

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

Школа _____ Инженерная школа природных ресурсов _____
Специальность_ 21.05.03 «Технология геологической разведки»
Отделение школы (НОЦ)_ Отделение Геологии _____

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Уточнение коллекторских свойств верхнеюрских отложений Бурановской площади на основе математического моделирования

УДК 551.762.3:552.578.2.061.4(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Иванова Алена Ариановна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	Д-ф.м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По геологической части

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Т.В.	К.г-м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	Д-ф.м.н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Универсальные компетенции	
P1	Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности
P2	Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности
P3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	
P4	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P5	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P6	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экологическом и социальном контексте
P7	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P8	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P9	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P10	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
P11	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Немирович-Данченко М.М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
223Б	Ивановой Алене Ариановне

Тема работы:

Уточнение коллекторских свойств верхнеюрских отложений Бурановской площади на основе математического моделирования

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---------------------------------------------	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы; вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики, пройденной в отделе территориального геологического фонда, который является структурным подразделением филиала по Томской области ФГУ «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу».
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>Географо-экономический очерк района работ и его краткая геолого-геофизическая изученность. Геолого-геофизическая характеристика района работ. Нефтегазоносность. Сейсмологическая характеристика района работ. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований. Построение моделей и расчеты временного разреза для уточнения коллекторских свойств на основе математического моделирования</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Геология</p>	<p>Тимкин Т.В.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Пожарницкая О.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Задорожная Т.А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p></p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	д-ф.м.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Иванова Алена Ариановна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 91 с., 20 рис., 23 табл., 33 источников.

Ключевые слова: Томская область, Каргасокский район, сейсморазведочные работы МОГТ-2D, нефтегазоперспективные отложения.

Объектом исследования являются верхнеюрские отложения Бурановской площади.

Цель работы – уточнение коллекторских свойств верхнеюрских отложений на основе математического моделирования.

В процессе выполнения работы проводились сбор и анализ геолого-геофизических материалов, составление проектно-сметной документации.

ESSAY

Graduation qualifying work 91 p., 20 fig., 23 tabl., 33 sources.

Keywords: Tomsk Region, seismic, Kargasoksky district CDP-2D, as the sediments.

The object of research are the upper Jurassic sediments of Buranovsky square.

The aim of this work is the refinement of reservoir properties of the upper Jurassic sediments based on mathematical modelling.

The study carried out to collect and analyze geological and geophysics data, preparation of construction documents.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- 2Д – двухмерная разведка
ВВ – взрывчатое вещество
ВМ – взрывчатые материалы
ВЧР – верхняя часть разреза
ВСП – вертикальное сейсмическое профилирование
ГИС – геофизическое исследование скважин
ГСЗ – глубинное срединное зондирование
инт. – интервал
ИП – испытание пластов
МОГТ – метод общей глубинной точки
НГГЗК – нефтегазоносный горизонт зоны контакта
НГР – нефтегазогеологический район
ОГТ – общая глубинная точка
ПВ – пункт взрыва
ПП – пункт приема
ПР – профиль
СК – сейсмический каротаж
скв. – скважина
с/п – сейсмическая партия
УВ – углеводороды
ф.н. – физическое наблюдение

Оглавление

РЕФЕРАТ	5
ESSAY	6
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	7
Введение.....	10
1. Общие сведения об объекте исследования.....	11
1.1. Географо-экономический очерк.....	11
1.2. Краткая геолого-геофизическая изученность.....	12
2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования	15
2.1. Стратиграфия	15
2.2. Тектоника.....	22
2.3. Нефтегазоносность	27
2.4. Сейсмогеологическая характеристика района работ	30
3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований	31
3.1. Анализ структурного плана	31
3.2. Дююрский сейсмогеологический комплекс	32
3.3. Нижнеюрский (плинсбах-раннетоарский) сейсмогеологический комплекс	33
3.4. Среднеюрский (байос-батский) сейсмогеологический комплекс.	35
3.5. Средне-верхнеюрский (келловей-волжский) сенсмогеологический комплекс.	35
3.6. Неокомский сейсмогеологический комплекс	38
4. Построение моделей и расчеты временного разреза для уточнения коллекторских свойств верхнеюрских отложений.....	41

4.1 Построение сложных пространственных моделей для прямых задач сейморазведки	41
4.2 Проведение расчетов	48
4.3 Модельные неоднородности в волновом сейсмическом поле	48
4.4 Расчет влияния нефтенасыщения слоя на расчетное волновое поле	52
Заключение	57
Использованная литература	58

Введение

Район работ расположен в Каргасокском районе Томской области.

Ранее на исследуемом участке сейсморазведочные работы МОГТ-2Д выполнялись Томским геофизическим трестом.

Работа направлена на уточнение коллекторских свойств отложений верхней юры Бурановской площади. В качестве исходного материала используются отчеты с Томского геологического фонда о проделанной площадных и детализационных работах и интерпретации материалов МОГТ-2Д.

Целью работы является уточнение коллекторских свойств верхнеюрских отложений с использованием математического моделирования.

Основные задачи включают:

- создание сейсмогеологической модели по полученному сейсмическому профилю;
- расчет и анализ временных разрезов;
- уточнение коллекторских свойств верхнеюрских отложений с помощью численных методов математического моделирования.

1. Общие сведения об объекте исследования

1.1. Географо-экономический очерк

Бурановская площадь в административном отношении расположена в Каргасокском районе Томской области. Отдаленность его от ближайшего населенного пункта пос. Каргасок составляет 90 км (рис.1.1). Восточная граница участка примыкает к зоне прохождения магистральных нефте- и газопроводов.

Площадь приурочена к южной части лицензионного участка №74 (Рабочий). Площадь лицензионного участка составляет 3492 км².



Рис. 1.1 Обзорная карта

Территория покрыта лесом, поймами рек и болотами. Лесной покров таежного типа представлен лиственными и хвойными породами. Площадь исследований дренируется притоками р. Обь: р. Васюган, р. Чижалка, р. Нюролька и более мелкими реками и ручьями. Пойменные участки и болота непроходимы для транспорта в летнее время и труднопроходимы зимой. Транспортировка грузов может осуществляться водным транспортом, а также по зимним дорогам.

Рельеф местности равнинный. Климат континентальный, с продолжительной холодной зимой (t° достигает -50°C) и коротким теплым

летом (до +35°C). Мощность снегового покрова достигает 1,0 - 1,5 м. Озера, реки, болота промерзают во второй половине декабря.

1.2. Краткая геолого-геофизическая изученность

Участок относится к слабоизученной территории Томской области. Плотность сети профилей МОГТ не превышает 0,31 км/км². Сейсморазведочные работы МОГТ проводились в период с 1979 -1988 гг. Томским геофизическим трестом. Наиболее изучены южная, юго-восточная части участка (рис. 1.2). Сейсморазведочные исследования ВСП и СК проведены в скважинах Головная Р-352, Ураловская Р-301 и Тростниковая Р-281 и в непосредственной близости от участка в скважинах Ступенчатая Р-5, Северо-Мыльджинская Р-1. Более полные сведения о геолого-геофизической изученности района приведены в таблице 1.1.

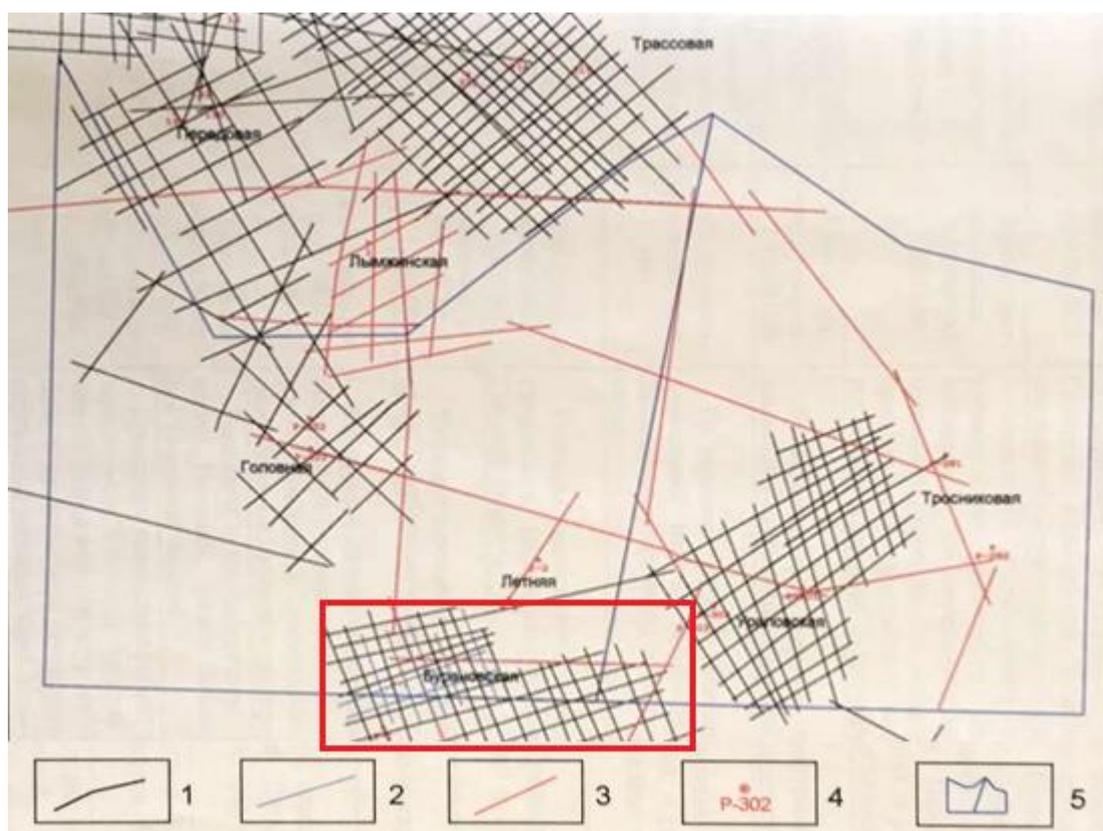


Рис. 1.2 Схема изученности лицензионного участка №74

Условные обозначения: 1- сейсмические профили МОГТ прошлых лет; 2- профили с/п б/04; 3- профили по которым отсутствует архивный материал; 4- разведочные скважины; 5- границы лиц. участка №74

Геолого-геофизическая изученность

Организация и год проведения работ	Вид и масштаб работ	Краткие результаты работ
1	2	3
ЗСГУ 1947-1952	Геологическая съемка 1:1000000	Составлена геологическая карта Западно-Сибирской низменности. Установлено повсеместное развитие антропогенных и неогеновых осадков
Васюганская аэромагнитная партия, СГТ 1952-1956 гг.	Аэромагнитная съемка 1:1000000 1:200000	Составлены аэромагнитные карты. Проведено районирование фундамента Западно-Сибирской низменности. По характеру геофизических полей оценены глубины до его поверхности. Получены представления о простирании, очертаниях и размерах основных структурно-тектонических элементов
Партии ККГЭ и СОКГЭ. 1954-1961 гг.	Гравиметрическая съемка 1:1000000	Установлена связь крупных гравиметрических аномалий с внутренним строением фундамента
Новосибирская структурно-поисковая экспедиция.	Структурно-поисковое бурение	По верхним горизонтам выявлен крупный антиклинальный перегиб, соответствующий Средне-Васюганскому мегавалу, отмечен ряд мелких перегибов
СОКГЭ 15,16/59 20/60, 1959-1961 гг.	Маршрутные работы МОВ 1:200000	Уточнено геологическое строение Средне-Васюганского и Парабельского мегавалов и Усть-Тымской впадины.
СОКГЭ 4/64	Площадные работы ЗПВ 1:200000	Уточнено строение фундамента северо-западного крыла Парабельского мегавала
СОКГЭ 12/66-67	Площадные работы МОВ 1:100000	Оконтурирована Лесная приподнятая зона, намечены Передовая и Головная группы поднятий. Детализированы Ураловская, Тростниковая структуры, выявлены Летний и Двойной и др. перегибы
СОКГЭ 3,6,12/67-68	Площадные работы МОВ 1:100000	Выявлены и детализированы Передовое, Межозерное, Головное, Летнее, Лесное поднятия. Выделен Трассовый перегиб.
ТГТ 8/79-80	Площадные работы МОГТ 1:100000	Проведены площадные работы в пределах Межозерного вала. Уточнено строение Головной, Межозерной, Передовой структур по Усть-Тымской впадине и прилегающим территориям. Составлен региональный маршрут через Усть-Тымскую впадину и сочленение Александровского, Средне-Васюганского и Пыль-Караминского мегавалов
«Новосибирскгеология» ЦГЭ 38/81-82	Аэромагнитная съемка 1:50000	Построена схематическая карта распространения комплексов пород доюрского основания центральной части Усть-Тымской впадины. Выявлены участки вероятного развития отложений промежуточного этажа
Новосибирская структурно-поисковая экспедиция.	Структурно-поисковое бурение	По верхним горизонтам выявлен крупный антиклинальный перегиб, соответствующий Средне-Васюганскому мегавалу, отмечен ряд мелких перегибов

