

На правах рукописи



Олейник Елена Владимировна

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СТРОЕНИЯ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В
СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ КЛИНОФОРМНОЙ ЧАСТИ
НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО

Специальность 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных
и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук

Тюмень, 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Научный
руководитель:

Мясникова Галина Петровна - доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень.

Официальное
оппоненты:

Бурштейн Лев Маркович - доктор геолого-минералогических наук, ИНГГ СО РАН, заведующий лабораторией теоретических основ прогноза нефтегазоносности, г. Новосибирск

Гришкевич Владимир Филиппович - доктор геолого-минералогических наук, главный специалист управления прогноза свойств продуктивных резервуаров, детализации и актуализации геологических моделей филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень

Ведущая организация:

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», г. Москва

Защита состоится 20 декабря 2019 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.273.05 при Тюменском индустриальном университете по адресу: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, аудитория 113.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотечном информационном центре ТИУ по адресу: 652039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72 и на сайте ТИУ www.tyuiu.ru.

Автореферат разослан 9 ноября 2019 г.

Отзывы, заверенные печатью учреждения в 2 экземплярах просим направлять по адресу 652000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, Тюменский индустриальный университет, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.273.05. Факс 8(3452) 539-473, e-mail: semenovtv@tyuiu.ru.

Ученый секретарь диссертационного совета



Т.В. Семенова

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Большая часть запасов нефти Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЗСНГП) сосредоточена в неокомском нефтегазоносном комплексе (НГК). Он содержит более 55% начальных суммарных ресурсов ХМАО-Югры. За 50 лет освоения Западной Сибири ресурсы комплекса преимущественно выявлены и в основном находятся в разработке. Крупных новых скоплений углеводородов в отложениях этого комплекса на территории ХМАО в связи с высокой буровой и сейсмической изученностью не ожидается. Восполнение ресурсной базы комплекса возможно за счет поиска мелких структур и неантиклинальных ловушек, что связано с большими экономическими рисками. Одним из путей повышения вероятности положительного результата поискового бурения является изучение особенностей строения верхнеюрской нефтематеринской толщи и их влияния на прилегающие НГК.

Отложения волжского времени формирования в пределах ЗСНГП являются уникальными в разрезе осадочного чехла. С одной стороны, эти породы являются нефтематеринскими как для вышележащих отложений неокомского НГК мелового возраста, так и для залегающих ниже юрских комплексов. В то же время, в благоприятных условиях они являются резервуаром, вмещающим нефтяные залежи. Таким образом, изучение их строения необходимо не только для повышения эффективности опосредованного поиска в нижнемеловой части разреза, но и для выявления направлений поиска в отложениях нефтематеринской толщи.

Степень разработанности. Объектом исследований выбраны отложения БС и ее возрастных аналогов в зоне развития клиноформных резервуаров неокома в пределах ХМАО. Территория исследований хорошо изучена бурением, следовательно, достоверность работы обеспечена достаточным количеством фактического материала. Основной этаж нефтеносности ЗСНГП приурочен к верхнеюрско-нижнемеловой части разреза. За долгие годы освоения провинции выявлена значительная доля запасов углеводородного сырья. Не выявленные ресурсы в первую очередь связывают с нетрадиционными коллекторами, со сложно-построенными фациально-изменчивыми толщами, с глубокозалегающими горизонтами. Однако и в хорошо-изученной нижнемеловой части разреза есть вероятность

