

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

Кафедра геофизики

«Геофизические исследования на Вольновском
учебно-методическом полигоне»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 261 группы
направления 05.04.01 Геология
геологического факультета
Бауковой Наталии Николаевны

Научный руководитель
к.г.-м.н., доцент

Е.Н. Волкова

Заведующий кафедрой
к.г.-м.н., доцент

Е.Н. Волкова

Саратов 2019 год

Введение. Высокоточная гравиметрическая, микромагнитная съемка и термомагнитное исследование выполнено на территории Вольновского учебно-методического полигона силами научно-производственной студенческой геофизической партии лаборатории комплексных проблем геофизики и инженерной геологии. На Вольновском месторождении установлены три залежи нефти в бобриковских отложениях – Вольновская, Южно-Вольновская и Южно-Турковская. В представленной работе рассматриваются вопросы геологического строения Вольновского участка, особенности методики исследований и собственно авторские результаты.

Целью данной выпускной квалификационной работы является выявление возможностей комплекса сейсмических методов в рамках проблематики прогнозирования геологического разреза и прогноза флюида на примере Вольновского месторождения Саратовской области. Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи: выполнение полевых геофизических работ; Формирование цифровых геолого-геофизических материалов в программном комплексе Surfer и Excel; построение карт для территории Вольновского полигона (М 1:25000): поля силы тяжести в редукции Буге; магнитного поля ΔT ; распределения ТМК; распределения магнитной восприимчивости.

Основное содержание работы. Геолого-геофизическая характеристика района работ Впервые предположение о существовании Вольновского поднятия было высказано Астафьевым В.В. в 1947-1948 г.г. В 1949 г это предположение подтвердилось материалами структурного бурения, которое осуществлялось на площади с 1949 по 1965 гг. В 1958 г. на площади были выполнены сейсмические работы методом МОВ. Глубокое разведочное бурение проводилось с 1961 по 1966 г.г. За этот период пробурено 14 разведочных и поисковых скважин (1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16), в четырех (1, 5, 12, 14) получены притоки нефти из бобриковских песчаников, приуроченные к трем малоамплитудным поднятиям. Все скважины (кроме скв. 5, 12, 14) в 1962-1966 г.г. были ликвидированы по геологическим причинам.

Впоследствии скважина 1 была выведена из ликвидации. Вольновское месторождение расположено в пределах Вольновского лицензионного участка, в административном отношении находится в Калининском районе Саратовской области. Географически месторождение расположено в 120 км западнее г. Саратова и в 50 км северо-западнее г. Жирновска Волгоградской области на правом берегу р. Волга, в водоразделе р. Медведица и её притоков рек Терса и Шелкан. Лицензионный участок расположен в пределах географического листа М-38-17. Рельеф местности характеризуется холмисто-равнинной поверхностью с развитой сетью балок и оврагов. Растительный покров представлен небольшими лесными массивами, рощами, лесопосадками. Климат района резко континентальный с холодной зимой и сухим, жарким летом. Район не сейсмичен и из полезных ископаемых, кроме нефти и газа, имеется сырьё для производства кирпича. Развитие экономики, транспорта и квалификация населения определяются расположением территории в пределах освоенной, развитой сельскохозяйственной области юго-востока Европейской части РФ.

Стратиграфия и литология Осадочная толща Вольновского месторождения сложена породами девонской, каменноугольной, юрской, меловой, неогеновой и четвертичной системами.

Тектоническое строение Месторождение приурочено к локальному поднятию, осложняющему юго-западный борт Карамышской впадины. По меловым отложениям поднятие представляет собой ассиметричную брахиантиклиналь северо-западного простирания, свод которой оконтурен изогипсой +30 м и имеет форму овала размером 5,6 x 1,3 км. Северо-восточное крыло относительно пологое, юго-западное крутое. По более глубоким горизонтам поднятие представляет собой брахиантиклиналь с флексуорообразным западным крылом, свод, который смещен относительно его положения по верхним отложениям в меридиальном направлении. По отложениям продуктивного горизонта брахиантиклиналь имеет крутое юго-западное и пологое северо-восточные крылья, свод его в районе скважин 5 и 14

оконтурен изогипсой минус 895 м, в районе скв 12 - изогипсой минус 1020 м. В целом по площади наблюдается погружение слоев в юго-восточном направлении, на фоне погружения установлены три пологие поднятия широтного распространения, расположенные уступами. Каждому поднятию по бобриковскому горизонту соответствует самостоятельная залежь нефти с различными ВНК (с севера на юг).

