

Количественные оценки качества сейсмического материала на различных этапах обработки

- Абизгильдин Р.И., ЗАО НПЦ «ГеоСейсКонтроль»; МГУ., г.Москва
- Белоусов А.В., ЗАО НПЦ «ГеоСейсКонтроль»; РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г.Москва

Введение

В процессе проведения полевых работ на территории России достаточно давно используется система получения оконных количественных оценок качества полевого сейсмического материала, основанная на выделении на полевых сейсмограммах зон преобладания определенного типа энергии (сигнал, помеха, микросейсмический шум и др.) [1]. Критерием для признания материала качественным служит превышение порогового значения по совокупности оценок, признанных значимыми для исследуемой площади. Несмотря на наличие критики и необходимости учета и рассмотрения неметодических (нетехнологических) факторов в структуре оценки качества, указанные оценки представляются наиболее объективной возможностью оперативного получения информации в полевых условиях.

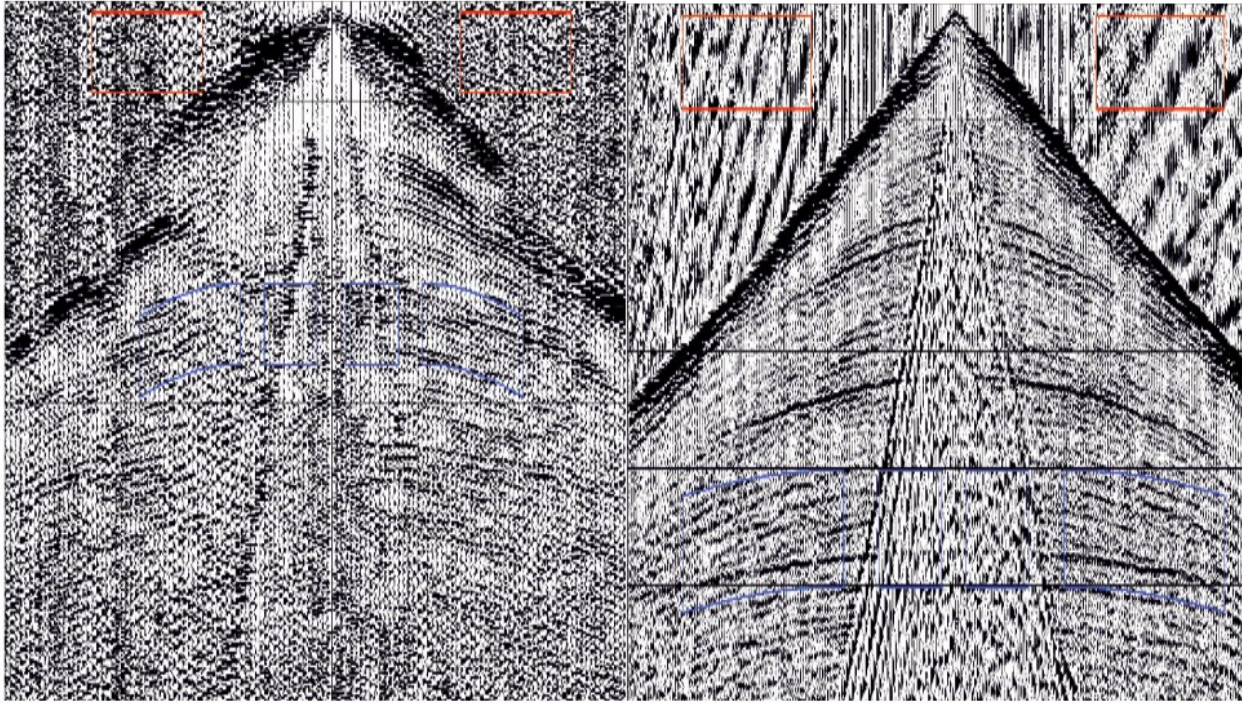
В то же время, отдельный и особый интерес представляют вопросы контроля обработки сейсмического материала. Достаточно большие проблемы в данном вопросе вызваны необратимым изменением амплитудно-частотных свойств записи в целом и оконного интервала в частности в ходе воздействия любой процедуры сигнальной обработки, направленной на шумоподавление и восстановление качественного изображения земной среды.

