

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

Кафедра геофизики

**«Методика и результаты прогноза нефтегазоносности разреза по данным
комплекса ГИС и МОГТ»**

(на примере лицензионного участка Месторождение – 1А).

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического факультета
Мачомбе Анжело Филдс Боавентура

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 2019

Введение. Выпускная квалификационная работа посвящена проблеме прогнозирования нефтегазоносности разреза по другим словам, проблема «яркое пятно» можно считать не старой поскольку не определялись до начала 1970-х из-за обширного и всеотраслевого использования автоматического контроля за выгодой, который затенил воздействия амплитуды накоплений углеводорода.

Цель выпускной бакалаврской работы состояла в анализе динамики сейсмической записи на территории Месторождения – 1А а так же объяснение явление «яркое пятно», что является индикатором нефтегазоносности в нашем случае.

В ходе написания выпускная квалификационная работа, решались следующие задачи:

- изучение физико-геологические и методические основы прогнозирования нефтегазоносности разреза по данным динамического анализа данных сейсморазведки;
- ознакомление с модулем интерпретации сейсмических данных программно-алгоритмического комплекса PETREL, использованного при динамической интерпретации полевых материалов на территории исследований;
- собрание, обобщение и проанализирование архивные геолого-геофизические материалы по территории Месторождение – 1А;
- ознакомление с программой математического моделирования полей упругих волн TESSERAL и получение навыка с ней;
- с использованием средств математического моделирования полей упругих волн проанализировать динамику сейсмической записи на территории Месторождения – 1А на предмет выявления и объяснения аномалий наблюдаемых амплитуд типа «яркое пятно»;
- дать рекомендации по дальнейшим исследованиям.

Материалы для написания были собраны за время прохождения производственной практики в Национальном Нефтяном Институте (Instituto Nacional de Petróleo, INP), в Мозамбике, г. Мапуту.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемой литературы, включающего 15 источников. Работа изложена на 48 стр., и содержит 8 рисунков.

Основное содержание работы. Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика района работ». В Бассейн Ровуме геологоразведочных работ начали в 70-х годов до сегодняшнего дня с целью нахождения месторождения углеводород. В первых применялась сейсморазведочная съемка, масштаб 1:2000 000. Считается что на данный момент больше 100 скважин были пробурены, на суши и на шельф.

Хронология исследования территория:

1980 - первая официальная разведочная работа с CGG (Compagnie Générale de Géophysique), обеспечивающая площадь 15 200 км² аэромагнитной разведки;

1984 - сейсмические, магнитные и гравитационные съемки от ESSO (ExxonMobil) на площади 1 818 км²;

1986 – бурения первой скважины, Моцимбоа-1;

1994-1995 – Norbay/Loronpet были награждены площади 30 км² для геолого-разведочной работ;

1995-2001 – Loronet разведка на суши и на море;

2006-2007 - Hydro/ENH, Anadarko, ENI и Artumas разведочная работа;

2008 – Petronas и ENH разведочная работа;

2010 – открытие природного газа компании Anadarko;

2011 – сейсмическая съемка 3D исследуемое месторождение.

Тектоническая строения. Месторождение – 1А принадлежит к бассейну Ровума который расположен вдоль восточной окраины Северного

Мозамбика и Южной Танзании, образуя один из пассивных окраинных континентальных бассейнов, который простирается вдоль побережья Восточной Африки.

Бассейн Ровумы по площади составляет 12 500км² и 17 000км² на море и на суше соответственно. Исследуемое месторождение находится на шельфе данной бассейн, примерно 40 км от суши.

В тектонодинамическом плане Бассейн Ровумы связан с расколом Гондванского суперконтинента, который произошел в средней юре. Главные структурные элементы Бассейн Ровумы является Дельта Ровума, Горст Ибу-Хай, Разлом Дэйви, Грабен Киримбас, Пальма и Ласерда (Salman and Abdula, 1995) как на рисунке 1. Фундамент состоит из позднепротерозойских пород.

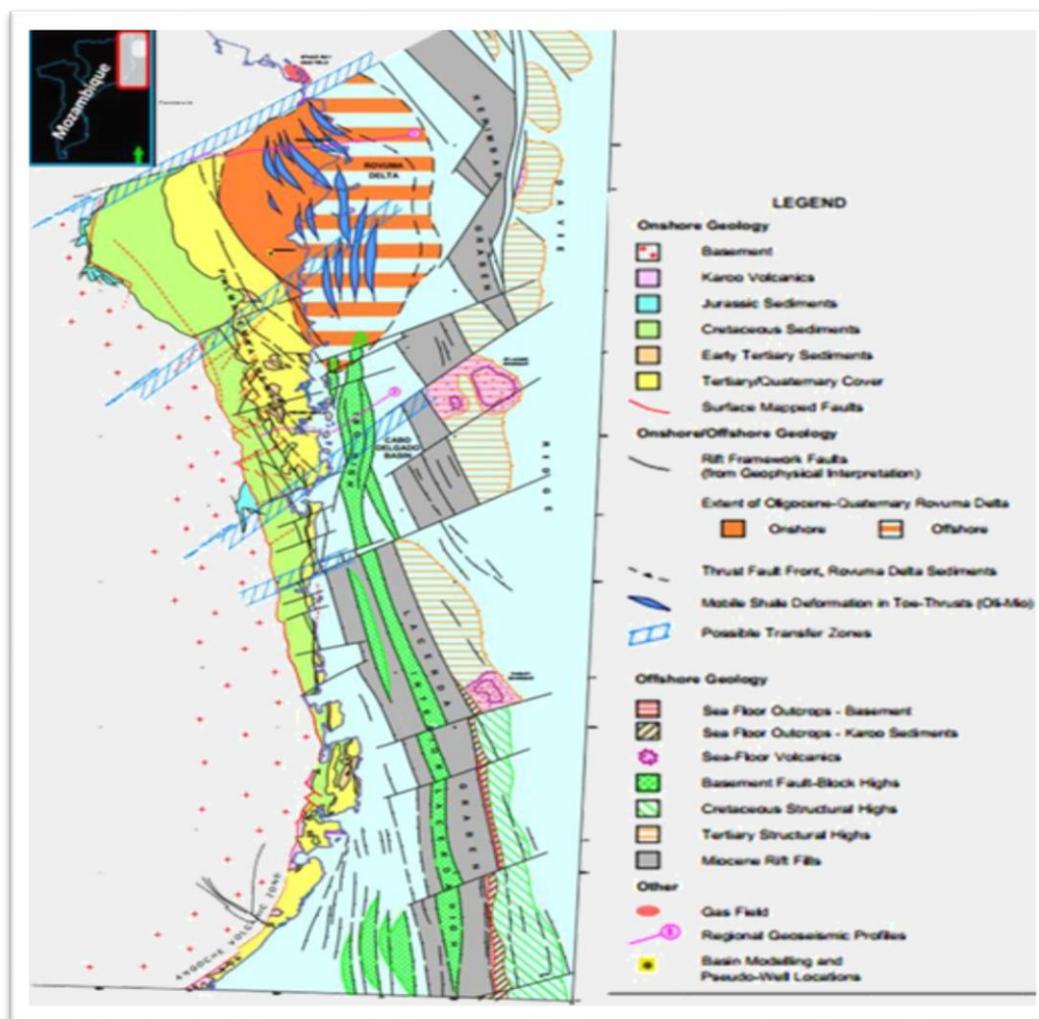


Рисунок 1 – Геологический разрез по региональному профилю 121 RD, пересекающему бассейн Ровума (ENH, 2000)

Литолого-стратиграфической характеристике разреза

На территории бассейн Ровумы осадочный чехол сложен мезозойскими и кайнозойскими породами.

Максимальная толщина отложений во всем Бассейне Ровумы составляет приблизительно 10 км на основе геофизического исследование. Главные свиты на данной территории являются:

Мезозойская эратема –MZ

Свита Рио-Меколе. Представлена юрским пород, состоящих из континентальные, красноцветные грубообломочные осадочные породы. В основание содержит брекчии которые состоят из блоков метровых размеров в песчаной матрице. Мощность превышает 100 м. Скорость продольных волн $V_p = 3150$ м/с.

Свита Н'Гапа. Представлена юрским пород, состоящих из конгломератов и хорошо цементированного песчаника, умеренно сортированного, от среднего до крупнозернистого и галечного песчаника, который локально переотложен. Мощность составляет порядка 100 м. Скорость продольных волн $V_p = 3050$ м/с.

Свита Пемба. Представлена нижнемеловым отложениям, барремско-аптского века, состоящих из песчаников, алевролитов и аргиллитов. Мощность точно оценивать невозможно. Скорость продольных волн $V_p = 2850$ м/с.

Свита Макомия. Представлена нижнемеловым отложениям, аптского и альбского века, состоящих из грубого мелкозернистого кварц-полевошпатового песка также присутствуют аркозовые песчаники с местами замещенные конгломератами слои лежающие на докембрийских гнейсах. Скорость продольных волн $V_p = 2850$ м/с.

Свита Мифуме. Представлена нижнемеловым отложениям, альбского века на шельфе и маастрихтского века на суши, состоящих из сильно биотурбированных серых мергелей или аргиллитов и известняковых

песчаников доминируют в разрезе, временами они сменяются известняками в скважине Моцимба-1. Мощность около 200 м. Скорость продольных волн $V_p = 3650$ м/с.

Кайнозойская эратема - KZ

Свита Киссанга. Представлена эоцена-олигоценым отложениям, состоящих из монотонного пласта песчаников перекрытый рифеобразным известняком в нижней части, выше сменяющимся к микритовой разновидностью. Мощность составляет около 30 м. Скорость продольных волн $V_p = 3650$ м/с.

Свита Чинда. Представлена неогеновым отложениям, состоящих из бежевых до очень бледно-серых каолиновых песчаников с белесыми каолиновыми глинистыми прослоями и мелкими глинистыми линзами. Мощность составляет примерно 30 м. Скорость продольных волн $V_p = 2860$ м/с.

Нефтегазоносность разрез. Месторождение – 1А располагается в пределах Восточно-Африканская нефтегазоносная провинция.

Власти представили 6-ого сентября 2014 года на 2-й Мозамбикской геологии Конгресс оценка оперативных ресурсов от 170 - 200 триллион кубических футов газов. Основные открытия сложенные в олигоценых, эоценовых и палеоценовых отложениях, сложенных в системе продольных разломов и компрессионных глубоководных складок.

Расчетная пористость, объем сланца и водонасыщенность показывают что очерченный коллектор в исследуемой территории имеет хорошее качество, имея среднюю пористость 28%, проницаемость 250 мД, водонасыщенность меньше чем 25% и глинистость меньше чем 34%.

Раздел 2 «Методика работы». Динамической интерпретации является тот метод сейсморазведки, где из формы и интенсивности отраженных волн извлекается информацию о физических свойствах пород, составляющий

разрез, и тем самым прогнозировать их геологические характеристики как в нашем случае. Это тем не менее нестандартный граф цифровой обработки.

В первую очередь было использовано методов яркого пятна на данной работе, хотя обсуждаются еще о методом мгновенных параметров, псевдоакустическим каротажем, атрибутивным регрессионным анализом и AVO – анализ.

Динамический анализ комплексных трасс (ДАКТ) нацелен на изучение мгновенных динамических параметров.

Для аналитического сигнала $u(t)$ и $v(t)$ связаны интегральным преобразованием Гильберта и называются «сопряжёнными по Гильберту», формула 1:

$$v(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{u(s)}{s-t} ds \quad (1)$$

Нам известен действительный сигнал $u(t)$. Применив преобразование Гильберта, можно получить мнимую составляющую аналитического сигнала $v(t)$ и рассчитать мгновенные параметры:

- мгновенную амплитуду, которая имеет физический смысл огибающей амплитуд и вычисляется по формуле (2):

$$a(t) = \sqrt{v^2(t) + u^2(t)} \quad (2),$$

- мгновенную фазу, рассчитываемую по формуле (3)

$$\varphi(t) = \tan^{-1} \left[-\frac{u(t)}{v(t)} \right] \quad (3);$$

- мгновенную частоту, вычисляемую по формуле (4)

$$f^* = \frac{d\varphi(t)}{dt} \quad (4).$$

Краткое описание программно-алгоритмического комплекса PETREL (модуль интерпретации сейсмических данных)

В нашем случае временные разрезы для динамической интерпретации анализировались, оформлялись и выводились в программно-алгоритмическом комплексе PETREL модуле интерпретации сейсмических

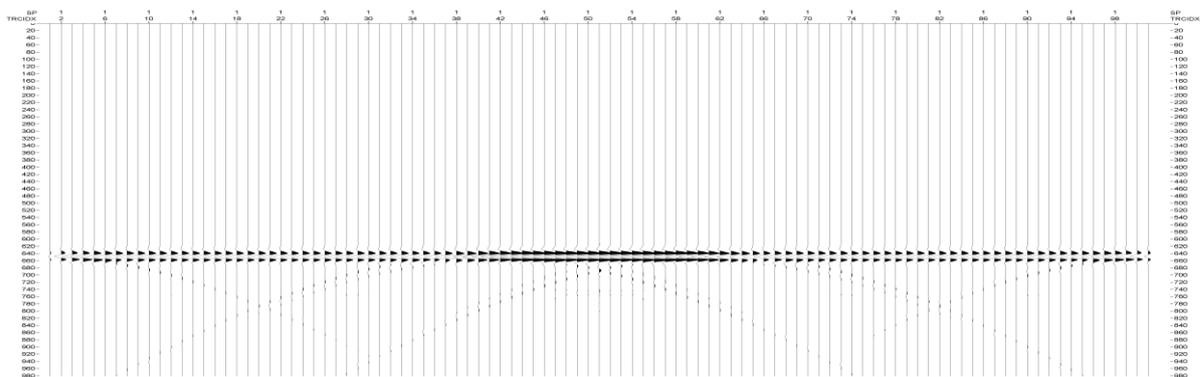
данных. Это основной модуль комплекса PETREL для работы с 2D/3D сейсмическими данными. Пользователь имеет доступ к различным параметрам визуализации сейсмических данных, в том числе - представление данных в стандартном окне интерпретации и использование проекции интерпретации на отображаемые профили. Модуль позволяет осуществлять управление сейсмическими данными, создавать дополнительные продольные/поперечные профили и временные срезы, профили произвольного направления по сейсмическому кубу, профили вдоль траекторий скважин, а также создавать композитные профили по разным 2D/3D съёмкам.

Программно-алгоритмический комплекс TESSERAL

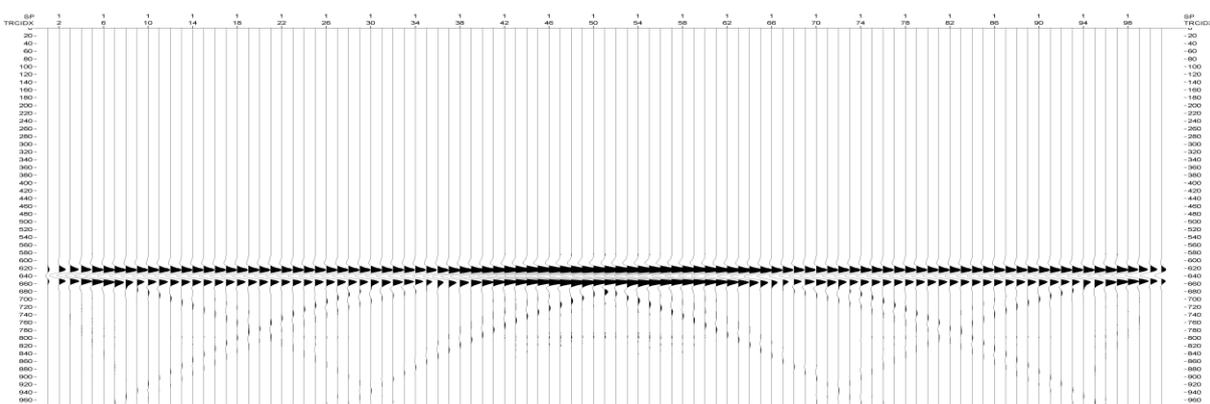
Демонстрационная версия программно-алгоритмического пакета Tesseral 2-D применялась нами при математическом моделировании отраженных волн. Пакет позволяет задавать различные системы сейсмических наблюдений, проводить построение числовых моделей сложных сейсмогеологических разрезов и рассчитывать распространение колебаний в неоднородной среде.

Раздел 3 «Результаты». Цель выполненных на территории работ исследований заключалась в прогнозировании нефтегазоносности разреза по данным динамического анализа материалов сейсморазведки и изучение целостности прокрышки комплексом методов ГИС и сейсморазведки. Для того, чтобы показать каким образом в нашем случае образуется «яркое пятно» на временном разрезе было проделано 12 вычислительных экспериментов. Примеры результатов моделирования в виде монтажей сейсмогеологических моделей и теоретических волновых полей, полученных при разных преобладающих частотах сейсмического импульса, приведены на рисунке 2 – 5 на главной работе. Изучались двухслойные как показывает пример на рисунке и трехслойные как показано на рисунке 3 модели среды. Для трехслойных моделей акустические характеристики покрывающей и подстилающей полагались одинаковым. Толщина коллектора задавалась

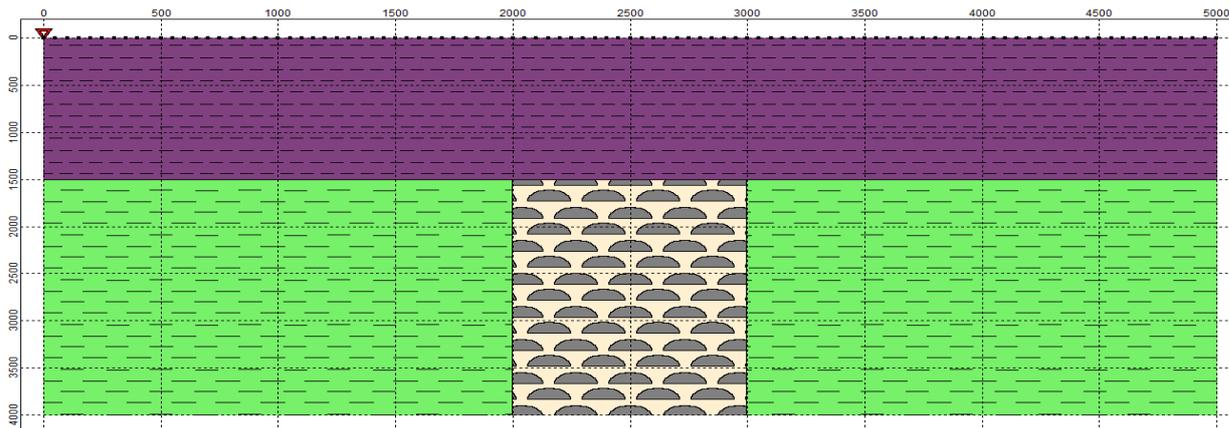
равной 10м, 20м и 30м, что соответствует опубликованным для территории исследования данным (толщина коллектора по данным Чибиело, 2016 лежит в пределах от 8 м до 33 м).



III



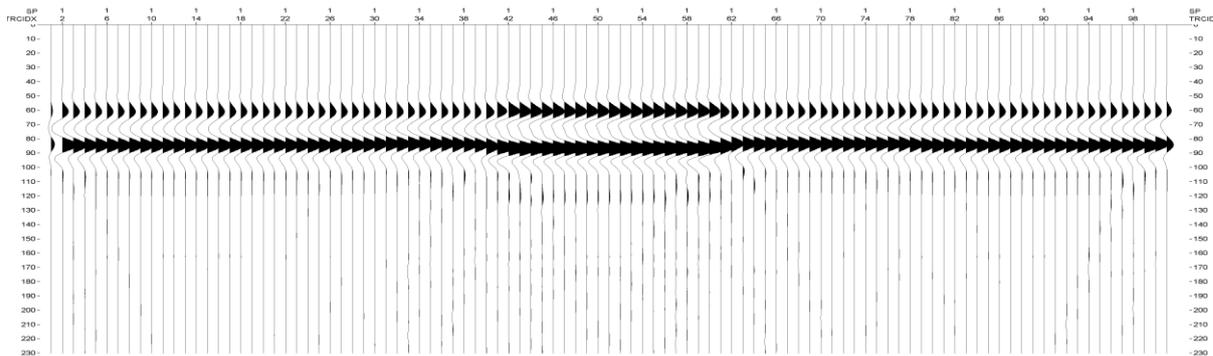
II



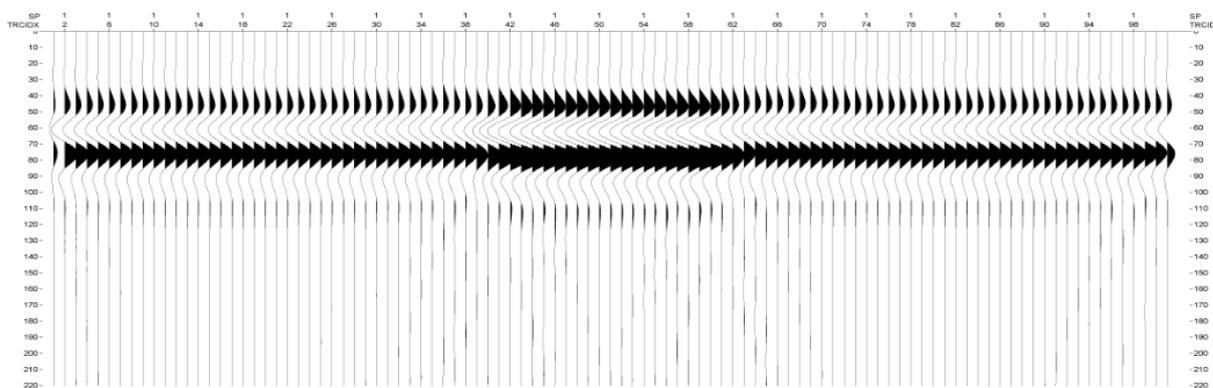
I

Рисунок 2 – Результаты сейсмогеологического моделирования для модели с нефтенасыщенным коллектором бесконечно большой толщины

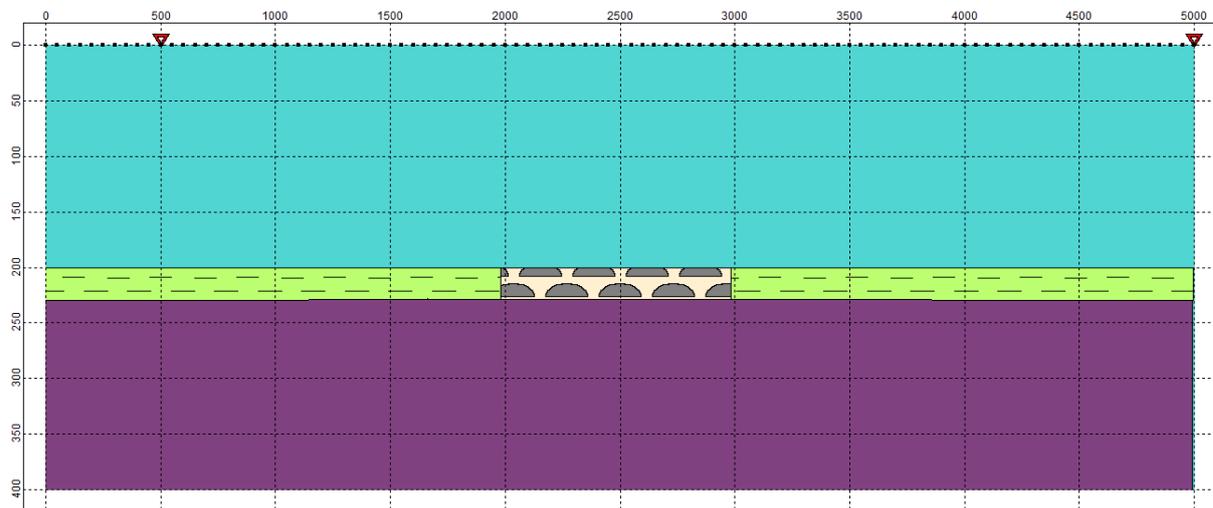
I – модель; II, III – временные разрезы для преобладающей частоты сейсмического импульса 30 Гц и 50 Гц соответственно



III



II



I

Рисунок 3 – Результаты сейсмогеологического моделирования для модели с нефтенасыщенным коллектором толщиной 30м

I – модель; II, III – временные разрезы для преобладающей частоты сейсмического импульса 30 Гц и 50 Гц соответственно

Результаты динамического анализа на лицензионном участке Месторождение – 1А. В процессе работ на территории изучаемого лицензионного участка помимо прочего был получен временной, а затем глубинно-динамические разрезы на которых прослеживаются аномальные зоны высокой амплитуды. Такие зоны по данным (Matlhava, 2014) приурочены к региональным разломам, по которым происходит миграция УВ.

На представленном в качестве примера рисунке 7 глубинно-динамическом разрезе при визуализации использован европейский стандарт полярности. Согласно этому стандарту красно-желтый цвет показывает области повышенных амплитуд (яркие пятна), вероятно связанные с нефтегазонасыщенностью пород. Синий цвет показывает области с пониженными амплитудами сейсмических импульсов.

