

Взгляд через зеркало... Seeing through a looking-glass ...

Dag O Larsen¹, Geysir Petroleum, предложил свой комментарий к статье, озаглавленной 'Seeing through a glass, darkly: strategies for imaging through basalt' авторов Jennifer Maresh и Robert S. White опубликован в First Break, 23, 5, 27, 32, 2005. Ответ авторов опубликован ниже.

В статье Maresh и White рассматривается проблема построения изображения в базальтовых породах с помощью сейсмических данных. Если заново записать их аргументы и оставить без внимания большую научную часть, то получилось бы следующее определение проблемы:

У ваших соседей вечеринка. Они кричат, танцуют под ревущую музыку. Высокий женский вокал может быть отчетливо услышан, и вы без труда разбираете музыку. Однако Вы должны пойти лечь спать, Ваш менеджер как всегда ждет от Вас максимальной отдачи на работе завтра. Поэтому вы засовываете резиновые затычки в уши, как это делаете при межконтинентальных перелетах, и ложитесь в постель.

То, что вы сделали, по-научному называется фильтр высоких частот. Абсолютно то же самое делают лавовые толщи с сейсмическим сигналом.

Maresh и White предлагают использовать низкочастотные сигналы для преодоления влияния лавовых последовательностей. Аргументы кажутся убедительными, однако эффект будет таким же, как и в случае с Вашей попыткой уснуть, лежа в кровати, с затычками в ушах, что Вы никак не сможете сделать, так как будете слышать басы и низкие частоты музыки соседей отчетливо и громко. Лежа в постели и слушая низкочастотные сигналы, Вы очень расстроитесь, что не узнаете, какая песня сейчас играет, так как для этого не достает определяющих высоких частот.

Saga Petroleum провела эксперимент, согласно утверждениям Maresh в середине 90х годов. Использовалась специально разработанная съемка для эффективной регистрации низких частот и коса длиной 18м (если мне не изменяет память). Так как компании больше не существует, я не могу проиллюстрировать и подтвердить свои аргументы, однако поверьте мне, у нас есть низкие частоты из-под базальтов. Ну и что? Мы не могли использовать их для разведки, мы просто получили несколько инструментов оркестра, а он нам нужен полностью, чтобы разобрать музыку.

Моя компания Geysir Petroleum, работающая в Исландии в нефтяной отрасли по лицензии на площадь Фароес, сильно заинтересована в любых дискуссиях по этой проблеме, которые могут помочь в построении изображения под базальтами. И я сильно надеюсь, что Maresh и White докажут мне, что я ошибаюсь.

Ответ Maresh и White

Мы благодарны Dr Larsen за его подходящую аналогию между экранным эффектом базальтов при распространении сейсмической энергии и способом подавления высоких частот с помощью затычек для ушей. Позвольте нам предложить технологическое решение, которое помогло бы ему с его проблемой шумных соседей: вместо того, чтобы использовать пассивные затычки для ушей, которые используются при международных перелетах, приобретите пару шумоподавляющих наушников. Технология действительно работает (это изобретение предложено в Кембридже). Мы еще вернемся к возможности решения проблемы экранного эффекта базальта.

larsen@sagex.no

А прежде позвольте нам представить другую аналогию. Полным ходом идет сессия в нашем университете и RSW следят за сдачей экзаменов по геофизике. За несколько недель до экзаменов студенты часто приходили к нему в панике, говоря, что они не смогут выдержать экзамен, так как не обладают достаточным количеством знаний. Он говорит им, что единственный надежный способ прорваться на экзамене – вообще ничего не писать на экзаменационном листе. Когда наступает решающий момент, студенты действительно пишут что-то и за некоторым исключением, этого достаточно для того, чтобы доказать свои знания и получить степень. Также как и в этом примере, если мы сдадимся перед проблемой экранного эффекта базальтов, то не стоит беспокоиться: мы ничего не будем иметь в конце. Однако интереснее было все же попробовать решить ее.

Мы ничего не можем сделать с физическими свойствами базальтов, из-за которых происходит сильное затухание высоких частот. Но мы можем изготовить источники и приемники таким образом, чтобы регистрировать максимальный дозволенный частотный диапазон, что и было описано в нашей статье. Несмотря на то, что мы запускаем, а затем регистрируем некоторую энергию (упругую волну), проходящую через базальт и обратно, мы конечно же не можем узнать всю информацию о среде, однако давайте сфокусируемся только лишь на той информации, которая у нас есть.

Будут эти результаты когда-нибудь использоваться для разведки? С нашей точки зрения будут. Для начала мы можем более умно распоряжаться энергией, которая возвращается назад. Обработка в традиционной сейсмике использует лишь часть регистрируемой информации: в общем случае мы отбрасываем максимальные оффсеты, суммируем трассы вдоль простых траекторий и работаем с немногим больше, чем временная корреляция горизонтов. Нам следует делать значительно больше. Большие оффсеты содержат информацию о скоростном поле: если мы сможем правильно ее использовать для томографии и волновой инверсии, то нам удастся детально описать строение среды. Значительно более детально, чем это делается в настоящее время. Если мы сможем задействовать S-волны, то это даст нам независимые измерения скоростей и толщин слоев и привязку к их физическим свойствам, содержанию флюидов, включая нефть и газ. Это нельзя добиться при использовании только лишь P - волн. Кроме того, интерпретация поперечных волн поможет повысить разрешенность записи P - волн, так как их скорость значительно ниже скорости продольных волн. Это могло бы сыграть значительную роль при попытках преодолеть экраный эффект базальта, который пропускает энергию лишь ограниченного частотного диапазона. Так мы могли бы получить удвоенное разрешение продольных волн для данной частоты, если бы смогли использовать поперечные волны, которые претерпели обмен на границе фундамент-базальт. Таким образом, у нас есть новая технология для разведки.

В 2002 мы отстреляли профиль над тонким базальтовым пластом, используя низкочастотные источники и приемники. При этом даже обработка данных по прямой p-волне дала очень интересное сейсмическое изображение и привязку скоростей под 2000м базальта (Spitzer, R., White, R.S. & iSIMM Team, 2005, Advances in seismic imaging beneath basalts: a case study from the Faroe-Shetland Basin, *Petroleum Geoscience*, 11, 147, 156.).

Так как мы разрабатываем все лучшие способы использования регистрируемой сейсмической информации и учитываем S-волны, то у нас нет сомнений, что мы сможем улучшить положение дел. Кроме того, большую пользу может дать комплексирование с сейсмикой различных методов таких, как гравиразведка, магниторазведка и электромагнитное зондирование.

Вспомните, что наиболее значимые нефтяные месторождения были открыты в прошлом веке при энергии сейсмических частот намного ниже, чем хотелось в то время.

Мы хотим построить изображение слоев 10 м толщины, для которых частоты 150 Гц и выше действительно необходимы. Земля не разрешает нам сделать это. Но даже с более низкими частотами и часто неясным изображением было открыто огромное количество богатейших залежей. Сейсморазведка стремительно развивается, мы изобретаем более сложные и умные алгоритмы и разрабатываем все более мощные компьютеры. Поэтому не будем сдаваться: несчетное число наших возможностей еще не исследовано. Мы можем с уверенностью сказать лишь то, что ничего не получится лишь в одном случае: когда даже не пытаешься что-то сделать.