В связи с отсутствием единого принятого количественного подхода к оценке качества обработки материалов нами предпринята попытка проанализировать применимость полевых оценок к обраба-

тываемому материалу, фактически – анализ изменения полевых оценок в ходе обработки.

Описание эксперимента

Для анализа оконных оценок было выбрано два профиля – с относительно плохим (профиль 1) и с хорошим (профиль 2) исходным качеством материала при достаточно изменчивом рельефе. Необходимо оговориться, что для сохранения корректности проводимого сравнения в обрабатываемый материал введены только высокочастотные статические поправки, связанные с плавающим уровнем приведения. Рассчитаны оконные оценки на исходных данных и на данных после ключевых процедур обработки, таких как полосовая фильтрация, частотно-зависимое медианное шумоподавление, поверхностно-согласованная деконволюция и коррекция амплитуд и др. Кроме того, выполнено сравнение амплитудно-частотных характеристик записи после потрассных и поверхностно-согласованных процедур. Окна для оценки амплитудно-частотных свойств записи были выбраны в областях преобладания отраженных волн, поверхностных волн и микросейсм (рисунок 1). В зоне преобладания отраженных волн они повторяют форму годографа с заданной скоростью по результатам скоростного анализа. Диапазон удалений для обоих профилей 1000 – 2000 м. Временной интервал анализа для первого профиля – 1200 – 1400 мс, для второго профиля – 2000 – 2400 мс.



▲ Рис. 1. Пример выбора окон анализа для профиля 1 (сейсмограмма слева) и для профиля 2 (сейсмограмма справа). Сейсмограммы отображены с использованием АРУ в окне 400 мс.

