

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

Кафедра геофизики

**«Выявление нефтегазоперспективных объектов по данным
сейсморазведки МОГТ – 2D (на примере Экспериментального участка)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 5 курса 531 группы

направление 21.03.01 нефтегазовое дело

профиль «Геолого-геофизический сервис нефтегазовых скважин»

геологического ф-та

Толмачевой Валерии Сергеевны

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 2021

Введение. Актуальность темы исследования определяется тем, что имеющиеся большие и относительно неглубоко залегающие месторождения понемногу истощаются, а поиск и разработка новых нефтегазовых структур существенно сложнее по глубине, поверхностным условиям, геологическому строению. Важную роль при решении данных усложняющихся проблем играет сейсморазведка.

Целью настоящей бакалаврской работы являлось исследование результатов применения системы наблюдений МОГТ - 2D на примере Десятого месторождения. Для достижения указанной цели поставлены задачи:

- 1 Анализ информации о геолого-геофизическом строении и изученности территории исследований;
- 2 Рассмотрение методики получения исходной информации;
- 3 Проведение стандартной обработки сейсмических материалов;
- 4 Анализ результатов обработки и интерпретации.

Работа состоит из введения, 4 разделов (геолого-геофизическая характеристика района исследований, методика исследования, обработка и интерпретация полевых материалов, результаты), заключения, списка использованных источников.

Основное содержание работы. Геолого-геофизическая характеристика района исследований. Экспериментальный участок, в пределах которого расположено Десятое месторождение, расположен в Духовницком районе Саратовской области и по площади занимает 255.4 км². Ближайшими населенными пунктами являются поселки Духовницкое и Ивантеевка, а также село Богородское. **Литолого-стратиграфическая характеристика разреза.** Для составления литолого-стратиграфического разреза использованы результаты бурения скважин Экспериментальной площади. **Тектоника.** В тектоническом отношении Экспериментальный участок в протерозойское время располагался на северо-восточной окраине Пачемского авлакогена, что подтверждается присутствием в разрезе скважин Десятого месторождения мощной толщи

рифейских гравелитов, выполняющих древний рифт, его грабены. Самая северная и северо-восточная части участка имеют прямое отношение к Волго – Уральской антеклизе, южному склону Жигулевского свода, где девонские отложения залегают на гранито-гнейсах архейнижнепротерозойского кристаллического фундамента. **Геологическая изученность.** Настоящая работа основана на материалах сейсморазведочных работ МОГТ – 2D в объеме 220 пог.км на Экспериментальном лицензионном участке Саратовского Поволжья, проводимых с целью выявления перспективных на нефть и газ объектов по отложениям карбона и девона для последующей детализации. **Нефтегазоносность.** По нефтегазогеологическому районированию Экспериментальный лицензионный участок относится к Средне-Волжской нефтегазоносной области. На территории участка расположено Десятое нефтяное месторождение, а в 100 – 150 км на юг и юго-запад от южной границы участка расположены многочисленные месторождения. **Методика исследования.** В качестве общей характеристики методики ОГТ - 2D необходимо предварительно описать последовательность решения геологических задач в производственной деятельности: 1. Сбор и анализ геолого-геофизических материалов для проектирования работ; 2. Составление проектно-сметной документации; 3. Организация и подготовительные работы (рубка просек, топографогеодезические работы); 4. Полевые работы: опытные работы с целью выбора параметров возбуждения и регистрации; производственные работы по методике ОГТ 2D. 5. Цифровая обработка сейсмических данных; 6. Комплексная интерпретация материалов сейсморазведки и ГИС.

