

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Методика интерпретации сейсморазведочного материала МОГТ-3D на
примере одного из месторождений Карпенского лицензионного участка»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 403 группы
направления 05.03.01 Геология
геологического факультета
Пономарёва Александра Константиновича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

Е.Н.Волкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н.Волкова

подпись, дата

Саратов 2022

Введение. Данная выпускная квалификационная работа подготовлена по материалам, собранным в процессе прохождения практики в ООО «НПК «Геопроект», где производилась интерпретация сейсморазведочных материалов МОГТ-3D на участке, расположенном во внутренней части Северо-Западного борта Прикаспийской впадины. Из соображений конфиденциальности предоставленной информации название исследуемого участка (месторождения) в работе отсутствует, а также изменены названия глубоких скважин.

Территориально Карпенский лицензионный участок находится на юге Саратовской области.

Рассматриваемые работы проводились с целью детализации структур в надсолевых отложениях мезокайнозойского возраста, выявленных предшествующими исследованиями, для дальнейшей подготовки их под поисковое и разведочное бурение. Сейсморазведка МОГТ-3D на данной территории проводится впервые.

Целью в данной работе было рассмотрение методики интерпретации сейсморазведочного материала и проведение структурной интерпретации отложений надсолевого комплекса пород на рассматриваемой территории при помощи программного продукта ИНПРЕСС.

Для достижения цели работы решались следующие задачи:

- Рассмотрение геолого-геофизических особенностей района работ;
- Рассмотрение методических основ интерпретации сейсморазведочных работ МОГТ-3D;
- Рассмотрение практического применения методики интерпретации сейсморазведочных работ МОГТ-3D на примере одного из месторождений Карпенского лицензионного участка.

Работа состоит из 4 разделов: Введения; 1 Геолого-геофизическая характеристика района работ; 2 Особенности методики интерпретации материалов 3D-сейсморазведки; 3 Интерпретация сейсмических материалов МОГТ-3D на примере одного из месторождений Карпенского лицензионного участка; 4 Результаты работ; Заключение; Список использованных источников.

Основное содержание работы. Геолого-геофизическая характеристика района исследований. Месторождение изучено различными видами съемок, в том числе аэромагнитной и гравиметрической. Методами МОВ и КМПВ региональное геологическое изучение началось в 1955 году. Результатом этих работ в комплексе с другими геолого-геофизическими методами было составление единой тектонической схемы.

С 1989г. по 1991г. в том числе по площади Карпенского лицензионного участка проводились региональные геофизические работы комплексом методов МОГТ, ЗСБ и МТЗ (Саратовская геофизическая экспедиция НВ НИИГГ). В результате совместной интерпретации с предыдущими гравимагнитными исследованиями была построена схема поверхности кристаллического фундамента и схема поверхности немагнитного фундамента в масштабе 1:200000. Были построены карты изопахит интервалов P_2 - P_3 , P_3 - P_5 , P_2^* - P_2 , P_1 - P_2^* . Авторами (Резепова О.П., Гончарова О.П., 1991г.) выделены перспективные объекты в виде зон увеличенных мощностей карбонатных отложений, приуроченных к выступам кристаллического фундамента.

Обобщение и переинтерпретация материалов МОГТ и бурения проводились неоднократно и многими исследователями. До настоящего времени наиболее полно участок охвачен обобщающими переинтерпретациями АО "Саратовнефтегеофизика" (Пахомов И.Б., 1989г., 1992г.) с построением структурных карт по отражающим горизонтам от подошвы юры до подошвы саргаевских отложений девона включительно в масштабе 1:100 000.

С 1996г. работы в районе Карпенского лицензионного участка проводятся ЗАО «ЛУКойл-Саратов». За период 1996-1999г.г. отработано 1286 пог.км. сейсмических профилей МОГТ, выполнены электроразведочные работы в объёме 395 пог.км. (из них 245 пог.км. методом ЗС и 150 пог.км. методом ВП.) Все работы проектировались и велись с целью подготовки перспективных на УВ объектов по подсолевым отложениям. На основании проведённых работ в 1997г. был выдан паспорт на бурение скважины Черная Падина №1 (на глубине

5835м вскрыты рифовые фации среднефранского возраста.), в 1999г. – рассмотрен и принят паспорт на Новореченскую надсолевою структуру.

В данной работе представлены результаты интерпретации сейсмического куба, площадью 35 кв.км. Сейсморазведочные работы МОГТ-3D выполнялись с целью уточнения строения структур, выявленных ранее предшествующими работами. Сейсмическая 3D съемка проводилась на данной территории впервые.

Строение подсолевого комплекса пород на территории Карпенского лицензионного участка практически не изучено бурением. В пределах участка находятся скважина №1 Солнечная (1990г.) и Чёрная Падина №1 (строительство скважины не завершено). Сква. №1 Солнечная вскрыла на глубине 5100м кыновско-пашийские отложения. В процессе бурения этой скважины признаков нефтегазоносности не обнаружено.

Геологический разрез исследуемой территории описывается по материалам сейсмических исследований, бурения скважин Солнечной 1, Жулидовской 1, Владимирских 1 и 2, Тимофеевской 1, скважин Ершовской и Карпенской площадей, расположенных как в пределах лицензионного участка, так и в непосредственной близости от него, а также скважины П-1 Черная Падина. Для характеристики надсолевого разреза использованы также данные структурного бурения на площадях Привольновской, Федоровско-Ершовской, Питерской, Орловской и др. Стратификация приводится на основе единой унифицированной схемы стратиграфии палеозойских отложений 1988 года с учетом работы Кухтинова Д.А.

Геологический разрез участка является стратиграфически полным.

По скоростным характеристикам разрез можно разделить на следующие комплексы:

- архейские гранито-гнейсы кристаллического фундамента, характеризуются средней скоростью пробега волн — 6,5 км/с;
- кластические отложения протерозоя и отложения нижнего и среднего девона, представлены терригенными разностями, характеризуются средней скоростью 4,5 км/с;

- карбонатно-терригенные отложения палеозоя, представлены известняками с прослоями терригенных пород, с характерными для них средними скоростями 3,9-6,0 км/с;
- галогенные (соленосные) отложения нижней и верхней перми, со средними скоростями 4,5-5,0 км/с;
- красноцветные пластические отложения верхней перми-триаса, характеризуются скоростями от 2,8 до 3,4 км/с;
- терригенные и терригенно-карбонатные породы мезозоя-неогена, со скоростями от 1,7 до 2,4 км/с.

В разрезе можно выделить три структурных этажа: подсолевой комплекс, собственно соль и надсолевой комплекс.

В данной работе отложения подсолевого комплекса не рассматривались, так как целью исследований является надсолевая часть разреза.

Отложения соляного комплекса представлены породами нижнепермского возраста, включают ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский яруса.

Самостоятельным объектом геологоразведочных работ является надсолевой верхнепермско-неогеновый терригенный комплекс. Характерная его особенность – солянокупольная тектоника с обилием разрывных нарушений. Разрез изобилует локальными и региональными размывами. Наиболее значимы из них: предтриасовый, предъюрский, преднеогеновый. Суммарная толщина осадков в межкуольных мульдах до 6000м и более, на сводах соляных куполов сокращается до 500м. Ловушки – высокоамплитудные куполообразные поднятия, часто осложненные сбросами; литологически ограниченные; тектонически экранированные; экранированные соляными диапирами и их всевозможные комбинации. Возможны ловушки, образованные нависающими карнизами соли. Однако многолетняя практика показывает, что в надсолевых отложениях распространены в основном мелкие месторождения, реже – средние.

В пределах данной территории поиски участков, перспективных в нефтегазоносном отношении и значительных по объемам резервуаров, должны

вестись в подсолевом мегакомплексе в пределах внутрибассейновых поднятий или приподнятых зон, осложненных биогермообразованием, как это установлено на Карачаганакской и Тенгизской площадях. Однако данная работа нацелена на уточнение строения надсолевых отложений.

Рассматриваемое месторождение расположено в северо-западной части Прикаспийской нефтегазоносной провинции (НГП) и входит в состав Северной нефтегазоносной области (НГО). В пределах месторождения, как и на всей территории всей Прикаспийской НГП, выделяются два нефтегазоносных мегакомплекса - подсолевой и надсолевой, разделенные региональной соленосной экранирующей толщей кунгурского возраста.

Подсолевой мегакомплекс стратиграфически охватывает отложения от рифея до артинского яруса нижней перми.

Отложения первого подсолевого средне-верхнедевонского НГК (терригенный девон) на территории Саратовской части Волго-Уральской НГП являются основным нефтегазоносным комплексом, содержащим наибольшие запасы нефти и газа. Кроме того, в пределах соседнего Кузнецовско-Карачаганакского НГР Прикаспийской НГП, на Карачаганакском месторождении из отложений этого НГК получены промышленные притоки нефти и газа с высоким содержанием конденсата. Вследствие высокого собственного генерационного потенциала, перспективы данного НГК оцениваются достаточно высоко, однако основной проблемой его освоения являются большие глубины залегания, а также ухудшение с глубиной коллекторских свойств продуктивных терригенных пластов.

Преимущественно карбонатные отложения среднефранско-нижневизейского НГК в соседней Волго-Уральской НГП являются регионально нефтегазоносным комплексом. Достаточно велика вероятность открытия в северо-западной части Прикаспийской НГП месторождений — аналогов верхнедевонских рифогенных построек, с которыми связаны открытия последних лет в пределах Уметовско-Линевской впадины (Волгоградская обл.).

Терригенные отложения средне-верхневизейского НК в Волго-Уральской НГП также содержат многочисленные скопления нефти и газа. На территории Прикаспийской НГП их промышленная нефтегазоносность пока не установлена.

Верхневизейско-нижнебашкирские карбонатные отложения (верхневизейско-нижнебашкирский НК) в настоящее время считаются основным продуктивным комплексом Прикаспийской НГП. С ними связаны основные запасы УВ Астраханского, Карачаганакского и Тенгизского месторождений, приуроченных к разновозрастным карбонатным платформам и крупным рифогенным постройкам. Газоносность терригенных мелекесско-верейских отложений установлена в Прикаспийской НГП в ряде скважин, но их добывные возможности очень низки.

Отложения верхнемосковско-нижнепермского карбонатного НК промышленно продуктивны на Карачаганакском месторождении, в пределах соседнего Кузнецовско-Карачаганакского НГР. Кроме того, непромышленные притоки и нефтегазопроявления в этих отложениях установлены на Южно-Плодовитенской, Упрямовской, Ерусланской и Алтатинской площадях.

Нефтегазоносность отложений надсолевого мегакомплекса в Саратовской области установлена в верхнетриасовых отложениях на Куриловском месторождении (нефтеносность). На Старшиновском, Спортивном и Таловском месторождениях установлена газоносность верхней юры и триаса. Кроме того, газопроявления в среднем и нижнем триасе отмечались на Куриловской площади, нефтепроявление в среднем триасе — на Узеньской площади, нефтегазопроявления в средней юре — на Спортивной и Таловской площадях и в верхней юре на Узеньской площади, газопроявление в верхней перми - на Заволжской площади.

Перспективы открытия промышленных залежей УВ в надсолевых отложениях наиболее реальны в южной части Карпенского участка.

Особенности методики интерпретации материалов 3D сейсморазведки. Были рассмотрены методические основы интерпретации

сейсморазведочных работ МОГТ-3D в целом.

Интерпретация сейсмического материала МОГТ-3D выполнялась в системе ИНПРЕС по временному мигрированному кубу сейсмических данных МОГТ и включает следующие этапы:

- сбор геолого-геофизической информации по району работ и формирование базы данных;

- стратиграфическая привязка отражающих горизонтов с использованием данных бурения (разбивок по скважинам), ВСП и одномерного сейсмического моделирования (ВСП+ΔТ АК);

- анализ волнового поля, корреляция опорных отражающих горизонтов (ОГ) по рассечкам сейсмического куба в поперечном (**crossline**) и продольном (**inline**) направлениях;

- автоматическая корреляция отражающих горизонтов;

- расчёт карт изохрон;

- выбор скоростной модели среды;

- построение структурных карт и карт толщин отложений в целевом интервале разреза.

Для стратиграфической привязки отражающих горизонтов используются разбивки по глубоким скважинам.

Кинематическая привязка волнового поля проводится по данным сейсмокаротажа глубоких скважин. Кроме этого может привлекаться информация по данным ВСП скважин.

Для динамической привязки отражающих горизонтов выполняется одномерное моделирование по технологии, реализованной в комплексе ИНПРЕС, с использованием данных ВСП и ΔТ АК скважин.

Методика интерпретация сейсмического материала МОГТ-3D имеет некоторые отличия от интерпретации сейсмического материала МОГТ-2D. В пределах куба мы имеем информацию в каждой точке пространства и можем проанализировать волновую картину в любом направлении, в отличие от 2D,

где информация имеется только вдоль профилей, а в межпрофильном пространстве все построения весьма условны.

В итоге можно сделать вывод, что сейсмическая съемка 3D дает более точные представления о геологическом строении и параметрах интересующего объекта.

Интерпретация сейсмических материалов МОГТ-3D на примере одного из месторождений Карпенского лицензионного участка. Рассмотрена методика полевых работ, граф обработки, а также практическое применение методики интерпретации сейсморазведочных работ МОГТ-3D на примере одного из месторождений Карпенского лицензионного участка (структурная привязка волнового поля к данным ГИС, корреляция опорных отражающих горизонтов, структурная и динамическая интерпретация);

Полевые сейсморазведочные работы 3D были выполнены по технологии отработки типа «крест» с шагом 200м между линиями приема (ЛП) и 200м между линиями возбуждения (ЛВ). Интервал для ПВ и ПП составлял 50м.

В качестве источников упругих колебаний использовалась группа из трех-четырех вибраторов NOMAD-65 на минимальной базе 36-50м. Параметры вибросигнала: логарифмический *up-sweep* в полосе 10-100 Гц, длительностью 16 сек. Регистрация производилась телеметрической системой SerceIUL-408 с полным динамическим диапазоном 140дБ, что позволяет фиксировать волновое поле без искажений во всем диапазоне удалений. Прием упругих колебаний производился группой из 12 сейсмоприемников GS-20DX на базе 50м. Минимальное общее расстояние взрыв-прибор – 35м, максимальное общее расстояние взрыв-прибор – 3571м, максимальное количество активных каналов – 1120.

Примененная полевая методика и современная система регистрации обеспечили широкий динамический диапазон и позволили получить устойчивые отражения во всем полезном интервале записи. Однако сейсмогеологические условия района работ обуславливают наличие на полевом

сейсмическом материале фона волн-помех различного типа, имеющих широкий диапазон кажущихся скоростей.

Вся обработка производилась с сохранением истинного соотношения амплитуд сейсмической записи, что позволяет в дальнейшем использовать полученные данные для проведения динамической обработки.

В ходе всей обработки с целью контроля качества производился анализ суммарных разрезов по inline и crossline после каждой выполненной процедуры или этапа.

Миграция окончательного временного куба производилась по программе MIGFX3D, осуществляющей 3D миграцию в области омега-х. В качестве скоростной модели использовались сглаженные значения скоростей суммирования.

В результате обработки были получены материалы, характеризующиеся достаточно высокой динамической выраженностью и разрешенностью сейсмической записи в целевых интервалах отражений.

Интерпретация сейсмического материала выполнялась по методике в системе ИНПРЕС (ЦГЭ) на основании анализа априорных геологических данных и результатов обработки сейсмических материалов МОГТ-3D в виде мигрированного временного куба сейсмических данных, площадью 35 кв.км.

В процессе интерпретации, по рассечкам сейсмического временного куба (коррелировалась каждая 10-я линия) в поперечном (crossline) и продольном направлениях (inline) с различной степенью достоверности были выделены и прослежены следующие отражающие горизонты: nKz, nK, nJ, Ip.

Положенная в основу интерпретации модель соответствует аналогичной модели строения борта Прикаспийской впадины по мелководно-морскому осадконакоплению и предполагает развитие приподнятых блоков во внутренней части впадины в палеозойское время, на которых шло синхронное образование карбонатных тел.

Методика структурных построений была традиционной и включала в себя:

- построение карт изохрон;
- построение карт скоростей с использованием зависимости $V=\Delta H/\Delta T_0$;
- трансформация карт изохрон в глубинные карты.

На территории работ находится 11 скважин. В пределах куба они расположены достаточно равномерно. Опираясь на разбивки по скважинам, были построены карты интервальных скоростей.

Структурные карты по отражающим горизонтам nKz, nK, nJ, Ip были построены в масштабе 1:25000.

Отражающий горизонт nKz строился от линии приведения куба сейсмических данных, равной 20м. с использованием карты скоростей, рассчитанной по N скважин глубокого бурения и t_0 , как результата привязки и корреляции горизонтов. Горизонты nK, nJ строились по-интервально следующим образом: nKz-nK, nK-nJ с использованием карт скоростей.

Структурная карта по кровле соли (горизонт Ip) строилась с использованием данных о средней скорости пробега волн по надсолевым отложениям.

На полученных картах масштаба 1:25000 вынесено местоположение глубоких скважин.

Результаты работ. Результаты работ представлены структурными картами по отражающим горизонтам nKz, nK, nJ, Ip масштаба 1:25 000, а также временными разрезами с нанесенными на них корреляцией.

В процессе корреляции были прослежены следующие границы:

nKz — подошва кайнозойских отложений, поверхность размыва (на смежных территориях идентифицируется как nN и связывается с предакчагыльским размывом);

nK — подошва меловых отложений;

nJ — поверхность размыва пермско-триасовых отложений;

Ip — поверхность сульфатно-галогенных отложений нижней перми (кровля соли).

По всем картам наблюдается сложная сеть разрывных нарушений, среди которых можно выделить два разлома регионального масштаба. Первый прослеживается в субмеридианальном направлении практически по центру построенных карт, второй ориентирован на северо-восток.

Заключение. В результате интерпретации сейсмического материала МОГТ-ЗД в пределах рассматриваемого месторождения были построены структурные карты по отражающим горизонтам nKz, nK, nJ, Ip в масштабе 1:25000. По подошве юрских отложений были выделены два поднятия, которые в дальнейшем можно рекомендовать под разведочное бурение. Также было уточнено строение соляного купола, выявлено место возможного образования залежи УВ.

Данные результаты невозможно было бы получить без детального изучения программного продукта ИНПРЕСС. С его помощью была проведена корреляция по интересующим целевым горизонтам, а в дальнейшем построены структурные карты.

По итогам выполненных работ было уточнено геологическое строение изучаемой площади по надсолевой части разреза, а также положение самого соленого купола, что позволило выделить несколько нефтегазоперспективных участков и наметить перспективы дальнейшей разработки рассматриваемого участка.