

Методические приемы по изучению ВЧР методом прямого и обращенного МСК

■ Крамаренко С. Ю., ООО «Ямальская геологическая экспедиция»,
■ Дагаев И.Л., АО «РИТЭК», Гафаров Р.М., ОАО «Башнефтегеофизика», г.Уфа

В статье рассматриваются методические приемы по изучению ВЧР методом прямого и обращенного МСК во время отработки сейсморазведочных работ 3D с целью расчета статпоправок и определения оптимальной глубины заложения заряда ниже подошвы ЗМС на месторождении им. В.Н. Виноградова в ХМАО.

Технология полевых работ

Сейсморазведочные работы 3D проводились с использованием ВВ на оптимальной глубине. Глубина заложения заряда определялась предшествующими работами обращенного МСК.

Методом обращенного и прямого каротажа отрядом МСК в течение сезона отработано 250 скважин из них:

- методом прямого каротажа (источник КЭМ4) – 16 скважин глубиной 100 м с шагом 2 м с применением пластиковой колонны, перекрывающей интервал 0-60 м.

- методом обращенного каротажа отработано 234 скважины, в том числе:

- глубиной 100 м с обсадной пластиковой колонной до 60 мс зарядом 300 г. – 2 скважины;

- глубиной 40 м с детонаторами в открытом стволе – 80 скважин;

- глубиной 24 м с детонаторами в открытом стволе – 152 скважины.

- методом обращенного каротажа в обсадной пластиковой колонне (источник детонаторы) продублировано 10 скважин глубиной 40 м.

Общий объем бурения составил 9000 м.

Таким образом, работы МСК велись 3-мя методами, что позволило провести сравнение эффективности работ по изучению ВЧР с целью определения оптимальных условий взрыва при производственных работах и при расчете статпоправок.

Метод МСК-НВТС был реализован в процессе опытных работ (Рис.1).

Плотность сети скважин МСК составила 1 скважина на 1,3 кв.км. Скважины глубиной 100 м с прямым каротажем располагались на линиях приема равномерно по всей площади работ, а скважины с обращенным каротажем – равномерно в основном по линиям возбуждения и в экстремальных точках рельефа.

Контроль проведения работ прямого и обращенного сейсмокаротажа проводился под наблюдением супервайзера.

Параметры регистрации и возбуждения

В соответствии с заданием на регистрацию по результатам опытных работ проведена отработка 16 скважин МСК методом прямого каротажа глубиной 100 м. Бурение скважины глубиной 100 м осуществлялось при помощи буровой установки УРБ-2А-2 с промывкой водой, штангами длиной 4,7 м с диаметром долота 150 мм. Обсадная пластиковая колонна диаметром 132 мм монтировалась до глубины 60-75 м.

Источник возбуждения сигнала - КЭМ-4 «Енисей» (колесный электромагнит) с 4-мя излучателями. Центр 4-х излучателей располагался в 7 м от скважины с целью снижения интенсивности трубной волны (1600-1700 м/с). Регистрация осуществлялась одноточечной трехкомпонентной скважинной сейсмической аппаратурой АСС «Волна-ТБМ» с блоком привода двигателя прижима.

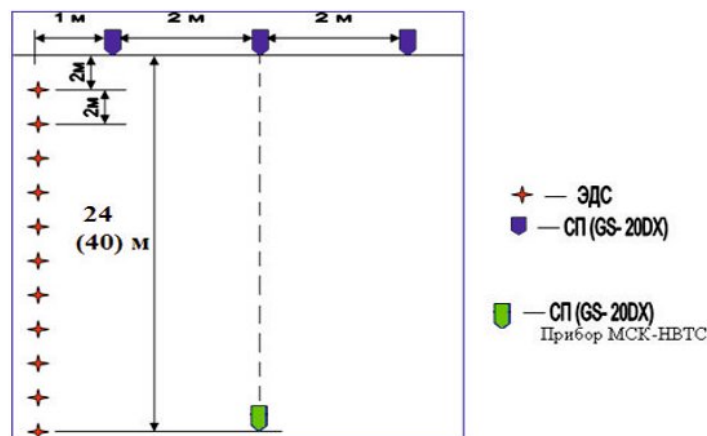
Система наблюдения – прямой МСК, регистрация сигнала – через каждые 2 м в процессе подъема зонда «Волна». Контрольные сейсмоприемники, регистрирующие ОМ – в непосредственно около платформы и на расстоянии 0.5 м от источника возбуждения.

Бурение скважин при проведении обращенного МСК проводилось станками УБГМ на гусеничном ходу. Погружение косы с детонаторами осуществлялось внутрь полых шнеков. 24-х метровые косы МСК заряжались 1 ЭДС через 2 м. 40-метровые косы заряжались 2 ЭДС шагом 2 м с 40м до 24 м, а выше 1 ЭДС также с шагом 2 м.

На площади бурились и обрабатывались методом обращенного сейсмокаротажа скважины глубиной 24 и 40 м. Глубина назначалась с учетом альтитуды и морфологии рельефа. Через колонну полых шнеков погружалась заранее сплетённая косичка. По мере погружения, с шагом 2 м, к косичке подключались электродетонаторы (ЭДС-1). После погружения производились возбуждения в направлении снизу вверх с шагом 2 м (12 и 20 возбуждений на точке) и регистрация упругих колебаний. Регистрация велась одновременно на трёх каналах (3-мя сейсмоприёмниками). Группы геофонов располагались на поверхности на удалении 1, 3 и 5 метров от устья скважины МСК. Контрольный прибор НВТС располагался в скважине на глубине 40 м в 3-х метрах от скважины МСК. Прибор Тв располагался на расстоянии 1 м от устья скважины. Схема отстрела приведена на Рис.1.

Основная часть объема обращенного каротажа МСК выполнена сейсмостанцией SGD-SEL с параметрами, отраженными в Табл. 1.

Прибор НВТС устанавливался при проведении опытных работ с целью регистра-



▲ Рис. 1. Схема отстрела скважины МСК.
Условные обозначения: ЭДС – ЭДС-1,
СП – сейсμοприёмник.

▼ Табл. 1.

