

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра геофизики

**«Оценка отношения сигнал/помеха в зонах интерференции
отраженных волн и волн-помех поверхностного типа
(на примере профиля Pr06 тест-системы Ухта)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы

направления «05.03.01 Геология»

геологического факультета Саратовского национального исследовательского
государственного университета имени Н.Г. Чернышевского

наименование факультета, института, колледжа

Сквознякова Ильи Олеговича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

доцент, к.г.-м.н

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Э.С.Шестаков

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

к. г.- м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Е.Н. Волкова

инициалы, фамилия

Саратов, 2018 год

Введение. Известно, что результативные материалы сейсморазведочных работ методом отраженных волн (МОВ) являются основой при поисках нефтегазовых месторождений. В практике проведения полевых работ повсеместно используется групповой прием и очень часто – групповое возбуждение упругих колебаний. Каждая из групп представляет собой интерференционную систему (ИС), а при совместном применении группирования источников и приёмников упругих колебаний формируются сложную ИС (СлИС). Несмотря на широкое использование в практике работ МОВ интерференционных систем, в технической документации, освещающей их постановку и их результаты повсеместно отсутствует как обоснование выбора их параметров так и анализ эффективности их применения. Основной причиной этого является отсутствие данных о параметрах регистрируемого волнового поля (до появления способа ОСТ и, особенно, цифровой обработки сейсморазведочной информации, для получения этой информации проводились специальные опытные работы.)

На кафедре геофизики Саратовского университета в течение ряда лет ведутся научно-исследовательские работы по развитию теории ИС, разработке методики и программно-алгоритмического аппарата анализа свойств сложных ИС и оценке их эффективности, в последнем направлении я принимал участие и полученные мной материалы положены в основу выпускной квалификационной работы. Цель её – *разработка методики приближенного определения характеристик волнового поля на основе общедоступного программного обеспечения для получения отношения сигнал/помеха в зонах интерференции отраженных волн с волнами-помехами поверхностного типа, используемого при оценке эффективности интерференционных систем.* Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть методики оценки параметров волнового поля, применявшейся ранее

- рассмотреть математический аппарат, используемый для оценки эффективности ИС;
- рассмотреть существующее общедоступное программное обеспечение, которое может быть использовано для оценки характеристик волнового поля на базе сейсмограмм, получаемых при проведении работ МОВ;
- разработать методику оценки параметров волн-помех поверхностного типа и отраженных волн по полевым сейсмограммам с использованием общедоступного программного обеспечения;
- опробовать методику на тестовом материале.

Основное содержание работы. 1 Методика изучения параметров волнового поля, применявшаяся при аналоговой регистрации. Исходными данными для применения интерференционных систем и оценки их эффективности являются сведения о характере полезных волн и волн-помех (волновой картины, ВК). Их получали в результате проведения специальных опытных работ по изучения волнового состава сейсмических колебаний. Методика изучения ВК для решения задач данной работы не может быть использована, поскольку система наблюдения задана и невозможно сделать ее уплотненной, а также невозможно менять условия возбуждения упругих колебаний.

2 Аналитический аппарат энергетической теории интерференционных систем. В основу оценки эффективности ИС в рассматриваемых исследованиях положена энергетическая теория, где целевой функцией является коэффициент направленного действия (КНД), представляющий собой отношение энергии сигнала некоторой волны на выходе интерференционной системы к максимально возможной энергии выходного сигнала той же волны в той же системе:
$$\text{КНД} = \frac{E_{\text{вых}}}{E_{\text{вых}}^{\text{max}}}$$

В предположении, что сигналы сейсмических волн описываются нуль-фазовым импульсом Пузырева, получено явное выражение КНД, зависящее

от параметров ИС (число элементов, распределение элементов на базе ИС, распределение чувствительности) и параметров волны (кажущаяся скорость волны, видимая частота (видимый период), длительность импульса (в долях видимого периода)). Характеристики волн предполагается использование полевых сейсмограмм.

