

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей геологии и полезных ископаемых

**Применение петромагнитного метода при поиске месторождений
углеводородов (на примере Малаховской структуры, Саратовская
область).**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 401 группы
направления (специальности) 020700 «Геология»
геологического факультета
Карасаева Батырбека Каирбековича

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

Л.В.Музалевкая

Зав. кафедрой
к.г.-м.н., доцент

В.Н. Ерёмин

Саратов 2017

Введение. Объектом исследования в данной дипломной работе является Малаховская группа структур, материалы по изучению, которого были собраны за время прохождения производственной и преддипломной практик. Применение петромагнитных методов поиска месторождений полезных ископаемых описано во многих работах [1-6]. В настоящей работе мы приводим результаты исследования петромагнитных свойств почв на территории Малаховской группы структуры.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение магнитных свойств почв (магнитная восприимчивость, термокаппа, FD-фактор) на территории Малаховской структуры для оценки возможности применения петромагнитных методов при поиске и разведке углеводородных месторождений.

Задачи, которые решались на пути достижения поставленной цели, можно сформулировать следующим образом:

- сбор и анализ данных о физико-географических условиях Малаховской группы структур;
- сбор и анализ данных о геологическом строении Малаховской группы структур;
- сбор и анализ данных об истории разработки и эксплуатации Малаховской группы структур;
- проведение петромагнитных измерений магнитной восприимчивости, термомагнитного эффекта и FD-фактор;
- построение графических приложений характеризующих распределение петромагнитных данных;
- обобщение и анализ полученных лабораторных данных.

Личный вклад автора состоит в отборе проб, в проведение петромагнитных измерений магнитной восприимчивости, термомагнитного эффекта и FD-фактор, построении графических приложений, обобщение и анализе полученных данных.

Основное содержание работы. В первом разделе работы описывается применение петромагнитного метода при поиске углеводородов.

Резкое возрастание стоимости геологоразведочных работ на нефть и газ придает особую актуальность внедрению новых малозатратных технологий, пригодных для предварительной оценки слабо изученных территорий с целью прицельного использования сейсморазведки и оперативной оценки перспективности выявленных структур.

В мировой нефтегазоразведке особое значение, в этом плане, придается поверхностной геохимии, методы которой активно разрабатываются многими фирмами. В отечественной нефтегазоразведке им уделяется меньше внимания, но в последнее десятилетие активные работы в этом направлении ведутся в Татарстане (ОАО «Татнефть»), Калининградской области и в Западной Сибири. В ЗАО «Югранефть» разработана рациональная технология поисков углеводородов, суть которой в том, что на лицензионных участках и в слабо изученных территориях, на первом этапе выполняется наземная газо-геохимическая съемка с последующей постановкой сейсморазведки на положительно оцененных площадях. Принятый подход базируется на обширной статистике мировых данных, согласно которым, отрицательный геохимический прогноз нефтегазоносности имеет практически 100 % подтверждение при 60 – 80 % подтверждении положительного прогноза.

Экономическую обоснованность и жизнеспособность новых поисковых технологий, при условии их надежного физико-химического обоснования, определяют три фактора: приемлемая себестоимость, оперативность и массовость опробования, достаточная для использования статистических методов обработки результатов. Совокупности этих условий, отвечает новая технология газо-геохимической съемки, разработанная НИИ ЕН СГУ на базе ОАО «Саратовнефтегеофизика». Она основана на сочетании терромагнитного метода и определений абсорбированных углеводородных газов с использованием в качестве опорного горизонта современного почвенного

покрова. Последний, является активным геохимическим барьером, в пределах которого УВ окисляющие и сульфат-редуцирующие бактерии продуцируют CO_2 и H_2S . Их взаимодействие с соединениями почвенного железа сопровождается формированием повышенных концентраций аутигенных почвенных сульфидов и карбонатов железа в зоне влияния глубинных залежей УВ, присутствие и содержания которых четко фиксируются термомагнитометрией.

Технология комплексных поисков на основе термомагнитометрии (ТМ) и сорбированных углеводородных газов (УВГ) активно разрабатывается в Нижнем Поволжье и Южном Приуралье, где в последние годы установлено широкое распространение в почвах сорбированных углеводородных газов метан-гексанового ряда со сложным площадным распределением участков высоких и пониженных концентраций. Термомагнитным анализом в почвенных пробах-дубликатах установлено присутствие тонкодисперсных аутигенных сульфидов и карбонатов железа, недоступных для диагностики традиционными методами. Специальными работами на нефтегазоносных и «пустых» структурах присутствие интенсивных почвенных термомагнитных и газовых аномалий установлено лишь на участках развития углеводородных скоплений и их отсутствие за контуром залежей.