Сейсмостанция			SGD-SEL
Заводской номер сейсмостанции			№081
Длина записи [сек]			4
Шаг дискретизации [мс]			0.250
Кол-во рабочих каналов			3
Расстояние между каналами [м]			2
Шаг наблюдений [м]			2
Тип сейсмоприёмника			GS-20DX
Кол-во каналов в сейсмограмме			12
Номера служебных каналов			13,14
Номера рабочих каналов			1, 2, 3
Расстояние до приёмных СП [м]			1, 3, 5
Тип источника возбуждения			ЭДС-1
Глубина геологического забоя [м]			24-40
Интервал исследуемых глубин			2
Расстояние от ПВ до контр. Тв [м]			1

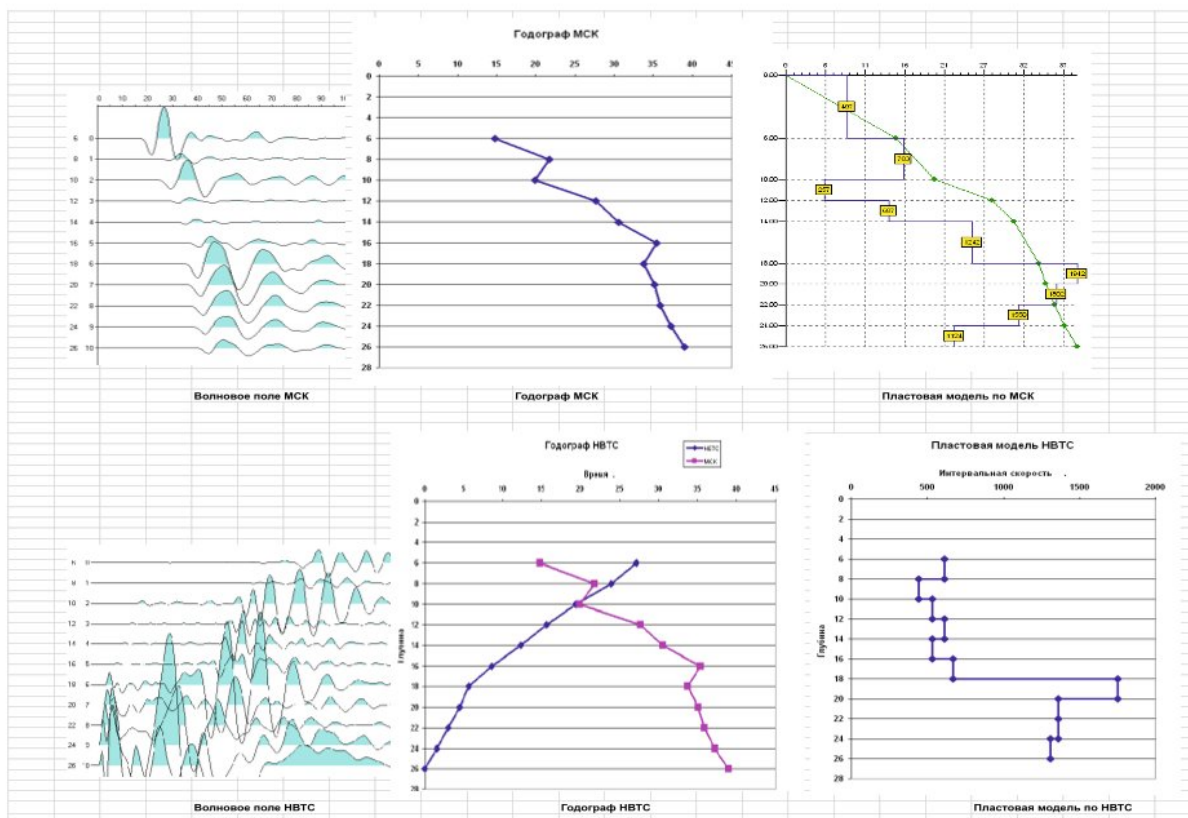
ции амплитуды падающего импульса и его сравнения с восходящим импульсом обращенного каротажа, который выполняется в массовом порядке.

Результаты работ

Основной объем МСК выполнен по схеме обращенного каротажа в открытом стволе глубиной 24 и 40 м.

Волновое поле обращенного МСК в значительном количестве случаев не позволяло достоверно определить подову низко- и среднескоростных отложений (Рис.2-8).

Эффект увеличения времени первых вступлений при уменьшении глубины (Рис.2 глубина 16 м, Рис.3 глубина 12 м,



▲ Рис. 2. Волновое поле обращенного МСК -НВТС и неоднозначный результат интерпретации МСК.

▼ Рис.3 ПВ МСК +НВТС. Т набл искажено за счет большой зоны разрушения в интервале 10-12 м – зоне рыхлых отложений. Область поиска оптимальных условий погружения заряда от 14 м и ниже. 21 м – оптимальная глубина, судя по форме падающего импульса НВТС.

