

Сверхплотная сейсморазведка МОГТ-2D в регионах со сложными геологическими и поверхностными условиями

■ Дагаева Н.И., Панченко А.И., ОАО «Ставропольнефтегеофизика», г. Ставрополь

В настоящее время значительная часть сейсморазведочных работ выполняется в регионах с высокоразвитой инфраструктурой и сложными поверхностными и геологическими условиями. Применение стандартных методик сейсморазведки в данных условиях не всегда позволяет решить поставленные геологические задачи. Однако большинство частных и государственных российских нефтегазовых компаний ориентированы на применение стандартных методик сейсморазведки с шагом ПП 25 и 50 метров, что теоретически позволяет решить геологические задачи, но, как правило, не позволяет выделить ловушки сложного экранирования, т.к. сам суммарный сигнал оказывается сглаженным и теряет некоторую долю полезной информации. Наиболее важным фактором является то, что стандартные технологии сейсморазведки, применяемые большинством нефтяных компаний, работающих в России, во многих регионах не способны обеспечить необходимые перспективы развития ресурсной базы. Особенно остро этот вопрос стоит в регионах со сложными геологическими и поверхностными условиями. В то же время, именно от качества и количества собранных сейсмических данных, а также качества их последующей обработки зависит возможность детального изучения строения резервуара и надежность результатов интерпретации.

Учитывая мировой опыт выполнения сейсморазведочных работ в сложных глубинных сейсмогеологических условиях, можно отметить, что значительный прирост результативности исследований дает сверхплотная методика полевых исследований.

Сверхплотные полевые исследования высокоразрешающей сейсморазведки и соответствующая обработка позволяют существенно повысить достоверность и информативность сейсмических материалов для построения детальной модели месторождений, а также повысить достоверность прогноза флюидонасыщения. Все это вместе дает возможность существенно улучшить результативность последующих буровых работ и значительно сократить общие затраты на разработку месторождений.

В сложной экономической ситуации и в условиях низких мировых цен на нефть, относительно высокая цена сверхплотных наблюдений сдерживает их повсеместное применение. Поэтому достижение дополнительных положительных геологических результатов становится определяющим фактором внедрения съемок данного технологического уровня в практику нефтегазописковых работ.

В последние 10 лет за рубежом были опубликованы впечатляющие практические примеры, показывающие неоспоримые преимущества высокоплотной сейсморазведки [1, 2, 3, 4].

Примеры выполнения таких работ можно найти и в России. Так в 2014 г. после завершения опытно-методического этапа, ОАО «Ставропольнефтегеофизика» по заказу ООО «РН-Краснодарнефтегаз» выполнило уникальные сейсморазведочные работы по сверхплотной системе наблюдений в Краснодарском крае. Отдельный интерес представляет тот факт, что данные работы были выполнены в регионе с высокоразвитой инфраструктурой, сложными поверхностными и

геологическими условиями с использованием как вибрационного, так и взрывного способов возбуждения (дублирование профилей).

Данные исследования проводились по следующей методике:

- Sercel 428XL, шаг дискретизации – 2 мс, длительность регистрации – 8 с.;
- Центральная симметричная система наблюдения, число активных каналов – 2101-2201, максимальная кратность – 460, удаление ПП-ПВ min – 0 м, удаление ПП-ПВ max – 6175 м;
- Шаг ПП – 5 м;
- Шаг ПВ – 10 м (профиль 6), 20 м (профиль 7);
- Взрывной источник:
 - бурение скважин для МОГТ-2Д и МСК производилось самоходными буровыми установками УРБ-2А2, смонтированными на шасси автомашины Урал, с промывкой забоя скважины жидкостью;
 - для производственных работ применялись одиночные скважины 22 м., в случае невозможности бурения одиночной скважины (аномальное поглощение бурового раствора, выход на поверхность галечника и др.) применялись группы из 5 скважин по 2-3 м;
 - в качестве ВВ применялись заряды, ТП-200ГК и ТП-400 в качестве СИ – электродетонаторы ЭДС-1. Взрывание зарядов осуществлялось с помощью системы синхронизации взрывов Pelton Shot Pro.
- Вибрационный источник CB27/150K:

- количество источников	- 4 (допускалась доработка смены 3 источниками);
- система управления виброисточников	- Pelton Advance III Vibro;
- вид группирования источников	- линейный, продольный;
- контроль качества вибровозбуждений	- программа «Vib QC-32»;
- тип управляющего сигнала	- ЛЧМ;
- база группирования вибраторов (м)	- 30;
- порядок воздействия	- одновременный;
- количество воздействий на 1 ф. н.	- 8-10;
- частотный диапазон свип-сигнала (Гц)	- 8 – 90;
- длительность свип-сигнала (сек.)	- 16;
- конусность (мсек)	- 300 – 500;

Условия проведения работ показаны на рис. 1



Рис. 1. Размотка оборудования в горных условиях.

Зачастую поверхностные орографические условия не позволяли разложить кабельное сейсморегирующее оборудование, либо требовалось большое количество сейсмических кабелей для обхода какого-либо препятствия. В данных условиях оптимальным явилось использование смешанной конфигурации (кабельная ТСС + бескабельная ТСС). В нашем случае в качестве бескабельной сейсмосистемы была использована бескабельная сейсморегирующая система SCOUT, производства ОАО «СКБ сейсмического приборостроения» (рис. 2).

При многочисленных достоинствах бескабельных сейсморегирующих систем автономного типа, к которым относится система SCOUT [5], их существенным недостатком считается отсутствие оперативного контроля в режиме реального времени за состоянием групп сейсмоприемников, подключенных к



▲ Рис. 2. Приемная расстановка с использованием бескабельной сейсмосистемы SCOUT.

системе (работа группы сейсмоприемников, контроль за состоянием уровня микросейсм, качеством получаемого материала, уровень зарядки батареи модуля). Но сверхплотные системы наблюдения с избыточной плотностью трасс и кратностью наблюдения делают данный недостаток не столь существенным.

Гораздо важнее при применении такой смешанной конфигурации обеспечить получение однородной информации (одни и те же параметры регистрации, одна и та же электроника и те же меры контроля) в одном выходном формате (например, в формате SEG-D). Такие смешанные конфигурации приемных расстановок позволяют выполнять высокопроизводительные и высокоплотные наблюдения и получать более качественные изображения исследуемой геологической среды.

Решение о совместном использовании сейсмосистем Sercel 428XL и SCOUT было принято на основании сравнительного анализа данных, зарегистрированных этими сейсмосистемами. Анализ позволил сделать вывод о том, что совместное применение бескабельной сейсмосистемы SCOUT и кабельной телеметрической системой «Sercel 428XL» в районах, осложненных орографическими

условиями, а также техногенными факторами (ж. д., автодороги, населенные пункты и т.д.) может обеспечить решение проблем, связанных с проведением сейсморазведочных работ в данных районах, и получение качественных изображений исследуемой геологической среды.

