

Заметки о контроле качества сейсморазведочных работ. Опытные работы с виброисточниками.

Рябошапко С.М., ЗАО НПЦ «ГеоСейсКонтроль», г. Москва

Введение

Современные технологии проведения сейсмических исследований и обработки полученных материалов позволяют геологоразведочным и нефтегазовым организациям (Заказчикам) решать сложные задачи по изучению геологического строения залежей углеводородов.

Для успешного решения геологических задач сейсморазведочные предприятия должны получать высококачественный полевой материал для последующей его обработки и интерпретации. С целью действенного контроля качества полевого материала Заказчик проводит методико-технологический контроль (супервайзинг) сейсмических исследований, который выполняют, в частности, специалисты нашего предприятия.

Анализ информации отчётов супервайзеров ЗАО НПЦ «ГеоСейсКонтроль» свидетельствует о том, что специалисты (супервайзеры) в процессе контроля соблюдения технологии сейсмических исследований, выполняемых Подрядчиками, нередко сталкиваются со сложными проблемами. В частности, ошибки допускаются при оценке результатов опытных работ, анали-

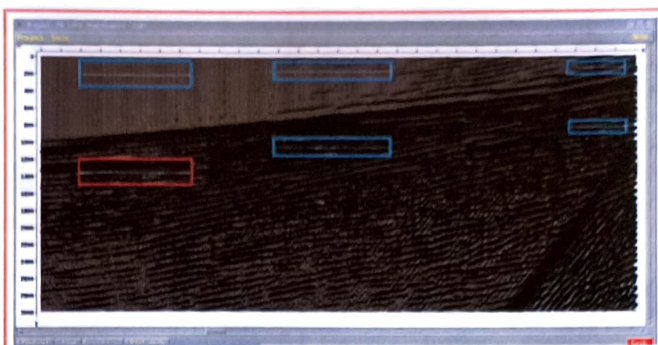


Рис.1. Сейсмограмма опытных работ, перебор верхней частоты свипа, свип 6 – 100 Гц. ПВ справа. Нанесены окна анализа (Табл.2)

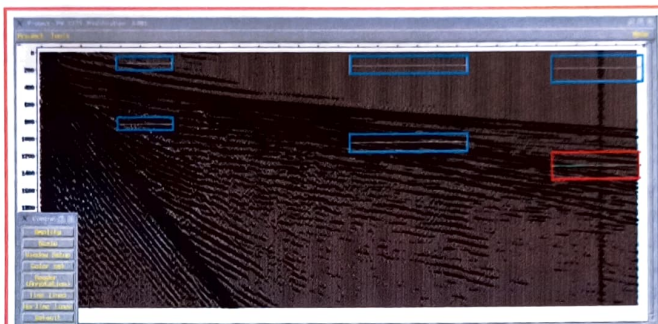


Рис.2. Сейсмограмма опытных работ, перебор верхней частоты свипа, свип 6 – 100 Гц. ПВ слева. Нанесены окна анализа (Табл.2)

Табл. 1.

№ п/п	Тип свипа	Крутизна (дБ/окт)	Начальная частота	Конечная частота	Длительность излучения	Число воздействий	Усилие на грунт
Базовый свип							
1	ЛЧМ	–	6	140	12	6	50
Выбор начальной частоты свип-сигнала							
2		–	7				
3		–	8				
4		–	10				
5		–	12				
Выбор конечной частоты свип-сигнала							
6		–		100			
7		–		110			
8		–		120			
9		–		130			
10		–		150			
Выбор длительности излучения							
11		–			8		
12		–			10		
13		–			14		
14		–			18		
Выбор числа воздействий							
15		–				8	
16		–				10	
17		–				14	
18		–				18	
Выбор усилия на грунт							
19		–					40
20		–					60
21		–					70
22		–					80
Опробование нелинейного свип-сигнала							
23	НЧМ	1					
24	НЧМ	2					
25	НЧМ	3					

ЗАМЕТКИ СУПЕРВАЙЗЕРА

КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО

зе геометрии наблюдений, определении качества производственных наблюдений и т.д. Цель данных заметок, путём разбора результатов уже проведённых в разные сезоны на различных площадях опытных работ, обратить внимание специалистов на основные встречающиеся ошибки, с тем, чтобы исключить их повторение в дальнейшем.

