

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра геофизики

**«Обеспечение оптимизации качества возбуждения вибросигнала на  
примере Западно-Сеяхинской площади»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Магистранта 2 курс 261 группы, очной формы обучения  
геологического факультета, направления 05.04.01 «Геология»,  
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»  
Ковалева Артема Павловича

Научный руководитель:

д. г.-м. н., профессор

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Огаджанов В.А.

Зав. кафедрой геофизики:

к.г.-м.н. доцент

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Волкова Е.Н.

Саратов 2025

**Введение.** Данная выпускная квалификационная магистерская работа написана на основе производственных сейсморазведочных работ, проведённых в Российской Федерации, Ямальском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, полуостров Ямал, сейсморазведочной партией №3 ООО «Газпром георесурс» в сезоне 2024-2025гг.

Целью проведённых сейсморазведочных работ является изучение геологического строения в пределах участка недр федерального значения, включающим Верхнетеутейское и Западно-Сеяхинское месторождения, в стратиграфическом диапазоне поздний палеозой – верхний мел.

Основной геологической задачей являлось изучение геологического строения меловых, юрских, палеозойских отложений, с целью:

- выявления и подготовки геологических структур к поисково-оценочному бурению,
- подготовка рекомендаций по проведению дальнейших геологоразведочных работ.

В данной выпускной квалификационной магистерской работе будет рассмотрен вопрос об улучшении качества полевого сейсмического материала по требованию заказчика, на основе проведения сейсморазведочной партией опытных работ с различными условиями возбуждения сейсмического сигнала, а именно:

- по снежной целине,
- с утрамбовкой снежного покрова вдоль линии приёма.

Материал для написания данной работы был собран мной в сейсморазведочной партии № 3 ООО «Газпром георесурс»

Описание структуры ВКР. Данная работа включает в себя титульный лист, содержание, введение, 3 главы: 1 Геолого-геофизическая характеристика района работ; 2 Методика проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D; 3 Анализ полученных результатов; заключение, список использованных источников; 37 рисунков, 9 таблиц. Объём работы составляет 90 страниц.

Формулировка научной значимости работы. Данная работа носила исследовательский характер и её цель можно считать достигнутой, поскольку показано влияние проминки снежного наста на улучшение полевого материала.

**Основное содержание работы. 1 Геолого-геофизическая характеристика района работ.** Эта глава разбита на 5 разделов: 1.1 Общие сведения об участке работ; 1.2 Геолого-геофизическая изученность; 1.3 Литолого-стратиграфическая характеристика разреза; 1.4 Тектоника; 1.5 Нефтегазоносность. В административном отношении площадь работ находится на территории Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) Тюменской области РФ.

Площадь участка недр федерального значения, включающего Верхнетиутейское и Западно-Сеяхинское месторождения, составляет 3279.7 км<sup>2</sup>. Верхняя граница ограничения по глубине – нижняя граница почвенного слоя, а при его отсутствии – граница дневной поверхности и дна водоемов и водотоков. Нижняя граница – кровля кристаллического фундамента (на период геологического изучения и разведки).

Этап работ – поисковый. Цель работ – поиски и оценка залежей углеводородов, детальное изучение геологического строения в пределах участка недр федерального значения, включающим Верхнетиутейское и Западно-Сеяхинское месторождения, в стратиграфическом диапазоне поздний палеозой – верхний мел.

Глава включает себя данные, которые дают полную картину общей характеристики геологической изученности объекта, начиная с 1961 и заканчивая рабочим периодом 2024-2025гг.

**2 Методика проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D.** Глава разбита на 7 разделов: 2.1 Обоснование постановки сейсморазведочных работ; 2.2 Обоснование системы наблюдения МОГТ 3D; 2.3 Параметры системы наблюдения; 2.4 Возбуждение сейсмического сигнала; 2.5 Опытные работы;

2.6 Первый проход: с проминкой профиля; 2.7 Второй проход: без проминки профиля.

На участке недр федерального значения, включающем Верхнетиутейское и Западно-Сеяхинское месторождения, предусматривается проведение полевых сейсморазведочных работ МОГТ 3D в объеме 1660 км<sup>2</sup>.