Достоверное представление о геологическом строении среды можно получить лишь по данным бурения. Бурение скважин требует больших затрат, поэтому для их проектирования требуется точная картина строения недр. В настоящее время в поисково-разведочных работ на нефть и газ ведущая роль принадлежит сейсмической разведке. Возрастающее значение сейсморазведки обусловлено относительно небольшими, по сравнению с глубоким бурением,

затратами средств и времени на производство работ, а также их высокой эффективности по сравнению с другими геофизическими методами. Район работ по глубинным характеристикам является благоприятным для изучения методом сейсморазведки, наличием ряда отражающих границ в отложениях осадочного чехла. Основным методом сейсморазведки, получившим наибольшее практическое применение, является метод общей глубинной точки (МОГТ). Метод обладает высокой разрешающей способностью, позволяя с большой детальностью изучать строение геологической среды.

Обработка и интерпретация полевых материалов. Обработка новых полевых сейсморазведочных материалов и переработка материалов прошлых лет была выполнена на Sun Spare station по комплексу обрабатывающих программ Geovector Plus с использованием соответствующих модулей деконволюции, фильтрации, коррекции кинематических и статистических поправок, ослабления среднескоростных и частично – кратных волн-помех, миграции. Грани между полевыми и лабораторными комплексами постепенно стираются, поскольку в настоящее время сейсмические партии оснащаются достаточно мощными вычислительными средствами (например, все современные сейсмостанции являются компьютеризированными). Это дает возможность унифицировать комплексы, используя в поле лишь часть возможностей лабораторных (в поле используется Geovector Plus) .

Граф стандартной обработки МОГТ-2D минимального объёма включает следующие этапы, состоящие в свою очередь из различных процедур приведенных на рисунке 1.

Интерпретация материалов МСК проводилась по стандартной методике вручную с использованием карт ЗМС прошлых лет.

Интерпретация сейсморазведочных материалов выполнена на Sun Spare station по комплексу программ Integral Plus (CGG).