Нефтегазоносность На месторождении пробурено более 25 поисковых и разведочных скважин, установивших очень сложное блоковое строение девонских отложений. Вольновское месторождение представляет собой совокупность залежей нефти, приуроченных к трем поднятиям: «Вольновское» (скв. 5); «Южно-Вольновское» (скв. 1, 14); «Южно-Турковская» (скв. 12).

Методика проведения полевых работ Методика полевых работ состояла в проведении профильной и гравиразведочной и магниторазведочной съемки. Стандартная схема геофизических исследований такого плана предусматривает построение равномерной сетки пунктов измерения параметров ΔG и ΔT - аномалий гравитационного и магнитного поля соответственно. Для определения интенсивности и характера аномалий на эталонном участке с целью оценки эффективности и определения методики гравиметрической съемки в новом районе применялась пара магнитометров, для проходки пробного профиля и сверки точности оборудования.

Привязка точек наблюдения осуществлялась при помощи составления равномерной схемы опорных точек профилей на координатной сетке GPS-навигатора.

Построение профиля аномалий силы тяжести масштаба 1:50 000 требует сечения изоаномал 0,25мгл, что соответствует среднеквадратической погрешности определения аномалий силы тяжести в редукции Буге, равной 0,1 мГал. При этом, среднеквадратическая погрешность определения наблюдаемых значений должна быть 0,07 мГал. Учитывая, что геологическое задание требует выявления аномалий, амплитудой 0,08-0,1мгл, среднеквадратическая погрешность определения аномалий силы тяжести в

редукции Буге не должна превышать $\pm 0,04$ мГал. Этими значениями и обусловлен дальнейший выбор параметров съемки, построения карт аномалий ΔG и интерпретации материалов гравиметрической съемки.

Исходя из основных представлений о распределении аномалий ΔG по исследуемому региону и закономерностей отношения наблюдаемых значений к фоновым, было выбрано оптимальное определение порогового уровня, для выделения аномалий (0,08-0,1 мГал).

Объем контрольных наблюдений составляет 10% от общего кол-ва координатных пунктов рядовой сети, что соответствует техническим требованиям и инструкции по гравиразведке.

Кол-во физ. наблюдений: 160 шт.

Кол-во контрольных точек 10% от 160 = 16.

По полученным значениям была составлена карта аномалий гравитационного поля ΔG .

Общая среднеквадратическая погрешность гравиметрической и топографической съёмки составила

$$\varepsilon_{\text{съёмки}} = \sqrt{0.007^2 + (0.09 \cdot 0,2)^2 + (0,5 \cdot 0,0008)^2} = \pm 0.0193 \text{ мГал.}$$

Магнитная съемка применяется для изучения аномалий магнитного поля, как правило, включающих несколько составляющих: ΔT региональную, отвечающую неоднородностям глубинного строения земной коры, ΔT локальную, проявляющуюся в пределах отдельных геоструктурных элементов, зависящую от особенностей строения структур осадочного чехла, унаследованных от неоднородностей элементов фундамента.

Плановое положение точек маршрутной магнитной съемки определяется со средней квадратической погрешностью 0,8мм в масштабе отчетной карты в равнинных районах. Съемка ведется с высокой точностью, т. е. предельная погрешность показаний прибора равна 5нГл, средняя квадратическая погрешность по разностям прямых и повторных наблюдений на профиле составляет меньше 5галл, сечение магнитных карт выбирается 10, 20 галл.