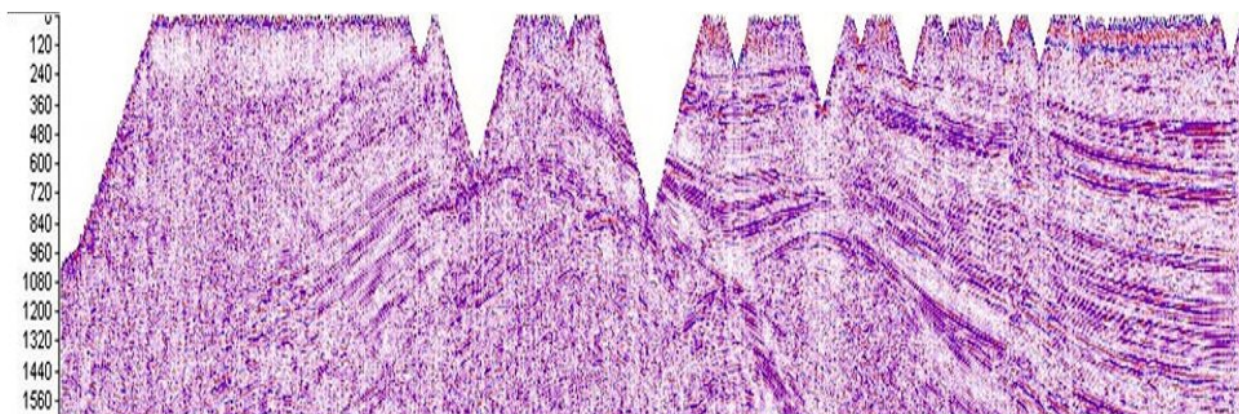
Учитывая, плотную инфраструктуру и предгорные поверхностные условия, выбор источника возбуждения основывался не только из сейсмогеологических параметров, но и из расчета проходимости технических средств. Использование взрывного источника позволило сократить количество пропусков ПВ. Это объясняется тем, что в условиях плотной инфраструктуры (дороги, линии связи, трубопроводы), нефтепромыслов, населенных пунктов, садоводческих хозяйств и пр. - преимущество дает компактный и мощный одиночный источник.

Использование взрывного источника (одиночных скважин) не только сократило количество пропусков, но и обеспечило получение более качественного сейсмического материала.

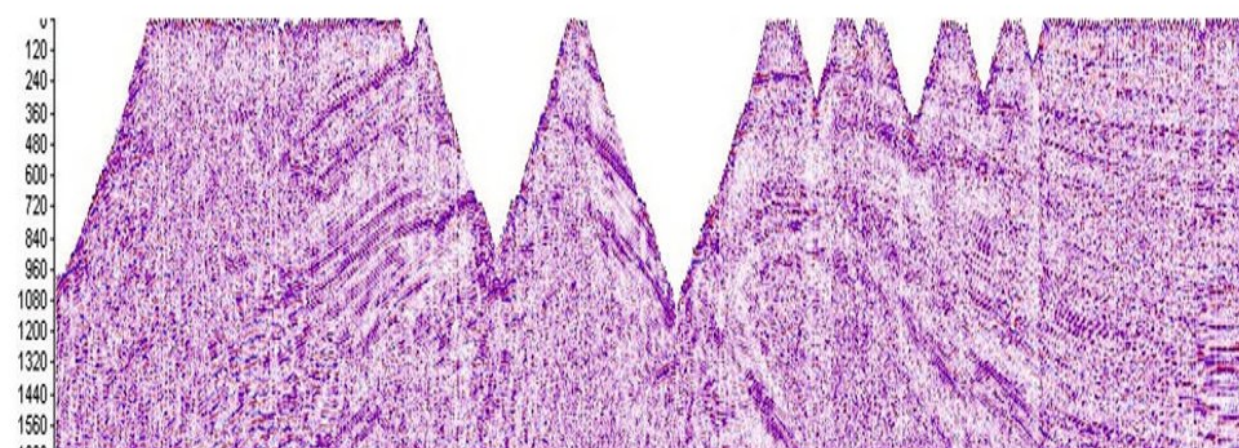
Ниже приведены примеры временных разрезов, полученных взрывным (рис.3) и вибрационным источниками (рис. 4) на одном и том же профиле.

На временном разрезе, полученном вибрационным источником, из-за пропусков ПВ наблюдается провал информативности верхней части.