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3
СОКГЭ 15,16/59 20/60, 1959-1961 гг.	Маршрутные работы МОВ 1:200000	Уточнено геологическое строение Среднеvasюганского и Парабельского мегавалов и Усть-Тымской впадины.
СОКГЭ 4/64	Площадные ра- боты ЗПВ 1:200000	Уточнено строение фундамента северо-западного крыла Парабельского мегавала
СОКГЭ 12/66-67	Площадные ра- боты МОВ 1:100000	Оконтурилена Лесная приподнятая зона, намечены Передовая и Головная группы поднятий. Детализированы Ураловская, Тростниковая структуры, выявлены Летний и Двойной и др. перегибы
СОКГЭ 3,6,12/67-68	Площадные работы МОВ 1:100000	Выявлены и детализированы Передовое, Межозерное, Головное, Летнее, Лесное поднятия. Выделен Трассовый перегиб.
ТГТ 8/79-80	Площадные работы МОГТ 1:100000	Проведены площадные работы в пределах Межозерного вала. Уточнено строение Головной, Межозерной, Передовой структур по Усть-Тымской впадине и прилегающим территориям. Составлен региональный маршрут через Усть-Тымскую впадину и сочленение Александровского, Среднеvasюганского и Пыль-Караминского мегавалов
«Новосибир- скгеология» ЦГЭ 38/81-82	Аэромагнитная съёмка 1:50000	Построена схематическая карта распространения комплексов пород доюрского основания центральной части Усть-Тымской впадины. Выявлены участки вероятного развития отложений промежут. этажа
ТГТ 16/84-85	Площадные рекогносциро- вочные работы МОГТ 1:100000 1:200000	Получены новые сведения о строение осадочного чехла и подошвы юрских отложений. Выявлены Рабочий и Усть-Чижапский перегибы. Изучен характер изменения мощностей юрских отложений в зоне Усть-Тымского грабен рифта.
ТГТ 8,17/87-88	Площадные и детализацион. работы МОГТ 1:50000	Уточнено геологическое строение Двойного, Ясного, Ураловского поднятий по поверхности доюрского фундамента и горизонтам мезозойско-кайнозойского чехла. Подготовлено к бурению Ясное и переподготовлено Ураловское поднятия.
«Томскнеф- тегазгеология» КОНГРЭ 1967-2001	Глубокое поисково- разведочное и параметрическое бурение	Разбурены Ураловская, Тростниковая, Летняя, Лесная, Головная, Бурановская, Двойная, Ступенчатая, Косальская, Ясная структуры
ТГТ с/каротажная партия 19 1963- 2000	Сейсмокаротажные работы и ВСП	Получены сведения о средних интервальных и пластовых скоростях продольных волн осадочного чехла и доюрского фундамента по скважинам: Головной-352, Ураловской-301, Тростниковой-281, Ступенчатой-5, Северо-Мыльджинской-1

2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования

2.1. Стратиграфия

В строении геологического разреза района исследований принимают участие отложения двух крупных комплексов: доюрского фундамента и мезозойско-кайнозойского платформенного чехла (рис. 2.1).

Доюрский комплекс. Для седиментогенеза Усть-Тымской впадины, в пределах которой расположен лицензионный участок, в палеозое характерно большое разнообразие фаций, доминирование обстановок, неблагоприятных для развития фауны и широкое проявление кислого вулканизма в позднем палеозое. На эрозионно-тектоническую поверхность здесь выведены в основном терригенно-вулканогенные породы разной степени метаморфизованности. На Бурановской площади образования доюрского комплекса не вскрыты. На сопредельных площадях большинством скважин вскрыты эффузивные породы кислого состава, определенные Л. В. Смирновым (НПО «Сибгео») как липаритовая формация триасового возраста.

По исследованиям Исаева Г.Д. наиболее древние породы доюрского фундамента (рис. 2.2), датируемые нерасчлененным кембрий-ордовиком, представлены интенсивно дислоцированными глинистыми сланцами, метаморфизованными туфами и туфопесчаниками перемятыми, карбонатизированными, хлоритизированными отложениями.

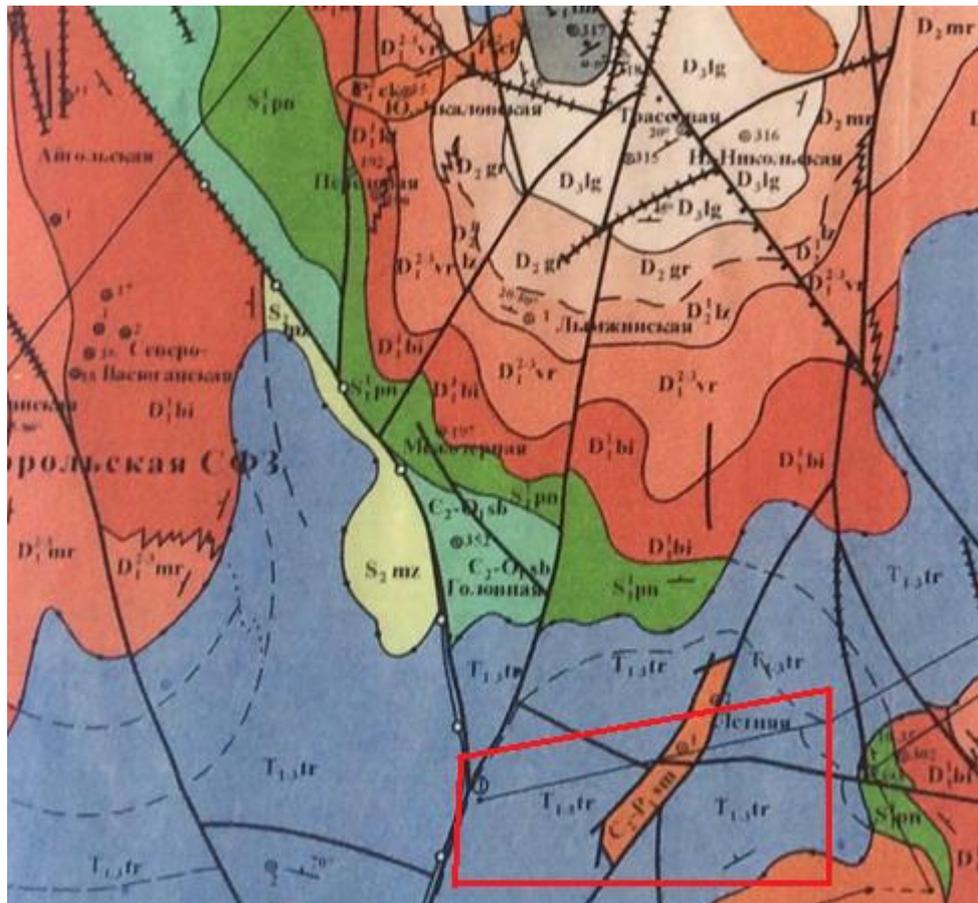
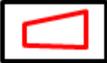


Рис. 2.2 Выкопировка из схематической геологической карты Сильгинской структурно-фациальной зоны доюрских образований, 2000г, Г.Д. Исаев

Условные знаки	
T_{1-3tr}	Триасовая система Нижний-верхний отделы Туринская серия. Серо- и <u>пестроцветные туфопесчаники</u> , туфы порфиритов, <u>пирокластиты</u> , базальтовые порфириты М > 250-620 м
P_{1-2ch}	Пермская система Нижний отдел Восточно-Никольская серия Чкаловская толща. Темно-зелено-серые <u>песчаники</u> , <u>гравелиты</u> , конгломераты, <u>рассланованные аргиллиты</u> , <u>кальцирудиты</u> М ≥ 140 м
	Район работ

Силурийские (пономаревская свита) отложения представлены известняками иссиня-черными с примесью тонкого обломочного карбонатного материала брекчированного, интенсивно трещиноватого. Породы пономаревской толщи имеют высокие для карбонатных пород концентрации урана, что указывает на возможную принадлежность их к нефтематеринским породам доманикового типа.

Отложения нижнего девона (большеическая, варьеганская свиты) представлены эффузивно-осадочным комплексом, также была вскрыта 8-ми метровая толща песчано-гравелито-глинистых пород.

Нерасчлененные каменноугольно-пермские отложения (самлатская свита) представлены порфирами, гранит-порфирами, кислами эффузивами интенсивно переработанными вторичными процессами поверхностного выветривания. Триасовые отложения представлены гравелитами, гравепесчаниками, хлоритизированными туфитами с базальтовыми порфирами.

Мезозойско-кайнозойский комплекс. Мезозойско-кайнозойские отложения слагают платформенный чехол и представлены образованиями юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем.

Юрская система. Отложения юрской системы залегают на дислоцированных породах доюрского фундамента со стратиграфическим перерывом и угловым несогласием.

Отложения юрской системы на исследуемой территории представлены средним и верхним отделами, нижнеюрский отдел, возможно, развит в наиболее погруженных участках территории и выклинивается на выступах доюрского основания.

Нижнеюрские отложения согласно хроностратиграфическому делению юрских отложений подразделяются на урманскую и тогурскую свиты. В изучаемом районе нижнеюрские отложения представлены 3-метровым песчаным пластом Ю₁₆ (верхняя часть урманской свиты) и аргиллитами тогурской свиты толщиной 9м.

Среднеюрские отложения характеризует тамбаевская свита, которая подразделяется на нижнюю, среднюю и верхнюю подсвиты.

Нижнетамбаевская подсвита соответствует верхнетоар-ааленскому комплексу и представляет собой песчано-глинисто-углистую толщу, которая венчается пластом угля $У_{10}$, распространенным практически повсеместно стратиграфически приуроченным к низам байоса. В разрезе этой толщи выделяются песчаные пласты $Ю_{15}$, $Ю_{14}$, $Ю_{13}$, $Ю_{12}$, $Ю_{11}$, местами объединяющиеся в группы пластов и разделяющие их глинистые и глинисто-углистые пачки.

На генезис нижеюрско-ааленских отложений существуют две, не исключаящие друг друга, точки зрения. Одни исследователи считают, что осадконакопление происходило в условиях речных долин. Другие – в крупных опресненных водоемах, заполняющих депрессии в теле фундамента, а точнее, в едином водном бассейне островного типа.

Отложения среднетамбаевской (байос) и верхнетамбаевской (байос-бат) подсвит формировались преимущественно в континентальных озерно-болотно-аллювиальных условиях, а также в обстановке береговых зон и заливов кратковременно ингрессировавших морей на стадии, когда рельеф в значительной степени был сnivelирован. Условия седиментации предопределили отсутствие в разрезе байос-бата региональных коллекторов и региональных экранов. Выделяемые песчаные пласты $Ю_{10}$ – $Ю_2$ имеют локальное распространение и характеризуются значительной латеральной изменчивостью. Песчаные разности обычно мелко-среднезернистые, полимиктовые, средней крепости, глинистые. Покрышками для пластов-коллекторов служат монотонные пачки алевроито-аргиллитовых пород.

Васюганская (наунакская свита) – средняя-верхняя юра. Исследуемый район расположен в зоне перехода васюганской свиты в наунакскую, чем и определяются особенности ее строения. Васюганская свита делится на нижневасюганскую и верхневасюганскую подсвиты.

Нижневасюганская подсвета трансгрессивно залегает на континентальных отложениях тамбаевской свиты и представлена аргиллитами с немногочисленными прослоями песчаников и алевролитов. В изучаемом районе нижневасюганские аргиллиты маломощны.

Верхневасюганская подсвета делится на три толщи: верхнюю – надугольную, нижнюю – подугольную и среднюю - межугольную. В целом, подсвета представляет собой сложно построенную песчано-алевролитоглинисто-углистую толщу полифациального происхождения, что является основной причиной различий в толщинах и фильтрационно-емкостных свойствах пластов. Полный разрез верхневасюганской подсветы содержит четыре песчаных пласта $Ю_1^4$ – $Ю_1^1$, слагающих основной продуктивный горизонт $Ю_1$.

Нижняя, подугольная толща, включает в себя хорошо развитые по латерали пласты $Ю_1^3$, $Ю_1^4$, формирование которых происходило в прибрежно-морских условиях периода келловей-оксфордской регрессии. В ряде скважин пласты $Ю_1^3$, $Ю_1^4$ объединены и формируют единую песчаную толщу, индексируемую, как $Ю_1^{3-4}$. Песчаники преимущественно мелко-среднезернистые серые крепкоцементированные глинистые с прослоями алевролитов и аргиллитов.

Средняя, межугольная, континентальная толща представлена переслаиванием пластов аргиллитов, алевролитов и песчаников с большим количеством прослоев углей и углистых аргиллитов. В кровле толщи залегает угольный пласт $У_1$, мощность которого меняется от 1 до 4 м. Толщины песчаников ($Ю_1^M$) межугольной толщи на территории исследований варьируют от 4 до 13 м.

На Бурановской площади пласт $Ю_1^M$ достигает толщины 13 м и согласно описанию керна имеет следующую характеристику – песчаники буровато-серые, средне-мелкозернистые, крепкоцементированные, с тонкими прослойками черного углистого материала, с запахом и выпотами нефти.

Верхняя, надугольная толща, формировалась в начальных условиях оксфорд- кимериджской трансгрессии, при которой площади их развития, по сравнению с пластами Ю₁³ и Ю₁⁴ заметно сократились и приобрели сложную конфигурацию. В изучаемом районе надугольная толща либо отсутствует полностью, либо представлена маломощными, преимущественно алевролито-глинистым и алевролито-песчаным составом осадков лагунного и пребрежно-морского генезиса.

Георгиевская свита. Отложения датируются кимериджским возрастом. Генезис морской. Представлены аргиллитами темно-серыми плотными, грубоплитчатыми с включениями пирита. Толщина отложений составляет первые метры.

Баженовская свита. Отложения свиты завершают юрский разрез, датируются кимеридж-волжским веком и являются одним из региональных маркирующих реперов юго-востока Западно-Сибирской плиты. Отложения свиты представлены темно-бурыми и черными битуминозными аргиллитами, иногда с частыми тонкими прослоями, выполненными серым известковистым материалом. Отложения свиты характеризуются повышенной радиоактивностью. Формирование этих пород происходило в относительно глубоководном морском бассейне. Толщина свиты на территории района работ составляет 13-17 м.

Меловой комплекс. Сведения о стратиграфии меловых отложений приведены в таблице 2.1.

Отложения *палеогеновой системы* представлены талицкой, люлинворской, чеганской свитами и некрасовской серией, сложены преимущественно глинами с прослоями алевролитов и песчаников. Толщина этих отложений составляет 500-550 метров.