Многие ТМ и УВГ аномалии формируют кольцевые или полукольцевые структуры над крыльями продуктивных антиклинальных поднятий. Сходная кольцевая схема максимальных концентраций УВ газов выявлена и в глубоких горизонтах осадочного чехла, где они приурочены к зонам разуплотнения и высокого поглощения энергии сейсмических волн на периферии нефтегазоносных структур.

Все выше изложенное, свидетельствует о миграционной природе почвенных УВГ аномалий. Сочетание термомагнитометрии с газовой съемкой позволяет фиксировать почвенные газовые поля и сопутствующую аутигенную минерализацию в форме сульфидов и карбонатов железа, которые возникают в

процессе биогеохимических трансформаций УВ газов в результате жизнедеятельности УВГ окисляющих и сульфатредуцирующих бактерий.

Предлагаемая технология обладает рядом положительных качеств, выгодно отличающих ее от известных аналогов. Она не требует затрат на мелкое бурение и дорогостоящие искусственные сорбенты. Не создает проблем с опробованием сельскохозяйственных земель, поскольку отбор проб ведется в пеших маршрутах. Отличается экспрессностью, способностью к обработке больших массивов данных и малой затратностью (~ 3 - 4 % от стоимости сейсморазведки 3D). Способность методов к работе на малоамплитудных мелких структурах и неструктурных залежах особенно важно для областей, где фонд крупных и средних месторождений практически исчерпан. Термомагнитометрия способна к быстрой выдаче предварительных результатов, что способствует оперативной постановке заверочных работ на перспективных участках.

Предлагаемая технология имеет значительный диапазон применения:

- 1) опережающее региональное обследование слабоизученных территорий с выделением перспективных площадей;
- 2) работа в комплексе сопровождения сейсморазведки;
- 3) детальные работы по оценке перспективности конкретных структур до постановки разведочного бурения;
- 4) изучение экологического состояния эксплуатируемых месторождений нефти и газа и оценка загрязнения почв и пород зоны аэрации техногенными подземными скоплениями нефти и ее производных.

Съемка ведется в площадном варианте по сетке 200×200 м или 200×400 м, что практически исключает пропуск локальных структур, которые в настоящее время являются основными объектами эксплуатации. Для получения фоновых значений отбираются дополнительные пробы за контуром структуры.

Технологией работ предусмотрены: отбор проб по профилям из закопшек до 0,5 м; первичные измерения магнитной восприимчивости (k); термообработка проб при определенных условиях; повторные измерения

магнитной восприимчивости после нагрева (кТ), определение соотношения данных по двум замерам; построение площадной термомагнитной схемы и выделение аномалий.

На втором этапе производится заверка результатов термомагнитометрии анализом абсорбированных УВ газов из дублирующих проб. Исходя из опыта работ, на анализ отдается 35 – 40 % термомагнитных проб. Анализу подлежит весь спектр предельных и непредельных газов от метана до гексана, включительно. По результатам аналитических определений проводится обобщение и сравнительный анализ данных и составляется отчет с полным набором сопроводительной документации, выводами и рекомендациями.

Методика апробирована на 9 структурах Поволжья и Южного Приуралья с глубиной залегания продуктивных горизонтов от 900 до 2700 м. Две отрицательные прогнозные оценки подтверждены повторной интерпретацией данных сейсморазведки и бурением. Заказчикам выданы три положительные прогнозные оценки, которые еще не заверялись бурением. В настоящее время предварительно дана положительная оценка одной из площадей до завершения разведочного бурения.

Во втором разделе работы представлена физико-географические условия в пределах исследуемой Малаховской структуры.

Малаховская группа структур расположена в Саратовской области, Озинского района в 5 км к северо-востоку от поселка Малаховка и в 8 км к западу от поселка Комсомольский. По территории района протекают небольшие реки бассейна [Большого Иргиза](#): [Большая Чалыкла](#), [Камышлак](#), Солдатка. На автодороге «[Энгельс—Уральск](#)» и на железнодорожной станции в Озинках находятся таможенные посты на границе с [Казахстаном](#). В южной части района протянулись Синие Горы (максимальная высота 227 м). На севере минимальная высота — в долине реки Камелик — 35 м. Лицензионный участок расположен в пределах географического листа М-39. Связь с областным центром осуществляется по шоссейным дорогам, между населенными

пунктами — по сети грунтовых дорог, пригодных для эксплуатации только в сухое время года.

