

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов
Специальность 21.05.03 «Геофизические методы поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых»
Кафедра геофизики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

**СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ МОГТ 2D С ЦЕЛЬЮ УТОЧНЕНИЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ
БАКЧАРСКОЙ ВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

УДК 553.98.04:550.834(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2212	Слепцова Ксения Евгеньевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Резяпов Г.И.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По геологической части

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Поцелуев А. А.	доктор г.-м-н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кочеткова О. П.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. зав. кафедрой	Гусев Е. В.	канд. г.-м. н		

Томск – 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 104 с., 23 рис., 25 табл., 40 источников, 4 прил.

Ключевые слова: сейсморазведка, Бакcharская впадина, RadExPro, метод общей глубинной точки (МОГТ), Томская область.

Объектом исследования являются доюрские и мезозойско-кайнозойские отложения Бакcharской мезовпадины, их геологическое строение и нефтегазоносность.

Целевое назначение проектной работы – проведение сейсморазведочных работ по изучению глубинного геологического строения Бакcharской впадины, поиску и подготовке к бурению новых нефтегазоперспективных объектов.

В процессе исследования проводились обзор и анализ геолого-геофизических данных, а также определение оптимальных параметров методики проведения сейсморазведочных работ в Бакcharской впадине.

В результате работы были определены параметры методики полевых сейсморазведочных работ МОГТ-2Д, граф цифровой обработки и способы интерпретации сейсмических материалов, которые позволяют дать представление о геологическом строении Бакcharской впадины.

В специальной части дипломного проекта были рассмотрены основные сведения об обрабатываемом комплексе RadExPro применительно к изучению и освоению этапа обработки сейсмических данных. Был использован базовый граф обработки с использованием минимального объема.

В будущем данный проект может быть использован нефтегазовыми предприятиями для проведения сейсморазведочных работ МОГТ-2Д с целью изучения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности Бакcharской впадины.

ABSTRACT

The graduate qualification work includes 104 pages, 23 images, 25 tables, 40 sources, 4 attachments.

Key words: seismic survey, Bakchar depression, RadExPro, CDP method, Tomsk Oblast.

The object of the research is pre-Jurassic and mesozoic-kainozoic deposits of Bakchar depression, their geological structure and oil-and-gas content.

The specific purpose of this project is the execution of seismic survey for the research of the depth geological structure of Bakchar depression, search and rigging up of new oil and gas target.

The geology and geophysics data review and analyze as well as the definition of the optimal parameters of the seismic survey in Bakchar depression methodic were executed while researching.

As a result, parameters of the methodic of field seismic exploration works of the CDP-2D method, processing flow, and ways of seismic data interpretation representing Bakchar depression geological structure interpretation were outlined.

In the special section of the graduation project the essential elements of the information on RadExPro processing system in respect to the research and exploration of the stadium of the seismic data processing were addressed. The base processing sequence with the use of a minimal amount of data was used.

In the years to come this project may be used by oil and gas enterprises for seismic exploration works of the CDP-2D method for the purpose of the geological structure research and oil-and-gas content estimate of Bakchar depression.

Оглавление

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	15
Введение	18
2 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Географо-экономический очерк района работ	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Краткая геолого-геофизическая изученность	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Геологическое строение района	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.1 Стратиграфия	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.2 Тектоника	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.3 Нефтегазоносность	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Сейсмогеологическая характеристика	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Анализ основных результатов геофизических работ прошлых лет	Ошибка! Закладка не определена.
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	19
3.1 Выбор участка работ	19
3.2 Априорная физико-геологическая модель объекта и задачи работ	22
3.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса	26
3.4 Методика и техника полевых работ	27
3.4.1 Сейсморазведочные работы МОГТ-2Д	27
3.4.2 Опытные работы	31
3.4.3 Буровзрывные работы	31
3.5 Метрологическое обеспечение	32
3.6 Топогеодезическое обеспечение полевых геофизических работ	33
3.7 Цифровая обработка сейсмических данных	34
3.8 Комплексная интерпретация геофизических данных	35
4 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	38
4.1 Характеристика обрабатываемого комплекса RadExpro ¹	39
4.2 Цифровая обработка сейсмических данных	39
4.3 Результаты	50
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Виды и объемы проектируемых работ	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Расчет затрат времени	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Этапы и сроки работ	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Общая сметная стоимость работ	Ошибка! Закладка не определена.
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Ошибка! Закладка не определена.
6.1 Профессиональная социальная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.

6.1.1	Анализ вредных производственных факторов	
	Ошибка! Закладка не определена.	
6.1.2	Анализ опасных производственных факторов	
	Ошибка! Закладка не определена.	
6.2	Экологическая безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Ошибка! Закладка не определена.
6.3.1	Пожарная безопасность	Ошибка! Закладка не определена.
6.3.2	Безопасность при передвижении по льду замерзших водоемов	Ошибка! Закладка не определена.
6.3.3	Безопасность при буровзрывных работ	Ошибка! Закладка не определена.
6.4	Законодательное регулирование проектных решений	Ошибка! Закладка не определена.
	Заключение	51
	Список использованных источников	52
	Приложение А	105
	Приложение Б	106
	Приложение В	107
	Приложение Г	114

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение работ по объекту

«Сейсморазведочные работы МОГТ 2D с целью уточнения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности Бакчарской впадины (Томская область)»

1. Целевое назначение работ, пространственные границы объекта, основные оценочные параметры.

1.1. Целевое назначение работ:

Проведение сейсморазведочных работ по изучению глубинного геологического строения Бакчарской впадины, поиску и подготовке к бурению новых нефтегазоперспективных объектов.

1.2. Пространственные границы объекта:

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Томская область, Бакчарский и Чаинский районы.

Площадь работ в пределах угловых точек – 1479 км²:

№пп	Северная широта	Восточная долгота
1	57°34'48"	80°37'12"
2	57°16'12"	80°53'24"
3	57°25'48"	81°29'24"
4	57°36'00"	81°19'48"
5	57°36'36"	81°22'48"
6	57°44'24"	81°14'24"

1.3. Основные оценочные параметры:

Общий объем сейсмической съёмки МОГТ 2D составляет 600 пог. км. Кратность перекрытия 30, размер бина 25x25 м. Масштаб съёмки 1:100 000.

2. Основные геологические задачи, последовательность и методы их решения.

2.1. Основные геологические задачи:

- изучение геологического строения Бакчарской впадины по отражающим горизонтам осадочного чехла (групп Ф, I, II, III, IV) и горизонтам в доюрском комплексе до глубины исследования не менее 5000 м;
- выявление объектов, благоприятных для накопления УВ;
- разработка рекомендаций по дальнейшему изучению участка геолого-геофизическими методами.

2.2. Последовательность решения геологических задач

- 2.2.1. Сбор и анализ геолого-геофизических материалов для проектирования работ;
- 2.2.2. Составление проектно-сметной документации;
- 2.2.3. Организация и подготовительные работы (рубка просек, топографо-геодезические работы);
- 2.2.4. Полевые работы:
- опытные работы с целью выбора параметров возбуждения и регистрации;
 - производственные работы по методике ОГТ 2D.
- 2.2.5. Цифровая обработка сейсмических данных;
- 2.2.6. Комплексная интерпретация материалов сейсморазведки и ГИС.

2.3. Проектируемые методы и объемы работ – сейсморазведка МОГТ-2D в объеме 600 пог.км с глубиной исследования не менее 5000 м.

2.3.1. Полевые работы

Основные параметры методики полевых работ:

№ пп	Основные параметры методики полевых наблюдений	Проект
1.	Метод	МОГТ-2D
2.	Тип сейсмостанции	телеметрическая
3.	Количество каналов	121
4.	Шаг дискретизации, мс.	2
5.	Количество и тип сейсмоприемников в группе	10шт. GS-20DX
6.	Расстояние между пунктами возбуждения, м	100
7.	Расстояние между центрами групп сейсмоприемников, м	50
8.	Система наблюдений	Центрально-симметричная
9.	Кратность перекрытия	30
10.	Минимальное расстояние ПВ – ПП, м	0
11.	Максимальное расстояние ПВ – ПП, м	3000
12.	- Количество взрывных скважин на 1 ПВ - Суммарный заряд на 1 взрыв, кг (уточняется по опытным работам) - Глубина скважин, м (уточняется по опытным работам)	1 1,0 16,5
13.	Длина записи, сек.	6

2.3.2. Цифровая обработка

Полная обработка данных МОГТ проводится в современных специализированных системах с применением программных пакетов Schlumberger – Omega 2-12.

2.3.3. Интерпретация

Комплексная интерпретация материалов сейсморазведки и ГИС, а также имеющихся результатов по исследованиям керна и ВСП с использованием передовых программных комплексов.

3. Ожидаемые результаты и сроки выполнения работы.

3.1. Ожидаемые результаты

Модель геологического строения Бакчарской впадины в виде:

- временных и глубинно-динамических сейсмических разрезов по отражающим горизонтам осадочного чехла (групп Ф, I, II, III, IV) и горизонтам в доюрском комплексе до глубины исследования не менее 5000 м в масштабе 1:100 000;
- комплекта структурных карт по отражающим горизонтам осадочного чехла (групп Ф, I, II, III, IV) и горизонтам в доюрском комплексе в масштабах 1:100 000 с врезками на локализованные объекты М 1:25 000;

3.2. Сроки проведения работ

- | | |
|--|------------------------------|
| 3.2.1. Проектирование и подготовительные работы: | июль - ноябрь 2016 г. |
| 3.2.2. Полевые работы: | ноябрь 2016 г. - май 2017 г. |
| 3.2.3. Обработка и интерпретация данных,
составление отчета | июнь 2017 г. - июнь 2018 г. |

Введение

Район работ находится в южной части Томской области на левобережье реки Обь. Согласно «Тектонической карты юрского структурного яруса Томской области» район исследований охватывает Бакчарскую мезавпадину.

По результатам геолого-геофизических исследований восточные, частично центральные и южные районы Томской области были определены как малоперспективные для поисков залежей нефти и газа в мезозойских отложениях. Поэтому основные объемы концентрировались преимущественно в наиболее перспективных в нефтегазоносном отношении западных районах Томской области.

В настоящее время фонд крупных и средних локальных поднятий исчерпан, и прирост минерально-сырьевой базы Томской области возможен только при открытии новых залежей углеводородов в нетрадиционных геологических объектах и комплексах, в том числе и на территориях слабо изученных районов Томской области.

Таким образом, целевым назначением работ является расширение ресурсной базы углеводородов на юго-востоке Западно-Сибирской плиты на основе уточнения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности Бакчарской впадины.

В рамках поставленной цели выделим основные задачи:

- изучение геологического строения Бакчарской впадины по отражающим горизонтам осадочного чехла (групп Ф, I, II, III, IV) и горизонтам в доюрском комплексе до глубины исследования не менее 5000 м;
- выявление объектов, благоприятных для накопления УВ;
- разработка рекомендаций по дальнейшему изучению участка геолого-геофизическими методами.

Объектом исследования являются доюрские и мезозойско-кайнозойские отложения Бакчарской мезовпадины, их геологическое строение и нефтегазоносность.

Выполненные исследования предполагаются для использования нефтегазовыми предприятиями при проектировании сейсморазведочных работ с целью поисков залежей углеводородов в Бакчарской впадине.

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор участка работ

Постановка сейсморазведочных работ обусловлена слабой и неравномерной геолого-геофизической изученностью территории проектируемых работ, а также целесообразностью наращивания нефтегазового потенциала области за счет открытия новых перспективных объектов.

На сегодняшний день в пределах Бакчарской мезовпадины и сопредельных территориях открыты ряд мелких промышленных и непромышленных залежей углеводородов в палеозойском и ниже-среднеюрском комплексах. Открытие залежей нефти и газа на относительно слабо изученной территории, с одной стороны, указывает на ее перспективность, а с другой – все открытые залежи являются мелкими. Очевидно, что для выявления средних или крупных залежей нефти и газа требуется тщательное геолого-геофизическое изучение геологического строения территории.

Проектируемые работы характеризуются слабой изученностью работами МОГТ, а также глубоким бурением. Средняя плотность сети профилей МОГТ в пределах Бакчарской мезовпадины составляет 0,23 до 0,35 пог.км/км². Скважины пробурены, в основном, на сводах положительных структур обрамляющих впадину и вскрывают лишь верхнюю часть доюрских образований.

Сейсмические данные свидетельствуют о накоплении в Бакчарской мезовпадине юрской толщи мощностью порядка 520 и более метров, в том числе и отложение геттанг-раннетоарского нефтегазоперспективного комплекса. Также на благоприятность данного участка указывают продукты разрушения Сенькинского гранитного массива и Колпашевского палеовыступа, привносимые во впадину в раннеюрское время.