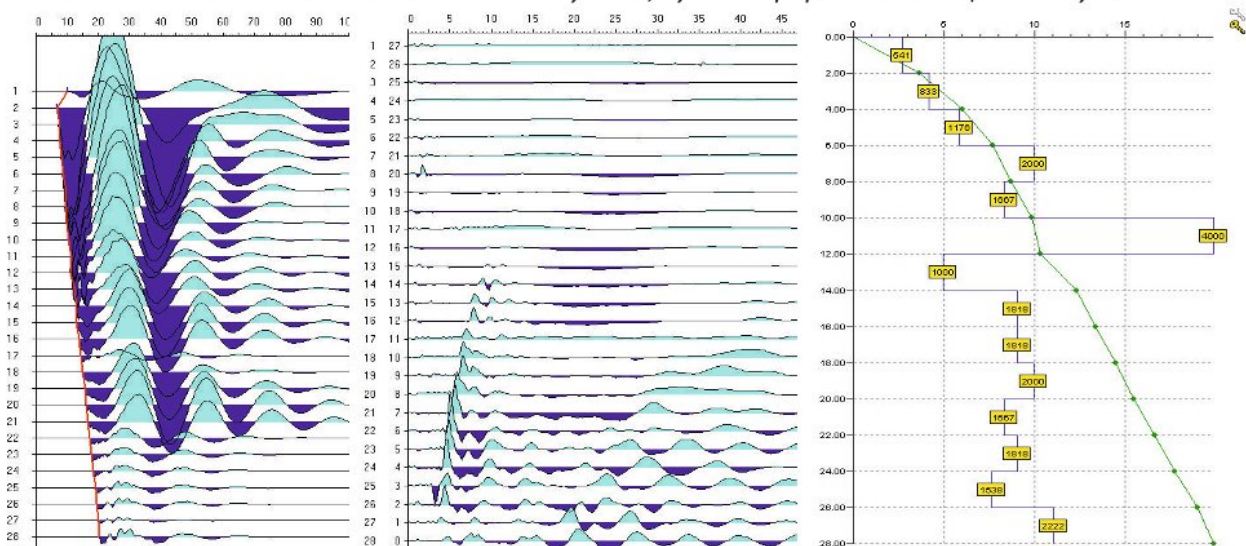
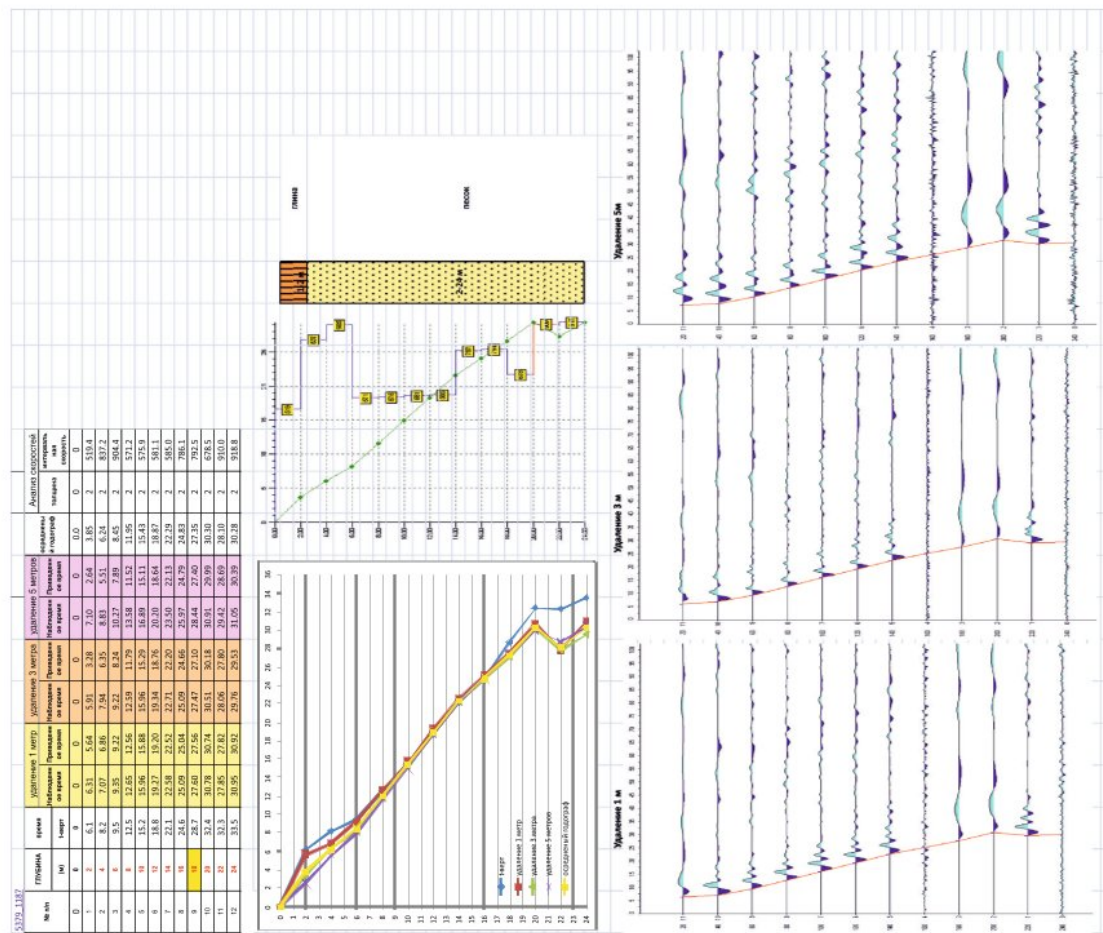
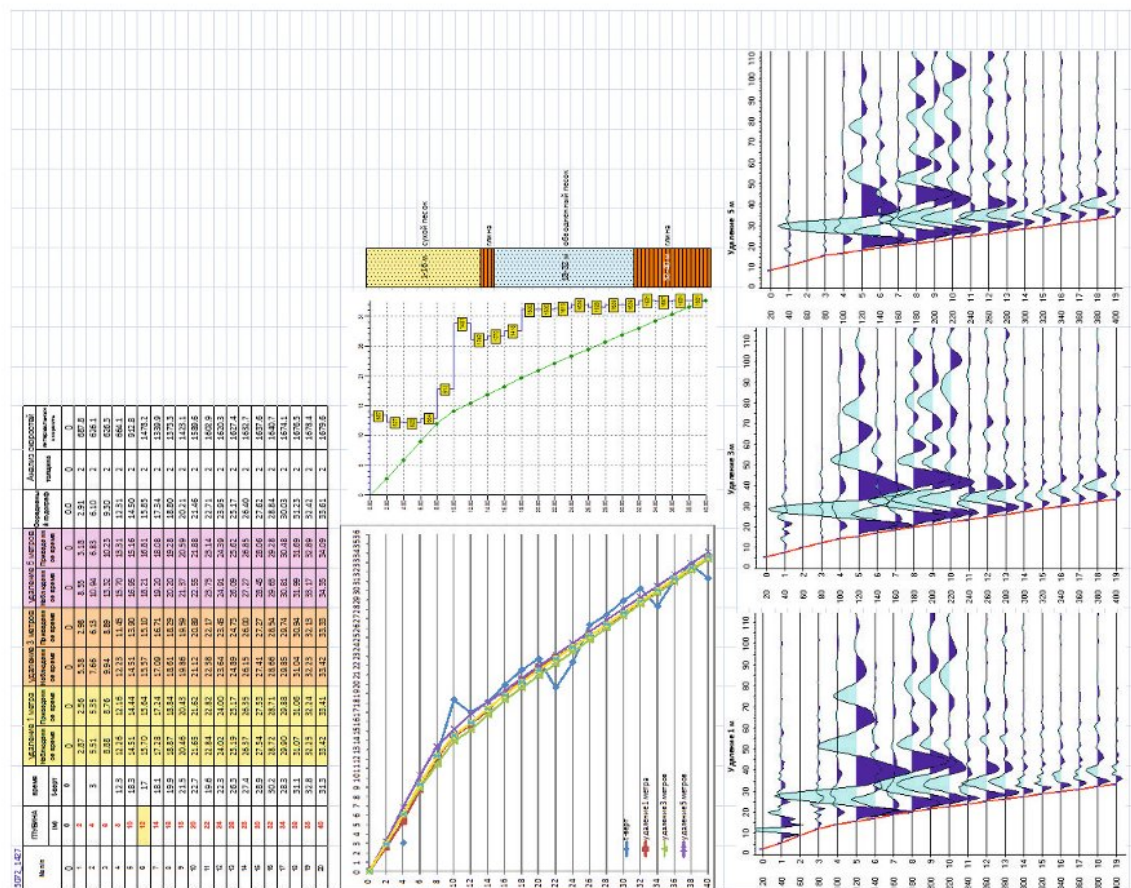


