

## Опыт по получению и обработке много азимутальных морских данных. Experience with towed streamer multi-azimuth processing and acquisition

Chris Page,<sup>1\*</sup> Roald van Borselen,<sup>1</sup> Eivind Fromyr,<sup>1</sup> Jim Keggin,<sup>2</sup> Ted Manning,<sup>2</sup> и Walter Rietveld<sup>2</sup>

### Введение

Получение много азимутальных данных с буксируемой косой - методика, с помощью которой традиционные морские трехмерные сейсмические съемки проводятся в нескольких определенных направлениях и затем объединяются некоторым способом для получения лучшего изображения. Метод, описанный здесь, вызвал некоторые обсуждения в литературе, например, Keggin и другие. (2006), Page и другие. (2006), и показывает растущий интерес, особенно для областей низкого соотношения сигнал-помеха.

За эти годы тот этот метод существует, установились некоторые стандартные способы и процедуры обработки, которые и обсуждаются здесь с примерами по шести-азимутальным съемкам площади Raven, из дельты Нила, Египет, предоставленными компанией BP.

### Почему много-азимутальные исследования?

Один важный момент при рассмотрении много азимутальных данных - способность доказать, что это работает. Практически, сравнения между одним и двумя азимутами вообще показывают улучшение

немного выше, чем получается при увеличенной кратности. Рисунок 1 обобщает результаты съемки Raven, когда сравниваются один и шесть азимутов. Rietveld и другие (2006) показали, что именно азимутальные различия, а не кратность является причиной улучшения качества (см. также Rietveld. в этом выпуске).

Улучшения, заметные на практике, относятся к освещенности и подавлению кратной дифракции. В случае освещенности, теория заключается в том, что из-за различных пластов-покрышек, трасса, получаемая на неком удалении, подвергается различным изгибам луча, в различных направлениях; это в свою очередь дает различные положения целевого горизонта. Рисунок 2 показывает изучение освещенности в реальной 3D модели и интерпретируемый целевой горизонт. Здесь мы изучаем число попаданий луча при исследовании для специфических направлений, используя реальную геометрию съемки, демонстрируя чувствительность освещенности к азимуту. В более сложных скоростных режимах, например, близко к солевой интрузии, изменения в освещенности могут иметь более существенными. Цель состоит в том, чтобы объединить данные, чтобы получить лучшую освещенность всех азимутов.