открытия мелких по запасам скоплений углеводородов. За многие годы накоплен большой багаж знаний по строению верхнеюрско-нижнемеловой части разреза. Многие исследователи занимались региональным и детальным изучением этих отложений. В формирование модели строения исследуемой части разреза Западной Сибири вложили труд многие ученые - В.И. Белкин, Н.М. Белкин, М.М. Биншток, Ф.Я. Боркун, В.Н. Бородкин, Ю.В. Брадучан, Н.А. Брылина, Л.М. Бурштейн, В.А. Волков, И.В. Гончаров, В.Ф. Гришкевич, Ф.Г. Гурари, Е.Е. Даненберг, Т.В. Дорофеева, М.Ю. Зубков, В.П. Игошкин, Г.А. Калмыков, Ю.Н. Карагодин, А.Э. Конторович, В.А. Корнев, А.Р. Курчиков, Н.В. Лопатин, О.М. Мкртчян, Г.П. Мясникова, А.Л. Наумов, А.А. Нежданов, С.Г. Неручев, И.И. Нестеров, И.И. Нестеров(мл.), Г.И. Плавник, Н.Н. Ростовцев, И.Н. Ушатинский, С.И. Филина, В.В. Хабаров, Ф.З. Хафизов, В.В. Шиманский, А.В. Шпильман, В.И. Шпильман и другие.

Цель работы. Выявить закономерности строения нефтематеринской толщи и взаимосвязь с нефтеносностью и геологическими особенностями строения отложений неокомского НГК, и их влияние на распределение в нем залежей углеводородов, что необходимо для обеспечения высокой вероятности положительного результата поисковых работ.

Задачи исследования:

1. выделение в отложениях баженовской свиты (БС) и ее возрастных аналогов в пределах изучаемой территории слоев, отличных по литологическому составу пород;
2. уточнение модели строения БС и ее возрастных аналогов с учетом результатов минералогических и геохимических исследований;
3. уточнение границ распространения зон аномального строения БС с использованием данных поисково-разведочного бурения;
4. выявление особенностей геологического строения верхнеюрско-нижнемеловой части разреза, влияющих на процессы миграции углеводородов в отложениях ачимовской толщи и в шельфовых пластах неокома.

Научная новизна. Установлено, что пачки в разрезе БС, отличающиеся по литологическим и геофизическим характеристикам, прослеживаются на значительной территории, выделены зоны отсутствия отдельных пачек в разрезе свиты в пределах ХМАО. Разработана методика построения карт

пиролитических и минералогических параметров, характеризующих строение баженовских отложений по выделенным пачкам. Разработана схема расположения областей с различным типом органического вещества в отложениях БС и ее возрастных аналогов, установленным на основе идентификации типа органического вещества (ОВ) в скважинах. Обоснованы границы зон аномального строения БС по данным поисково-разведочного бурения на территории ХМАО. Установлено влияние зон аномальных разрезов БС на нефтеносность отложений клиноформной части неокома.

Теоретическая и практическая значимость. Исследования автора использованы в работах по оценке потенциальных ресурсов углеводородов неокомского НГК в пределах ХМАО в федеральных тематических работах 2004 и 2012 гг и генерационного потенциала БС 2016 г в рамках федеральной тематики «Дифференцированная оценка перспектив нефтеносности баженовской свиты Западно-Сибирской НГП». В период проведения поисково-разведочных работ в ХМАО-Югре за счет ВМСБ и бюджета автономного округа результаты исследований использовались при формировании программ ГРП на нераспределенном фонде недр округа. В настоящее время используются при подготовке программ лицензирования территории ХМАО-Югры.

Методология и методы исследования.

Методология исследования основана на интегрировании большого количества геологической и геофизической информации. Для корреляции верхнеюрско-нижнемеловой части использованы геофизические методы – ГИС, данные региональных сейсмических исследований, материалы площадных сейсмических работ. Для уточнения границ объекта исследования и выделения внутри объекта границ слоев различного литологического состава использован керновый материал и результаты его изучения методом пиролиза, РСА и РФА. Связь геологических параметров, влияющих на нефтеносность неокомских отложений, устанавливалась методом регрессионного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. Пачки БС и ее возрастных аналогов прослеживаются на значительной части территории ХМАО. Области распространения пачек расширяются снизу вверх, из чего следует, что формирование баженовских

отложений началось в области развития абалакской свиты, а затем распространилось в восточном направлении.

