

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Обоснование параметров полевой системы ОГТ 3D на Безымянном
участке недр»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 261 группы очной формы обучения
геологического факультета
направление 05.04.01 «Геология»,
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»
Дмитриева Вячеслава Алексеевича

Научный руководитель

Доктор геол.-мин.наук, профессор _____ С.И. Михеев

Зав. кафедрой

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

Саратов 2022

Введение. В качестве цели магистерской работы, мне было предложено теоретически и экспериментально обосновать параметры полевой пространственной системы наблюдений ОГТ для Безымянного участка недр.

Научная новизна выполненной работы заключается в следующем:

– Обоснованы параметры полевой системы ОГТ 3D для Безымянного участка.

– Расширена площадь поисковых сейсморазведочных работ в сторону малоизученных территорий.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

– на основе сбора, систематизации и анализа имеющихся фондовых материалов, публикаций в научной литературе и сети интернет дать краткую геолого-геофизическую характеристику территории исследования;

– освоить программно-алгоритмический комплекс MESA (ION Geophysical Corporation), широко использующийся в современной практике геологоразведочных работ для теоретического расчета параметров полевых современных сейсморазведочных систем 3D наблюдений;

– используя программно-алгоритмический комплекс MESA обосновать параметры полевой системы ОГТ 3D для Безымянного участка;

– разработать рекомендации по постановке опытно-методических работ, определить последовательность и конкретные параметры экспериментов.

Выпускная квалификационная работа содержит в себе введение, заключение, список использованных источников, а также 3 раздела основного содержания работы:

1 Краткая геолого-геофизическая характеристика территории работ

2 Описание использованного программно-алгоритмического обеспечения

3 Обоснование параметров системы наблюдения на Безымянном участке

Основное содержание работы. Раздел 1 «Краткая геолого-геофизическая характеристика территории работ». Безымянный ЛУ

расположен в Балтайском и Базарно-Карбулакском районах Саратовской области Российской Федерации. В сжатой форме рассмотрены административное расположение, история исследований, литолого-стратиграфическая и сейсмогеологическая характеристика участка, особенности тектонического строения района работ. Вблизи участка недр расположено большое количество месторождений УВС, а именно Казанлинское, Сулакское и Верховимское.

Безымянный лицензионный участок в тектоническом плане приурочен к юго-западному окончанию Жигулевского свода Волго-Уральской антеклизы. Его западная часть находится в пределах Безымянного вала, а восточная расположена на территории Неверкинско-Иргизского прогиба. Южная его граница примерно совпадает с границей Волго-Уральской антеклизы и Рязано-Саратовского прогиба.

В соответствии со схемой нефтегазогеологического районирования рассматриваемая площадь работ относится к Средне-Волжской нефтегазоносной области (НГО) Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Раздел 2 «Описание использованного программно-алгоритмического обеспечения». В своей магистерской работе я использовал программно-алгоритмический комплекс MESA. MESA предоставляет широкие возможности для проектирования и анализа съемок 3D, обрабатываемых на суше, на море и в переходных зонах. В качестве подложки можно использовать карты и космоснимки, карты изолиний, и сведения о техногенных объектах (например, считываемые из *.dxf файлов). С учетом этих возможностей проблемы землепользования и материально-технического обеспечения можно решить на стадии проектирования, снижая стоимость и длительность полевых работ.

Помимо разнообразия методов проектирования, в программе MESA предлагается целый ряд методов отстрела и анализа атрибутов бинов. Кроме того, поддерживается несколько форматов вывода данных: **SEGP-1**, **UKOOA** и **SPS**, а также скрипт-файлы для сейсмостанций Input/Output и ARAM.

Проектирование съемки в программе MESA завершается построением базы данных геометрии наблюдений. Файлы базы данных можно переносить на самые разнообразные платформы, что делает программу MESA практическим инструментом для поля и офиса.

Раздел 3 «Обоснование параметров системы наблюдения на Безымянном участке». Расчет ключевых параметров проектируемой съемки МОГТ-3D будет опираться на всю имеющуюся исходную геолого-геофизическую информацию о Безымянном лицензионном участке с привлечением материалов по соседним площадям. В таблице 1 сведена априорная информация для расчета ключевых параметров проектируемой съемки МОГТ-3D.