Таким образом:

1. Бакчарская мезовпадина является достаточно обширным бассейном осадконакопления в мезо-кайнозойский период;
2. Перспективы нефтегазоносности связаны геттанг-раннетоарским нефтегазоперспективным комплексом и, вероятно, с зонами НГГЗК;
3. Залежи комплекса могут быть приурочены к антиклинальным (в случае их картирования) и неантиклинальным ловушкам в бортовых зонах мезовападины.

Для решения задач необходимо отработать сеть сейсмических профилей общей протяженностью 600 пог.км в площади, указанной на рисунке 2.1.

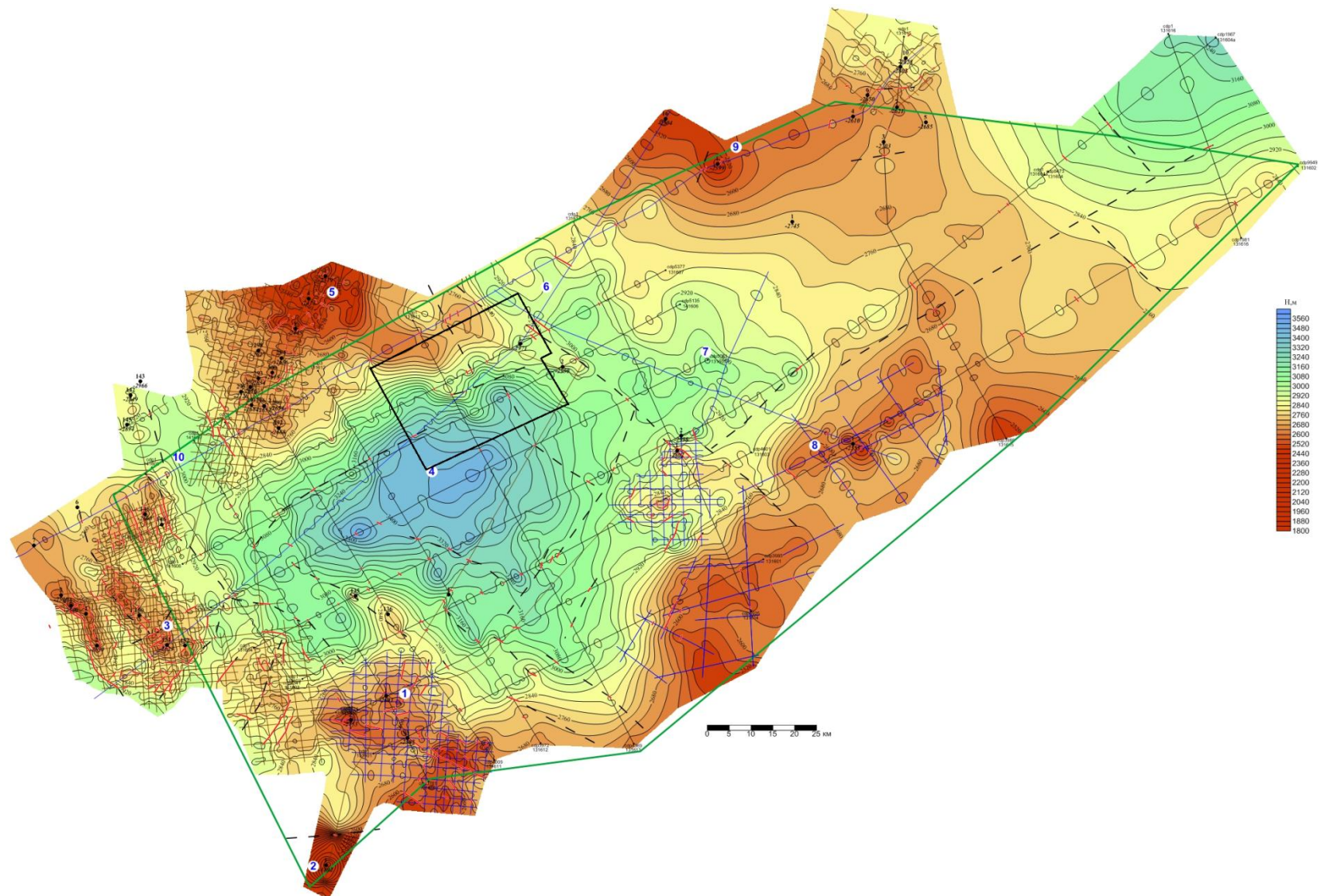
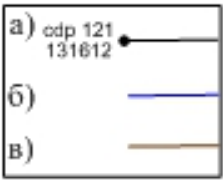
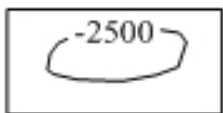
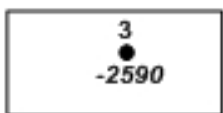
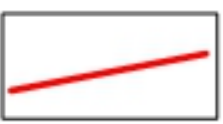
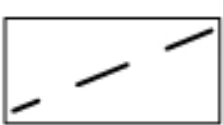


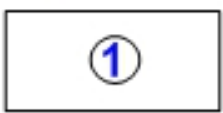


Рисунок 2.1 – Структурная карта по отражающему горизонту Φ_2 (кровля доюрских образований)
 (Щигорева Н.В., АО «СНИИГГиМС»)

Условные обозначения к рисунку 2.1

	<p>Профили 2Д: а) с/п 16/2013-2014 гг. (в числителе – номер сдр, в знаменателе – номер профиля). Профили прошлых лет: б) переобработанные; в) непереобработанные</p>
	<p>Изогипсы по отражающему горизонту Φ_2, м</p>
	<p>Скважины: в числителе – номер скважины, в знаменателе – абсолютная отметка кровли доюрских образований, м</p>
	<p>Тектонические нарушения, выделенные по результатам отчетных сейсморазведочных работ</p>
	<p>Предполагаемые тектонические нарушения</p>
	<p>Площадь участка работ</p>
	<p>Площадь проектируемых работ</p>
	<p>Структуры 3 порядка: 1 – Таволгинское кп 2 – Южно-Калгачский вал 3 – Олимпийское кп 4 – Южно-Парбигский прогиб 5 – Чинжарское кп 6 – Северо-Парбгский прогиб 7 – Восточно-Нюрсинский прогиб 8 – Тигинское кп 9 – Инкинское кп 10 – Южно-Пудинский прогиб</p>

2.2 Априорная физико-геологическая модель объекта и задачи работ

Разрез отложений чехла характеризуется небольшими углами наклона литолого-стратиграфических границ, разделяющих отложения с отчётливой плотностной и скоростной дифференциациями, что обусловило наличие ряда маркирующих отражающих границ.

На временных разрезах выделяются следующие отражающие горизонты:

- IVб – кровля покурской свиты;
- III - подошва покурской свиты;
- IIб – кровля тарской свиты;
- Б – кровля баженовской свиты;
- Ю_{1с} – кровля васюганской-наунакской свиты;
- Ib – кровля тюменской свиты;
- Ia – кровля нижнетюменской подсвиты;
- It – кровля тогурской свиты;
- Φ₂ – кровля доюрского комплекса.

Геологическая среда имеет четко выраженное слоистое строение. Слои образуются в результате изменяющихся условий осадконакопления, связанных с регрессией и трансгрессией морей и т.д. При рассмотрении вопроса априорной модели будем ограничиваться моделью среды, состоящий из однородных слоев, разделенных плоско-параллельными горизонтальными границами раздела (рисунок 2.2).

Для построения теоретической сейсмогеологической модели района работ будем опираться на результаты сейсмокаротажа, бурения, а также расчетным формулам некоторых параметров среды.

Глубины залегания свит были определены по данным скв. Западно-Крыловская 1. Исходя из скоростной характеристики разреза (рисунок 2.3) определили времена прихода волны и средние скорости. В результате чего вычислили пластовые скорости по формуле:

$$V_{пл} = \frac{\Delta H}{\Delta t} \quad (2.1)$$

где ΔH – мощность пласта; Δt – время пробега по пласту.

Так как табличных сведений о плотностях горизонтов не имеем, поэтому плотность рассчитываем по формуле Пузырева:

$$\rho = \frac{11 + V_{пл}}{6} \quad (2.2)$$

Параметры физико-геологической модели горизонтально-слоистой среды приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Параметры упрощенной горизонтально-слоистой среды ФГМ

№ пласта	Набс (м)	ΔH , м	$V_{пл}$ (км/с)	ρ , г/см ³
1	370	370	1,850	2,142
2	1226	856	2,401	2,234
3	2093	867	3,272	2,379
4	2364	271	3,430	2,405
5	2412	48	3,000	2,333
6	2503	91	4,333	2,556
7	2693	190	3,486	2,414
8	2888	195	3,545	2,424
9	3001	113	4,913	2,652
10	5000*	1999*	6	2,833

Основными задачами проектируемых работы являются:

- изучение геологического строения Бакчарской впадины по отражающим горизонтам осадочного чехла (групп Ф, I, II, III, IV, V) и горизонтам в доюрском комплексе до глубины исследования не менее 5000 м;
- выявление объектов, благоприятных для накопления УВ;
- разработка рекомендаций по дальнейшему изучению участка геолого-геофизическими методами.

Для решения поставленных задач на проектной площади необходимо провести площадные сейморазведочные работы МОГТ-2Д с доведением плотности сейсмических профилей до 2 км/км².