Стратиграфия меловых отложений

Свита	Возраст	Толщина	Генезис	Литология
Куломзинская	берриас	260-315	морской	аргиллиты с прослоями песчаников и алевролитов
Тарская	валанжин	70-120	морской	песчаники с подчиненными прослоями алевролитов и аргиллитов
Киялинская	п.валанжин-готеривбаррем	470-530	континентальный	пестроцветные глины, алевролиты, мелкозернистые песчаники
Алымская	апт	25-50	морской	нижняя подсвита: песчаники с прослоями глин; верхняя: серые глины
Покурская	апт-альб-сеноман	750-880	континентальный	разнозернистые песчаники, алевролиты, глины
Кузнецовская	турон	10-20	морской	темно-серые глины
Ипатовская	п.турон-коньяк-сантон	130-160	морской	песчаники с прослоями серых глин
Славгородская	кампан	50-75	морской	зеленовато-серые глины
Ганькинская	п.кампан-маастрихт-дат	120-130	морской	зеленовато-серые известковистые глины

2.2. Тектоника

В тектоническом отношении лицензионный участок №74 находится в юго-западной части Усть-Тымской впадины и северо-западном склоне Парабельского мегавала. По тектонической схеме (рис.2.3., Ред. Сурков В. С., 1994 г.) он приурочен к зоне пересечения Усть-Тымского грабен-рифта с Назино-Сенькинским антиклинорием, который имеет северо-западное простирание. Ядро его сложено Салаирским складчатым комплексом, который был переработан позднегерцинской фазой тектогенеза. Усть-Тымский грабен-рифт имеет северо-восточное простирание, заложение его произошло в пермотриасе и сопровождалось базальтовым магматизмом.

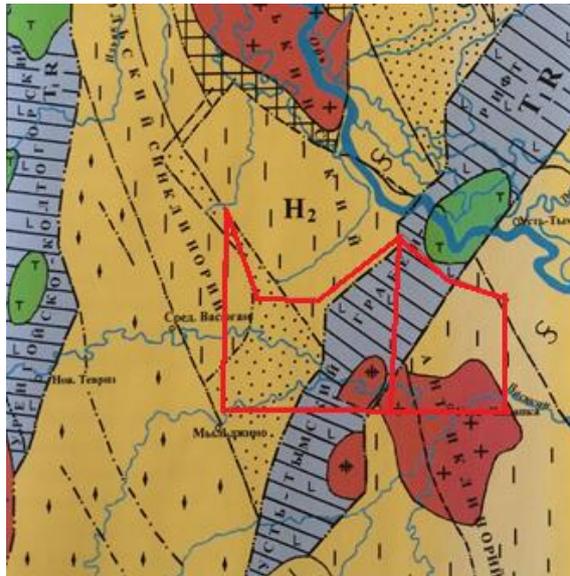
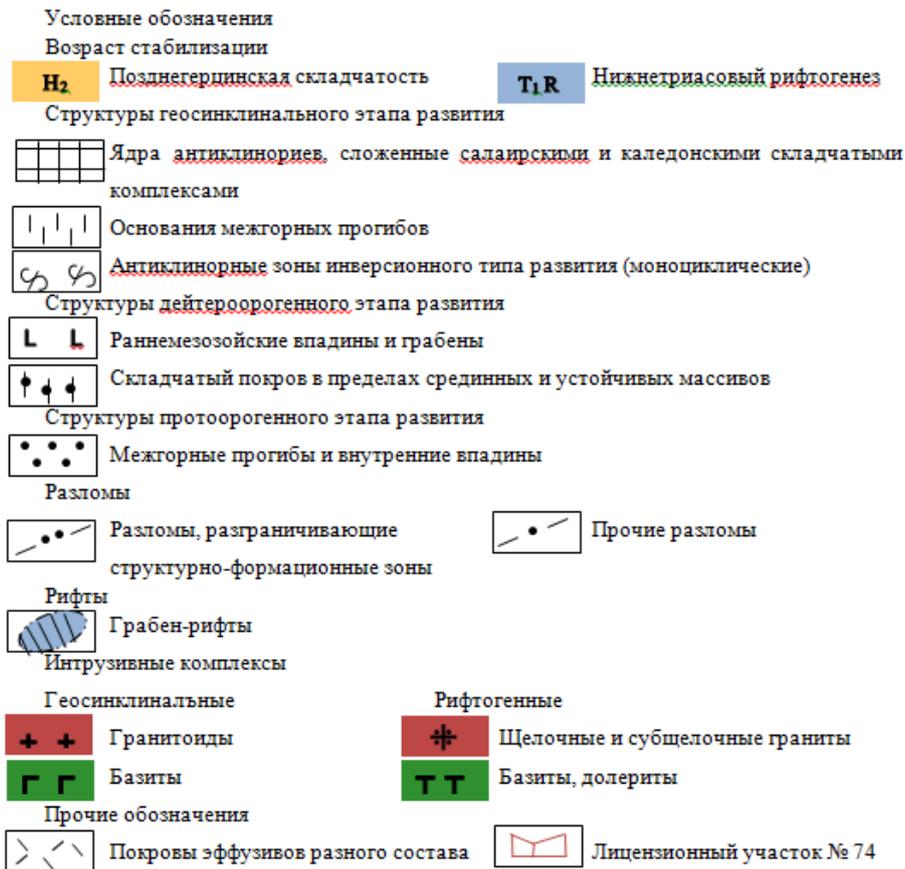


Рис. 1.3 Фрагмент из тектонической карты фундамента, 1994 г., В.С.

Сурков



Бурановское поднятие находится в пределах Усть-Тымского грабен рифта, что подтверждается литологическим составом доюрских образований, вскрытых в этом районе (рис. 2.4). Они представлены почти целиком эффузивными и туфогенными породами, что характерно для верхнего

(грабенового) комплекса рифтовых систем Западно-Сибирской плиты. Глубина залегания доюрских образований в районе Бурановского поднятия составляет 2890-3000 м и более, т.е. на 350-800 м ниже, чем на окружающих положительных структурах – Парабельском, Пудинском и др. мегавалах. Грабен-рифт имеет длину 250 км при ширине 10-15 км. Наиболее широкие части рифта приурочены к крупным депрессионным зонам фундамента – Нюрольской и Усть-Тымской впадинам. Грабен-рифт в рельефе поверхности фундамента проявляется в виде полосы прогибов глубиной 100-200 м. Менее четкое выражение грабен-рифта в рельефе обусловлено тем, что он расположен в пределах развития двух крупных антиклинорных зон Центрально-Западно-Сибирской складчатой системы – Васюган-Пудинской и Назино-Сенькинской. Зона Айгольского межгорного прогиба, разделяющего эти структурные зоны, имеет небольшую ширину и не могла создать благоприятные условия для расширения грабен-рифта. К юго-западу грабен-рифт постепенно затухает и в районе реки Тары в Новосибирской области представлен одним разломом. Наличие в пределах Усть-Тымской впадины грабен-рифта играет положительную роль в оценке перспектив нефтегазоносности этого региона. Рифтовые зоны являются проводниками глубинного тепла в верхние зоны земной коры. Этот тепловой поток проявляется как в форме тепловой конвекции, так и в форме гидротерм. Повышенный тепловой поток над грабен-рифтами и прилегающими зонами, несомненно, воздействовал на органическое вещество пород, а также способствовал наиболее полной миграции углеводородов в конседиментационные структурные и литологические ловушки.

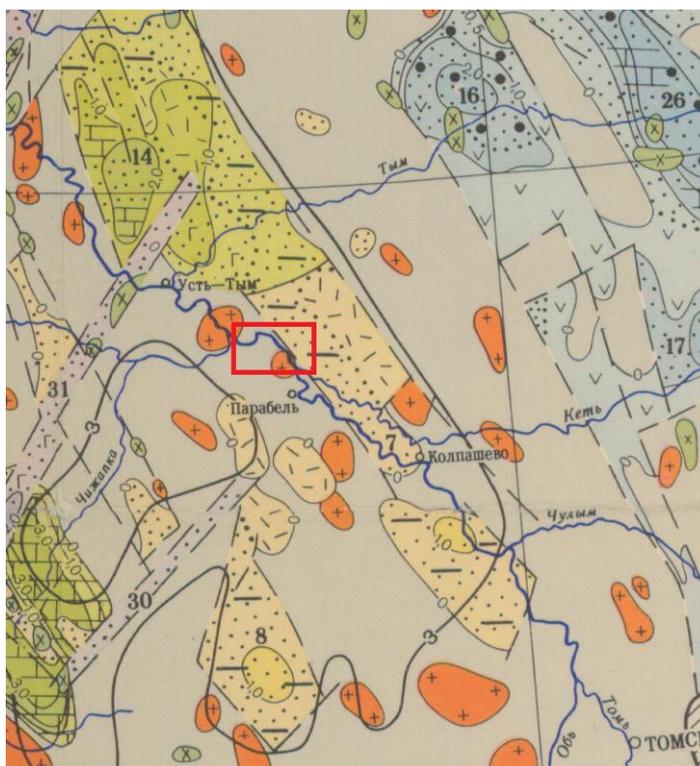


Рис. 2.4 Выкопировка из схематической карты доюрского фундамента, 1981 г., В.С. Сурков

Структура платформенного чехла – Усть-Тымская впадина является сложной депрессионной зоной, разделяющей положительные структуры первого порядка – мегавалы: Пыль-Караминский на востоке, Парабельский на юго-востоке, Пудинский – на юго-западе, Средневасюганский и Александровский – на западе. На севере впадина уходит за пределы Томской области. Усть-Тымская впадина осложнена рядом структур второго порядка – валами, куполовидными поднятиями, прогибами и котловинами, а также локальными поднятиями.

Бурановское локальное поднятие, как и ближайшие к ней структуры третьего порядка, находится в юго-западной части впадины – суженной желобообразной зоны, отделяющей Парабельский от Пудинского и Средне-Васюганского мегавалов. Поднятие выявлено в 1988 году и подготовлено к бурению в 1989 году сейсморазведочными работами МОГТ. Поднятие охарактеризовано по ряду отражающих сейсмических горизонтов, основными из которых являются Π^a и Φ_2 . Плотность сети наблюдений в пределах площади составляет 1,1 пог. км/км².

По отражающему горизонту Φ_2 , приуроченному к кровле доюрских образований, Бурановское локальное поднятие представляет собой куполовидный эрозионно-тектонический выступ, оконтуренный изогипсой – 2880 м, в пределах которой размеры выступа составляют 8,5×5 км. Поднятие достаточно контрастное, его амплитуда – 110 м, минимальные отметки свода составляют –2770 м в центральной части выступа. Северный склон его наиболее крутой, он осложнен дизъюнктивным нарушением северо-восточного направления протяженностью 5 км. Остальные склоны поднятия менее крутые, но также осложнены дизъюнктивными нарушениями субмеридиональной ориентировки. Амплитуда нарушений, видимо незначительная, поскольку смещения крыльев нарушений на структурном плане не зафиксированы.

По отражающему горизонту Π^a (подошва баженовской свиты верхней юры) Бурановское поднятие вместе со смежным Лесным поднятием образуют единый приподнятый структурный элемент типа вала, склон которого в северном направлении довольно круто погружается и образует глубокий прогиб с плоским ложем. Бурановское поднятие достаточно контрастное, оно оконтуривается изогипсой –2600 м, в пределах которой размеры складки составляют 8×4,5 км, амплитуда поднятия 65 м. Северный склон структуры, как и по горизонту Φ_2 , наиболее крутой. Минимальные отметки свода составляют – 2535 м. Следует отметить некоторое несовпадение сводовых частей структуры по отражающим горизонтам Φ_2 и Π^a . В первом случае свод смещен к северному крылу, во втором – к южному. Нефтегазоперспективная площадь структуры – 26 км².

Строение структуры довольно четко отображается, как по основным, так и по другим отражающим сейсмогоризонтам, на временных и сейсмогеологических разрезах, построенных по четырем сейсмическим профилям – 3, 4, 19, 20. По отражающим горизонтам в меловых и палеогеновых отложениях (III, IVв, Va) наблюдается выполаживание структуры с резким сокращением амплитуды поднятия.

2.3. Нефтегазоносность

Согласно «Обзорной карте территории деятельности АОТ «Томскнефтегазгеология» (рис. 2.5.) район работ приурочен к юго-западной части Усть-Тымского нефтегазоносного района Васюганской нефтегазоносной области.

Нефтегазоносность изучаемой территории связана с четырьмя нефтегазоперспективными комплексами: доюрским, ниже-среднеюрским, верхнеюрским и меловым.

Доюрский нефтегазоносный комплекс. Выявленные месторождения УВ в доюрских образованиях связаны с различными типами пород.

В Усть-Тымском НГР открыто *Чкаловское* месторождение, включающее две залежи, относящиеся к доюрскому нефтегазоносному комплексу: нефтяную и газоконденсатную, приуроченные к разным блокам, сложенных карбонатными породами.

Прямые признаки нефтегазонасыщения по керну и при испытании зафиксированы на Головной, Линейной, Воскресенской, Ступенчатой площадях, полупромышленная залежь нефти открыта на Ясной площади.

Ниже-среднеюрский нефтегазоносный комплекс. В пределах Усть-Тымского НГР в отложениях нижней юры выявлена полупромышленная залежь нефти в горизонте Ю₁₇ на Толпаровской площади в скв.1. Признаки нефти по керну отмечались в песчаниках Ю₁₇ в скв.3 Тунгольской площади. В группе песчаных пластов Ю₁₆ в керне отмечались запах и выпоты нефти на Толпаровской, Соболиной, Тунгольской, Двойной и Головной площадях.

В среднеюрских отложениях признаки нефти по керну отмечались в пласте Ю₁₃ на Толпаровской площади во всех трех скважинах, а при испытании этого пласта в скв.1 получен полупромышленный приток нефти. В пласте Ю₁₀ на Вартовской площади открыта промышленная залежь нефти скважиной Р-330. В пласте Ю₂ встречены признаки нефти по керну на Соболиной и Косальской площадях и непромышленный приток нефти получен на Гураринской площади.

