

Рассмотрен набор процедур в системе 3C-Interact, предназначенных для решения широкого круга методических и геологических задач. Отличительной особенностью системы является ее универсальность, возможность при помощи нее обрабатывать записи, полученные различными модификациями метода ВСП: продольным и непродольным ВСП, уровневый ВСП, ВСП с подвижным источником. В системе реализованы современные подходы к определению модели среды и формулировке задач. Пользователь имеет возможность на этапе интерпретации при решении прямых и обратных исходных записи и изображения среды, полученные путем миграции. Стыковка данных ВСП, ГИС и наземной сейсмозаписи с целью увязки промыслово-геофизических и сейсмических реперов осуществляется в специальном пакете, входящем в систему. Приведены примеры решения задач с использованием процедур, содержащихся в системе 3C-Interact.

Метод ВСП, модификации метода, обработка и интерпретация, обрабатываемые системы, обратные задачи, увязка данных ГИС и сейсмозаписи

Обработка и интерпретация данных вертикального сейсмического профилирования в специализированной системе 3C-Interact

Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Попов В.В., ВНИИГЕОФИЗИКА, г.Москва, Рыжков В. И., РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, г.Москва

Задачи, традиционно решаемые методом вертикального сейсмического профилирования, условно можно разделить на несколько направлений:

- отождествление и параметризация волн разных типов и классов, выделяемых из совокупного регистрируемого волнового поля при ВСП - время вступлений, спектральный состав, поляризация и др.;
- глубинная и стратиграфическая привязка выделенных волн;
- дифференциация разреза на интервалы по упругим параметрам и создание скоростной модели околоскважинного пространства по волнам разных типов;
- расчет глубинного и временного отображения околоскважинного пространства с прогнозом структурных особенностей разреза и сопоставлением с данными наземной сейсмозаписи;
- прогноз внутренней структуры породных комплексов (трещиноватость, тонкослоистость и т.п.).

К требованиям, выдвигаемым заказчиком работ, следует отнести: оперативность получения результатов (часто результат прогноза необходимо получить в течении нескольких дней после проведения работ); разнородность данных, используемых при обработке, – данные ГИС, наземной сейсмике, многокомпонентные данные регистрации и возбуждения; использование сложных моделей среды – криволинейные границы, анизотропия.

Исходя из перечисленных задач и требований, система обработки и интерпретации данных ВСП должна включать соответствующие процедуры, которые позволят оперативно и корректно решить поставленную геологическую задачу.

Разработанная авторами система 3C-INTERACT предназначена для интерактивной обработки и интерпретации записей многокомпонентных сейсмических наблюдений ВСП в различных модификациях метода, включая продольное ВСП, непродольное ВСП (НВСП), уровневое ВСП, ВСП с подвижным источником колебаний (ВСП-ПИ) и др. [1, 2]. 3C-Interact позволяет решать все задачи, указанные выше, но главная особенность системы - это замкнутый граф обработки и интерпретации, позволяющий геофизику легко переключаться между разными этапами исследований, проверять разные варианты параметров, сочетать решения прямой и обратной задач.

Система содержит весь набор стандартных

процедур. К ее отличительным особенностям можно отнести:

- углубленную обработку трехкомпонентных компонентных записей;
- быструю 3D миграцию для различных типов и классов волн с учетом анизотропии;
- мощный интерактивный инструмент при совместной интерпретации данных ВСП, ГИС, сейсмозаписи и подготовку отчетных планшето.

При соответствующей методике отработки скважины система позволяет изучать анизотропные свойства околоскважинного пространства, выделять трещиноватые коллектора с оценкой ориентации систем преимущественной трещиноватости и фильтрационно-емкостных параметров коллектора. Уже на этапе ввода данных (compf) в этикетки трасс вносятся информация о направленности возбуждения и приема, что впоследствии позволяет компоновать шестикомпонентные записи и осуществлять поиск ориентации главных элементов симметрии среды (вращения типа «Элфордовского»), выделять «быструю» и «медленную» поперечные волны и оценивать задержку между ними. Послойный анализ подобного рода и искусственное управление направленностью источника позволяет осуществлять компенсацию анизотропии в покрывающей толще (layer stripping) и проводить корректную оценку параметров анизотропии в целевом интервале. Этот аппарат позволяет на этапе интерпретации осуществлять решение обратной задачи – по поляризации и параметрам анизотропии волн разных типов прогнозировать фильтрационно-емкостные параметры коллектора: структуру порово-трещинного пространства, открытую пористость и ориентацию преобладающих систем включений типа трещин и каверн.

