

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

Кафедра геофизики

**«Анализ результатов опытно-методических работ на предмет
обоснования оптимальных характеристик вибросейса»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
профиль «Нефтегазовая геофизика»
геологического ф-та
Стасова Артема Витальевича

Научный руководитель

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2021

Введение. В данной работе четыре раздела: первый раздел - «Обзор современных источников сейсмических колебаний»; второй раздел - «Методика работ МОГТ - 2D в пределах ХХХ лицензионного участка»; третий раздел - «Оптимизация параметров вибрационного источника возбуждения сейсмических колебаний в условиях ХХХ лицензионного участка»; четвёртый раздел - «Сравнительный анализ результатов применения взрывного и вибрационного возбуждения упругих колебаний». В процессе подготовки выпускной квалификационной работы, мною, на примере упомянутого выше лицензионного участка ХХХ, изучались возможности оптимизации систем полевых наблюдений виброрейс. Актуальность выбранной темы заключается в рассмотрении вибрационного способа возбуждения упругих колебаний, который имеет наибольшие масштабы применения как в нашей стране, так и за рубежом при поисках и разведке нефтегазовых месторождений. Кроме того, как показывает практика геологоразведочных работ, невозможно синтезировать методику полевых наблюдений которая будет эффективна в любых сейсмогеологических условиях. Поэтому на каждой территории работ приходится выполнять дополнительные объемы работ для обоснования наиболее эффективной системы полевых исследований. Отличительной особенностью проведения работ на лицензионном участке ХХХ было использование технико-методических приемов высокоразрешающей сейсморазведки (уменьшенные базы группирования источников и приемников, относительно высокочастотные сейсмические сигналы, повышенная детальность изучения верхней части разреза и др.)

В методическом плане задача высокоразрешающей вибрационной сейсморазведки в спектральной области может быть сформулирована как достижение наибольшей ширины спектра сейсмического сигнала в диапазоне времен, соответствующих целевым интервалам геологического разреза, при заданных достаточных значениях отношения сигнал/помеха, имеющихся технических средствах и ограничениях в стоимости работ.

Оптимизацию параметров вибрационного возбуждения в ВРС можно понимать как обоснование таких параметров свип-сигнала, которые обеспечивают наибольшую временную и динамическую разрешенность сейсмограмм. В нашем случае это обеспечивалось проведением опытных работ.

Цель выпускной квалификационной работы состояла в анализе результатов опытно-методических экспериментов на предмет обоснования оптимальных параметров вибрационного возбуждения упругих колебаний и изучении эффективности производственных сейсморазведочных работ.

Для достижения поставленной цели были установлены и решены следующие частные задачи:

1. На основе анализа архивной геолого-геофизической информации дать геолого-геофизическую характеристику района работ.

2. Собрать и проанализировать в пределах XXX лицензионного участка основные сведения о использовавшихся методиках работ МОГТ 2D.

3. На примере XXX лицензионного участка продемонстрировать возможности оптимизации параметров вибрационного источника возбуждения сейсмических колебаний.

4. Дать сравнительную характеристику результатов, полученных в пределах территории исследований при применении взрывных и вибрационных источников, уделив акцентированное внимание достигаемой разрешенности сейсмической записи.

Основное содержание работы. В первой главе «Обзор современных источников сейсмических колебаний» отмечено, что сейсморазведка начинается с возбуждения колебаний, реализуемого путем приложения внешних, переменных во времени динамических нагрузок к точкам среды, под действием которых они выходят из положения равновесия и начинают совершать собственные или вынужденные колебания. В результате в земле

возникает волновой процесс, и образуются отраженные, преломленные и другие волны, прием и регистрация которых позволяет решать задачи по изучению строения и состава земных недр и поиска полезных ископаемых. По способу создания избыточных давлений и возбуждения волн в среде нагрузки подразделяются на взрывные и невзрывные.

Во второй главе «Методика работ МОГТ-2D в пределах ХХХ лицензионного участка», комплекс работ предусматривал геофизическую съёмку сейсмическим методом, который включил профилирование МОГТ, геодезическое обеспечение, сопровождающие работы по исследованию верхней части разреза методом микросейсмокаротажа скважин (МСК). Сейсморазведочные работы МОВ ОГТ выполнялись способом многократного профилирования. Формировалась система наблюдения профиля МОГТ-2D путем перемещения элементарной расстановки по направлению линии профиля с шагом 30 м. На концах профилей расстановка трансформировалась вплоть до фланговой, путем удаления приемных каналов, выходящих за пределы профиля. С учетом особенностей рельефа местности и помех естественного и техногенного характера. Для регистрации сейсмических колебаний использовалась телеметрическая система Sercel 408UL (Франция). Шаг регистрации составлял 2 мс.

Сейсмическая регистрация совершалась с использованием геофонов GS-20DX. Группирование сейсмоприемников – «в точке», что отвечало технологии высокоразрешающей сейсморазведки.

Производился контроль источников, перед началом выполнения производственных работ один раз в сутки наряду с тестированием по радиоканалу, (проверка синхронизации и амплитудной идентичности сигнала) всех вибраторов по сейсмическому кабелю. Не прошедшие эти тесты вибраторы, не допускались к работе.

Третья глава «Оптимизация параметров вибрационного источника возбуждения сейсмических колебаний в условиях ХХХ лицензионного участка», Задачей опытных работ являлось, выбрать

параметры источника возбуждения сейсмических колебаний, т.е. вибрационной установки, с обеспечением записи отражённых волн в широком частотном диапазоне, также с максимально возможной временной и пространственной разрешённостью в интервале регистрации целевых горизонтов (300-4000 м), прежде всего в надсолевом комплексе отложений.

Путем одиночных зондирований осуществлены опытные работы на пикетах 632 и 542 профиля LV041210 лицензированного участка XXX. Производилась регистрация упругих колебаний сейсмостанцией Sercel 408UL.

Первое тестирование заключалось в выставлении параметров, которые соответствовали базовым параметрам системы наблюдения: нижняя частота свипа – 7 Гц, верхняя частота свип-сигнала – 130 Гц, длительность – 12 с, конус – 300 мс, число воздействий – 3 (корреляция перед суммированием), база группирования вибраторов – 12.5 м, число установок в группе – 2, модуляция свипа – ЛЧМ (линейный), мощность излучения вибраторов – 70% от максимальной, редакция помех и РФ – выключены.

На протяжении опытных работ производились эксперименты по выбору параметров, таких как:

- 1 выбор нижней частоты свип-сигнала;
- 2 выбор верхней частоты свип-сигнала;
- 3 выбор количества виброустановок в группе;
- 4 выбор длины свип-сигнала;
- 5 выбор количества накоплений;
- 6 опробования логарифмического свип-сигнала с распределением энергии на нижней и верхней частотах 20-26 Дб и 20-29 Дб.

Геолого-геофизическая характеристика района работ.

Исследуемая территория, в орографическом плане относится к Заволжской равнине Прикаспийской низменности и составляет степную и полупустынную природные зоны. Район, прилегающий к берегу

Волгоградского водохранилища, представляет собой первую, вторую и третью террасы левого берега Волги и разбит на сеть балок и оврагов.

Гидрографическая сеть представлена Волгоградским водохранилищем и впадающую в него р. Еруслан. Местами берега заболочены. Что касается климата района, он континентальный с жарким летом и холодной зимой.

Геолого-геофизическая изученность территории исследования. По рисунку изоаномал и уровню значений силы тяжести была выделена бортовая зона Прикаспийской впадины. Также проводилась геологическая съемка с применением бурения мелких картировочных скважин. Целевым назначением структурно-картировочного бурения являлось изучение структурно-литологических особенностей надсолевых отложений, получение параметрических данных для сейсморазведочных работ и изучение перспектив нефтегазоносности надсолевой части разреза. Изучение геологического строения лицензионного участка XXX проводилось различными геологическими и геофизическими методами (гравиразведкой, электроразведкой, магниторазведкой, сейсморазведкой МОВ, КМПВ, МОГТ и др.).

В результате проведенных работ было изучено геологическое строение региона по отложениям надсолевого комплекса, поверхности карбонатного палеозоя и по верхнекаменноугольным отложениям; намечены основные тектонические элементы строения: бортовой уступ Прикаспийской впадины, внешняя прибортовая зона с платформенным характером строения структурных элементов и внутренняя прибортовая зона с присущей для нее соляной тектоникой.

Литолого-фациальная и сейсмогеологическая характеристика разреза. Для территории внешней бортовой зоны Прикаспийской впадины характерно наличие двух структурных этажей: нижнего и верхнего.

Поверхность кристаллического фундамента - это нижний структурный этаж: терригенные отложения девона, а верхний составляет

вышележащий комплекс, в котором выделяется кунгурская соленосная толща.

В составе осадочного чехла, для внутренней части прибортовой зоны и солянокупольных областей Прикаспийской впадины, выделяется три структурно-формационных этажа: подсолевой, соленосный (гидрохимический) и надсолевой.

Район исследования характеризуется, в преимуществе, благоприятными для проведения сейсморазведочных исследований МОГТ, в том числе ВРС, сейсмогеологическими условиями.

По итогам наблюдений в скважинах МСК (микросейсмокаротажа) скоростная характеристика ЗМС (зоны малых скоростей) определена как одно- двухслойная, мощностью от 10 до 25 м с $V_{пл} = 350-850$ м/сек.

Структурно-тектонические особенности строения территории исследования. На геологическое строение исследуемой части Волгоградского Левобережья, оказано воздействие на её принадлежность к зоне сочленения крупных тектонических элементов Русской платформы: Пачелмско-Саратовского авлакогена и Прикаспийской синеклизы. Граница между указанными мегаструктурами условно проводится по верхней кромке бортового верхнепермского тектоно-седиментационного уступа Прикаспийской впадины.

Основным структурно-морфологическим элементом бортовой зоны, является бортовой уступ, разделяет её на внешнюю и внутреннюю части. Крупными выступами фундамента осложнён нижний структурный этаж прибортовой ступени, объединяющимися в Приволжский мегавал. В осадочном чехле исследуемого участка работ выделяются следующие структурные этажи: подсолевой, солевой и надсолевой.

Нефтегазоносность. На территории лицензионного участка XXX, в пределах бортовой зоны, зафиксирована продуктивность трёх субмеридионально протяженных структурных гряд локальных структур

Николаевско-Городищенской тектонической ступени. Больше всего изучено бурением, Центральная (Малышевско-Петровская) приподнятая зона.

Установлено около десятка залежей промышленного значения (Малышевское, Юрьевское, Центральное, Алексеевское, Левчуновское и т.д.).

Результаты опытно-методических работ по оптимизации вибросейса.

Представленная возможность выбора полосы частот излучаемого сигнала и регулировки его уровня, способствует согласовать его спектр со спектральной характеристикой изучаемой среды и зафиксировать отражения в частотном диапазоне. В таблице 3, отражена характеристика выполненных тестирований.

Таблица 3 - характеристика выполненных тестирований.

Время отстрела	FFID	ПВ	Кол-во вибраторов	Кол-во воздействий	Длина свипа	Частотный диапазон и тип свипа
11:27:58	3	632	2	3	12	7-130Hz, Lin
11:30:36	4	632	2	3	12	9-130Hz, Lin
11:32:50	5	632	2	3	12	11-130Hz, Lin
11:48:43	8	632	2	3	12	9-110Hz, Lin
11:51:49	9	632	2	3	12	9-120Hz, Lin
11:58:48	10	632	3	3	12	9-120Hz, Lin
12:07:31	11	632	2	3	8	9-120Hz, Lin
12:10:10	12	632	2	3	10	9-120Hz, Lin
12:12:45	13	632	2	3	14	9-120Hz, Lin
12:46:13	14	542	3	3	12	9-120Hz, Lin
13:16:15	15	542	2	3	12	9-120Hz, Lin
13:18:51	16	542	2	3	12	7-120Hz, Lin
13:20:54	17	542	2	3	12	11-120Hz, Lin
13:32:32	18	542	2	3	8	9-120Hz, Lin
13:34:59	19	542	2	3	10	9-120Hz, Lin

13:36:57	20	542	2	3	14	9-120Hz, Lin
13:46:42	21	542	2	3	12	9-120Hz, log 20-26db
13:49:52	22	542	2	3	12	9-120Hz, log 20-29db

Первый этап опытных работ, заключался в опробовании свип сигналов с нижней частотой 7, 9, 11 Гц при постоянной верхней частоте 130 Гц. Свип-сигнал - линейный, длина свипа 12 с, два вибратора на минимальной базе 12,5 м, 3 воздействия на ПВ.

На следующем этапе тестировались разнообразные значения верхней частоты свип-сигнала. С этой целью опробовался свип-сигнал с верхней частотой 110, 120, и 130 Гц при постоянной нижней частоте 9 Гц. Сейсмограммы зрительно неотличимы друг от друга и ходом полосовой фильтрации сейсмограмм, установлена верхняя граничная частота, на которой еще могут встречаться оси синфазности отраженных волн – 100-110 Гц. Для производственных работ выбрана верхняя частота 110 Гц с целью выявления высокочастотной составляющей полезных отражений в надсолевой части разреза и возможности использования прямого прогноза УВ.

Выбор количества виброустановок в группе. Испытана работа из 3 виброустановок на 25 м и 2 виброустановок на базе 12,5 м, с взятым частотным диапазоном и длиной свипа 12 секунд. Рекомендуется базу группирования увеличить до 15 м при последующих производственных работах, в целях безопасности.

Выбор длины свип-сигнала, на основании визуального анализа, взята оптимальная сейсмограмма соответствующая наилучшая длина свип-сигнала – 12с.

Выбор вида модуляции свип-сигнала, на ПВ 542 был испытан логарифмический свип-сигнал с распределением энергии на нижней и верхней частотах 20-26 Дб и 20-29 Дб. Доминантная видимая частота

закономерно повышается при увеличении энергии на верхней частоте. А также ширина спектра увеличивается, но сильно падает энергия отражений. Далее применили к сейсмограммам процедуры амплитудной деконволюции, частотный состав выравнивается, но энергия отражений заметно сильнее при линейном свип-сигнале.

Выбор количества накоплений на одном ПВ. На протяжении обработки данного цикла опытных работ получены следующие наборы данных (сейсмограмм с присвоенной геометрией):

1. 1 накопление
2. 2 накопления
3. 3 накопления
4. 4 накопления
5. 5 накоплений
6. 5 накоплений, шаг ПВ по профилю 60 м (для оценки

параметра кратности).

Четвёртый глава. Сравнительный анализ результатов применения взрывного и вибрационного возбуждения упругих колебаний. Обычно технология высокоразрешающей сейморазведки (ВРС) осуществляется с применением взрывов в зоне малых скоростей (ЗМС) или ниже ее на несколько метров в коренных породах. Вместе с тем, по результатам выполненных специалистами ОАО «Волгограднефтегеофизика» исследований, сделан вывод о том, что при небольших толщинах ЗМС (5-30 м), а такая ситуация в целом соответствует практически всем регионам Прикаспийской впадины, использование вибрационного источника обеспечивает равнозначный эффект на окончательных временных разрезах по сравнению с традиционной методикой производства работ ВРС с применением взрывов.

Заключение. В результате выполненных при подготовке выпускной квалификационной работы исследований поставленная цель, состоящая в анализе результатов опытно-методических экспериментов на предмет

обоснования оптимальных параметров вибрационного возбуждения упругих колебаний и изучения эффективности производственных сейсморазведочных работ, была достигнута.

Для достижения поставленной цели были установлены и решены следующие частные задачи:

1. На основе анализа архивной геолого-геофизической информации дана геолого-геофизическая характеристика района работ.
2. В пределах XXX лицензионного участка собраны и проанализированы основные сведения об использовавшихся здесь методиках работ МОГТ 2D.
3. На примере XXX лицензионного участка продемонстрирована возможность оптимизации параметров вибрационного источника возбуждения сейсмических колебаний.

По итоговым оценкам данных опытных работ были обоснованы в качестве оптимальных следующие характеристики управляющих сигналов:

- нижняя граничная частота - 9 гц;
- верхняя граничная частота - 110;
- время развертки – 12 с;
- тип сигнала – линейный частотно-модулированный.
- оптимальным количеством вибраторов в группе – 2.
- количество накоплений - 4.

4. Дана сравнительная характеристика результатов, полученных в пределах территории исследований при применении взрывных и вибрационных источников. Сопоставление модификаций реализации технологии ВРС показало возможность сменить взрывной источник на вибрационный без потери качества информации.