Таблица 1 - Результаты анализа сейсмогеологических условий

Название параметра	Обозначение	Стратиграфическая приуроченность	Значение параметра
Глубина до мелкозалегающего опорного горизонта, м	Z_{min}	пJ - Подошва юрских отложений (кровля палеозойских отложений)	100
Наибольшая глубина целевого интервала исследования, м	Z_{max}	Ф – кровля кристаллического фундамента	2200
Максимальная интервальная скорость в целевом интервале, м/с	V_{int}	пJ – Ф	5000
Средняя скорость в целевом интервале, м/с	V_{avr}	пJ – Ф	2933

Продолжение таблицы 1

Минимальный размер целевых объектов по латерали, км	L_{min}	(C1bb), C _{1t}	0,8 x 0,7
Мощности целевых объектов, м	$h (h_{ave})$	(C1bb), C _{1t}	10-20 (15)
Преобладающая частота волны на уровне целевых объектов, Гц	$F_{дом}$	пJ - Ф	50

Шаг дискретизации

Выбор шага дискретизации определяется как техническими характеристиками сейсморегистрирующей аппаратуры, так и теоремой Котельникова по формуле 1:

$$f < \frac{0.8}{2 \times \Delta t}, \quad (1)$$

где f – максимальная частота спектра полезной волны, Δt – шаг дискретизации.

Современная сейсморегистрирующая аппаратура позволяет производить регистрацию с дискретизацией 0,25; 0,5; 1; 2; 4 мс, обеспечивающей выделение частот по формуле до 1600; 800; 400; 200; 100 Гц соответственно. Принятый шаг дискретизации по времени – 2 мс является оптимальным, т.к. обеспечивает с учетом фильтрации 0.8 Nyquist максимальную восстанавливаемую частоту до 200 Гц, что с запасом позволяет решить поставленные в проекте задачи.

Размер бина

Размер бина является одним из основополагающих параметров съёмок 3D.

В ортогональных съёмках предпочтительная форма бина – квадрат.

К настоящему времени разработана методология определения размеров бина, которая основывается на выполнении следующих трех условий:

- соответствие протяженности сторон бина размерам изучаемого объекта;
- оптимальное суммирование целевых отраженных волн на базе бина;
- достаточная пространственная разрешенность при освещении изучаемого объекта.

Из получаемых оценок выбирается бин с минимальными размерами по координатным осям.

Соответствие протяженности сторон бина размерам объекта изучения

При выборе параметров бина по этому признаку считают, что если две-три трассы разреза пересекают разведываемый объект, то этого достаточно для того, чтобы видеть его на трёхмерных изображениях или временных срезах.

Основываясь на этом предположении, размеры бина рассчитываются по формуле 2:

$$S_{X,Y} \leq \frac{R_{X,Y}}{3}, \quad (2)$$

где $S_{X,Y}$ - размер бина по осям X и Y, соответственно, $R_{X,Y}$ – размеры наименьшего изучаемого объекта по осям X и Y, соответственно.

По формуле 3 получаем:

$$S_X \leq \frac{R_X}{3} = \frac{800}{3} = 266 \text{ m}; S_Y \leq \frac{R_Y}{3} = \frac{700}{3} = 233 \text{ m} \quad (3)$$

Оптимальное суммирование волн на базе бина

Согласно размеру бина при небольших углах наклона границ можно определить формулой 4:

$$S_{X,Y} = 0,4V_{avr}\sqrt{t_0\Delta t}, \quad (4)$$

где t_0 - время регистрации целевой волны; Δt - временной интервал дискретизации записей.

$$\text{Получаем: } S_{X,Y} = 0,4 * 2933\sqrt{1,5 * 0,002} = 64,25 \text{ m}$$

Достаточная пространственная разрешённость

При расчёте шага между каналами приходится учитывать множество факторов. С одной стороны, при увеличении Δx , увеличивается длина расстановки. Следовательно, увеличивается производительность работ и уменьшается их стоимость. С другой стороны, при увеличении шага между каналами, снижается надёжность прослеживания полезных волн и уменьшается разрешающая способность метода. В среднечастотной сейсморазведке МОВ шаг каналов составляет от 20 до 60 м. Наиболее распространена величина = 50 м, при которой шаг глубинных точек отражения формально равен 25 м. Такую плотность прослеживания глубинных сейсмических объектов считают достаточной при решении широкого круга геологических задач.

