

Методики выполнения сейсморазведочных работ в зонах с экологическими ограничениями

- Гурьев С.В., Юров А.А., Компания Геосейс, г. Москва
- Пацев В.П., ПАО «Самаранефтегеофизика», г. Самара

В настоящее время в связи с общим стремлением к сбережению окружающей среды возникает все больше ограничений в области производственных сейсморазведочных работ. Поэтому все популярнее становятся идеи «зеленой» сейсмики [1], призывающие к снижению экологической нагрузки при выполнении работ на производственном уровне.

Благодаря широкому использованию при выполнении проектов современного телеметрического сейсморегистрирующего оборудования, применению уплотненных систем наблюдения, сейсморазведка становится более детальной, решая тем самым широкий круг задач нефтегазовой геологии. При этом на экологию района проведения работ зачастую оказывается неблагоприятное воздействие. Некоторые площадные проекты предполагают уплотнение линий наблюдения в пределах 100–250 м. Соответственно, при стандартном подходе к выполнению работ растет объем лесорубочных работ, ущерб экологии района работ, наносимый тяжелой техникой, буровзрывными работами. Так при высокоплотных проектах количество взрывов в скважинах на кв.км может достигать двухсот (при шаге ЛВ – 200м и ПВ – 25м).

Решение, значительно сокращающее ущерб природе, неоднократно использовалось геофизическими компаниями и предполагает расположение регистрирующего оборудования по линиям приема, не превышающим по ширине 1 м. При этом можно использовать как кабельное, так и бескабельное оборудование, которое активно внедряется производи-

телями и имеет различные подходы к регистрации (слепая регистрация, нодальные системы сбора данных, онлайн передача данных) (рис.1). Одним из примеров таких работ может послужить проведение в сезоне 2012–2013 производственных испытаний новой разработки компании Геосейс на одной из площадей Салымского месторождения ХМАО с применением экологосберегающей технологии [2].



▲ Рис. 1. Бескабельный блок сбора и регистрации данных UNITE с внешним питанием.

Расстановка и обслуживание регистрирующей системы при этом проводится с использованием малогабаритных транспортных средств или вручную персоналом. При правильном подходе к организации топогеодезических работ и использовании всех возможностей современного геодезического оборудования такие работы успешно выполняются. При этом линии пунктов возбуждения сейсмического сигнала при классическом подходе все так же отрабатываются с применением тяжелой техники, мощных взрывных и невзрывных источников, для проезда которых по профилю необходима вырубка просек от 4 до 6 метров.

Эта ситуация связана со скудностью выбора применяемых технологий, обеспечивающих выполнение работ с меньшей экологической нагрузкой. Производители невзрывных сейсмоисточников (за малым исключением) не готовы предоставить малогабаритные и при этом эффективные решения. Буровые станки в основном смонтированы на тяжелых и габаритных ТС.

Реальными технологиями, позволяющими проводить отработку площадей по узким профилям (1-2 метра), являются:

- технологии выполнения работ с взрывным источником в скважинах, пробуренных малогабаритными буровыми установками (ОАО «Пермнефтегеофизика»);

- технологии возбуждения упругих волн невзрывными импульсными сейсмоисточниками «Геотон-15».

Работы со взрывными источниками проводятся по визирам шириной до 1 м с использованием малогабаритных буровых установок УБШМ-1-13 и возбуждением упругих колебаний малыми зарядами 0.100 - 0.400 кг в скважинах глубиной 1.5 - 8 м. Для зимних работ установки смонтированы на санях и буксируются снегоходами [3]. Для летних работ используются самоходные шасси, квадроциклы и даже ручная транспортировка облегченных буровых установок (рис. 3-4).



▲ Рис. 2. Малогабаритная буровая установка на квадроцикле.



▲ Рис. 3. Малогабаритная буровая установка без транспортного средства.

Данная технология актуальна в первую очередь для залесенных территорий, предгорного рельефа и открытых болот. Учитывалось, что проведение сейсморазведочных работ оказывает воздействие на:

- растительность (рубка леса);
- почвенный покров (воздействие транспорта, бурение скважин);
- поверхностные и грунтовые воды (воздействие буровзрывных работ);
- фауну (влияние шумов, создаваемых двигателями транспортных средств и взрывами);
- атмосферу (выбросы продуктов сгорания бензина и дизтоплива, взрывчатых веществ).