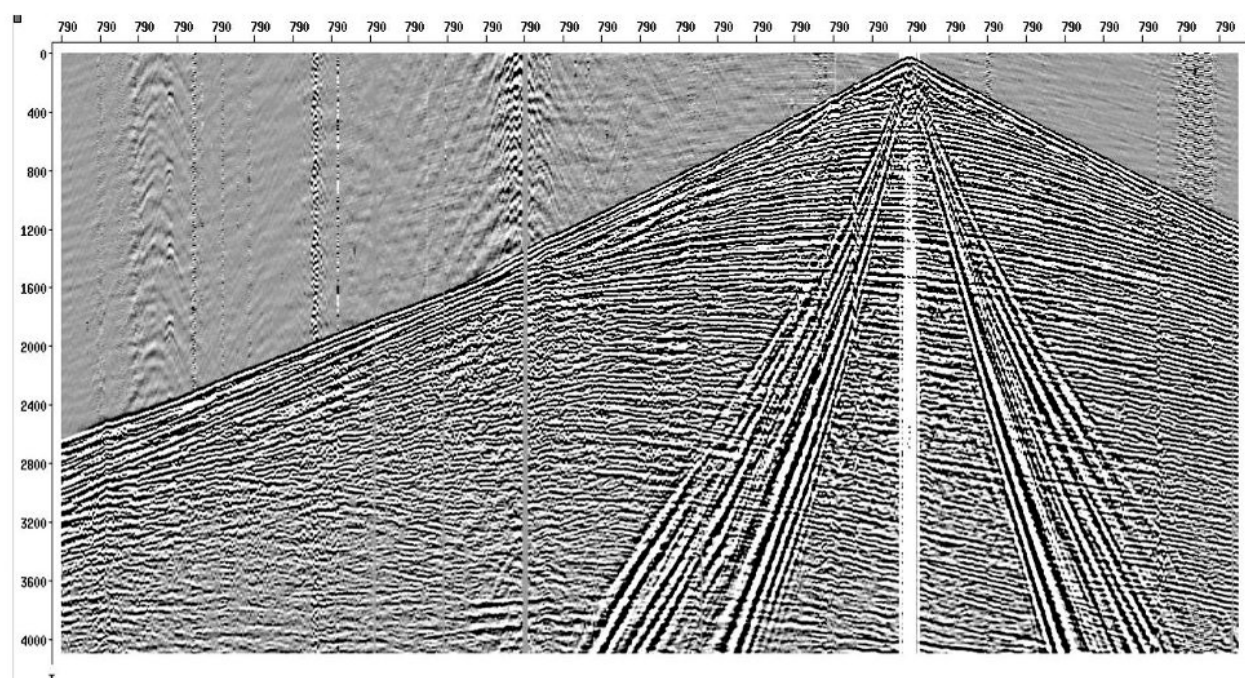
Анализ результатов опытных работ (атрибутивный анализ, анализ спектра записи, анализ прослеживаемости отражений, визуальная оценка и пр.) показали, что выбор взрывного источника лучше и по сейсмогеологическим параметрам записи. Ниже приведены опытные сейсмограммы для взрывного (рис. 5) и вибрационного (рис. 6) источников.