Миграция, реализованная в системе 3C-Interact, позволяет проводить соответствующие преобразования на основе 3D модели среды, криволинейной скважины и неплоских промежуточных границ, выбирать алгоритм миграции (лучевая или Кирхгоффа), тип и класс целевых волн (отраженные, проходящие, кратные, PP, PS, SS, SP, «следящая компонента»), рассчитывать глубинные и временные разрезы, одновременное позиционирование курсора на элементах исходного волнового поля и мигрированного разреза. При этом для согласования временных разрезов НВСП с различными ПВ и наземной сейсмике можно осуществить прямой и обратный пересчет мигрированных разрезов из глубинного во временной масштаб по единой модели.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ



Наиболее ответственным шагом на этапе интерпретации полученных разнородных данных (ВСП, АК, МОГТ, волновые поля продольных, обменных волн с различной ориентацией компонент и лучевых плоскостей) является согласование и взаимоувязка параметров волн разных типов по разным методам. Это требуется для того, чтобы (1) провести дифференциацию разреза на интервалы с изменением упругих параметров пород и (2) отождествить их по глубине (для измерений во внутренних точках среды) и по времени (для наземных данных). Осуществляется такая работа не на уровне графических образов, а по данным ГИС, волновым полям ВСП и МОГТ, привязанным к единой системе координат (глубина, время) и с учетом соответствующих статических сдвигов и формы сигналов. Система 3С-INTERACT позволяет, в частности, разбивать разрез на интервалы по совокупности данных ГИС и ВСП и путем решения обратной кинематической задачи рассчитать скоростную модель слоисто-одноуровневой среды по волнам разных типов, а также статические сдвиги

Приведем примеры решения различных задач в системе 3C-Interact.



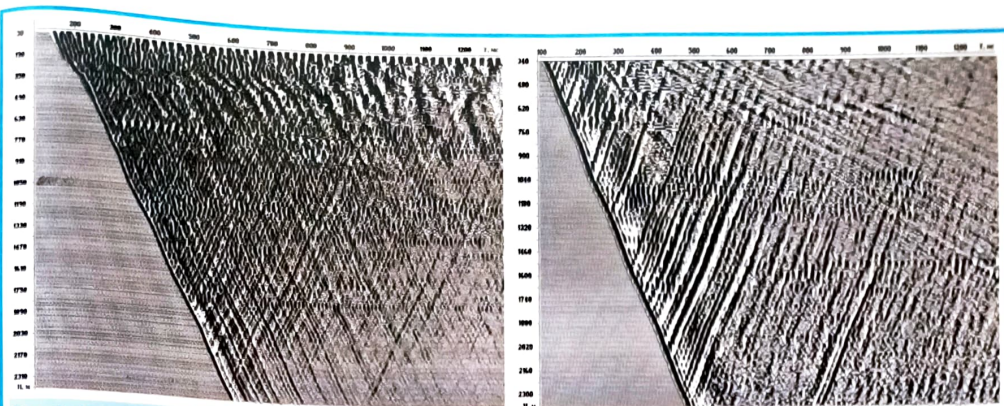


Рис. 2. Сейсмограмма ВСП (слева) и результат применения деконволюции (справа). Пример подавления падающих кратно-отраженных волн и повышения разрешенности записей путем деконволюции по цугу падающих волн