Работы ведутся по профилям, образующим равномерную сетку с параметрами $4,5 \times 3$ км. Замеры магнитометром производятся через каждые 25 м. Магнитовариационная станция (МВС) и контрольные пункты (КП) располагались в центре площади исследований таким образом, чтобы для пунктов измерения любой дальности данные о суточных вариациях магнитного поля могли быть учтены на этапе построения. МВС работала в постоянном режиме, получая определения через каждые 20с, с погрешностью, соответствующей погрешности полевых наблюдений. Контрольные измерения составляют 5% от общего количества (5% от 827 замеров составят 41 замер).

Терромагнитное и обследование Вольновского месторождения, проводились на полигоне площадью 12 км^2 и заключалось в термической обработке проб с повторными измерениями магнитной восприимчивости (КТ), определением терромагнитного коэффициента (ТМК) и выделением терромагнитных аномалий. Полевые работы составили 40 погонных километров и 200 проб для терромагнитных определений.

Результаты полевых исследований и качественная интерпретация

По полученным данным гравиметрической и магнитной съемок были построены схематические карты. Данные детальных исследований поля магнитных и гравитационных аномалий, будучи привязанными к региональной сети наблюдений дают хорошее совпадение по абсолютным значениям, и ничем не противоречат фоновому распределению аномалий ΔG и ΔT , увеличивая детальность картины.

Задача локализации гравиметрических аномалий в данном опытном проекте была решена редуцированием региональной составляющей, полученной способом тренд-анализа. Магнитные аномалии подвергались разнообразным статистическим приемом с целью выделения необходимой аномалийной зоны.

В остаточном поле Δg освобожденном от регионального фона после снятия трендовой составляющей 1-ой степени, выделена система локальных максимумов, замкнутых в рамках участка. Часть из них усечена границей

выклинивания, что свидетельствует о неполном совпадении бара с положительным полем аномалий гравirazведки. Однако следует допустить и возможность неточного оконтуривания эффективных толщин бобриковского продуктивного горизонта, т.к. граница зоны положительных значений отличается от контура выклинивания на востоке всего на 200 метров. Можно предположить, что везде фиксируется соответствие максимальных толщин положительным значениям Δg . Проектируемые скважины совпадают с положительными аномалиями Δg . Кстати положительная аномалия совпадает с местоположением эксплуатационной скважины, которая находится не в области максимальных эффективных толщин.

При рассмотрении особенностей распределения термомагнитного коэффициента (ТМК), на общем фоне значений отмечается несколько аномальных зон. На северо-западном участке, фиксируется изометричная аномалия (максимум), предположительно связанная с бортовой зоной антиклинальной структуры.

Характер изменения ТМК на площади можно условно разделить на две основные группы: низкоамплитудные аномалии, и высокоамплитудные, локализованные на небольших по площади участках. Такой вид аномалий свидетельствует о крайне малых по площади зонах миграции углеводородов. То есть из проектируемых на композитных профилях скважин в благоприятную зону по данным геохимии попадут скважины 108 и 111.

Результаты магнитной съемки представлены в виде карт, совмещенных со схемами маршрутов и точек с измеренными значениями ΔT . Полевые работы выполнялись двумя магнитометрами, расположенными на одной вертикальной оси на различных высотах. Измерения велись по равномерной сетке в точном соответствии с разбивкой при измерениях обычного параметра аномалий ΔT . В процессе измерений оператор снимал показания с обоих магнитометров синхронно. Для корректного расчета градиента поля алгоритмы обработки данных с обоих магнитометров выполнялись по одному и тому же набору процедур. Значения градиента поля получались посредством

вычисления разности $\Delta T_1 - \Delta T_2$, где ΔT_1 – значения магнитометра на высоте ΔT_1 – значения магнитометра на поверхности. В распределении полей ΔT характерно чередование локальных максимумов и минимумов. Первая и наиболее явная положительная аномалия ΔT_2 расположена в центре исследуемой площади. Значимая положительная зона аномалий определена в восточной части полигона.