3 Сведения об общедоступном программном обеспечении, использованном в работе. Для выборки блоков данных трасс обрабатываемой сейсмограммы использовалась распространяемая в Internet программа **SeiSee**. Созданная для контроля сейсмической записи, она позволяет визуализировать сейсмограммы формата SEG-Y, прочитать и распечатать заголовки визуализированной сейсмограммы, представить в числовом виде блок данных любой трассы, выполнить обработку одиночных трасс сейсмограммы (частотную фильтрацию, амплитудную регулировку). В данной программе может создаваться текстовый файл, куда помещаются значения отсчетов сейсмических трасс в заданном окне (по l - и t -координатам). Преобразование текстовой информации в числовую и её обработка выполнялись в табличном процессоре Excel, являющимся составной частью программ Microsoft Office.

Основой обработки являлось суммирование отсчетов нескольких трасс. Статистическое осреднение сигналов на трассах нескольких сейсмограмм выполнялось путем суммирования отсчетов с одинаковыми l - и t -координатами. Направленное суммирование предполагало смещение суммируемых отсчетов в зависимости от их l -координаты. Кроме того, по суммарным значениям отсчетов выполнялось вычисление среднеквадратических амплитуд суммарных сигналов.

4 Результаты анализа характеристик волнового поля. В качестве объекта исследований использовались материалы профиля Pr06 тест-системы Ухта. Как было сказано выше, в качестве объектов были выбраны две помехи – П1 и П2 и опорное отражение, окна анализа которых показаны цветом на рисунках 1-4 (доминирующие экстремальные фазы сигналов выделены желтым цветом).

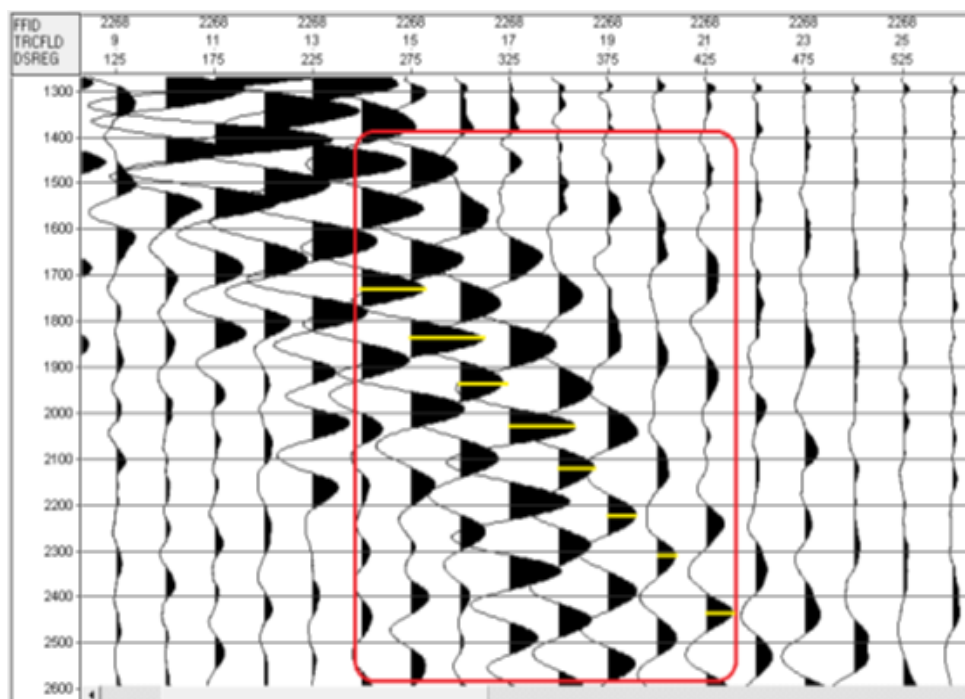


Рисунок 3 - Профиль Pr06. Окно анализа волны-помехи П1

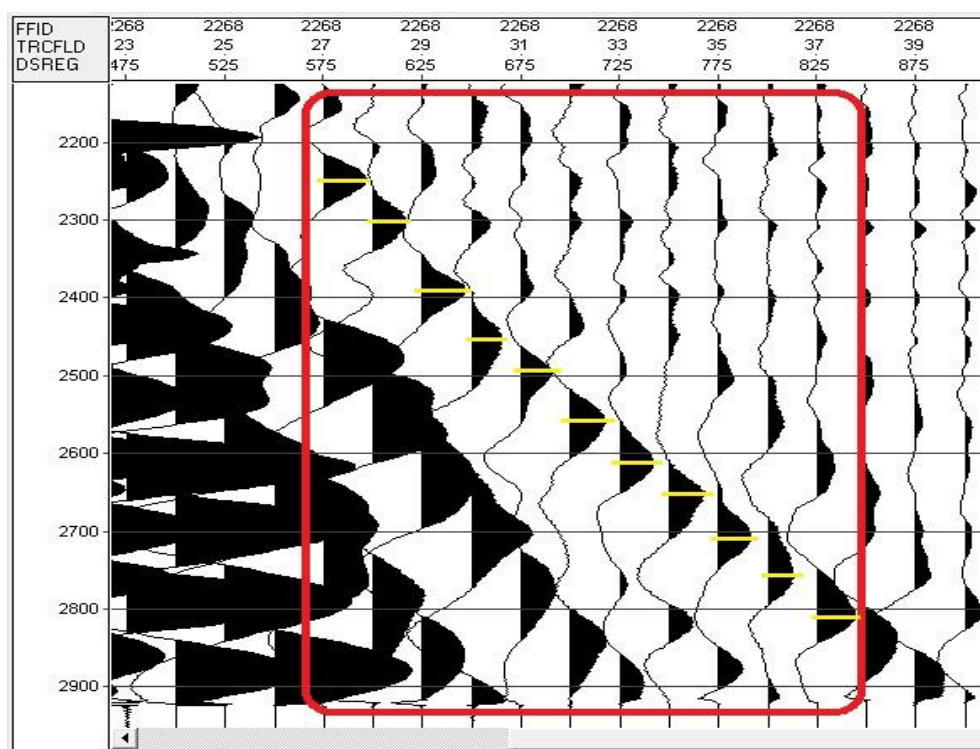


Рисунок 4 - Профиль Pr06. Окно анализа волны-помехи П2

Поскольку волны-помехи П1 и П2 имеют линейный годограф, по найденным значениям l_i и $t(l_i)$ в программе RegrUrLin_1 были рассчитаны уравнения линейной регрессии вида $t(l) = t_0 + l / V^*$:

$$t(l) = 0.7495 \text{ с} + l / 254.67 \text{ м/с}, (\text{волна П1}),$$

$$t(l) = 0.99978 \text{ с} + l / 453.95 \text{ м/с} \quad (\text{волна П2}).$$

Параметры направленного суммирования определялись по значениям кажущихся скоростей волн-помех в соответствии с выражениями:

$$\Delta t = \Delta x / V_{\text{пом}}^* \quad \text{и} \quad \Delta q = \Delta t / \delta t$$

(для тест-системы Ухта шаг ПП Δx составлял 25 м, а $\delta t = 2$ мс).

$$\text{П1: } \Delta t_{\text{П1}} = 25 / 254.67 = 0.098 \text{ с/трасса}, \Delta q_{\text{П1}} = 0.098 / 0.002 = 49 \text{ отсч./трасса}.$$

$$\text{П2: } \Delta t_{\text{П2}} = 25 / 453.95 = 0.055 \text{ с/трасса}, \Delta q_{\text{П2}} = 0.055 / 0.002 \cong 28 \text{ отсч./трасса}.$$

По графикам формы импульса определены и уточнены по таблицам значений отсчетов суммарного сигнала параметры импульсов.

$$\text{Волна П1: } T^* \approx 0.176 \text{ с}, f^* \approx 5.7 \text{ Гц}, \tau_{\text{имп}} \approx 5 T^*;$$

$$\text{Волна П2: } T^* \approx 0.245 \text{ с}, f^* \approx 4.8 \text{ Гц}, \tau_{\text{имп}} \approx 3 T^*.$$

Направленное суммирование сигналов волн П1 и П2 с целью оценки затухания выполнялось на скользящей базе $D = 100$ м со сдвигом в 25 м. Поскольку для волн поверхностного типа предполагается линейное изменение амплитуды по l -координате, по среднеквадратическим оценкам амплитуд по программе RegrUrLin.exe рассчитывались регрессионные зависимости

Были построены графики осреднённых годографов волн П1, и П2, графики зависимости $A_{\text{ср.кв.}}(l)$ и $A_{\text{ср.кв.}}(t)$. Значения коэффициентов затухания волн-помех П1 и П2:

$$Kz A_{\text{ср.кв.П1}}(l) = -0.00172 \text{ усл.ед. / м}, Kz A_{\text{ср.кв.П1}}(t) = -0.4406 \text{ усл.ед. / с}.$$

$$Kz A_{\text{ср.кв.П2}}(l) = -0.00014 \text{ усл.ед. / м}, Kz A_{\text{ср.кв.П2}}(t) = -0.06442 \text{ усл.ед. / с}.$$

Опорное отражение показано на рисунке 2, была выполнена корреляция его доминирующей фазы, уточнённая по таблице Excel, представленная в таблице 1. Параметр времени закономерно возрастает с увеличением l -координаты ПП, флуктуации незначительны.

Таблица 1 - Профиль Рг06. Корреляционная таблица опорного отражения

№№ п.п.	№№ трасс сейсмограм- мы	Офсет (м)	Время экс- тремума (мс)	$t_{\text{перп}}$ (мс)
1	25/29	625	696	697.29
2	26/30	650	702	702.31
3	27/31	675	706	707.32
4	28/32	700	714	712.34
5	29/33	725	718	717.35
6	30/34	750	724	722.37
7	31/35	775	728	727.38
8	32/36	800	732	732.40
9	33/37	825	738	737.41
10	34/38	850	742	742.43
11	35/39	875	748	747.44
12	36/40	900	752	752.46
13	37/41	925	756	757.47
14	38/42	950	762	762.49
15	39/43	975	766	767.50
16	40/44	1000	774	772.51
17	41/45	1025	778	777.53
Параметры регрессионной зависимости: $m = 00002006$, $t_0 = 0.572$, $V^* = 4985$ м/с, $\Delta t \cong 0.005$ мс, $\Delta q \cong 2$ отсч./трасса				

По аналогии с волнами-помехами для опорного отражения было выполнено направленное суммирование на скользящей базе, с той разницей, что шаг между центрами баз направленного суммирования составлял 75 м. График зависимости $A_{\text{ср.кв.}}(l)$ представлен на рисунке 5.

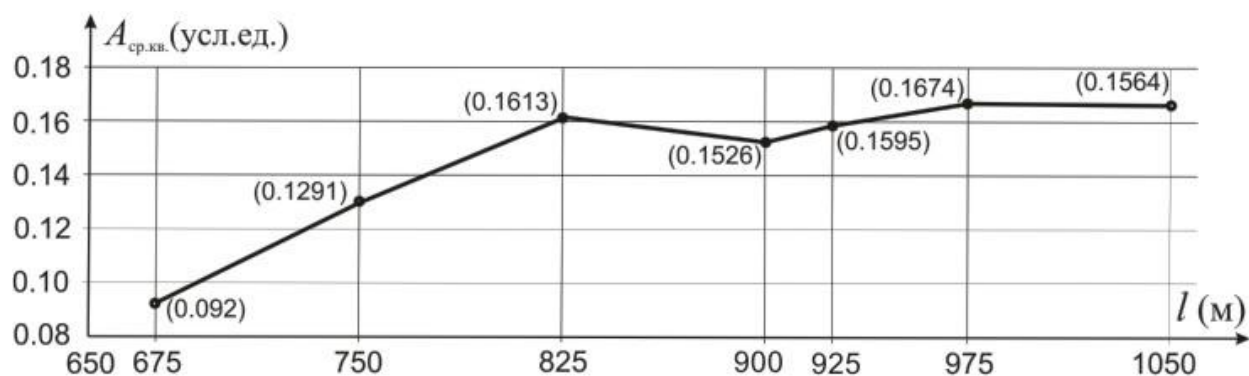


Рисунок 5 - График изменения $A_{\text{ср.кв.}}(l)$ опорного отражения, (по результатам направленного суммирования на скользящей базе)

Из рассмотрения его видно, что на участке анализа наблюдается аномальное изменение интенсивности сигнала вдоль годографа волны. По этой причине, не анализируя причин подобного явления, было принято решение, что в дальнейших расчетах изменение амплитуд сигналов отраженных волн вдоль годографов учитываться не будет.

Форма импульса опорного отражения представлена на рисунке 6, его параметры: $\tau_{\text{имп}} \approx 2T^*$, а $T^* \approx 0,029$ с, $f^* \approx 34,5$ Гц. Среднеквадратическая амплитуда суммарного сигнала опорного отражения, отнесённая к координатам $l = 800$ м и $t = 0,732$ с, составила 0,1647 усл. ед.

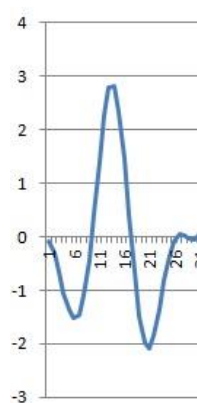


Рисунок 6 - Форма импульса сигнала опорного отражения

На завершающем этапе исследований данные об интенсивностях волн помех и опорного отражения предполагалось использовать для оценки отношения S/N в зонах интерференции однократно отраженных волн и волн помех поверхностного типа. Для этого ранее была разработана программа SN_otr_pov_3, в которой приближенным способом решается прямая динамическая задача сейсморазведки. Исходными данными для этого являются одномерная скоростная модель и обобщённая зависимость, связывающая скорость распространения продольных волн с плотностью пород. Модель $V_{\text{эф}}(t)$ была определена путем сканирования скоростей $V_{\text{ост}} = \text{const}(t)$. Она была использована для расчета интенсивностей однократно отраженных волн в программе SN_otr_pov_3.

Однако в ходе исследований возникло затруднение, связанное с тем, что в ранее опробованной технологии оценка интенсивностей отраженных волн и волн-помех выполнялась по разным алгоритмам, для их увязки программа SN_otr_pov_3 требовала задания отношения S/N в зонах интерференции выделенных помех с опорным отражением. Проблема возникала, если такие зоны отсутствовали. Для волны-помехи П1 частное решение было найдено. Поскольку значения t_0 опорного отражения и волны П1 достаточно близки (0.650 и 0.7495 с, соответственно), то возможные интенсивности опорного отражения и помехи принималась равными $A_{\text{ср.кв.}}(l = 0)$.

Кардинальное решение проблемы требует переработки алгоритма программы SN_otr_pov_3.

Заключение. По завершении описанных выше исследований можно сделать следующие выводы.

1. Задача получения приближенных данных об отношении сигнал-помеха в зонах интерференции однократно отраженных волн и волн-помех поверхностного типа с использованием сейсмограмм производственных сейсмических работ и доступного программного обеспечения вполне реализуема.
2. Трудоёмкость работ при использовании стандартного (неспециализированного) программного обеспечения весьма высока и в производственных условиях эта технологическая схема нерентабельна.
3. Требуется переработка алгоритма программы SN_otr_pov_3, поскольку он был ориентирован на визуальный анализ полевых сейсмограмм, а не на непосредственное извлечение данных из полевых сейсмограмм.
4. После разработки нового программного обеспечения необходимо продолжить исследования в направлении изучения характера изменения интенсивности сигнала по годографу отраженной волны на полевом материале.

Таким образом, можно констатировать, что цель данной работы достигнута, поскольку все поставленные в ней задачи выполнены в полном объёме и намечены пути совершенствования программно-методического комплекса оценки эффективности ИС.