

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

Кафедра геофизики

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
МОГТ 3Д, ПРОБЛЕМЫ, НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИМЕРЫ
ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

Студента 5 курса
направление 05.04.01 Геология
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»
геологического факультета

Санникова Романа Николаевича

Научный руководитель
к.г.-м.н. доцент

Подпись, Дата

Е.Н. Волкова

Научный консультант
ассистент кафедры
геофизики

Подпись, Дата

Н.А. Трифонова

Зав. кафедрой
к.г.-м.н. доцент

Подпись, Дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2025г.

Введение. Выпускная квалификационная работа объемом 57 страниц содержит 3 таблицы, 11 рисунков, список использованных источников из 12 наименований. Объектом изучения в ходе написания данной работы являлось нефтегазовое месторождение N, расположенное на территории Саратовской области.

Основной **целью** данной работы являлась систематизация данных по геофизическим исследованиям сейсморазведкой МОГТ-3Д, поиск путей повышения их качественных и количественных характеристик, а также реализация данных наработок на практике. В пределах изучаемой территории (месторождение углеводородов N) рассматриваемые работы проводились с целью детализации структур в надсолевых отложениях мезо-кайнозойского возраста, выявленных предшествующими исследованиями, для дальнейшей подготовки их под поисковое и разведочное бурение.

Выпускная квалификационная работа состоит из 5 **основных разделов**.

1 История становления и основные идеи сейсморазведки МОГТ-3Д.

2 Виды полевых систем.

3 Основные характеристики полевых систем 3Д.

4 Геолого-геофизическая характеристика района работ.

5 Применение сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на примере месторождения углеводородов N Саратовской области.

Основное содержание работы. В первом разделе рассматривается история развития и становления методов сейсмической разведки, как в нашей стране, так и за рубежом.

В современном мире наиболее эффективным методом является сейсморазведка МОГТ 3Д за счет следующих факторов:

1. Высокой детальностью исследований за счет значительного повышения плотности информации на единицу площади, дающей возможность сформировать куб сейсмической записи, характеризующийся практической непрерывностью волнового поля. Это дает возможность кроме

детального описания формы отражающих поверхностей получать непрерывные поля оценок характеристик изучаемых геологических сред.

2. Существенно большим эффектом подавления помех в 3D при равной кратности накапливания по сравнению с 2D. Еще значительнее это различие при сравнении мигрированных разрезов, так как число трасс, вовлекаемых в 3D миграцию при ее площадном характере, гораздо больше, чем при 2D миграции, выполняемой по профилю. Все это обеспечивает лучшее соотношение сигнал/шум. Поэтому динамика сейсмической записи точнее отражает геологическое строение среды.

3. Новым качеством восстановления пространственного положения отражающих границ и динамических характеристик отражений по сравнению с сейсморазведкой 2D за счет применения миграции 3D. Это обеспечивает существенно более точное воссоздание истинной структуры геологических границ и физических свойств пород в сложнопостроенных реальных средах.

4. Принципиально более высокой степенью надежности выделения и трассирования тектонических нарушений и иных границ резкого изменения рельефа отражающих поверхностей.

5. При значительном, более чем на порядок, увеличении пространственной разрешенности стоимость работ 3D по сравнению с детальной съемкой 2D (~ 2 км/км²) возрастает всего в 1,5-2 раза.

Во втором разделе данной работы подробно рассмотрены виды площадных систем наблюдения при проведении сейсморазведки МОГТ 3Д. Это важный момент исследований, так как высокая геологическая эффективность площадной сейсморазведки может быть достигнута лишь в случае обеспечения высокого качества полевых материалов.

