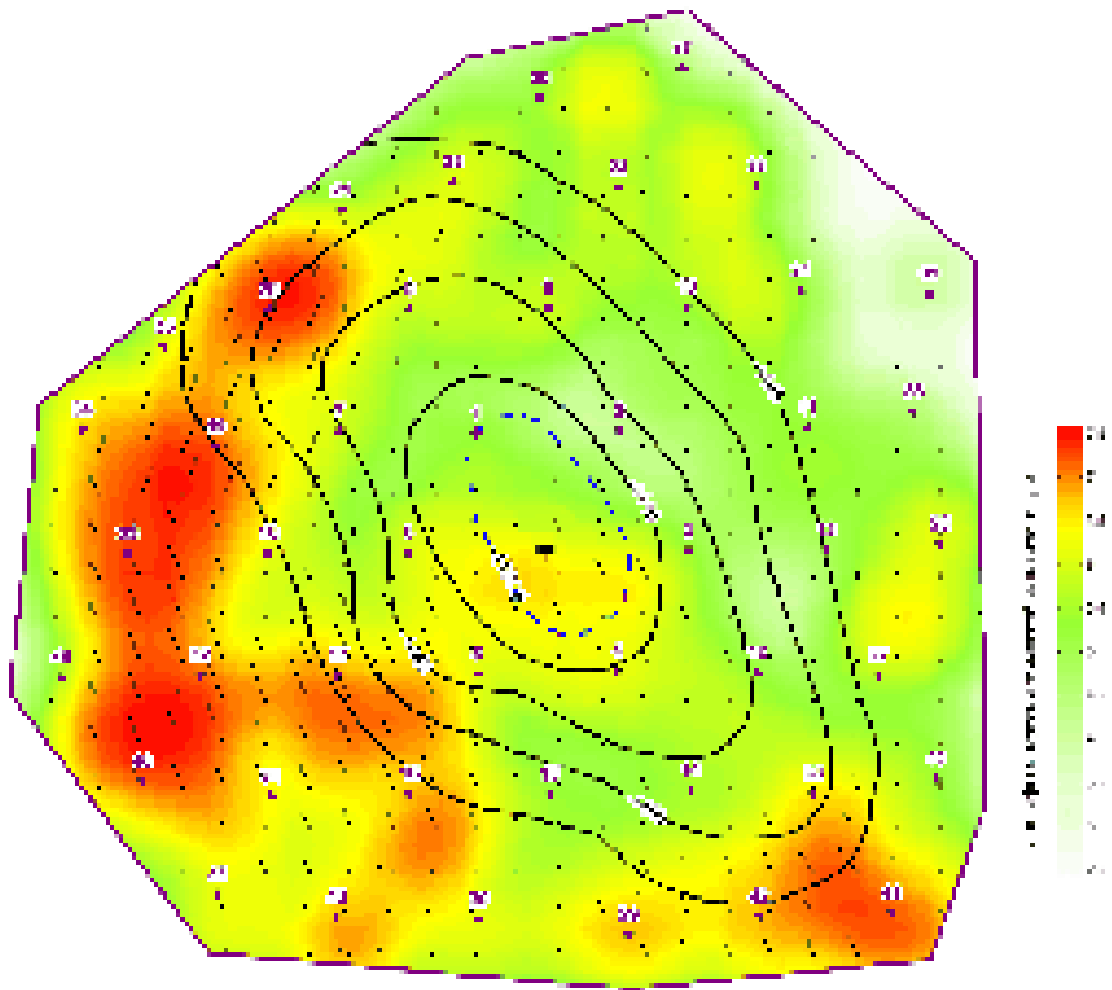


Рис. 1. Карта мониторинга закачки промстоков



Контурная карта значений $\sigma_{\text{ср}}^2$ по результатам
 измерений в процессе проведения работ

Опыт выполнения работ методом ЛМС

Применяемое оборудование

При проведении полевых работ ПММ используются аппаратные комплексы, состоящие из сейсмоприемников и регистраторов.

В качестве сейсмоприемников используются высокоточные трехкомпонентные сейсмометры LE-3D/5s, а так же СМЕ 4311.

Для записи снятых акустических сигналов используются регистраторы «Дельта», а так же регистратор «Scout».

Имеющееся оборудование позволяет проводить полевые работы круглогодично.

Широкополосный Сейсмометр СМЕ-4311



Особенности:

- Высокочувствительный широкополосный сейсмометр
- Низкий уровень шумов
- Компактный размер
- Небольшой вес
- Оптимален для полевых измерений
- Малое потребление
- Простая установка
- Не требует арретирования и центрирования массы
- Устойчив к частым сменам места наблюдения
- Полоса частот 0,0167 (60 сек) - 50 Гц
- Чувствительность 2000 В/(м/с)
- Температурный диапазон до -40°C
- Дифференциальный выход с размахом ± 15 В
- Допустимый угол наклона от вертикали при установке до 15°

Спецификации СМЕ-4311	Конфигурация Три ортогональных оси чувствительности -
Вертикальная, Север, Восток	Чувствительность 2000 В/(м/с) или по спецификации заказчика
Максимальный входной	сигнал 5 мм/с
Полоса частот	стандартная
расширенная	0,0167 (60 сек) – 50 Гц
0,0083 (120 сек) - 50 Гц	Размах выходного
напряжения ± 15 В, дифференциальный выход	Выходное
сопротивление 1000 Ом	Динамический диапазон
на 1 Гц 123.5 Дб	Интегральный шум в полосе
0,0167 (60 сек) – 50 Гц	0,1 (10 сек) – 20 Гц
35.6 нм/сек (71,2 мкВ)	9 нм/сек (18 мкВ)
Паразитная межосевая	чувствительность -60 Дб
Нелинейность на 1 Гц 0.5%	Температурный

диапазон	Стандартное исполнение -12 оС - +55оС
Низкотемпературное исполнение -40 оС - +55оС	Номинальное
напряжение питание	10.5 .. 30 В (номинально 12В) однополярное от
неизолированного источника	Номинальное
потребление*	27 мА - стандартное исполнение,
8 мА - малопотребляющее (9,5 .. 16 В)	Время до начала
получения данных после	включения
15 - 45 минут	Арретирование,

Регистратор сейсмических сигналов «Дельта 03»

Регистратор сейсмических сигналов «Дельта 03» предназначен для автоматической регистрации сейсмических сигналов от естественных и искусственных источников сейсмических колебаний, включая проведение региональных сейсморазведочных работ и сейсмомикрорайонирования.

Обеспечивает возможность построения геофизических разрезов на глубине в несколько километрах

Кроме того, регистратор предназначен в качестве стационарной сейсмологической станции с регистрацией данных на съемном Flash-диске большой емкости и передачей данных на персональный компьютер для анализа и регистрации в реальном масштабе времени.



Количество каналов	4 или 8
Мгновенный динамический диапазон	130 Дб
Диапазон регистрируемых частот	0,05 ... 7,5 Гц; 0,05 ... 15 Гц; 0,05 ... 30 Гц; 0,05 ... 60 Гц; 0,05 ... 120 Гц; 0,05 ... 240 Гц
Коэффициент нелинейных искажений	0,001%
Уровень шумов, приведенных ко входу в полосе 7,5 Гц	0,009 мкВ
Поканальное усиление сигнала	0; 12; 24; 36 дБ
Емкость АТА Flash-диска	до 32 Гб
Напряжение питания	9 .. 27 В

Потребляемая мощность	1 Вт или 1,4 Вт
Диапазон рабочих температур	-40°C ... +60°C
Габаритные размеры	257x169x61
Масса	1,3 кг
Нестабильность опорного термостированного генератора	$2 \cdot 10^{-7}$
Установка и проверка точного времени	по GPS автоматически
Подстройка частоты	по GPS автоматически