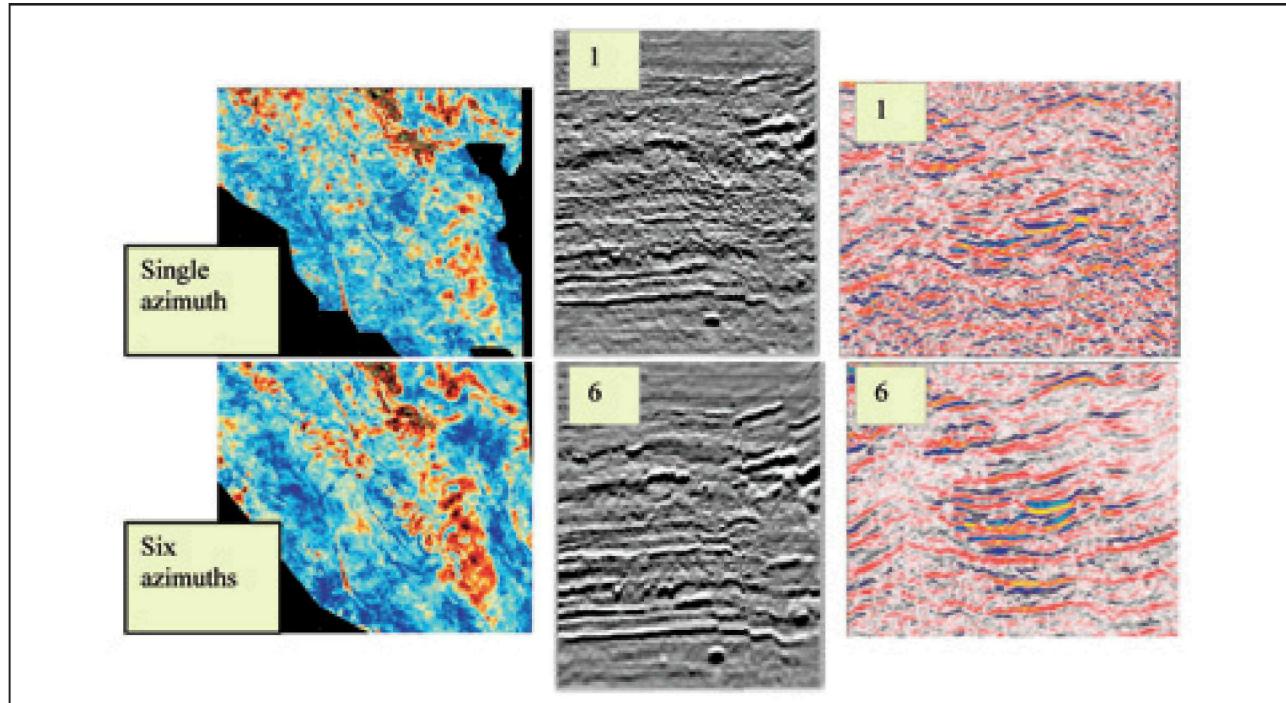


Рисунок 1 Сравнение между 1 и 6 азимутами, съемка Raven.

<sup>1</sup>PGS.

<sup>2</sup>BP.

\* Адрес автора; E-mail: Chris.Page@pgs.com.

Подавление кратных отражений много-азимутальным суммированием показано на рисунке 3. Здесь исходные и дифрагированные отражения изображены в трехмерном виде, и их отклик на различные азимуты показан после суммирования. Можно отметить, что, в то время как исходное изображение конструктивно, кратные помехи затухают.

### Получение данных

Многоазимутальные исследования нуждаются в условии, чтобы трехмерная съемка была зарегистрирована несколько раз в различных направлениях. На практике оказывается, что можно немного сэкономить, понижая эти затраты, как описано ниже:-

#### Стоимость одного выхода в поле

Когда выбор сделан, какое количество азимутов «*n*» выполнять за один раз, общая стоимость умножается на меньше чем '*n*' из-за того, что требуется только один выход в поле.

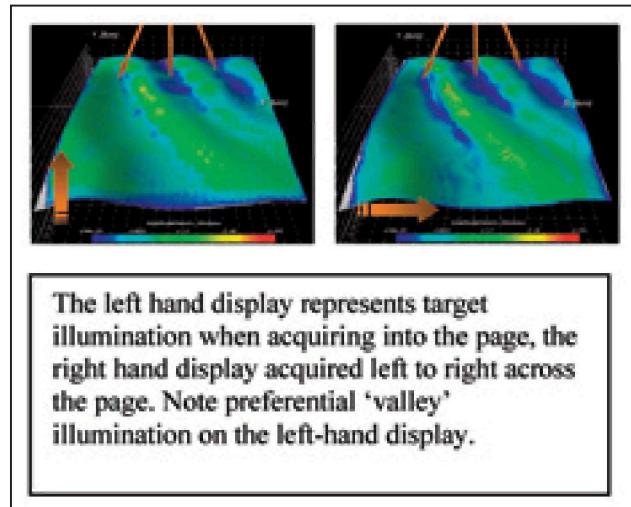


Рисунок 2 Освещенность.

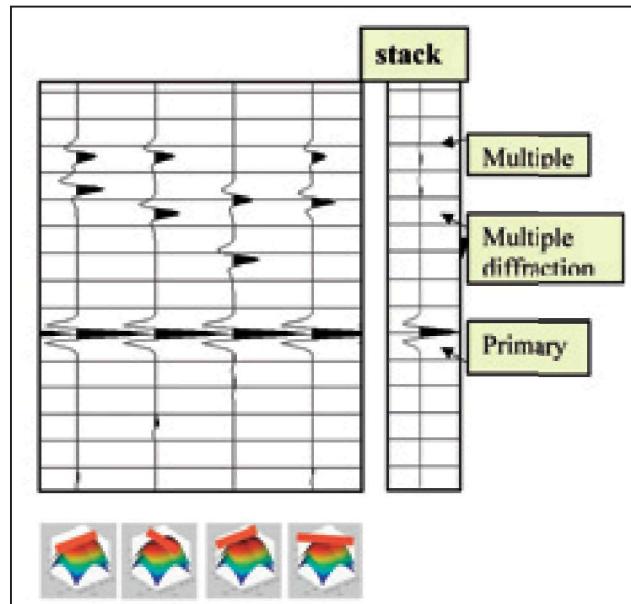


Рисунок 3 Суммирование кратной дифракции.

#### Уменьшения простоя из-за непогоды

Поскольку климатические условия ухудшаются, помехи на море обычно прерывают исследования, пока волнение не спадает. Помехи на море – часто имеют направление чувствительности и представляется возможным, для увеличения времени регистрации, использовать переменный азимут. Экономия времени простоя на 5 % из-за погодных условий была отмечена для съемки Raven.

#### Оптимальная расстановка

Развороты судна могут занимать много времени, особенно с длинным кабельным оборудованием. С многоазимутальным подходом появляется возможность оптимизировать повороты, накапливая азимуты, чтобы снизить время поворота.

#### Уменьшение полевых отстрелов

При обработке многоазимутальных данных отбираются 'чистые' азимутальные амплитуды в пределах допустимых отклонений в направлении отстрела. Трассы с большим азимутом, например минимум/максимум кабельных соотношений 'заменяются' значениями других азимутов. Ближайшие трассы с 60° азимутами от данного направления расстановки заменяются на ту же самую пару источник / приемник из съемки, полученной в 60° которая иллюстрируется на Рисунке 4.

Рисунки 5-8 – кратность перекрытия, показанные для трех близких групп выноса. Рисунок 5 показывает «дырки» после удаления больших азимутов от съемки 90°. Рисунки 6-8 показывают увеличенный вклад других азимутов съемки. Все графики - без заполняющих отстрелов, все азимуты трасс - в пределах допуска в 15° от 90°. Статистика получения данных для этой съемки указала, что заполнение сократилось с 30 до 15% по одно-азимутальной съемке, полученной используя те же самые критерии заполнения.

Другие факторы, которые дают положительный эффект много азимутальных съемок, включает высокую эффективность

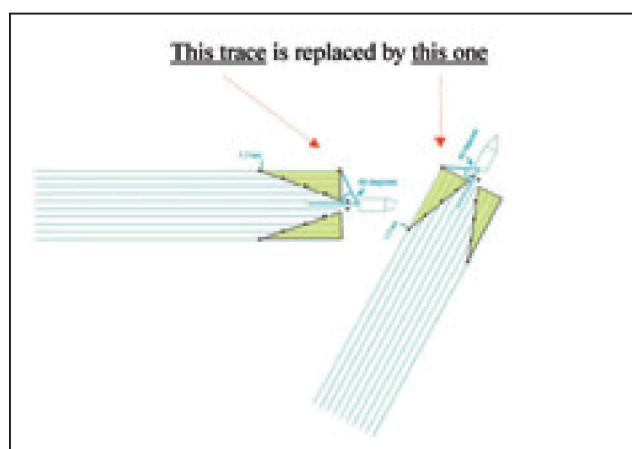


Рисунок 4 Минимум/максимум кабеля на съемке 90° (отмеченные красным), имеют азимут 120°. Однако, та же самая трасса, полученная для 120° имеет азимут 90 градусов. Все трассы в желтых треугольниках (больше чем 15 градусов отклонение азимута) заменены в этом случае как часть процедуры бинирования.

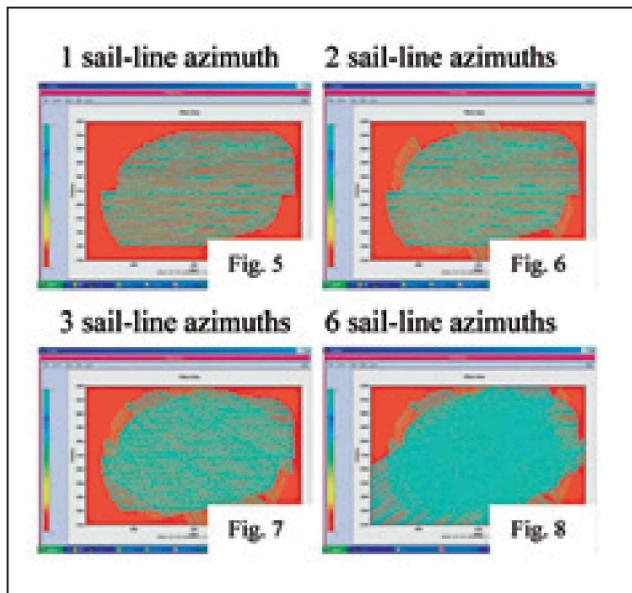


Рисунок 5, 6, 7, 8 Покрытие ближних трасс для азимута 90° источник/приемник, 15° волнение

кабелей, встроенное бинирование, бортовую навигацию для изменения и сохранения получаемой базы данных, и встроенный QC, модернизированный, для контроля всего перечисленного.

## Обработка

### Обработка

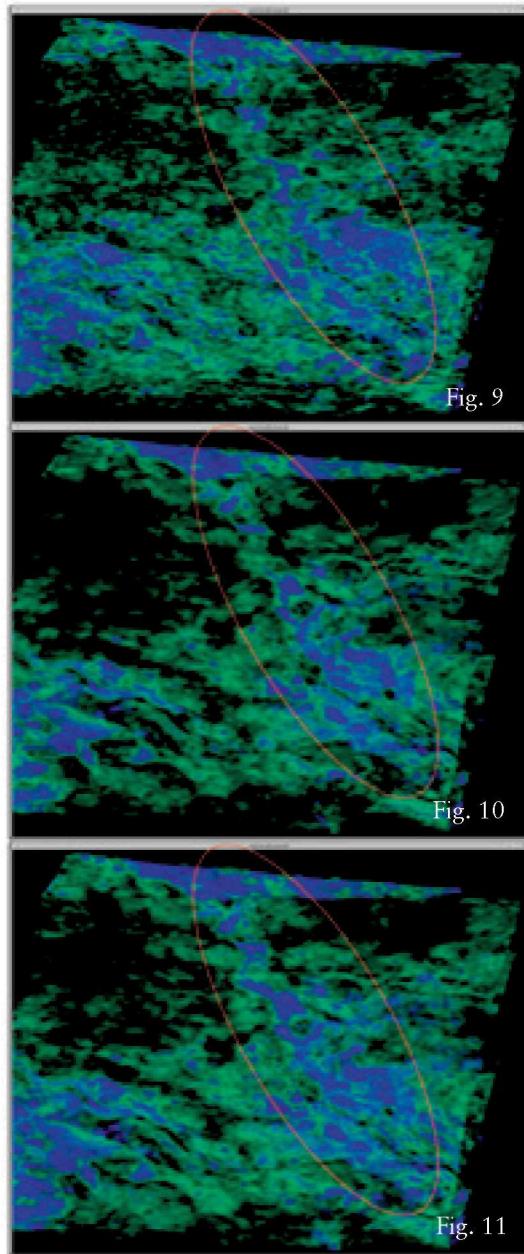
Большинство морских многоазимутальных съемок буксируемыми косами до последнего времени обрабатывались с похожим графиком обработки:

1. Предварительная обработка каждого азимута отдельно.
2. Миграция до суммирования каждого азимута с одним скоростным законом.
3. Остаточная высоко плотностная коррекция скоростей (Азимутальная коррекция анизотропии не является традиционным подходом и не охвачена в этой статье.)
4. Трим Статика, для корректировки приращения времени сейсмограмм для каждого азимута.
5. Трим Статика для выравнивания каждого азимута.
6. Суммирование всех азимутов совместно.

Тонкости по улучшению этого стандарта включают оптимальное азимутальное бинирование и суммирование. Следующие примеры включают эти два пункта от стадий 2, 5, и 6 выше.

Рисунки 9 - 11 демонстрируют улучшение от единственного азимута до оптимального азимутального суммирования. Каждый представляет собой полностью обработанное суммирование по шести азимутам. Рисунок 9 - полностью обработанный единственный азимут, то есть, что было бы финальным результатом для интерпретации в съемке с единственным азимутом. Рисунок 10 - все шесть азимутов от стадии 6 представленной выше, и Рисунок 11 представляет улучшение от настраиваемого суммирования, для увеличения освещенности (см. статью Reitveld. в этом выпуске для ссылки по оптимальным технологиям суммирования). Эти представления, где кубы отображены в прозрачных цветах, для улучшения представления данных.

© 2007 EAGE



Система канала для одиночного азимута, улучшается после оптимального стэка.

Рисунок 9 Полностью обработанный единственный азимут.

Рисунок 10 Результат суммирования полностью обработанных единственных азимутов.

Рисунок 11 Оптимальный стек полностью обработанных единственных азимутов.

Рисунок 12 представляет пример на стадии 2, то есть предварительная миграция, для каждого азимута. Они показывают азимутальный отклик в каждом направлении. Выделяются изменения в Структуре и освещенности. Обычное суммирование всех азимутов улучшило амплитудную стабильность и пространственную разрешающую способность, несмотря на очевидные структурные изменения. Это, встречается на всех азимутальных съемках.

