

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 помехоустойчивости сложных полевых интерференционных систем, использованных при сейсморазведочных работах МОГТ-2D Хворостянском лицензионном участке»

Автореферат бакалаврской работы

Студента 5 курса 501 группы
направление 05.03.01 геология
геологического факультета
Бисамбиева Тимура Нурлановича

Научный руководитель

К. Г.-М.Н., доцент

подпись, дата

Э.С. Шестаков

Зав. кафедрой

К. Г.- М.Н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2017

Введение. В настоящее время основой поисков нефтегазовых месторождений являются результативные материалы сейморазведочных работ методом отраженных волн (МОВ). Известно, что в МОВ низкоскоростные волны типа поверхностных, образующиеся в верхней части разреза, являются помехами, препятствующими выделению полезной информация – однократно отраженных волн, образовавшихся на исследуемых границах. Для разделения полей полезных волн и волн-помех (т.е. выделение полезных и подавление помех) при проведении полевых наблюдений 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 – анализ эффективности группирования. Не составляют исключения проектные и отчетные материалы Хворостянского лицензионного участка.

На кафедре геофизики Саратовского университета ведутся научно-исследовательские работы по развитию теории ИС, разработке программно-алгоритмического аппарата анализа свойств СЛИС и оценке их эффективности. Поэтому представляло интерес оценить эффективность сложных ИС, использованных при проведении сейморазведочных работ МОГТ-2D на Хворостянском лицензионном участке (ХВЛУ)

Однако решить задачу оценки эффективности СЛИС на ХВЛУ в полной мере не представлялось возможным, поскольку в имеющихся материалах отсутствовали данные о соотношении интенсивности полезных волн и волн-помех в зонах их интерференции. Поэтому можно было *оценить лишь потенциальную помехоустойчивость применявшихся СЛИС*, что и составило цель данной работы.

Основное содержание работы. Бакалаврская работа посвящена теме: «Оценка помехоустойчивости сложных полевых интерференционных систем, использованных при сейсморазведочных работах МОГТ-2D Хворостянском лицензионном участке»

В первом разделе говорится о сейсмогеологических особенностях территории исследований, о характеристике геологического разреза, о сейсмогеологической характеристике района работ.

В административном отношении Хворостянский лицензионный участок расположен в пределах Хворостянского района Самарской области. Участок расположен в пределах Низменного Заволжья.

Геологоразведочные работы с целью поисков нефти и газа в пределах Левобережья Самарской области начаты в сороковых годах. С разной степенью плотности наблюдений и детальностью в пределах различных тектонических элементов выполнены: геологическая, структурно-геологическая, аэромагнитная и геохимическая съёмки, электро-радио-гравиразведка, геоморфологические исследования, структурное бурение и сейсморазведка.

Сейсмогеологическая характеристика: Хворостянский участок характеризуется сложными глубинными условиями. В его пределах нет параметрических скважин, обеспеченных данными ВСП, поэтому сеймостратиграфическая характеристика проводится на основании результатов бурения по Богородской площади, находящейся с Хворостянским участком в близкой структурно-формационной зоне, приуроченной к юго-восточному склону Жигулёвского свода.

В пределах Хворостянского ЛУ и прилегающей к нему территории геологический разрез включает породы кристаллического фундамента архейского возраста и отложения осадочного чехла, представленные кайнозойскими, мезозойскими, палеозойскими отложениями. Средняя мощность осадочных отложений составляет 2000 м.

В отложениях осадочного чехла на территории работ по общности литолого-стратиграфических характеристик отложений, положению в разрезе границ наиболее крупных перерывов в седиментации, выделены следующие литолого-стратиграфические комплексы:

- Терригенные отложения среднего и верхнего девона – «терригенный девон»;
- Верхнедевонско-турнейский карбонатный комплекс;
- Терригенный комплекс визейского яруса нижнего карбона (C_1vz);
Карбонатный комплекс окско-башкирского ($C_{1ox}-C_{2b_1}$) возраста;
- Терригенный комплекс верейско-мелекесского возраста ($C_{2vr}-C_{2mk}$);
Карбонатный комплекс московского яруса среднего карбона (C_2);
- Покровный терригенный комплекс.

