

В решении проблемы обеспечения качества полевых данных нет мелочей

■ Гафаров Р.М., Ягудин И.Р., ООО «Башнефтегеофизика», г. Уфа

В настоящее время проблема повышения эффективности и качества сейсморазведочных работ приобретает все большую актуальность. Сейсморазведка, бурение, испытание и исследование скважин составляют основу геологоразведочных работ (ГРП) в России при решении проблемы наращивания и долгосрочного управления ресурсами и запасами нефти и газа. Таким образом, внедрение в производство геологоразведочных работ на нефть и газ новых методов, технологий и аппаратурно-технических средств, по-прежнему является важнейшей задачей. Особенно важно обеспечить высокий технологический уровень проведения полевых работ и высокое качество получаемых в поле сейсмограмм. Затраты на проведение полевых сейсморазведочных работ составляют сегодня порядка 80% от стоимости полного цикла сейсморазведочных работ. Потеря или снижение качества полевых данных ведет к большим экономическим потерям, ограничивает использование современных технологий обработки и анализа сейсмоданных, без которых сегодня невозможно построение достоверной геофизической модели геологического строения изучаемых территорий.

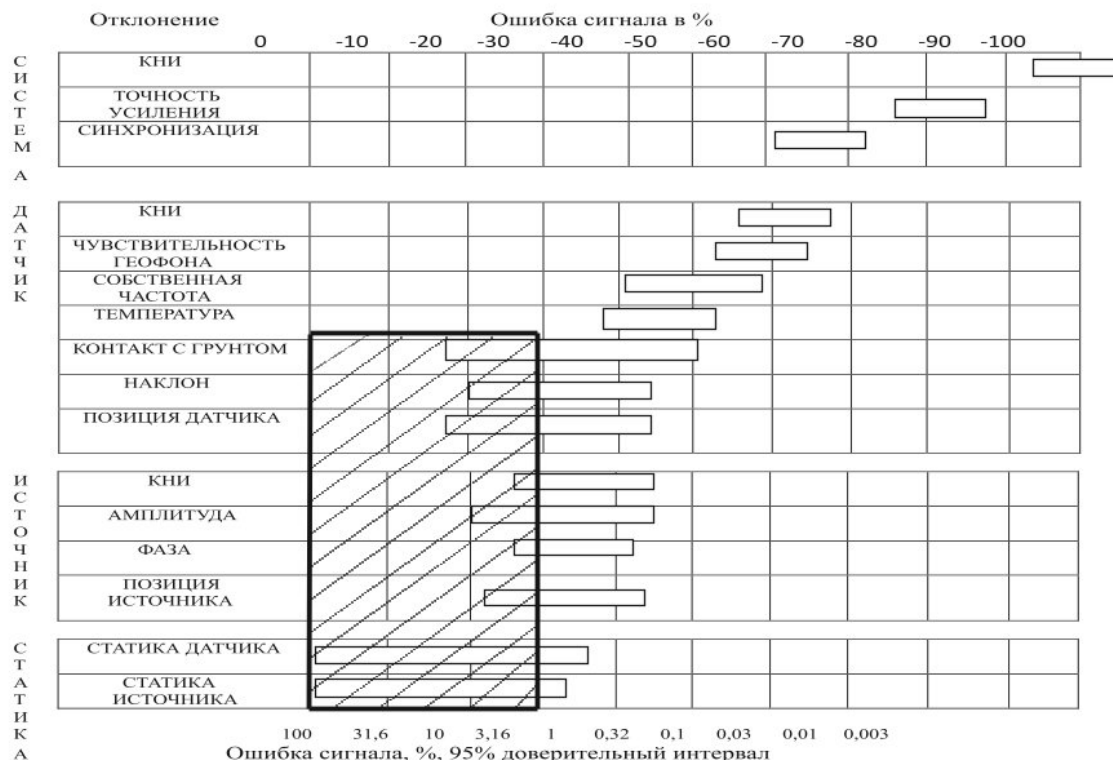
В начале 1990-х годов компания Western Geco провела всесторонний анализ влияния отклонений различных параметров сейсморегистрирующего канала: датчика, сейсморегистрирующей системы, источника, а также погрешностей определения статики датчика и источника на соотношение сигнал/шум для Р-волны [1]. Эксперименты были выполнены на синтетических сигналах. Результаты исследований приведены на рисунке 1.

Исследования показали, что такие факторы как статика датчика и источника, качество связи датчика с грунтом, точ-

ность размещения и наклон датчика, точность размещения источника, а также отклонения параметров возбуждения сейсмических колебаний от заданных величин значительно сильнее влияют на качество регистрируемого сигнала, чем изменение параметров сейсморегистрирующей системы и датчика. А такие отклонения, к сожалению, достаточно широко распространены при проведении полевых работ.