2. Выявлены закономерности изменения литологических и геохимических характеристик БС и некоторых ее возрастных аналогов. Повсеместно вверх по разрезу наблюдается увеличение содержания органического вещества. В западной части территории ХМАО вверх по разрезу увеличивается содержание глинистого и снижается доля кремнистого вещества. Восточнее встречается обратная закономерность или сохранение пропорций по разрезу. Проявляется тенденция увеличения кремнистости и снижения глинистости с запада на юго-восток и восток.

3. Тип ОВ баженовской свиты и ее возрастных аналогов меняется по территории ХМАО. Наряду с традиционно выделяемым ОВ типа II, закартированы зоны распространения керогена БС с пиролитическими характеристиками, соответствующими органическому веществу типа I и смешаного типа I-II. В отдельных скважинах западных районов округа характеристики органического вещества баженовских отложений соответствуют типам II-III и III.

4. Выявлена корреляционная зависимость плотности ресурсов нефти в отложениях клиноформных резервуаров неокомского НГК с площадью зон аномальных разрезов баженовской свиты и толщиной флюидоупора над баженовскими отложениями.

Степень достоверности. Работа основана на обширном фактическом материале. Используются данные ГИС по поисковым и разведочным скважинам, пробуренным в пределах изучаемой территории и вскрывших отложения нижнего мела и верхней юры. Учтены материалы по выполненной в НАЦ РН интерпретации региональных сейсморазведочных работ. Проанализированы описания керн по скважинам, выполненные различными исследователями, в том числе и автором, проведено описание керн верхнеюрских отложений по 200 скважинам, пробуренным на территории ХМАО. Проанализированы результаты лабораторных исследований керн баженовской свиты и ее возрастных аналогов, в том числе пиролитические данные 3995 образцов по 208 скважинам, данные минералогических исследований керн (РСА, РФА) по 3408 образцам из 191 скважины. В НАЦ РН в осложненной части неокомского НГК выделено 14 резервуаров

клиноформного типа по результатам корреляции поисково-разведочного бурения и материалам региональных сейсморазведочных работ. По всем резервуарам построена серия карт, характеризующих их строение. По резервуарам пластов группы БВ (7 резервуаров) автором проведена корреляция и расчленение нижнемеловой части разреза более 4000 скважин. При непосредственном участии автора построена карта флюидоупора, перекрывающего баженовские отложения, использованы выделенные автором толщины флюидоупора в разрезе 3318 скважин.

Апробация работы. Результаты исследований и основные положения диссертации представлялись на международных и региональных конференциях: с 2001 по 2017 год в г. Ханты-Мансийске на научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала», в 2008 году в г. Санкт-Петербурге на научно-практических конференциях «Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности» и «Теория и практика геолого-экономической оценки разномасштабных нефтегазовых объектов. Актуальные проблемы подготовки и освоения углеводородной и сырьевой базы», в 2014 и 2016 гг на X и XI Уральских литологических совещаниях в г. Екатеринбурге, IV и V научно-технических конференциях «Проблемы и опыт разработки трудноизвлекаемых запасов нефтегазоконденсатных месторождений» (г. Санкт-Петербург, 2015 и 2016 гг), в 2015 году на Международной научно-практической конференции «Особенности разведки и разработки месторождений нетрадиционных углеводородов» в г. Казань, совместном семинаре EAGE/SPE 2017 «Наука о сланцах: проблемы разведки и разработки» (Москва, 2017 г).

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения и содержит 154 страницы текста, 65 рисунков. Приведенная в работе библиография включает 102 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Во введении обоснована актуальность работы, обозначен объект исследований, сформулированы цель, задачи и научная новизна исследования, изложена практическая ценность работы.