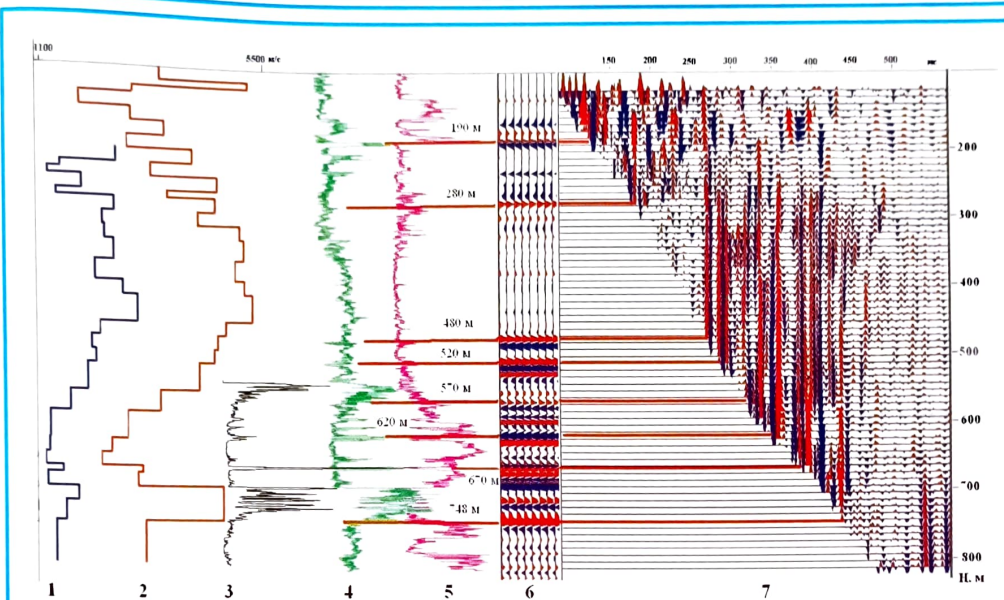


Рис. 3. Пример увязки промыслово-геофизических и сейсмических реперов.

1 – график пластовых скоростей V_s , 2 – график пластовых скоростей V_p . 3 – кривая КС, 4 – кривая НГК, 5 – кривая ГК, 6 – трассы однократных отражений в глубинном масштабе, 7 – сейсмограмма ВСП с выведенными на вертикаль осями синфазности отраженных волн

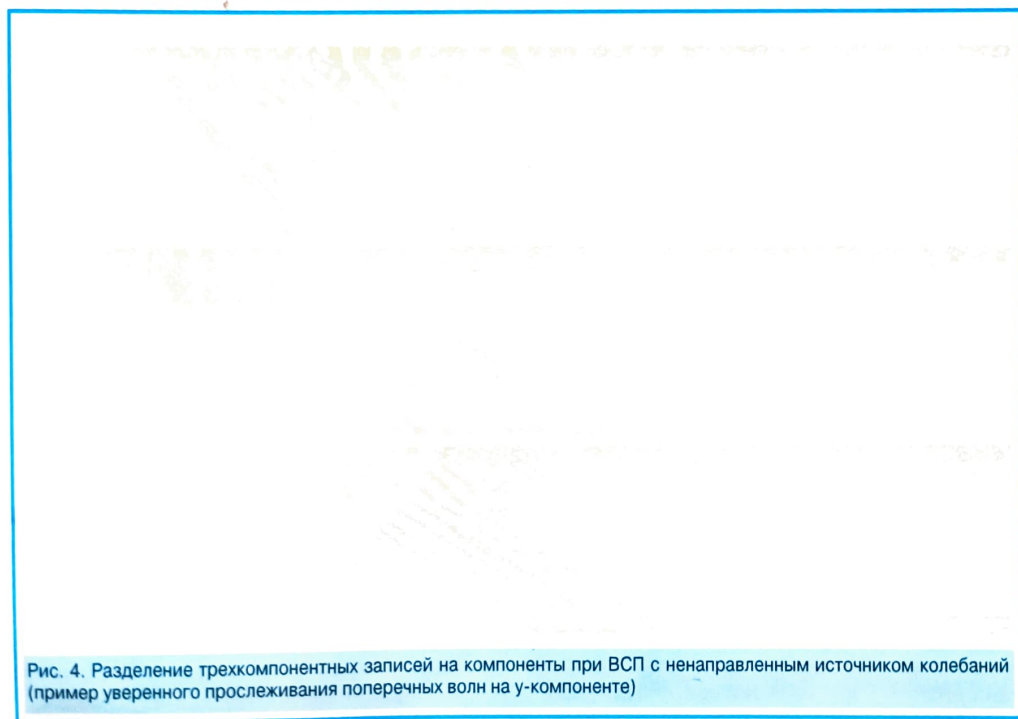


Рис. 4. Разделение трехкомпонентных записей на компоненты при ВСП с ненаправленным источником колебаний (пример уверенного прослеживания поперечных волн на у-компоненте)

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОБЕСПЕЧЕНИЕ

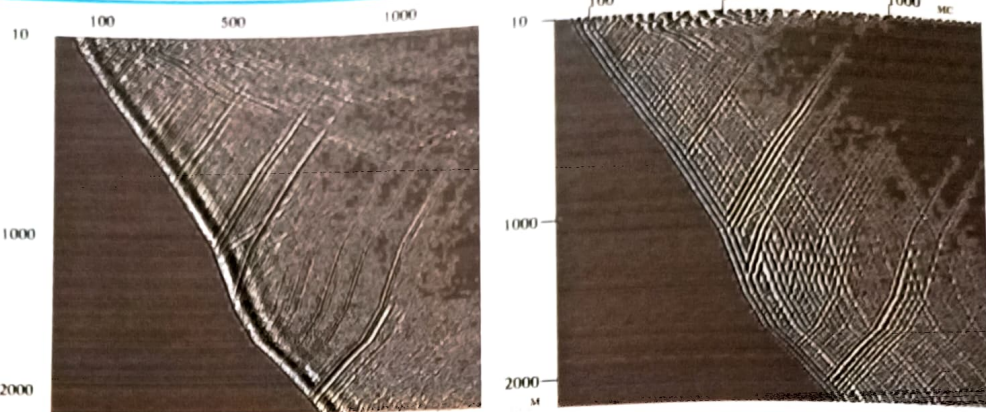


Рис. 5. Сопоставление сейсмограммы ВСП после деконволюции виброграмм с использованием в качестве опорных сигналов свипов, регистрируемых внутри среды (слева) с сейсмограммой ВСП, полученной стандартным путем (взаимная корреляция виброграммы ВСП со свипом, генерируемым виброисточником). Пример решения методической задачи (оценка эффективности нового подхода к обработке данных)

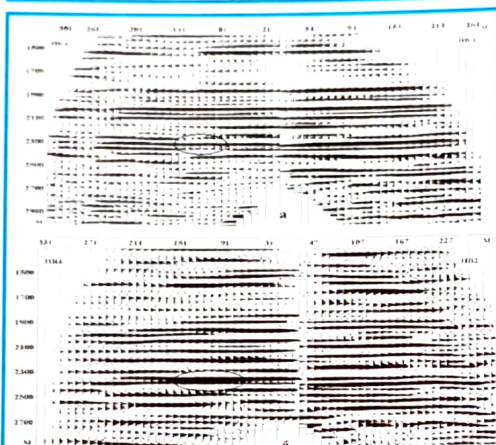


Рис. 6. Глубинные разрезы НВСП, полученные путем миграции записей отраженных продольных волн (а) и отраженных поперечных волн (б). Эллипсами охвачены особенности одного из горизонтов (уменьшение мощности), проявляющиеся одинаково на различных типах волн

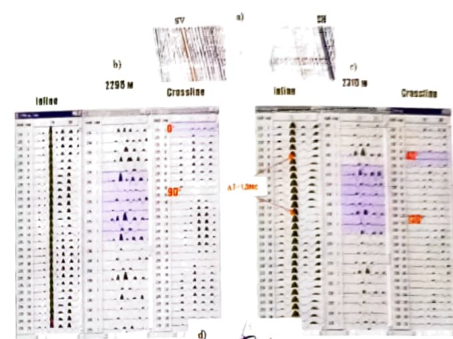


Рис.7 Определение преимущественной ориентации трещиноватости по данным ВСП (а) при ортогональной линейной поляризации поперечных волн над трещиноватым интервалом (б). Плоскость симметрии в интервале повернута на угол 40° от лучевой плоскости (с,д)