Перечисленные факторы воздействия на окружающую среду в предложенной технологии хотя и присутствуют, но минимизированы до такой степени, что разрешительные органы санкционируют проведение изыскательских работ без каких-либо препятствий и задержек, поскольку:

- вырубка лесов практически прекращена, производится лишь расчистка

трасс (шириной до 1 м) от подроста, взрослые деревья не вырубаются и готовятся трассы только для подъезда сейсмостанции;

- почвенный покров не нарушается. Происходит лишь некоторое уплотнение верхнего почвенного слоя без образования колеи;

- верхние грунтовые воды не подвергаются воздействию при бурении скважин глубиной до 8 м;

- максимально снижен вес заряда (менее 0.1 кг), с его полной укупоркой грунтом.

Невзрывная технология с применением источников «Геотон-15» (рис.4) позволяет отказаться от применения даже малого количества взрывного материала и бурения, тем самым оказывая еще меньшее негативное воздействие на экологию.



▲ Рис. 4. Источник «Геотон-15» на снегоходе.

Уникальным опытом опробования маломощных источников возбуждения упругих колебаний совместно с одноприборными сейсмоприёмниками можно считать проведение экспериментальных работ ПАО «Самаранефтегеофизика» при участии Компании Геосейс в 2015 году.

Применение маломощных источников возбуждения поначалу было вызвано невозможностью использования традиционного источника, что было связано с поверхностными условиями. Возникнув в качестве альтернативного варианта,

маломощные источники оказались способными обеспечить решение задач сейморазведки при изменении (увеличении) плотности сейсмических наблюдений.

При использовании импульсных источников можно отметить два пути повышения качества сейсмических наблюдений: повышение качества сейсмограмм одиночных ПВ и уплотнение системы сейсмических наблюдений.

Не отрицая целесообразность повышения качества сейсмограммы на каждом ПВ, следует отметить, что гораздо более эффективным оказалось не столько накопление энергии на одном ПВ, сколько реализация уплотнённой системы наблюдений за счёт сокращения расстояния между ПВ и получения дополнительной информации с большим числом независимых ПВ. Это обеспечивает увеличение детальности и кратности сейсмических исследований. Таким образом, можно допустить некоторое снижение качества отработки одиночных ПВ. В свою очередь, увеличение плотности и кратности сейсмических наблюдений компенсирует потерю качества первичных сейсмограмм. Зашумлённость сейсмограмм можно рассматривать аналогично зашумлённости отдельного накопления, впоследствии суммируемого при выполнении вибросейсмической регистрации. Разница заключается в том, что уплотнённые отдельные физические наблюдения суммируются на этапе суммирования ОГТ.

Сопоставление результатов, получаемых при возбуждении сейсмических колебаний различными источниками возбуждения, проведено в СНГЕО на одной из характерных площадей восточной части Самарской области. Толщина осадочного чехла в районе работ составляет около 3000 м. В геологическом

строении рассматриваемой площади принимают участие породы кристаллического фундамента архейского возраста и осадочного чехла, представленного отложениями девонской, каменноугольной, пермской систем палеозойской группы, неогеновой и четвертичной систем кайнозойской группы. Зона низких скоростей составляет 80-100 м.

Взрывные источники располагаются в зоне малых скоростей и не соответствуют оптимальной глубине размещения заряда ввиду большой ее мощности.

Отработка опытного профиля производилась:

- взрывным источником возбуждения упругих колебаний в одиночной скважине (шаг ПВ – 50м, шаг ПП – 25м);
- взрывным источником возбуждения упругих колебаний группой скважин (шаг ПВ – 50м, шаг ПП – 25м);
- импульсным источником возбуждения упругих колебаний «Геотон», 14-16 накоплений, с записью промежуточных накоплений (4, 6, 8, 10, 12, 14), шаг ПВ – 12.5м, шаг ПП – 25м.

Импульсный источник рассматривается как маломощный источник.

В качестве приемной расстановки использовались 3 приемные линии, расположенные параллельно (Рис.5):

1. 12-ти приборные группы сейсмоприемников.
2. 6-ти приборные группы сейсмоприемников,
3. одноприборные каналы (геофоны SG-5).

