

Низкочастотная и широкополосная модификации адаптивной технологии наземной нефтегазовой вибросейсморазведки.

Жуков Александр Петрович¹, Жемчугова Валентина Алексеевна¹, Коротков Илья Петрович¹, Некрасов Игорь Александрович², Сиденко Евгений Константинович¹

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

² *ООО «НПП «СПЕЦГЕОФИЗИКА», Москва*

Введение

Получение широкополосных результатов сейсмических работ в поле и при обработке стало в последние годы основным направлением сейсморазведки, которое стремится к получению сейсмических изображений высокого разрешения, уменьшающих неоднозначность их последующей интерпретации, инверсии и прогноза свойств месторождений.

Виброисточник является признанным инструментом генерации сложных сигналов с частотной и амплитудной модуляцией, применяемых при проведении большинства наземных сейсмических съемок. Сейсмический вибратор состоит из двух основных систем: гидромеханической и электронной. Значительные исследования и усилия были предприняты основными геофизическими подрядчиками для усовершенствования этих систем. Различные способы вибрации на низких частотах позволяют стандартным вибраторам излучать низкочастотный свип-сигнал в режиме пониженного усилия воздействия. Современные тяжелые низкочастотные виброисточники позволяют генерировать свип-сигналы, начиная с четырех герц, при полном усилии воздействия, что уже рассматривается как широкополосная сейсморазведка той концепцией, которая подразумевает расширение спектра излучаемого сигнала только в сторону низких частот (Жуков, Шнеерсон, 2013). В то же время, вопрос возможных улучшений средне и высокочастотных компонент в составе излучаемых свип-сигналов все еще остается актуальным. В данной работе представлены результаты последних разработок, позволяющих расширять спектр излучаемого сигнала как в сторону низких, так и в сторону высоких частот.

Новые модификации адаптивной технологии вибросейсморазведки

Адаптивная сейсморазведка является признанной технологией, расширяющей возможности стандартных виброисточников при излучении новых свип-сигналов. Первая модификация этой технологии - АвиСейс была разработана в начале 2010-х (Жуков и др, 2011) и сейчас успешно применяется для изучения турон-сеноманских залежей на крупных месторождениях Западной Сибири (Zhukov et al., 2015) и сложно построенных песчаных коллекторов Китая (Чжао Сянь-чжэн и др, 2015). На основе новых разработок в электронной системе управления виброисточниками GDS-II в настоящее время реализованы модификации адаптивной технологии, позволяющие излучать свип-сигналы в следующих режимах:

- **Собственно адаптивный.** Позволяет производить настройку излучения на каждом ПВ на целевой интервал, расширяя спектр в сторону средних и высоких частот.
- **Низкочастотный.** Реализует генерацию низких частот при пониженном усилии воздействия, расширяя спектр в сторону низких частот.
- **Широкополосный Адаптивный.** Совмещает генерацию низких частот с адаптацией спектра излучения по средним и высоким частотам.
- **Широкополосный Функциональный.** Совмещает генерацию низких частот с генерацией функционально заданного излучения в среднем и высоком диапазонах частот.
- **Псевдослучайный.** Одновременное излучение не коррелируемых между собой сигналов разными группами источников с целью, прежде всего, кратного повышения производительности работ.

Примеры

Новые модификации адаптивной технологии сейсморазведки были опробованы путем проведения экспериментальных полевых работ 3D и 2D в различных сейсмогеологических условиях Оренбургской области, Западной Сибири, Китая и Казахстана.

Последние опытные работы были проведены во время зимнего полевого сезона 2017 года в Казахстане. В результате полевого эксперимента 2D были опробованы 4 модификации методики АвиСейс. Данные адаптивного, низкочастотного, двух модификаций широкополосного, а также линейного свипов были обработаны по единому графу. Окончательные разрезы представлены на рис. 1.