Совместный анализ полей ΔT нижнего и верхнего магнитометра и градиента поля показал различия в характере распределения этих параметров на площади. Схема аномалий на высоте 1 по физическому смыслу совпадает с аналитическим продолжением в верхнее полупространство, т.е. с формированием относительно региональной составляющей магнитного поля. Вычитая из наблюдаемого поля региональную составляющую на высоте T_2 одновременно редуцируем общие функциональные характеристики из наблюдаемого поля и получаем эффект от источника приповерхностного слоя. Разность между показаниями двух магнитометров на единицу расстояния можно считать и градиентом. Морфология изолиний градиента помогает получать данные о зонах с наиболее выраженными скачками магнитного поля. Если средние физические свойства пород контактирующих структур резко различаются, то на границе между ними возникает аномалия типа ступени. Собственно аномалии ΔT_1 и ΔT_2 проявляются как мозаичные системы, в то время как распределение градиента ΔT показывает однозначное присутствие всего двух комплексов: общий фон, и изометричная аномалия в кольцеобразной зоне. Градиент магнитного поля обнаруживает явную аномалию в центральной части исследуемой территории. Амплитуда аномалии и её площадь говорят об источнике с высокой контрастностью магнитных свойств по отношению к окружающим объектам. И это морена. А скважины приурочены к слабым отрицательным зонам ΔT .

Таким образом, область пониженных значений нами трактуется как общая немагнитность геологического разреза месторождения, а выявленная

остаточная положительная аномалия интерпретируется как проявление моренных отложений.

Сопоставляя магнитные и гравитационные аномалии, видно, что центральная положительная остаточная аномалия Буге совмещена в основном с отрицательными значениями магнитного поля. На юге полигона положительная гравиметрическая и отрицательная магнитная аномалии совпадают с отрицательной аномалией по ТМК. Скважина 12 находится в переходной зоне магнитного поля, что свидетельствует о перспективности южной зоны.

Так как области, отмечаемые наибольшей корреляцией гравитационного и магнитного поля, не совпадают с основными структурами, выявленными в районе исследований, основной вывод сводится к обусловленности наиболее коррелирующих участков неструктурным фактором.

В итоге следует констатировать, что граница замещения и выклинивания верхней песчаной пачки не совпадает по контуру ни с одним геофизическим параметром. Скважины были намечены исключительно из предположений о выявленных зонах максимальных толщин и они попадают в разнознаковые аномалии потенциальных и геохимических полей. По результатам обработки составлена таблица аномалий геофизических параметров. В отрицательной аномалии ТМК находятся все скважины, кроме 107 и 110. На периферии положительных остаточных аномалий Буге расположены все скважины. На периферии отрицательных магнитных высотных аномалий расположены все скважины, за исключением 109. Карты редуцированных аномалий совпадают со скважинами по-разному. Скважины 107, 12 и 108 - в зоне повышенного градиента. Другие связаны с относительно спокойным полем. С учетом контура поднятий, морфологии эффективных толщин верхнего продуктивного горизонта, аномалии ТМК, свидетельствующей о непроницаемой крышке на юге участка, и таблицы аномалий рекомендуемые скважины глубокого бурения, в первую очередь, 111 и 108.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. На площади «Вольновская» впервые выполнены комплексные работы, включающие в себя исследования трех независимых геофизических параметра: аномалии полей Δg , ΔT и коэффициента ТМК.

В итоге полевых высокоточных гравиразведочных, магниторазведочных и геохимических работ построены карты для территории Вольновского полигона (М 1:25000): поля силы тяжести в редукции Буге; магнитного поля ΔT ; распределения ТМК; распределения магнитной восприимчивости. Сформирован цифровой банк электронной информации в программном комплексе Surfer и Excel. Полевые наблюдаемые значения были обработаны по стандартным и авторским методикам. Получены схемы для интерпретации. Выполнены традиционные процедуры локализации разными способами. Результаты проанализированы и совмещены с местоположением скважин и геологической ситуацией полигона. С учетом контура поднятий, морфологии эффективных толщин верхней продуктивного горизонта, аномалии ТМК, свидетельствующей о непроницаемой крышке на юге участка и таблицы аномалий рекомендуются определенные скважины глубокого бурения.