Глава 1. Общая характеристика верхнеюрско-нижнемеловой части разреза на территории ХМАО. Отложения волжского времени

формирования в пределах ЗСНПП являются уникальными в разрезе осадочного чехла. Характеризуясь максимальной концентрацией органического вещества, отложения рассматриваются в качестве основной нефтегазоматеринской толщи. Нефтегенерационные характеристики толщи подтверждены исследованиями многих специалистов (И.В. Гончаров, М.В. Дахнова, Г.А. Калмыков, А.Э. Конторович, С.Г. Неручев, И.И. Нестеров и другие). После открытия промышленных скоплений углеводородов в баженовской свите, ее отложения многими исследователями изучаются как перспективный объект поисковых работ. Уникальность отложений баженовской свиты описана в большом количестве публикаций (Салманов Ф.К. 1970, Нестеров И.И. 1973, Дорофеева Т.В. 1992, Зубков М.Ю. 1999 и другие). Всеми авторами подчеркивается сложность строения этого объекта и проблематичность выявления зон перспективных для поиска залежей в отложениях баженовской свиты. С точки зрения нефтегазоаккумуляции в анализируемой части разреза выделено два нефтегазоносных комплекса – баженовско-абалакский и неокомский.

Баженовско-абалакский НГК включает отложения БС и возрастные аналоги – нижние подсвиты тутлеймской и мулымьинской свит. Отложения одновозрастных свит принимаются в объеме верхов нижневожского (J_3v_1) – низов нижнеберриасского (K_1b_1) подъярусов. В пределах Фроловско-Тамбейского и Казым-Кондинского структурно-фациальных районов баженовско-абалакский НГК включает в себя отложения абалакской свиты, время формирования которой датируется позднебабским (J_2bt_3) – ранневожским (J_3v_1) веками.

Все свиты, объединенные в баженовско-абалакский НГК, сложены кремнисто-карбонатно-глинистыми породами. Отложения БС и ее возрастных аналогов отличаются повышенным содержанием органического углерода и традиционно рассматриваются в качестве основной нефтематеринской толщи как для вышележащих отложений неокома, так и для нижележащих нефтесодержащих пород верхней и средней юры. Вместе с тем, отложения БС являются нефтесодержащими, в них на территории ЗСНПП открыт ряд месторождений нефти. Породы абалакской свиты не обладают генерационным потенциалом и могут рассматриваться лишь как нефтесодержащий резервуар.

Неокомский НГК включает в себя нижнемеловые отложения от берриаса до апта (K_{1b} – K_{1a}). По особенностям строения эти отложения разделяются на осложненную и неосложненную части. Осложненная часть неокома представляет собой переслаивание групп регрессивных проницаемых пластов с трансгрессивными глинистыми пачками, то есть совокупность проницаемых резервуаров клиноформного типа, содержащих скопления углеводородов, перекрытых зональными покрывками. Впервые схема формирования нижнемеловых отложений Западно-Сибирской равнины, отражающая их клиноформное строение, была предложена в 1977 году А.Л. Наумовым. Вслед за опубликованными материалами А.Л. Наумова, в 80-х годах последовала серия публикаций, содержащих сейсмический анализ строения неокомских отложений. Наиболее значимыми являются работы Г.Н. Гогоненкова, В.П. Игошкина, Ю.Н. Карогодина, О.М. Мкртчяна, А.А. Нежданова, В.А. Корнева. Данные о строении клиноформных резервуаров ЯНАО опубликованы В.Н. Бородкиным, в статьях которого приведены сведения о сложном распределении в ачимовских пластах углеводородов, предложен вариант индексации ачимовских пластов. В 2006 году опубликована монография Е.Е. Даненберга, Н.А. Брылиной и В.Б. Белозёрова, в которой детально рассмотрено строение неокомских клиноформ Томской области.

В каждом из выделенных клиноформных резервуаров выделяется два основных горизонта, где происходила аккумуляция углеводородов и формирование залежей - шельфовые пласты и пласты ачимовской толщи.

Площадь развития выявленной нефтеносности в рассмотренных нефтегазоносных комплексах практически совпадает. Исключение составляет южная часть Нижневартовского свода и территория Юганской мегавпадины, где отсутствие значимых по запасам скоплений углеводородов в обоих комплексах может быть связано с особенностями строения бажендовской свиты.