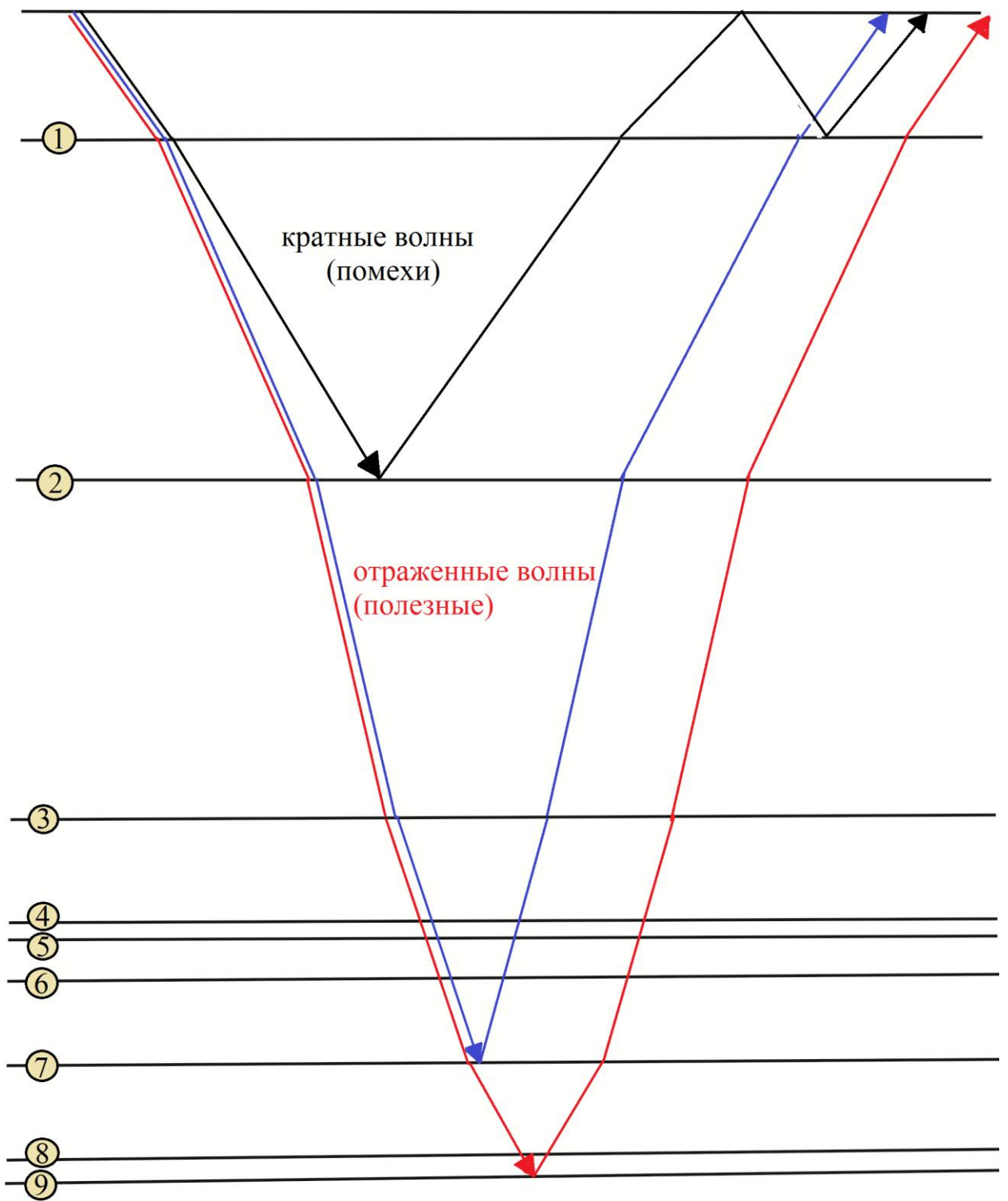


Рисунок 2.2 – Априорная сейсмогеологическая модель

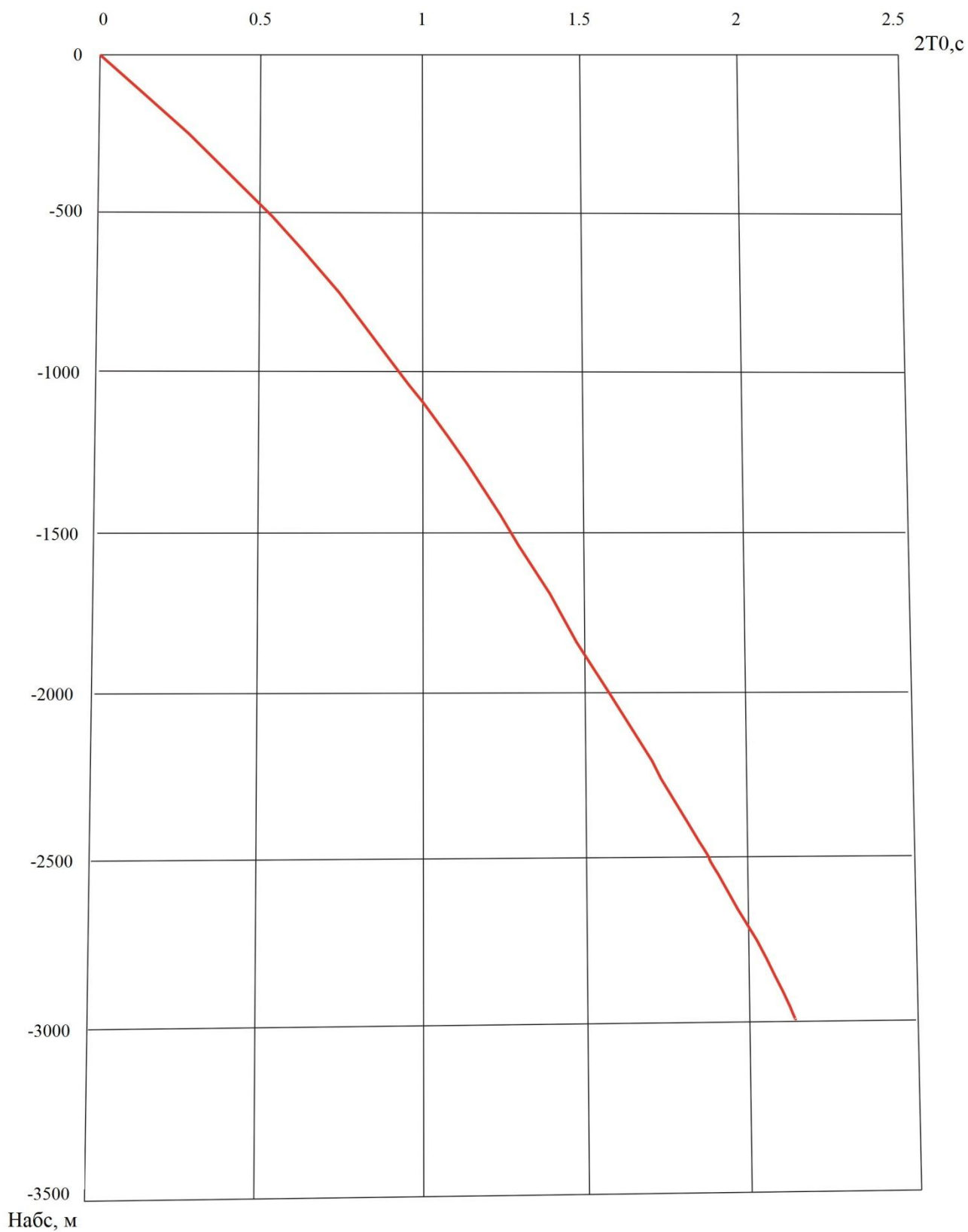


Рисунок 2.3 – Скоростная характеристика разреза скв. Западно-Крыловская 1

2.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

Геолого-геофизические исследования в Бакчарской мезовпадине проводились в незначительных объемах. Были проведены гравиметрические, аэромагнитные съемки, региональные сейсморазведочные исследования, а также пробурены глубокие скважины только на обрамлениях впадины.

Достоверное представление о геологическом строении среды можно получить лишь по данным бурения. Бурение скважин требует больших затрат, поэтому для их проектирования требуется точная картина строения недр.

В настоящее время в поисково-разведочных работ на нефть и газ ведущая роль принадлежит сейсмической разведке. Возрастающее значение сейсморазведки обусловлено относительно небольшими, по сравнению с глубоким бурением, затратами средств и времени на производство работ, а также их высокой эффективности по сравнению с другими геофизическими методами.

Район работ по глубинным характеристикам является благоприятным для изучения методом сейсморазведки, наличием ряда отражающих границ в отложениях осадочного чехла. Основным методом сейсморазведки, получившим наибольшее практическое применение, является метод общей глубинной точки (МОГТ). Метод обладает высокой разрешающей способностью, позволяя с большой детальностью изучать строение геологической среды.

В исследуемом районе проходят несколько региональных профилей МОГТ-2Д, поэтому для снижения геологических и экономических рисков необходимо проводить площадной МОГТ-2Д с целью уточнения глубинного строения и оценки перспектив нефтегазоносности изучаемой территории.

На этапе интерпретации назревает необходимость комплексирования сейсморазведки с данными исследованиями ГИС. Интерпретация сейсмических данных совместно со скважинными дает основу для построения геологической модели изучаемой среды.

Таким образом, комплекс методов для изучения рассматриваемого участка включает:

1. На стадии производства работ – сейсморазведка МОГТ-2Д.
2. На стадии интерпретации - в комплекс добавляются результаты ГИС и ВСП, а также данные по исследованию керна.

2.4 Методика и техника полевых работ

2.4.1 Сейсморазведочные работы МОГТ-2Д

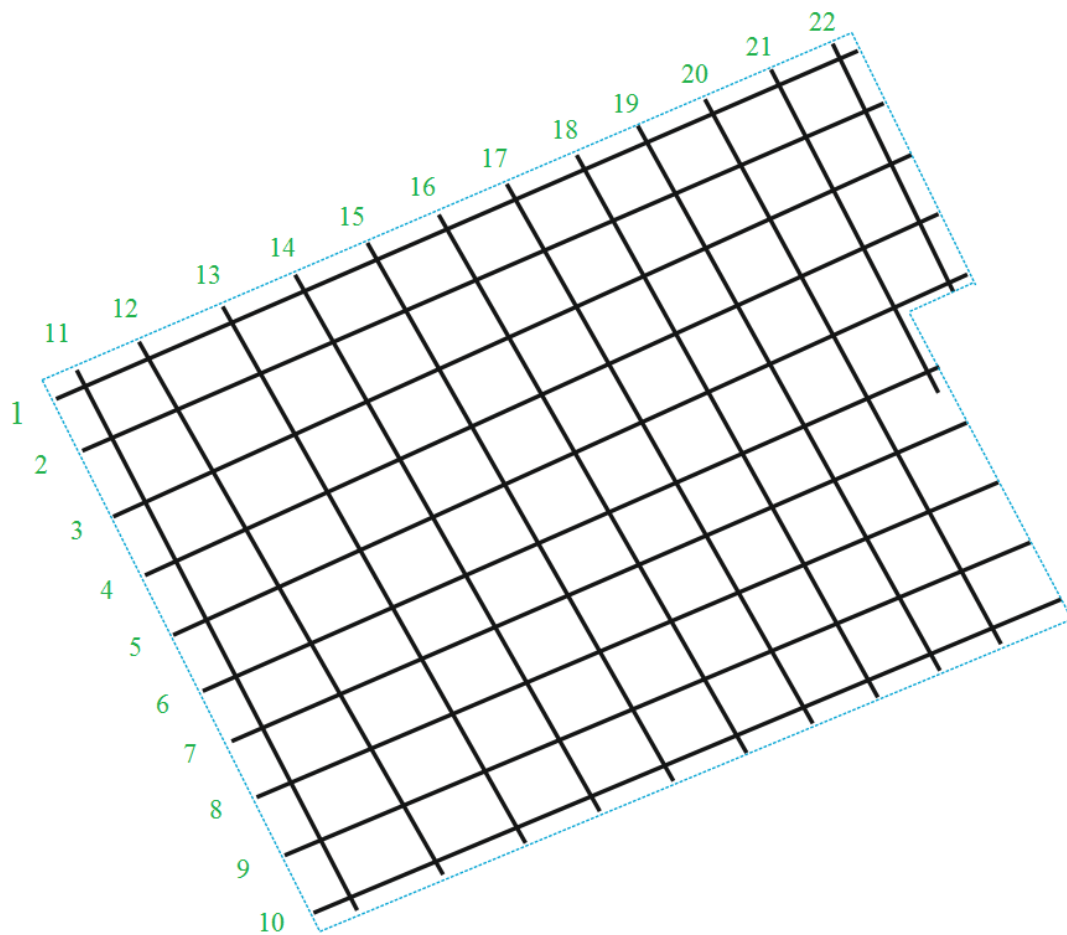
Расположение проектируемых сейсмических профилей определено с учетом ориентирования в пространстве структурных элементов территории, что позволит наиболее объективно провести структурные построения по основным отражающим поверхностям.

При проложении профилей на местности возможна некоторая корректировка их планового положения, связанная со сложным ландшафтным условиями. Схема расположения проектируемых профилей МОГТ-2Д приведена на рисунке 2.4.

Полевые сейсмические исследования планируется провести в зимний полевой сезон с 2016-2017 годов двухотрядной сейсмопартией №16 Филиала ОАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка»-«Томский геофизический трест». Для решения геологических задач планируется отработать 600 пог.км (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Объемы сейсморазведочных работ по профилям

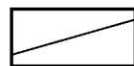
№ ПР	пог.км	№ ПР	пог.км
1	35	13	25
2	35	14	25
3	35	15	25
4	35	16	25
5	35	17	25
6	30	18	25
7	30	19	25
8	30	20	25
9	30	21	15
10	30	22	10
11	25	Σ	600
12	25		



Условные обозначения



граница участка



проектные профили МОГТ-2Д



номер профиля

Рисунок 2.4 – Проектная схема профилей МОГТ-2Д

Параметры методики полевых сейсморазведочных работ были рассчитаны на основе исходной информации исследуемого объекта и решаемыми задачами. Расчет методики работ описан в приложении В, а основные показатели приведены в таблице 2.3.

Параметры условия возбуждения корректируются по результатам опытных работ и отражаются в «Задании на регистрацию», которое составляется по окончании опытных работ. Изменения параметров методики, закрепленных в «Задании на регистрацию» в процессе полевого сезона возможно лишь по согласованию уполномоченных представителей Заказчика и Подрядчика. Изменения параметров методики, предусмотренных проектом, согласуются с супервайзером, не предусмотренных - с руководителем проекта.

Таблица 2.3 – Основные показатели методики работ МОГТ-2Д

№ п.п	Наименование показателей	Содержание
1	2	3
1	Сейсморазведочные работы	
	Применяемая модификация	МОГТ 2D
	Система наблюдений	2Д, центральная, симметричная
	Кратность наблюдений	30
	Количество активных каналов	121
	Минимальное расстояние ПВ-ПП,м	0
	Максимальное расстояние ПВ-ПП,м	3000
	Длина годографа	6000
	Расстояние между ПВ	100
	Расстояние между ПП	50
	Способ смотки-размотки	Конвейерный, вручную с вездеходов
2	Аппаратура и оборудование	
	Сейсмостанция	Телеметрический комплекс SN428 XL
	Сейсмокосы 6к., двухстор. секции	160
	модули SU-6B	280
	модули PSU-6	40
	модули CSU	4
	Группирование сейсмоприёмников	10 шт., последовательно-параллельно

1	2	3
	Тип СП в группе	GS-20DX
	Расстояние между СП в группе	3,5
	База группирования СП	30
	Система синхронизации взрыва	SGS-S
3	Параметры регистрации	
	Время дискретизации, мс	2.0
	Длительность регистрации, с.	6.0
	ФВЧ	ОК
	ФНЧ (аляйсинг-фильтр)	0.8частотыНайквиста
	Формат записи	SEG-D
	Плотность записи	6250 бит/дюйм
4	Буровзрывные работы	
	Бурение скважин	Буровые установки типа ПБУ-2 (санный вариант)
	Тип источника возбуждения	одионочный заряд в скважине
	Величина заряда	1
	Глубина погружения заряда	16,5
	Тип ВВ	БТП-500П
	Вид СВ	ЭДС-1 (мгновенного действия)
	Метод погружения заряда	Через полые шнеки шестами, с последующей укупоркой ствола скважины

2.4.2 Опытные работы

Для получения сейсмического материала высокого качества при производственных работах предусматривается проведение опытных работ по выбору оптимальных условий возбуждения. Опытные работы проводятся в начале сезона и в ходе проведения полевых работ на всех профилях, где отмечается снижение качества полевого материала.