При сопоставлении исходных (одиночных) ПВ (рис. 6-7), полученных взрывным источником (группа из 3-х скважин) и импульсным источником ГЕОТОН (группа из 12 источников) следует отметить, что качество выделения отражающих горизонтов выше на сейсмограммах, полученных взрывным источником, по срав-



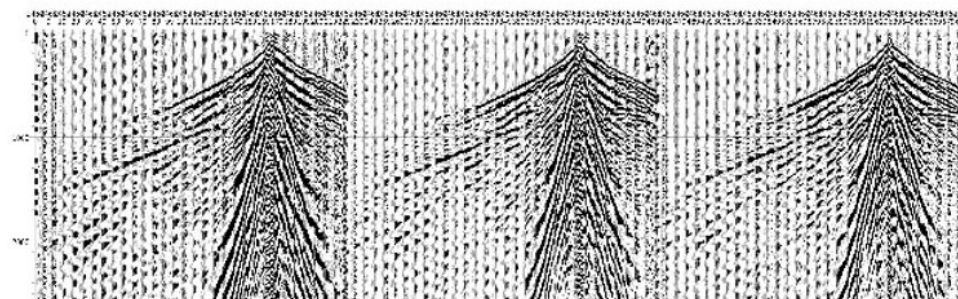
▲ Рис. 5. Установка сейсмических каналов на пикете приёма.

нению с импульсным источником. Однако при обработке сейсмического материала по единому графу были получены разрезы с другим распределением качества выделения отражающих горизонтов (рис. 8). Здесь разрезы, полученные по материалам с источником ГЕОТОН, выгодно отличаются от разрезов по материалам, полученным взрывным источником. Ослабление мощности источника компенсировано уплотнением системы наблюдения (количество ПВ увеличено в 4 раза, кратность перекрытия в 2 раза, детальность отображения по X увеличена в 2 раза), обеспечив в процессе цифровой обработки более сильное, чем в случае с «классическим» источником, ослабление многократных волн-помех и более выразительное отображение целевых отражений.

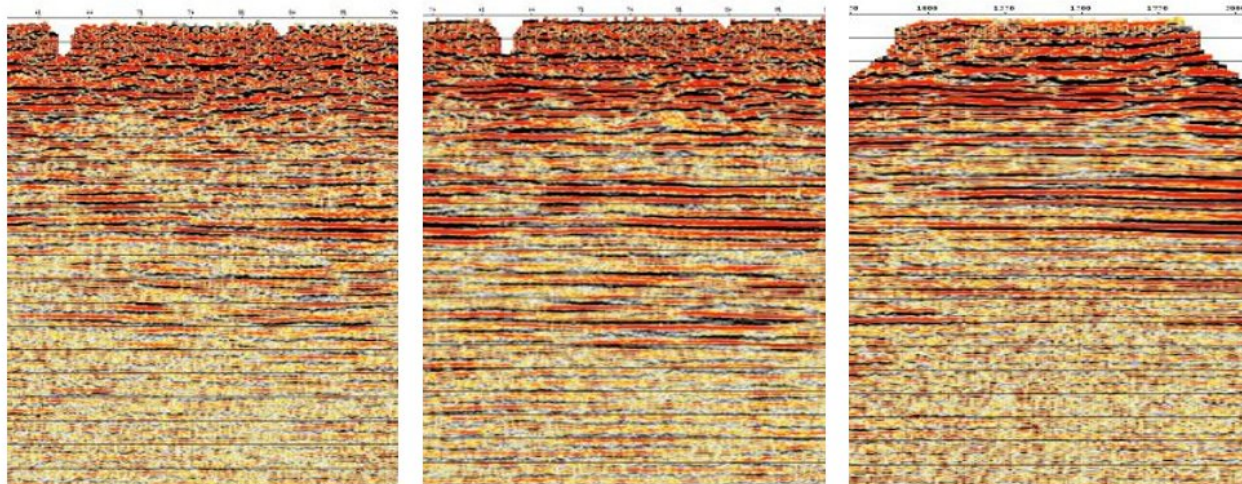
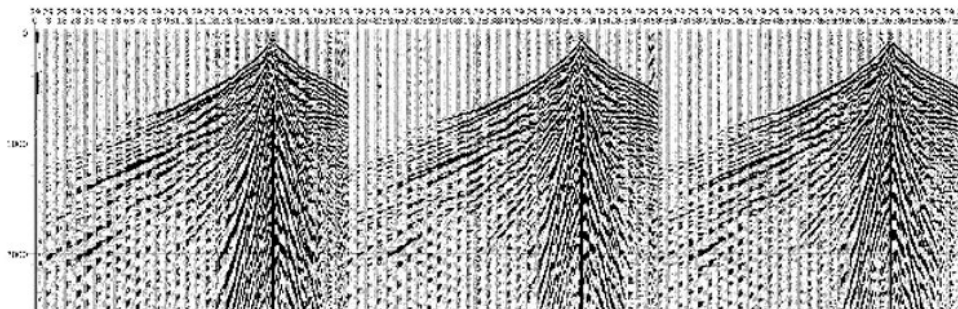
Это делает применение мобильных источников «Геотон-15» целесообразным не только в условиях, где невозможно применение «классических» источников, а также в условиях, где требуется повышенная детальность отображения геологического строения.

