

Расчет соотношения сигнал-помеха различными программными комплексами и сравнение результатов

■ Баландин П.В., Копылов М.А. (ООО «Эвенкиягеофизика»), г. Красноярск

Вычисление значений атрибутов волнового поля при производстве полевых сейсморазведочных работ с применением различного программного обеспечения может приводить к расхождению в оценке качества данных и, в ряде случаев, к дополнительным затратам для исполнителя ГРП. В статье изложены результаты сравнения атрибута соотношение сигнал-помеха рассчитанного в программах Ami4, SPS-PC и Promax и предлагается вариант приведения различий в оценке качества к минимуму.

Немного о рассматриваемых комплексах.

Комплекс Ami4 предназначен для расчёта атрибутов волнового поля и оперативной оценки качества полевых данных, используется для экспресс-анализа супервайзерскими службами, целесообразно использовать в работе непосредственно на станции оператором.

Комплекс SPS-PC предназначен для цифровой обработки сейсморазведочных данных 2D и 3D, скважинных данных ГИС и ВСП.

Комплекс Promax это универсальный пакет обработки и интерпретации сейсморазведочных данных, наиболее часто используемый на полевых ВЦ.

Соотношение сигнал-помеха является основным атрибутом для оценки качества полевых сейсморазведочных данных. Наибольшее распространение получили два вида расчета амплитуд сигнала и микросейсм – средние значения и среднеквадратические.

Для гармонических колебаний:

$$A_{avr} = \frac{2}{\pi} A_{max}$$

$$A_{rms} = 0.707 A_{max}$$

Где, A_{max} - максимальное значение амплитуды, A_{avr} и A_{rms} - средние и среднеквадратические значения амплитуды соответственно.

Как видно из формул, средние и среднеквадратические значения амплитуд будут различаться, а соотношение сигнал-помеха, рассчитанное по одному из этих способов, останется неизменным.

Для расчета атрибутов были использованы два вида сейсмограмм – синтетические, с заданными параметрами (Табл. 1), и полевые.

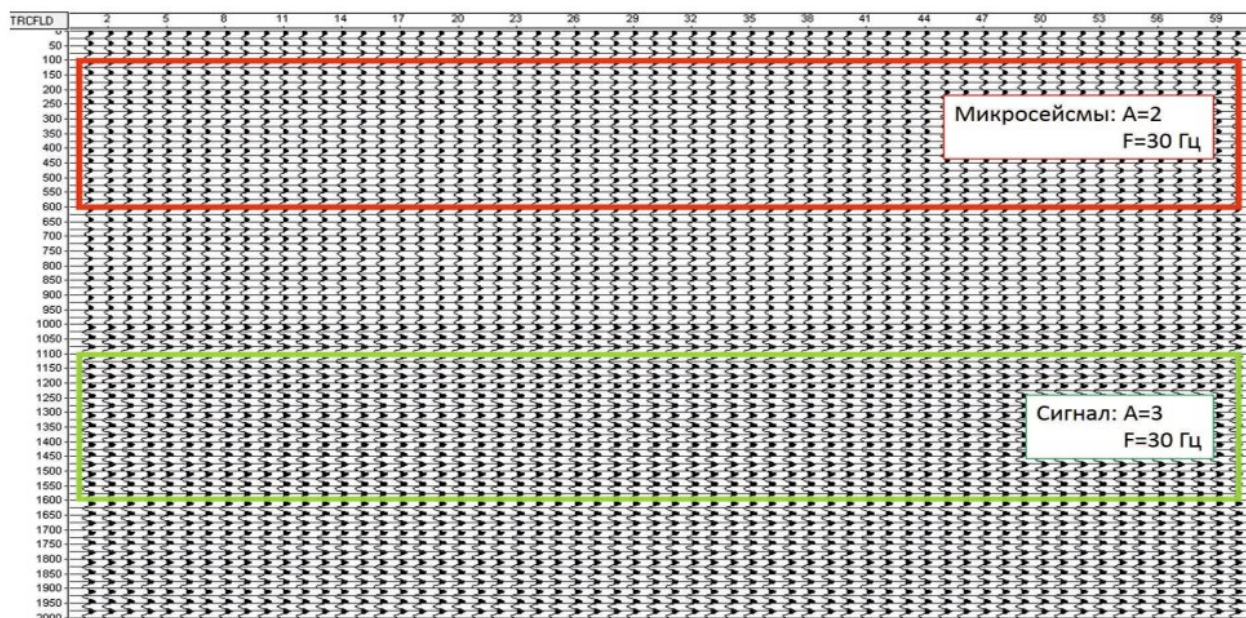
Атрибуты рассчитывались по всем трассам в окнах (рис. 1): сигнал (1100 – 1600 мс), микросейсм (100 – 600 мс). Результаты расчета приведены в Табл. 2.