Программа опытных работ включает в себя 3 стадии:

1. *Выбор оптимальной глубины погружения заряда.* Заряд весом 1 кг взрывается в скважинах глубиной 9; 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5; 18 м.
2. *Выбор веса заряда.* В скважинах с оптимальной глубиной (согласно п.1) опробуются заряды весом 0,5; 1,0 и 1,5 кг.
3. *Выбор оптимального значения усиления сейсмостанции.* В скважинах с оптимальной глубиной и весом (п.1 и 2) опробуются 2 ступени усиления (12 и 24 дБ).

Ввиду слабой изученности верхней части разреза района исследований опытные работы проводятся в начале сезона и в процессе проведения полевых работ на участках, где наблюдается снижение качества сейсмического материала.

2.4.3 Буровзрывные работы

Технология производства буровзрывных работ регламентируется «Типовым проектом на производство буровзрывных работ в сейсморазведочных партиях ОАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка». На основании данного проекта для каждой буровой бригады составлен «Паспорт буровзрывных работ», в котором описан порядок и технология буровзрывных работ с целью обеспечения их эффективности и безопасности.

Для бурения взрывных скважин будут применяться буровые агрегаты ПБУ-2. Бурение шнековое, без обсадки скважин и без промывки. Буровые станки имеют шнеки диаметром 108 мм, длиной 1.5 м, диаметр долота – 120мм.

Заряжание боевика для всех типов буровых агрегатов выполняется через колонну полых шнеков с последующей проверкой проводимости электровзрывной магистрали омметрами SGD-TFL. Производится тщательная укупорка ствола скважины буровым шламом. Буровзрывные работы будут осуществляться под непосредственным техническим контролем инженеров БВР сейсмопартии.

Обеспечивается надежная регистрация отметки «вертикального» времени прихода прямой волны от очага возбуждения к дневной поверхности с помощью

сейсмоприемников, установленные на расстоянии $1 \div 1.5$ метра от устья взрывной скважины.

В качестве ВВ используются блоки тротильные в полиэтиленовой оболочке (БТП-500П), в качестве средств инициирования – электродетонаторы мгновенного действия ЭДС-1.

В целях предотвращения извлечения заряда из скважины, либо его всплытия под воздействием напорного «плывуна» вблизи населенных пунктов и дорог применялись специальные устройства против извлечений (УПИ), допущенных для этих целей Ростехнадзором.

Взрывание – непосредственно при производстве сейсморазведочных работ с использованием системы синхронизации взрыва (МАСНА), которая обеспечивает управление взрывом по радио от сейсмостанции. Взрывной пункт оборудован на вездеходе ГАЗ – 34039.

Общий объем бурения скважин по Проекту составит 99024 м. Оптимальная глубина бурения и величина единичного заряда определяется в процессе опытных работ.

2.5 Метрологическое обеспечение

Обслуживание и контроль технического состояния регистрирующей аппаратуры и оборудования производится в соответствии с «Техническим описанием», «Инструкцией по эксплуатации», выполняются операторским составом с привлечением специалистов по ремонту и настройке оборудования полевых подразделений в ГМЛ (геофизическая мастерская-лаборатория).

Перед началом полевого сезона будет произведена проверка амплитудно-фазовой идентичности сейсморегирующего тракта. Группы геофонов устанавливаются на однородной поверхности в линию, перпендикулярной направлению на пункт-взрыв.

Группы геофонов последовательно подсоединяются к сейсмическим кабелям и через полевые модули SU-6 сигнал от них передается на телеметрический комплекс SN-428XL (Sercel). Таким образом, будет производиться проверка всех полевых модулей, групп геофонов и сейсмических кабелей. По окончании тестирования составляется акты проверки готовности.

2.6 Топогеодезическое обеспечение полевых геофизических работ

Топографо-геодезические работы выполняются с целью перенесения в натуру проекта расположения сейсморазведочных профилей относительно пунктов государственной геодезической сети, определения планового и высотного положения пунктов геофизических наблюдений, составления топоосновы в масштабе 1:100 000 для построения структурных карт, составления каталога координат и высот пунктов геофизических наблюдений.

Все виды топографо-геодезических работ выполняются на основе требований «Инструкции по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ» (г.Новосибирск, 1997).

В качестве плановой и высотной опоры используются пункты триангуляции и пункты GPS, что позволяет выполнять полевые работы с достаточно высоким качеством.

Вынос проектных профилей в натуру производится электронными тахеометрами марки «Leica» методом проложения теодолитных ходов по трехштативной системе с разбивкой пунктов геофизических наблюдений. Сгущение опорной сети производится спутниковой навигационной аппаратурой серии «Trimble 5700», в виду недостаточной плотности Государственной геодезической сети (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – GPS приемник и система спутникового позиционирования Trimble 5700, электронные тахеометры Leica TS06 и Leica TPS800

Камеральная обработка полевых материалов выполняется на PC IBM с использованием пакетов лицензионных программ «CREDO», «Trimble Business Center».

Общая длина профилей для выполнения топографо-геодезических работ составляет 600 пог. км.

Среднеквадратическая ошибка планового определения положения пунктов геофизических наблюдений не должна превышать +10 м. Среднеквадратическая ошибка определения высот пунктов геофизических наблюдений +1,0 -1,5 м.

2.7 Цифровая обработка сейсмических данных

В процессе обработки будет использована некоммерческая версия программного обрабатывающего комплекса компании Schlumberger – Omega 2-12, с поддержкой и доступом ко всем передовым технологиям обработки компании WesternGeco. Обработка будет проводиться специалистами филиала ООО «Гео-Прайм»-«Томская геофизическая компания».

Для выполнения цифровой обработки сейсмических данных предлагается реализовать следующий граф [40]:

- Ввод полевых данных (SEG Y) и перевод в формат OMEGA;
- Ввод геометрии в заголовки трасс;
- Проверка качества сейсмического материала, контроль геометрии, редакция;
- Расчет статических поправок по преломленной волне;
- Учет геометрического расхождения с использованием функции T^{*N} ;
- Шумоподавление до деконволюции:
 - адаптивная фильтрация (подавление поверхностной волны-помехи);
 - подавление аномальных амплитуд в сортировке ОПВ;
 - подавление линейных волн-помех.
- Первая итерация скоростей
- Первая итерация автоматической коррекции остаточных статических поправок;
- Поверхностно-согласованная деконволюция;
- Шумоподавление после деконволюции:
 - подавление шума медианной фильтрацией в сортировке ОПВ;
 - подавление линейных волн-помех;
 - подавление шума медианной фильтрацией в сортировке ОГТ;
 - широкополосный фильтр.
- Поверхностно-согласованная нормализация амплитуд;
- Вторая итерация скоростей;
- Вторая итерация автоматической коррекции остаточных статических поправок;
- Подавление кратных волн;
- Поверхностно-согласованная нормализация амплитуд;
- Третья итерация скоростей;

- Третья итерация автоматической коррекции остаточных статических поправок;
- Получение временного разреза без миграционных преобразований;
- Миграция Кирхгофа до суммирования;
- Расчет AVO атрибутов и угловых суммарных разрезов;
- Расчет параметров когерентности.

На всех этапах выполнения графа обработки предусматривается получение контрольных сумм. Для контроля качества всех этапов обработки необходимо тестирование основных параметров процедур на конкретных материалах – с выдачей количественных и качественных оценок каждого последующего значимого этапа.

2.8 Комплексная интерпретация геофизических данных

Интерпретация материалов МОГТ выполняется с применением программных интерпретационных комплексов:

- Программные средства компании **PARADIGM – Seis_X (Horizont Interpretation Mapping Processing)**;
- Программные средства **ИНГГ СО РАН – W_Seis**;
- Программные средства компании **SCHLUMBERGER – Petrel**;
- Программные средства выполнения сейсмической инверсии **Hampson-Russell**, а также **MMRD** и **ISIS** компании **Schlumberger. Isoline**;
- Программные средства графического представления данных - **Petrel; Adobe Systems Incorporated, Corel Corporation** (Adobe Photoshop CS5, Adobe Illustrator CS5, CorelDRVW Graphics X4) – картопостроение, сопровождение базы данных, оформление отчетной графики;
- Программные продукты российских компаний для работы с сейсмическими материалами и данными ГИС:
 - **ScanDigit 4.5, DigitControl 2.4** – оцифровка и контроль оцифрованных диаграмм ГИС;
 - **ГИС-Прайм** – автоматизированная система обработки и интерпретации данных геофизических исследований скважин;
 - **X-Star** – автоматизированная программа интерпретации сейсмических данных.

Комплексная интерпретация сейсморазведочных данных 2Д и ГИС включает в себя [40]:

1. Сбор информации и формирование локальной базы геолого-геофизических данных по участку работ.
 - 1.1. Данные ГИС, дела скважин в цифровом формате;
 - 1.2. Результаты анализов керна, данные ПГИ, испытаний, добычи, ВСП и пр.;
 - 1.3. Априорная геолого-геофизическая информация – корреляция горизонтов, отчеты по полевым работам, обработке и интерпретации сейсмических данных МОГТ-2Д, отчеты по проведению наземных несейсмических методов.
2. Дополнительная обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин при необходимости.
3. Сейсмическая интерпретация:
 - 3.1. Структурная:
 - увязка сейсмических материалов;
 - стратиграфическая привязка отраженных волн к целевым геологическим границам с использованием геосейсмического моделирования по данным АК и ГК-П;
 - трассирование тектонических нарушений и создание разломно-тектонической модели недр;
 - изучение и прогнозирование скоростных характеристик разреза.
 - 3.2. Стратиграфическая:
 - выделение сеймостратиграфических комплексов, соответствующих конкретным условиям осадконакопления в сопоставлении со скважинными данными;
 - детальная корреляция волн внутри сеймокомплексов, картирование границ их прослеживания. Выделение поверхностей несогласий;
 - изучение материалов ГИС, выделение электрокаротажных фаций;
 - построение схем сеймофаций для целевых интервалов разреза на основе классификации формы сейсмических трасс;
 - расчет схем толщин отдельных сеймофациальных единиц, прогноз границ развития различных фациальных зон;
 - реконструкция условий осадконакопления;
 - прогноз зон развития коллекторов, границ замещения пластов-коллекторов, выделяются перспективные ловушки углеводородов неструктурного типа.
 - 3.3. Динамическая:

- расчет сейсмических атрибутов в целевых интервалах временного разреза, построение и анализ схем распределения сейсмических атрибутов по площади;

- совместный анализ сейсмических и скважинных данных на основе статистических методов с целью выявления зависимостей сейсмических атрибутов от петрофизических и геолого-промысловых характеристик целевых объектов (Ноб, Нэф).

4. Инверсия:

4.1. Привязка волнового поля к опорным вертикальным скважинам с расчетом синтетических сейсмограмм;

4.2. Расчет сейсмического импульса, анализ необходимой для инверсии длины сейсмического импульса, сравнение с амплитудно-частотным спектром сейсмических данных;

4.3. Тестирование параметров акустической инверсии: параметра сходимости синтетических и реальных сейсмических данных;

4.4. Выполнение акустической инверсии и оценка ее качества;

4.5. Уточнение корреляции отражающих горизонтов по результатам акустической инверсии;

5. Комплексная геологическая интерпретация сейсморазведки и ГИС:

5.1. Детальная площадная корреляция стратиграфических границ;

5.2. Изучение истории развития геологического строения площади на основе палеотектонического и палеогеоморфологического анализов;

5.3. Прогноз зон наиболее вероятного развития коллекторов на основе изучения условий осадконакопления, районирования динамических полей и геостатистики;

5.4. Выделение прогнозных ловушек углеводородов;

5.5. Оценка качества восстановления упругих свойств по результатам инверсии, проверка выявленных зависимостей между упругими и коллекторскими свойствами по результатам инверсии;

5.6. Построение разрезов когерентности;

5.7. Калибровка и увязка полученных карт прогнозных параметров на имеющиеся в распоряжении результаты интерпретации ГИС по всем скважинам.