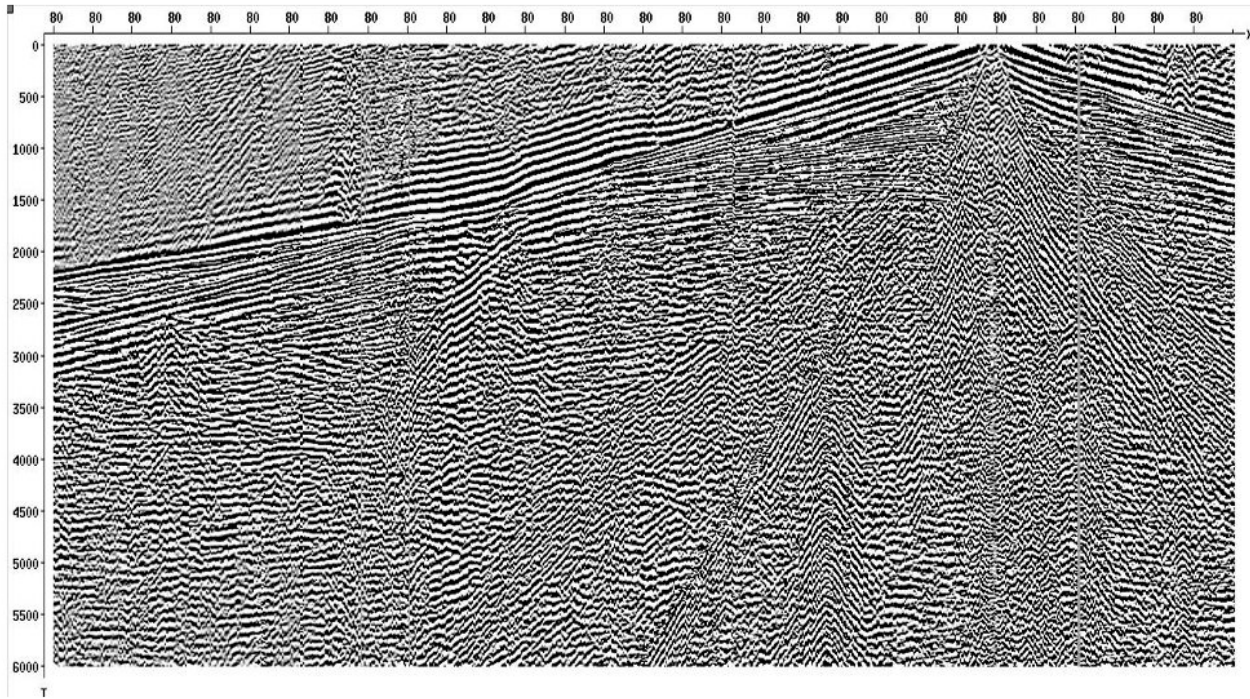
▲ Рис. 3. Предварительный разрез (Взрывной источник).



▲ Рис. 4. Предварительный разрез (Вибрационный источник).



▲ Рис. 5. Пример сейсмограммы: взрывной источник, Н-22 м., Q-2 кг.



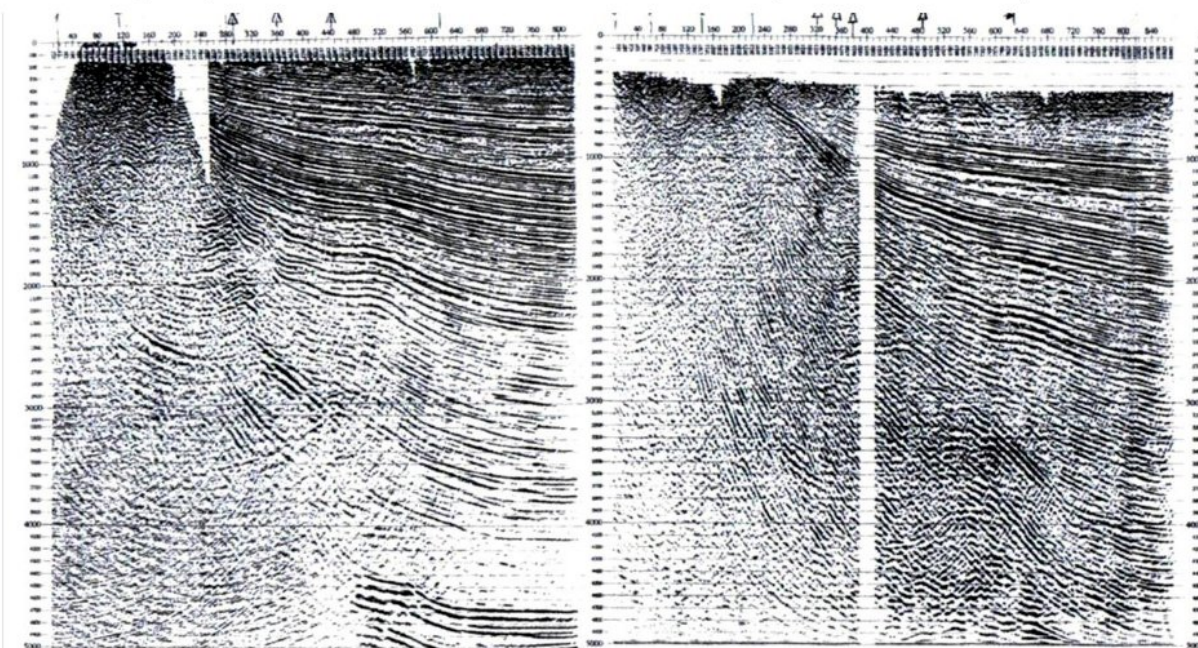
▲ Рис. 6. Пример сейсмограммы: вибрационный источник, 4 виброустановки в линию, 8-90, 16s, 60%.

