

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
используемых при сейсморазведочных работах МОГТ-3D-
(на примере Белебеевского лицензионного участка)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Наумова Валерия Михайловича

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 год

Введение. Известно, что регистрируемое при сейсморазведочных работах поле упругих колебаний представляет собой сложную суперпозицию случайных и регулярных волн различного типа. В методе отраженных волн (МОВ) для решения геологических задач используются однократно отраженные волны от границ раздела в исследуемой геологической среде, которые составляют лишь небольшую часть сейсмического волнового поля, остальные волны рассматриваются как помехи.

Для подавления таких волн используется группирование источников и приёмников упругих колебаний. Каждая из групп может рассматриваться как *интерференционная система (ИС)*, их совместное применение образует *сложные интерференционные системы (СЛИС)*.

Для описания свойств ИС используются частотная и энергетическая теории интерференционных систем.

На кафедре геофизики Саратовского университета в течение ряда лет в рамках инициативных научно-исследовательских работ развивается энергетическая теория ИС в плане создания подходов, алгоритмов и программ оценки свойств СЛИС.

Мне было предложено опробовать на полевом материале программу расчета коэффициента направленного действия (КНД) сложных ИС, формирующихся при проведении сейсморазведочных работ МОГТ-3D – KND_SLIS_3D_tab_ред1. Исходными материалами послужили данные из Проекта на проведение сейсморазведочных работ МОГТ-3D на Белебеевском лицензионном участке в Республике Башкортостан.

Целью данной бакалаврской работы является ***опробование программы KND_SLIS_3D_tab_ред1 для оценки помехоустойчивости сложных полевых интерференционных систем (ИС), использованных при проведении сейсморазведочных работ на Белебеевском лицензионном участке.*** Для оценки будет использован аналитический аппарат энергетической теории ИС.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- рассмотреть основы энергетической теории ИС;

- рассмотреть используемое программно-алгоритмическое обеспечение
- рассмотреть условия проведения сейморазведочных работ на Белебеевском лицензионном участке, применяемую методику, получить характеристики волн-помех поверхностного типа;
- рассмотреть методику расчета КНД с помощью программы KND_SLIS_3D_tab_ред1 и построения карт распределения параметра $\sqrt{\text{КНД}}$ с помощью картосоставительского пакета Surfer;
- выполнить расчёты и оценить помехоустойчивости сложных ИС, формирующихся при совместном применении группирования источников и приёмников упругих колебаний в 3D-системе наблюдения.

Основы теории интерференционных систем. Известно, что регистрируемая в сейсморазведке информация может быть условно (в соответствии с условиями конкретной задачи) разделена на *полезную* и *помехи*.

Разделение полей полезных волн и волн-помех (т.е. выделение полезных и подавление помех) осуществляется так называемыми *интерференционными системами* (ИС), основанными, главным образом, на суммировании сейсмических колебаний, зарегистрированных в разных точках пространства. Пространственное положение точек регистрации определяется с учетом кинематических характеристик выделяемых и подавляемых волн. При этом стремятся обеспечить синфазное сложение выделяемых колебаний и несинфазное – подавляемых.

Ввиду того, что реальные среды и определяемые ими волновые поля очень сложны, рассматриваются поля *идеально-регулярных волн*.

Под *идеально-регулярными волнами* понимаются плоские волны, распространяющиеся в бесконечном полупространстве без затухания.

Под *интерференционной системой* будем понимать систему, суммирующую некоторую совокупность сигналов, поступающую на её входы.

Такой совокупностью в нашем случае является система сейсмических волн, подходящих к сейсмоприемнику.

Независимо от природы интерференционной системы, ее можно рассматривать как совокупность элементов (приёмников, источников сигналов), располагающихся на плоскости наблюдения, каждый из которых может быть охарактеризован *координатами*, определенными на этой плоскости. По характеру расположения элементов на плоскости наблюдения интерференционные системы подразделяют на *линейные* и *площадные*.