Глава 2. Выделение и картирование пачек бажендовской свиты в центральной части ХМАО. Корреляции разреза БС и ее возрастных аналогов, выделению в этой части разреза реперных слоев и пачек посвящено большое количество трудов исследователей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна [Белкин В.И. 1985, Брадучан Ю.В. 1986, Зубков М.Ю. 1999, Немова В.Д. 2012, Хабаров В.В. 1981, Эдер В.Г. 2015]. Методики

выделения пачек преимущественно основаны на изменении литологического состава пород по разрезу баженовской свиты и ее возрастных аналогов и на изменениях их геофизических характеристик. Большинство публикаций на эту тему опираются в первую очередь на данные, полученные по скважинам месторождения Большой Салым.

В ходе работ по изучению верхнеюрских отложений автором было проведено макроскопическое описание около 3000 м кернового материала БС по 200 скважинам. В разрезе свиты выделено пять пачек, отличающихся по литологическому составу слагающих их пород. Выделенные в разрезе свиты пачки отличаются по литологическим характеристикам при визуальном описании керна. После его привязки пачки прослеживаются и по данным геофизических исследований в скважинах (рис.1).

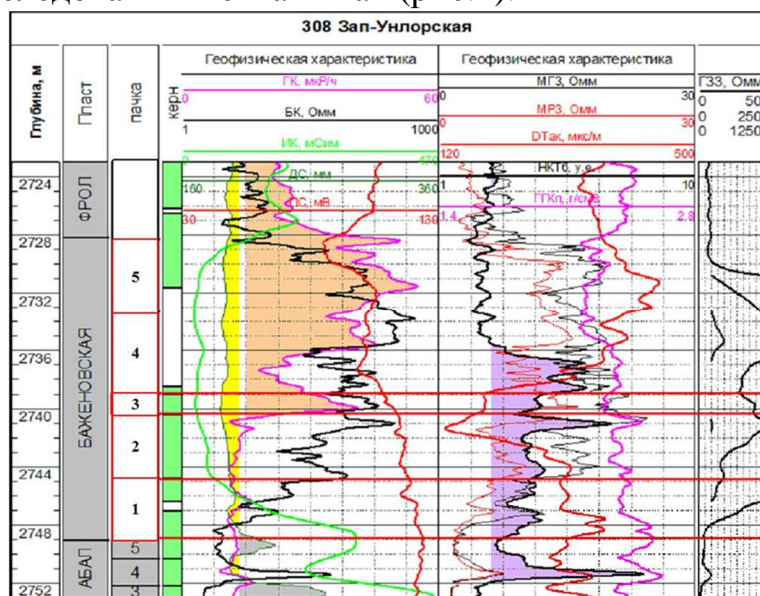


Рисунок 1 - Геофизическая характеристика пачек баженовской свиты

По всем пачкам построены карты толщин, выделенные пачки распространены на изученной территории не повсеместно. Нижняя в разрезе пачка распространена в пределах Фроловской мегавпадины, в зоне развития абалакских отложений, то есть накопление осадков свиты началось в наиболее погруженной части бассейна. По мере нарастания трансгрессии условия накопления осадков свиты распространились на большую часть территории Широтного Приобья за исключением Нижневартовского свода и к моменту накопления пачки 3 охватили всю территорию морского бассейна.

Для понимания изменения палеогеографических условий позднеюрского морского бассейна необходимо выполнить расчленение и

корреляцию большего числа скважин и дополнить представленную модель палеонтологическими и палинологическими данными.