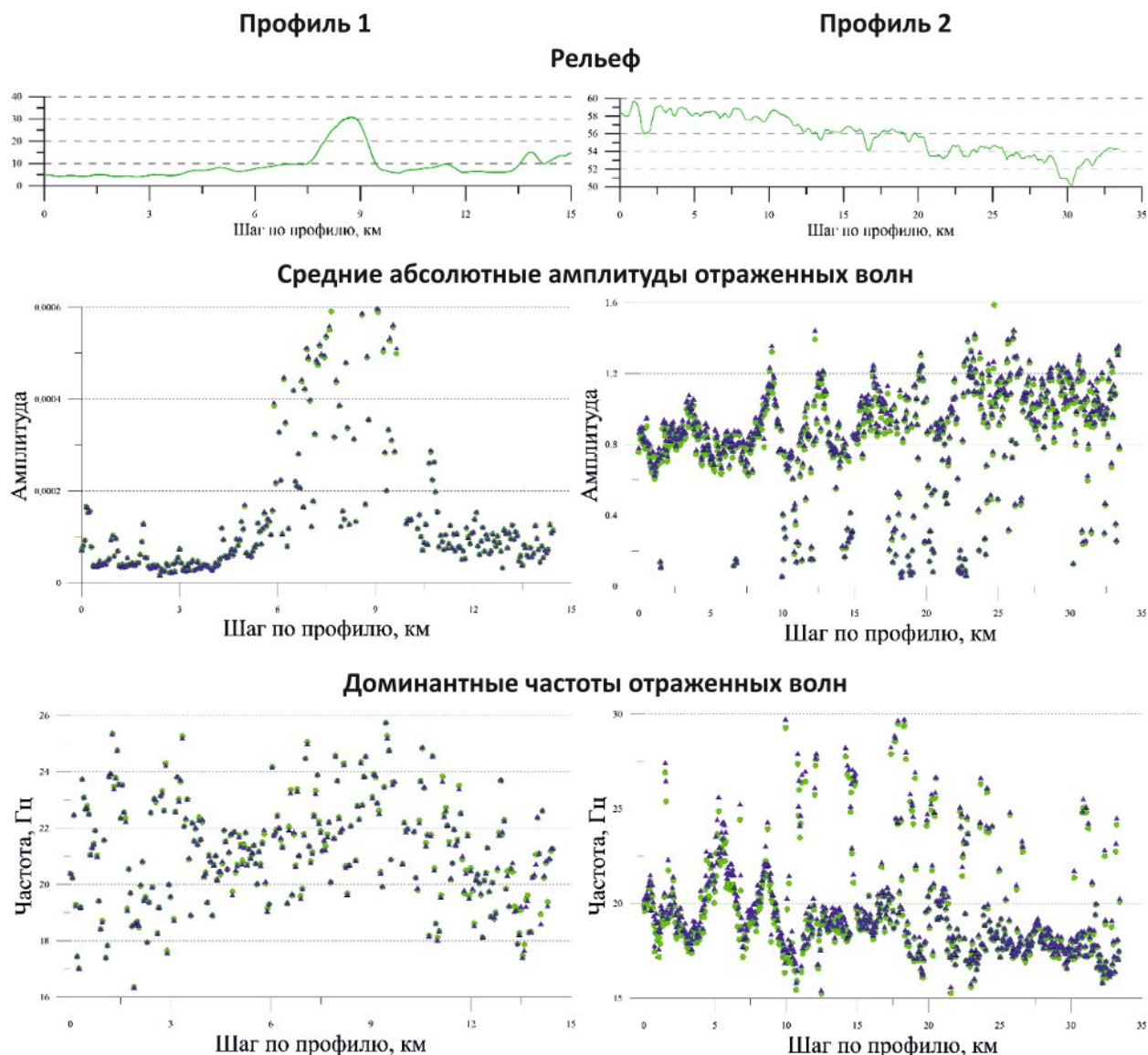
Оконные оценки являются интегральными суммами нескольких факторов, один из которых – структурный [2]. В процессе обработки важно максимально сохранить его выраженность в амплитудно-частотных свойствах записи, при этом исключив все остальные факторы. В связи с этим после каждого этапа обработки сейсмических данных выполнялось построение графиков средних абсолютных амплитуд и доминантных частот вдоль профиля, рассчитанных в области преобладания отраженных волн. Процедуры обработки подбирались таким образом, чтобы в целом сохранить распределение амплитуд и частот по профилю.

Влияние статических поправок на оконные оценки

В районах с изменчивым рельефом и неоднородным строением ВЧР статические поправки могут существенным образом изменить распределение амплитуд и частот, рассчитанных в окне. Это связано с

тем, что большие временные сдвиги трасс изменяют соотношение колебательных процессов в окне, изменяя тем самым и оконные атрибуты. В связи с этим были рассчитаны статические поправки за рельеф для плавающего и фиксированного уровней приведения.

На рисунке 2 представлены графики рассчитанных атрибутов по профилям, на которых показаны оконные оценки на данных без статики и с введенной статикой за рельеф для фиксированного уровня. Так как статика за плавающий уровень приведения позволяет учесть аномалии, связанные с резкими колебаниями рельефа, то существенного влияния на оконные оценки она не оказывает. Полная статика за рельеф, в зависимости от выбранного уровня приведения и скорости замещения, оказывает заметное влияние на рассчитанные атрибуты, в основном уменьшая средние абсолютные амплитуды без изменения распределения. При этом, распределение доминантных частот несколько меняется в зависимости от



▲ Рис. 2. Графики атрибутов по профилям до (●) и после (▲) ввода полной статики за рельеф.