Аналитический аппарат энергетической теории интерференционных систем. В основу энергетической теории ИС положено рассмотрение свойств одномерных (линейных) систем. 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.

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

В качестве аргумента функции КНД обычно используется безразмерное выражение $\Delta t / T$, где Δt – величина максимального запаздывания в пределах рассматриваемой интерференционной системы (т.е. $0 \leq \Delta t_j \leq \Delta t$), а T – величина преобладающего (видимого) периода импульса.

Выражение (1.13) служит для расчета КНД. Однако нам, как правило, неизвестно аналитическое выражение формы сигнала. В этом случае предлагается заменить функцию $f(t)$ импульсом Пузырева.

Благодаря чему мы можем получить явное выражение КНД и выражение КНД для частного случая однородной системы.

Для описания параметров интерференционных систем используется понятие *амплитудно-временного аналога* (АВА).

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. В работе предложено использовать *амплитудно-геометрический аналог* (АГА).

Рассматривая интерференционные системы как системы линейные, опираясь на присущий им принцип суперпозиции и вытекающий из него принцип взаимности, с помощью АГА можно построить корректный алгоритм оценки свойств сложных интерференционных систем.

Программное обеспечение 3D-анализа. Для анализа направленных свойств сложных ИС на кафедре геофизики Саратовского государственного университета была разработана программа расчета КНД, ориентированная на продольное профилирование и линейное группирование источников и приёмников упругих колебаний (KND2). В этом случае направление подхода волн-помех поверхностного типа совпадает с направлением профиля, относительные удаления в эквивалентных ИС не зависят от удаления ПП от ПВ, т.е. формируются одинаковые сложные ИС.

Для расчёта КНД сложных интерференционных систем в 3D системах наблюдения на базе программы KND2 была разработана программа для площадных систем типа "крест" (KND2N3D).

Аналогом программы KND2N3D явилась программа KND_SLIS_3D_graf.

Исходными данными для расчета распределения параметра $\sqrt{\text{КНД}}$ были:

- параметры системы наблюдения
- параметры группирования сейсмоприёмников
- параметры группового источника упругих колебаний
- параметры волны
- длительность импульса

У данной программы был ряд недостатков, которые учтены при разработке программы KND_SLIS_3D_tab_ред1.

Основные сведения о методике работ МОГТ-3D. Для опробования нового программного обеспечения и методики оценки помехоустойчивости, сложных ИС, формирующихся при проведении сейсморазведочных работ МОГТ-3D применением группирования источников и приёмников упругих колебаний были использованы материалы сейсморазведочной партии № 5 ОАО «Саратовнефтегеофизика». В материале приведены все параметры системы наблюдения. Их основная геологическая задача состояла в уточнении геологического строения Белебеевского месторождения, Республика Башкортостан.

Регистрация сейсмической информации осуществлялась телеметрической сейсмостанцией Scorpion SN428XL (Sercel, Франция). Использовалась ортогональная центрально-симметричная система наблюдения типа «крест».

Характеристики волн-помех определялись по представленной в материале сейсмограмме, полученной при проведении опытных работ.

Ввиду того, что использовалась центрально-симметричная система наблюдения, был сделан вывод о наиболее целесообразном рассмотрении распределение значений КНД.

Методика построения карт распределения параметра $\sqrt{\text{КНД}}$. Для построения карт распределения параметра $\sqrt{\text{КНД}}$ по полю темплейта использовался промышленный картосоставительский комплекс программ Surfer, предназначенный для создания различных трехмерных карт, моделирования поверхности и их анализа, визуализации самого разнообразного ландшафта.

Для создания интерполированной регулярной сетки в Surfer, которая является основой для всех последующих действий в этой программе, исходные данные должны, представлены в численной форме, и иметь точно такую же структуру, что потребовало произвести следующие действия.