Глава 3. Оценка изменчивости вещественного состава отложений баженовской свиты и ее возрастных аналогов. Расчленение БС на пачки позволило решить вопрос получения статистически несмещенных оценок геохимических и минералогических характеристик отложений. Отбор керн во всем интервале залегания свиты осуществлен в относительно небольшом числе скважин. Обычно отбор керн выполняется совместно с выше- или нижележащими отложениями, значительно реже керн отбирается из средней части свиты. Поскольку минеральный состав и геохимические характеристики пород БС существенно изменяются по разрезу, их значения, осредненные в одной скважине по верхней, средней или нижней части свиты, могут ощутимо различаться (рис.2а). Поэтому необходимо картировать средние величины параметров для каждой части свиты отдельно, а затем находить средневзвешенные по толщинам значения. Возможен формальный подход к разделению свиты на отдельные слои, например, в работе А.Э.Конторовича, Е.В. Пономаревой, Л.М. Бурштейна и др. (2018) отложения свиты разделены на три равные по мощности части. В данной работе модель свиты построена по выделенным в ее разрезе пачкам, взвешивание по пачкам проведено при построении карт по всем основным составляющим отложений свиты, это органическое (рис.2б), кремнистое, глинистое и карбонатное вещество.

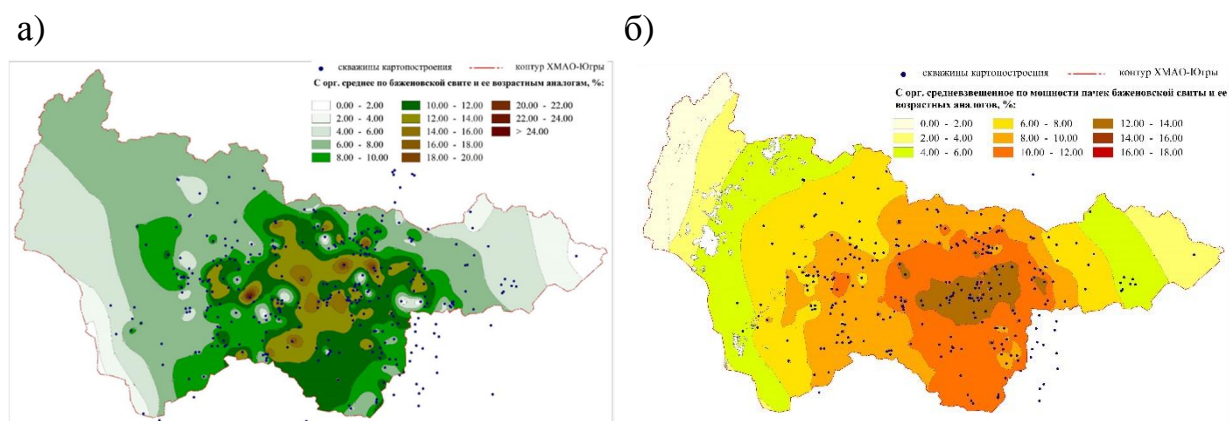


Рисунок 2 - Карты значений C_{org} БС: а) средних по скважине; б) средневзвешенных по толщинам пачек

В результате анализа данных по вещественному составу свиты прослежено его изменение как по разрезу свиты и ее возрастным аналогам, так и по территории ХМАО. Наблюдается увеличение содержания органического

углерода вверх по разрезу свиты от 2-8% в подошве свиты до 16-18% в кровле. Стабильно высокое содержание кремнистого вещества и низкое глинистой составляющей в центральной части округа указывает на сохранение на этой территории одних и тех же условий седиментации осадков с 1 по 4 пачки. Площадь повышенных значений глинистости увеличивается в кровле свиты в пачке 5, что может быть связано с «усилением» источника сноса терригенного материала западной и северо-западной окраины бассейна, с другой стороны учитывая изменение возрастного диапазона свиты в центральной части бассейна время формирования ее возрастного аналога – тутлеймской свиты включает валанжинский ярус нижнего мела. Поэтому привнос глинистой составляющей может быть связан с формированием клиноформных резервуаров нижнего подъяруса валанжина.