Использование сверхплотного шага регистрации и плотного шага возбуждения сейсмического сигнала резко повышает информативность данных и позволяет детально выделить и закартировать геологические объекты ранее не имевшие отображения в волновом поле (в условиях геологически сложных районов).

На рисунках 7 и 8 приведены примеры сейсмических волновых полей по материалам МОГТ-2D прошлых лет, а также результаты предварительной обработки по сверхплотным профилям 2014 года.

Из материалов, представленных на рис. 7 и 8, видно, что примененная методика полевых работ обеспечила решение

▼ Рис. 7. Примеры сейсмических волновых полей по материалам МОГТ-2D прошлых лет.



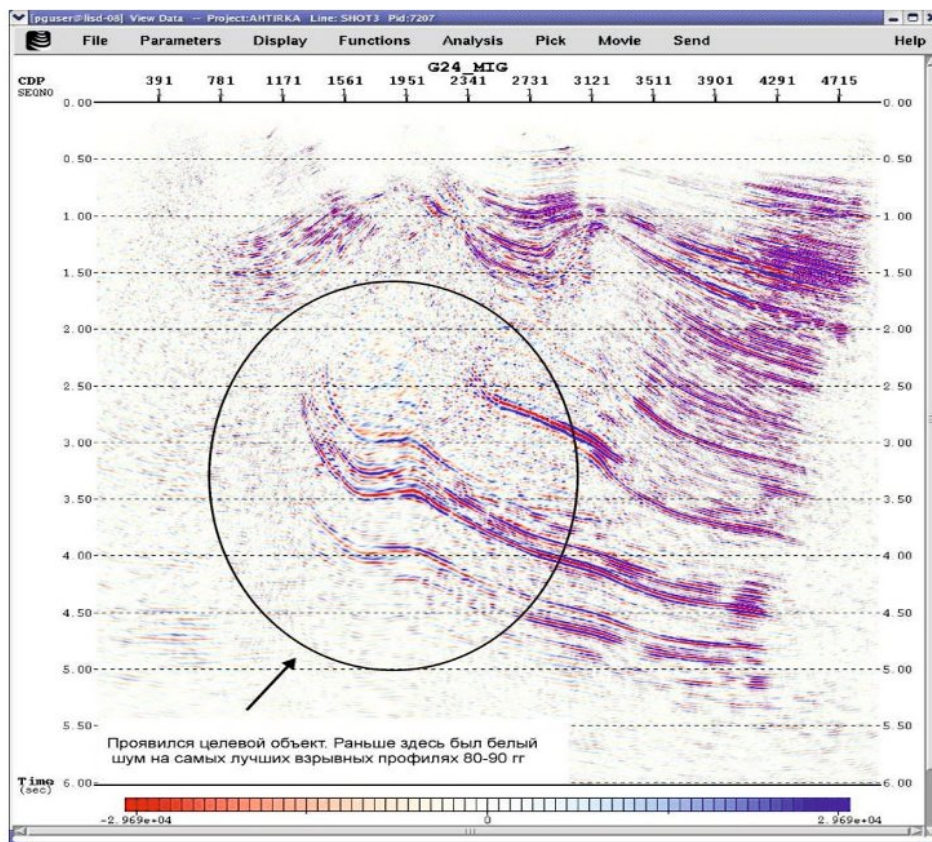


Рис. 8. Пример обработки материалов сверхплотной сейсморазведки 2014 года.