Зона малых скоростей в пределах исследуемого участка изменчива по мощности и литологическому составу. Это затрудняет ее изучение и осложняет расчёт статических поправок. В основном зона одно- и двуслойная, пластовые скорости изменяются от 400 до 900 м/с. Однако встречаются участки с трехслойной моделью. В подстилающих водонасыщенных отложениях скорости изменяются от 1500 до 2000 м/с.

Хворостянский участок характеризуется сложными глубинными сейсмогеологическими условиями. В его пределах параметрических скважин, обеспеченных данными ВСП, нет, поэтому сеймостратиграфическая характеристика проводится на основании результатов бурения по Богородской площади, находящейся с Хворостянским участком в близкой структурно-формационной зоне, приуроченной к Ю-В склону Жигулёвского свода.

На территории Пугачевско-Жигулёвского свода первый опорный отражающий горизонт (ОГ) PZ связан с поверхностью карбонатного палеозоя. В разрезе верхней части палеозоя в данном районе полностью отсутствуют

пермские, триасовые, юрские, меловые и палеогеновые отложения, эродированные в результате глубоких предъюрского и преднеогенового размывов.

Подстилающие палеозойские отложения в скоростном отношении можно представить в виде эффективной скоростной модели. Она включает в свой состав толстые пласты, объединяющие литолого-стратиграфические комплексы с близкими скоростными характеристиками, ограниченные поверхностями крупных перерывов, с которыми связаны опорные отражающие горизонты.

Среднеинтервальная скорость между поверхностью палеозоя и подошвой карбонатных отложений каширского горизонта московского яруса среднего карбона (ОГ nC₂k) составляет 4300 м/с.

Оценка интенсивности (энергии или среднеквадратической амплитуды) сигналов отраженных волн и волн-помех исполнителем работ не проводилась. Выполнить её по имеющимся материалам невозможно, следовательно, невозможно определить и соотношение S/N в зонах интерференции сигналов полезных волн и помех, необходимое для оценки эффективности использованной сложной ИС.

Таким образом, в данной работе может быть сделана оценка потенциальной помехоустойчивости СЛИС применявшихся при проведении сейсморазведочных работ МОГТ-3D на Хворостянском лицензионном участке.

Во втором разделе говорится о основах энергетической теории интерференционных систем, о аналитическом аппарате энергетической теории интерференционных систем, о **Оценке направленных свойств сложных интерференционных систем** Группы источников и приемников по отношению к волновому полю образуют *интерференционные системы* (ИС), которые предназначены для разделения полезных волн и волн-помех путём суммирования сейсмических сигналов,

зарегистрированных в разных точках пространства. Пространственное положение точек регистрации определяется с учетом кинематических характеристик выделяемых и подавляемых волн. При суммировании стремятся обеспечить синфазное сложение выделяемых колебаний и несинфазное – подавляемых.

Теория интерференционных систем описывает интерференцию сейсмических волн при распространении их в среде или интерференцию сигналов, порожденных ими. В основе ее лежит понятие идеально-регулярных волн, под которыми понимаются плоские волны, распространяющиеся в бесконечном полупространстве без затухания. Сигналы, вызываемые ими в разных точках пространства, отличаются лишь параметром времени. На форму же сейсмических сигналов существенных ограничений не накладывается.

Из всего сказанного выше видно, что этот подход является расширением лучевого представления волнового поля.

Обобщая сказанное выше под **интерференционной системой (ИС)** будем понимать систему, суммирующую некоторую совокупность сигналов, поступающую на её входы.