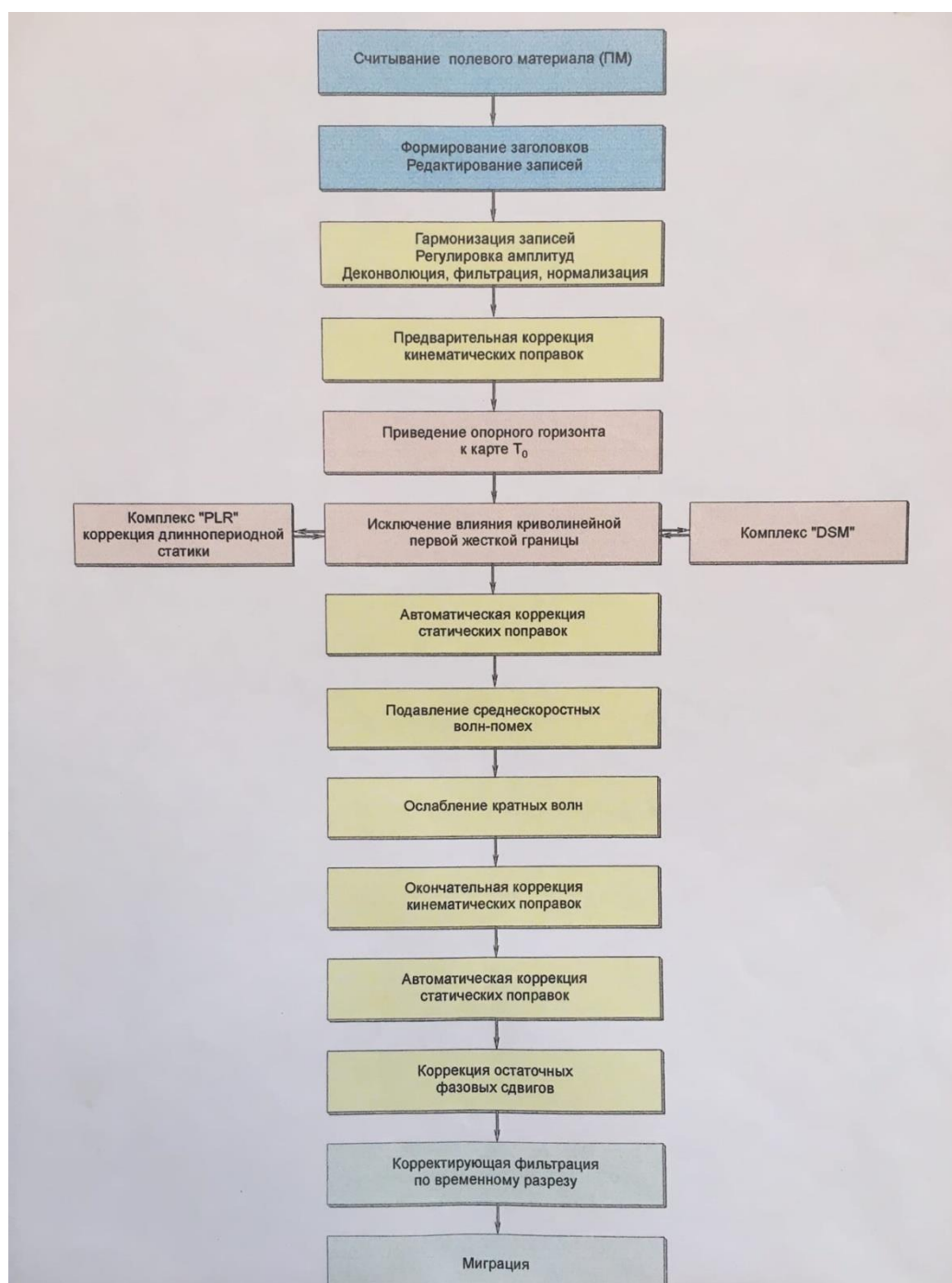


Рисунок 1 – Типовой граф обработки материалов 2D

На начальном этапе был создан интерпретационный проект (база), в которой были занесены координаты участка работ, координаты расположения скважин, топографические координаты сейсмических профилей МОГТ – 2D.

Сейсмостратиграфическая привязка проделана на основе одномерного геосейсмического моделирования с привлечением данных АК, СК и ВСП в скважинах глубокого бурения на Экспериментальной площади.

Корреляция уверенно следящих горизонтов было выполнена в автоматическом режиме. Прослеживание слабо выраженных отражений выполнялось вручную. По всем основным отражающим горизонтам Pz , C_3 , nC_1^{al} , nD_3^{sr} в определенном по геологическому заданию масштабе, построены структурные карты, карты толщин отложений между горизонтами nD_3^{sr} - nC_1^{al} ; nD_2^{al} - Pz (nC_2^{mk}) и сейсмогеологические и динамические разрезы. Также предпринята попытка построить схему участка по условному горизонту Φ – поверхность фундамента. **Результаты работ.** Обработано 427, 275 пог.км сеймопрофилей МОГТ – 2D.

Полученные результаты существенно уточнили имеющиеся представления и геологическом строении площади и позволили рекомендовать перспективные объекты для дальнейших геологоразведочных работ.

Материалы бурения, в основном диаграммы ГИС, анализировались с целью определения поверхности карбонатного палеозоя (структурные и глубокие скважины) и глубинного строения площади на уровне продуктивного бобриковского горизонта и перспективного разреза «терригенного девона» (глубокие скважины).

Результаты и выводы по анализу бурения сводятся к следующему.

1. Перепад абсолютных отметок додевонского рельефа размытой поверхности кристаллического фундамента по материалам бурения на площади исследований составляет около 155 м (по сопоставлению данных глубоких скважин 12 и 18). Такова вероятная амплитуда останцов фундамента.

2. В течение всего времени отложения осадков «терригенного девон» наиболее приподнятым остался район глубокой скважины 12, в разрезе которой отложения терригенного девона толщиной всего в несколько метров ($\approx 5-7$ м) залегают на гранитно-гнейсах фундамента.