Рис.4 глубина 10 м и 16 м, Рис.5 глубина 20 м, Рис.6 глубина 6 м или 8 м, Рис.7 глубина 8 м, Рис.8 глубина 10 м) может быть объяснен разными условиями взрыва и, соответственно, разной временной задержкой формирования упругой волны за счет

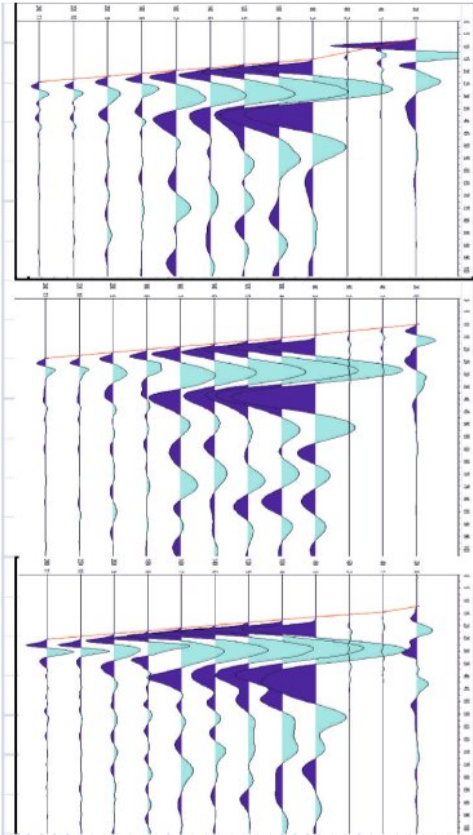
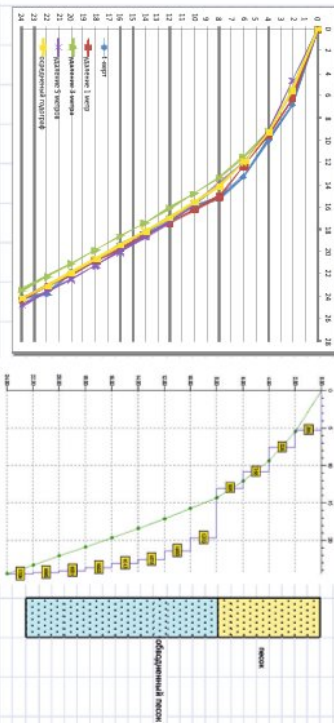
разного времени, которое идет на разрушение и уплотнение породы, прежде чем сформируется упругая волна сжатия. В плотных породах эта задержка меньше, чем в рыхлых породах.



▲ Рис. 5. ПВ МСК 5379/1187 в открытом стволе. Крутой берег реки. Подошва ЗМС не вскрыта, возможно 24 м.

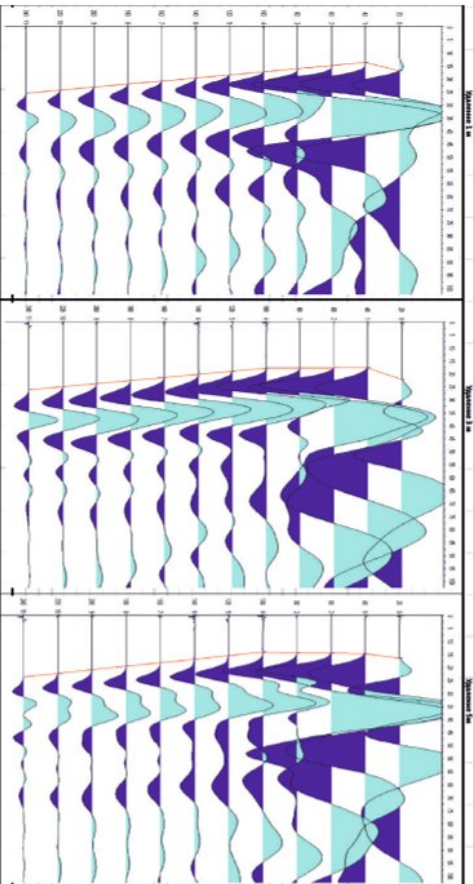
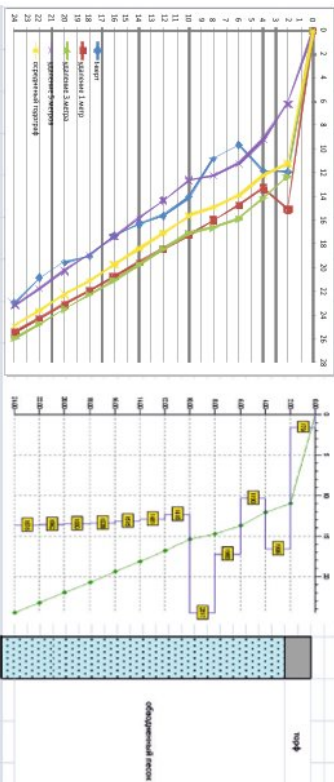


▲ Рис. 4. ПВ МСК 5072/1427 в открытом стволе. Лес – 3-х слойная модель ВЧР. Подошва ЗМС – 18 м.