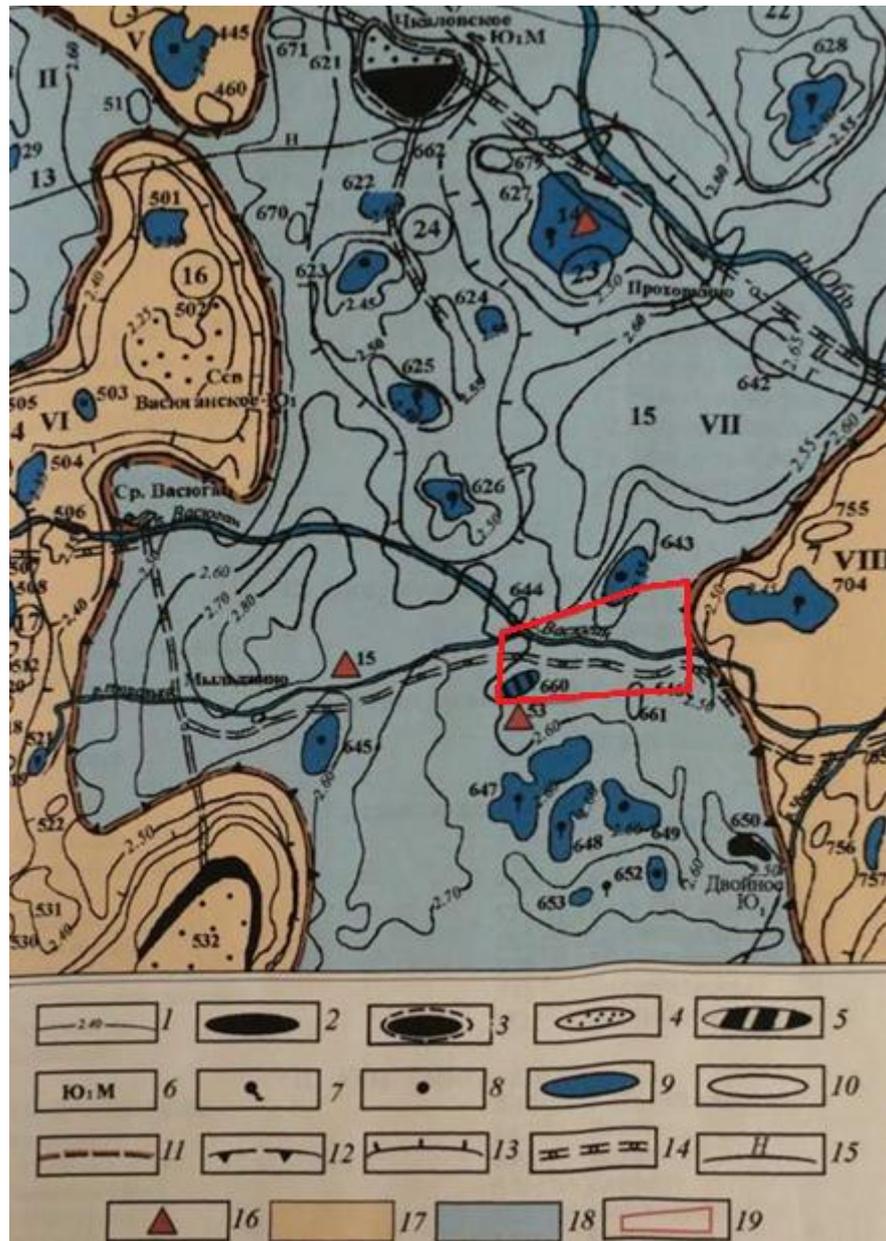


Рис. 2.5 Выкопировка из обзорной карты территории деятельности АО «Томскнефтегеология», 1996 г., В.И. Седунов

Условные обозначения: 1- изогипсы отражающего горизонта IP (подошва баженовской свиты); 2- нефтяные месторождения; 3- месторождения разрабатываемые; 4- газоконденсатные месторождения; 5- непромышленные залежи нефти; 6- продуктивные пласты; 7- нефтегазопроявления при испытании; 8- признаки нефти по керну; 9- структуры, на которых проводилось глубокое бурение; 10- другие выявленные структуры и перегибы; 11- границы нефтегазоносных районов; 12- контур структур I порядка; 13- контур структур II порядка; 14- основные зимники; 15- нефтероводы; 16- параметрические скважины (14- Новоникольская 1, 15- Северо-Мыльджинская 1, 53- Рабочая 1); 17- перспективные территории I категории; 18- перспективные территории II категории; 19- район работ

НЕФТЕГАЗОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ**КАЙМЫСОВСКАЯ НГО:**

II Колтогорский НГР

ВАСЮГАНСКАЯ НГО:

V Александровский НГР

VI Средневасюганский НГР

VII Усть-Тымский НГР

VIII Парабельский НГР

СТРУКТУРЫ I ПОРЯДКА:*Положительные:*

3. Александровский мегавал

4. Средневасюганский мегавал

7. Парабельский мегавал

Отрицательные:

13. Колтогорский мегапрогиб

15. Усть-Тымская впадина

II. Колтогорский НГР:**№ ПГО**

28 Северо-Сутыгинская

29 Сутыгинская

V. Александровский НГР:

445 Полонская

VI. Средневасюганский НГР:

501 Айгольская

502 Северо-Васюганская

503 Светлая

504 Сальская

505 Кильсинская

506 Перкатская

507 Восточно-Рагозинская

508 Рагозинская

512 Клайская

VII. Усть-Тымский НГР:

620 Нижнепаннинская

621 Чкаловская

623 Передовая

624 Лымжинская

625 Межозерная

626 Головная

627 Трассовая

628 Мурасовская

629 Новоникольская

642 Вертикосный

643 Летняя

644 Рабочий

645 Северо-Мыльджинская

VIII. Парабельский НГР:

704 Ураловская

705 Снежная

755 Кормовая

СТРУКТУРЫ II ПОРЯДКА:*Положительные:*

16. Северо-Васюганское к.п.

17. Новотевризское к.п.

22. Мурасовский вал

23. Трассовый вал

24. Межозерный вал

№ ПГО

51 Северо-Айгольская

460 Южно-Полонская

518 Средненюрольская

519 Торфяная

520 Клаигойская

521 Усть-Пуглалымская

522 Среднепуглалымская

530 Малоколенсальская

531 Коленсальская

532 Мыльджинская

646 Усть-Чижапская

647 Лесная

649 Ясная

650 Двойная

652 Лысогорская

653 Косальская

660 Бурановская

661 Огроговая

662 Среднечкаловская

670 Илистая

671 Кудельная

679 Северо-Трассовая

757 Торцевая

756 Осенняя НАЛ

Верхнеюрский нефтегазоносный комплекс. Горизонт Ю₁ васюганской свиты является основным продуктивным горизонтом на территории Томской области. В Усть-Тымском НГР с ним связано много нефтяных месторождений - Чкаловское, Киев-Еганское, Линейное, Никольское, Тунгольское, Двойное, Ясное.

На Бурановской площади из горизонта Ю₁ при ИП получен приток нефти дебитом 3,8 м³/сут. На соседней Головной площади при испытании в колонне (горизонт Ю₁) получен небольшой приток нефти. На прилегающей к участку с юга территории получены притоки нефти из горизонта Ю₁ на Ясной, Двойной, Ступенчатой площадях. Признаки нефтегазоносности по керну в науканской свите отмечены в скв. Летняя Р-1, Ураловская Р-302, а также в горизонте Ю₁ на Лесной, Касальской площадях.

В Баженовской свите признаки УВ по керну были установлены в виде выпотов нефти в скв. 1 Летней и пленки нефти в скв.206 Лесной.

Меловой нефтегазоносный комплекс в Усть-Тымском НГР представлен промышленной нефтеносностью тарской свиты на Соболином и Гуларинском месторождениях.

2.4. Сейсмогеологическая характеристика района работ

По глубинным сейсмогеологическим условиям район исследований является благоприятным для изучения платформенного чехла методом отраженных волн. Разрез мезозойско-кайнозойских отложений характеризуется небольшими углами наклона отражающих границ, отчетливой скоростной и плотностной дифференциацией. Наличие региональных сейсмических реперов позволяет иметь надежную привязку сейсмических горизонтов к геологическому разрезу.

По данным сейсмокаротажа разрез мезозойско-кайнозойских отложений чехла характеризуется монотонным возрастанием скоростей с глубиной от 200-300 м/с в зоне малых скоростей до 2500-2600 м/с в низах юры. Характер волновой картины меняется в зависимости от поверхностных и глубинных сейсмогеологических условий в виде изменения: динамической

выразительности, частоты и прослеживаемости сейсмической записи. К факторам, осложняющим запись полезных волн, следует отнести наличие низкоскоростных, среднескоростных и кратных волн-помех, регистрируемых в разных интервалах временного разреза.

3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований

3.1. Анализ структурного плана

Поскольку наличие структурных форм является определяющим условием существования нефтегазоперспективных объектов в песчаных пластах основного нефтегазоносного горизонта Ю₁ остановимся на описании структурного плана по отражающему горизонту II^a.

Проведенные полевые сейсморазведочные исследования и переинтерпретация сейсмических материалов с учетом вновь полученных данных глубокого бурения позволила уточнить строение Бурановской площади и прилегающих участков. В структурном плане по горизонту II^a выделяется приподнятая зона к которой приурочены Бурановское и Летнее поднятия. Ограничивают приподнятую зону с севера и юга прогибы северо-восточного простирания. Северный прогиб является более контрастным. Перепад глубин залегания отметок баженовской свиты составляет 153 м. Минимальные отметки глубин на Бурановской структуре - 2521 м, максимальные в депрессионной зоне - 2674 м.

Бурановская структура имеет неправильную г-образную форму северо-восточного простирания. Внутри структура разбилась на три купола равных по площади, из которых южный купол является менее контрастным. Поднятие оконтуривается изогипсой - 2590 м. Амплитуда поднятия 69 м, площадь 21 км². Наиболее градиентным является северный склон структуры. Структура осложнена тектоническими нарушениями секущими баженовскую свиту и проникающими в меловые отложения. К северо-востоку от Бурановской структуры располагается Летнее поднятие. Между собой структуры разделяются седловиной.

Район работ занимает небольшую площадь, поэтому для анализа тектонических процессов проводились палеореконструкции по маршрутным профилям, которые показывают изменение толщин осадочных комплексов с запада на восток. Почти на всем протяжении своего развития Бурановская структура занимала высокий гипсометрический уровень. Существенное влияние на современный облик структурных элементов района работ оказали процессы имевшие место в коньяк-кайнозойское время, когда происходило воздымание юго-восточного борта Усть-Тымской мегавпадины и северо-западного склона Парабельского мегавала.

3.2. Доюрский сейсмогеологический комплекс

На Бурановской площади образования палеозоя не вскрыты. На близлежащих площадях согласно работам Исаева Г.Д. вскрыты нерасчлененные каменноугольно-пермские отложения (самлатская свита), которые представлены порфирами, гранит-порфирами, кислыми эффузивами интенсивно переработанными вторичными процессами поверхностного выветривания в скважинах Р-1, Р-2 на Летней площади, в Лесной Р-206, Ступенчатой Р-5, Ясной Р-21. В скважинах Ступенчатой Р-6, Р-7, Ясной Р-20 вскрыты триасовые отложения, представленные гравелитами, гравепесчаниками, хлоритизированными туфитами с базальтовыми порфирами.

Самлатская толща в данном регионе, по мнению Исаева Г.Д., от других отложений отличается мощной вторичной переработкой. Максимально измененные породы сосредоточены вблизи контакта с триасом, что возможно связано с интенсивной вулканической деятельностью в долинах триасовой поверхности. На участках с мощной флюидной и поверхностной переработкой толщи наблюдается развитие пород с улучшенными коллекторскими свойствами, приуроченных к зонам выщелачивания и дизъюнктивным нарушениям.

На вышеописанных площадях на палеозойской поверхности широко развиты коры выветривания, что отмечено практически во всех скважинах,

которые являются объектами формирования пород-коллекторов в результате углекислотного метасоматоза.

Нефтеперспективность НГГЗК на данной территории доказана непромышленными скоплениями УВ на Ясной и Ступенчатой площадях и нефтегазопроявлениями по керну на контакте палеозоя и мезозоя в Ураловской Р-302, Головной Р-352.

По горизонту Φ_2 Бурановская структура имеет неправильную изогнутую форму, осложненную тремя контрастными блоками. Два блока, расположенных на основной оси северо-восточного простирания приблизительно равные по площади и амплитуде разделены между собой тектоническими нарушениями. Южный блок менее контрастный имеет почти меридиональное простирание. Северо-западное крыло структуры наиболее градиентное и контролируется системой тектонических нарушений. Структура оконтуривается изогипсой - 2980 м, площадь её составляет 18,5 км², амплитуда - 140 м.

В восточной части Бурановская структура отделена узким прогибом от Летнего поднятия. Южный блок Летнего поднятия имеет неправильную форму вытянутую в субмеридиональном направлении, осложненный более мелкими куполами. Блок оконтуривается по изогипсе -2940 м.

Отсутствие на площади скважин вскрывших палеозойские образования затрудняют проведение площадного литолого-сейсмофациального районирования территории.

3.3. Нижнеюрский (плинсбах-раннетоарский) сейсмогеологический комплекс

В пределах Усть-Тымского бассейна отложения нижней юры вскрыты 16 скважинами. Непромышленный приток нефти из горизонта Ю₁₇ получен в скважине Толпаровской Р-1, нефтепроявления в горизонте Ю₁₆ отмечены в скважинах Толпаровская Р-2, Соболиная Р-172.

Максимальная толщина нижнеюрского осадочного комплекса, составляющая 200 м, отмечается в наиболее погруженных осевых частях

бассейна. На бортах депрессии происходит сначала уменьшение толщин, а затем и выклинивание нижнеюрских отложений.

На временных разрезах подошвой нижнеюрского сейсмогеологического комплекса служит отражающий горизонт Φ_2 . С отложениями трансгрессивной тогурской свиты связывается отражающий горизонт Γ^1 , являющийся кровлей сейсмокомплекса.

Нижнеюрский комплекс вскрыт на соседней Ураловской площади скважиной Р-303, представлен отложениями тогурской и первыми метрами урманской свит. Для выделения зон развития нижнеюрских отложений были взяты корреляционные связи толщин отложений юры с толщинами нижнеюрских отложений, полученные В. А. Конторовичем в работе на основе статистических данных глубокого бурения в Усть-Тымской, Нюрольской, Бакчарской впадинах и Колтогорском мегапрогибе.

Статистический анализ показывает, что выклинивание отложений тогурской свиты на эрозионно-тектонические выступы доюрского основания происходит в случае, когда толщина юрских отложений составляет 450-470 м, соответственно песчаных горизонтов Ю₁₇ – 550- 570 м, Ю₁₆ – 470-490 м, Ю₁₅ – 410-430 м.

Характер распределения толщи юрских отложений свидетельствует о том, что в пределах исследуемой площади доюрский палеорельеф был значительно расчленен. Толщины юрских отложений изменяются от 315 м на Бурановском поднятии до 585 м в депрессионной зоне, расположенной в северо-восточной части участка работ.

На соседних Летней, Ураловской, Лесной площадях, которые могут служить источниками сноса терригенного материала, эрозионно-тектонические выступы доюрского основания сложены кислыми эффузивами и кварцсодержащими породами, что благоприятно для формирования высокочемких коллекторов.

3.4. Среднеюрский (байос-батский) сейсмогеологический комплекс.

Среднеюрский (байос-батский) сейсмогеологический комплекс включает отложения средней и верхней подсвет тамбаевской свиты. По литологическому составу пород комплекс представлен неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов с многочисленными прослоями углей и углистых аргиллитов.

3.5. Средне-верхнеюрский (келловей-волжский) сейсмогеологический комплекс.

Модель геологического строения горизонта Ю₁

При рассмотрении размещения фациальных обстановок средне-верхнего келловей-нижнего оксфорда отмечается, «что в процессе регрессии в западном направлении морского бассейна сформировались две обширные ступени покровных песков, охвативших территорию Каймысовского, Нижневартовского сводов, Нюрольской впадины и, частично, Александровского, Среднеवासюганского, Пудинского мегавалов и Колтогорского мегапрогиба. Кулисообразно залегая, пласты Ю₁³ и Ю₁⁴ в зонах отсутствия межрезервуарной покрышки формируют единый мощный резервуар. По фациальному облику песчаные образования представлены, в основном, регрессивными покровными песчаниками с крайне подчиненной ролью иных фациальных обстановок (дельт, баров, песчаных тел приливно-отливной зоны и т.д).

Завершается регрессия повсеместным развитием прибрежно-континентальных и континентальных условий осадконакопления. На рубеже нижнего и верхнего оксфорда прибрежные болота занимали всю западную часть рассматриваемой территории. Далее на восток они сменялись низменной континентальной равниной. Здесь в объеме горизонта Ю₁ отмечается присутствие континентальной пачки (межугольная толща), клинообразно увеличивающейся в восточном направлении и частично замещающей объема подугольной и надугольной толщ. Стабилизация тектонических движений и выравнивание рельефа, имевшее место к концу

нижнего Оксфорда, в верхнем Оксфорде сменились этапом трансгрессии, приведшим к формированию прибрежно-морских осадков надугольной толщи».

Вероятнее всего, песчаные зоны надугольной толщи – результат размыва и переотложения ранее накопившегося материала в пределах положительных структур первого порядка. Сочетание активно развивающейся трансгрессии и дефицита терригенного материала привело не к плащеобразному и кулисообразному, как в подугольной толще, распределению песчаного покрова, а к формированию узких эшелонированно расположенных маломощных песчаных зон, спорадически осложненных более крупными аккумулятивными постройками.

Результаты расчленения, корреляции верхнеюрских отложений по скважинным данным на исследуемой и прилегающих площадях вполне отвечают седиментационной модели. Для исследуемого региона характерна резкая невыдержанность верхнеюрских отложений по толщине. Сокращение толщины наблюдается в основном за счет исчезновения из верхней части разреза пластов, подстилающих баженовскую свиту. Таким образом, на участках сокращения толщин отложения келловей-оксфорда частично либо не откладывались, либо размывались.

Сейсмофацциальный анализ

Анализ акустических характеристик верхнеюрской части разреза по Бурановской скважине и по скважинам соседних участков показывает, что толщу отложений баженовской свиты слагают неоднородные по акустическим свойствам пропластки. Аномально низкими акустическими свойствами отличается верхняя часть баженовской свиты, пропластки средней ее части и иногда пропластки, залегающие в ее основании. Скорость распространения продольных волн в этих породах составляет 2,2-2,8 км/с.

Малые толщины баженовской свиты 13-17 м на исследуемой площади, неоднородность акустических свойств оказывают влияние на энергетический уровень горизонта II^a. Перепады скоростных характеристик

горных пород на границах между песчаниками, алевролитами и аргиллитами, как правило, не превышают 0,4-0,8 км/с. Исключение составляют угли и углистые аргиллиты, характеризующиеся аномально низкими скоростями распространения продольных сейсмических волн – 2,4-3,2 км/с.

Весь комплекс верхней юры отображается на временных разрезах интерференционной волной Π^a . Вклад в ее энергию вносит отражение, сформировавшееся скорее всего на кровле баженовской свиты, поскольку акустически нижняя ее часть менее выражена. Существенно влияет на энергию волны Π^a уголь $У_1$. Другие отложения васюганской свиты менее акустически выраженные проявляются в волновом поле в виде осложнения фаз интерференционного сигнала и изменении его динамических характеристик.

Анализируя характер волны Π^a по площади исследования можно визуально выделить два ее типа. Первый тип волны распространен на большей части территории исследования. В волновом пакете Π^a первый тип характеризует наличие двух отрицательных и двух положительных фаз изменчивой динамики. Первая отрицательная фаза связывается с кровлей баженовской свиты (горизонт Π^a), вторая отрицательная фаза – с подошвой межугольной пачки (горизонт Γ_1^{b1}). Отличительной чертой первого типа разреза является отсутствие в верхнеюрском разрезе надугольной пачки.

Второй тип волнового пакета Π^a характеризуется появлением в разрезе дополнительной отрицательной фазы ниже горизонта Π^a связываемой с горизонтом Γ_1^{b1} приуроченным к кровле межугольной пачки (уголь $У^1$). Данный тип волны связывается с развитием надугольной пачки.

Результаты математического моделирования волновых полей позволяют выделить некоторый набор сейсмических образов, которые при визуальном анализе временных разрезов дают возможность прогнозировать на исследуемой площади развитие надугольной пачки.

Безусловно, реальная и модельная ситуации могут иметь различия, так как на характер волнового поля, фиксируемого на реальных временных

разрезах, будут оказывать влияние волны-помехи, слабоэнергетические волны, формирующиеся на других границах васюганской свиты и т.д. В то же время качественно полученные сейсмические образы, безусловно, отображают реальную геологическую ситуацию.

Динамический анализ

При прогнозировании геологического разреза келловей-волжских отложений уделялось внимание поиску высокодебитных коллекторов, емкостные характеристики которых связаны с процессами вторичной проработки. На исследуемой территории формирование верхнеюрских отложений происходило в прибрежно-морских и прибрежно-континентальных условиях. Разрез сильно дифференцирован, отложения «классической нижневасюганской подсвиты» отсутствуют, пласты не выдержаны, часто обогащены алевритистыми и глинистыми разностями. Поэтому логично предположить, что улучшение коллекторских свойств песчаных пластов Ю₁ на данной территории может быть связано с влиянием процессов дизъюнктивной тектоники, приведших к дроблению, повышению трещиноватости песчаных пород и, возможно, их химико-термальной проработке поступающих с глубин гидротермами. Продуктивная скважина Бурановская Р-1 приурочена к приразломной зоне.

Проведенный анализ амплитуд по горизонту II^a позволил выделить зоны ослабленных амплитуд, предположительно связанных с тектонически нарушенными зонами, которые должны учитываться при заложении проектной скважины.

3.6. Неокомский сейсмогеологический комплекс

На территории Томской области в шельфовых пластах неокома открыты залежи УВ на Советско-Соснинском, Мыльджинском, Соболином, Южно-Черемшанском месторождениях. Непромышленные притоки получены на Средневасюганской площади. В ачимовском клиноформном комплексе выявлено 12 нефтегазопроявлений и непромышленных притоков

УВ. Открыты три промышленные залежи. Газовая залежь открыта на Мыльджинском, нефтяные на Советском и Столбовом месторождениях.

По мнению большинства исследователей, формирование нижнемеловых клиноформных отложений происходило в условиях недокомпенсированного прогибания центральной части Западно-Сибирского бассейна путем его постепенного заполнения от периферии к осевой части депрессии. Многими авторами отмечена исключительная сложность строения данного комплекса. Отмечается приуроченность нижнемеловых залежей к разломам секущим меловые отложения.

На исследуемой и прилегающих к району работ территориях залежей углеводородов в отложениях неокома не выявлено. Ближайшими являются Соболиное нефтяное и Мыльджинское газоконденсатное месторождения.

Учитывая плащеобразное распространение шельфовых пластов и наличие постседиментационных структур, выделяемых в рельефе нижнемеловых горизонтов, очевидно, что перспективы нефтегазоносности в первую очередь следует связывать с объектами антиклинального типа.

Анализ данных ГИС показывает, что ачимовские пласты на данной территории отсутствуют. Для оценки перспектив нефтегазоносности в отложениях тарской свиты нами были проведены структурные построения по горизонту Π^b , связываемому с низами тарской свиты. Отмечается высокое сходство структурных поверхностей горизонтов Π^b и Π^a .

Бурановская структура по горизонту Π^b выглядит довольно контрастно, имеет не правильную изогнутую форму, осложненную тремя куполами. Структура оконтуривается изогипсой -2300 м, ее линейные размеры составляют 5 x 2.5 км, амплитуда – 49 м. В пределах поднятия отмечаются тектонические нарушения проникающие в меловые отложения.

Анализируя интервалы временных сейсмических разрезов, характеризующих нижнемеловые отложения, нами были отмечены на исследуемой территории амплитудные аномалии в виде «ярких пятен».

Аномалии в виде «ярких пятен» различны и отличаются друг от друга по протяженности и интенсивности.

Что касается причин изменения амплитуд отраженной волны вдоль отражающего слоя или горизонта, то к ним можно отнести три основные: 1) изменение степени незеркальности отражающей поверхности; 2) изменение мощности слоя; 3) изменение коэффициента отражения. Первая причина не характерна для осадочных чехлов, поскольку такая зависимость наблюдается в кристаллических толщах. Вторая причина связана с интерференцией отраженных волн от кровли и подошвы слоя и отображением его резкого увеличения толщин, что является уже положительным прогнозным признаком. И третьей причиной аномального увеличения амплитуды может служить высокий коэффициент отражения на контакте покрышка-коллектор, насыщенный углеводородами. С такой природой «яркого пятна» связывается залежь УВ в пластах тарской свиты на Соболином месторождении.

Рекомендуемая скважина П-1 на Бурановском поднятии нацеленная, в основном, на верхнюю юру позволит оценить и меловые отложения.

4. Построение моделей и расчеты временного разреза для уточнения коллекторских свойств верхнеюрских отложений

Для уточнения нефтенасыщенности отложений необходимо для начала провести анализ влияния неоднородного строения верхнеюрских отложений Бурановской площади на сейсмическое волновое поле.

4.1 Построение сложных пространственных моделей для прямых задач сейсморазведки

При математическом решении прямых задач составление или смена модели занимает время зачастую намного большее, чем собственно время счета. Это обстоятельство особенно сказывается в последнее время, когда необходимо проводить расчеты для моделей сложнопостроенных сред. Задать «вручную» десяток слоев с произвольно-криволинейными границами, учесть разломы, выклинивания - и всё это для достаточного числа длин волн - задача обычно трудновыполнимая.

Была развита законченная технология, позволяющая использовать возможности персональных компьютеров для быстрого создания и смены моделей произвольно-неоднородных сложнопостроенных сред для численного расчета прямых задач сейсмики.

Основные этапы технологии

Следует различать два (по меньшей мере) вида расчетов.

Первый вид - расчеты, выполняемые для реальных площадей. Их имеет смысл проводить для получения синтетических сейсмограмм и сравнения последних с полевыми данными или результатами обработки.

Второй вид - все прочие расчеты; их обычно проводят, чтобы изучать влияние на волновое поле тех или иных неоднородностей, границ и т. п., а также в методических целях.

Для второго вида расчетов трудно дать рекомендации, с чего начинать рисование моделей. Для первого же вида предлагается следующая последовательность действий.

На участке площади, для которого предполагается выполнить расчет, выбираются две скважины, по которым имеются данные ГИС. (Идеальным вариантом было бы наличие также профиля, проходящего через эти две скважины - тогда появляется возможность уточнить геологический разрез посредством решения прямых задач, что и легло в основу выполнения программы работ). Имея каротажные кривые и частично - результаты исследования керна, на исследуемой глубине интерполируют эти данные между двумя скважинами. Этот шаг всегда является субъективным и требует работы опытного специалиста. При интерполяции данных между двумя скважинами происходит естественное огрубление среды и разбиение ее на различные по неоднородности слои, блоки и т.д. Здесь под неоднородностями понимаются не различные литологические породы с одинаковыми свойствами, а участки исследуемой части разреза, имеющие отличия в скоростях или плотности (V_p , V_s , ρ).

Рисовать модель (геологический разрез) можно на бумаге, но при определенном навыке этот этап может выполняться сразу в графическом редакторе.

1 этап. Разбиение исследуемой толщи на классы по упругим свойствам. Интерполяция данных между скважинами.

На кинематику и динамику сейсмического поля оказывают влияние, в основном, упругие модули (продольная и поперечная скорости) и плотности пород, слагающих геологический разрез. Возможности сейсморазведки по выделению пород разной литологии в изучаемом разрезе во многом зависят от степени дифференциации пород по скоростям и плотности. В рамках описываемой технологии необходимо выделить в исследуемой толще 16 классов пород по упругим свойствам. Покажем, как это было сделано на примере Бурановской площади.