Пример 1. Опытные работы с вибрационными источниками

Опытные работы проводились с целью уточнения параметров вибрационного возбуждения упругих колебаний, рекомендуемых техническим проектом на проведение сейсморазведочных работ в пределах лицензионного участка. Работы проводились по стандартной программе, представленной в табл. 1. Все наблюдения выполнялись с 4 вибрационными установками при постоянной базе группы возбуждения 40 м. Приёмная расстановка состояла из 700 каналов, расставленных по профилю с шагом 5 м, что обеспечивало диапазон удалений от 0 до 3500 м. Пункты возбуждения располагались с флангов данной расстановки для регистрации прямого (далее – индекс «а» в названии файла) и встречного (индекс «б») волнового поля. Конусность свип-сигнала была принята равной 500 мс в начальной и конечной частях свипа, изменение – по линейному закону.

В качестве базового был установлен свип-сигнал с одним из наиболее широких диапазонов развёртки – 6 – 140 Гц.

Расчёт атрибутов (средние абсолютные амплитуды и доминирующие частоты сигнала, микросейсм и зоны поверхностной волны) и амплитудно-частотных спектров сейсмической записи производился в пространственно-временных окнах сейсмических записей, согласованных с Заказчиком и наглядно представленных на рис. 1, 2.

Основные параметры окон анализа сведены в табл. 2.

Табл. 2.

Наименование	Удаления	Время
Ближние удаления (БУ)		
Микросейсм	400-700	50-200
Сигнал помех в конусе		750-900
Средние удаления (СУ)		
Микросейсм	1640-2260	50-250
Сигнал		950-1150
Дальние удаления (ДУ)		
Микросейсм	2700-3300	50-350
Сигнал		1200-1500

На рис. 2 и 3 представлены сейсмограммы, отработанные с разных флангов при свипе 6 – 100 Гц.

Замечания к данным опытным работам относятся, в основном, к выбору верхней частоты свипа (пп. 6 – 10 Табл.1).

На рис. 3 и 4 приведены частотные характери-

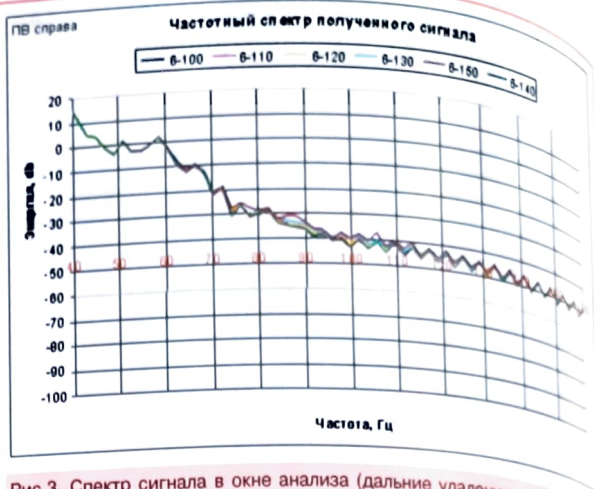


Рис.3. Спектр сигнала в окне анализа (дальние удаления, сейсмограмма рис.1). Цвет кривой соответствует указанной развёртке свипа

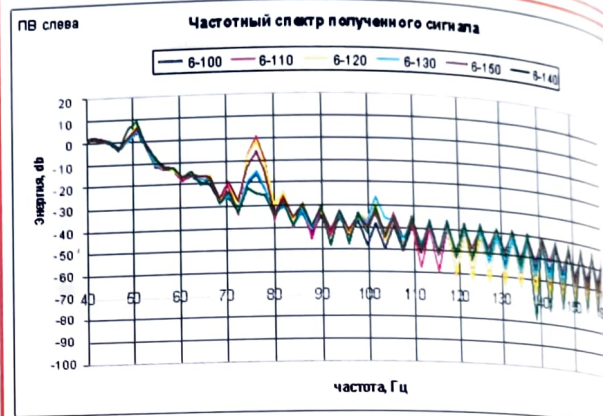


Рис.4. Спектр сигнала в окне анализа (дальние удаления, сейсмограмма рис.2). Цвет кривой соответствует указанной развёртке свипа

стики в окнах записей в частотном диапазоне 40 – 160 Гц для физических наблюдений 6 – 10 (по табл.1), соответствующих перебору верхней частоты свипа.