В подавляющем большинстве случаев используются *дискретные ИС*, - обладающие конечным количеством входов с чувствительностью μ_i , где i - номер входа.

Независимо от природы интерференционной системы, как правило, ее можно свести к совокупности входов (источников сигналов), располагающихся на плоскости наблюдения, каждый из которых может быть охарактеризован координатами, определенными на этой плоскости, и чувствительностью входа (интенсивностью излучения отдельного источника). По характеру расположения входов на плоскости наблюдения интерференционные системы подразделяются на *линейные*, где входы располагаются вдоль некоторой линии, и *площадные*.

В зависимости от характера распределения чувствительности рассматриваются *однородные* системы, где чувствительность не зависит от координат входа, и *неоднородные*. Кроме того, по характеру расположения входов в дискретных линейных интерференционных системах выделяют *равномерные*, где расстояние между соседними входами является величиной постоянной, и *неравномерные*.

В основу энергетической теории интерференционных систем положено рассмотрение свойств одномерных (линейных). В практике работ они используются наиболее часто. Получить представление о свойствах двумерных (площадных) систем можно, сводя их к одномерным системам.

Коэффициентом направленного действия (КНД) интерференционной системы называется отношение энергии сигнала некоторой волны на выходе интерференционной системы к максимально возможной энергии выходного сигнала той же волны в той же системе (*максимально возможную энергию сигнала той же волны можно получить, собрав все входы этой системы в одну точку*):

$$КНД = \frac{E_{вых}}{E_{вых}^{max}};$$

КНД характеризует степень ослабления волны за счет действия интерференционной системы с входами, размещенными в разных точках плоскости наблюдения и обладающими чувствительностью μ_j .

Как было сказано выше, в описании свойств интерференционных систем широкое применение нашла энергетическая теория, оперирующая в привычной пространственно-временной области и наиболее удобная с точки зрения синтеза систем. Однако в рамках этой теории слабо разработана проблема оценки свойств сложных интерференционных систем, образуемых совместным применением групп источников и приемников. Чаще всего решение её ищется в простом перемножении значений целевой функции – коэффициента направленного действия (КНД), определённых отдельно для

групп источников и приемников по всем заданным волнам-помехам, что является существенным упрощением их реального соотношения.

На кафедре геофизики Саратовского государственного университета был разработан новый подход к описанию взаимодействия компонент сложных интерференционных систем, описанный в работе. Он опирается на идею Б.И. Беспятова об амплитудно-временном аналоге интерференционной системы, которая рассмотрена выше. Суть этого подхода состоит в выделении главной структуры интерференции идеально-регулярных волн: каждый элемент интерференционной системы описывается двумя параметрами:

- чувствительностью (или эквивалентной ей интенсивностью излучения применительно к источникам колебаний);
- запаздыванием регулярной волны (оно может быть задано как запаздывание на i -том элементе по отношению к $i - 1$ или к 1-ому элементу).

В развитие продуктивной идеи амплитудно-временного аналога для описания интерференционных систем в работе предложено использовать *амплитудно-геометрический аналог* (АГА). В АГА каждый элемент интерференционной системы описывается значением его удаления от начальной точки системы (dx) и чувствительностью (интенсивностью излучения) μ . В отличие от АВА, где значение запаздывания сигнала зависит от характеристик волнового поля (конкретно – от кажущейся скорости регулярной волны), АГА инвариантен по отношению к характеристикам волнового поля и легко пересчитывается в АВА.

Так как ИС являются линейными системами, то в них выполняется принцип суперпозиции и, вытекающий из него, принцип взаимности. На основе последнего построен корректный алгоритм расчета КНД сложных ИС.

На кафедре геофизики Саратовского госуниверситета были разработаны программы расчета КНД для сложных продольных (расположенных вдоль

одного профиля) интерференционных систем, использующие выше описанный подход:

- KND2N, написанная на языке QBasic, функционирующей на персональных компьютерах под управлением ОС не выше Windows-98;
- KND_SLIS_2D_graf, написанная на современном алгоритмическом языке Visual Basic, ориентированном на современное мат.обеспечение.