В третьем разделе работы рассматривается геологическое строение Малаховской группы структур.

Малаховская группа структур подготовлена по результатам поисково-детализационных сейсморазведочных работ 3Д, выполненных ОАО «Волгограднефтегеофизика» в 2014 г. Плотность сети профилей в пределах Малаховской группы структур определяется методикой проводимых работ.

При подготовке Малаховской группы структур составлены структурные карты по целевым отражающим горизонтам, характеризующим строение основных нефтегазоперспективных комплексов отложений и отождествляемых со следующими геологическими границами:

ОГ nC₂mk –приурочен к подошве мелекесского горизонта среднего карбона (кровле карбонатного комплекса нижнего башкира).

ОГ nC₁s-приурочен к подошве отложений серпуховского яруса нижнего карбона.

ОГ nC₁bb-приурочен к подошве отложений бобриковского горизонта нижнего карбона.

ОГ nC₁up-приурочен к подошве отложений упинского горизонта турнейского яруса нижнего карбона.

ОГ nD₃k-условный отражающий горизонт со скользящей стратиграфической границей, приурочен к подошве отложений карбонатного девона. В пределах Карповского вала, где в результате предфаменского размыва, породы франского, живетского и даже эйфельского ярусов подверглись размыву, разрез карбонатного девона представлен только фаменскими отложениями и соответственно в этой части отражающий горизонт **nD₃k** отождествляется с подошвой фаменских отложений. В пределах Рубежинского прогиба разрез карбонатного девона более полный за счет

сохранившихся от размыва отложений франского яруса, поэтому в этой части участка отражающий горизонт **nD₃k** отождествляется с подошвой франских карбонатных отложений.

ОГnD₂kl-приурочен к подошве клинцовских отложений эйфельского яруса среднего девона.

ОГnD₂bs-приурочен к подошве бийских отложений эйфельского яруса среднего девона.

ОГ F- приурочен к поверхности кристаллического фундамента. Малаховская группа структур расположена в центральной части Перелюбско-Рубежинского лицензионного участка. В тектоническом отношении Малаховская группа структур расположена в осевой зоне Карповского вала, который является юго-восточным продолжением Клинцовского выступа Пугачёвского свода Волго-Уральской антеклизы. Северный склон вала переходит в Перелюбско-Рубежинский прогиб Бузулукской впадины, а южный - в северную бортовую зону Прикаспийской впадины.

В четвертом разделе работы дается описание методов и методики отбора почвенных образцов на Малаховской структуре. Отбор проб и подготовка велись в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 (почвы). Точки отбора проб размещались с учётом розы ветров, особенностей микрорельефа, плана размещения зданий и коммуникаций. В соответствии с требованиями ГОСТа опробованию подвергалась верхняя часть почвенного горизонта «А» до глубины 5 сантиметров, где обычно накапливается основная масса загрязнителей, выпадающих из атмосферы.

Размеры пробных площадок варьировали от 2 - 3 до 10 квадратных метров. Отбор проб проводился методом конверта – одна проба в центре, четыре по углам площадки, также по 2-3 пробы вокруг вершин конверта. Вес объединённой пробы варьировал в пределах 0,5 килограмм.

Сухие пробы перемешивались и очищались от мусора (обломков и корней растений), в точке пробоотбора и после перемешивания проба квартовалась, а затем помещалась в двойной полиэтиленовый пакет с сопроводительной этикеткой. Влажные пробы предварительно просушивались на воздухе и подвергались квартованию в лаборатории. Просеивание всех проб на сите 1×1 миллиметр проводилось в лаборатории. Для каждой пробы, отправленной на анализ, до конца работ сохранялся дубликат для повторного анализа в случае необходимости.

В пятом разделе рассматриваются результаты исследований и их обсуждение.

Всего на исследуемой территории было отобрано 67 почвенных образцов. Образцы отбирались по сетке 200×200 метров. Во всех отобранных образцах проводились измерения петромагнитных свойств почв: магнитная восприимчивость до нагрева (на низкой и высокой частоте), магнитная восприимчивость после нагрева (на низкой и высокой частоте), FD-фактор (до и после нагрева) и термомагнитный эффект. Ниже приводится описание полученных результатов петромагнитных исследований. Магнитная восприимчивость почвенных образцов до термической обработки измерялась на двух частотах (KLF – магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте (976 Гц), KHF – магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте (3904 Гц)).