6. Построение сейсмогеологической модели на основе полученных по результатам предыдущих этапов данных. Сдача отчёта и подготовка базы данных проекта:

6.1. Оценка перспектив нефтегазоносности (ресурсов);

6.2. Составление рекомендаций по ГРП;

6.3. Составление отчета о результатах работ, защита отчёта;

6.4. Сдача отчёта в территориальные фонды и Росгеолфонд.

3 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

По результатам пятого ежегодного рейтинга вузов RAEX (Эксперт РА) наш университет занимает 4 строчку по условиям для получения качественного образования, наиболее высокий уровень показал МГУ им. М.В.Ломоносова.

В учебных целях по курсу «Сейсморазведка» в ведущем университете используются программная система RadExPro, которая была разработана сотрудниками кафедры сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

Передо мной была поставлена задача оценить эффективность данной программы в целях обучения в нашем университете, и при этом повышая качество образования в Томском политехническом университете.

В данной главе рассмотрены основные сведения об обрабатываемом комплексе RadExpro Professional 2014.3 применительно к выполнению обработки сейсморазведочных данных МОГТ-2Д. Для описания возможности программы был составлен базовый граф обработки. Такой граф включает в себя:

- Ввод полевых данных (SEG-D) и перевод в формат обрабатываемого комплекса;
- Ввод геометрии в заголовки трасс;
- Контроль качества присвоения геометрии наблюдений;
- Контроль качества сейсмического материала,
- Расчет априорных статических поправок;
- Учет геометрического расхождения;
- Шумоподавление;
- Выбор кинематического закона в интерактивном режиме;
- Предсказывающая деконволюция;
- Широкополосный фильтр.
- Получение временного суммарного разреза.

3.1 Характеристика обрабатывающего комплекса RadExpro¹

RadExPro – система для комплексной обработки данных наземной, речной и морской сейсморазведки, контроля качества полевых сейсмических данных.

Система RadExPro работает на обычных персональных компьютерах и представляет собой единую графическую оболочку с интегрированными в нее процедурами математической обработки, анализа и визуализации данных.

Разработчиком программного обеспечения является российская компания ООО «Деко-геофизика СК».

Возможности системы:

- Полнофункциональная обработка данных наземной и морской сейсморазведки 2Д;
- Контроль качества полевых данных сейсморазведки 2Д/3Д;
- Обработка данных ВСП;
- Обработка георадиолокационных данных;
- Обработка и интерпретация КМПВ.

3.2 Цифровая обработка сейсмических данных

Создание проекта

В программе RadExpro обработка данных происходит в рамках проектов. Проект – это база данных, содержащая исходные сейсмические данные, промежуточные и окончательные результаты обработки, а также все потоки и их параметры. Каждый проект хранится в отдельной папке. Особенно удобно, когда проекты можно переносить с компьютера на компьютер обычным копированием папки проекта.

После запуска программы откроется диалоговое окно **Project Manager (Менеджер проекта)** со списком зарегистрированных проектов. Для создания нового проекта необходимо нажать на кнопку **Create new (Создать новый проект)** и определить директорию, где будет храниться проект. Теперь название нового проекта появится в списке (рисунок 3.1).

¹ Э.С. Шестаков. Комплексы программ обработки сейсморазведочных данных: Учеб. пособие для студентов геолог. факультетов, обучающихся по специальности 020 302 «Геофизика». – Саратов: Издательский центр «Наука», 2012. – 104 с.

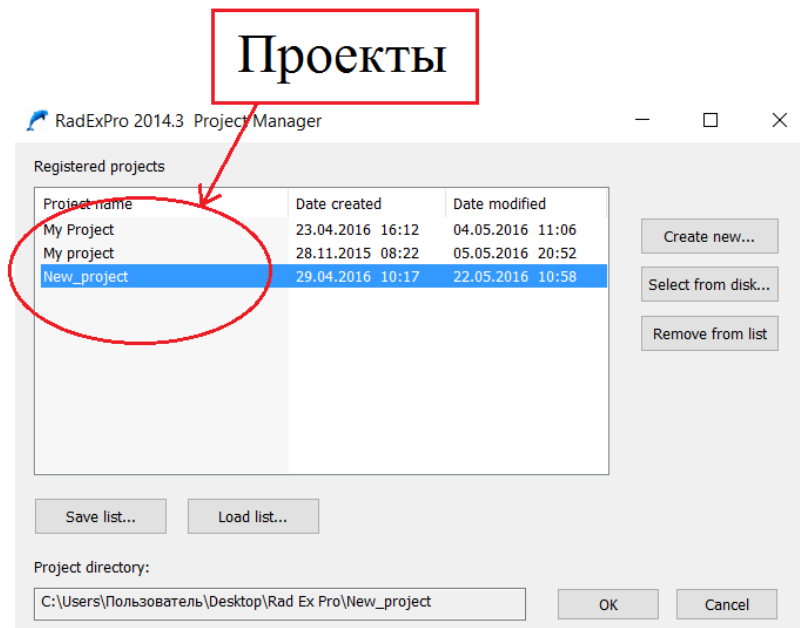


Рисунок 3.1 – Окно менеджера проектов со списком зарегистрированных проектов RadExPro

После создания нового проекта «New_project» откроется основное окно программы RadExPro, где создается дерево проекта: площадь (Area), профиль (Line) и поток обработки (Flow). Площадь может включать в себя несколько профилей, а каждый профиль – несколько потоков обработки.

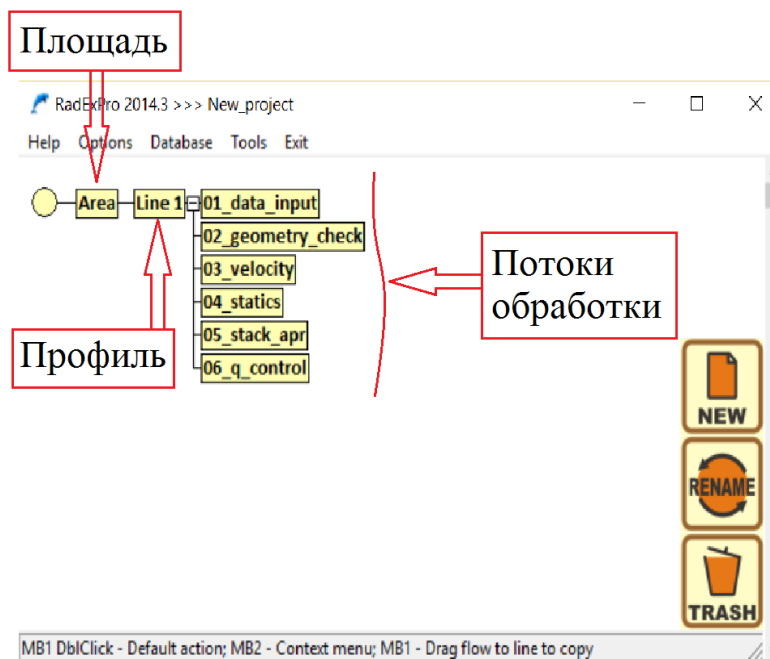


Рисунок 3.2 – Основное окно RadExPro

Ввод данных в формате SEG-D и присвоение геометрии

Исходные данные были в формате SEG-D, которые переведены во внутренний формат обрабатывающей системы RadExPro с помощью модуля «*SEG-D Input*». Информация о геометрии отстрела содержалась в SPS-файлах, полевых рапортах операторов, топографических данных. Эти данные были использованы для создания базы данных геометрии.

Формирование заголовков сейсмических трасс происходит в табличном редакторе заголовков в приложении *Geometry Spreadsheet*. После того по всему объему сейсмограмм был выполнен контроль качества описания геометрии, путем сопоставления теоретических и реальных годографов первых вступлений. Для расчета теоретических годографов использовались удаления и кажущаяся скорость, теоретические годографы накладывались на реальные сейсмограммы (рисунок 3.3). Данная операция была выполнена по всему объему и обеспечивала 100% контроль соответствия между описанной системой наблюдения и сейсмическим материалом.

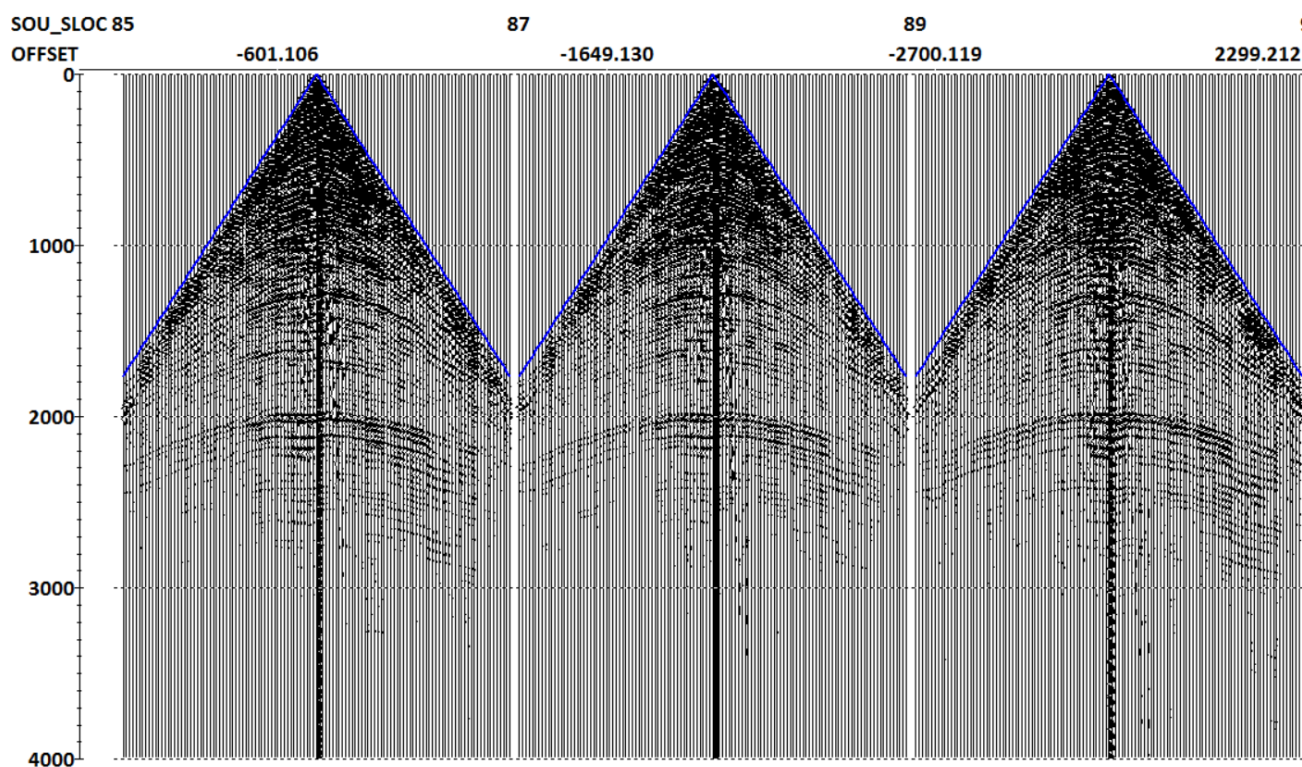


Рисунок 3.3 – Наложение теоретического годографа на реальные сейсмограммы

Контроль качества сейсмического материала

Первичный контроль полученного материала осуществляется оператором на станции. В программе RadExPro рассчитали следующие атрибуты:

- Отношение амплитуды сигнала к амплитуде микросейсм;
- Отношение амплитуды сигнала к амплитуде поверхностной волны;
- Видимая частота сигнала.

Расчет атрибутов выполнялся по сейсмограммам ОПВ в заданных пространственно-временных окнах произвольной формы, соответствующих разным типам волн (рисунок 3.4).

Основными параметрами для оценки записи в пространственно-временных окнах анализа имеют следующие граничные значения:

- $A_{sig}/A_{mic} > 10$;
- $A_{sig}/A_{noise} > 3$;
- $F_{sig} > 15$.

С помощью модуля «*Trace Header Math*» вводили простое математическое выражение, которое быстро отличает бракованные сейсмограммы. Если значения атрибутов не соответствуют указанным граничным условиям, то к заголовку качества присвоится значение 0 (т.е. брак), а в противном случае – 1. Результаты расчета атрибутов выводились в табличном редакторе *Geometry Spreadsheet*.