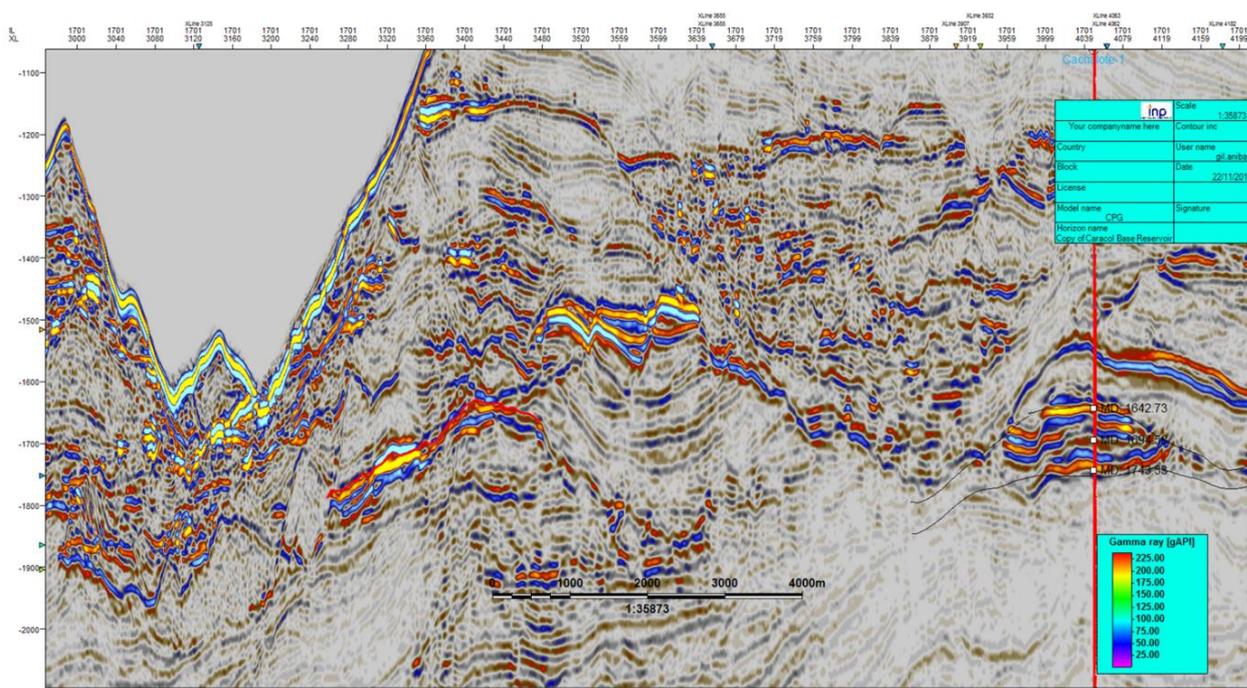


Рисунок 4 – Глубино-динамический разрез МОГТ. Профиля 12BS

Исследуемое месторождение приурочено к нижнемеловым отложениям альбского яруса.

Таким образом, данные выполненного сейсмогеологического моделирования и приведенные данные анализа полевых материалов дали основание для использования критерия аномальных значений амплитуд

сейсморазведочной записи для прогноза на территории исследования новых залежей УВ. С точки зрения автора в качестве перспективных объектов на профиле 12BS, рисунок – 7, можно рассматривать интервалы разреза пикеты 3399 - 1701 м, $T_0=1550\text{мс} - 1450\text{мс}$; пикеты 3360 – 1701 м, $T_0=1810\text{мс} - 1700\text{мс}$. Данные объекты (аномалии) рекомендуются для дальнейшего доизучения с целью выявления залежей углеводородного сырья.

С этой целью может быть использован AVO анализ. Кардинально изменить ситуацию с надежностью картирования обсуждаемых объектов можно с помощью объемной (3D) сейсморазведки.

Заключение. В соответствии с целью и задачами выпускной квалификационной работы при ее подготовке автором получены следующие основные результаты:

- изучены физико-геологические и методические основы прогнозирования нефтегазоносности разреза по данным динамического анализа данных сейсморазведки;
- выполнено ознакомление с модулем интерпретации сейсмических данных программно-алгоритмического комплекса PETREL, использованного при динамической интерпретации полевых материалов на территории исследований;
- собраны, обобщены и проанализированы архивные геолого-геофизические материалы по территории Месторождение – 1А;
- выполнено ознакомление с программой математического моделирования полей упругих волн TESSERAL, получены навыки работы с ней;
- с использованием средств математического моделирования полей упругих волн проанализированы динамика сейсмической записи на территории Месторождение – 1А на предмет выявления и объяснения аномалий наблюдаемых амплитуд типа «яркое пятно»;