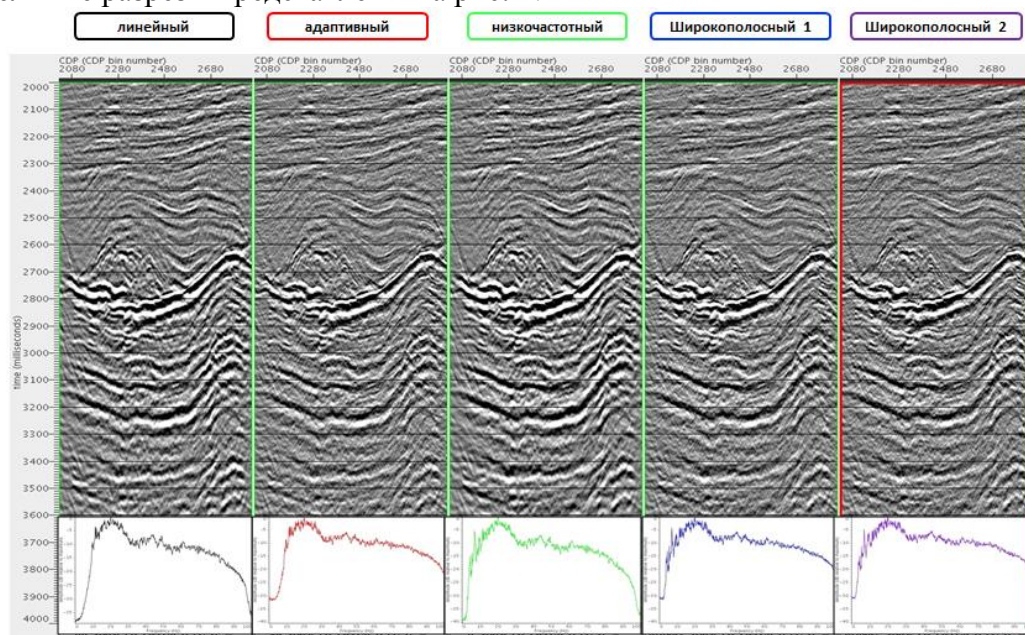


Рис 1. Финальные временные разрезы и их спектры, полученные в результате обработки вибросейсмических данных разных свип-сигналов (Казахстан 2017).

На рис. 2 представлены результаты полосовой фильтрации по октавам каждого набора обработанных данных. Каждый набор данных был отфильтрован в шести диапазонах частот.

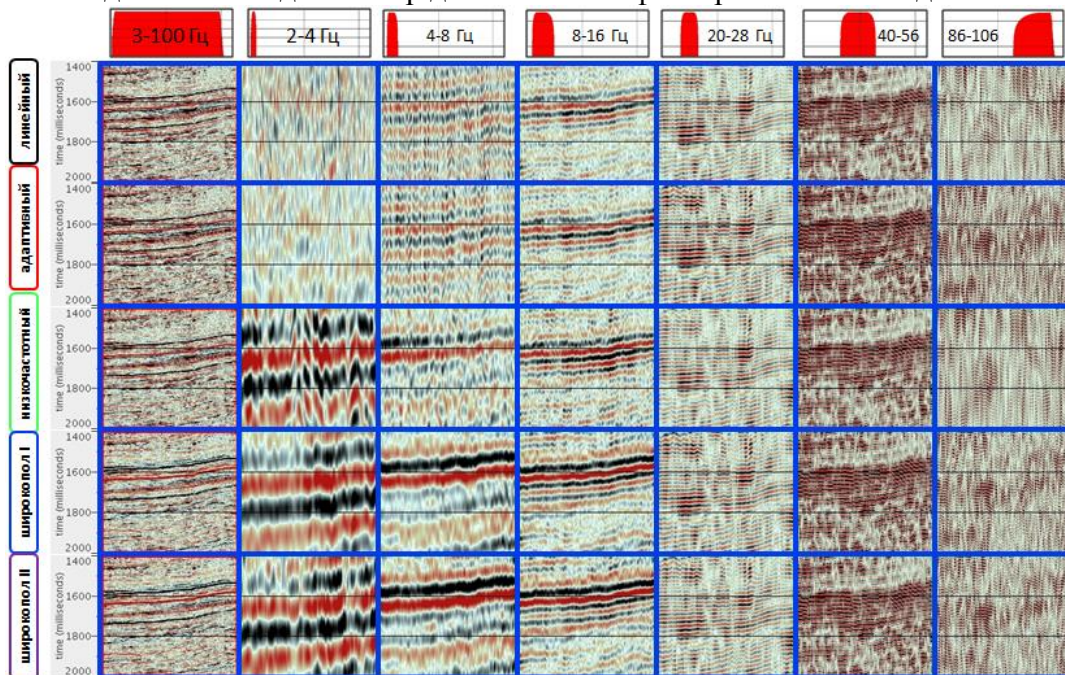


Рис 2. Результат полосовой фильтрации финальных разрезов по октавам. Сверху-вниз представлены методики вибросейсморазведки, слева-направо диапазоны частот фильтра. (Казахстан 2017).