Анализ значений атрибутивных параметров показал, что все сейсмограммы, в целом, характеризуются хорошим качеством.

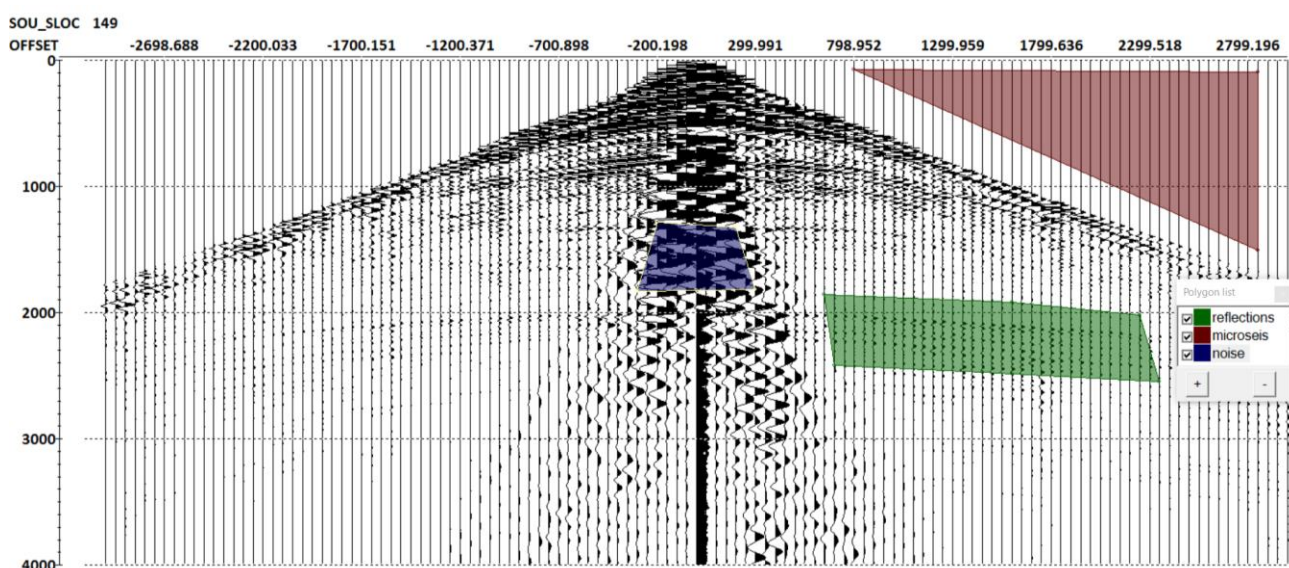


Рисунок 3.4 – Сейсмограмма с заданными окнами для расчета атрибутов записи

Расчет априорных статических поправок

Резкие изменения рельефа поверхности наблюдений, мощностей и скоростей распространения упругих волн в самой верхней части разреза (ВЧР) приводят к тому, что времена прихода отраженных волн на сейсмической записи резко изменяются [33]. В этом случае оси синфазности отраженных волн будут сильно искажены. Повышение прослеживаемости волн возможно только при введении временных сдвигов – статических поправок.

Для расчета статических поправок за рельеф использовалась процедура «*Calculate Statics*», которая использует значения вертикального времени.

При расчете статических поправок были введены следующие параметры:

- Интервал удалений: 0 – 3000 м;
- Скорость замещения: 1700 м/сек;
- Уровень приведения: 0 м.

Компенсация амплитуд за сферическое расхождение

Амплитуда сейсмических колебаний убывает по мере удаления от источника. Учет сферического расхождения в RadExPro производится с помощью опции «*Spherical divergence correction*» в модуле «*Amplitude Correction*», где каждый отсчет трассы умножается на его время и на постоянный коэффициент.

На рисунке 3.5 представлены сейсмограммы ОПВ до и после применения компенсации амплитуд за сферическое расхождение.

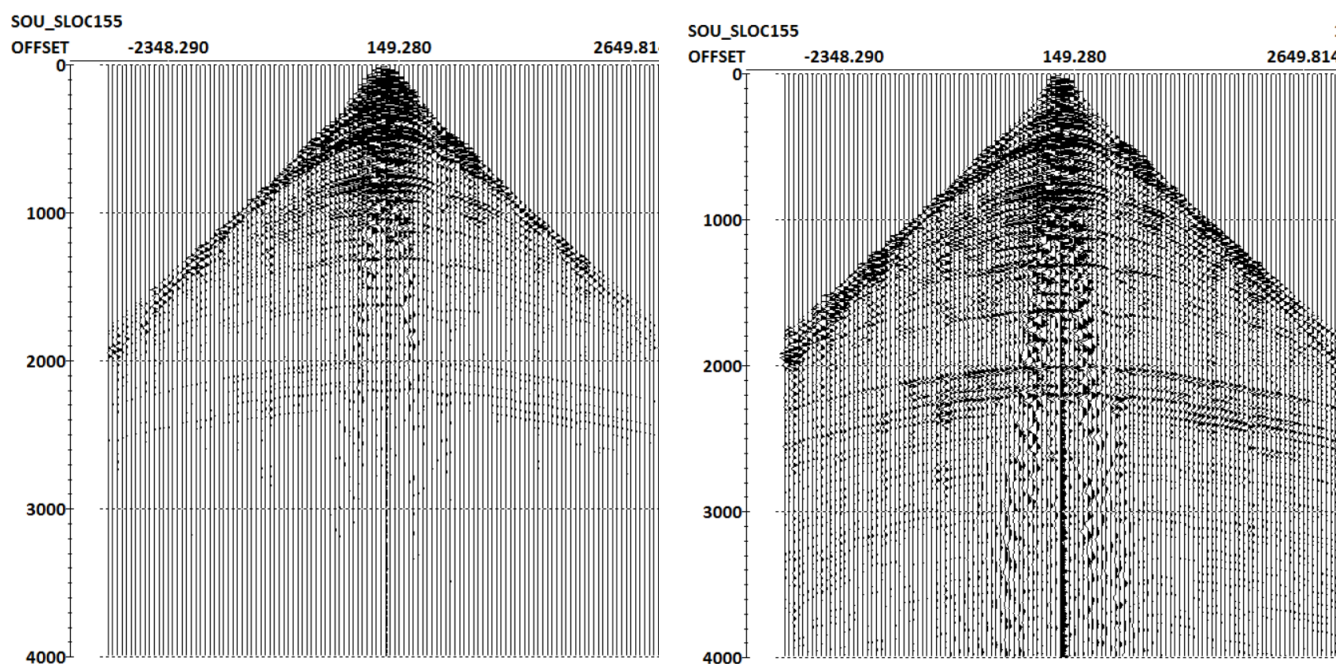


Рисунок 3.5 – Пример сейсмограмм до и после применения компенсации амплитуд за сферическое расхождение

Шумоподавление

1. Подавление поверхностной волны-помехи

Поверхностные волны релейевского типа встречается во всех сейсмограммах ОПВ. Такие волны выделяются по следующим характерным признакам:

- отчетливо выделяются расходящийся из источника веер колебаний;
- интенсивность амплитуды таких волн во много раз превышает интенсивность отраженных волн;
- низкие скорости и видимые частоты (4-15 Гц).

Спектр помехи несколько перекрывается со спектром полезного сигнала, поэтому подавление таких волн выполняется с большой осторожностью. Поверхностные волны ослаблялись после применения полосовой фильтрации 0-15-80-100 Гц.

Для подавления поверхностных волн использовался модуль «*TFD Noise Attenuation*». В данном модуле по всей сейсмограмме рассчитывается медианное значение, которое берется в качестве порогового. Каждый частотный отсчет сравнивается с указанным пороговым значением. Если значение на текущем отсчете превышает пороговое значение, то оно заменяется медианным.

Для подавления шума были выбраны следующие значения параметров:

- Ширина пространственного окна: 30 трасс;
- Ширина временного окна: 400 мс;
- Частотный диапазон: 0-15 Гц;
- Порог: 2
- Время применения: 0 - 4000 мс

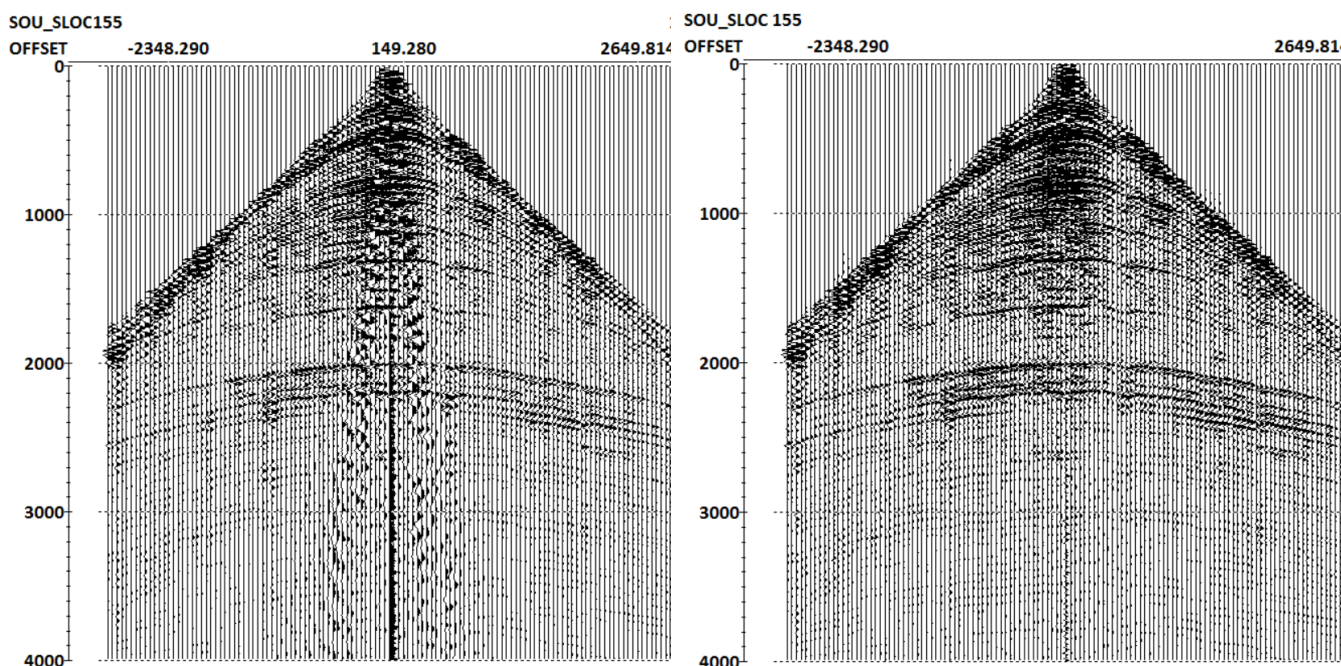


Рисунок 3.6 – Пример сейсмограммы до и после подавления поверхностных волн

На рисунке 3.6 приведен пример сейсмограммы ОПВ до и после подавления поверхностных волн.

2. Подавление аномальных амплитуд

Для подавления нерегулярных помех с аномальными амплитудами на данном этапе использовалась процедура «*Burst Noise Removal*», в процессе которой средние значения амплитуд в окне сравниваются со средними абсолютными значениями амплитуд по всем трассам в потоке. Если в процессе выполнения процедуры не выявляются аномальные характеристики в пределах временных и/или частотных окон, данные пропускаются без изменений. В противном случае, заменяется на среднее значение.