3. Ни одна из пробуренных скважин не пересекла плоскостей сбросов, в том числе в разрезе терригенного девона.

4. Различные по материалам ГИС характеристики песчаных пластов – коллекторов в разрезе терригенного девона указывают на существенные изменения их литологического состава по площади и по разрезу.

5. Перечисленное позволяет считать, что структурный план терригенного девона площади во многом контролируется останцами фундамента и последующим уплотнением перекрывающих его пород. Формирование структур по терригенному девону, вероятно, происходило конседиментационно.

6. Отложения бобриковского горизонта в визейском ярусе нижнего карбона распространены по всей площади, и имеют толщину от 19 м (скв. 18). Число песчаных пластов – коллекторов изменяется от 1-го до 3-х, их суммарная толщины от 5,5 м до 26,0 м, а фильтрационно-емкостные свойства различны.

7. Толщины бобриковского горизонта свыше 25,0 м и максимальные суммарные толщины коллекторов тяготеют к меридиональной полосе от скв. 19 на севере до юга площади.

8. Детальная послойная корреляция вскрытых разрезов бобриковских горизонтов позволяет предполагать, что через площадь в меридиональном направлении с севера на юг протягивается захороненная бобриковская речная долина (меандра), к которой приурочены максимальные толщины и улучшенные фильтрационно-емкостные свойства песчаных бобриковских коллекторов. Однако врез в нижележащие карбонаты отсутствует, поскольку толщины кизеловско-черепетовского горизонта на площади постоянны.

9. Толщина тульского горизонта (от подошвы алексинского до кровли бобриковского горизонтов выдержаны и составляют 30 м $\pm$ 2,0 м).

Экспериментальная структура представляет собой пологую бранхиантиклиналь. В целом структура имеет размеры 7,0 x 3,5 км, длинная ось ориентирована с юго-запада на северо-восток, амплитуда увеличивается с глубиной. Материалы сейсморазведки МОГТ и бурения позволяют считать, что структура сформирована над эрозионным останцом в рельефе фундамента

Поверхность кристаллического фундамента не являлась объектом по геолого – техническому заданию на проведенные работы. Однако важность ее

для создания геологической модели площади потребовала рассмотреть все имеющиеся материалы. Структурных построений выполнить не удалось, так как информативность сейморазведки МОГТ на уровне поверхности фундамента низкая. Устойчивые отражения от поверхности фундамента отсутствуют, что обусловлено, вероятно, наличием коры выветривания различной мощности, шероховатостью ее поверхности и отсутствием «четкой» акустической границы.

Структурное описание площади. Подошва саргаевских отложений (подошва карбонатного девона) залегает на абсолютных отметках от -1750 м до -1879 м, имея тенденцию к погружению на юг и юго – восток. Разрывные нарушения в девонском разрезе осадочного чехла можно отметить только на отдельных временных разрезах.

На востоке участка располагается Экспериментальная антиклинальная структура, ограниченная замкнутой изогипсой – 1790 м, ее размеры 5,5 X 3,0 км, простирание северо-восточное, площадь 14,0 км², амплитуда 50 м. Структура имеет два свода, северный и юго-западный, оконтуренные изогипсами – 1780 м и разделенные седловиной с минимальной отметкой – 1784 м. Северный свод обширный, по изогипсе – 1780 м, имеет размеры 3,1 X 2,0 км, площадь 6,0 км², осложнен двумя вершинами с минимальными абсолютными отметками – 1742 м и 1743 м, его амплитуда 42 м. Юго-западный свод по изогипсе – 1780 м имеет размеры 1,0 X 0,8 км, площадь 0,75 км², минимальная абсолютная отметка – 1769, амплитуда 15 м.

Юго – восточное крыло Экспериментальной структуры осложнено структурным носом, протягивающимся в сторону глубокой скв. 15.