Геологическим обоснованием для постановки проектируемых сейсморазведочных работ послужили следующие факторы:

- Территория, в целом, является перспективной с доказанной промышленной газоносностью. На исследуемой территории располагаются перспективные Верхнетиутейское и Западно-Сеяхинское месторождения.
- Необходимость поиска новых объектов и подготовки их под поисково-оценочное бурение.
- Для более детального изучения глубинного строения разреза, с позиций современных требований, необходима постановка сейсморазведочных работ МОГТ 3D с высокой кратностью прослеживания.
- Возможность получения более качественной сейсмической информации за счет современных систем цифровой телеметрической регистрации.

Наличие новых возможностей программных средств в обработке и интерпретации данных сейсморазведки МОГТ 3D, прогнозе коллекторских свойств и нефтегазоносности.

Сейсморазведка МОГТ 2D/3D успешно применяется на этапах поиска и разведки нефтяных и газовых залежей. Возрастающие требования к точности и детальности структурных построений, к достоверности прогнозов петрофизических характеристик среды по данным сейсморазведки обосновывают необходимость применения достаточно сложной и достаточно дорогой технологии сейсморазведки МОГТ 3D.

Трехмерная сейсморазведка имеет повышенную плотность информации на единицу площади, за счет этого повышается детальность исследований; формируется куб сейсмической записи, характеризующийся практической непрерывностью волнового поля. Это дает возможность кроме детального описания формы отражающих поверхностей получить непрерывные поля оценок свойств изучаемых геологических сред.

Проектная система наблюдения МОГТ 3D и методика полевых работ в пределах участка недр федерального значения, включающим Верхнетиутейское и Западно-Сеяхинское месторождения, направлены на детальное изучение геологического строения, с целью:

- изучения геологического строения меловых, юрских, палеозойских отложений;
- уточнения структурных планов по отражающим горизонтам;
- выявления и подготовки объектов различных типов (структурных, литологических, стратиграфических, комбинированных) к поисково-оценочному бурению;
- картирования разрывных нарушений;
- оценка запасов и ресурсов по категориям  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $D_0$ ,  $D_L$ ;
- подготовки рекомендаций по проведению дальнейших геологоразведочных работ.

При проведении сейсморазведочных работ МОГТ 3D на проектируемом участке будет использоваться неортогональная (наклонная) система наблюдения, «slant», с углом наклона линий возбуждения  $45^\circ$ . Преимущества данного типа съемки, по сравнению с более распространенными ортогональными системами наблюдений, в наилучших распределениях азимутов и удалений.

При выборе методики работ МОГТ 3D учитывались:

- требования геологического и технического заданий к плотности точек ОГТ и кратности наблюдений;
- технологичность системы наблюдений при отработке площади.

Параметры системы наблюдения указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры системы наблюдения

| Параметр                                                        | Значение                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Методика исследования                                        | Сейсморазведочные работы МОГТЗД                                                                    |
| 2. Тип наблюдаемых волн                                         | Р (продольные)                                                                                     |
| 3. Объем кв.км (ф.н.)                                           | 1660 кв.км (166408 ф.н.)                                                                           |
| 4. Система наблюдений                                           | центрально-симметричная, неортогональная (наклонная), «slant», угол наклона ЛПВ 45°                |
| - кратность прослеживания                                       | 287                                                                                                |
| - размер бина, м                                                | 25×25                                                                                              |
| - шаг между линиями возбуждения, м                              | 200                                                                                                |
| - шаг между линиями приема, м                                   | 300                                                                                                |
| - количество перекрывающихся ЛПП при переходе на следующий блок | 27                                                                                                 |
| - количество активных ЛП                                        | 28                                                                                                 |
| - количество активных ПП в ЛП                                   | 164                                                                                                |
| - расстояние между ПВ, м.                                       | 70.71 (50 м проекция на ось X)                                                                     |
| - расстояние между ПП, м.                                       | 50                                                                                                 |
| - количество ПВ между ЛПП                                       | 6                                                                                                  |
| - количество ПП между ЛПВ                                       | 4                                                                                                  |
| - тип группирования СП                                          | Линейное                                                                                           |
| - количество СП в группе, шт.                                   | 12                                                                                                 |
| - база группирования СП, м                                      | 25                                                                                                 |
| - минимальное удаление ПВ-ПП, м                                 | 35                                                                                                 |
| - максимальное удаление ПВ-ПП, м                                | 5834                                                                                               |
| - количество ПВ на 1 кв.км.                                     | 100.25                                                                                             |
| - установка сейсмоприемников                                    | вертикально в плотно утрамбованный снег, соединительные провода не натягиваются и не подвешиваются |
| 5. Аппаратура и оборудование                                    |                                                                                                    |
| - сейсмостанция                                                 | Телеметрическая, 428XL фирма Sercel                                                                |
| - количество каналов (не менее),                                | 11480                                                                                              |
| - из них активных каналов                                       | 4592                                                                                               |
| - сейсмокоды                                                    | 4-канальные, длиной 220 м                                                                          |