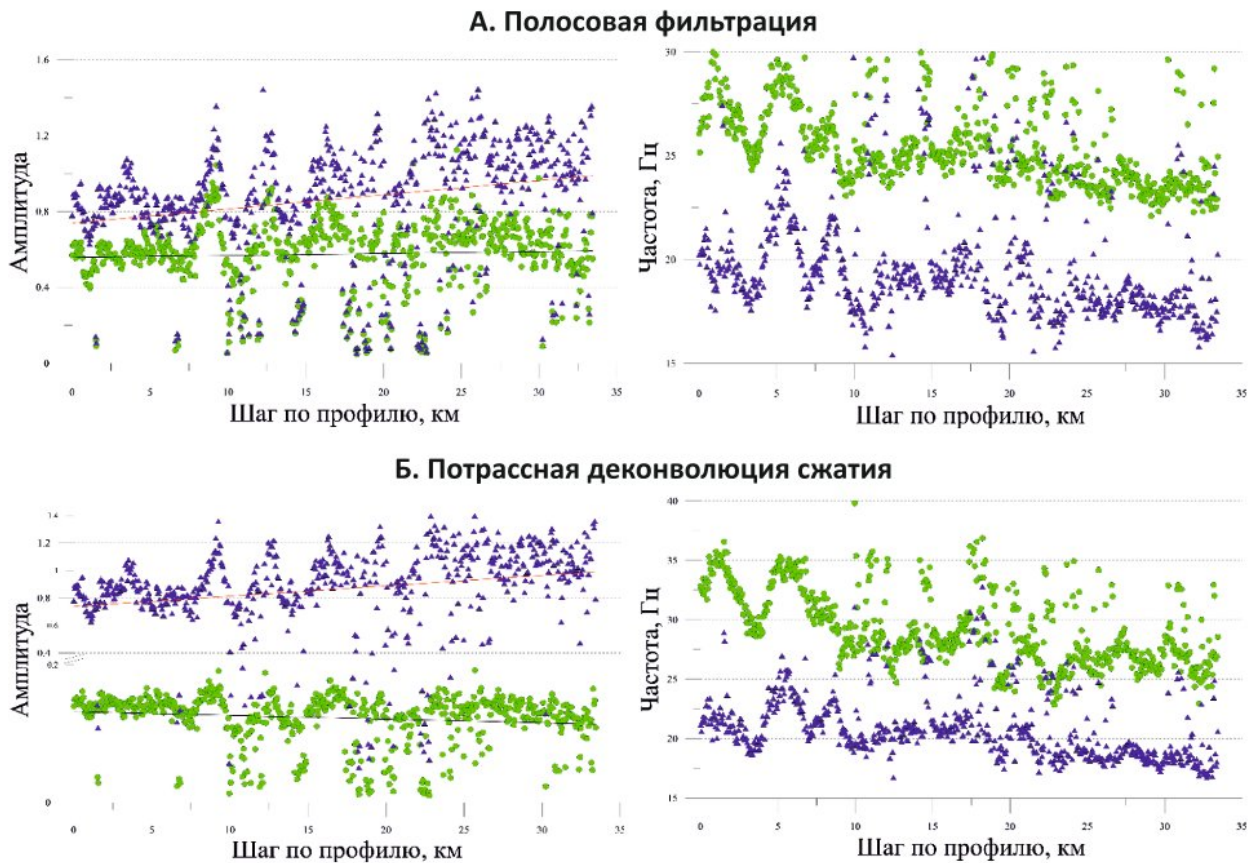
величины сдвига трассы, так как меняется соотношение полезного сигнала и шума в окне.

Влияние потрассных процедур на оконные оценки

В процессе обработки особое внимание стоит уделять контролю потрассных процедур, если они используются в основном графе, так как их аппарат не предполагает разложения на факторы и их учета. Поэтому возможно существенное искажение амплитудно-частотных свойств записи. В связи с этим были выполнены оцен-

ки на данных после полосовой фильтрации и потрассной деконволюции сжатия.

На рисунке 3а представлены графики средних абсолютных амплитуд и доминантных частот в окне до и после полосовой фильтрации 15-20-60-80 Гц по профилю 2. Видно, что распределение частот вдоль профиля меняется незначительно — увеличивается центральная частота и количество высокочастотных отскоков при сохранении общего тренда. При этом общий тренд амплитуд незначительно изменяется при сохранении локальных особенностей.



▲ Рис. 3. Графики атрибутов по профилю 2 до (●) и после (▲) процедур обработки. Красным цветом показана линия тренда для исходных данных, черным – для данных после применения процедуры.

На рисунке 3б представлены графики средних абсолютных амплитуд и доминантных частот в окне до и после потрассной деконволюции сжатия по профилю 2. Длина оператора 240 мс, уровень белого шума 1%. В связи с расширением спектра после деконволюции увеличиваются доминантные частоты в окне. Однако существенно изменяется поведение амплитуд вдоль профиля: линия тренда для данных после деконволюции меняет наклон на противоположный. При этом все локальные особенности сохраняются.

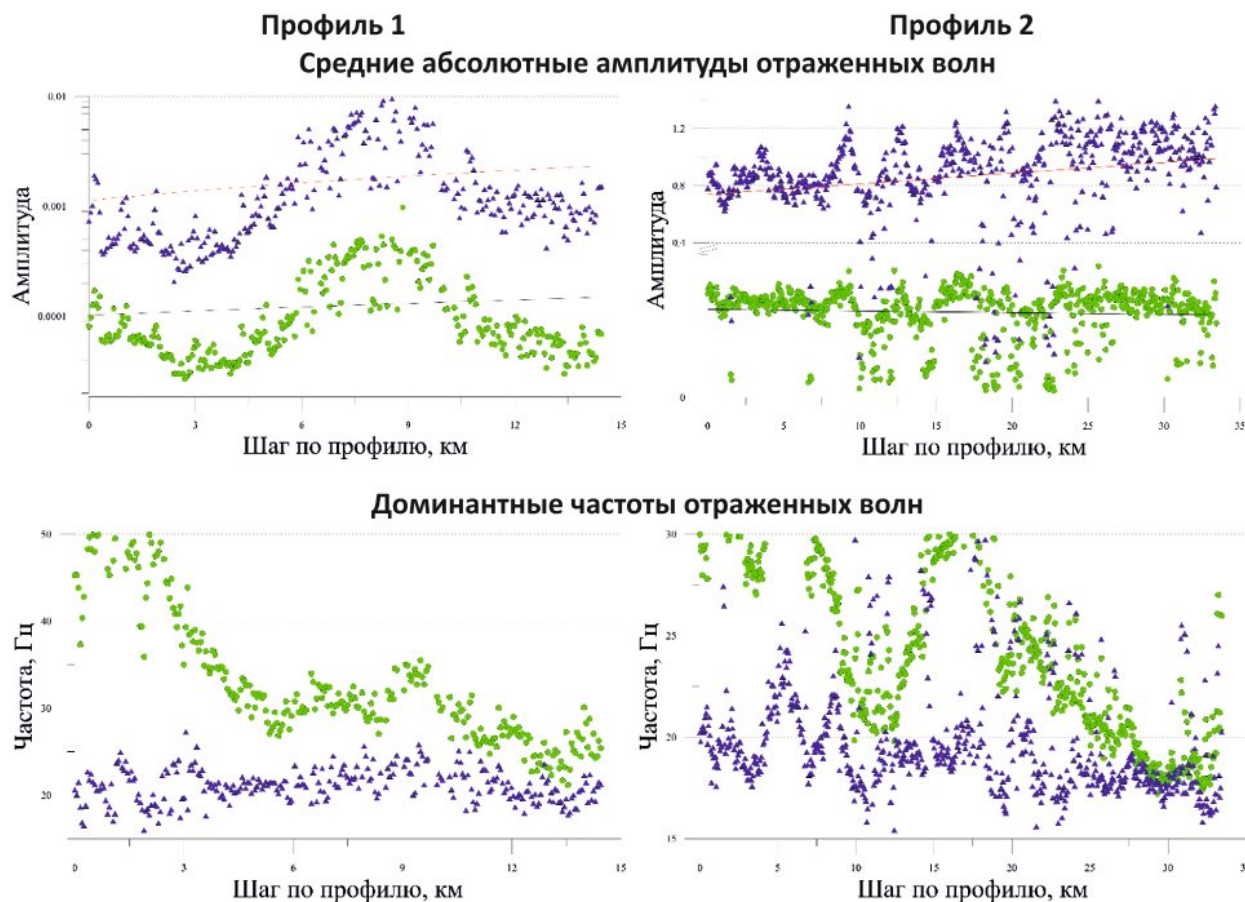
Для профиля 1 получены схожие результаты.

Влияние поверхностно-согласованных процедур на оконные оценки

В основе поверхностно-согласованных процедур лежит разложение на факторы,

отвечающие источнику, приемнику, удалению и структуре [3]. На практике при выполнении поверхностно-согласованных процедур обычно учитываются факторы источника и приемника, что позволяет стабилизировать результат операций и сильнее выделить в амплитудно-частотных свойствах сейсмической записи структурный фактор. В рамках основного графа обработки была выполнена поверхностно-согласованная деконволюция сжатия.

На рисунке 4 представлены графики средних абсолютных амплитуд и доминантных частот в окне до и после поверхностно-согласованной деконволюции сжатия. Длина оператора 240 мс, уровень белого шума 1%. Учитываются факторы источника и приемника. Для профиля 1 тренд оценок, очевидно, сохраняется; для профиля 2



▲ Рис. 4. Графики атрибутов по профилям до (●) и после (▲) процедур поверхностно-согласованной обработки. Красным цветом показана линия тренда для исходных данных, черным – для данных после применения процедуры.

наблюдается ослабление линейной компоненты тренда с выходом на постоянное значение за счет существенного уменьшения амплитуд. Отметим, что частоты по второму профилю за счет поверхностного согласования оказались ниже, чем после потрассных процедур.

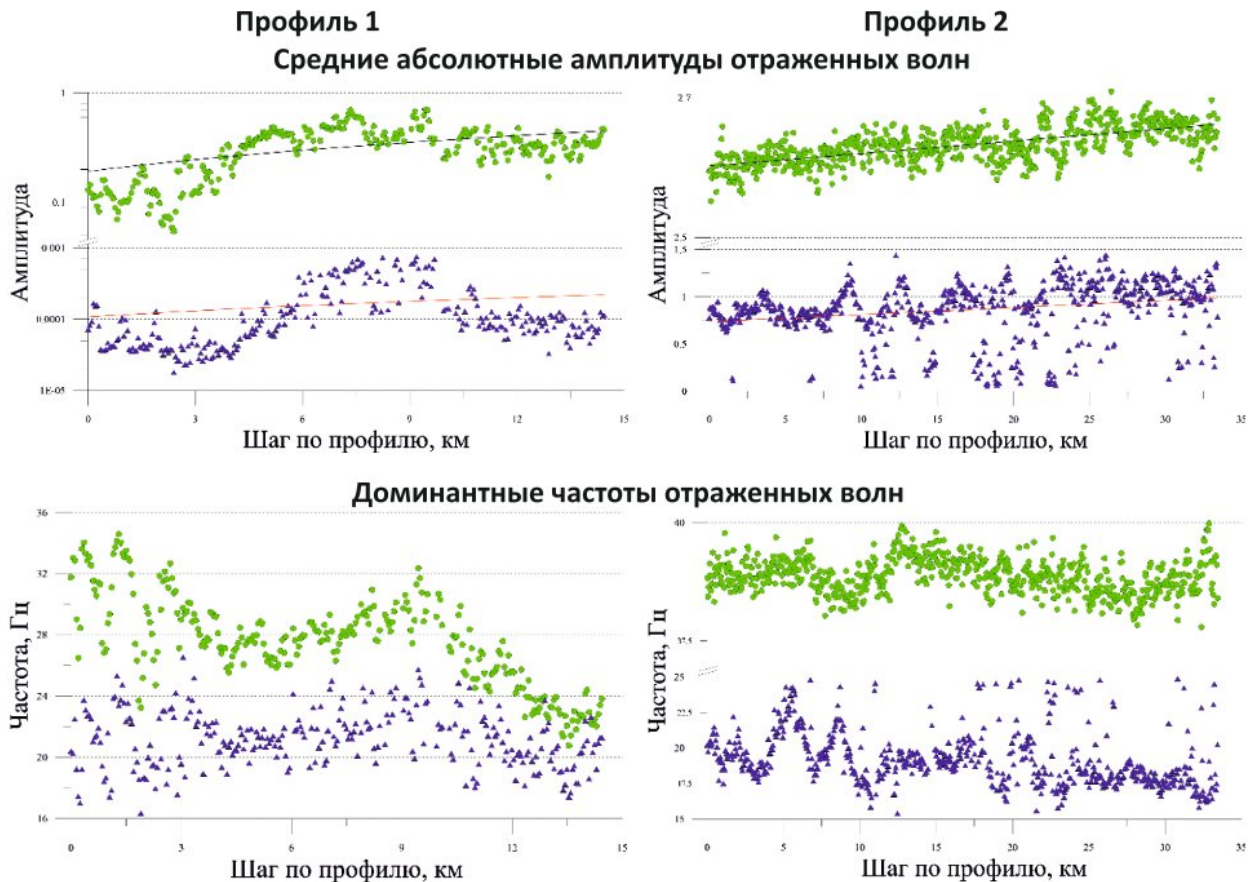
Оконные оценки до и после обработки.

После выполнения всех процедур обработки были рассчитаны оконные оценки по финальным сейсмограммам. Результаты представлены на рисунке 5. Как можно заметить, для обоих профилей в ходе обработки сохранился общий тренд средних абсолютных амплитуд в окне. В случае профиля 2 доминантные частоты после обработки достаточно выровнены

вдоль профиля, что может говорить о качественном выполнении поверхностно-согласованного набора процедур. Для профиля 1 можно заметить, что частотный состав записи после обработки неравномерный вдоль профиля.

Заключение

На наш взгляд, количественные оконные оценки качества, широко применяемые для описания полевого сейсмического материала, могут быть использованы для сопровождения процесса обработки. Они позволят объективизировать последовательность принятия решений по выбору процедур и параметров обработки, обеспечивая тем самым улучшение качества обработанного сейсмического материала.



▲ Рис. 5. Графики атрибутов по профилям на входе (●) и выходе (▲) полного цикла поверхностно-согласованной обработки. Красным цветом показана линия тренда для исходных данных, черным – для данных после применения процедуры.

Основным критерием качества можно считать сохранение исходного тренда оценок.

Литература

1. Крылов И.Б. Записки о качестве первичного сейсмического материала и его оценках. М.: Научные технологии. 2016.
2. Блюменцев А.М., Мельчук Б.Ю. К вопросу о качестве геофизических технологий // Приборы и системы разведочной геофизики. 2012. № 1. С. 8-11.
3. Taner M., Koehler F. Surface consistent corrections // Geophysics. 1981. Vol. 46. No.1. P. 17-22.

Подробнее об авторах



Абизгильдин
Руслан Ильдусович

геофизик ЗАО НПЦ
"ГеоСейсКонтроль",
магистрант МГУ
им. М.В. Ломоносова



Белоусов
Александр Валерьевич

доцент кафедры разведочной геофизики РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, к.т.н.