Как видно из таблицы 2, программные комплексы Ami4 и SPS-PC выдают практически идентичные результаты при анализе синтетических сейсмограмм. Несущес-

▼ Табл. 1. Параметры синтетических сейсмограмм.

Область	Амплитуда	Частота, Гц	Шаг дискретизации, мс	Длина записи, сек	Время начальное, мс	Время конечное, мс	Количество трасс
Микросейсм	2	30	2	2	0	1000	60
Сигнала	3	30			1001	2000	

▼ Рис. 1. Синтетическая сейсмограмма, окна расчета сигнала и микросейсм.



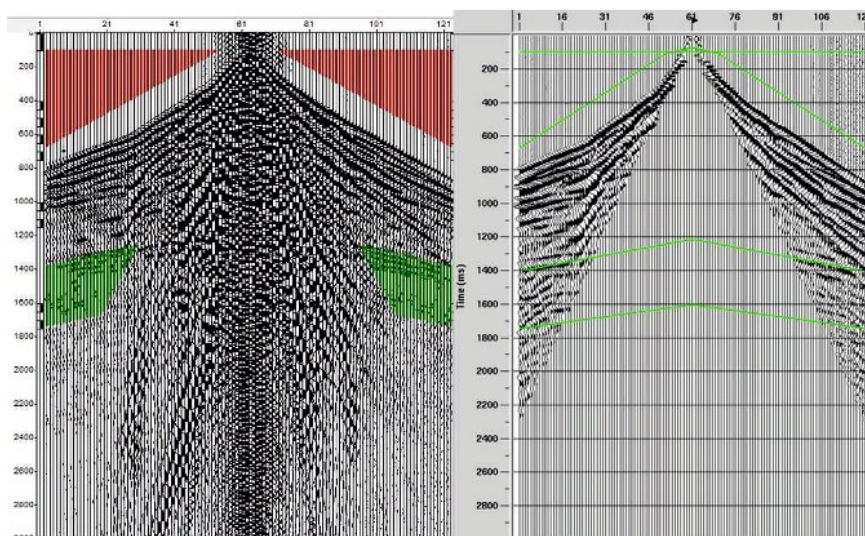
твенные различия в вычислениях амплитуд сигнала и микросейсм вероятнее всего связаны с точностью представления значений дискретов трассы в различном ПО зависящий от разрядности (коли-

чества знаков после разделителя целой и дробной части). Значения амплитуд сигнала, микросейсм, рассчитанные в Promax отличаются, а соотношение сигнал-помеха совпадает с заданным.

▼ Табл. 2. Атрибуты волнового поля (синтетические сейсмограммы), рассчитанные в разных программных комплексах.

Комплекс	Среднее			Среднеквадратичное		
	As	An	As/An	As	An	As/An
Ami4	1.90	1.27	1.50	-	-	-
SPS-PC	1.92	1.28	1.50	2.13	1.42	1.50
Promax	3.23	2.15	1.50	-	-	-

► Рис. 2. Пример полевой записи (Ami4 - слева, Promax - справа) с окнами расчета атрибутов (в SPS-PC окна расчета не отображаются).



▼ Табл. 3. Атрибуты волнового поля (полевые записи), рассчитанные в разных программных комплексах.