В разделе рассмотрены особенности наиболее распространенных в практике геологоразведочных работ площадных систем:

Полнократные системы. Полнократными называются такие системы наблюдений, в которых пункты возбуждения и приёма колебаний одинаково

распределены по двумерной сетке. Узлы сетки, в которых пересекаются линии возбуждения и приёма колебаний, находятся на расстоянии одного бина. Полнократные системы 3D имеют самое лучшее распределение выносов и азимутов. Все остальные прямоугольные виды съёмки 3D могут рассматриваться как подсистемы полнократной, и это позволяет в каждом конкретном случае выбирать оптимальную из них.

Симметричные системы наблюдений. В основу проектирования симметричных систем наблюдений положены следующие принципы:

- равенство расстояний между линиями и пунктами возбуждения и приёма колебаний;
- равенство наибольших продольных и поперечных выносов;
- одинаковые ортогональные группы источников и приёмников колебаний.

Широкий профиль (Swath). Эта система наблюдений была предложена на начальном этапе сейсморазведки 3D. Несколько линий источников и одна линия приёмников располагались параллельно друг другу на относительно небольших расстояниях. Пункты возбуждения находились на одних профилях, а приём колебаний осуществлялся по параллельному профилю.

Ортогональные системы. В ортогональных системах 3D линии пунктов возбуждения и приёма ориентированы перпендикулярно друг к другу.

Система наблюдений “кирпич”. Система наблюдений “кирпич” была разработана как попытка улучшить распределение выносов ортогональной системы наблюдений путём перемещения групп пунктов возбуждения, находящихся между чередующимися линиями приёмников.

Неортогональные системы систем наблюдений 3D, когда линии пунктов возбуждения и приёма находятся под углом друг к другу, получили название неортогональных. Такие системы применяют для достижения лучшего распределения выносов по сравнению с расстановками “кирпич”.

Система наблюдений “кнопка”. Эти системы наблюдений содержат компактные, матричные расстановки сейсмоприёмников - “кнопки”, располагаемые по числу приборов (например, 6х6 или 6х8).

Системы наблюдений “зигзаг”. Системы “зигзаг” и “зеркальный зигзаг” предусматривают наблюдения с параллельными линиями приёма и наклонными, размещенными между ними линиями возбуждения. Эти системы популярны в пустынях и других районах со свободным проездом по местности.

И другие.

В третьем разделе работы рассмотрены основные характеристики полевых систем съемки МОГТ 3Д.

Расчет ключевых характеристик полевых систем МОГТ-3D должен опираться на всю имеющуюся исходную геолого-геофизическую информацию об изучаемом участке. Таблица 1 иллюстрирует пример сведенной воедино априорно информация для расчета ключевых параметров проектируемой съемки для одного из лицензионных участков.

Таблица 1 - Пример априорной информации для расчета ключевых параметров полевой системы МОГТ 3D

Название параметра	Обозначение	Стратиграфическая приуроченность	Значение параметра
Глубина до мелкозалегающего опорного горизонта, м	H_{min}	P2g – поверхность гидрохимической свиты среднепермского возраста	600
Наибольшая глубина целевого интервала исследования, м	H_{max}	AR – поверхность кристаллического фундамента	4200
Максимальная интервальная скорость в слое над целевым горизонтом, м/с	V_{int}	P2g - AR	6500
Средняя скорость в целевом интервале, м/с	V_{avr}	P2g - AR	4500
Минимальный размер целевых объектов по латерали, м	L_{min}	ОГ Т (Филипповская структура)	2500×1500
Преобладающая частота волны на уровне целевых объектов, Гц	F_{max}	P2g - AR	45

К ключевым характеристикам полевых систем относятся:

- Шаг дискретизации;
- Размер бина съемки;
- Достаточная пространственная разрешённость
- Оптимальный размер приёмной расстановки
- Кратность съемки