Значения параметров:

- Размер скользящего окна: 9 трасс;
- Порог: 3

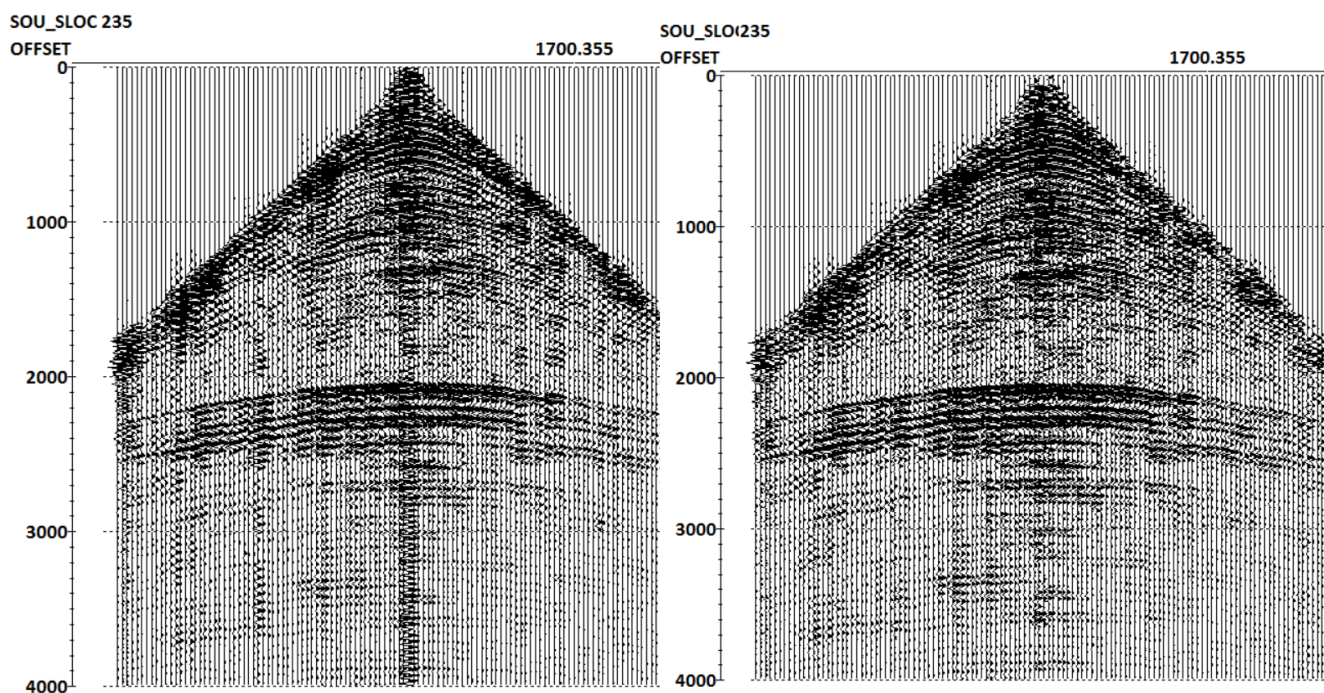


Рисунок 3.7 – Пример сейсмограммы до и после подавления аномальных амплитуд

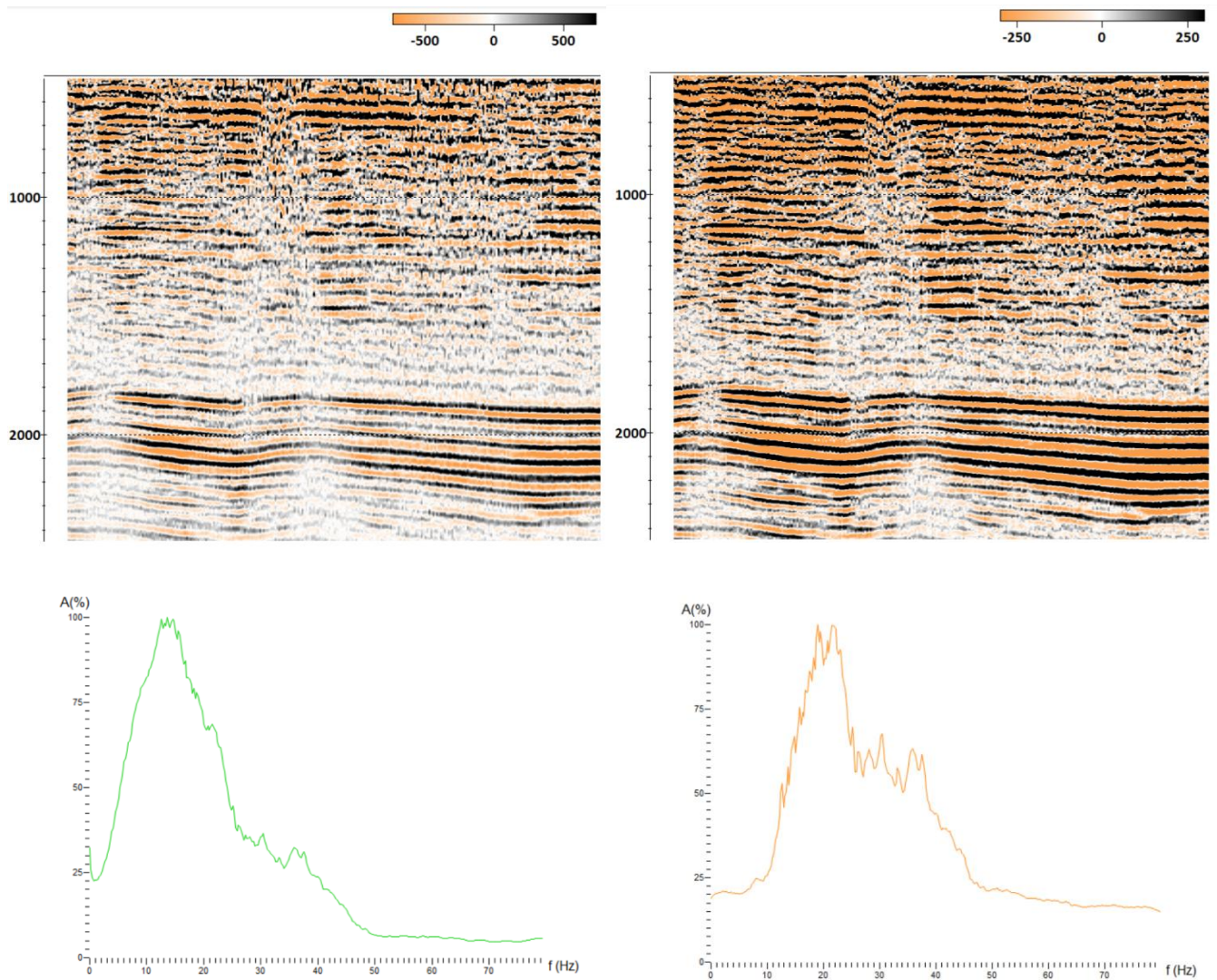


Рисунок 3.8 – Примеры фрагментов сумм и частотные спектры до и после шумоподавления по профилю

Контроль качества шумоподавления осуществлялся по сейсмограммам ОПВ и суммарным разрезам. На рисунках 3.6, 3.7 и 3.8 приведены примеры сейсмограмм и суммарных разрезов до и после шумоподавления.

Расчет априорной кинематики

Подбор скоростей происходит в интерактивном режиме с помощью модуля «*Interactive Velocity Analysis*». Исходными данными являются наборы трасс (супер-сейсмограммы), состоящие из нескольких сейсмограмм ОГТ. Использование супер-

сейсмограмм позволяет проследить оси синфазности отраженных волн гораздо уверенней, чем на одиночных сейсмограммах ОГТ [37].

Были рассчитаны спектры скоростей (Sembalance), суперсейсмограммы, фрагмент суммарного разреза (FLP) и панель перебора скоростей суммирования (CVS).

Пикировка скоростного закона производится по спектру скоростей, по максимумам энергии спектра. Контроль качества осуществлялся по сейсмограммам ОГТ с введенными кинематическими поправками, а также по суммарным разрезам (рисунок 3.9).

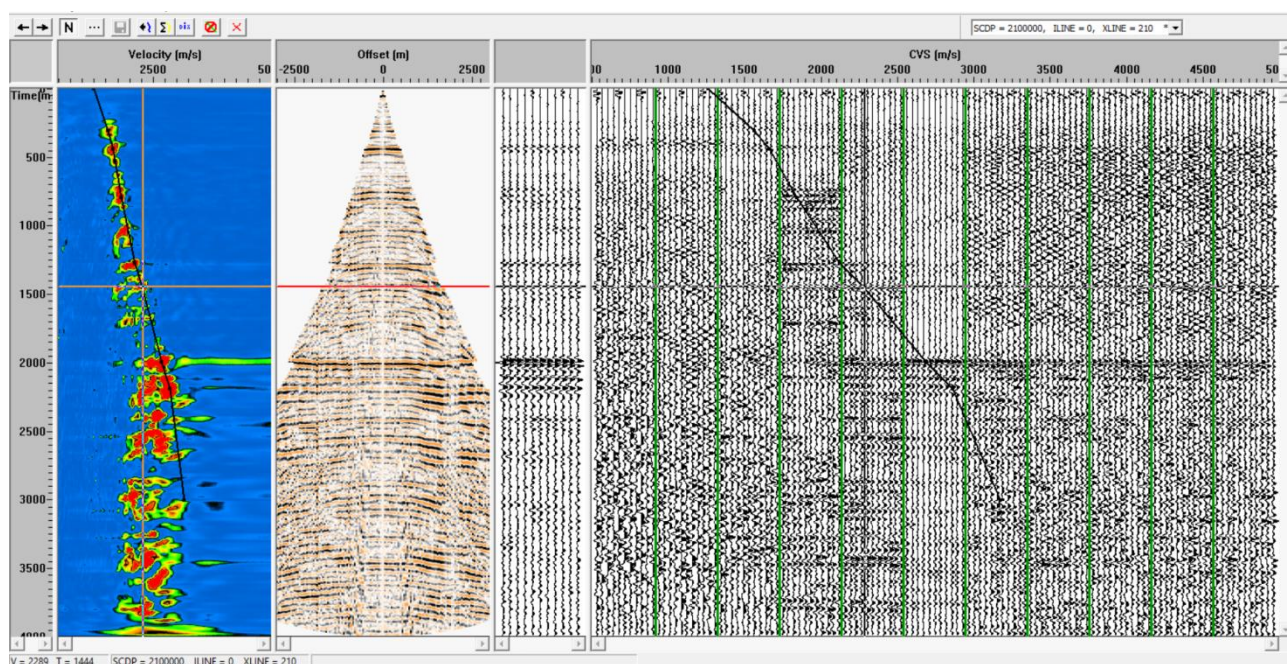


Рисунок 3.9 – Рабочее окно модуля «Interactive Velocity Analysis»

Деконволюция

С целью повышения разрешенности записи к данным была применена предсказывающая деконволюция. Деконволюция выполняет оценку формы входного импульса на основе разложения спектральных оценок исходной записи, что позволяет ослабить влияние случайных вариаций спектра исходной записи на оценку формы входного импульса, стабилизировать по площади форму входного сигнала и сохранить относительные амплитуды сейсмических трасс.

Были протестированы расположение окон настройки и применения операторов деконволюции, процент белого шума, величина интервала предсказания и длина оператора деконволюции. Выбраны следующие параметры:

- Длина оператора: 380 мс
- Интервал предсказания: 8 мс
- Процент белого шума: 0,1 %

В результате выполнения предсказывающей деконволюции удалось повысить разрешенность записи, произошло расширение частотного спектра исходных данных. На рисунках 3.10, 3.11 представлены фрагменты разрезов и сравнение амплитудно-частотных спектров до и после выполнения деконволюции.

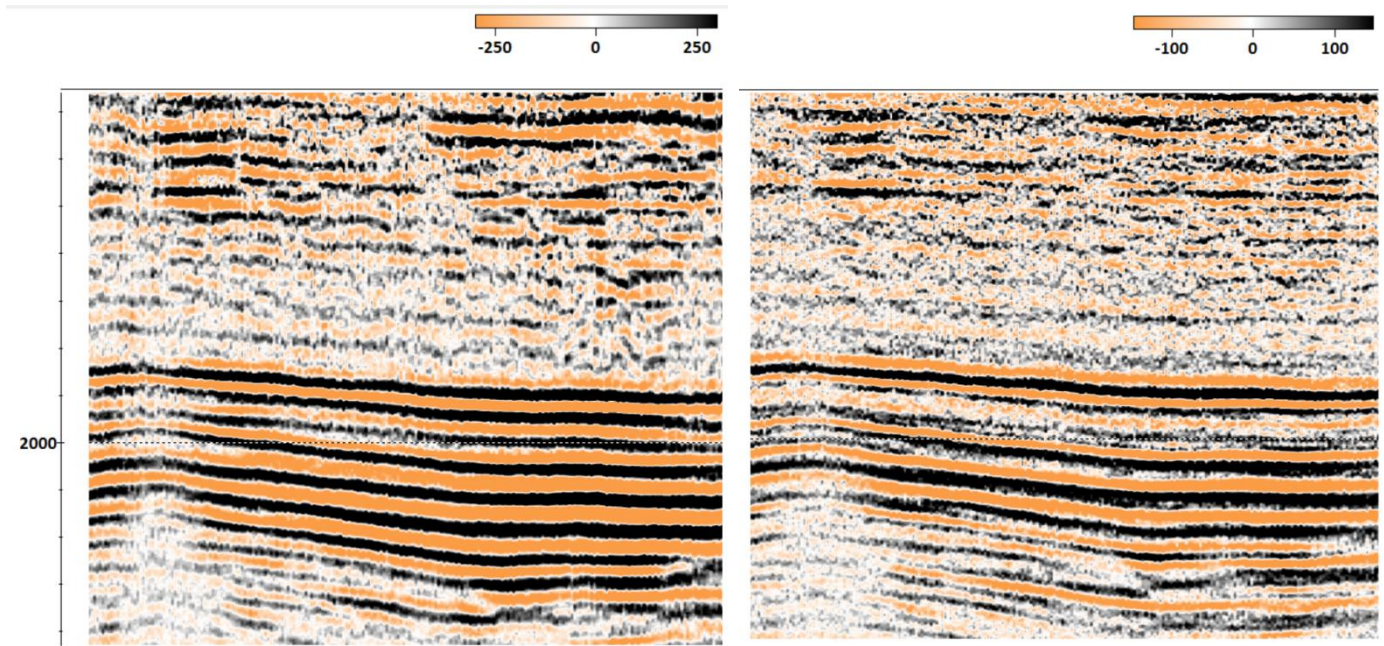


Рисунок 3.10 – Фрагменты разрезов до и после применения предсказывающей деконволюции