FFID	Ami4				SPS-PC				Promax			
	As	An	As/An	F дом, Гц	As	An	As/An	F дом, Гц	As	An	As/An	F дом, Гц
1	0.0043	0.0367	8.53	17.0	151.23	17.91	8.45	17.6	0.00359	0.00047	7.70	25.9
2	0.0050	0.0432	8.64	12.0	177.86	22.16	8.02	13.7	0.00543	0.00059	9.20	22.1
3	0.0051	0.0369	7.24	18.0	150.65	20.5	7.35	16.6	0.00379	0.00053	7.10	26.6
4	0.0046	0.0368	8.00	12.0	143.74	17.88	8.04	17.6	0.00355	0.00047	7.50	25.8
5	0.0060	0.0355	5.92	12.0	142.12	25.63	5.54	14.6	0.00392	0.00063	6.20	24.3

Далее, были рассчитаны атрибуты полевых записей (рис. 2), полученных на объекте в Восточной Сибири.

Атрибуты (только средние значения) рассчитывались по всем удалениям с отсечением конуса поверхностной волны. Поскольку в Promax невозможно отсечь участки окон расчета, попадающие в конус поверхностной волны, эти участки были подвергнуты процедуре мьютинга (Рис. 2). Результаты расчета приведены в Табл. 3. Значения соотношения сигнал-помеха изображены на (Рис. 3).

При расчете атрибутов полевых данных (Рис. 3) значение S/N отличается хотя при анализе синтетических данных соотношение сигнал-помеха оставалось неизменным для всех комплексов. Таким образом, различия в расчете S/N связаны с окнами расчета, задание формы кото-

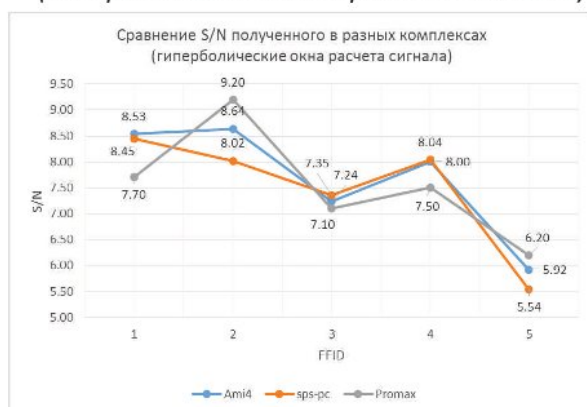
рых, в различных комплексах, организовано по-разному.

Очевидно, что, задавая прямоугольные окна с отсечением трасс по удалениям, мы получим максимально схожие результаты. Поскольку в SPS-PC процесс отсека трасс по удалениям не реализован, воспользуемся треугольными окнами расчета микросейсм как показано на (рис. 2), а окна сигнала приведём к прямоугольному виду с отсечкой по конусу поверхностной волны (Рис. 4).

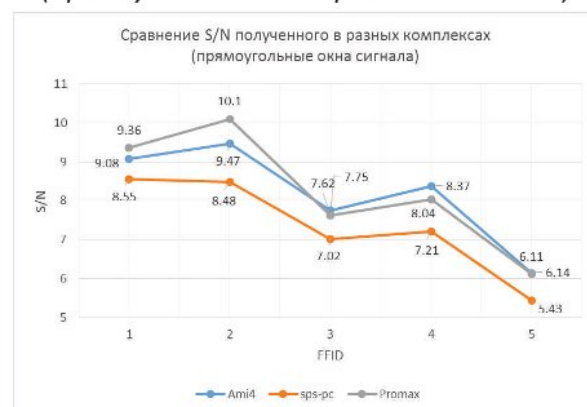
Как видно из рисунка 4, при максимально идентичной форме окон расчета мы получаем наиболее близкие значения соотношения сигнал-помеха.

Рассмотрим технику выбора формы окон расчета в рассматриваемых программных комплексах, а также некоторые параметры, влияющие на расчет

▼ Рис. 3. Соотношение сигнал-помеха полученного в разных комплексах (гиперболические окна расчета сигнала).