Продолжение таблицы 1

|                                            |                       |
|--------------------------------------------|-----------------------|
| - линейные модули                          | LAUL                  |
| - поперечные модули                        | LAUX                  |
| - тип питания модулей                      | от батарей            |
| - тип линий связи модулей с сейсмостанцией | проводная             |
| - тип СП                                   | GS-20DX или аналог    |
| - способ перемещения сейсмостанции         | в вагон-доме на санях |
| 6. Параметры регистрации                   |                       |
| - шаг дискретизации, мс                    | 1                     |

Объемы работ рассчитаны исходя из требований Геологического задания, размеров площади и принятой методики сейсморазведочных работ МОГТ 3D.

Возбуждение сейсмического сигнала при отработке съемки МОГТ 3D происходило вибрационным способом. Методика вибрационной съемки – «Flip-Flor» (перемещение нескольких групп виброисточников по разным ЛПВ) (Рис.1). «Flip-Flor» – система продуктивной сейсморазведки, при которой возбуждение упругих колебаний производится источниками попеременно. При этом одна группа источников будет производить колебания, а другая группа переезжает на следующий пункт.



Рисунок 1 – Схема отработки методом «Flip-Flor»

Для работы на площади использовались две группы «Геосвип СВС24/РС27» (Рис.2), в каждой группе по четыре виброисточника и, дополнительно, два вибратора в резерве. Осреднённый радиус позиции виброисточников при работе не превышал 6 м. В таблице 6 указаны основные технические характеристики виброисточников СВС24/РС27 (Геосвип, Россия).



Рисунок 2 – Виброисточник Геосвип СВС24/РС27

Качество первичного полевого сейсмического материала - это краеугольный камень в сейсморазведке. Одним из аспектов получения такого являются условия возбуждения.

Сейсморазведочные работы в районах Крайнего Севера проводятся только в зимний период, по причине того, что лишь в это время года можно достигнуть тех мест, в которых намечено проведение сейсморазведочных работ по поиску и разведке тех или иных полезных ископаемых. Болота промерзают, реки покрываются льдом, а большое выпадение снега, в этих районах создает толстый снежный покров, который вносит искажение, в сигнал возбуждения виброисточников, из-за отсутствия плотности. Установка плиты возбуждения виброустановки, на пункте возбуждения, за счет отсутствия хорошей плотности снежного наста, может иметь наклоны относительно линии профиля, что сказывается на качестве сигнала излучения.

В связи с этим, заказчиком было предложено провести опытные работы с накаткой и уплотнением снежного наста - бульдозерами, что привело бы, в теории, к значительному улучшению сейсмического сигнала. Поэтому перед началом полевых сейсморазведочных работ МОГТ 3D, по требованиям заказчика в пределах участка недр федерального значения, включающего Верхнетиутейское и Западно-Сеяхинское месторождения, сезон 2024-25 гг., были проведены опытные работы (ОР). Цель ОР – изучение результатов работы группы виброисточников на подготовленном профиле (спроминкой в два следа широкогусеничными бульдозерами) и без проминки, но с предварительным уплотнительным воздействием от виброисточников (одно накопление в воздух), затем производится цикл производственных воздействий, согласно методике работ.

Опытные работы проводились в формате профиля 2D. На участке проектного приемного профиля длиной 14,2 км с шагом 50 м было установлено приёмное оборудование, что позволило отработать 6 км этого профиля с шагом 50 м при активной расстановке 165 каналов.

Возбуждение сигнала на участке опытных работ были произведены в два прохода:

- без проминки профиля, но с предварительным уплотнительным воздействием (121 ПВ);
- с проминкой в два следа широкогусеничными бульдозерами (121 ПВ).

Возбуждение упругих сигналов было произведено группой из четырех источников в режиме 8 накоплений, с записью суммы с нарастающим итогом после каждого второго накопления (2, 4, 6 и окончательное 8) (режим X-damp). На рисунке 3 схематично показаны отработка профиля и расстановка приемного оборудования.

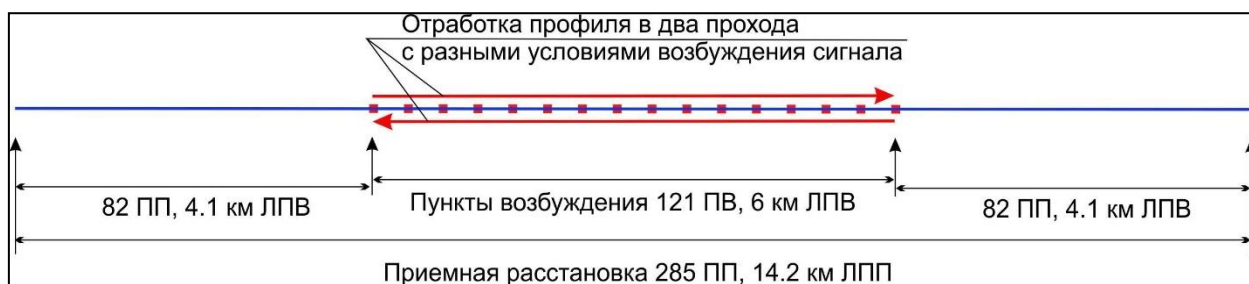


Рисунок 3 – Схема обработки опытного профиля.

Опытный профиль был выбран с учётом рельефа местности. На профиле имелись: низины, возвышенности и ровные участки местности.

Возбуждение упругих колебаний производилось в два этапа: с предварительной проминкой в два следа широкогусеничными бульдозерами и без предварительной проминки, но с предварительным уплотнительным воздействием. Возбуждение упругих колебаний в обоих случаях производилось группой из четырех источников в режиме 8 накоплений.

**3 Анализ полученных результатов.** Были проведены опытные работы с целью изучения работы группы виброисточников на подготовленном профиле (с проминкой в два следа) и без проминки, но с предварительным уплотнительным воздействием. Возбуждение упругих колебаний производилось группой из четырех источников в режиме 8 накоплений, с записью суммы с нарастающим итогом после каждого второго накопления (2, 4, 6 и окончательные 8) Всего было отработано 240 ПВ.

По результатам обработки опытных работ в два прохода были получены атрибуты качества и построены графики для сравнения АЧХ сигнала для каждого накопления (2, 4, 6, 8 накоплений).

**Закключение.** Ожидаемые результаты - прогнозировались заметным улучшением полезного сейсмического сигнала визуально уже на сейсмограммах - воспроизводимых на мониторе и на бумажных перезаписях.

Как видно, по результатам обработки опытных работ, были получены атрибуты записи и построены графики, для сравнения доминантных частот и

амплитуд сигнала физических наблюдений на профиле: с проминкой и без проминки, но с предварительным уплотнительным воздействием.

Сравнение графиков на всех накоплениях показало незначительное уменьшение показателей искажений и повышение доминантной частоты на 5-10 Гц на ф.н. полученных на профиле с предварительной проминкой. Остальные показатели (амплитуда микросейсм, поверхностной волны, соотношения сигнал/микросейсм и сигнал/поверхностная волна) имеют незначительные различия на всех накоплениях, вне зависимости от подготовки профиля, что говорит о том, что ожидаемых результатов получено не было.

Так же, принимая во внимание количество линий в активной расстановке, предварительную проминку профилей возбуждения возможно проводить не ранее чем за 5-7 дней до начала отработки конкретного участка, так как бульдозеры будут находится в активной расстановке или рядом с активной расстановкой приема сигнала, что повлечет за собой создание большой шумовой помехи, а по требованиям заказчика шум от техники был запрещен. Учитывая местные погодные условия (ветра и метели) за это время проминки, как таковой, не остается.

Не маловажным аспектом отказа от проминки линий наблюдения, так же оказалась экономическая сторона этого предложения. Появлялись следующие финансовые затраты, которые необходимо было заложить дополнительно в смету производственных работ: оплату доставки морским путем, с большой земли, как минимум 6 бульдозеров; двух вагонов-общежитий; зарплату машинистам вышеуказанных бульдозеров; дополнительные затраты на горючесмазочные материалы и запчасти; увеличение времени заправки техники на профилях; дополнительные затраты на продукты питания, для 6 человек сроком на 7 месяцев.

Таким образом, все поставленные перед данной работой задачи выполнены и, соответственно, цель её – достигнута.