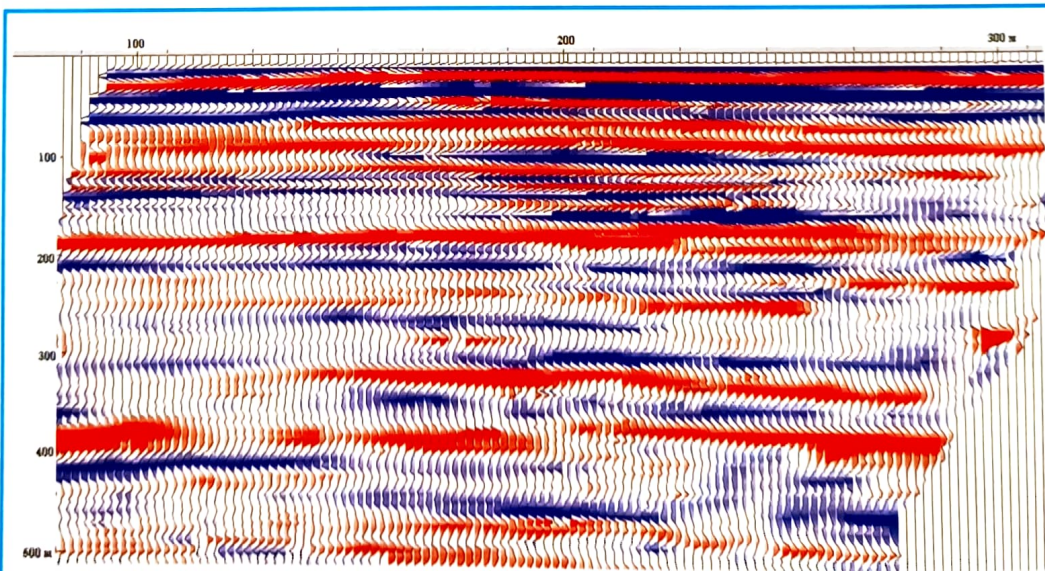


Рис. 8. Глубинный разрез ВСП-ПИ, полученный путем миграции кратно-отраженных падающих волн (пример изучения структуры верхней толщи разреза в условиях сильных помех и искажений, препятствующих формированию изображений по однократно-отраженным волнам)

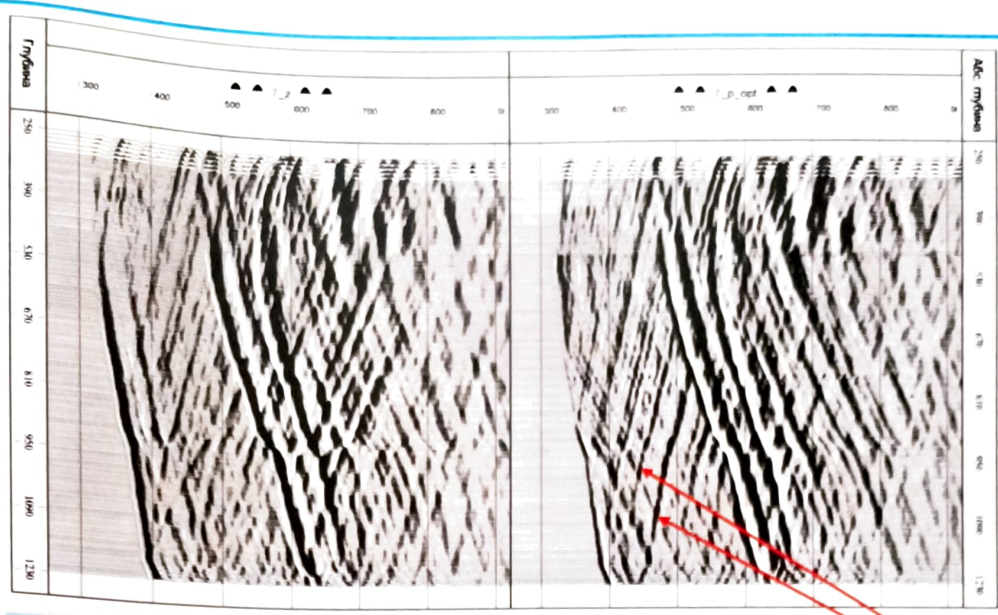


Рис. 9. Пример улучшения прослеживаемости продольных отраженных волн. Слева – исходная сейсмограмма на z-компоненте, справа – сейсмограмма по оптимальной компоненте (стрелками показаны целевые отражения)

