

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Использование полевых сейсмограмм метода отраженных волн
для оценки интенсивности волн-помех поверхностного типа
в зонах их интерференции с однократно отраженными волнами
с целью оценки эффективности применённых полевых
интерференционных систем»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 261 группы очной формы обучения геологического факультета
направления 05.04.01 «Геология»

профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»

Абрамяна Александра Витальевича

Научный руководитель

доцент, кандидат геол.-мин.наук, доцент _____ Е.Н. Волкова

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин.наук, доцент _____ Е.Н. Волкова

Саратов 2020

Введение. Актуальность работы. Как известно, в настоящее время основой поисков нефтегазовых месторождений являются результативные материалы сейсморазведочных работ методом отраженных волн (МОВ). При их проведении повсеместно используется групповой прием и очень часто групповое возбуждение упругих колебаний]. Однако в проектах на их проведение отсутствует обоснование выбора оптимальных параметров группирования, а в Отчетах по этим работам – анализа эффективности группирования. Каждая из групп образует интерференционную систему (ИС), а при их совместном применении формируется сложная интерференционная система (СлИС). На кафедре геофизики Саратовского университета ведутся инициативные научно-исследовательские работы (НИР) по развитию энергетической теории ИС. Одним из направлений работ была оценка эффективности ИС, применяемых при проведении полевых работ (полевые ИС), в рамках которого разрабатывалась методика и программно-алгоритмического аппарата оценки характеристик поля упругих колебаний, возбуждаемого и регистрируемого при проведении сейсморазведочных работ МОВ, в которых я принимал участие. Основным препятствием в оценке эффективности ИС в конкретных сейсмогеологических условиях является отсутствие данных о параметрах регистрируемого волнового поля. До появления способа ОСТ и, особенно, цифровой обработки сейсморазведочной для их получения информации выполнялись специальные опытные работы. В настоящее время они практически не проводятся, а если и проводятся, то не в полном объеме.

Целью выпускной квалификационной работы - разработка алгоритмов и программ определения изменения интенсивности волн-помех поверхностного типа для оценки отношения S/N в зонах их интерференции с однократно отражёнными волнами. Для достижения этой цели в данной работе необходимо решить следующие задачи:

- ~ рассмотрение подходов к определению характеристик волнового поля применявшиеся для оценки эффективности оценка подходов к определению закономерности изменения интенсивности сигналов волн-помех поверхностного типа по l -координате (линейная интерполяция, непосредственное определение параметров гиперболического закона, гиперболическая регрессия)¹;
 - ~ разработка программного обеспечения (SEG_Y_NS_7);
- опробование разработанного программно-алгоритмического обеспечения на полевом материале.

Материал для написания данной работы получен во время прохождения практики на кафедре геофизики СГУ.

Описание структуры ВКР. Данная работа включает в себя титульный лист, содержание, введение, 4 главы: 1 Применение полевых интерференционных систем при проведении сейсморазведочных работ методом отраженных волн и оценка их эффективности; 2 Оценка характеристик волн-помех поверхностного типа на основе анализа полевого материала производственных работ МО; 3

Разработка программы определения характеристик волн-помех поверхностного типа путём обработки и анализа сейсмограмм, записанных в формате SEG-Y; 4 Опробование разработанного программно-алгоритмического обеспечения на полевом материале, 16 рисунков, 5 таблицы, 2 приложения. Объем работы составляет 69 страницы.

Формулировка научной значимости работы. Данная работа носила исследовательский характер и её цель можно считать достигнутой, поскольку показано, что материалы производственных сейсмических работ МОВ могут быть использованы для оценки эффективности полевых ИС.

Основное содержание работы. 1 Применение полевых интерференционных систем при проведении сейсморазведочных работ методом отражённых волн и оценка их эффективности. Как известно, в сейсморазведке методом отражённых волн (МОВ) одним из основных классов волн-помех являются поверхностные волны, образующиеся в источнике упругих колебаний и распространяющиеся в верхней части разреза в тонком приповерхностном слое. Их отличительной чертой являются:

- квазилинейный годограф (строго линейный – в случае латерально однородном приповерхностном слое и плоской дневной поверхности);
- низкие значения кажущейся скорости (V^*);
- низкочастотный спектр колебаний;
- при уменьшении офсета пункта приёма значение времени регистрации (время t_0) стремиться к нулю.

Различают частотную и энергетическую теории, последняя использовалась в упомянутых выше НИР кафедры геофизики. Действие ИС описываются их теорией, в зависимости от выбранного аналитического аппарата.

2 Оценка характеристик волн-помех поверхностного типа на основе анализа полевого материала производственных работ МОВ. Как было показано в предыдущем разделе для оценки параметра S/N возможно использование материалов производственных работ МОВ (полевых сейсмограмм). Первая попытка была предпринята в работах , где для оценки интенсивности сигналов отраженных волн и волн-помех использовались визуализированные сейсмограммы, полученные на разных усилениях. Амплитуды измерялись в мм и пересчитывались с учётом коэффициентов усилений к уровню самых слабых сигналов и таким образом выполнялась оцифровка сейсмической записи. Обработка и построение графиков выполнялась в табличном процессоре Excel. Для определения отношения интенсивности полезных сигналов и волн-помех в зонах их интерференции была разработана программа

SN_отр_пов_3. В результате было показано, что определение отношения S/N , в принципе, возможно, но трудоёмкость процесса весьма высока при низкой точности визуального анализа. Повысить точность оценки интенсивности сигналов можно было лишь путём использования численных значений

амплитуд, регистрируемых в цифровых сейсмограммах. Реализация этого подхода составила содержание второго этапа исследований.

На втором этапе исследований, в котором я принимал участие в процессе подготовки бакалаврской квалификационной работы, и который рассмотрен в работах, для извлечения численных данных использовались общедоступные программы типа SeisSee. Они позволяли визуализировать цифровые сейсмограммы на экране персонального компьютера (PC), получить твердую копию изображения, получить численные значения сигналов на выбранных трассах в задаваемых временных окнах в виде текстовых файлов. Преобразование текстовых файлов в численные данные и их последующая обработка выполнялись в табличном процессоре Excel. Для определения отношения S/N использовалась упомянутая выше программа SN_отр_пов_3. В результате была доказана возможность и эффективность такого подхода, но рекомендовать его к широкому использованию было невозможно из-за высокой трудоёмкости и низкой технологичности. Для преодоления этих недостатков требовалась разработка специализированного программно-алгоритмического обеспечения.

На кафедре геофизики Саратовского университета был разработан алгоритм извлечения и обработки численных данных из полевых сейсмограмм, зарегистрированных в формате SEG-Y. Он был реализован в программах ряда SEG_Y_NS, особенности которых рассмотрены в работе будут изложены далее. Общей особенностью программ ряда SEG_Y_NS, вплоть до версии SEG_Y_NS_6, является то, что в них предполагается линейное изменение интенсивности волн-помех поверхностного типа по l -координате (удаление источник-приёмник, офсет). Однако, как следует из теории волновых процессов, фронт поверхностной волны является цилиндрическим с радиусом l . Плотность энергии упругих колебаний с увеличением l изменяется обратно пропорционально l -координате, а закономерность изменения амплитуды колебаний, соответственно, определяется отношением $1/\sqrt{l}$.

3 Разработка программы определения характеристик волн-помех поверхностного типа на основе анализа полевых сейсмограмм формата SEG-Y. Программ серии SEG_Y_NS разработаны на кафедре геофизики Саратовского университета и написаны на алгоритмическом языке Visual Basic-6/ Назначением их является:

- чтение данных сейсмограммы формата SEG-Y и формирование блоков данных, доступных обработке средствами Visual Basic;
- направленное суммирование сейсмических данных Block-файлов в окне, задаваемом по l - и t -координатам
- расчет среднеквадратических амплитуд суммируемых и суммарного сигналов.

Организационно программа в любой версии включает в себя две части:

- начальную: чтение информации из файла формата SEG-Y и формирование в памяти программы информационного блока,

позволяющего выполнить направленное суммирование, условно названного Block-файл;

- конечную: многовариантное направленное суммирование информации Block-файла в задаваемых пространственно-временных окнах и интерпретация результатов суммирования.

Версии программ, до SEG_Y_NS_4 включительно, отличаются оформлением рабочего окна и некоторыми сервисными функциями. Общим в них является способ адресации исходного sgu-файла: в соответствующих окнах ввода данных задаются полное имя рабочей директории и имя читаемого в ней файла. Полный адрес читаемого файла формируется путем их слияния.

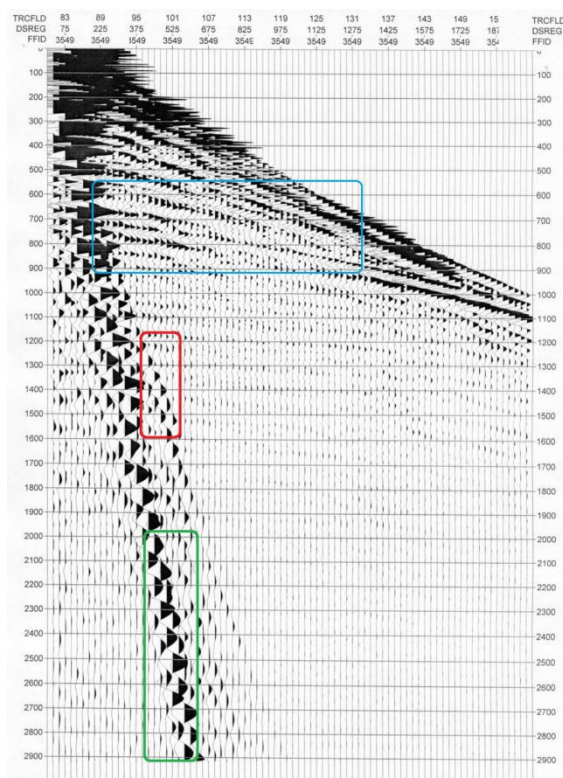
Начиная с 5-той версии в программу включается инструмент CommonDialog, позволяющий использовать браузер операционной системы Windows для чтения и записи информации жесткий диск (HD) персонального компьютера (PC) или подключаемые к последнему внешние носители информации.

Во всех версиях программ этого ряда вплоть до 6-той включительно отсутствуют элементы анализа закономерности изменения интенсивности волн-помех поверхностного типа по l -координате. Предполагался линейный характер этой зависимости, а её параметры вычислялись путем линейного регрессионного анализа среднеквадратических амплитуд суммарных сигналов, определяемых путём суммирования на укороченных скользящих базах. Для этого была разработана автономная программа RegrUrLin.

Определение алгоритма анализа стало возможным лишь после положительного завершения исследований, рассмотренных в предыдущем разделе. Определение параметров гиперболической регрессионной зависимости выполняются по значениям среднеквадратических амплитуд исходных сигналов, поэтому его удобнее выполнять в программе ряда SEG_Y_NS, что и было сделано при разработке программы SEG_Y_NS_7, особенности которой будут рассмотрены ниже.

4 Опробование разработанного программно-алгоритмического обеспечения на полевом материале. Для опробования разработанного программно-алгоритмического и методического обеспечения анализа эффективности полевых интерференционных систем и сопоставления с результатами, полученными ранее, был выбран полевой материал, использованный при подготовке бакалаврской выпускной работы, а именно профиля Pr03 тест-системы Ухта, участок FFID 3547 - 3551. Характеристика его заимствована из упомянутой выше работы. На выбранном участке в комплексе программ RadExPro Plus была выполнена предварительная обработка полевых сейсмограмм способом OCT.

В результате в формате SEG-Y был сформирован файл, представляющий собой запись 80-ти трасс правого фланга суммарной сейсмограммы с удалениями $l = 25 \div 2000$ м, представленной на рисунке 1, используемый для оценки отношения S/N в ЗИ отраженных волн и волн-помех поверхностного типа, далее называемая «исходная сейсмограмма».



границы временного интервала суммарного сигнала и параметры аппроксимирующей гиперболы.

**Таблица 2 – Профиль Pr03, волна-помеха П1.
Результаты работы программы SEG_Y_NS_7**

Направление суммирования (мс/трасса)	V* (мс)	Временной интервал суммарного сигнала		Параметры аппроксимирующей гиперболы		Среднеквадратическая амплитуда суммарного сигнала (условн. единиц)
		t _{min} (мс)	t _{max} (мс)	mH	cH	
56	446	1228	1872	1024,9	0,16	1,805
58	431	1230	1870	1005,6	0,231	1,921
60	416	1232	1868	1016,5	0,242	1,997
62	403	1234	1866	1016,8	0,275	2,026
64	390	1236	1864	961,1	0,417	1,998

Из сопоставления значений среднеквадратических амплитуд суммарных сигналов видно, что для волны П1 оптимальное значение параметра NS = 62 мс/трасса.

Сопоставление графиков суммарных амплитуд, полученных в работе и в рассматриваемых работах, представленных на рисунках 4.3 и 4.3 соответственно свидетельствует об их сходстве, различия обусловлены различием направлений суммирования и меньшим временным интервалом суммарного сигнала при обработке по программе SEG_Y_NS_7.

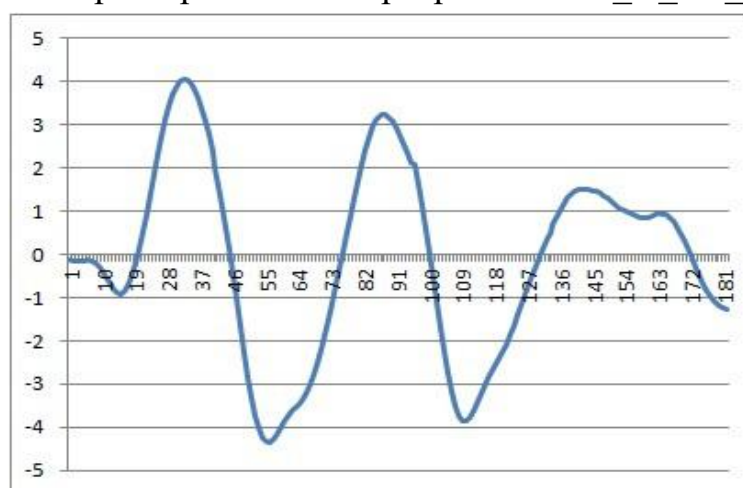


Рисунок 2 - Форма импульса суммарного сигнала волны-помехи П1 [11]

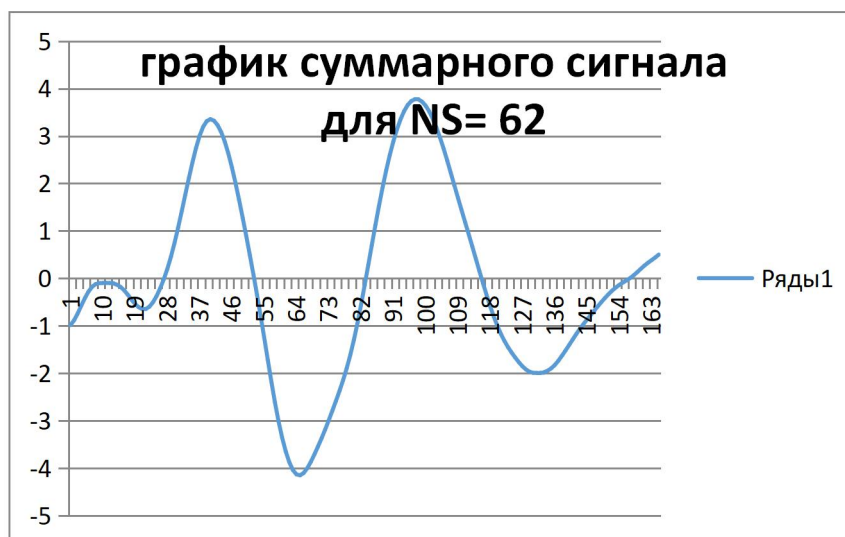


Рисунок 3 - Форма импульса суммарного сигнала волны-помехи П1.
обработка по программе SEG_Y_NS_7

Аналогичным образом было выполнено сканирование направлений суммирования для волны-помехи П2, результаты его представлены в таблице 4.4, а графики суммарных амплитуд – на рисунках 4.4 и 4.5, соответствующие

Таблица 3 – Профиль Pr03, волна-помеха П1.
Результаты работы программы SEG_Y_NS_7

Направление суммирования (мс/трасса)	V* (мс)	Временной интервал суммарного сигнала		Параметры аппроксимирующей гиперболы		Среднеквадратическая амплитуда суммарного сигнала (условн. единиц)
		t _{min} (мс)	t _{max} (мс)	mH	cH	
100	250	1930	2900	4310,06	– 2,82	5,142
102	245	1932	2898	4313,41	– 2,786	5,21
104	240	1934	2896	4333,3	– 2,767	5,186

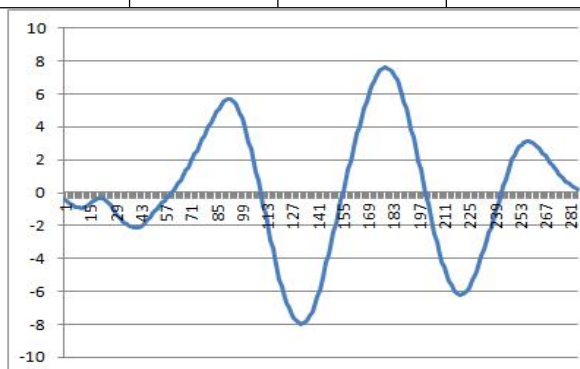


Рисунок 4 - Форма импульса суммарного сигнала волны-помехи П2 [11]



Рисунок 5 - Форма импульса суммарного сигнала волны-помехи П2. обработка по программе SEG_Y_NS_7

Из таблицы видно, что оптимальное направление суммирования, определённое путём сканирования совпадает с априорным. Формы импульса на рисунках – подобны.

Таким образом, для волны П1 параметр оптимального направления суммирования $NS = 62$ мс/трасса, что соответствует $V^* = 403$ м/с, а для волны П2 – $NS = 102$ мс/трасса, что соответствует $V^* = 245$ м/с.

Протокол работы программы SN_OP_5 представлен на рисунке 4.6. из его рассмотрения можно сделать следующие выводы.

- Все блоки программы SN_OP_5 работают в соответствии с заложенными в них алгоритмами.
- Программа SN_OP_5 более удобно в работе, чем программа SN_отр_пов_3, использованная в работе, в частности на экран дисплея выдаются сообщения об актуальности зон интерференции отраженных волн и волн-помех поверхностного типа.
- для волны- помехи П1 при расчете отношения SN значения амплитуд сигналов нулевые. Причина этого в настоящее время не установлена, связана, по-видимому, различным масштабированием в обеих программах. По этой же причине значения отношения S/N в программе SN_OP_5 могут выходить за пределы разрядной сетки при визуализации.
- обозначение неактуальности отношения S/N («0000.00000»), использованное в программе SN_OP_5 – неудачно: оно может быть интерпретировано как выход за пределы разрядной сетки малых значений этого отношения. Целесообразно заменить его обозначением «9999.99999», которое в реальных условиях не может быть принято за истинную величину.

Из сказанного выше следует, что программа SN_OP_5 работоспособна, но работы по её совершенствованию и отладке необходимо продолжить.

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

- рассмотрены результаты исследований, выполненных в предыдущие годы задачи последнего этапа;

- рассмотрены результаты исследований подходов к определению закономерности изменения интенсивности волн-помех поверхностного типа по l -координате, определён перспективный алгоритм;
- разработана программа SEG_Y_NS_7, одной из функций которой является расчёт параметров гиперболической аппроксимации закономерности изменения интенсивности волн-помех поверхностного типа по l -координате;
- проведено опробование разработанного программно-алгоритмического обеспечения на полевом материале.
- выявлены недостатки в работе программы SN_OP_5 и определены пути их устранения

Таким образом, все поставленные перед данной работой задачи выполнены и, соответственно, цель её – достигнута