поставленных геологических задач изучения структурно-тектонического строения палеогеновых объектов в поднадвиговых зонах.

Сверхплотные исследования уже успели хорошо зарекомендовать себя за рубежом. Теперь опыт таких работ появился и в России. Сверхплотная съемка позволяет получить недостижимое раньше качество сейсмоданных: высокую плотность и высокую четкость сейсмической записи. Существенно расширяется спектр регистрируемых частот, повышается разрешенность данных, надежность и достоверность определения литологии, характеристики коллектора.

Данная методика нашла свое применение в чрезвычайно сложных географических и геологических условиях, а также при доразведке старых месторождений, где другие методы сейсморазведки оказываются неэффективными.

Из плюсов высокоплотной сейсмораз-

ведки можно отметить, что данная методика обеспечивает:

1. Повышение эффективной кратности, что позволяет применять многоканальные операторы, для обработки данных верхней части.
2. Возможность математическими методами подавить помехи и обеспечить стабильное качество сигнала.
3. Повышение пространственной разрешенности.

Основным минусом данной методики является высокая стоимость работ и именно по этой причине большинство нефтегазовых компаний останавливают свой выбор на применении стандартных методик и технологий сейсморазведочных работ.

Выводы

- В условиях плотной инфраструктуры (дороги, линии связи, трубопроводы),

нефтепромыслов, населенных пунктов, садоводческих хозяйств и пр. - преимущество дает компактный и мощный одиночный источник. Использование взрывного источника (одиночных скважин) не только сокращает количество пропусков, но и дает более качественный сейсмический материал.

- В эксклюзивных поверхностных условиях (лес, болото и т.д.) оптимальным является использование бескабельных систем.

- Использование сверхплотного шага регистрации и плотного шага возбуждения сейсмического сигнала резко повышает информативность данных и позволяет детально выделить и закартировать геологические объекты, ранее не имевшие отображения в волновом поле (в условиях геологически сложных районов).

Литература

1. Li Jiang, Hua Yao & Xu Fan, 2009, Advantages of point acquisition high density 3D using digital sensors: a case study from the Che89 well area of the Junggar basin (China). –CPS&SEG meeting, Beijing; April 2009, Expanded Abstracts.
2. Dang Y., Lou B., Miao X., Wang P., Zhang S., and Shen L., 2010, Delineating oil-sand reservoirs with high-resolution PP/PS processing and joint inversion in the Junggar Basin, Northwest China. – The Leading Edge, October 2010, p.1212-1219
3. Seeni S., Setiyono K., Zaku H., Snow J., Weber L.J., 2014, Processing and preliminary interpretation of the Ultra High-density Full-azimuth 3D seismic survey, Dukhan Field, Qatar, 20-22 January 2014
4. Seeni S., Al-Muhammadi J., Kermoal P., Sauzedde P., and Clow F., 2011, Dukhan 3D, Ultra High Density Full Wide Azimuth Seismic Survey – Transition Zone and Sabkha Acquisition. – 73rd EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE

EUROPEC 2011, Vienna, 23-26 May 2011. Extended Abstracts

5. Кузнецов И.М., Турлов П.А., Современные бескабельные телеметрические сейсморегистрирующие системы (обзор), Приборы и системы разведочной геофизики, 2(48) 2014, стр. 6-17.

Подробнее об авторах



Дагаева
Наталья Игоревна

главный геолог
АО "Ставрополь-
нефтегеофизика",
магистр



Панченко
Алексей Иванович
начальник отдела
проектирования и полевого
контроля качества
АО "Ставропольнефте-
геофизика".