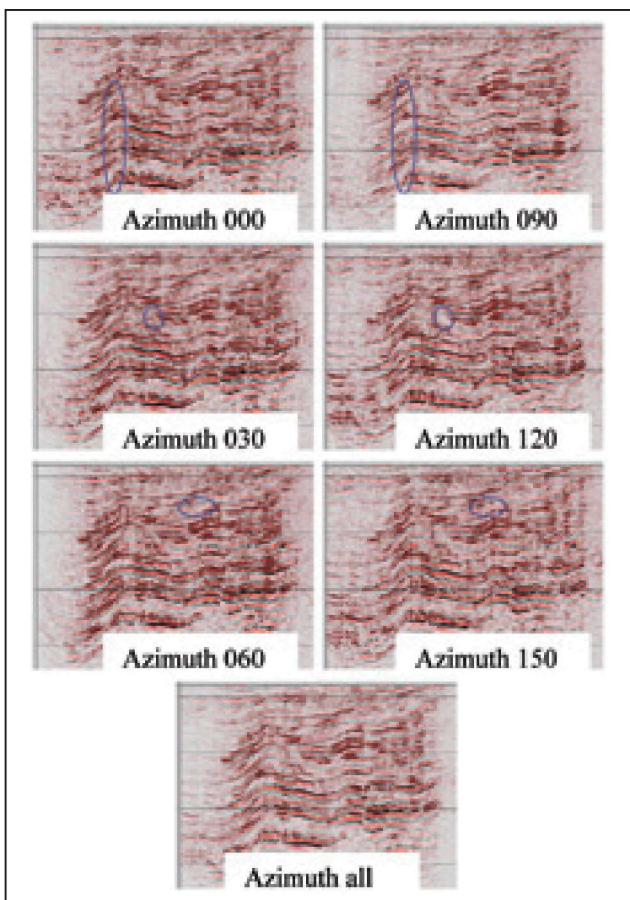


Рисунок 12 Первоначальная миграция от каждого азимута и традиционная сумма. Заметим что, структурные особенности и освещенность, выделены для пар 90 градусов.

Что должно быть отмечено здесь, что эти примеры – миграции до суммирования и большинство других много азимутальных съемок были обработаны вплоть до процедуры глубинной обработки до суммирования. Опыт PGS говорит,

что те же самые заключения могут быть получены по глубинному суммированию.

### Заключение

Большинство примеров много азимутальных данных получено в областях с низким качеством сигнала, как показано в ранее напечатанной работе. Хотя съемка Raven соответствует этим критериям вообще, отдельные примеры, показанные здесь имеют важное значение, увеличивая диапазон типов данных, к которым можно применять многоазимутальную методику.

Как итог:-

1. Много азимутальные морские исследования «созрели» до эффективной методики обнаружения коллекторов в областях, с плохими данными.
2. Совершенствуется методика получения данных много азимутальных морских исследований с буксируемыми косами, улучшая качество конечного результата.
3. Обработка много азимутальных данных разработала ключевые методы, как пример, для использования максимального преимущества азимутальной освещенности.
4. Вообще, многоазимутальные результаты помогают улучшить соотношение сигнал-помеха по традиционной съемке с одним азимутом.
5. Поскольку много-азимутальные исследования применяются, как добавление к традиционной обработке 3Д, их можно применить для обработки с другими программами, такими как АВО и широкополосная инверсия.

### Литература

- Keggin, J., Benson, M., Rietveld, W., Manning, E., Barley, B., Cook, P., Jones, E., Widmaier, M., Wolden, T., and Page, C. [2006] Multi-azimuth towed streamer 3D seismic in the Nile Delta, Egypt. *76<sup>th</sup> SEG Ann. Mtg.*, 2891-2895. Page, C.  
 Fromyur, E., Borselen, R. van., Keggin, J., Manning, E., and Rietveld, W. [2006] Key aspects of multi-azimuth acquisition and processing. *76<sup>th</sup> SEG Ann. Mtg.*, 2886-2890. Rietveld, W., Keggin, J., Manning, E., Benson, M., Burke, A., and Halim, A. [2006] Multi-Azimuth Streamer Acquisition - Initial data analysis. *76<sup>th</sup> SEG Ann. Mtg.*, SPNA 3.3.