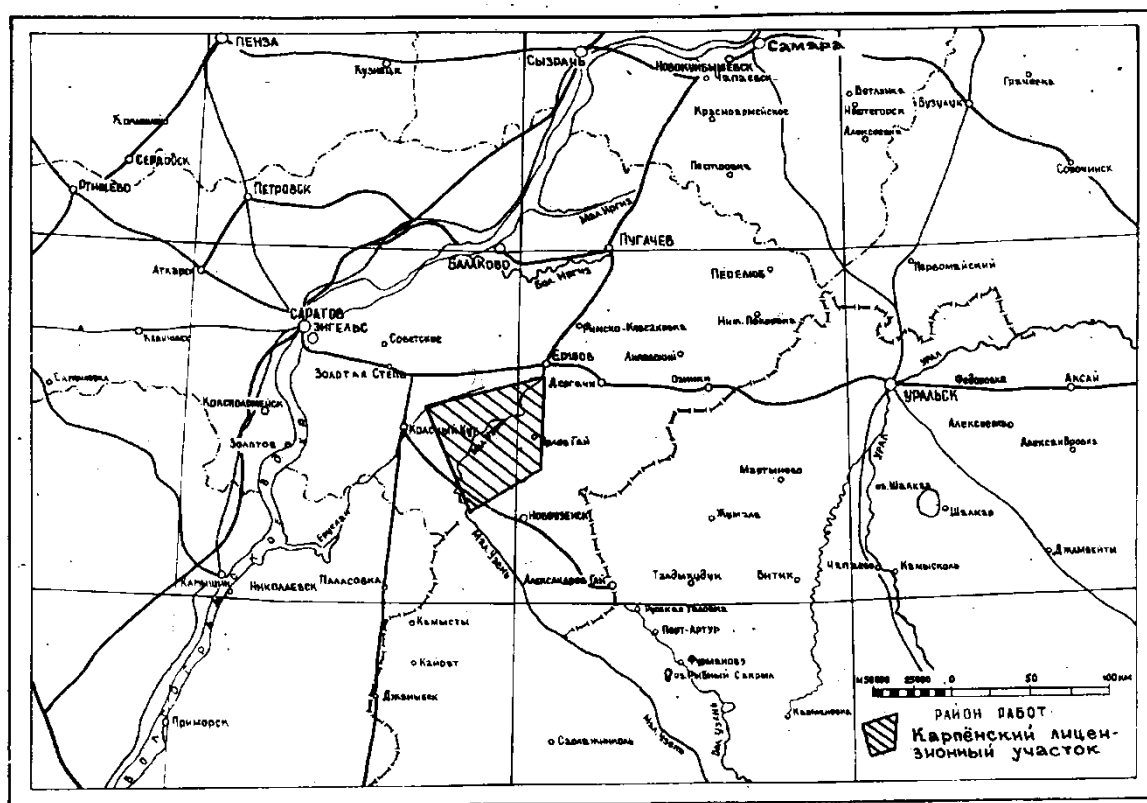


Рисунок 1 – Обзорная схема района работ.

Месторождение изучено различными видами съемок, в том числе аэромагнитной и гравиметрической. Геологический разрез исследуемой территории описывается по материалам сейсмических исследований.

Геологический разрез участка является стратиграфически полным.

По скоростным характеристикам разрез можно разделить на следующие комплексы:

- архейские гранито-гнейсы кристаллического фундамента, характеризуются средней скоростью пробега волн — 6,5 км/с;
- кластические отложения протерозоя и отложения нижнего и среднего девона, представлены терригенными разностями, характеризуются средней скоростью 4,5 км/с;
- карбонатно-терригенные отложения палеозоя, представлены известняками с прослоями терригенных пород, с характерными для них средними скоростями 3,9-6,0 км/с;
- галогенные (соленосные) отложения нижней и верхней перми, со средними скоростями 4,5-5,0 км/с;

- красноцветные пластические отложения верхней перми-триаса, характеризуются скоростями от 2,8 до 3,4 км/с;
- терригенные и терригенно-карбонатные породы мезозоя-неогена, со скоростями от 1,7 до 2,4 км/с.

В разрезе можно выделить три структурных этажа: подсолевой комплекс, собственно соль и надсолевой комплекс.

В данной работе отложения подсолевого комплекса не рассматривались, так как целью исследований является надсолевая часть разреза.

Отложения соляного комплекса представлены породами нижнепермского возраста, включают ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский яруса.

Определяющим фактором в строении и геологической истории развития района является его расположение в прибортовой зоне Прикаспийского перикратонного опускания - краевой впадины Восточно-Европейской платформы.

Самостоятельным объектом геологоразведочных работ является надсолевой верхнепермско-неогеновый терригенный комплекс. Характерная его особенность – солянокупольная тектоника с обилием разрывных нарушений. Разрез изобилует локальными и региональными размывами. Наиболее значимы из них: предтриасовый, предъюрский, преднеогеновый.

В пятом разделе работы были рассмотрены методические основы интерпретации сейсморазведочных работ МОГТ-3D в целом;=дщл

Интерпретация сейсмического материала МОГТ-3D выполнялась в системе ИНПРЕС по временному мигрированному кубу сейсмических данных МОГТ и включает следующие этапы:

-сбор геолого-геофизической информации по району работ и формирование базы данных;

-стратиграфическая привязка отражающих горизонтов с использованием данных бурения (разбивок по скважинам), ВСП и

одномерного сейсмического моделирования (ВСП+ΔТ АК);

- анализ волнового поля, корреляция опорных отражающих горизонтов (ОГ) по рассечкам сейсмического куба в поперечном (**crossline**) и продольном (**inline**) направлениях;

- автоматическая корреляция отражающих горизонтов;

- расчёт карт изохрон;

- выбор скоростной модели среды;

- построение структурных карт и карт толщин отложений в целевом интервале разреза.

Для стратиграфической привязки отражающих горизонтов используются разбивки по глубоким скважинам.

Кинематическая привязка волнового поля проводится по данным сейсмокаротажа глубоких скважин. Кроме этого может привлекаться информация по данным ВСП скважин.

Для динамической привязки отражающих горизонтов выполняется одномерное моделирование по технологии, реализованной в комплексе ИНПРЕС, с использованием данных ВСП и ΔТ АК скважин.

В результате интерпретации сейсмического материала МОГТ-3Д в пределах рассматриваемого месторождения были построены структурные карты по отражающим горизонтам nKz, nK, nJ, Ip в масштабе 1:25000. По подошве юрских отложений были выделены два поднятия, которые в дальнейшем можно рекомендовать под разведочное бурение. Также было уточнено строение соляного купола, выявлено место возможного образования залежи УВ.

Методика интерпретация сейсмического материала МОГТ-3Д имеет некоторые отличия от интерпретации сейсмического материала МОГТ-2Д. В пределах куба мы имеем информацию в каждой точке пространства и можем проанализировать волновую картину в любом направлении, в отличие от 2Д, где информация имеется только вдоль профилей, а в межпрофильном пространстве все построения весьма условны.

В итоге можно сделать вывод, что сейсмическая съемка 3D дает более точные представления о геологическом строении и параметрах интересующего объекта.

Заключение. В рамках выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты все поставленные цели. В настоящее время площадная сейсморазведка 3D успешно применяется при поисках, разведке и разработки месторождений углеводородов. Во время прохождения практики я также изучил процесс применения сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на примере геологоразведочных работ на одном из месторождений Саратовской области, выбор системы наблюдений, применение процедур обработки полевого материала, подготовка материалов для дальнейшей качественной и количественной интерпретации.

В практической работе отмечено, что технология объемной сейсморазведки не лишена определенных недостатков. Рассмотрены причины их возникновения и возможности устранения. Но, не смотря на все имеющиеся ограничения и неточности метода, сейсморазведка МОГТ-3Д на данный момент остается наиболее точным методом поиска и разведки месторождений углеводородов, а также важным инструментом в разработке уже открытых месторождений.