

Обработка вибросейсмических данных ВСП в комплексе с сейсморазведкой 3D по технологии СВЧ в условиях Оренбургской области Южного Урала

А.З. Недоступов (ООО «ПетроТрейс Сервисиз»), Т. Р. Шарафутдинов (ООО «ПетроТрейс Сервисиз»), Р. А. Хафизов (ООО «ПетроТрейс Сервисиз»), С.Ю. Оковитый (ООО «Сакмарнефть»), А.А. Табаков* (ООО «Геоверс»), Ю.А. Степченков (ООО «Геоверс»), В.Н.Ференци (ООО «Геоверс»)

Введение

Технология Сейсморазведка Высокой Четкости (СВЧ) – это комплекс программных и технических средств, а также методик их применения, предназначенный для получения максимально достоверных результатов обработки сейсмических данных в наиболее широком диапазоне частот при высоком уровне помех [1]. Оптимальная обработка данных - трудоемкий процесс, требующий высоких компетенций обработчика. Часть процедур в технологии СВЧ автоматизирована с использованием интеллектуального робота АРИО [2].

Представлены результаты обработки данных ВСП и НВСП по технологии СВЧ, зарегистрированных на месторождении в Оренбургской области Южного Урала с применением вибрационного источника сейсмических волн. Продемонстрирована возможность достижения частотного диапазона 1-250 Гц. Достоверность полученных результатов подтверждается сопоставлением отражательной и скоростной характеристик по ВСП с литологией, данными ГИС и данными сейсморазведки на поверхности.

Технология СВЧ

При обработке данных сейсморазведки в технологии СВЧ применяется аддитивное итеративное разложение волновых полей на сумму выделенных полезных волн и помех методом проектирования на область допустимых значений параметров полезных волн в максимально широком частотном диапазоне. К полезным волнам относятся падающие, восходящие, однократные и полнократные продольные и обменные волны, а также выделяемые по факту волны различной природы, например, дифрагированные. Под аддитивностью понимается сохранение равенства суммы выделенных полезных волн и помех исходному волновому полю на всех этапах обработки. Для расширения диапазона частот выполняется каскад предсказывающих и пиковых деконволюций. Пиковая деконволюция по форме падающей волны необходима также для получения нульфазового сигнала. Итерации в методе СВЧ разделяются на глобальные и внутренние. Под глобальными итерациями понимается многократное извлечение проекции полезных волн из помех и помех из полезных волн с постепенным уточнением вплоть до околонулевой корреляции между ними. Внутренние итерации – это постепенное выделение каждой из полезных волн на фоне других полезных волн и помех при помощи алгоритма Поликор.

Интерпретация результатов обработки в методе СВЧ заключается в построении трассы однократных отражений (ТОО) и кривой акустических импедансов по данным от ближнего ПВ. Далее проводится увязка полученной скоростной характеристики среды и ТОО с литологией, тонкослоистой скоростной моделью и синтетической трассой по данным ГИС, а также с данными наземной сейсморазведки. При этом появляется возможность оценки и коррекции

импульса в данных наземной сейсморазведки и выполнения деконволюции для расширения спектра и приведения к форме импульса ВСП. По данным НВСП для удаленных ПВ строятся изображения среды в околоскважинном пространстве, рассчитываются разрезы акустических импедансов, выполняются структурные построения.

К дополнительным возможностям СВЧ можно отнести изучение азимутальной анизотропии скорости в околоскважинном пространстве для выделения трещиноватых интервалов разреза, прогноз акустических импедансов ниже забоя скважины, выделение кратнообразующих границ и оценку углов наклона и азимутов отражающих горизонтов.

Результаты обработки реальных данных

На примере обработки данных от виброисточника (свип-сигнал: 6-150 Гц; длина 12 с), зарегистрированных четырехточечным трехкомпонентным зондом ВСП на месторождении в Оренбургской области, демонстрируется возможность достижения частотного диапазона 1-250 Гц при шаге дискретизации 1 мс. На рисунке 1 показан результат обработки по технологии СВЧ ближнего ПВ, удаленного на 100 м от устья субвертикальной скважины, с шагом наблюдений по стволу скважины 10 м. После вычитания из исходного волнового поля, к которому двукратно применялась процедура пиковой деконволюции (Рис.1-А, вертикальная компонента), выделенных помех (Б) в остатках сохраняется поле полезных падающих и отраженных волн (В). На этом же рисунке представлено спектральное отношение полезного сигнала к шуму (Г) и АЧХ выделенных полезных волн, достигающая частоты 250 Гц (Д).

На рисунке 2 показано сопоставление данных ВСП с данными ГИС и наземной сейсморазведки 3D. Синтетическая трасса получена в результате свертки коэффициентов отражения по данным АК и плотности с импульсом падающей волны от ближнего ПВ ВСП. Коэффициенты корреляции между ТОО и синтетической трассой, а также между ТОО и трассой разреза 3D составили 0.63 и 0.88 (после деконволюции трассы 3D по ВСП) соответственно. Корреляция проводилась в интервале 400-1500 мс при увязке ТОО с трассой из 3D и 1100-1360 мс при увязке с синтетической трассой. Перед увязкой данных ВСП и 3D выполнялась оценка и коррекция фазы импульса 3D (поворот на 125^0) с целью приведения к нулевой фазе. На интервале глубин 2600-3160 м ниже уровня наблюдений ВСП проведено сопоставление акустического импеданса, рассчитанного в результате инверсии ТОО ВСП и тонкослоистой скоростной модели по данным АК (кривая АК получена только в этом интервале глубин). Совпадение скоростной характеристики по АК с акустической жесткостью по ВСП хорошее.

На рисунке 3 представлен разрез НВСП в направлении на удаленный ПВ, полученный после миграции по методу Кирхгофа однократно отраженных продольных волн, а также разрез импедансов, рассчитанный в результате акустической инверсии мигрированного разреза в масштабе глубин. Апертура миграции задавалась равной 5^0 , в скоростной модели учтены скорости на интервале прогноза (2490-3160 м) ниже интервала наблюдений ВСП. Удаление ПВ от устья скважины составляет 200 м. На представленных разрезах уверенно выделяются контрастные отражающие горизонты, совпадение отражающей характеристики на разрезе НВСП с ТОО от ближнего ПВ в области скважины хорошее. Вариация амплитуд на разрезе НВСП обусловлена как изменением литологических свойств целевых пластов, так и различием углов отражения сейсмических волн от границ раздела среды при изменении удаления от скважины и глубины залегания отражающего горизонта.

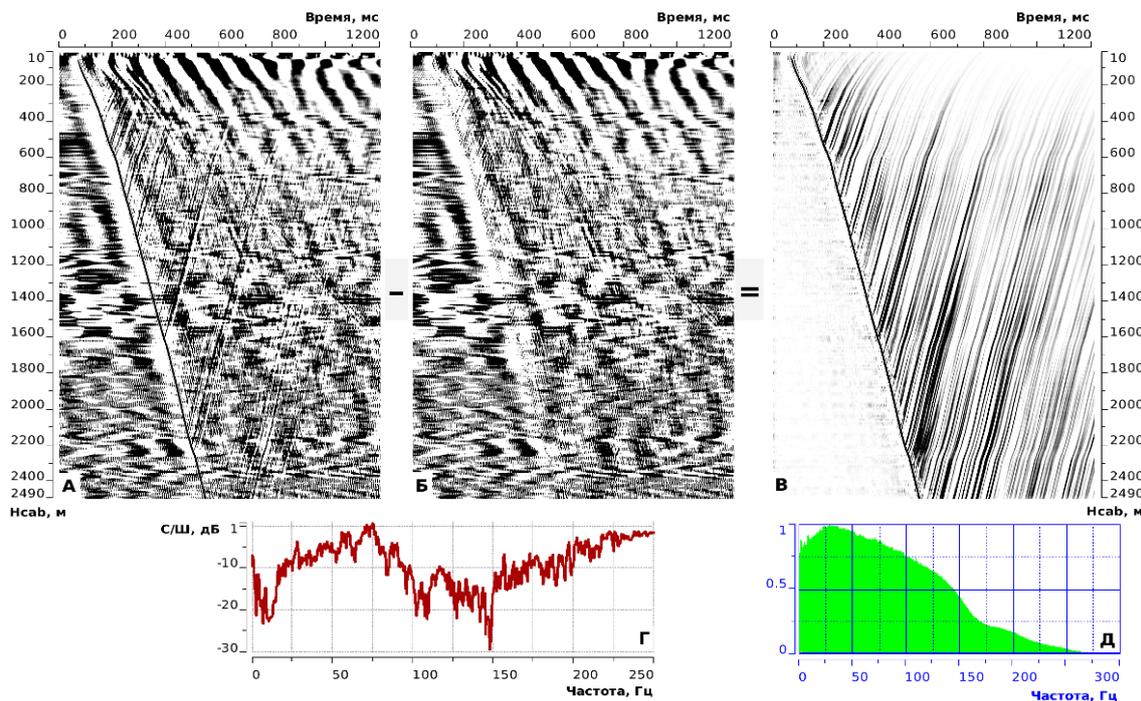


Рисунок 1. Вертикальная компонента волнового поля ВСП в широком спектре (А), выделенные шумы (Б), остатки после вычитания выделенных шумов из исходного волнового поля (В), спектральное отношение полезного сигнала к шуму (Г), АЧХ полезного сигнала (Д).

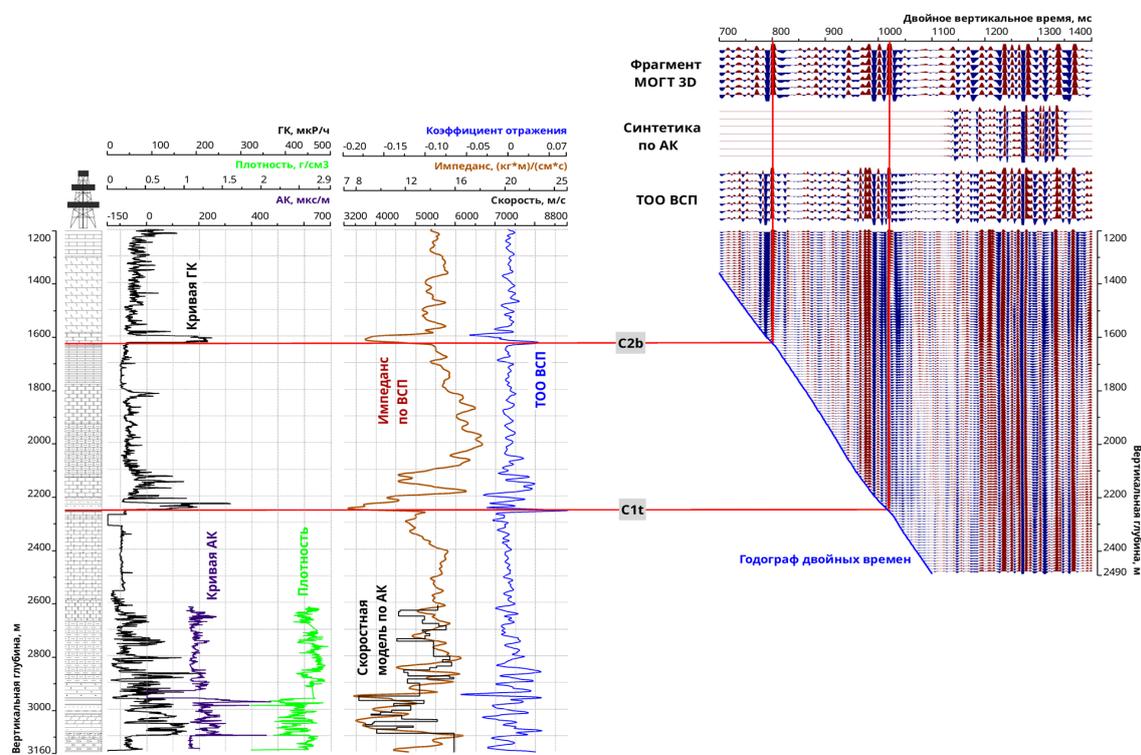


Рисунок 2. Фрагмент узвки ВСП с данными ГИС и наземной сейсморазведки.

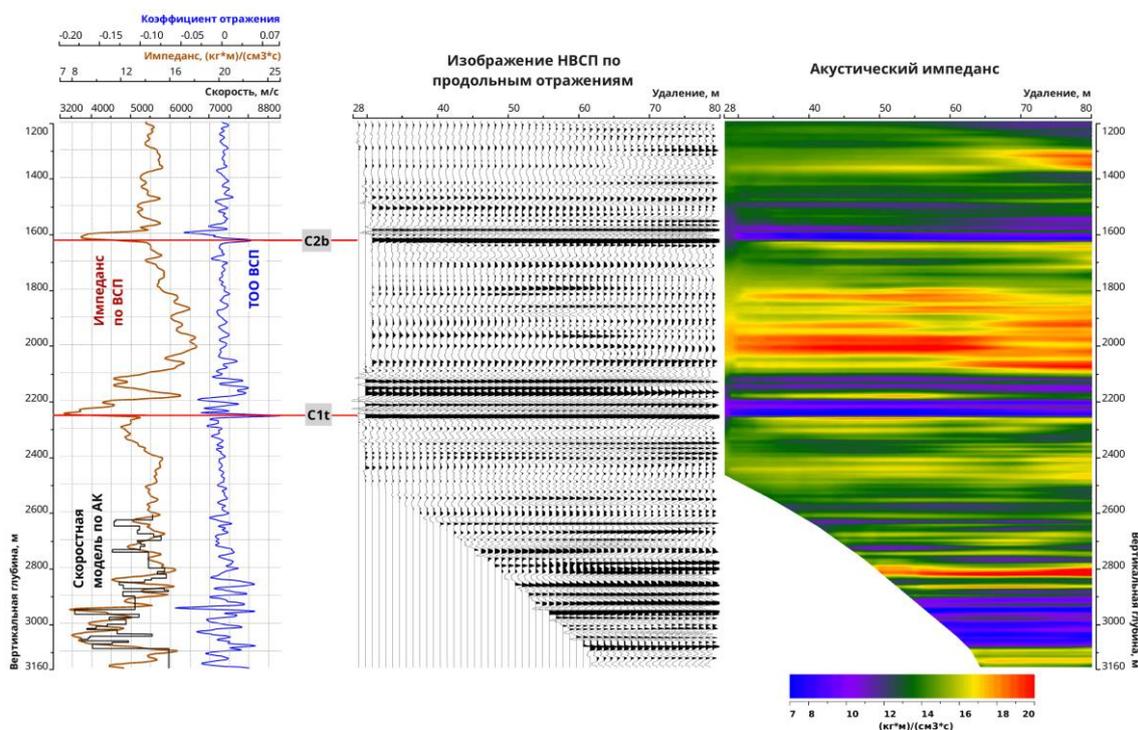


Рисунок 3. Изображение околоскважинного пространства и акустический импеданс по данным НВСП.

Выводы

1. Обработка данных ВСП по технологии СВЧ дает возможность значительно увеличить информативность сейсморазведки за счет максимально возможного расширения спектра (1-250 Гц при шаге дискретизации 1 мс).
2. Компетентная обработка данных ВСП при надежной увязке TOO с данными ГИС позволяет использовать ВСП для оценки качества обработки МОГТ 2D/3D. Высокое значение коэффициента корреляция между TOO ВСП и трассами разреза МОГТ говорит о высоком качестве результатов обработки данных наземной сейсморазведки.
3. Для повышения разрешенности записи за пределы спектра свип-сигнала рекомендуется уменьшать его длительность.

Библиография / References

1. А.А.Табаков, Ю.А.Степченков, В.Н.Ференци, М.С.Коваленко, Е.А.Чечеткина. Вертикальное сейсмическое профилирование высокой четкости в условиях солянокупольной тектоники Припятского прогиба // НТВ «Каротажник». № 329. 2024. стр.100-111.
2. А.А.Табаков, Ю.А.Степченков, В.Н.Ференци. Оценка реальных возможностей и способы повышения информативности обработки данных ВСП с использованием интеллектуального робота АРИО // 26-я конференция по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа. Геомодель. Геленджик. 2024.