Распределения по территории ХМАО содержаний глинистого и кремнистого вещества связаны обратной зависимостью – снижение содержаний глинистого вещества в восточном направлении сопровождается возрастанием содержания кремнистого вещества. Распределение карбонатного вещества сильно дифференцировано по территории развития пачек и не закономерно изменяется по разрезу, что можно объяснить равномерными отборами образцов по разрезу. При визуальном осмотре керна карбонатные прослои локализуются в определенной части разреза свиты, однако толщина прослоев часто меньше шага отбора образцов и в части скважин фиксируемые при описании керна карбонатные прослои не попадают на лабораторное изучение. Чтобы охарактеризовать все особенности изменения литологических характеристик по разрезу свиты, необходим более плотный отбор образцов керна через 0.1 - 0.2 м.

Изучение по разрезу и площади распространения вещественного состава пород свиты необходимо для определения наиболее благоприятных для притока интервалов в отложениях свиты. Существует несколько гипотез, объясняющих механизм формирования коллектора в отложениях свиты. Одна из них – формирование листоватого коллектора, описанная в трудах Гулари Ф.Г. (1988), Нестерова И.И. (1979), Ушатинского И.Н. (1981) и других. Согласно этой гипотезы, коллектор формируется за счет трещин гидроразрыва в микрослоистых глинах при преобразовании органического вещества в углеводороды под действием глубинного тепла и увеличения пластовой

температуры. Глинистая составляющая по всему разрезу свиты имеет подчиненное значение относительно кремнистого вещества, лишь в кровельной части свиты содержание этих компонент выравнивается, а на отдельных площадях глинистость даже превалирует в составе пачки 5 свиты, то есть этот тип коллектора должен быть характерен для кровельной части БС.

Описанные Зубковым М.Ю. (2005) потенциально продуктивные пласты (ППП) кремнистого и карбонатного состава наоборот, должны тяготеть к подошвенной части БС, для нижних пачек содержание кремнистой составляющей в два раза превышает содержание глинистой компоненты. Кроме того, карбонатные прослой, известняки с содержанием карбонатного вещества более 75%, согласно описанию керн, характерны для пачек 2 и 4.

В публикациях специалистов геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова [Колмыков Г.А. и др 2015] в отложениях свиты кроме трещинного и кавернозного типов пустотного пространства описана «керогеновая пористость», как часть общей пористости этих отложений, выявленная ранее американскими исследователями [Louck R.G. и др 2009]. Учитывая, что максимальное содержание ОВ характерно для верхних пачек свиты, то формирование такого типа коллектора можно ожидать в кровельной части свиты в областях повышенного катагенеза.

Глава 4. Тип органического вещества. Органическое вещество входит в число основных породообразующих компонент БС. Тип ОВ является одной из основных характеристик, определяющих качество нефтематеринских пород. Идентификация типа ОВ для баженовских и одновозрастных им отложений проведена в скважинах по данным пиролитических исследований, нанесенных на диаграммы в осях $HI - Tmax$, $HI - OI$ и $H/C-O/C$. Выделены три группы скважин, данные которых однозначно отнесены к одному из типов керогена – I, II и III, и две группы с керогеном смешанного типа – I-II и II-III [Б. Тиссо, Д.Вельте 1981]. Проследить закономерности изменения типа керогена в разрезе БС по территории округа не представляется возможным, так как скважин с полным выносом керн крайне мало. Скважины с различным типом керогена хорошо группируются в плане.

Органическое вещество БС большинством исследователей относится к типу II (Гурари Ф.Г. 1988; Конторович А.Э. и др 2005, 2013; Лопатин Н.В. 1999 и другие). Это сопоставимо с условиями формирования этих отложений.