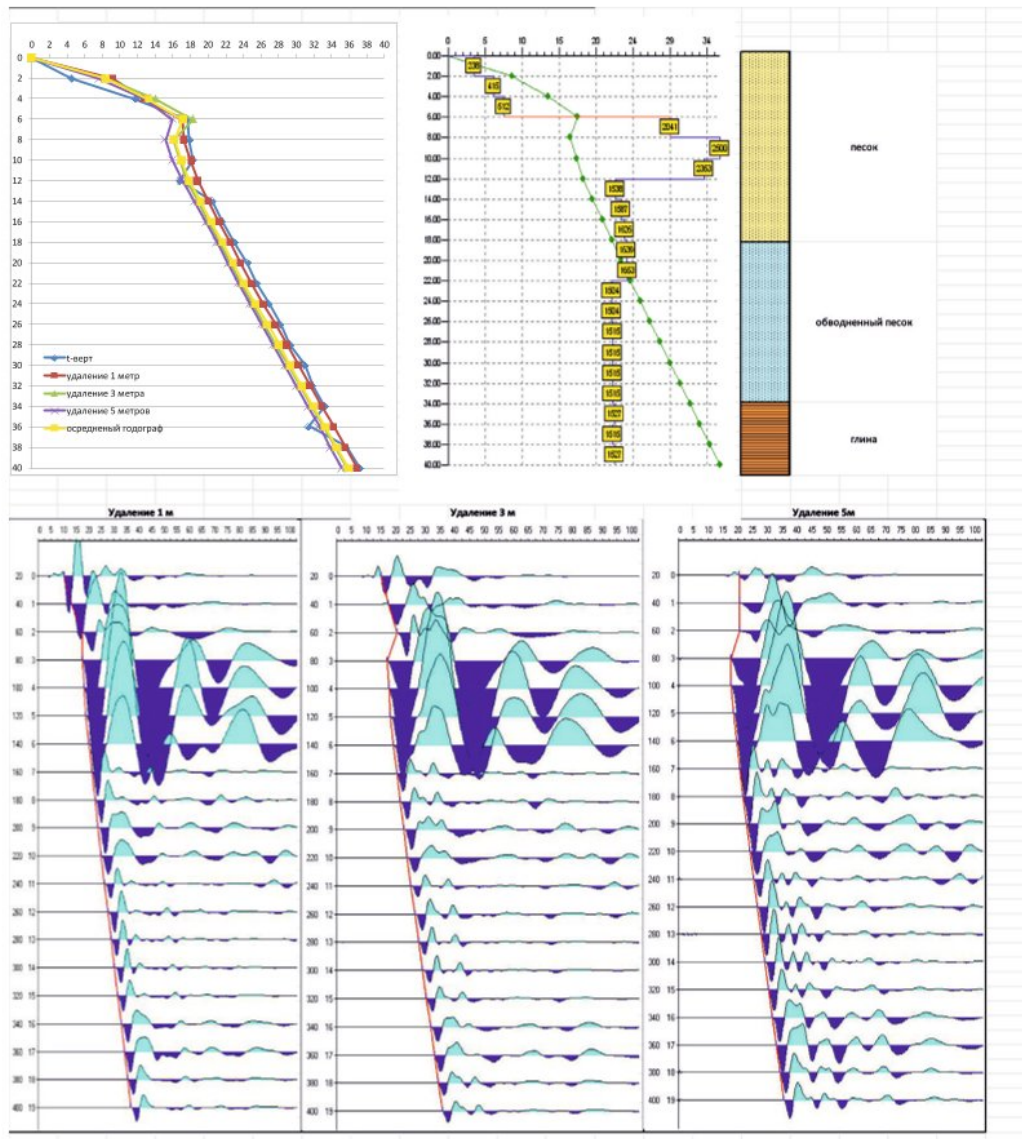
[illegible]

▲ Рис. 6. ПВ МСК 5163/1287 в открытом стволе.
Лес – 3-х слойная модель ВЧР.
Подобава ЗМС – 12 м.

№ п/п	Имя	Группа	Положительные результаты		Отрицательные результаты		Итого	Процент положительных результатов	Процент отрицательных результатов	Процент положительных результатов от общего количества
			Исследования	Исследования	Исследования	Исследования				
1	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
2	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
3	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
4	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
5	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
6	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
7	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
8	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
9	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
10	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
11	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
12	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
13	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
14	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
15	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
16	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
17	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
18	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
19	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
20	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
21	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
22	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
23	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
24	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
25	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
26	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
27	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
28	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
29	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
30	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
31	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
32	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
33	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
34	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
35	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
36	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
37	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
38	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
39	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
40	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
41	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
42	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
43	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
44	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
45	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
46	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
47	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
48	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
49	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
50	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
51	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
52	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
53	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
54	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
55	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
56	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
57	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
58	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
59	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
60	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
61	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
62	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
63	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
64	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
65	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
66	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
67	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
68	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
69	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
70	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
71	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
72	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
73	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
74	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
75	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
76	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
77	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
78	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
79	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
80	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
81	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
82	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
83	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
84	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
85	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
86	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
87	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
88	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
89	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
90	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
91	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
92	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
93	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
94	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
95	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
96	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
97	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
98	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
99	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100
100	Александров Александр	1	1	0	0	0	1	100	0	100



▲ **Рис. 7.** ПВ МСК 5469/1187 в открытом стволе.
Болото – 3-х слойная модель ВЧР.
Подобаєва ЗМС – 10 м.



▲ Рис. 8. ПВ МСК 5277/1163 в открытом стволе. Волновое поле обращенного сейсмокаротажа и неоднозначный результат интерпретации.

Подтверждение этого тезиса нашлось при отработке прямого каротажа (Рис.9 ПВ МСК 5283 1167) в обсадной колонне и проведении в этой же скважине с обсадной колонной обращенного каротажа (Рис.10 ПВ МСК 5283 1167).

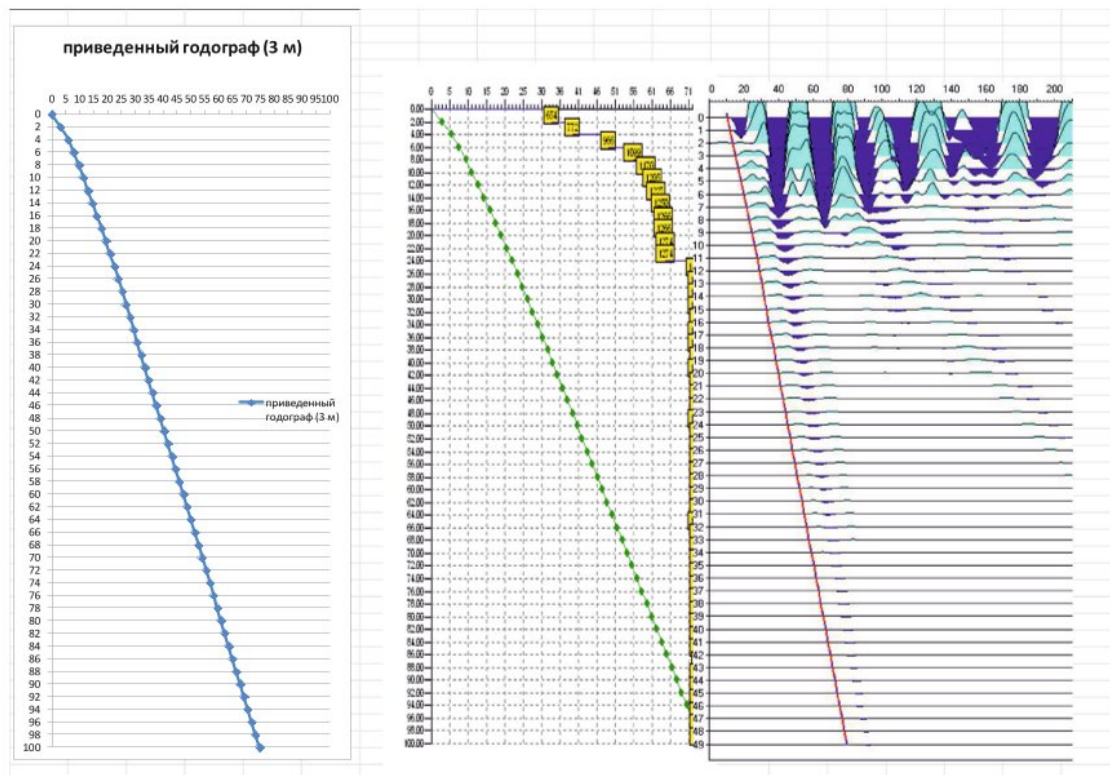
Второй аналогичный пример на ПВ МСК 5343 1199. Прямой каротаж в обсадной колонне (Рис.11) и обращенный каротаж в обсадной колонне (Рис.12).

Пример отработки обращенного МСК на ПВ 5229 1175 в колонне с однозначным определением подошвы ЗМС (Рис. 13).

Информация прямого каротажа в скважинах глубиной 100 м не позволяла

определить оптимальную глубину заложения заряда в интервале 12-24 м из-за того, что условия возбуждения не соответствовали технологии взрывных работ при отработке площади 3D (Рис.9, 11). Данные прямого каротажа применялись для расчета статпоправок за пункт приема до линии приведения.

В процессе решения этой проблемы (определения глубины подошвы ЗМС) верхняя часть разреза, перекрытого колонной с глубины 40 м, была отработана обращенным МСК в качестве эксперимента. При погружении 40-метровой косы с детонаторами в обсаженную колонну



▲ Рис. 9. ПВ МСК 5283/1167 в колонне 0-60 м. Волновое поле прямого сейсмокаротажа и результат интерпретации.

условия взрыва были нивелированы, время на разрушение и уплотнение породы в обсаженной колонне отсутствует и таким образом не зависит от литологии перекрытых колонной пород, что сказалось на однозначности наблюдаемого годографа и результатах интерпретации.

Получен результат, позволяющий рекомендовать в дальнейших исследованиях строения ВЧР комплекс прямого и обращенного МСК в обсадной колонне при определении подошвы низкоскоростных пород (ЗМС) и, соответственно, оптимальных условий взрыва. По результатам опытных работ, оптимальные условия взрыва были определены на 3-4 м ниже подошвы ЗМС. При определении глубины подошвы ЗМС, кроме кинематических признаков, были определены динамические и спектральные признаки сейсмического импульса, сформировавшегося в разных условиях ВЧР. Амплитудно-частотные характеристики получе-

ны в комплексе SEISWINQC.

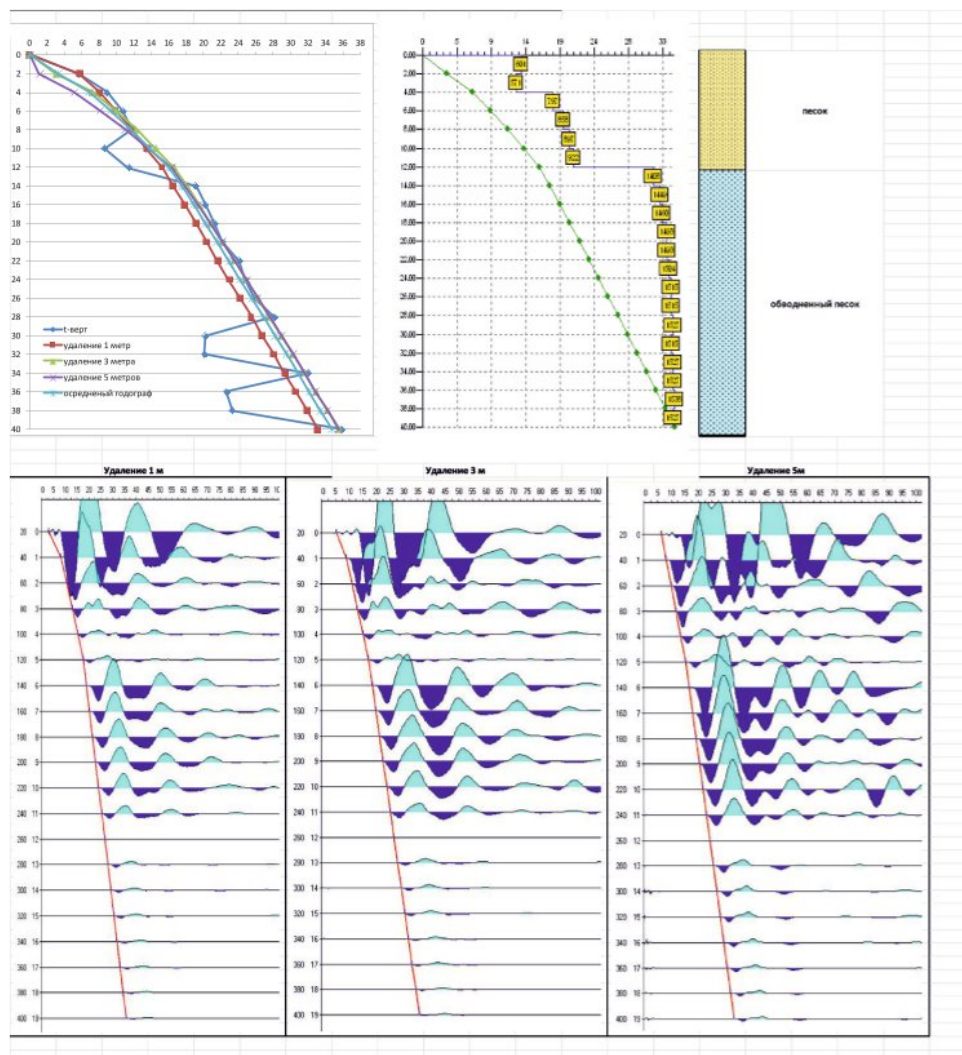
Методические приемы определения подошвы ЗМС основывались на кинематических и амплитудно-частотных признаках волнового поля МСК (Рис.14):

- изменение угла наклона годографа;
- время первого вступления;
- амплитуда, частота и ширина спектра восходящего импульса.

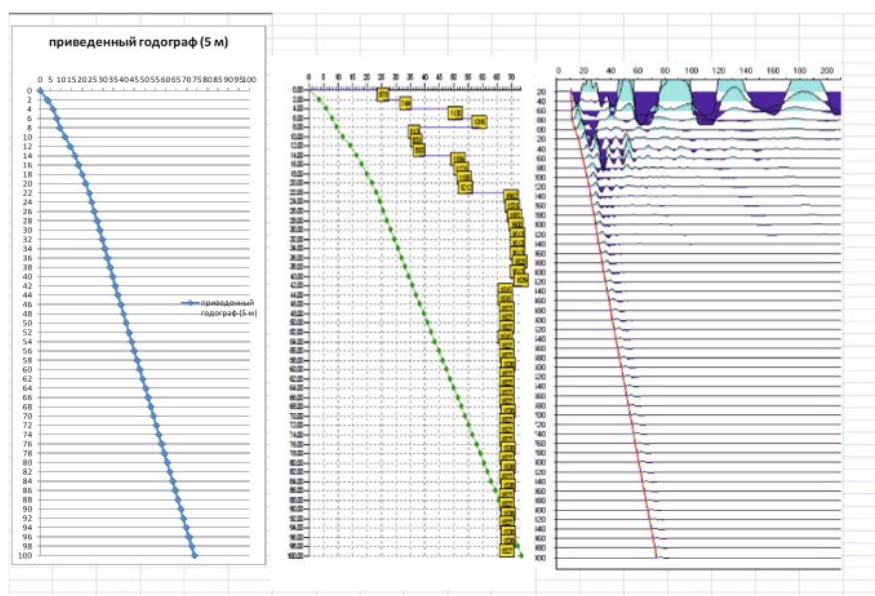
Качество работ МСК и методические приемы, описанные выше, позволили определить оптимальные условия погружения заряда и провести построения карты толщины ЗМС.

Результаты прямого каротажа могут быть использованы только при расчете статических поправок.

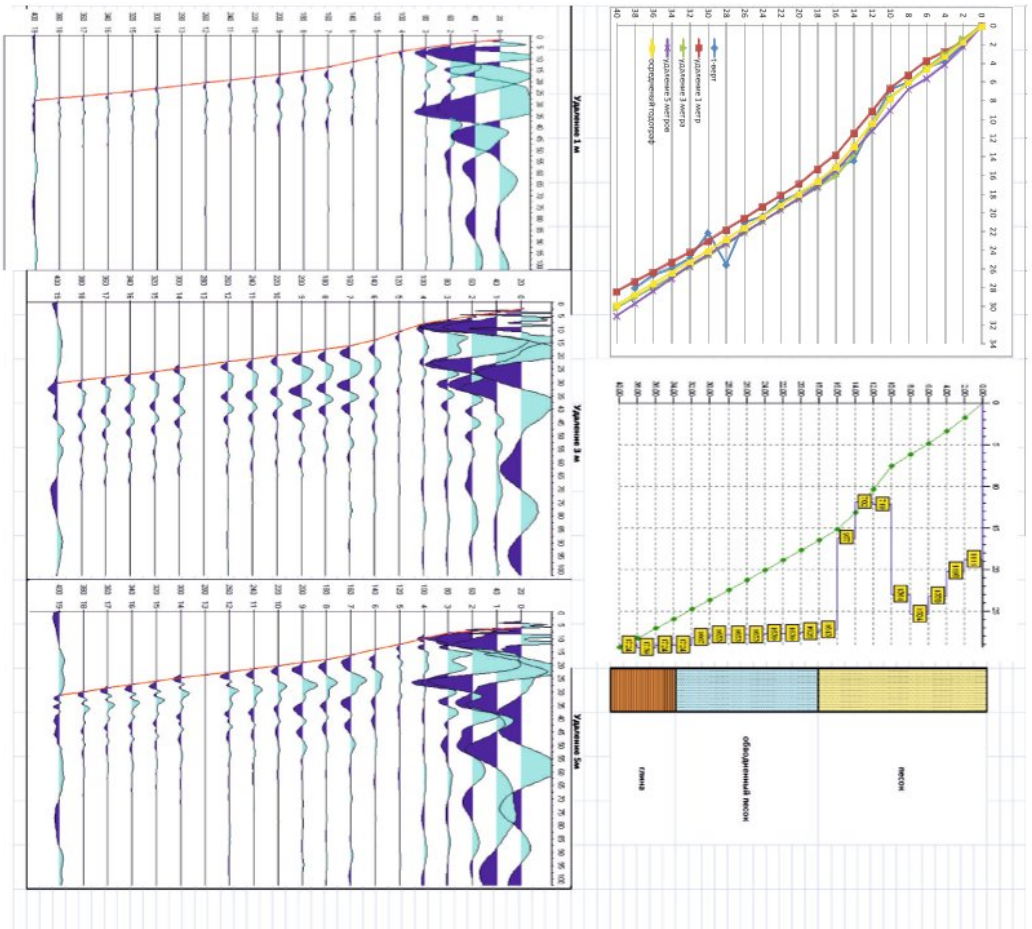
Результаты опытно-методических работ по оптимизации методики изучения ВЧР методом обращенного и прямого каротажа реализованы в процессе производственных работ на одной из площадей АО «РИТЭК».



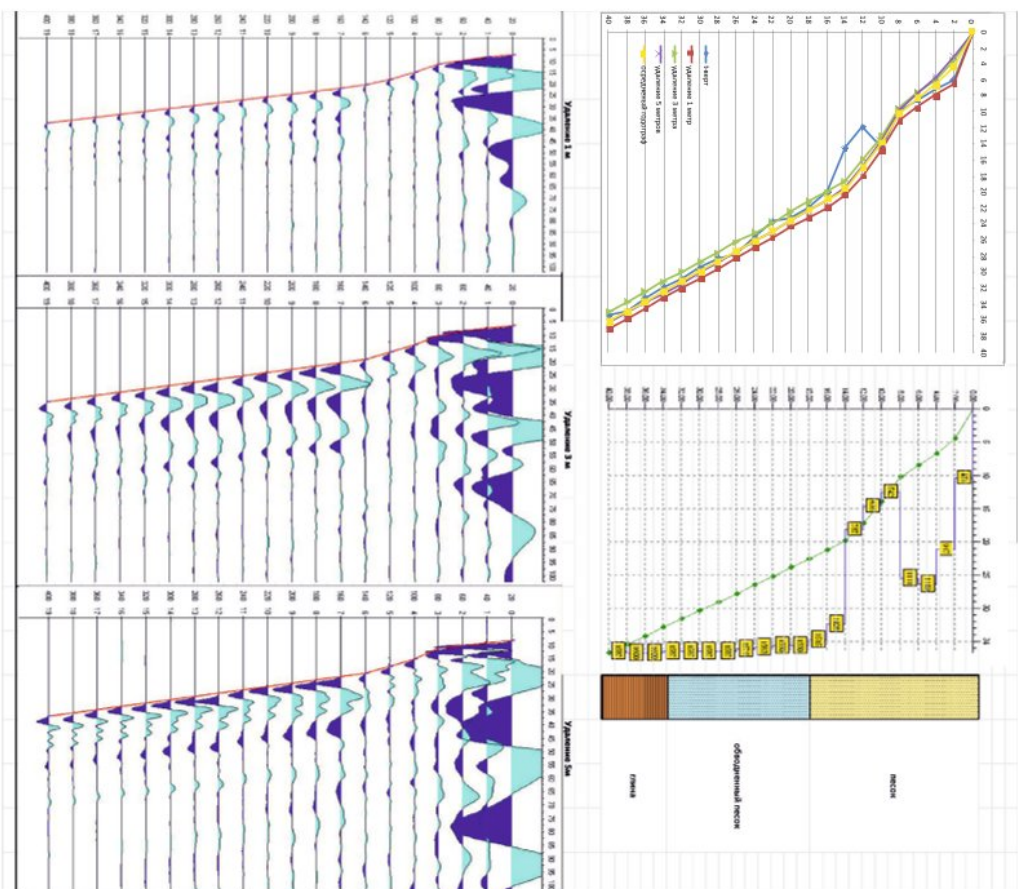
▲ Рис. 10. ПВ МСК 5283/1167 в пластиковой колонне. Волновое поле обращенного сейсмокаротажа и результат интерпретации. Подошва ЗМС –14 м.



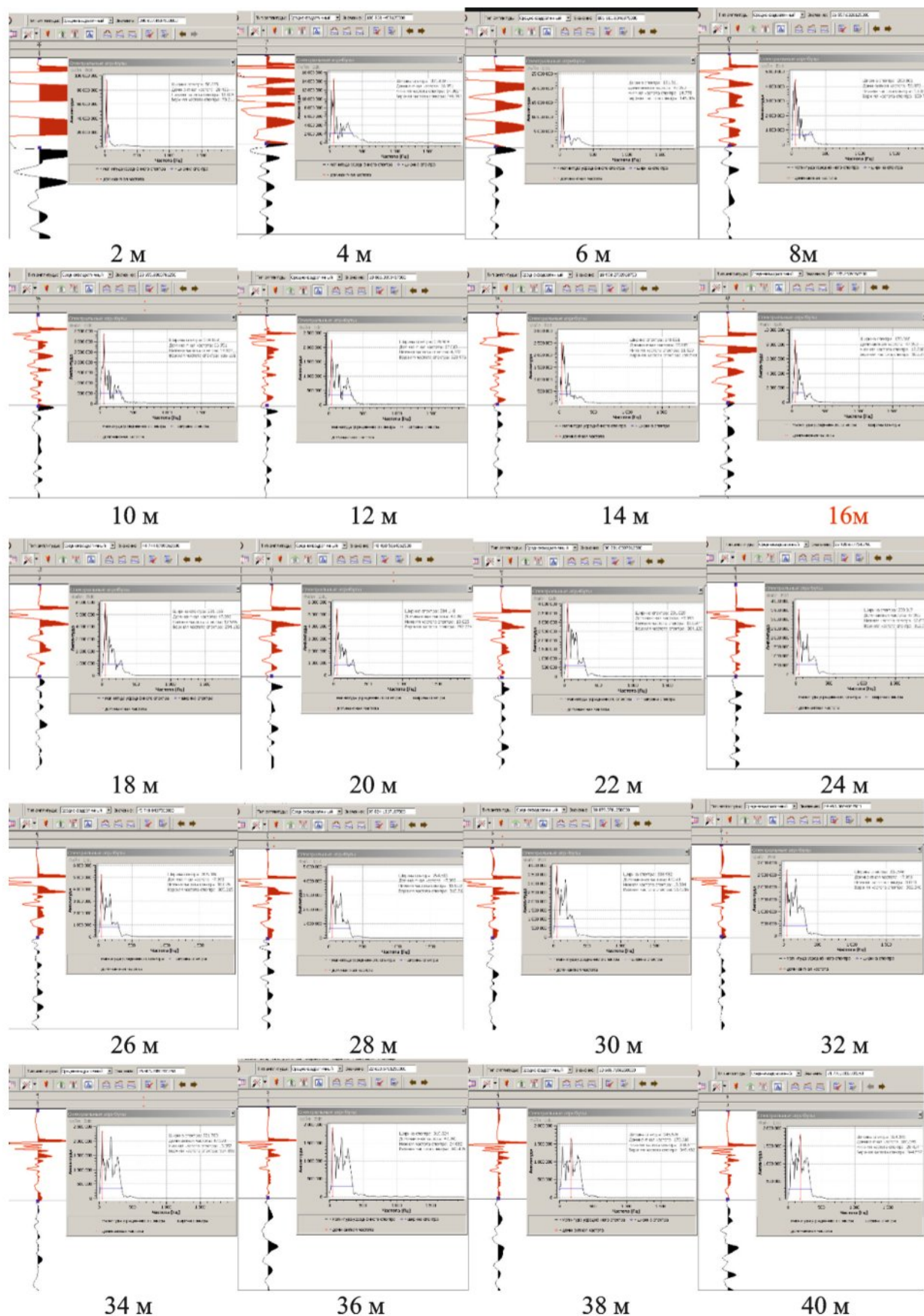
▲ Рис. 11. ПВ МСК 5343/1199 в колонне 0-60 м. Волновое поле прямого сейсмокаротажа и результат интерпретации.



▲ Рис. 12. 12МСК ПВ 5343/1199 в колонне 0-60 м. Волновое поле обращенного микросейсмокаротажа и однозначный результат интерпретации. Подшва ЗМС – 16 м.



▲ Рис. 13. ПВ 5229/1175. Волновое поле обращенного МСК в колонне и однозначный результат интерпретации. Подшва ЗМС – 16 м.



▲ Рис. 14. ПВ МСК 5229/1175. Результаты амплитудно-частотного анализа данных обращенного МСК в колонне.