В январе-феврале 2017 года в программу были внесены изменения, не касающиеся алгоритма, но повышающие её технологические характеристики. Программа названа KND_SLIS_2D_tab_vyb и во время подготовки данной работы я выполнил её обкатку на полевом материале. Структура этой программы и технология работы с ней описаны ниже.

В третьем разделе говорится о особенностях используемого программного обеспечения

Как было сказано выше, для оценки помехоустойчивости сложных интерференционных систем, включающих группу источников и группу приёмников упругих колебаний, на кафедре геофизики Саратовского университета на основе программы KND_SLIS_2D_graf была создана программа KND_SLIS_2D_tab_vyb. Программа написана на современном алгоритмическом языке Visual Basic, позволяющем работать как в режиме интерпретации (исполнение программы от кода к коду), так и в режиме трансляции (создание исполняемого exe-файла). Она отлаживалась в процессе подготовки дипломной работы Геворкова И.Д. В данной работе для оценки помехоустойчивости сложных ИС в системах наблюдения МОГТ-2D использовался исполняемый exe-файл данной программы.

В программе KND_SLIS_2D_graf рассчитывалась таблица значений $\sqrt{\text{КНД}}$ для фиксированных значений аргумента D/λ . В новую программу KND_SLIS_2D_tab_vyb добавлен режим расчета $\sqrt{\text{КНД}}$ для произвольно задаваемых значений аргумента, что позволяет уточнять положение экстремальных точек при построении графиков и рассчитывать степень

ослабления конкретных волн-помех. Кроме того, добавлена возможность очистки текстового поля, когда выводится протокол счета.

Ну и в четвертом разделе о оценке помехоустойчивости сложных полевых интерференционных систем. Полевые работы МОГТ-2D на Хворостянском ЛУ проводились в соответствии с Проектом работ и нормативными документами для производства сейсморазведочных исследований. Цель работ – выявление и подготовки к глубокому бурению перспективных на нефть и газ структур.

Сейсморазведочные работы МОВ ОГТ выполнялись способом многократного профилирования (кратность 50) симметричной 200-канальной (местоположение источника колебаний на 101 канале). Система наблюдения профиля МОГТ-2D формировалась путём перемещения расстановки по сейсмоприёмников направлению линии профиля с шагом 50 м. На концах профилей расстановка трансформируется в асимметричную (вплоть до фланговой) путём исключения приёмных каналов, выходящих за пределы профиля.

В качестве источника возбуждения упругих колебаний использовалась группа из 2 вибраторов NOMAD-65 с базой 24 метра в статическом режиме.

Регистрации сейсмических колебаний выполнялась телеметрической системой Sercel 408UL. Приём сейсмических колебаний осуществлялся группой из 12 сейсмоприёмников на базе 25с использованием геофонов GS-20DX , шаг пунктов приёма в расстановке – 25 м.

Заключение. В заключение можно констатировать, что в работе были решены следующие задачи:

- Рассмотрены сейсмогеологические особенности территории работ, выделены целевые отражающие горизонты, характер записи на сейсмограммах ОПВ;
- Рассмотрены основы энергетической теории одиночных и сложных ИС: основные понятия, аналитический аппарат энергетической теории интерференционных систем, оценка направленных свойств сложных интерференционных систем;
- Рассмотрены особенности используемого программного обеспечения;
- Выполнены расчеты целевой функции и оценка потенциальной помехоустойчивости сложной интерференционной системы, применявшейся при сейсморазведочных работах на Хворостянском лицензионном участке.

Поскольку все поставленные задачи решены в полном объеме, то цель работы - *оценка потенциальной помехоустойчивости сложной интерференционной системы, применявшейся на Хворостянском лицензионном участке* – достигнута