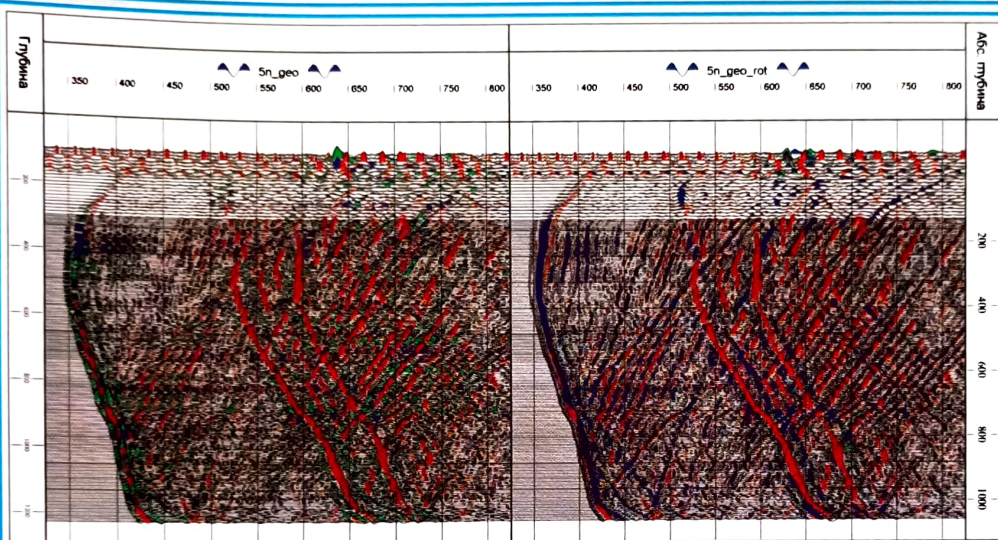


Рис. 10. Сейсмограммы ВСП до ориентирования компонент (слева) и после ориентирования (справа). Разные цвета соответствуют различным компонентам (z – красный цвет, x – синий цвет, y – зеленый цвет)

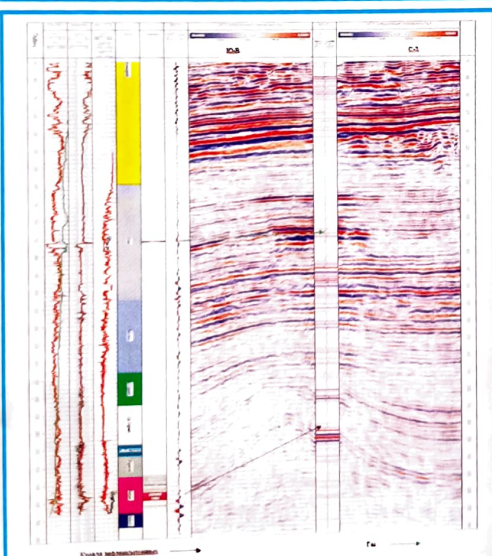


Рис. 11. Сопоставление данных МОГТ и ВСП (врезка справа)

Следует отметить еще одну важную особенность технологии обработки данных ВСП в системе 3C-Interact. Это возможность расчета годографов волн любых типов и классов согласно выбранной модели с учетом геометрии системы наблюдений. Наложение этих годографов на исходное волновое поле позволяет оценить адекватность модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Попов В.В., Рыжков В.И., Мухтаров Т.Э., Филимошенко С.В. Обработка и интерпретация данных МВС-ВСП в специализированной системе 3C-Interact // Материалы научно-практической конференции «Гальперинские чтения – 2004», Москва, 2004, С. 81-84.
2. Шехтман Г.А., Кузнецов В.М., Попов В.В. Модификации метода ВСП: какую предпочесть? // Технологии сейсморазведки. 2004. № 1. С. 75-79.
3. Шехтман Г.А., Попов В.В. Изучение структуры околоскважинного пространства по разностным и дифференциальным годографам // Технологии сейсморазведки. 2007. № 3. С. 9-43.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОБЕСПЕЧЕНИЕ