

GD01

## The Solution of Geological and Technological Tasks in the Oil and Gas Industry by Modern Methods of Low Frequency Passive Seismic

E.V. Biryaltsev\* (Gradient JSC), D.A. Ilinskii (Geonod), D.V. Ponomarenko (Octopus), V.A. Ryzhov (Gradient), S.A. Feofilov (Gradient), V.N. Khailovskii (Octopus), N.Y. Shabalin (Gradient) & I.R. Sharapov (Gradient)

### SUMMARY

---

In the report, we explain the geophysical causes of variations in the spectrum of natural microseisms. We describe the mathematical methods of extracting information from microseismic fields about geological structure, including the presence and position of hydrocarbon deposits. We present examples of solving different geological and technological problems of the oil and gas industry by microseismic methods both onshore and offshore

## Решение геологических и технологических задач в нефтегазовой отрасли методами современной пассивной низкочастотной сейсморазведки

*Е.В. Биряльцев\** (ООО Градиент технолоджи), *Д.А. Ильинский* (ЗАО Геонод), *Д.В. Пономаренко* (ЗАО Октопус), *В.А. Рыжов* (ЗАО Градиент), *С.А. Феофилов* (ЗАО Градиент), *В.Н. Хайловский* (ООО Октопус), *Н.Я. Шабалин* (ЗАО Градиент), *И.Р. Шаранов* (ЗАО Градиент)

### Введение

Длительные наблюдения естественного микросейсмического поля на группе высокочувствительных датчиков позволяют получить информацию о некоторых характеристиках геологической среды на площади наблюдения. Известно (Арутюнов и др., 2005), (Biral'tsev et al, 2008), что вариации спектра естественных микросейсм несут информацию о наличии в разрезе залежей углеводородов. Показано также, что из пассивного микросейсмического поля можно извлечь информацию о геологическом строении Warpenaag et al, (2003).

### Сущность методов низкочастотной пассивной сейсморазведки.

Как показал Warpenaag et al, (2003) взаимная корреляционная функция наблюдений пассивного микросейсмического поля на двух датчиках стремится, с увеличением длительности наблюдений, к отклику среды на активное воздействие, т.е. теоретически мы можем заменить источник (взрыв, вибратор) на пассивный датчик. При наличии в среде контрастного слоя, как по акустической жесткости, так и по коэффициенту затухания (добротности), между дневной поверхностью и данным контрастным слоем возникают кратные волны, которые входят в общий отклик среды. Кратные волны усиливают спектральные компоненты отклика на частотах, кратных обратному времени пробега, для представляющих практический интерес случаев — это диапазон ниже 10 Гц.

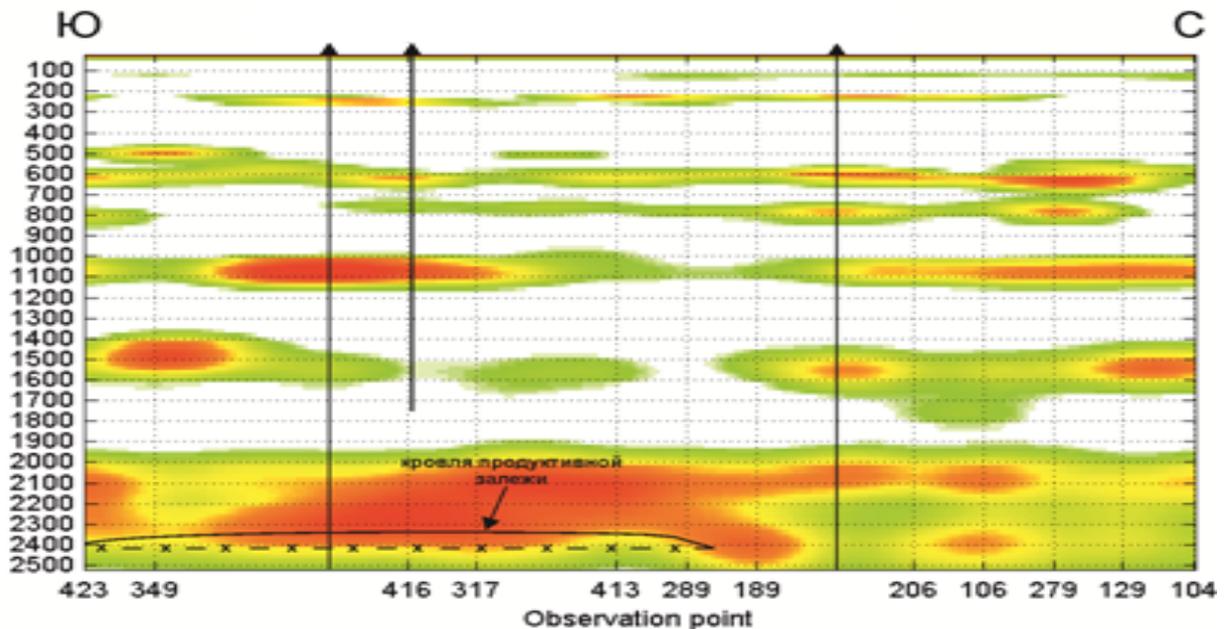
Вычислительные эксперименты показывают, что при достаточной контрастности слоя практически обнаруживаемое изменение спектра (от нескольких процентов), возникает при мощности контрастного слоя от нескольких метров и более. Залежи углеводородов, линзы с аномально высоким пластовым давлением (АВПД) и некоторые другие объекты обладают достаточной контрастностью и мощностью для изменения спектральных характеристик отклика. Положение их по глубине может быть определено по положению максимумов на частотной шкале, а мощность и контрастность — по амплитудам соответствующих частотных максимумов.