В настоящее время одним из основных геофизических методов поиска и разведки полезных ископаемых и изучения глубинного строения земных недр является вибрационная сейсморазведка. С помощью вибрационных источников получают более 75% всех сейсмических записей. Помимо реализации высокопроизводительных методик выполнения полевых работ, вибрационные источники по сравнению с импульсными источниками имеют такие преимущества, как: возможность управления параметрами возбуждения колебаний, универсальность и повсеместность применения, безопасность применения, мобильность, экологическая безопасность, высокая экономическая эффективность, более высокая информативность получаемых геофизических данных.

Внедрение современных методик полевых работ вызвало необходимость изменения подходов к оценке качества полевых данных. Разработаны и широко применяются формализованные подходы к определению доминантных частот, соотношений сигнал/шум в нескольких окнах анализа и прочие оценки. Сами принципы и необходимость формализованных оценок не могут подвергаться сомнению, особенно в условиях существующего дефицита квалифицированных специалистов. Однако применение



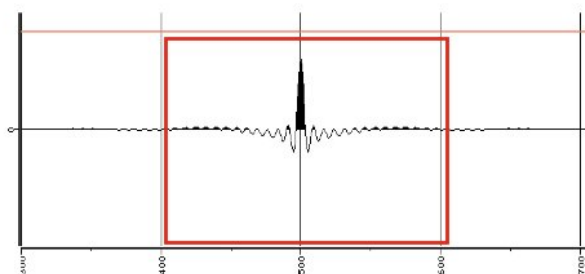
▲ Рис. 1. График чувствительности Р-волны к условиям сейсмического наблюдения.

стандартных методов оценки качества, без учета тех или иных нарушений в процессе возбуждения сейсмических колебаний, может, в конечном счете, сказаться на точности оценки качества полевых данных.

В частности, на наш взгляд, при оценке качества полевого материала недостаточно внимания уделяется проверке параметров возбуждения свип-сигнала сейсмостанциями. Такие параметры как начальная и конечная частота развертки свип-сигнала не так просто проверить, т.к. эти данные отсутствуют как в заголовках стандартного SEGД файла, так и в первичных данных, которые поступают с сейсмостанции (raw, vars-файлы и т.д.). Данные параметры возможно проверить исключительно в настройках сейсмостанции. При этом необходимо отметить, что наиболее существенное влияние на качество полевого материала происходит при изменении частотного состава излучаемого свип-сигнала, а незначительные изменения частоты свип-сигнала визуально на коррелограммах определить невозможно.

В дальнейшем при построении карт атрибутов для частотного анализа коррелограмм также не всегда удастся заметить изменение атрибутов в случае отработки части данных с некорректным свип-сигналом. При этом также невозможно однозначно утверждать, с чем связаны данные изменения: «с изменениями параметров возбуждения свип-сигнала» или с «изменениями поверхностных условий». При проведении данного визуального анализа следует очень тщательно подойти к выбору цветовой градации при построении карт атрибутов.

Для оперативного выявления нарушений параметров возбуждения на этапе проверки полевых данных предлагается использовать служебные каналы из SEGД файлов (рис.2). Информацию о начальной и конечной частотах развертки свип-сигнала можно получить, используя данные со служебного канала, на который записывается ФАК. Записываемая функция получается путем свёртки модулированного свип-сигнала на сейсмостанции (данный свип по радиоканалу передается



▲ Рис. 2. Пример служебного канала с АКФ из заголовка SEGД.

— окно расчета.

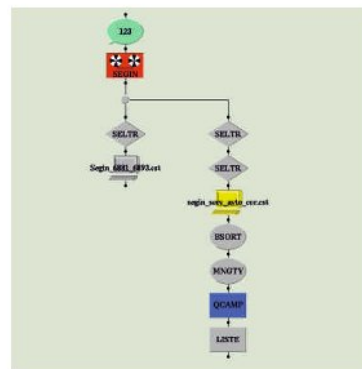
на сейсмовибраторы, в дальнейшем с данными параметрами происходит отработка физического наблюдения).

По имеющейся ФАК на служебном канале можно проконтролировать частотный спектр реального опорного свип-сигнала и рассчитать неизменную характеристику данной функции - доминантную частоту (ширина главного полупериода АКФ).