Как видно из приведенных примеров, модификации методики АвиСейс позволяют расширять амплитудный спектр в зависимости от типа используемого свип-сигнала.

На рис. 3 представлено сравнение разрезов и их спектров в целевом интервале. Данные линейного и широкополосного свип-сигналов были получены в Китае. На данной иллюстрации широкополосная методика демонстрирует существенное расширение амплитудного спектра и более высокую визуальную разрешенность на самом разрезе в сравнении с линейной методикой.

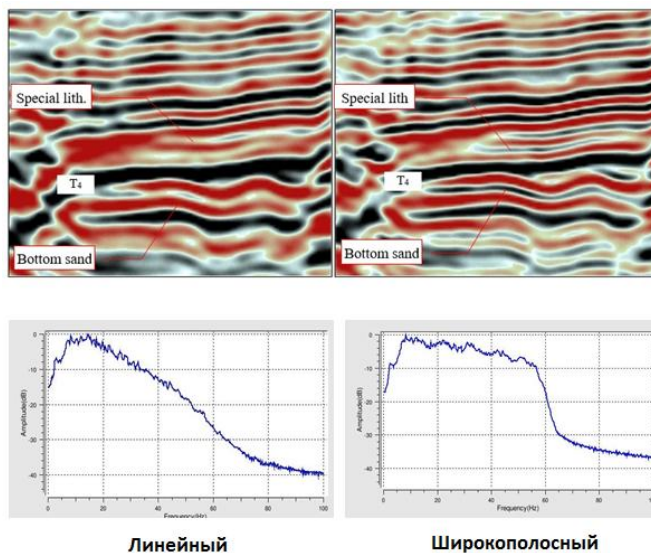


Рис 3. Целевой интервал на временных разрезах и амплитудные спектры линейной и широкополосной методик (Китай).

Для оценки геологической эффективности новых модификаций была проведена обработка по единому графу, интерпретация и акустическая инверсия результирующих разрезов для сопоставления с данными ГИС (рис. 4).

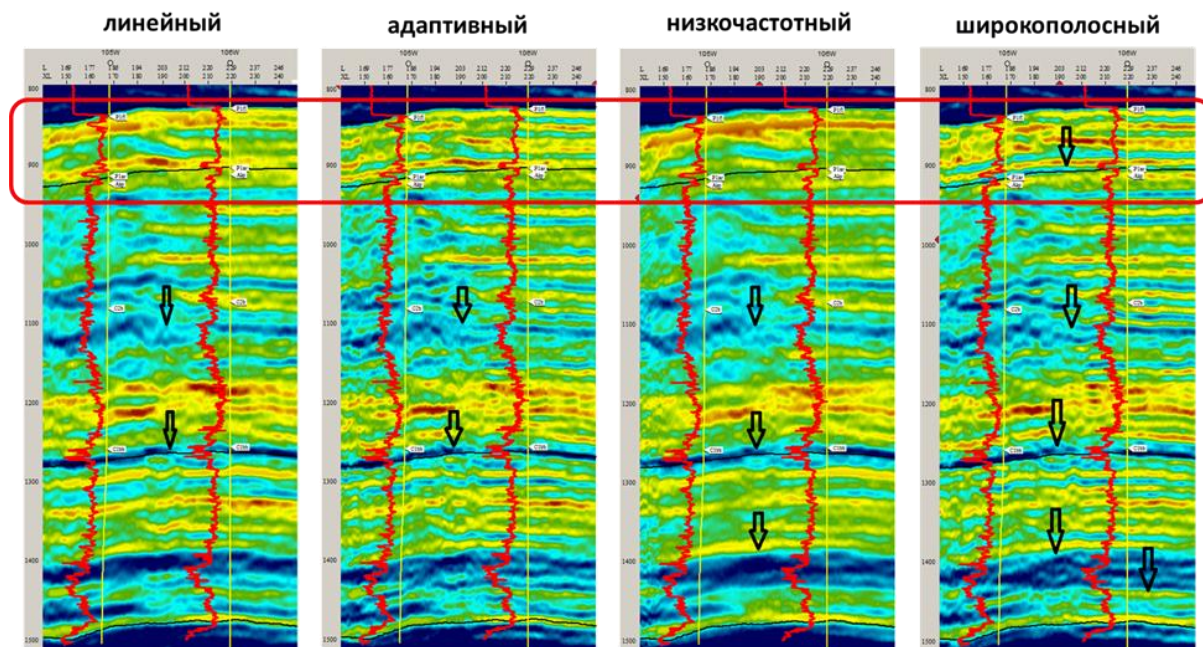


Рис 4. Оренбургская область. Результаты акустической инверсии различных модификаций адаптивной технологии.