При определении размера бина исходят из того, что пространственная разрешённость должна быть в пределах от одной четверти до половины преобладающей длины волны. Тогда размеры бина $S_{X,Y}$ могут быть определены следующим простой формулой 5:

$$S_{X,Y} = \frac{V_{int}}{NF_{дом}}, \quad (5)$$

где V_{int} - максимальная интервальная скорость в целевом интервале; $F_{дом}$ - преобладающая частота волн, которая может быть определена по сейсмограммам или временным разрезам; N - численный коэффициент, равный 2 ... 4. Получаем: $S_{X,Y} = \frac{5000}{2..4*50} = 25 - 50 \text{ м}$

Следуя вышеуказанному правилу, необходимо выбрать бин минимального размера, по формуле 6:

$$S_{X,Y} = \min(S_{X,Y}, S_{X,Y}, S_{X,Y}) = 25 \text{ м} \quad (6)$$

На практике предпочитают округлённые размеры бина, поэтому был выбран размер равный - 25 м.

Оптимальный размер приёмной расстановки

Минимальный вынос - X_{min}

Величина X_{min} позволяет дать оценку глубины прослеживания самой мелкой, чаще всего преломляющей, целевой границы.

При выборе X_{min} следует ориентироваться на формулу 7:

$$X_{min} < (1,0 \dots 1,2)H_{min}, \quad (7)$$

где H_{min} - глубина до самого мелкого целевого горизонта.

Получаем: $X_{min} < (1,0 \dots 1,2) * 100 = 100 \dots 120 \text{ m}$

Минимальный вынос, в случаях, когда линии пунктов возбуждения и приёма смещают друг относительно друга на размер бина для избежание дублирующих лучей определяется формулой 8:

$$X_{min} = \sqrt{(\Delta X_{ЛВ} - S_X)^2 + (\Delta Y_{ЛП} - S_Y)^2}, \quad (8)$$

где $X_{ЛВ}$ - расстояние между линиями возбуждения, $\Delta Y_{ЛП}$ - расстояние между линиями приёма.

Получаем: $X_{min} = \sqrt{(200 - 25)^2 + (100 - 25)^2} = 190 \text{ m}$

Выбранные расстояния между линиями приема ($\Delta Y_{ЛП}$) и линиями возбуждения ($X_{ЛВ}$) не противоречат требованиям полученных расчетов.

Максимальный вынос - X_{max}

Максимальный вынос X_{max} во многих случаях определяется глубиной до наиболее погружённого целевого горизонта и выбирается равным ей или несколько большим с учётом возможного наклона границы.

$$X_{max} \geq H_{max}$$

Максимальная глубина исследования согласно данным предыдущих работ на Безымянном лицензионном участке составляет 2200 м.

Длина записи выбирается с учетом вертикального времени пробега волны до самой глубокой границы исследования, с учетом максимального выноса, а также регистрации полной волновой картины. На рисунке 1 показана схема расположения источника и приемника.

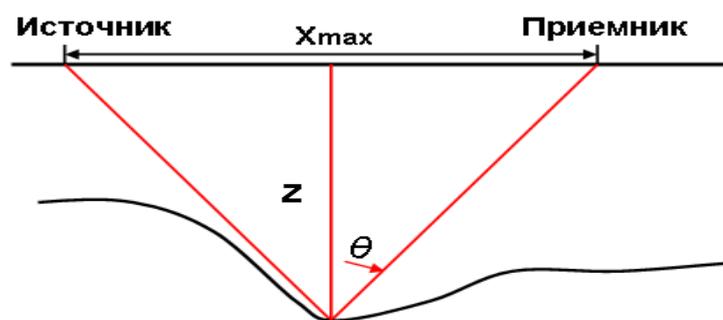


Рисунок 1 - Схема расположения источника и приемника

Длина записи без учёта задержек аппаратуры, по расчётам в формуле 9 должна быть не меньше:

$$t = \frac{2 \times H_{max}}{V_{avr} \times \cos(\theta)} = \frac{2 \times 2200}{2933 \times 0,89} \sim 1,6 \text{ с} \quad (9)$$

Поскольку геологические границы не горизонтальны, а характеризуются моноклиналильным погружением, то с учётом дополнительного времени на дальних удалениях, время регистрации должно быть увеличено.

Кратность съёмки

В связи со сложными геологическими условиями проектируемая система наблюдений должна обладать высокой кратностью, необходимой для борьбы с кратными и частично-кратными волнами помехами. Изучив материалы сейморазведочных работ МОГТ-3D в районе изучаемого участка недр, а также сейсмогеологические условия, такие как соотношение «сигнал-помеха» был сделан вывод, что для решения геологических задач и получения материала хорошего качества необходима кратность наблюдений не менее 200.

Выбор источника возбуждения

В качестве источника возбуждения будет применяться вибрационный источник. Выбор обусловлен экономическими, техническими и экологическими факторами. Использование вибрационных источников повышает производительность работ и несет существенно меньший вред ОС. Кроме того, на сегодняшний день качество материалов, получаемых с помощью вибрационных источников, не уступает качеству материалов полученными взрывным методом. Также был учтен опыт сейморазведочных работ,

проведенных на сопредельных территориях с использованием невзрывных источников возбуждения.

Масштаб съемки

Предусматриваются проведение полевых сейсморазведочных работ масштабом 1: 25 000. Масштаб соответствует рекомендуемому для текущей стадии работ (детальной) и достаточен для обеспечения кондиционных построений, исходя из прогнозируемых размеров локальных структур.

Таким образом, на основании имеющейся априорной информации запроектирована система наблюдения со следующими параметрами:

При проведении работ будет использоваться система наблюдений типа «крест», которая удобна для раскладки и регистрации с учетом полевых условий. Активные линии приемников обеспечивают прямоугольное поле точек отражения вокруг каждого пикета возбуждения, которое накладывается на поле от соседних ПВ с формированием «ковра» кратности. Данная технология позволяет получить кондиционный материал, для которого необходимо соблюдение технологического процесса при производстве полевых работ. Возбуждение между 50 и 51 каналами с минимальным выносом 190 м.

Используется 20 приёмных линии с 100 активными каналами в каждой линии (с перемоткой одной линии приёма на следующий блок). Расстояние между каналами в линии – 50 м, между линиями приема – 100 м. Расстояние между пунктами возбуждения (ПВ) по линии возбуждения -50 м, между линиями возбуждения – 200 м. Таким образом, активная расстановка представляет прямоугольник с линейными размерами 4950 м (вдоль приемных линий) и 3900 м (поперек линий приема).

На каждом профиле возбуждения в одной полосе, при неизменной активной расстановке, отрабатывается по 2 ПВ, расположенных между 20 и 21 линиями приема.

Максимальное удаление источник-приемник составляет 3132 м, что удовлетворяет условию обеспечения глубинности исследования.

Номинальная кратность наблюдения составит 250.

Проектируемая система наблюдения была проанализирована на кратность регистрации сейсмических горизонтов.

Заключение. В заключение данной работы можно сказать, что все задачи, поставленные во введении, выполнены полностью.

Подводя итог выполненным исследованиям, можно констатировать, что цель выпускной работы, заключающаяся в теоретическом и экспериментальном обосновании параметров полевой пространственной системы наблюдений ОГТ 3 для Безымянного участка недр, была достигнута.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- на основе сбора, систематизации и анализа имеющихся фондовых материалов, публикаций в научной литературе и сети интернет дать краткую геолого-геофизическую характеристику территории исследования;

- освоить программно-алгоритмический комплекс MESA (ION Geophysical Corporation), широко использующийся в современной практике геологоразведочных работ для теоретического расчета параметров полевых современных сейсморазведочных систем 3D наблюдений;

- используя программно-алгоритмический комплекс MESA обосновать параметры полевой системы ОГТ 3D для Безымянного участка;

- сформулировать рекомендации по постановке опытно-методических работ.

В полном соответствии с целью и задачами выпускной работы были получены следующие основные результаты:

- дана краткая геолого-геофизическая характеристика территории исследования;

- освоен до стадии уверенного пользования программно-алгоритмический комплекс MESA (ION Geophysical Corporation);

– используя программно-алгоритмический комплекс MESA теоретическим путем обоснованы параметры полевой системы ОГТ 3D для Безымянного участка.

С целью подтверждения результатов теоретических расчетов рекомендовано проведение опытно-методических работ. Определены также последовательность и конкретные параметры экспериментов.

Автор надеется, что продолжение сейсморазведочных работ с рекомендуемыми параметрами приведет к получению новых сведений о строении Безымянного участка недр, открытию новых месторождений углеводородов.