По горизонту карбона nC_1^{al} (подошвы алексинского) на Экспериментальном участке абсолютные отметки составляют от -1120 м до -1180 м по горизонту nC_1^{al} . Минимальные отметки приурочены к своду Экспериментальной структуры с тенденцией погружения горизонта от структуры на север, восток и юг. На запад погружение менее выражено.

Экспериментальная структура по подошве алексинских отложений (nC_1^{al}) оконтурен изогипсой – 1150 м, размеры 7,0 X 3,5 км, площадь 18,75 км²,

амплитуда 32 м. Структура имеет два свода, северный и юго-западный, оконтуренные изогипсами – 1130 м и разделенные седловиной с минимальной отметкой – 1135 м. Северный по изогипсе – 1130 м имеет размеры 2,0 X 1,0 км, осложнен двумя вершинами с минимальными абсолютными отметками – 1120 м и 1122 м, амплитуда 15 м. К северному своду приурочена залежь нефти в песчаниках бобриковского горизонта. Юго – западный имеет размеры 1,1 X 0,8 км, площадь 0,8 , минимальная абсолютная отметка – 1123 м, амплитуда – 12 м.

Отмечаемое бурением изменение толщины бобриковского горизонта (от 19 м до 33 м) на временных разрезах стандартно обработки следится не достаточно уверенно. Проведенные полевые работы по усложненной методике на профилях 10304025 и 10304026, выполнение обработки с сохранением истинных амплитуд сейсмической записи и последующая динамическая интерпретация по этим профилям свидетельствуют, что задача прослеживания изменения толщин бобриковского горизонта в названном интервале может быть решена только на качественном уровне.

В соответствии с геолого – техническим заданием сейсмическая инверсия была выполнена по профилям, отработанным с усложненной методикой 10304025 и 10304026. Амплитудная инверсия по сейсмическим данным на Экспериментальном участке выполнялась в пакете VANGUARD (Paradigm Geophysical). Входными данными явились мигрированные временные разрезы с сохранением амплитуд, результаты структурной интерпретации, данные ГИС по глубоким скважинам 15, 19, 111, 113, 114, 115. Временные разрезы представлены на рисунках 4.1 – по профилю 10304025, и 4.2 – по профилю 10304026.

Для получения качественного результата целесообразно привлечение максимального объема данных ГИС (В результате обработки материалов по данным ГИС, по заключениям, пористость коллекторов бобриковского горизонта составляет в скважинах Десятого месторождения: в скв. 15: I пласт (верхний) – 18%, II пласт (нижний) – 13,6 %, в скв. 19 16,4 – 19,6 %, в скв. 111

19,3 – 25,4 %, в скв. 113 23,8 – 27,8 %, в скв. 114 24,0 – 28,1 %, в скв. 115 19,9 – 23,2%).

По разрезам сейсмической инверсии можно сделать прогноз, что толщина песчаников – коллекторов увеличивается в прогибе (седловине) между сводами Экспериментальной структуры и несколько сокращается на сводах. На юго-западном своде значения импеданса близки значениям в районе продуктивных скважин 11,111,112 и 114 Десятого месторождения, что позволяет сделать вывод о наличии коллекторов сопоставимой толщины и пористости на двух сводах Экспериментальной структуры.

От северного свода Экспериментальной структуры на юго-восток, в сторону Стереховского структурного носа, значения импеданса существенно увеличиваются, пористость уменьшается, то есть здесь следует ожидать невысокую пористость коллекторов бобриковского горизонта и сокращение эффективности толщины.

С целью прогноза залежей углеводородов на Экспериментальную структуру был выполнен спектральный анализ по профилям 10304025 и 10304026. В интервале бобриковских отложений видно аномальное поле в районе продуктивных скважин 11,111,112 и 114 Десятого месторождения. Схожая аномалия наблюдается и в районе юго-западного свода Экспериментальной структуры, что является косвенным признаком флюидонасыщения.