При незначительной мощности данных объектов их наличие или отсутствие практически не влияет на общее время пробега до более глубоко залегающих объектов, что позволяет выявить и дифференцировать по глубине несколько объектов. Анализ отклика среды, получаемого из наблюдений пассивного микросейсмического поля, позволяет выявлять контрастные объекты на глубинах от нескольких десятков метров до нескольких километров, определять их акустические характеристики и оконтуривать их при наличии соответствующей сетки наблюдений.

Для минимизации времени наблюдения данный метод требует широкополосных датчиков с низким уровнем собственных шумов. Современные сейсмические приборы позволяют проводить такие исследования в промышленных масштабах как на суше, так и на море. Метод имеет обширный опыт применения на суше с подтверждаемостью прогноза около 85%, а также протестирован в условиях водоемов с автономными широкополосными донными датчиками. Данное тестирование показало готовность приборной и методической базы к промышленным морским исследованиям.

## Примеры

В зависимости от решаемой задачи и применяемой схемы наблюдений результаты работ могут быть представлены в виде карт по целевым горизонтам, разрезов или 3-D сеток. На Рисунке 1 представлены типичные результаты пассивной низкочастотной сейсморазведки в виде разреза. На глубине 2000-2200 метров находится основной продуктивный горизонт, в пределах которого хорошо выделяется газоконденсатная залежь. Выше продуктивного горизонта выделяются несколько контрастных объектов, которые в данном геологическом разрезе представляют собой небольшие скопления углеводородов естественного или техногенного генезиса.



**Рисунок 1** Типичный результат пассивной низкочастотной сейсморазведки, представленный в виде разреза.

## Выводы

Пассивная низкочастотная сейсморазведка позволяет выделять в разрезе контрастные по акустическому импедансу или коэффициенту затухания геологические объекты, такие как скопления углеводородов или линзы с АВПД. Данная информация может быть использована для выявления и оконтуривания залежей УВ; скоплений придонных газов; прогнозирования наличия флюидонасыщенных зон, в том числе с АВПД для снижения рисков при бурении; мониторинге разработки, и решения других геологических и технологических задач.

## Библиография

Арутюнов, С. Л., Сиротинский Ю. В., Сунцов А. Е. и др., АНЧАР технология инфрасейсмической разведки на нефть и газ на суше и море, Нефтяное хозяйство, 2005, 6, 52

Birialtsev, E., Eronina, E., Shabalin, N., Rizhov, D., Rizhov, V., Vildanov, A. Experience in Low-Frequency Spectral Analysis of Passive Seismic Data in Volga-Ural Oil-Bearing Province, INTERNATIONAL PETROLEUM TECHNOLOGY CONFERENCE (IPTC), DOHA, 2009

Wapenaar, Kees Synthesis of an inhomogeneous medium from its acoustic transmission response GEOPHYSICS, VOL. 68, NO. 5 (SEPTEMBER-OCTOBER 2003); P. 1756–1759.