Оценка помехоустойчивости сложных интерференционных систем. В пределах одного положения расстановки сейсмоприёмников обрабатывается 6 пунктов возбуждения, отличающихся Y -координатами и, следовательно, создающих 6 распределений параметра $\sqrt{КНД}$ для каждой из рассматриваемых волн. Возник вопрос о том насколько различаются эти распределения, и нет ли возможности получить одну обобщенную картину?

С этой целью для волны с индексом ВЗ были рассчитаны карты распределения параметра $\sqrt{КНД}$ для крайних ($Y_{ПВ} = 1825$ м и $Y_{ПВ} = 2075$ м) и центрального ($Y_{ПВ} = 1950$ м) положений центра группового источника. Сопоставление величин параметра в зоне его стабильных значений для одноименных ПП при изменении Y -координаты ПВ от 1825 к 1950 м и от 1950 к 2075 м показывает особенности.

Для анализа направленных свойств (помехоустойчивости) сложных ИС, формирующихся при проведении 3D-наблюдений на Белебеевском ЛУ, для всех выделенных волн были построены карты распределений параметра $\sqrt{КНД}$ для сигналов длительностью $\tau_{имп} = 2T^*$ и $3T^*$.

Для оценки распределения степени подавления волн-помех по площади темплейта можно рассмотреть характер изменения параметра $\sqrt{КНД}$ в трёх выделенных характерных зонах.

Оценить эффективность сложных ИС, формирующихся в рассматриваемой 3D-системе наблюдения с вышеприведёнными параметрами группирования источников и приёмников упругих колебаний не представляется возможным, поскольку отсутствуют сведения о соотношении интенсивности полезных волн и волн-помех в зонах их интерференции. По косвенным признакам (плохая прослеживаемость помех на сейсмограмме) можно предположить, что степень их ослабления удовлетворительна.

Направленные свойства сложных ИС могут быть улучшены за счёт увеличения базы эквивалентных ИС, которая прямо зависит от баз

группирования источников и приёмников. В порядке эксперимента оценивалось их изменение при увеличении баз группирования источников с 45 до 90 м, баз приёмников с 25 до 50 м. по отношению к волне В5 с $\tau_{\text{имп}} = 3T^*$.

Из сказанного в работе следует, что направленные свойства сложных ИС в 3D-системах наблюдений находятся в сложном соотношении с параметрами группирования источников и приёмников. Тот факт, что наилучшее распределение направленных свойств наблюдается не при максимальных, а при близких значениях баз групп источников и приёмников требует продолжения исследований в этом направлении с анализом распределения баз эквивалентных ИС при различных параметрах группирования.

Что касается технологии получения карт распределений параметров, то в программе расчета КНД следовало бы использовать не локальное имя файла, а его полный адрес. Целесообразно было бы обеспечить стирание ненужной информации в текстовом поле рабочего окна.

В целом же использованное программное обеспечение позволяет реализовать анализ направленных свойств сложных ИС, формирующихся при проведении сейсморазведочных работ МОГТ-3D с использованием ортогональных систем наблюдения типа «крест».

Заключение. Подводя итоги, стоит отметить, что по мере выполнения данной выпускной квалификационной работы были выполнены следующие поставленные задачи:

- рассмотрены основы энергетической теории (ИС);
- рассмотрено усовершенствованное программно-алгоритмическое обеспечение;
- рассмотрена методика проведения сейсморазведочных работ на Белебеевском лицензионном участке;
- уточнена методика построения карты распределения параметра $\sqrt{\text{КНД}}$ с помощью программы KND_SLIS_3D_tab_ред1 и картосоставительского пакета Surfer;
- выполнены расчёты и оценена помехоустойчивость сложных ИС;
- опытным путем было показано, что для улучшения значений направленного действия целесообразно увеличить базу группы приемников;
- намечены пути совершенствования программного обеспечения и пути исследования помехоустойчивости сложных интерференционных систем

Таким образом, все задачи, поставленные перед данной выпускной квалификационной работой решены и её цель достигнута.