▼ Рис. 4. Соотношение сигнал-помеха полученного в разных комплексах (прямоугольные окна расчета сигнала).



амплитуд сигнала и микросейсм (Таблица 4).

В комплексе Ami4 форма границ окон расчета сигнала рассчитывается по уравнению годографа отражённой волны и имеют форму гиперболы:

$$t(x) = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{V^2}}$$

За t_0 принимается начальное время целевого интервала. Скорость V в Ami4 задается пользователем и обозначается как скорость для верхней/нижней границы. Окон расчета можно ограничивать по удалениям, а также отсекают участки окон расчета сигнала, попадающие в конус поверхностной волны. Исключение сильно зашумленных трасс (техногенные помехи, ручьи и т.д.) не реализовано.

В SPS-PC форма границ окон расчета сигнала также рассчитывается по уравнению годографа отраженной волны где V определяется суммированием по гиперболам в пределах задаваемых скоростей $V_{\max}$ и $V_{\min}$ и обозначается как V_{cdr} . Кривая $t(x)$ является центром окна расчета сигнала, а верхние и нижние границы

на нулевом удалении задаются временами Start/Stop Time Useful. По удалениям возможно отсекают только окна расчета микросейсм (форма только треугольная) путем определения минимального размера окна в миллисекундах с помощью параметра NoiseMinWind (принимает форму трапеции). Параметр SoundVelocity отсекает участки окон расчета сигнала из конуса поверхностной волны. В SPS-PC реализована возможность исключения из окон расчета трасс, уровень амплитуды микросейсм которых превышает среднее значение амплитуды в задаваемое пользователем число раз – параметр MsRange. Параметр DivRange исключает трассы тем же способом, только по затуханию амплитуд.

В Promax форма окон (для сигнала и микросейсм) задается вручную путем пикирования «временных ворот» (time gate picking). Применение данной процедуры требует уточнения положения узловых точек окон в системе координат удаление-время. Отсечка участков окон расчета сигнала, попадающих в конус поверхностной волны возможна с помощью процедуры мьютинга. Ограни-

▼ Табл. 4. Параметры выбора окон расчета и редакции трасс в различных комплексах.

Параметр	Программный комплекс		
	Ami4	SPS-PC	Promax
Окно сигнала			
Гиперболическое	+	+	+
Прямоугольное	+	+	+
Окно микросейсм			
Треугольное	+	+	+
Прямоугольное	+	-	+
Отсечение конуса поверхностной волны	+	+	-
Отсечение трасс по удалениям	+	-	+
Исключение трасс из окон расчета	-	+	+

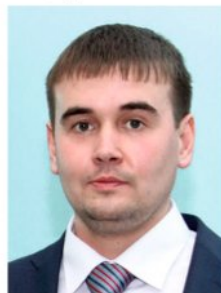
чение окон расчета по удалениям происходит при помощи сортировки трасс по абсолютным выносам (Absolute Offset). Также, реализована возможность исключения из окон шумящих трасс путем задания списка трасс и применения специальных процедур редакции.

Таблица 4 показывает, что при применении различных комплексов для расчета соотношения сигнал-помеха необходимо искать компромисс путем максимального уравнивания комплексов по их возможностям.

Выводы.

При применении различных программных комплексов соотношение сигнал-помеха может рассчитываться любым из способов, представленных в статье. Окна расчета амплитуд сигнала и микросейсм должны максимально совпадать по форме, необходимо учитывать процедуры редакции трасс с целью минимизации различий в оценке данных. Параметры должны согласовываться заказчиком, исполнителем и супервайзерской службой до начала производственных работ, особенно в случае использования одновременно на проекте нескольких программных комплексов.

Подробнее об авторах



Баландин
Павел Владимирович

главный геофизик
ООО «Эвенкиягеофизика»,
e-mail: pbalandin@gseis.ru



Копылов
Михаил Александрович

управляющий директор
ООО «Эвенкиягеофизика»
e-mail: mkopylov@gseis.ru