Из анализа рисунков видно, что область преобладания шума, соответствующая уровню (-40) – (-50) дБ, в целом, не зависит от выбранной верхней частоты свип-сигнала и начинается в районе 90 – 100 Гц. В логарифмическом представлении сразу сложно определится с уровнем сигнала на частотах свыше 70 – 80 Гц, но совершенно ясно, что амплитуда сигнала верхних частот не увеличивается при повышении частоты от 100 до 150 Гц.

Для наглядности представим спектр сейсмограммы, зарегистрированной при свипе 6 – 140 Гц, в линейном и логарифмическом масштабах в полном диапазоне частот 0 – 250 Гц – см. рис.5 а, б.

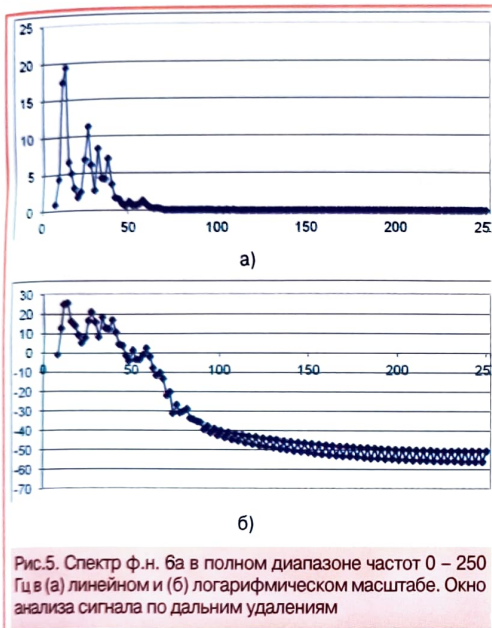
В таблице 3 приведены оконные частотные характеристики записи рис.1, изображённые в логарифмическом и линейном масштабе. Видно, что амплитуда сигнала на частотах свыше 70 – 80 Гц находится на нулевом уровне. Это, ко всему прочему, характеризует уровни микросейсм и очень низки (см., например, табл.3, файл 10а). Они не видны на трассах до первых вступлений на рис. 1, 2, а в таблице находятся пределах минимальных значений.

Оконные характеристики файла 10б в табл. 3 подтверждают вышеприведённые выводы. Более



Таблица 3. Характеристики сигналов и помех

№ ф.н	Амплитуда сигнала			Доминирующая частота сигнала			Амплитуда микросейсм			Доминирующая частота мкрс			Соотношение сигнал/мкрс		
	БУ	СУ	ДУ	БУ	СУ	ДУ	БУ	СУ	ДУ	БУ	СУ	ДУ	БУ	СУ	ДУ
ПВ справа (рис.1)															
6a	145	104	20	61,8	60,7	57,9	32	3	4	54,0	68,3	61,9	4,5	31,6	5,1
7a	132	94	18	62,1	60,8	57,8	30	3	3	52,7	71,8	65,0	4,3	29,9	5,7
8a	120	86	17	62,1	60,9	58,1	27	4	4	52,6	76,1	65,0	4,5	19,6	4,7
9a	111	79	15	62,2	60,8	58,4	25	3	4	52,8	77,3	66,7	4,3	24,4	4,2
10a	95	68	14	62,2	60,8	58,7	21	3	4	52,1	73,2	69,1	4,5	22,7	3,6
1a	103	73	14	62,3	60,9	57,9	22	3	3	51,8	69,0	63,7	4,7	23,2	4,6
ПВ слева (рис.2)															
6б	363	219	76	13,4	18,8	19,1	33	9	12	12,3	14,5	39,4	10,8	24,2	6,3
7б	315	195	69	13,5	19,0	19,1	23	7	12	13,1	32,4	50,2	13,3	26,2	5,5
8б	277	174	62	13,6	19,2	19,5	22	8	11	13,9	38,8	53,4	12,3	22,1	5,5
9б	247	160	56	14	19,4	19,9	36	7	7	14,6	46,6	51,0	6,9	23,6	7,4
10б	200	136	48	14,2	19,7	20,4	24	7	9	16,4	49,5	58,4	8,0	18,7	5,5
1б	224	149	53	14,1	19,6	20,3	22	7	9	14,8	18,0	46,8	10,2	20,3	6,0



того, уровень промышленной помехи свидетельствует о том, насколько мал сигнал на частотах выше 80Гц.

Обратим также внимание на следующие особенности, отраженные в табл.3:

- завышенные амплитуды микросейсм на ближних удалениях для всех физ. наблюдений, что связано с определением их уровня по коррелограммам в зоне интенсивных корреляционных шумов (см. рис.1, 2). Полученные систематически завышенные результаты не позволяют обоснованно опираться на результаты оконных оценок для ближних удалений. Они служат скорее для оценки уровня корреляционных помех. Выходом в данной ситуации может быть запись виброграмм и анализ поля микросейсм в ближней зоне по виброграммам;

- значительно отличающиеся (примерно в 3 раза) амплитудные и спектральные характеристики сигнала для наблюдений с разных флангов, что говорит о существенной неоднородности условий возбуждения колебаний. В данной ситуации следовало бы до проведения опытов по изменению верхней частоты свипа, больше внимания уделить длительности излучения и усилию на грунт, т.е. стабилизации уходящей в землю энергии.

Приведенная информация позволяет сделать следующие выводы:

1. Программа опытных работ в части определения верхней частоты свип-сигнала не позволила определить оптимальную граничную верх-

нюю частоту в связи с тем, что не были опробованы частоты 70, 80 и 90Гц. **Ошибка проектанта, супервайзера, возможно Заказчика. Супервайзер должен был официально согласовать расширение программы с Заказчиком.**

2. Опробование верхних частот свип-сигнала выше частоты 100Гц, согласно полученной информации, нецелесообразно, так как уровень сигнала на частотах от 100 до 150Гц не изменяется. **Ошибка проектанта, Исполнителя, Заказчика.**

3. Принятое рабочее значение верхней частоты свип-сигнала – 140 Гц (соответствующее базовому свипу) выбрано неверно. **Ошибка Заказчика, Исполнителя и супервайзера. Супервайзер должен был официально решить этот вопрос с Заказчиком.**

4. Место проведения опытных включает в себя территорию с промышленной зоной, помехи от которой (50 Гц) искажают значения параметров и построенные графики (рис.2, 4). **Ошибка Исполнителя и супервайзера. Супервайзер должен был сообщить Заказчику о необходимости смены места проведения опытных работ.**

Отметим также несколько моментов, касающихся самой программы опытных работ. При вибросейсмических исследованиях перебору подлежат как минимум 5 параметров, перечисленных в таблице 1. Как правило, опробуются не менее 4 значений каждого параметра. Следовательно, для получения полного представления о характеристиках возбуждения необходимо выполнить 1024 физических наблюдения. Очевидно, что потери времени на реализацию полной программы неприемлемы, да и вряд ли обоснованны. Поэтому целесообразно, основываясь на опыте работ прошлых лет, а так же результатах исследований на сопредельных площадях, выбрать базовый свип-сигнал, позволяющий решить поставленные перед работами задачи, а в процессе опытных работ оптимизировать его параметры, исходя из конкретной сейсмогеологической ситуации. Выбор максимально большого диапазона развёртки базового свип-сигнала не даёт возможность варьировать параметры свипа в широких диапазонах при ограниченном числе физ.наблюдений. Довольно часто встречается следующая ситуация: если перебор верхней/нижней частоты свип-сигнала не дал существенных изменений по сравнению с базовым свипом, последний принимается для производства работ. Здесь опасность заключается в установке завышенных/заниженных значений для базового свипа, т.е. в начальной неоптимальности данного свипа для решения поставленных задач, что и имело место в рассмотренном выше примере.

ЗАМЕТКИ СУПЕРВАЙЗЕРА

КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО