

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

Кафедра геофизики

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

«Уточнение результатов кинематической интерпретации МОГТ на основе
полноволнового геосейсмического моделирования" (на примере XXX
месторождения Самарской области)»

Студента 5 курса 531 группы заочной формы обучения
геологического факультета
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
профиль «Нефтегазовая геофизика»
Коломажина Владислава Евгеньевича

Научный руководитель
д. г.-м.н., профессор

подпись, дата

С.И. Михеев

Зав. кафедрой
к. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

Введение. Выпускная квалификационная работа посвящена проблеме кинематической интерпретации сейсмических данных в сложных сейсмогеологических условиях. Актуальность такой проблемы не вызывает сомнений по многим причинам. Так, традиционно в геофизике при поисках и разведке нефтегазовых месторождений особую роль среди полевых методов играла и играет сейсморазведка, а кинематическая интерпретация сейсмических данных позволяет детально изучать строение геологического разреза, в частности, прогнозировать ловушки углеводородов. Кроме того, кинематическая интерпретация, в отличие от динамической, выполняется в любом случае. Вследствие этого она имеет особенно большое народно-хозяйственное значение, так как правильное ее решение позволяет значительно повысить надежность подготовки структур к глубокому бурению.

Для написания выпускной работы привлекались геолого-геофизические материалы, полученные в ходе выполнения работ по хозяйственному договору между одной из самарских нефтяных компаний (Заказчик) и АО «НВНИИГТ» (Исполнитель). Целевым назначением этих работ было повышение надёжности и точности данных сейсморазведки ОГТ на основе анализа архивных геолого-геофизических материалов по XXX месторождению, в том числе, с применением средств наиболее совершенного полномасштабного геосейсмического моделирования. Актуальность выполненных исследований определяется:

- ведущей ролью сейсмического метода в комплексе геологоразведочных работ на нефть и газ;
- большой сложностью геолого-геофизических условий месторождения XXX;
- необходимостью избежать в последующем значительных (до 95 м) погрешностей метода, наблюдавшихся при изучении XXX месторождения

Достижение поставленной цели базировалось на решении следующих основных задач:

1. Сбор, обобщение и анализ архивных геолого-геофизических материалов по XXX месторождению и сопредельным территориям;
2. Построение сейсмогеологической модели месторождения XXX, вычисление для нее синтетических волновых полей;
3. Установление на основе совместного анализа наблюдаемых и теоретических волновых полей причин расхождения результатов глубокого бурения и данных сейсморазведки МОГТ;
4. Изучение возможностей повышения прослеживаемости целевых отражающих горизонтов и разрешённости сейсмических данных за счёт оптимизации полевых интерференционных систем наблюдения МОГТ, а также графов обработки и интерпретации сейсмических материалов;
5. Анализ возможностей более полного учёта искажающего влияния на сейсмические построения неоднородностей верхней части разреза и поверхности палеозоя;
6. Разработка методических рекомендаций по повышению геологической эффективности МОГТ на территории исследований.

Моей задачей при прохождении практики было построение сейсмогеологических моделей XXX месторождения, выполнения расчётов теоретических волновых полей, анализ полученных результатов.

Моделирование осуществлялось с помощью программы Tesseral-2D (разработка TesseralInc, Канада).

Данная работа включает введение, 4 раздела («Геолого-геофизическая характеристика территории исследований», «Общие сведения о геосейсмическом моделировании», «Программно-алгоритмический комплекс TESSERAL», «Предварительный анализ результатов геосейсмического моделирования»). В работе имеются 7 подразделов («Общая характеристика территории работ», «Краткая характеристика изученности района», «Тектоническое районирование», «Литолого-стратиграфическая и геофизическая характеристика разреза», «Нефтегазоносность разреза», «Построение сейсмогеологических моделей», «Анализ полученных данных»,

закключение, список используемых источников, список сокращений, 12 рисунков, 3 таблицы. Объем работы составляет 45 страниц.

Основное содержание работы. В первом разделе дан подробный анализ «Геолого-геофизической характеристики территории исследований».

Во втором разделе «Общие сведения о геосейсмическом моделировании» представляется геосейсмическое моделирование, что является неотъемлемой частью геофизических исследований. Его результаты позволяют получить важные для практики интерпретации выводы о том, какие особенности и признаки нужно искать в реальном волновом поле и как их правильно трактовать при изучении того или иного геологического объекта. Это, в свою очередь, способствует повышению надежности и точности геологических результатов исследований.

Третий раздел «Программно-алгоритмический комплекс TESSERAL». Пакет Tesseral 2-D – это первый общедоступный коммерческий программный пакет моделирования полного сейсмического (акустического) поля с встроенным графическим интерфейсом, реализованный на персональном компьютере. Он позволяет задавать различные системы сейсмических наблюдений, проводить построение числовых моделей сложных сейсмогеологических разрезов и рассчитывать распространение колебаний в неоднородной среде.

Пакет использует точную и быструю схему вычислений, основанную на методе конечных разностей, что дает возможность в кратчайшие сроки выполнять моделирование сколько угодно сложных геологических сред, включая комбинацию твердых тел и жидкостей.

Пакет создан для интерактивного анализа и проверки глубинно-скоростных моделей и может быть легко встроен в общепринятый процесс обработки и интерпретации сейсмической информации.

Программа Tesseral 2 - D предназначена для 2D моделирования (расчета синтетических сейсмограмм) по глубинной, скоростной, плотностной модели геологического разреза.

В Tesseral 2-D встроены средства для создания глубинной скоростной модели геологического разреза вручную; по скважинным данным; картам геологических поверхностей; 2D, 3D решеткам.

Tesseral 2-D предлагает оригинальный подход к разработке тонкослоистых моделей, обеспечивающий высокую точность и обоснованность модели, с одновременно простым и быстрым ее построением. Для этого в Tesseral 2-D кроме каротажа можно использовать дополнительные данные: координаты и инклинометрию скважин, стратиграфические разбивки, готовые карты горизонтов.

В разделе 4 «Предварительный анализ результатов геосейсмического моделирования» определены две основные задачи:

1. Оценить корректность ранее выполненных структурных построений в пределах площади, где расположено месторождение XXX.
2. Наметить пути разработки новых критериев, оценки достоверности структурных построений.

Для решения первой задачи на вход комплекса TESSERAL подавалась глубинно-скоростная модель по одному из пересекающих месторождение XXX профилей ОГТ с характеристиками (глубины отражающих горизонтов и скорости), соответствующими структурным построениям предшествующих работ. Полученный в результате моделирования синтетический временной разрез ОГТ сравнивался с реальным временным разрезом. В нашем случае основное внимание было уделено анализу расхождения времен регистрации опорных отражающих горизонтов.

Для решения второй задачи моделировался один из искажающих факторов - сложная геометрия верхнего отражающего горизонта (ВОГ). Как уже отмечалось, данный фактор является основной причиной неподтвержденности глубоким бурением локальных структур, картируемых сейсморазведкой на рассматриваемой территории. Проблемы структурных построений по глубокозалегающим горизонтам определяются тем, что последние, как правило, строятся от ВОГ последовательно сверху вниз.

В подразделе 1.1 «Общая характеристика территории работ» представлена краткая характеристика работ.

 - район работ

Рисунок 1.1.1. - Обзорная карта района работ

Подраздел 1.2 «Краткая характеристика изученности района». Территория, на которой располагается XXX месторождение начала изучаться в 1931–1932 годах, когда здесь проводилась структурно–геологическая съемка масштаба 1:100 000. Месторождение открыто первой разведочной скв. № 4, пробуренной в 1949 г. в свде поднятия, выявленного структурно–геологической съемкой в 1938 г.

С 1963 по 1988 г.г. проводилось структурное бурение на Байтермишской, Южно-Камышлинской, Бавлинской площадях, что позволило детализировать северо-западную, юго-западную и центральную часть XXX месторождения по поверхности швагериновых слоев.

В 1993 г. институтом ВОИГ и РГИ выполнен комплексный анализ геолого-геофизической информации по XXX и Валентиновскому месторождениям. Кроме материалов геологических съемок при исследовании опорных горизонтов использовалось 87 структурных и 42 поисково-разведочных скважин по 9 разведочным близлежащим площадям.

В 2000 г. по XXX месторождению проведены опытно-методические работы методом низкочастотной акустической разведки «Анчар».

В 2001 г. институтом «СамараНИПИнефть» выполнен оперативный пересчет запасов нефти и газа XXX месторождения, для чего были выполнены

структурные построения с использованием в качестве основной информации данных структурного и глубокого бурения.

В 2002 г. впервые были проведены сейсморазведочные работы МОГТ-2Д ОАО «Татнефтегеофизика» с целью уточнения геологического строения XXX месторождения.

В разделе 1.3 «Тектоническое районирование» дана схема региональной тектоники XXX участка Южно-Татарского свода.

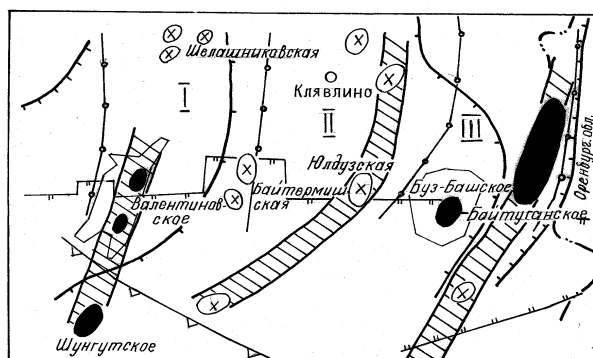


Рисунок 1.3.1. - Схема региональной тектоники XXX участка Южно-Татарского свода

Раздел 1.4 «Литолого-стратиграфическая и геофизическая характеристика разреза» содержит подробное описание стратиграфического расчленения, где положена стратиграфическая схема по Волго-Уральской области, утвержденная в 1990 г. (Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы», г. Ленинград, ВСЕГЕИ, 1988 г.). Стратиграфическая характеристика разреза основана на материалах специалистов ВОИГиРГИ с внесением некоторых корректив.

На временных разрезах территории исследований с разной степенью уверенности прослеживаются отражения, имеющие следующую стратиграфическую приуроченность:

К – кровля сакмарского яруса нижней перми (P_1s);

В – кровля верейского горизонта среднего карбона (C_2m_{1vr});

У – кровля бобриковского горизонта нижнего карбона (C_1v_2bb);

Д – подошва репера «аяксы» кыновского горизонта верхнего девона (Д_{3f1kn});

А – поверхность кристаллического фундамента (AR).

Качество прослеживания отражений показано в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1. - Характеристика качества прослеживаемости отражающих горизонтов

Индекс отражения	Корреляция (%% от общего километража)		
	уверенная	неуверенная	разрыв
К	35.4	62	2.6
В	73.3	25.2	1.5
У	52.1	46.1	1.8
Д	26.8	61.1	12.1
А	11	82.3	6.7

Обобщенные сведения о скоростной характеристике разреза отражены в таблице 1.4.2.

Таблица 1.4.2. - Сведения об интервальных скоростях различных интервалов геологического разреза на Южно-Татарском своде

№ п/п	Интервал геологического разреза	Диапазон изменения $V_{\text{инт}}$, м/с	Максимальный градиент – $\Delta V_{\text{интmax}}, \frac{\text{м/с}}{\text{км}}$	Максимальная погрешность Δh_{max} , м
1	ЛП - К	1700 ÷ 4000	580	± 40
2	К -В	4500 ÷ 6450	150	± 20
3	В -У	4900 ÷ 6300	170	± 27
4	У -Д	5300 ÷ 6380	110	± 33
5	Д - А	5100 ÷ 6340	140	± 10
6	А	5350 ÷ 6400	70	± 8

К значительным погрешностям вычисления глубины залегания горизонтов на территории исследований приводит изменчивость скоростей по латерали.

Из таблицы 1.4.3. следует, что максимальный градиент $V_{\text{инт}}$ - в интервале К-У. При недоучете данного градиента погрешность в вычислении глубины горизонта У составляет 27 метров.

Таблица 1.4.3. - Сведения о градиентах интервальных скоростей и соответствующих погрешностях вычисления глубины

№ п/п	Интервал геологического разреза	Диапазон изменения $V_{\text{инт}}$, м/с	Максимальный градиент – $\Delta V_{\text{интmax}}, \frac{\text{м/с}}{\text{км}}$	Максимальная погрешность Δh_{max} , м
1	К-В	4500 ÷ 6450	150	± 20
2	К-У	4900 ÷ 6300	170	± 27

Скоростная характеристика разреза показана на примере результатов сейсмокаротажа скважины 4 месторождения ХХХ, рисунок 1.4.1

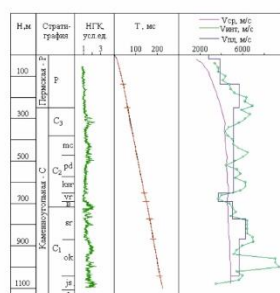


Рисунок 1.4.1. - Скоростная характеристика разреза по результатам сейсмокаротажа. Сква. 4 месторождения ХХХ

Раздел 1.5 «Нефтегазоносность разреза» содержит в себе описание пластов-коллекторов.

В ходе данного раздела 4.1 «Построение сейсмогеологических моделей» было выполнено моделирование поля упругих волн для двумерной модели среды, соответствующей сейсмогеологическим условиям XXX месторождения, в программно-алгоритмическом комплексе Tesseral 2-D.

Временной разрез ОГТ профиля 090204 приведен на рисунке 4.1.1.

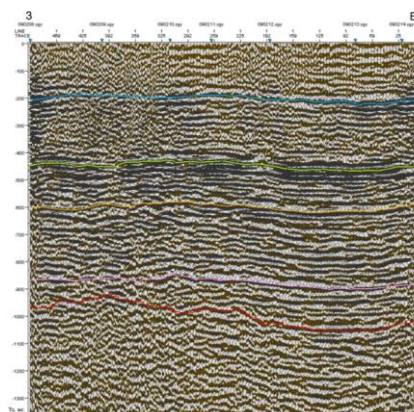


Рисунок 4.1.1. - Временной разрез ОГТ профиля 090204. Обработка ОАО «Татнефтегеофизика»

Помимо модели СГМ-1, подготовлена СГМ-2 (см. рис. 4.1.2.) с измененной геометрией верхней отражающей границы - кровлей самарского яруса нижней перми (далее К). Для СГМ-2 антиклинальное поднятие по кровле горизонта К имеет амплитуду 20 м, что на 30 м меньше по сравнению с СГМ -1 изображен на рисунке 4.1.2.

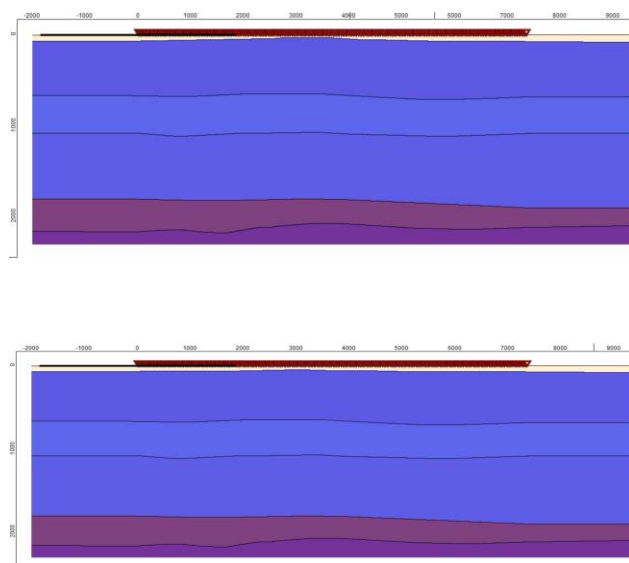


Рисунок 4.1.2. - Сейсмогеологические модели: а – СГМ-1, б – СГМ-2

В качестве исходного при моделировании использовался импульс Пузырева с преобладающей частотой 35 Гц и коэффициентом затухания 2. Рабочее окно задания сигнала в программе TESSERAL приведено на рис. 4.1.3.

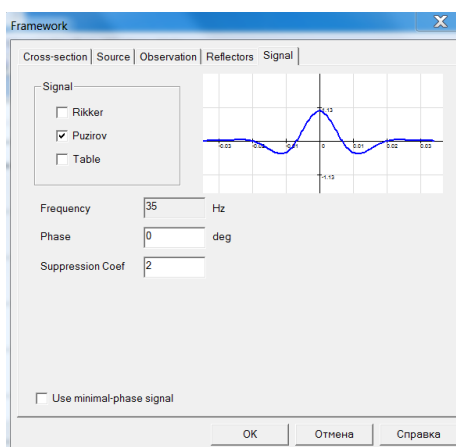


Рисунок 4.1.3. - Рабочее окно задания сигнала

В разделе 4.2 «Анализ полученных данных» даны примеры вычисленных сейсмограмм, что представлены на рисунках 4.2.1 и рис. 4.2.2. Рисунки соответствуют разным пикетам модели СГМ-1. Рассмотрение рис. 4.2.1 и 4.2.2 позволяет убедиться, что демонстрируемые на них волновые поля характеризуются высокоамплитудным фоном регулярных волн-помех. Последние маскируют однократно-отраженные волны, затрудняют их прослеживание. Для СГМ-2 теоретические сейсмограммы не приведены, так как визуально они с сейсмограммами СГМ-1 не различимы, подробно можно ознакомиться на рисунках 4.2.1 и 4.2.2.

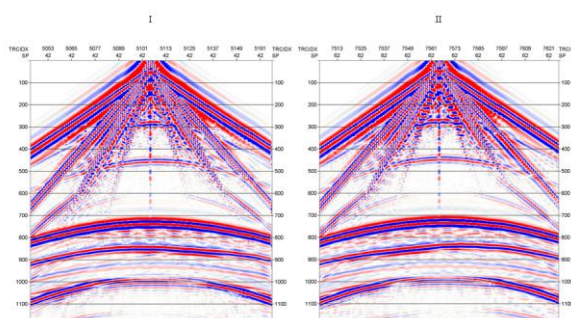


Рисунок 4.2.1. - Монтаж синтетических сейсмограмм для модели СГМ-1. I, II – сейсмограммы для ПВ ПК12-60 и ПК18-60 соответственно

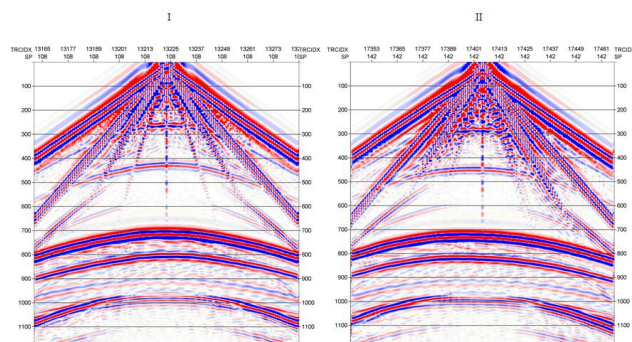


Рисунок 4.2.2. - Монтаж синтетических сейсмограмм для модели СГМ-1. I, II – сейсмограммы для ПВ ПК32-40 и ПК42-60 соответственно

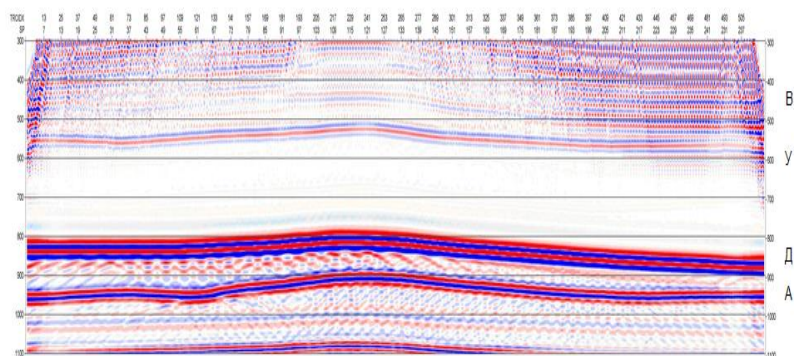


Рисунок 4.2.3. - Синтетический временной разрез, полученный для СГМ-1

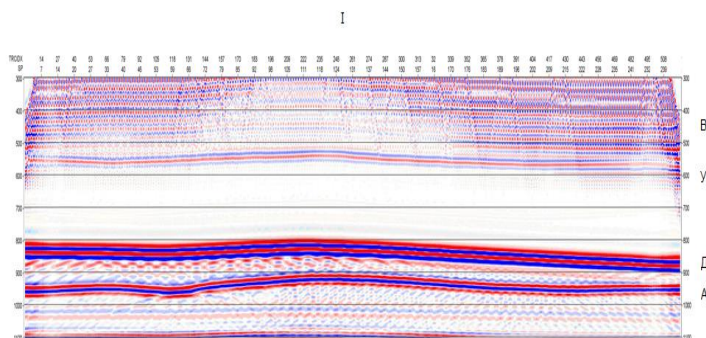


Рисунок 4.2.4. - Синтетический временной разрез, полученный для СГМ-1

После вычисления теоретических временных разрезов ОГТ, как показано на рисунках 4.2.3 и 4.2.4, и корреляции на них отражающих горизонтов было проведено сравнение полученных времён отражений и времён регистрации тех же отражений, снятых с реального временного разреза реального профиля 090204. В качестве примера на рисунках 4.2.5 и 4.2.6 приведены монтажи графиков времен отражений Д и А соответственно.

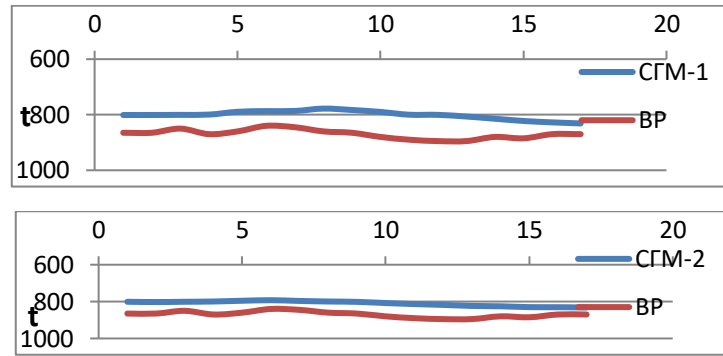


Рисунок 4.2.5. - Сравнение теоретических времён и времён, снятых с временного разреза ОГТ для горизонта Д

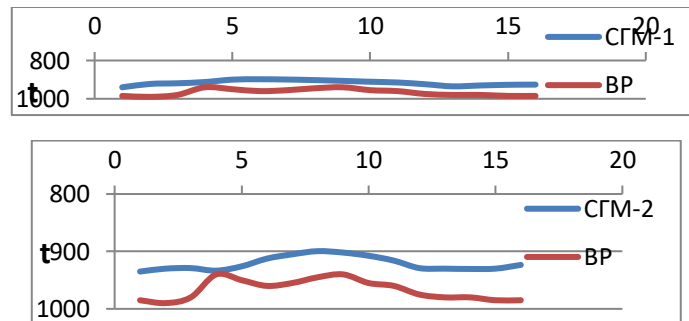


Рисунок 4.2.6. - Сравнение теоретических времён и времён, снятых с временного разреза ОГТ для горизонта А

Все это вместе дает основания предположить, что при корреляции горизонтов на реальном временном разрезе или при задании скоростной модели в ходе структурных построений были допущены ошибки. Возможно также, что причиной наблюдаемых расхождений теоретических и реальных данных стало предшествующее структурным построениям площадное осреднение снятых с временных разрезов ОГТ времен отражающих горизонтов. В любом случае, полученный результат моделирования свидетельствует о том, что при структурных построениях были допущены значительные погрешности. Если бы реализованное моделирование было выполнено перед бурением, отмеченные погрешности были бы обнаружены. В нашем случае этого не произошло, и бурение было поставлено по малодостоверным данным. Это и подтвердилось далее значительными, вплоть до несколько десятков метров, расхождениями данных бурения и сейсморазведки.

Заключение. Основными результатами, полученными при подготовке и написании, выпускной работы являются данные сейсмогеологического моделирования разреза XXX месторождения (Самарская область). Моделирование осуществлялось с использованием признанного во всем мире программно-алгоритмического комплекса Tesseral-2D (разработка TesseralInc, Канада).

Полученные результаты моделирования были визуализированы и проанализированы. Они свидетельствуют о том, что при структурных построениях были допущены значительные погрешности которые, в принципе, могли бы быть выявлены до постановки глубокого бурения в случае применения средств сейсмогеологического моделирования.

Полученные и описанные в выпускной работе материалы, в первую очередь, синтетические полевые записи, могут лечь в основу оптимизации используемых в пределах XXX месторождения систем наблюдения, а также графа обработки полевых материалов. Кроме того, на их основе можно поставить дополнительные исследовательские работы по анализу причин расхождения сейсморазведочных построений и данными бурения, разработке способов повышения надежности выделения нефтегазоперспективных объектов по сейсмическим данным.