Рассмотрим вышеописанную операцию на примере: для опорного свип-сигнала с параметрами f1-6, f2 -140 (L-10с, Taper-0.5) значение доминантной частота будет составлять 71.22Гц, а для параметров свип-сигналов f1-7, f2 -141 (L-10с, Taper-0.5) значение доминантной частоты составит 71.42Гц. Окно расчета частоты по служебному каналу с ФАК выбирается произвольно, но с условием попадания в окно пика ФАК. Затем рассчитанные данные заносятся в «Протокол качества», где в дальнейшем возможно контролировать любые возникающие изменения параметров (Рис.3).

► Рис. 3. Пример ежедневного «Протокола качества».

File	Line	SP	Амплитуда сигнала	Амплитуда шума	s/n	Фдом Гц	Quality	Julian Day	DATE	TIME	Dump SF	ФАК (Фдом)
6823	1409	5403	0.002580	0.000090	28.6	26	1	333064946	29.11.2015	06:49:46	4	72.25
6824	1409	5402	0.002620	0.000099	26.4	26	1	333065135	29.11.2015	06:51:35	4	72.25
6825	1409	5401	0.002860	0.000110	26.0	27	1	333065336	29.11.2015	06:53:36	4	72.25
6826	1409	5400	0.002690	0.000094	28.6	26	1	333065625	29.11.2015	06:56:25	4	72.25
6827	1409	5399	0.002790	0.000086	32.6	25	1	333065816	29.11.2015	06:58:16	4	72.25
6828	1409	5398	0.002510	0.000083	30.3	23	1	333070012	29.11.2015	07:00:12	4	72.25
6829	1409	5397	0.002460	0.000081	30.5	23	1	333070222	29.11.2015	07:02:22	4	72.25
6830	1410	5396	0.002740	0.000080	34.5	23	1	333070436	29.11.2015	07:04:36	4	72.25
6831	1411	5395	0.002700	0.000146	18.5	24	1	333075516	29.11.2015	07:55:16	4	72.25
6832	1409	5394	0.002740	0.000085	32.3	28	1	333080019	29.11.2015	08:00:19	4	72.25
6833	1409	5393	0.002670	0.000083	32.3	28	1	333080226	29.11.2015	08:02:26	4	72.25
6834	1397	5393	0.002740	0.000069	39.9	23	1	333080741	29.11.2015	08:07:41	4	72.25
6835	1397	5394	0.002740	0.000119	23.0	24	1	333081134	29.11.2015	08:11:34	4	72.25
6836	1397	5395	0.003240	0.000087	37.3	24	1	333081427	29.11.2015	08:14:27	4	72.25
6837	1397	5396	0.002720	0.000094	28.9	24	1	333081741	29.11.2015	08:17:41	4	72.25
6838	1397	5397	0.003130	0.000175	17.9	29	1	333082106	29.11.2015	08:21:06	4	72.25
6839	1397	5398	0.003560	0.000133	26.8	29	1	333082306	29.11.2015	08:23:06	4	72.25
6840	1397	5399	0.003750	0.000114	32.9	29	1	333082502	29.11.2015	08:25:02	4	72.25
6841	1397	5400	0.003750	0.000139	27.0	30	1	333082657	29.11.2015	08:26:57	4	72.25
6842	1397	5401	0.002990	0.000158	18.9	28	1	333100350	29.11.2015	10:03:50	4	72.25
6843	1397	5402	0.002440	0.000100	24.4	28	1	333100717	29.11.2015	10:07:17	4	72.25
6844	1397	5403	0.002150	0.000108	19.9	28	1	333100957	29.11.2015	10:09:57	4	72.25
6845	1397	5404	0.002530	0.000072	35.2	27	1	333101426	29.11.2015	10:14:26	4	72.25
6846	1397	5405	0.002770	0.000130	21.3	28	1	333101734	29.11.2015	10:17:34	4	72.25
6847	1397	5406	0.002810	0.000109	26.0	28	1	333102250	29.11.2015	10:22:50	4	72.25



▲ Рис. 4. Фрагмент ежедневного графа для проверки служебных каналов (Geovesteur+ +level 5100).

Фрагмент ежедневного графа для проверки служебных каналов представлен на рис. 4.

Случаи возникновения ситуаций, при которых в процессе работ изменяются параметры опорного свип-сигнала, возникают нечасто (невнимательность оператора, сбой сейсмостанции), однако данные изменения при проведении полевых работ могут привести к таким серьезным последствиям как «отбраковка» или «понижение качества» большого объема физических наблюдений и, соответственно, к снижению производительности и ухудшению финансовых показателей предприятия.

Литература

1. Malik Ait-Messaoud, Boff Anderson, Peter Van Baaren et al. New Dimensions in Land Seismic Technology, Oilfield Review, 09,2005