Уплотнение системы наблюдений неизбежно приводит к уменьшению размеров группирования взрывов и приборов. С этой точки зрения представляет интерес предельно малый размер

► Рис. 6. ПВ 55085
FFID 2464.
12 источников
(Геотон), 14 накл.



► Рис. 7. ПВ 55085
FFID 29. Перебор
глубины
заложения
заряда
(3 скв., 4м).



▲ Рис. 8. Профиль А. Сравнение фрагмента суммарных разрезов взрывных и импульсного источников. Регистрация: 6-ти приборная группа «в точке».

групп приборов, сведённый в «точку». Вопрос эффективности работы группы приборов для 3D съёмки неоднократно освещался в учебной и научной литературе. Подавление регулярных помех в условиях систем 3D обеспечивается многократным перекрытием в пределах бина. Поэтому при работах 3D допустимо использование малых линейных размеров баз групп взрыва и приёма».

Для 2D съёмки влияние направленности группы приборов не базе 25м незначительно (рис. 9). Фактически влияние группы сказывается на волнах длиной до

40 м, то есть для реальных сейсмических волн длиной 100-250м направленность группы можно считать равномерной.

Эти положения подтверждаются выполненным в ПАО СНГЕО опробованием различных типов приборов и групп сейсмоприёмников. На рис. 6, рис 7 приведены примеры сейсмограмм 2D, зарегистрированных разными группами приборов. При оптимальном уровне усиления все сейсмограммы выглядят абсолютно одинаково, вне зависимости от типа приборов и размеров группы. И поскольку чувствительность и частотные