В пределах Бурановской площади в результате изучения литологического состава и акустических свойств по данным ГИС и описания кернового материала выделены следующие литолого-акустические разности:

угли, углистые аргиллиты, аргиллиты с повышенной естественной радиоактивностью низов куломзинской свиты, битуминозные аргиллиты баженовской свиты, аргиллиты георгиевской свиты, алевролиты, песчаники проницаемые, песчаники непроницаемые, песчаники карбонатизированные, а также отложения коры выветривания и палеозоя.

В целом пластовые скорости продольных волн изменяются от 2500 до 4800 м/сек. Наиболее контрастными по акустическим свойствам из изучаемых пород Бурановской площади являются угли и углистые аргиллиты, а также битуминозные аргиллиты баженовской свиты и отложения коры выветривания, скорость в которых достигает до 2680 - 3000 м/сек. Противоположными им, но также контрастными, являются отложения палеозоя и карбонатизированные интервалы терригенных пород: песчаников, алевролитов, где скорость возрастает до 4500 - 4830 м/сек. Средняя же скорость нормальных терригенных пород, слагающих геологический разрез площади и в первую очередь верхи тюменской свиты: песчаников, алевролитов и аргиллитов, изменяется несущественно и составляет в среднем 3900 - 4100 м/сек. Это свидетельствует о сложности выделения песчаных пластов-коллекторов в данной части разреза. Конкретно, основной нефтеносный пласт Ю₁₄ в скважине Р-1 характеризуется в верхней части скоростью продольных волн 3960 м/сек, ниже скорость повышается до 3990, а еще ниже, где, судя по кривой ПС, его коллекторские свойства несколько ухудшаются, хотя он, безусловно, и остается коллектором, пластовая скорость в нем достигает до 4140 м/сек. При этом залегающие выше пласта Ю₁₄ алевролиты характеризуются скоростью 4060 и 4020 м/сек, а залегающие ниже пласта - скоростью 4080 м/сек. Водоносный песчаный пласт-коллектор Ю₃ характеризуется скоростью также 4080 м/сек.

Таким образом, при изучении разреза на данной площади необходимо особенно детально рассматривать акустические свойства в среднем диапазоне скоростей, к которому относятся песчаные пласты-коллектора, в

то время как наиболее контрастные акустические разности можно характеризовать более схематично.

Такой подход и был реализован в соответствии с применяемой технологией. Весь скоростной диапазон изучаемого разреза был разделен на 16 классов, что соответствует палитре 16-цветного растрового изображения, причем наиболее дробно разбит он был в средней части, а крайним классам соответствуют наиболее широкие интервалы. Конкретные сведения о выделенных классах приведены в таблице 4.1.

Перечисленным в таблице 4.1 16-ти скоростным классам были поставлены в соответствие цвета 16-ти цветного растрового изображения.

Таблица 4.1. Скоростной диапазон изучаемого разреза.

Номер класса	Интервал скоростей м/сек	Средняя скорость м/сек
1	2680 - 2910	2780
2	2911 - 3199	3055
3	3200 - 3400	3300
4	3401 - 3600	3500
5	3601 - 3779	3690
6	3780 - 3870	3825
7	3871 - 3940	3905
8	3941 - 4000	3970
9	4001 - 4080	4040
10	4081 - 4129	4105
11	4130 - 4199	4165
12	4200 - 4300	4250
13	4301 - 4400	4350
14	4401 - 4520	4460
15	4521 - 4659	4590
16	4660 - 4830	4745

Соответствие между цветами и скоростями указано ниже на рис.4.1.



Рисунок 4.1 Скорости (в м/с) и 16 рабочих цветов

После того, как разбиение на классы цветности закончено, необходимо выбрать две соседние скважины, в разрезе между которыми нам предстоит рассчитать волновое поле (построить синтетический разрез ОГТ). Продолжим приводить пример Бурановской площади и рассмотрим разрез, содержащий скважину Р-1. Расстояние по латерали 1000 м, мощность исследуемой части разреза - 600м, интервал скоростей составляет 2500 – 3100м/с. По горизонтали дискретизация производилась с шагом 5 м, по вертикали - 2 м. Полученный в результате интерполяции разрез представлен на рис. 2. На основании анализа имеющегося разреза ОГТ (профиль 10160011), проходящего через скважину Р-1, было выполнено искривление границ. Окончательная модель среды показана на рис 4.2.

На этом выполнение первого этапа завершено.

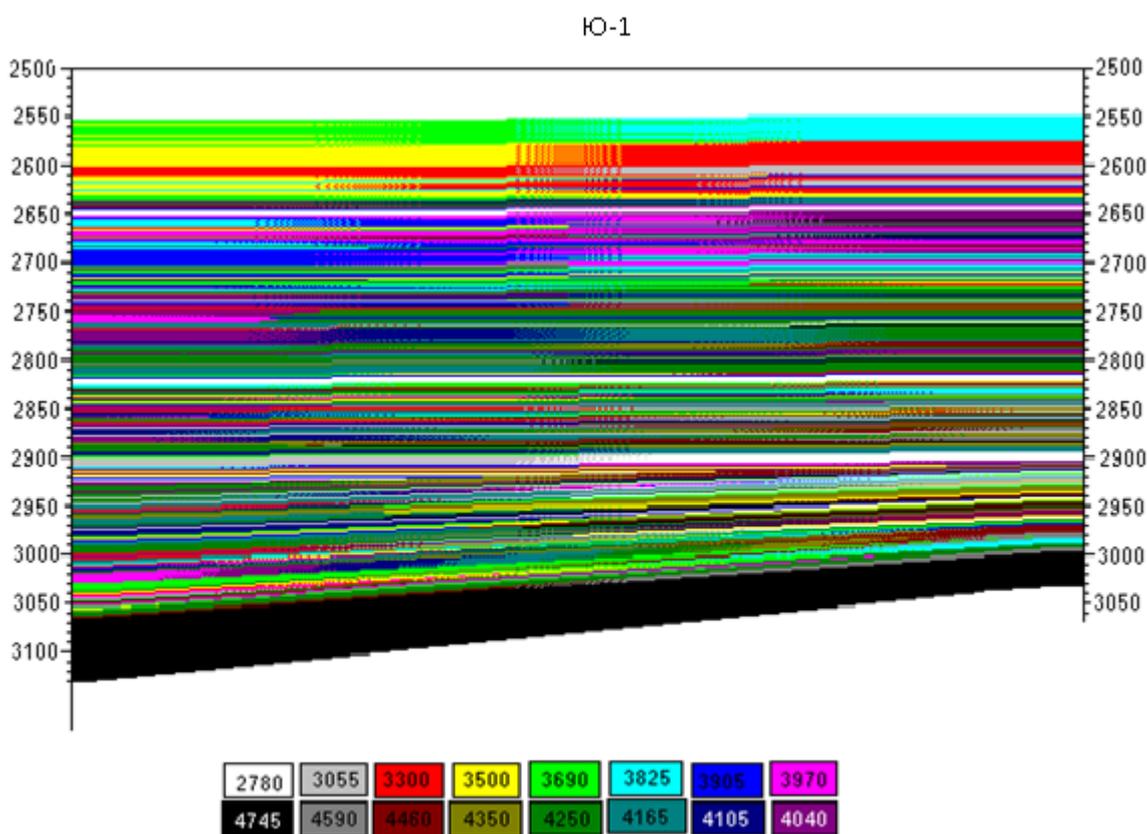


Рисунок 4.2 «Скоростной» разрез с разбиением на 16 классов цветности

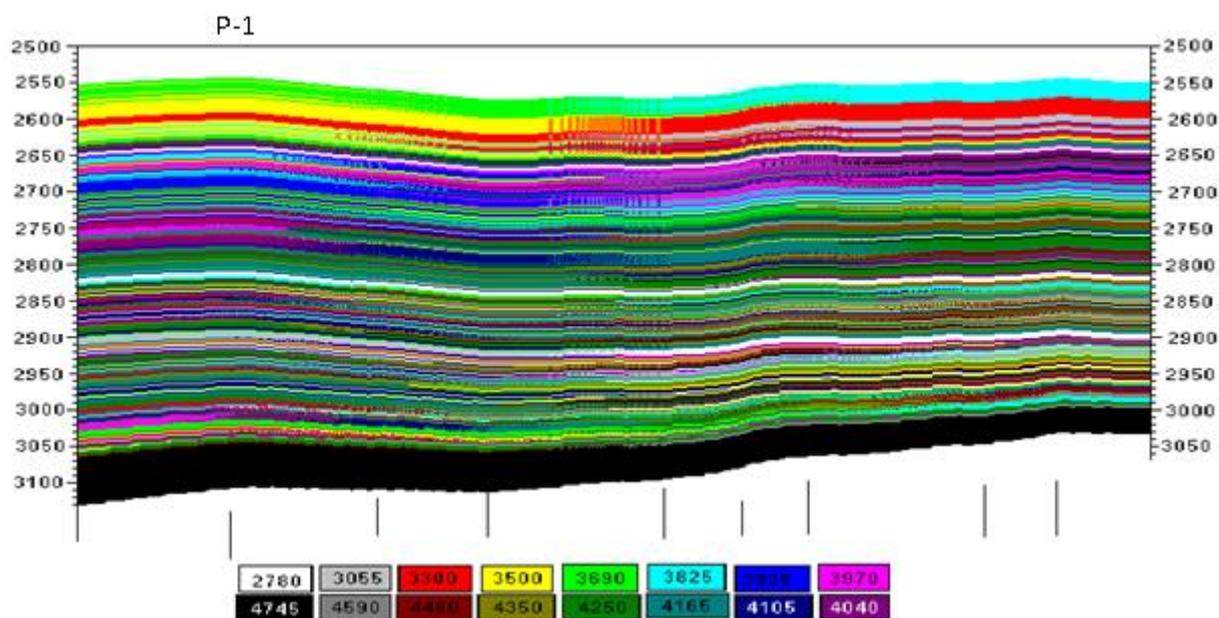


Рисунок 4.3 «Скоростной» разрез с учетом вероятного залегания слоев по данным разреза 10160011 ОГТ.

2 этап. Создание входных данных для численного расчета.

Подготовленная модель для последующих расчетов рисуется с помощью графического редактора на экране, а затем запоминается в файле как 16-цветный растр Windows. При рисовании необходимо следить, чтобы одному цвету соответствовала одна среда. По завершении этого шага на экране (и в файле) имеется цветной образ расчетной области для решения прямой задачи. Дальнейшие исправления и изменения модели сводятся к элементарным действиям с «инструментарием» графического редактора. Остановимся более подробно на некоторых аспектах рисования модели на экране.

Обычный размер рисунка для средних компьютеров - 800x600 пикселей. Предположим, что расстояние между скважинами - 1200 м, изучаемая толща - с 2500 - по 3000 м (например, подошва баженовской свиты - фундамент). Тогда физический масштаб пикселя - 1,5 м на 1,0 м. Более грубый масштаб понадобится при значительных расстояниях между скважинами. Автор методики для часто выполняемых расчетов пользуется размерами рисунка 500x300 пикселей и масштабом пикселя 2x2 м (или

2,5x2,5 м). Нужно помнить, что слишком большой масштаб пикселя - скажем, 10x10 метров, - соответственно снижает разрешающую способность расчетных методов; хотя для расчетов по региональным профилям может быть уместен масштаб и 20x20 м, а для задач ГСЗ окажутся «мелкими» и пиксели 200x200 м.

Удобно расчетную область рисовать в виде прямоугольника с черными сторонами, две вертикальные стенки которого совпадают со скважинами.

Сохранять нарисованную модель нужно в формате BMP, и только в 16-ти цветном. Автором алгоритма предложено сохранять файлы как *.bmp, поскольку удобнее обрабатывать несжатые файлы.

Итак, на экране (а, стало быть, и в некотором файле) имеется рисунок, соответствующий той модели, для которой требуется выполнить расчет. Следующий шаг - сформировать исходные данные для этой расчетной модели. Для этого можно воспользоваться возможностью читать файлы *.bmp, предоставляемой транслятором FORTRAN PS. По окончании чтения на экране появится подготовленный на первом шаге рисунок. Дальнейший алгоритм тривиален - считывать с экрана пиксели, пока не появится первый черный цвет (при чтении пикселей возвращается целое число, соответствующее номеру цвета пикселя). Точка, где появился первый черный цвет есть, очевидно, левый верхний угол рисунка. Теперь необходимо считывать пиксели в динамический целочисленный массив из прямоугольника, левый верхний угол которого нам известен, а правый найдется по ходу считывания (последний черный цвет).

По окончании считывания изображения в памяти получен двумерный целочисленный массив. Для расчетной программы - это массив исходных данных. *Каждому элементу этого массива соответствует цвет на рис. 4.1 и, стало быть, геологическая порода с определенными акустическими свойствами.* Этот массив а также таблица обнаруженных цветов записываются в файлы. Таблица цветов затем пополняется вручную - около

каждого цвета нужно написать продольную скорость для среды, соответствующей этому цвету, поперечную скорость и плотность.

На этом этап 2 завершен, подготовлены данные для проведения расчетов.

4.2 Проведение расчетов

Необходимо несколько слов сказать о проведении расчетов. В комплексе программ предусмотрено два типа расчетов – расчет трасс ОТВ (результаты могут быть подготовлены в формате SEG-Y или СЦС) и расчет временных разрезов псевдо-ОГТ. Последний, естественно, выполняется быстрее и состоит в получении отклика среды (сколь бы сложной она ни была) на плоскую волну. Это имитирует ситуацию «совмещенный источник-приемник» и поэтому есть псевдо-ОГТ. Для расчетов ОГТ необходимо предусмотреть обработку трасс по всему графу, что, разумеется, в нашей технологии отсутствует, в ней заложен лишь расчет прямых задач.

При решении прямых задач мы исходим из полной системы уравнений волновой динамики, а исходный импульс задается не как граничное условие в виде функции от времени, а как импульсное воздействие массового объекта. Так, плоская волна возбуждается в результате расчета падения на исследуемую область достаточно тонкого слоя (3-4 расчетных ячейки) – аналог удара кувалдой, или работы платформы вибратора. Размеры и скорость падения этого слоя, и его импеданс определяют динамические характеристики генерируемого импульса. Для расчета прямых задач ОТВ решается, по сути, задача Лэмба в неоднородной сложнопостроенной среде. Воздействие - либо удар, либо взрыв. В области удара (взрыва) деформации всегда конечны. Здесь для описания течения применяется модель гипоупругого тела, допускающая конечные деформации.

4.3 Модельные неоднородности в волновом сейсмическом поле

Рассмотрим, как форма неоднородности влияет на результат расчета синтетической сейсмограммы (отдельной трассы). Этот вопрос связан с тем, что в последнее время повышаются требования к детальности наземной

сейсморазведки. Поэтому представляется интересным теоретически оценить ее разрешающую способность.

Используем такую схему для численного эксперимента: рассмотрим среду 300x300 метров (рис. 4.4), в которой скорость продольной волны $V_{p1}=2,3$ м/мс, $V_{s1}=1,5$ м/мс, плотность $\rho=2000$ кг/м³. В центре размещали включения различной геометрии и размера, на том же рисунке, только ниже, изображены примеры включений (рис.4.4). Скорость продольной волны для них $V_{p2}=1,5$ м/мс, $V_{s1}=0,7$ м/мс, плотность такая же, как во вмещающей среде. Вдоль оси Z падает плоская волна $\lambda=43,7$ м, $f=47,6$ Гц. На нижней стороне модели расположены приёмники, регистрирующие X - и Z - компоненты скорости смещения. Для изучения влияния включений на волновое поле были построены сейсмограммы по записям X - и Z - приёмников и их выборочные трассы.

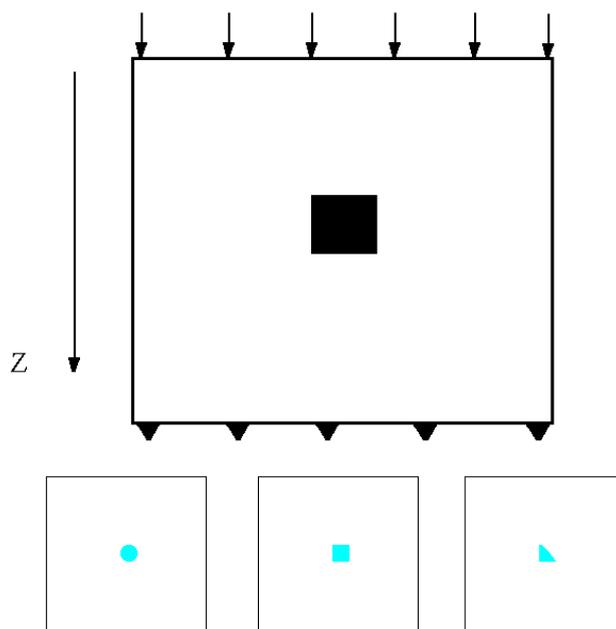


Рисунок 4.4 Геометрия задачи: падение плоской волны на среду с включением. Внизу приводятся три вида включений.

Если бы плоская волна распространялась в однородной среде без включений, то для данной геометрии на X -приемниках записи были бы нулевые. Включения являются дифрагирующими объектами и порождают излучение всех типов волн. Для изображения волновой картины были

построены численные снимки X-компоненты скорости смещения в каждой расчетной точке сетки (в данном случае X-приемники мысленно установлены в каждой точке среды). На рис. 4.5 приводятся снимки для двух моментов времени (здесь взято включение первого типа - круг)

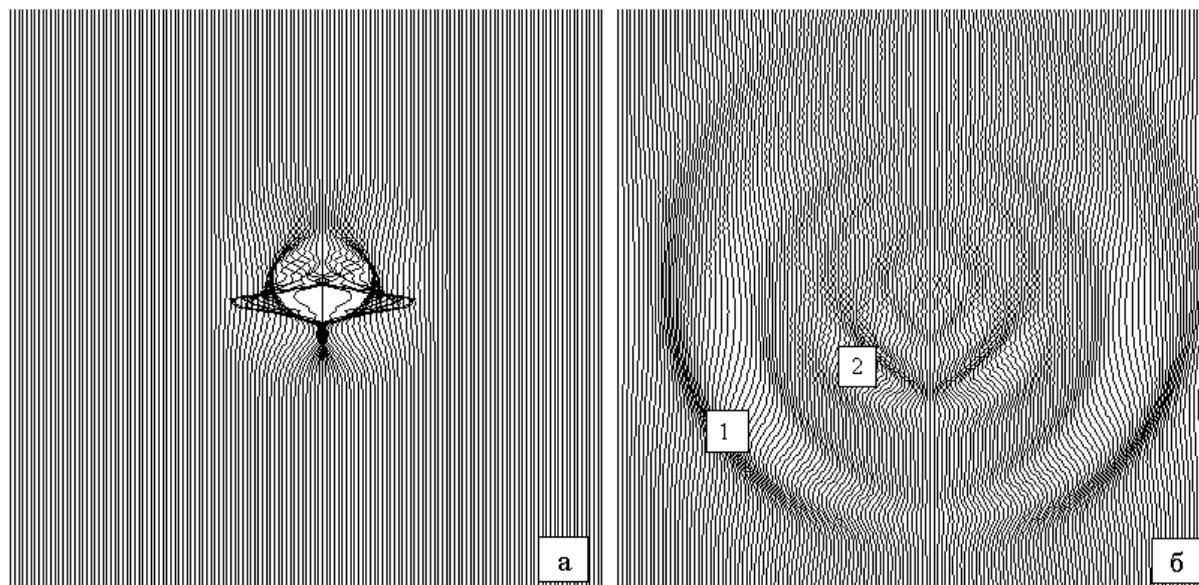


Рисунок 4.5 Численные снимки для включения типа круг для двух моментов времени.

На рис. 4.5 (а) показана начальная стадия переизлучения дифрагирующим объектом. Падающая волна добралась до включения, и на нем имеет место «отражение-преломление» волн напряжений. Уже виден мало-амплитудный фронт продольной волны и выразительный всплеск, вызванный головной волной. На рис. 4.5 (б) приводится развитая картина дифракции. Ясно различаются две концентрические окружности - фронты продольной (цифра 1) и поперечной (цифра 2) волн. Такие же волны получаются при расчетах с включениями типа квадрат и треугольник.

Различие формы плохо заметно на таких численных снимках и проявляется в динамике волны на выборочных временных трассах.

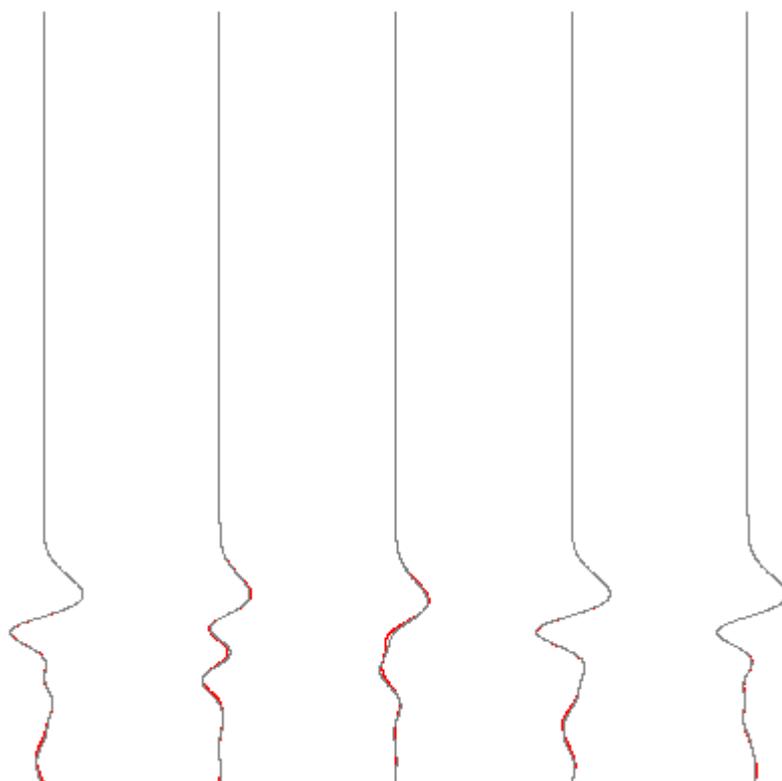


Рисунок 4.6 Выборочные трассы Z-приемников.

На рис. 4.6 показаны выборочные трассы Z-приёмников скорости смещения. Приемники расположены как указано на рис. 4.4, то есть «на просвет», и данные приводятся до того момента времени, после которого уже начинает сказываться влияние свободной поверхности. Совмещены трассы для всех трех моделей для среднего размера включений ($d/L=0,46$). Наблюдается почти незаметное отклонение амплитуд в зависимости от формы, и составляет оно не более 10%. Для большего размера включений максимальное отличие в амплитудах составляет не менее 30% (этот рисунок не приводится). Для самых малых включений с отношением характерного размера к длине волны $d/L \leq 0,18$ изображения трасс полностью совпадают, что говорит о том, что для данного размера включения геометрия неоднородности значения не имеет.

Следовательно, можно сделать вывод, что для малых включений ($d/L \leq 0,18$) форма не оказывает влияния на характер изменений в волновом поле, которые порождаются данными включениями.

4.4 Расчет влияния нефтенасыщения слоя на расчетное волновое поле

Рассмотрим, как влияет наличие нефтенасыщенного слоя на волновое поле. Для этого проанализируем две исходные модели геологических сред – с нефтью и без.

Используя специальный программный пакет, созданный М.М. Немировичем-Данченко, по вышеописанной технологии, были построены две модели геологических сред. Они схожи во всем, кроме небольшого участка в куполе верхнеюрских отложений (рис. 4.7-4.8). Для этих моделей были проведены расчеты временных разрезов.

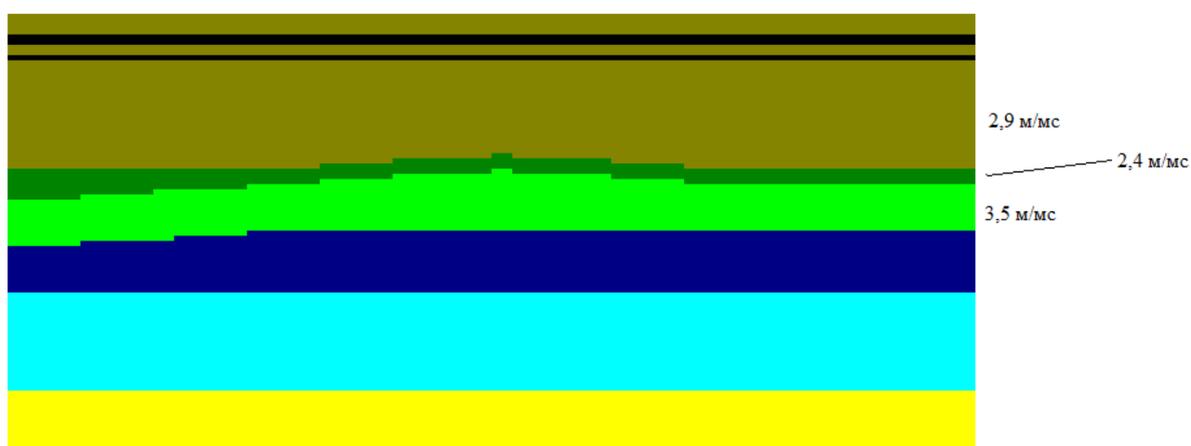


Рисунок 4.7 Модель разреза с монотонным слоем

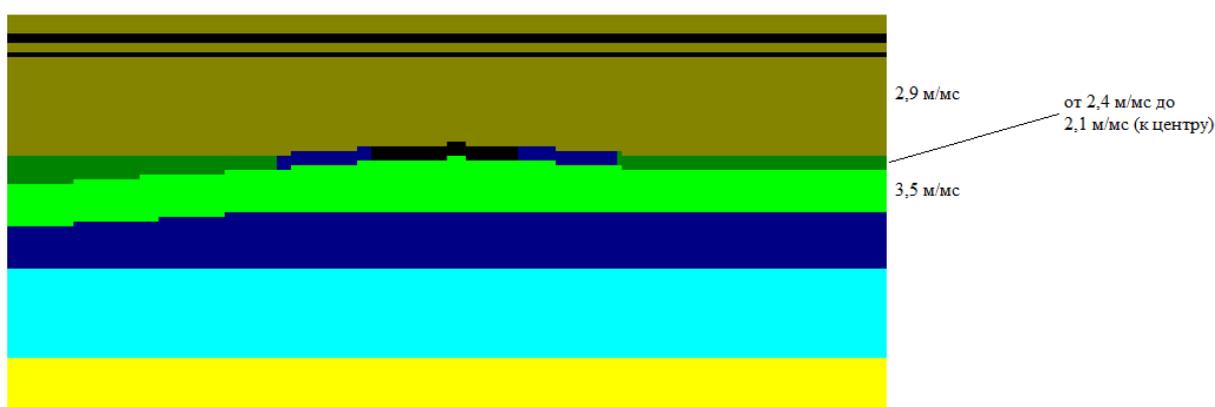


Рисунок 4.8 Модель разреза с градиентным слоем

Рассмотрим принцип работы данного программного пакета, который, в свою очередь, состоит из трех шагов.

На *первом шаге* мы создаем исходный файл в любом текстовом редакторе на нашем компьютере. Основным понятием при подготовке этого файла является временной разрез.