KLF – магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте (976 Гц). Изменяется в пределах от 2,2 до $6,7 \times 10^{-7}$ ед. СИ, при среднем значении $5,1 \times 10^{-7}$ ед. СИ. Согласно статистической обработке было установлено, что данный параметр подчиняется нормальному закону распределения. Полученные результаты были положены в основу схемы распределения магнитной восприимчивости измеренной на низкой частоте в почвах до нагрева

КНФ – магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте (3904 Гц). Изменяется в пределах от $2,1$ до $6,2 \times 10^{-7}$ ед. СИ, при среднем значении $4,8 \times 10^{-7}$ ед. СИ. Согласно статистической обработке было установлено, что данный параметр подчиняется нормальному закону распределения. Полученные результаты были положены в основу схемы распределения магнитной восприимчивости измеренной на высокой частоте в почвах до нагрева. Результаты магнитной восприимчивости до нагрева на низкой и высокой частоте идентичны и не выявили никаких аномальных зон.

Магнитная восприимчивость почвенных образцов после термической обработки измерялась также на двух частотах (KLF – магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте (976 Гц), КНФ – магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте (3904 Гц)).

KLF – магнитная восприимчивость, измеренная на низкой частоте (976 Гц). Изменяется в пределах от $2,3 \times 10^{-7}$ до $1,6 \times 10^{-6}$ ед. СИ, при среднем значении $5,6 \times 10^{-7}$ ед. СИ. Согласно статистической обработке было установлено, что данный параметр подчиняется логарифмически нормальному закону распределения. Полученные результаты были положены в основу схемы распределения магнитной восприимчивости измеренной на низкой частоте в почвах до нагрева.

КНФ – магнитная восприимчивость, измеренная на высокой частоте (3904 Гц). Изменяется в пределах от $2,2 \times 10^{-7}$ ед. СИ до $1,5 \times 10^{-6}$ ед. СИ, при среднем значении $5,2 \times 10^{-7}$ ед. СИ. Согласно статистической обработке было установлено, что данный параметр подчиняется логарифмически нормальному закону распределения. Полученные результаты были положены в основу схемы распределения магнитной восприимчивости измеренной на высокой частоте в почвах после нагрева. Результаты определения магнитной восприимчивости после нагрева заметно различаются между результатами магнитной восприимчивости до нагрева. В точке опробования номер 30 видно, что магнитная восприимчивость возрасла в 3.5раза.

Таким образом, в качестве вывода можно сказать, что аномалия повышенных значений (более 3) отмечается только по одной точке (образец номер 30), что исключает ее происхождение в связи с поверхностными условиями формирования почв, так как этого следовало бы ожидать и в других образцах, расположенных в таких же условиях. Возможно, это аномалия связана с глубинным строением исследуемой территории, но опять таки, ее «эксклюзивность» не позволяет придавать ей какого-либо интерпретационного значения. Нужно проводить дополнительные исследования вместе с газо-геохимическим методом.

Выпускная квалификационная работа проиллюстрирована 17 рисунками.

Список используемой литературы

- 1 Ахмелин И. Д., Бадьянов Б. Ю. и др. Подсчет запасов нефти и газа, конденсата и содержащихся в них компонентов. Москва, «Недра», 1989 г.
- 2 Справочник «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БАЛАНС ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПРИВОЛЖСКИЙ ФО САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ» (часть 8 - нефть, часть 9 - газы горючие, часть 16 - конденсат), Москва 2013.
- 3 Шигаев В.Ю., Решетников М.В. Комплексирование геоэлектрохимических методов прогнозирования нефтегазоносности. – Геофизика. Выпуск № 3, 2011г. С. 29-31
- 4 Решетников М.В. Магнитная индикация почв городских территорий (на примере г. Саратова): монография / М.В. Решетников. Саратова: Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. 152с.
- 5 Абрамов В.М. Отчет «Детализационные полевые сейсморазведочные работы МОГТ-3Д, обработка и интерпретация полученных данных в пределах Перелюбско-Рубежинского лицензионного участка недр в Саратовской области в 2014 году», Волгоград, 2015 г. Фонды ОАО «Волгограднефтегеофизика».
- 6 Артемьев А.Е., Гах В.Н. Отчет «Проведение комплексной переобработки и переинтерпретации сейсморазведочных материалов МОГТ-2Д и ВСП прошлых лет совместно с данными ГИС на Перелюбско-Рубежинском лицензионном участке с целью выявления перспективных на газ и нефть объектов» г. Саратов, 2011, Фонды ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий»;