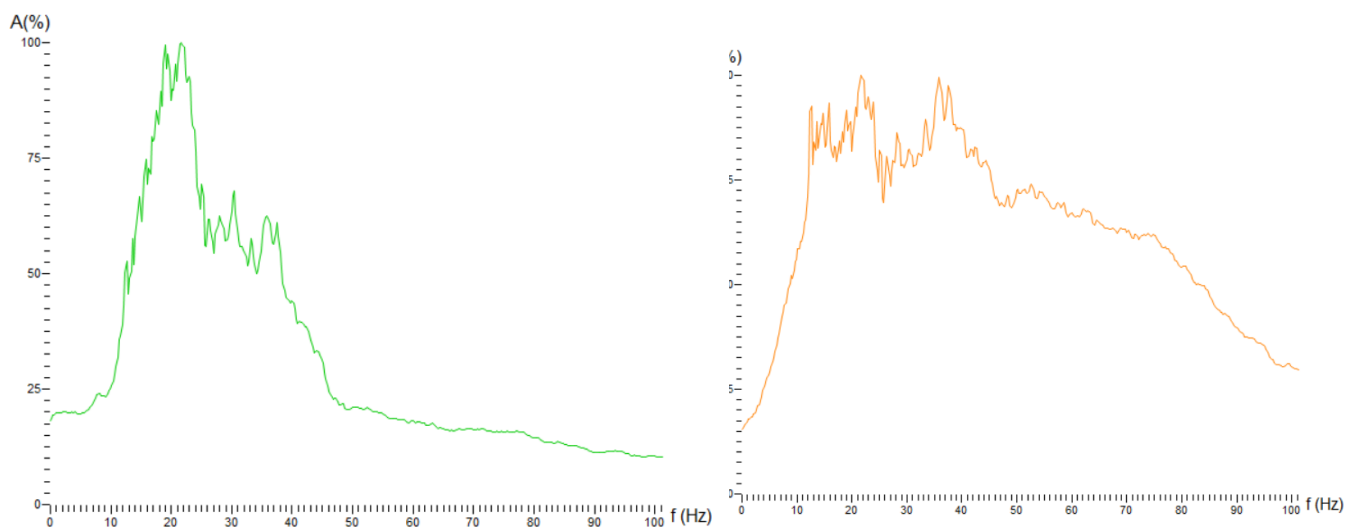


Рисунок 3.11 – Частотные спектры до и после применения предсказывающей деконволюции

Суммирование трасс по ОГТ

В данном потоке необходимо произвести сортировку трасс в ансамбли по ОГТ, ввести кинематические и статические поправки и просуммировать трассы, соответствующие одному и тому же ОГТ.

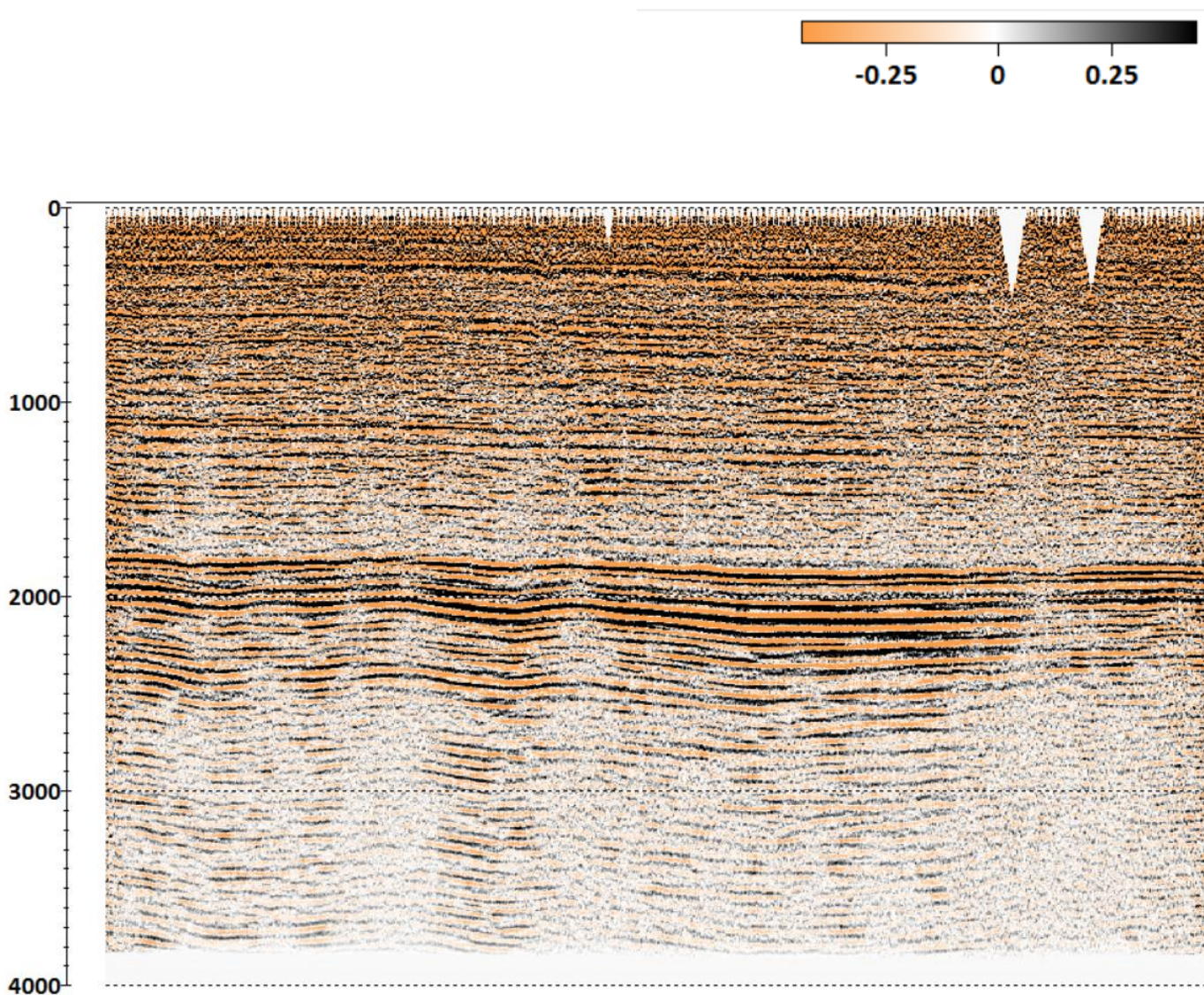


Рисунок 3.12 – Конечный разрез по профилю

3.3 Результаты

В результате выполнения обработки сигнала были получены сейсмограммы и временной разрез с максимально возможной разрешенностью записи и надежной прослеживаемостью отражающих горизонтов с использованием минимальным количеством процедур. Подробное описание о проделанной работе можете посмотреть в приложении Г.

Работая в программе, выделяем следующие преимущества:

- Простой и понятный интерфейс программы;
- Удобный способ хранения в базе данных проекта;
- Возможность параллельно запускать несколько потоков обработки;
- Возможность создания потоков обработки из большого количества модулей;
- Возможность в интерактивном режиме проводить обработку данных;
- Наличие обучающих материалов на официальном сайте программы.

Я считаю, что данная программная система будет очень полезна студентам-геофизикам для понимания, изучения и освоения обработки как этапа сейсморазведочных работ.

Заключение

Основные результаты работ сводятся к следующему:

1. Изучены геологическое строение, тектоника и нефтегазоносность Бакчарской впадины;
2. Определена необходимость проведения сейсморазведочных работ МОГТ-2Д в Бакчарской впадине с целью изучения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности;
3. Рассчитана оптимальная методика полевых работ, а также граф цифровой обработки и способы интерпретации сейсмических материалов;

В районе Бакчарской впадины возможно наличие значительных запасов углеводородов, что их открытие позволило бы расширить границы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и значительно улучшить географию добывающих районов Томской области. Поэтому необходимо отработать сеть сейсморазведочных профилей МОГТ-2Д с протяженностью 600 пог.км.

Список использованных источников

Нормативная:

1. ГОСТ 12.0.003–74. (с изм. 1999 г.) ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
5. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
7. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
9. ГОСТ 16821-91. Сейсморазведка. Термины и определения.
10. ГОСТ Р 53691-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт отхода I-IV класса опасности. Основные требования.
11. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
12. НПБ 166-97. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
13. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах.
14. ПБ 13-407-01. Единые правила безопасности при взрывных работах.
15. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. (Утв. приказом Минэнерго России от 08.07.2002 №204).
16. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

17. РД 13-522-02. Инструкции по предупреждению, обнаружению и ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ на земной поверхности и в подземных условиях.

18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

20. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы (СН). вып. 9. Топографо-геодезические и маркшейдерские работы. М., 1992 г.

21. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы (СН). Выпуск 3. Геофизические работы. Часть 1. Сейсморазведка. – М. 1992.

22. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы (СН). Выпуск 5. Разведочное бурение. М., 1993 г.

23. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы (СНОР). Выпуск 3. Геофизические работы. Часть 1. Сейсморазведка. М., 1993. – 55 с.

24. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы (СНОР). Выпуск 5. Геологоразведочное бурение. М., 1993. – 112 с.

25. Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы (СНОР). Выпуск 9. Топографо-геодезические и маркшейдерские работы, 1993 г., М. – 32 с.

26. СП 12.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

27. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 30.12.2015)

Опубликованная:

28. Артемьев А.Е. Физические основы сейсморазведки: Учебное пособие - Саратов: ООО Издательский Центр "Наука", 2012. - 56 с.

29. Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика: Учеб. Для вузов. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2010. – 479 с.: ил.

30. Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2007. – 690 с.

31. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. – метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 145 с.

32. Напалков Ю.В., Сердобольский Л.А. Руководство по проектированию работ сейсмическим методом ОГТ. Московский институт нефтехимической и газовой промышленности им.И.М.Губкина, 1980 г.

33. Резяпов Г.И. Сейсморазведка: учебное пособие / Г.И. Резяпов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 310 с.

34. Руководство по общим требованиям безопасности при проведении геофизических работ / Подготовлено Департаментом ОТ, ПБ и ООС ЗАО «ГЕОТЕК Холдинг». - г. Москва. - 113 стр.

35. Телегин А.Н. Методика и технология сейсморазведочных работ методом отраженных волн: Учеб. пособие / А.Н.Телегин. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2010. 83 с. + 5 вклеек.

36. Э.С. Шестаков. Комплексы программ обработки сейсморазведочных данных: Учеб. пособие для студентов геолог. факультетов, обучающихся по специальности 020 302 «Геофизика». – Саратов: Издательский центр «Наука», 2012. – 104 с.

37. RadExPro 2014.3. Руководство пользователя. – М.: ООО Деко-геофизика, 2014. – 465 с.

Фондовая

38. Отчет о результатах работ по объекту №15 «Проведение сейсморазведочных работ МОГТ-2Д в пределах Бакчарской впадины, обоснование и подготовка моделей залежей юрских отложений депрессионных зон юго-востока Западной Сибири на ее примере с целью расширения ресурсной базы углеводородов на юго-востоке Западно-Сибирской плиты (Томская область)». - Новосибирск, 2015 г.

39. Информационный геологический отчет о выполнении работах по объекту №15 "Проведение сейсморазведочных работ МОГТ-2Д в пределах Бакчарской впадины, обоснование и подготовка моделей залежей юрских отложений депрессионных зон юго-востока Западной Сибири на ее примере, с целью расширения ресурсной базы углеводородов на юго-востоке Западно-Сибирской плиты (Томская область)". - Томск, 2014 г.

40. Пояснительная записка с обоснованием качественных и количественных характеристик работ. - Томск, 2013 г.