Проведенное глубокое бурение на площади выявило разрабатываемую ныне залежь нефти в коллекторах бобриковского горизонта на северном своде Экспериментальной структуры, где и были сконцентрированы все объемы бурения.

Выполненные работы МОГТ, структурные построения и полученные результаты указывают на высокую вероятность распространения залежи бобриковского горизонта и на юго – западный, но не изученный бурением свод Экспериментальной структуры. Обоснованием для такого вывода является то,

что: вероятность существования свода высока; на этом своде прогнозируются коллекторы хорошего качества и их флюидонасыщенность; структура Экспериментальная имеет древнее заложение, коллекторы существовали на протяжении всей истории геологического развития структуры; выявленная залежь нефти бобриковского горизонта имеет водонефтяной контакт (ВНК) на абсолютной отметке – 1168,2 м.

Бобриковский горизонт. Структурной основой служит карта по горизонту nC_1^{al} . На Десятом месторождении прогнозируемое положение водонефтяного контакта, на основании материалов ГИС и результатов опробования скважин месторождения, принято на абсолютной отметке – 1168,2 м.

Методика полевых работ позволила получить сейсмический материал высокого качества. Профили, отработанные по усложненной методике, превосходят основной объем профилей по разрешенности и частотному составу.

Обработка сейсморазведочных материалов позволила в достаточной степени ослабить помехи и получить отражения от основных сейсмических границ. По профилям усложненной тематики была выполнена обработка с сохранением амплитуд.

Методика интерпретации позволила выполнить необходимые структурные построения, значительно уточнив геологическую модель Экспериментального участка, выделить ряд новых, перспективных объектов и определить направление последующих работ. Выполнить структурные построения по кровле бобриковского горизонта не удалось из-за слабой динамической выраженности данного отражения.

Динамическая интерпретация позволила оценить коллекторские свойства и флюидонасыщение пород бобриковского горизонта по профилям усложненной методики и повысить перспективность юго-западного свода Экспериментальной структуры.

В целом, примененная методика геологоразведочных работ позволила получить отражения от основных сейсмостратиграфических границ, выполнить и обосновать структурные построения по алексинскому горизонту и бобриковскому горизонту и решить поставленную геологическую задачу.

Заключение. Обработано 427, 275 пог.км сейсмопрофилей МОГТ – 2D. Полученные результаты существенно уточнили имеющиеся представления и геологическом строении площади и позволили рекомендовать перспективные объекты для дальнейших геологоразведочных работ. По разрезам сейсмической инверсии можно сделать прогноз, что толщина песчаников – коллекторов увеличивается в прогибе (седловине) между сводами Экспериментальной структуры и несколько сокращается на сводах. На юго-западном своде значения импеданса близки значениям в районе продуктивных скважин 11,111,112 и 114 Десятого месторождения, что позволяет сделать вывод о наличии коллекторов сопоставимой толщины и пористости на двух сводах Экспериментальной структуры. Выполненные работы МОГТ, структурные построения и полученные результаты указывают на высокую вероятность распространения залежи бобриковского горизонта и на юго – западный, но не изученный бурением свод Экспериментальной структуры. Обработка сейсморазведочных материалов позволила в достаточной степени ослабить помехи и получить отражения от основных сейсмических границ. По профилям усложненной тематики была выполнена обработка с сохранением амплитуд. Методика интерпретации позволила выполнить необходимые структурные построения, значительно уточнив геологическую модель Экспериментального участка, выделить ряд новых, перспективных объектов и определить направление последующих работ. Выполнить структурные построения по кровле бобриковского горизонта не удалось из-за слабой динамической выраженности данного отражения. В целом, примененная методика геологоразведочных работ позволила получить отражения от основных сейсмостратиграфических границ, выполнить и обосновать структурные построения по алексинскому горизонту и бобриковскому горизонту и решить поставленную геологическую задачу.