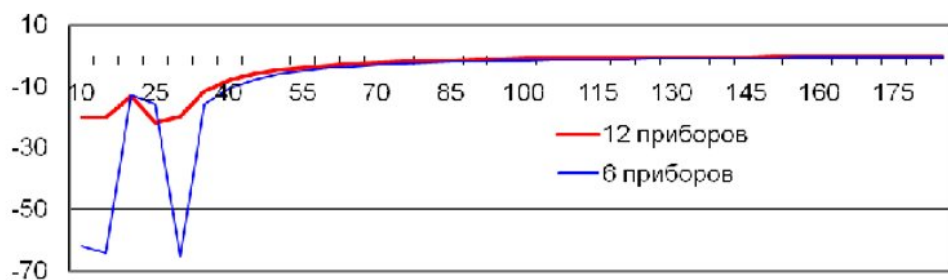
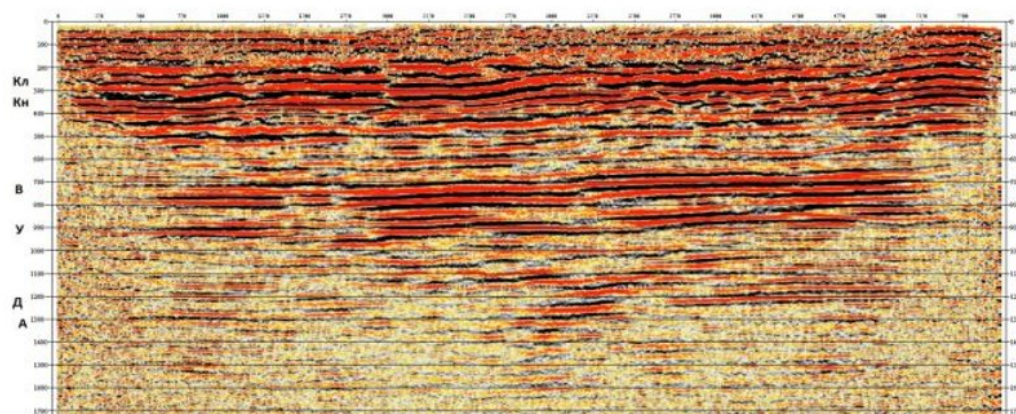
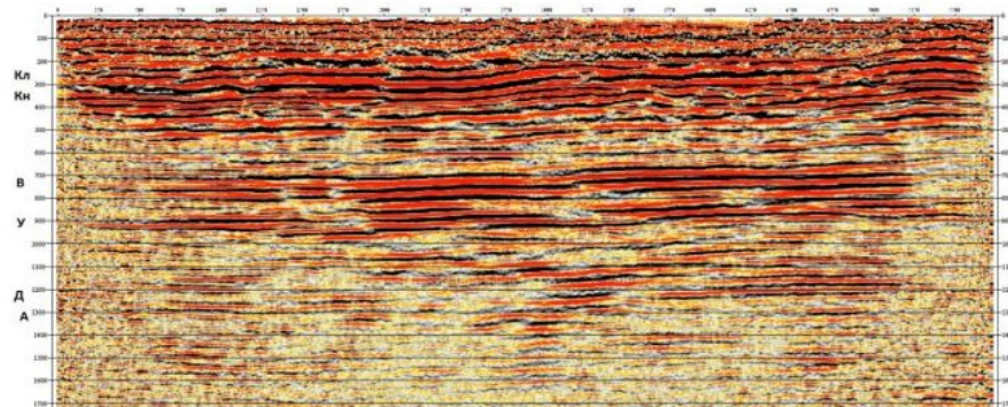


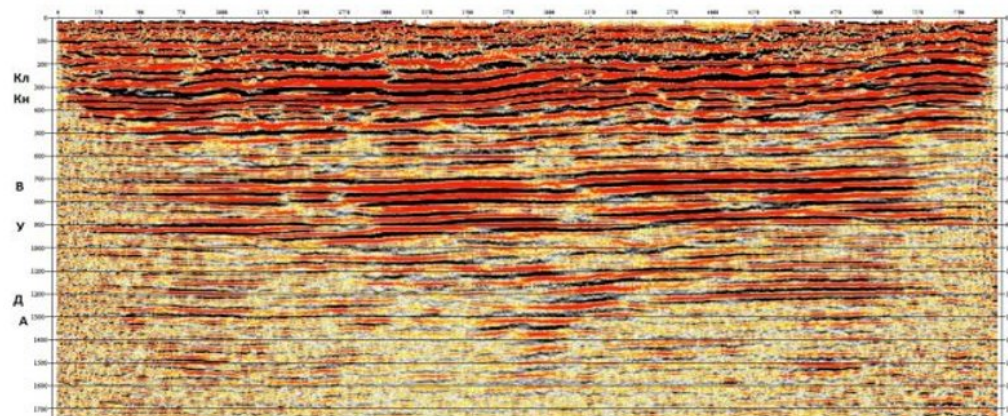
Рис. 9. Отклик группирования группы приёмников.