Процедура инверсии сейсмических результатов различных модификаций адаптивной технологии проводилась с минимальным влиянием фоновой модели для объективной оценки реального вклада расширения спектральных компонент при излучении в точность восстановления импеданса по сейсмическим данным (рис. 5). Количественная оценка отклонений восстановленного импеданса от измеренного показывает повышение

достоверности прогноза акустических свойств на 15-20% в случае низкочастотного и широкополосного сигналов.

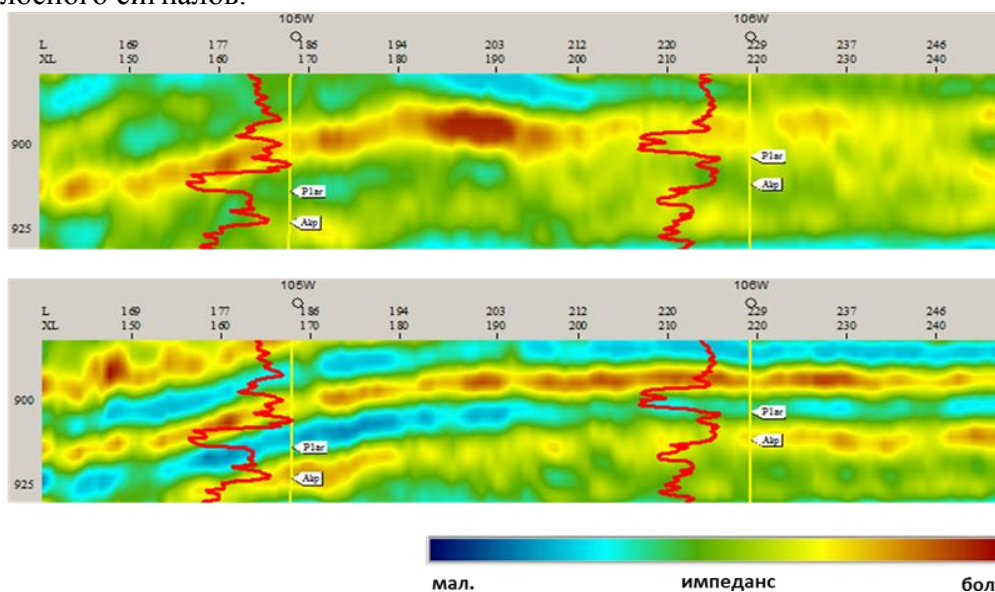


Рис 5. Сравнение разрезов акустического импеданса (целевой интервал).

Выводы

Новые разработки в области управления виброисточниками позволяют расширять спектр излучаемого сигнала как в сторону низких, так и в сторону высоких частот. Показано увеличение достоверности инверсионного преобразования сейсмических трасс низкочастотных и широкополосных модификаций адаптивной наземной сейсморазведки.

Благодарности

Авторы благодарят компании ООО “Газпром Добыча Оренбург”, ООО “Газпром Добыча Надым” и ООО “ТНГ-Групп” за помощь в реализации экспериментов и внедрении новых технологий.

Список литературы

Авторы благодарят компании ООО “Газпром Добыча Оренбург”, ООО “Газпром Добыча Надым” и ООО “ТНГ-Групп” за помощь в реализации экспериментов и внедрении новых технологий.

А.П. Жуков, М.Б. Шнейерсон (2013) Современные технологии возбуждения сейсмических волн. Приборы и системы разведочной геофизики. N3. 2013.

А.П. Жуков, И.В. Тищенко, Р.М. Калимулин, В.С. Горбунов, А.И. Тищенко (2011). Адаптивная вибросейсморазведка в условиях неоднородного строения верхней части геологического разреза. Технологии сейсморазведки. N2. 2011.

Zhukov A., Korotkov I., Zhemchugova V., Shport Y. (2015). Adaptive Seismic Technology Provides Better Reservoir Imaging and Allows Discovering New Resources in Large Gas Field. 77th EAGE Conference & Exhibition. Madrid. 2015.

Чжао Сянь-чжэн, Ван Си-шунан, Чжан Жуй-фэн, Тан Чуань-чжан, Жуков А. П. (2015). Применение технологии адаптивной вибрационной сейсморазведки для получения широкополосных сейсмических данных. Технологии сейсморазведки. N4. 2015.