Как описано выше, каждому цвету соответствует определенная скорость и класс. Эти данные, учитывая строение разреза, мы и указываем в текстовом файле, не забывая о нормировании для 16-цветной палитры (рис. 4.9).

```

#NBPNSe1800Narust.txt
280.
80.
0 15 2.90 0 15 2.90
15 20 2.0 15 20 2.0
20 26 2.90 20 26 2.90
26 30 2.0 26 30 2.0
30 100 2.9 30 100 2.9
100 120 2.40 100 110 2.40
120 150 3.5 110 140 3.5
150 180 2.3 140 180 2.3
180 240 3.6 180 240 3.6
240 280 4.0 240 280 4.0
9999
80.
0 15 2.90 0 15 2.90
15 20 2.0 15 20 2.0
20 26 2.90 20 26 2.90
26 30 2.0 26 30 2.0
30 100 2.9 30 90 2.9
100 110 2.40 90 100 2.10
110 140 3.5 100 140 3.5
140 180 2.3 140 180 2.3
180 240 3.6 180 240 3.6
240 280 4.0 240 280 4.0
9999
80.
0 15 2.90 0 15 2.90
15 20 2.0 15 20 2.0
20 26 2.90 20 26 2.90
26 30 2.0 26 30 2.0
30 90 2.9 30 100 2.9
90 100 2.10 100 110 2.40
100 140 3.5 110 140 3.5
140 180 2.3 140 180 2.3
180 240 3.6 180 240 3.6
240 280 4.0 240 280 4.0
9999
80.
0 15 2.90 0 15 2.90
15 20 2.0 15 20 2.0
20 26 2.90 20 26 2.90
26 30 2.0 26 30 2.0
30 100 2.9 30 100 2.9
100 110 2.40 100 110 2.40
110 140 3.5 110 140 3.5
140 180 2.3 140 180 2.3
180 240 3.6 180 240 3.6
240 280 4.0 240 280 4.0
9999

```

Рисунок 4.9 Отрезок текстового файла для разреза модели с градиентным слоем

После окончания работы первого шага на экране монитора появится изображение разреза, описанного в этом файле. В нашем случае – это рис. 4.7 и 4.8.

В папке с первой программой появится несколько служебных файлов, которые пригодятся нам на следующих этапах работы.

На *втором шаге* выполняется расчет сейсмических трасс. Помимо файлов, полученных на первом шаге, мы создаем еще один текстовый файл, в котором задаем вид исходного импульса, который будет распространяться в

геологической среде. В этом файле задаем такие характеристики как тип импульса, частота, затухание, сдвиг по фазе.

Результатом работы на втором шаге в программе является файл `trassy.dat`, который содержит числовые значения сейсмических трасс, в определенных отсчетах. В зависимости от величины модели и числа отсчетов этот файл может быть достаточно большим – до нескольких десятков мегабайт.

И на последнем, *третьем шаге*, программа выводит на экран графическое растровое изображение сейсмического временного разреза и сохраняется в формате HPGL.

Итоговые расчеты временных разрезов приводятся на рис. 4.10.

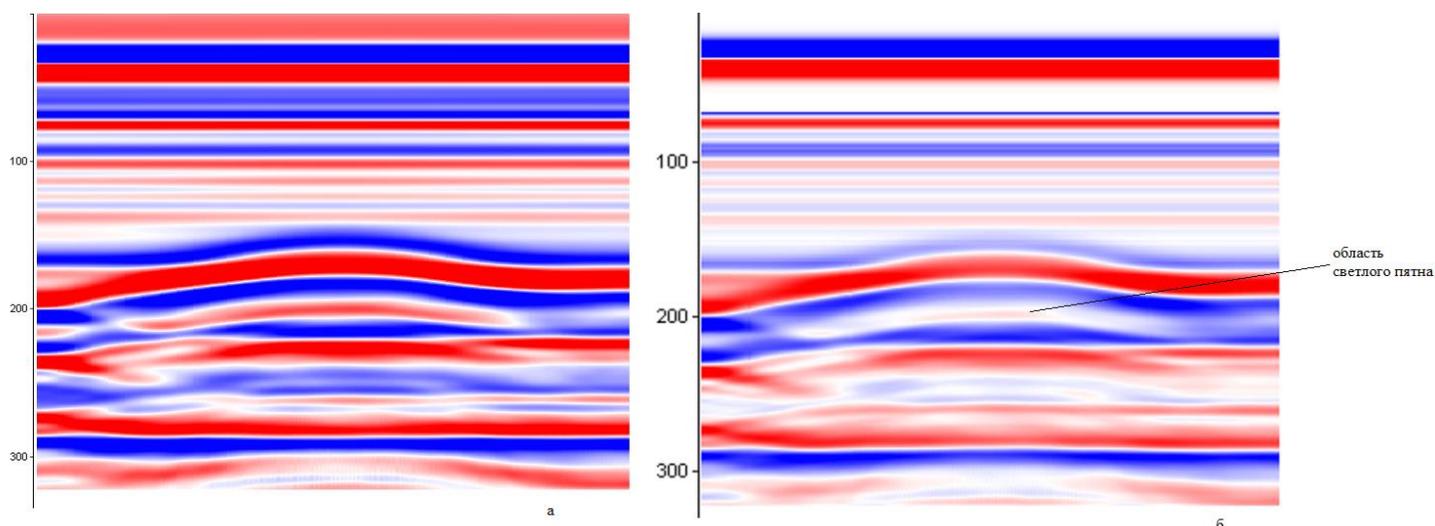


Рисунок 4.10 Расчеты временных разрезов: а – для модели с монотонным слоем, б – для модели с градиентным слоем

На рис. 4.10 (а) изображены расчеты временных разрезов для модели с монотонным слоем, а на рис. 4.10 (б) – изображение временных разрезов для модели с градиентным слоем. В случае модели с градиентным слоем можно заметить область светлого пятна. В частности, это проявляется и описывается в литературе как «белое пятно». Такое светлое пятно может появиться из-за трещин, понижения энергии сейсмических волн, высокого содержания флюидов и т.п.

Скопления углеводородов обозначаются понижением энергии сейсмических волн. Особенно явно эта особенность выделяется в тектонически активных областях и на площадях, где отсутствуют надёжные региональные и зональные покровы для залежей углеводородов. Интенсивность сейсмических аномалий зависит также от фазового состояния углеводородов.

Предпосылки, перечисленные выше, и выявленные в результате статистического анализа закономерности изменения сейсмической записи в пределах месторождений нефти и газа позволяют использовать энергетические и амплитудные характеристики отражённых волн для прямого прогнозирования зон нефтегазонакопления.

Для примера используем исходные временной разрез по профилю 04060044 Бурановской площади.

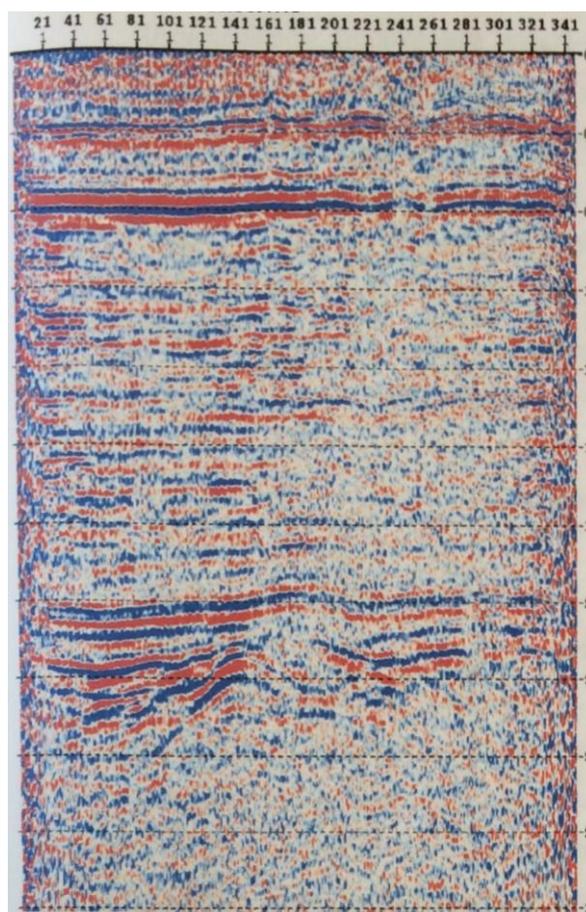


Рис. 4.11 Исходный временной разрез 04060044

В результате обработки явно выделяются участки разреза с пониженной спектральной энергией отраженных волн. И как было указано выше, данные участки свидетельствуют о наличии углеводородов.

Разрез, полученный в результате обработки, приведен на рис. 4.12.

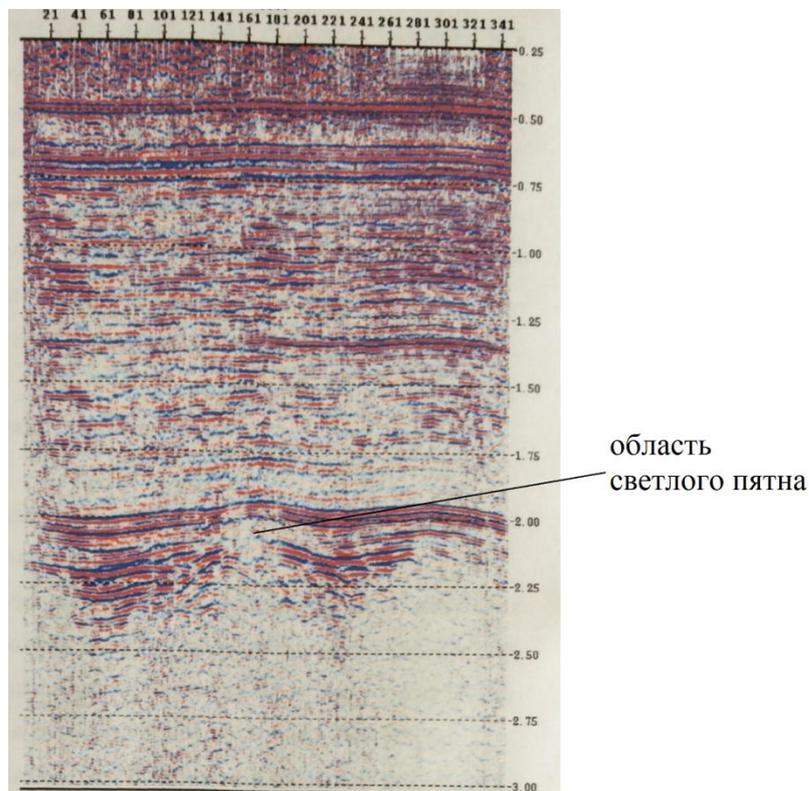


Рис. 4.12 Разрез после обработки

Заключение

В результате выполнения данной работы были построены сейсмогеологические модели по полученному ранее временному разрезу. Также был проведен анализ влияния неоднородного строения на сейсмическое волновое поле.

Для возможности качественного анализа сейсмических разрезов, предоставленных в растровом виде, были построены несколько моделей сред, по которым выполнено моделирование синтетических разрезов. Анализ волнового поля позволил сделать некоторые выводы об амплитудных особенностях сейсмической записи.

С помощью численных методов моделирования был обработан сейсморазрез, на котором в отложениях верхней юры было выявлено наличие областей с пониженной энергией. Изменение энергетики и контрастности сигнала говорит о наличии УВ.

Таким образом, утверждения описанные в отчете по Бурановской площади, о наличии коллекторов было подтверждено на основе математического моделирования, а именно за счет выделения областей с пониженной энергией.

Использованная литература

Нормативная:

1. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.4.125-83. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
3. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
5. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
6. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
7. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
8. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
10. Постановление администрации Томской области от 30.10.2012 № 432а «О работе на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях в холодное время года».
11. МР 2.2.9.2311-07. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности.
12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
13. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

14. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

15. ГОСТ 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

16. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах.

17. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 30.12.2015)

18. ГН 2.2.5.1313-03. Предельные допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Фондовая:

19. Жевлаков Л.П. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности северо- западного склона Парабельского мегавала. Отчет с/п 8,17/87-88гг.

22. Жевлаков Л.П. Отчет сейсморазведочной партии 6/01-02. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Соболиного месторождения. Колпашево, фонды ТГТ, 2002 г.

21. Петро В.Н., Звягинцева Н.Л. Отчет тематической партии 11/03-04 по интерпретации материалов МОГТ-2Д с.п. 6/04, выполненных в Каргасокском районе Томской области и переобработанных материалов прошлых лет (лицензионный участок №74)

Опубликованная:

24. Белозеров В.Б, Брылина Н.А, Даненберг Е.Е, Ковалева Н.П. Литолого-фациальные предпосылки локализации зон нефтегазонакопления в прибрежно-морских отложениях верхней юры юго-востока Западно-Сибирской плиты. // Критерии и методы прогноза нефтегазоносности. – Новосибирск, СНИИГГиМС, 1987.

25. Блинецов М.Т., Меньшиков Ю.П. «Яркое пятно» в нижнемеловых отложениях шаимского нефтегазоносного района Западной Сибири. // Геофизика. – М.: ЕАГО, 2002, №4, с. 11-14.

26. Геология нефти и газа Западной Сибири /А.Э.Конторович, Н.И.Нестеров, Ф.К.Салманов и др. – М.: Недра, 1975.
27. Инструкция по сейсморазведке. Министерство геологии СССР. М.: 1986.
28. Конторович В. А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск, СО РАН филиал ГЕО, 2002.
29. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.С.Суркова. – М.: Недра, 1986.
30. Сурков В.С, Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981.
31. Тищенко А.В, Тищенко Г.И. Оценка перспектив нефтегазоносности Усть-Тымской впадины как объекта развития базы углеводородного сырья Томской области. – Новосибирск, СНИИГГиМС, 1997.
32. Немирович-Данченко М.М., Стефанов Ю.П. Применение конечно-разностного метода в переменных Лагранжа для расчета волновых полей в сложнопостроенных средах // Геология и геофизика, 36(11), 1995, с. 96-105
33. Немирович-Данченко М.М. Модель гипопругой среды и ее применение в сейсмике.