Регистрация: цифровые одноприборные датчики SG5



Регистрация: группа из 6 приборов на базе 25м

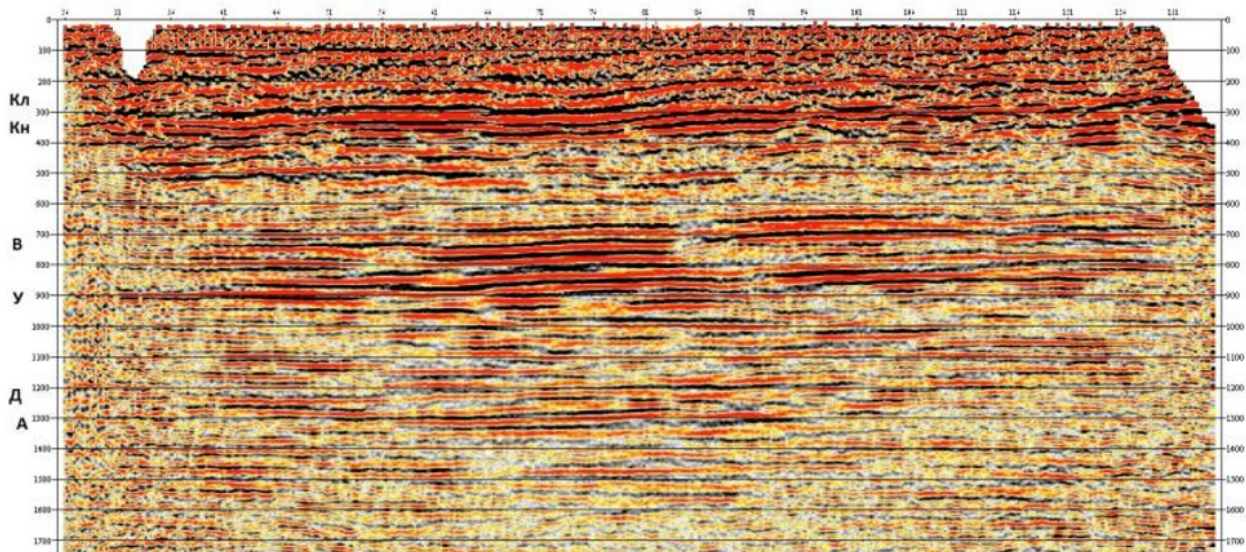


Регистрация: группа из 12 приборов на базе 25м

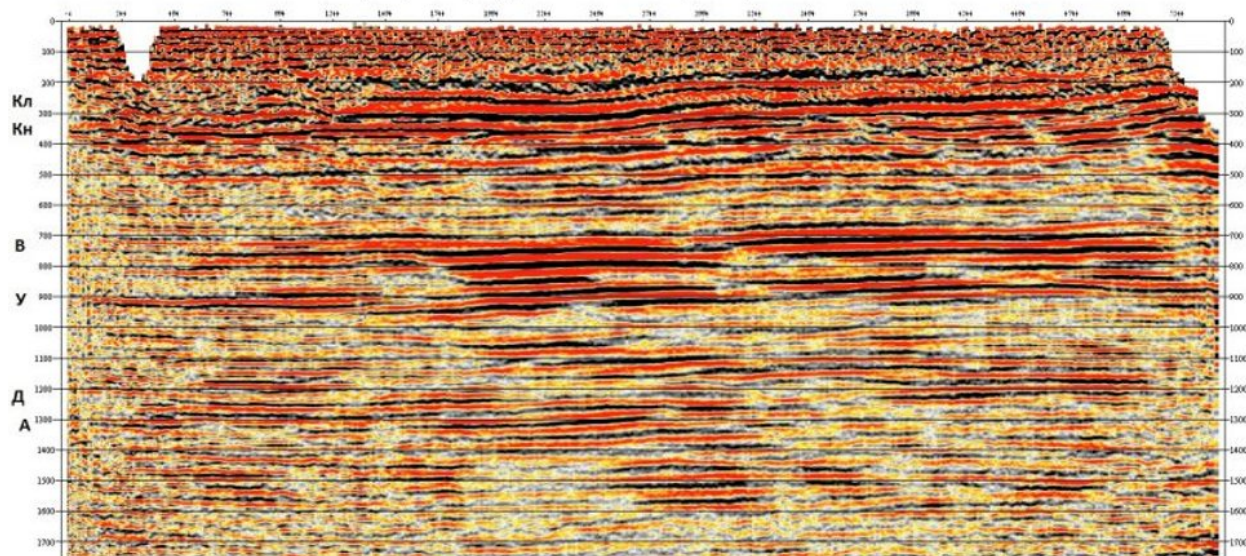
Рис. 10. Суммарные разрезы. Геотон 12 шт. 14 накоплений. Сравнение приёмных каналов.

характеристики всех опробованных приёмных линий достаточны для регистрации отражённых сигналов, то и

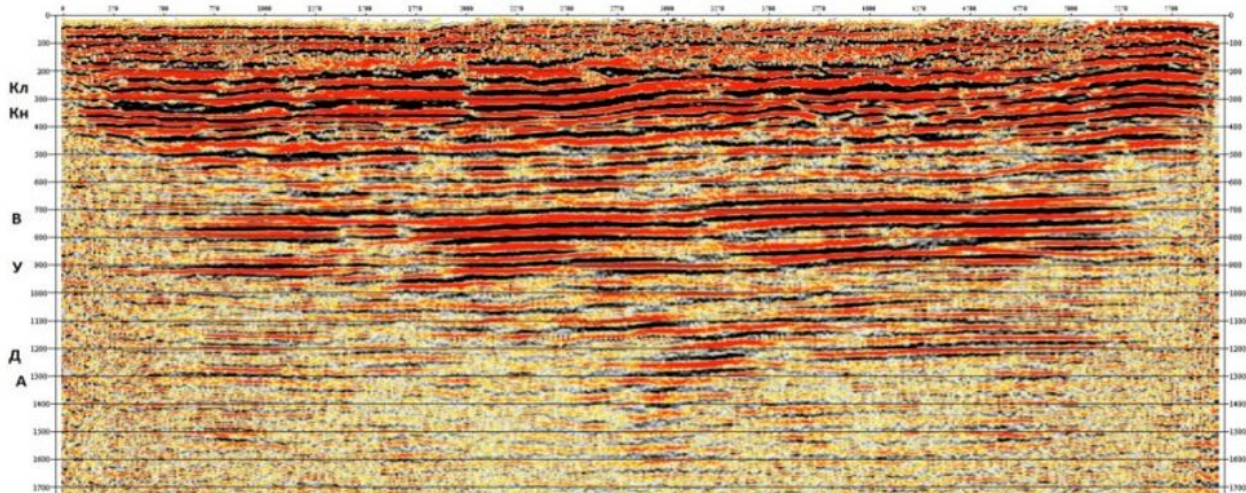
результаты цифровой обработки, (рис. 10-11) практически не отличаются друг от друга.



Регистрация: цифровые одноприборные датчики SG5



Регистрация: цифровые одноприборные датчики SG5



Регистрация: цифровые одноприборные датчики SG5

▲ Рис. 11. Сравнение суммарных разрезов взрывного и импульсного источников. 6-ти приборная группа.



▲ Рис. 12. Импульсный источник «Геотон -15» в санном варианте на Камазе. Группирование 6-ти источников.

Выводы:

Применение и адаптация имеющихся разработок для работ в эксклюзивных зонах позволит значительно снизить экологическую нагрузку, получая при этом качественные сейсмоданные.

Использование малогабаритных источников упругих колебаний: импульсных ГЕОТОН, взрыв малых зарядов в неглубоких скважинах, позволит решать геологические задачи в условиях мощной ЗМС. При этом уплотнение системы наблюде-

ний обеспечит более детальное отображение строения и улучшит качество получаемых разрезов по сравнению с «классической» системой.

Группы из 6-ти, 12-ти приборов, сведённые в «точку» и одиночные приборы (геофоны SG-5) применимы для производственных сейсморазведочных работ на съёмках с шагом ПП 25м и меньше.

Литература

1. «Газпром нефть» впервые в России внедряет «зеленую» сейсморазведку // Газпром нефть [Офиц. сайт]. 29.05.2014 г. URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1102210/>
2. Юров А.А., Лопухов Г.П., Гурьев С.В. Импульсный электромагнитный источник «Геотон-15». Опыт практического применения // Приборы и системы разведочной геофизики. 2013. № 3. С. 49-53.
3. Столбова Т.А., Ланцев В.Ф., Рошмаков Ю.В. Экологосберегающая технология сейсморазведки в труднодоступных районах // Технологии сейсморазведки. 2009. № 4. С. 83-88.

Подробнее об авторах



Гурьев
Сергей Владимирович

Генеральный директор
ООО «Фирма«Геосейс»



Пацев
Владимир Петрович

начальник группы
сопровождения полевых
сейсморазведочных работ
ПАО «Самара-
нефтегеофизика»



Юров
Антон Александрович

Главный геофизик
ООО «Фирма«Геосейс»