Однако, в результате проведенной идентификации типа ОВ по скважинам в центральной части ХМАО выделена значительная по площади зона по пиролитическим характеристикам соответствующая типу I (рис.3). Органическое вещество с высокими значениями водородного индекса характерными для ОВ типа I и промежуточного между ОВ I и II типов в отложениях баженовской и ее возрастного аналога марьяновской свиты описано в публикациях Гончарова И.В. и др. [2014, 2016] по юго-восточным районам ЗСНГП. Учитывая, что ОВ этого типа традиционно принято ассоциировать с отложениями обогащенными водорослевой органикой пресноводных озерных форм, присутствие этого типа в краевых частях бассейна на начало формирования баженовского моря объяснимо, однако появление озерных фаций в центральной его части не вполне соответствует палеогеографическим условиям верхнеюрского времени. Согласно Б. Тиссо и Д. Вельте ОВ типа I образуется из водорослевой органики не только озерного, но и морского (тасманиты и др.) происхождения. С учетом сказанного, можно выделять в БС I и, возможно, смешанный I-II типы ОВ. Однако лучшее объяснение появления ОВ с такими характеристиками в центральной части бассейна предложено Оксенойд Е.Е (2016). Тип ОВ выделенной зоны с высокими значениями HI определен как 2S.

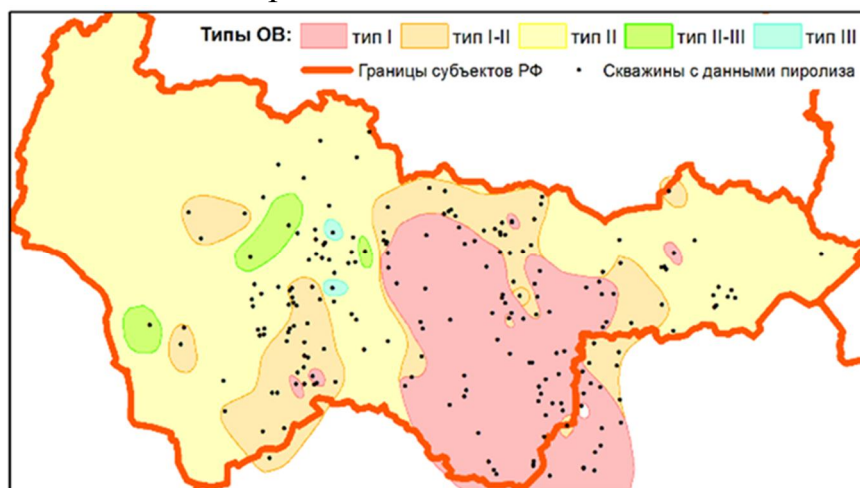


Рисунок 3 - Расположение областей развития разных типов ОВ

В западной части ХМАО выделены зоны развития ОВ типов II/III и III. Присутствие этого типа ОВ в волжских отложениях восточных районов ЗСНГП отмечено в работе А.Э. Конторовича, где его наличие объясняется увеличением роли терригенной седиментации по сравнению с биогенной. Снос терригенного материала в данном случае возможен и с западной

окраинной части бассейна. Таким образом, хотя однозначно выделить тип органики по пиролитическим диаграммам нельзя, можно считать установленным, что качество ОВ по территории развития БС и ее возрастных аналогов меняется.

Проведено сопоставление выделенных типов органического вещества в отложениях баженовской свиты со свойствами нефтей клиноформных резервуаров осложненной части неокомского нефтегазоносного комплекса. Во всех клиноформных резервуарах на территориях, в плане совпадающих с зоной развития керогена с пиролитическими характеристиками типа I (значение водородного индекса превышает 600 мг УВ/г Сорг), выявлены более тяжелые нефти с плотностью более 0.85 г/см³ с высоким содержанием серы более 1% характерные для морских осадков восстановительной обстановки. В неокомских отложениях на территориях за пределами зоны развития керогена типа I выявлены более легкие нефти с низким содержанием серы, формирующиеся по данным Тиссо в пластах более мелководных и прибрежных осадков. Таким образом, прослеживается взаимосвязь изменения типов органического вещества баженовских отложений и свойств нефтей неокома. Полное совпадение в плане областей различных типов ОВ баженовской свиты и свойств нефтей в клиноформных резервуарах не соблюдается в случае, если ачимовская часть резервуара расположена в зоне развития ОВ одного из выделенных в БС типов, а шельфовая часть попадает в другую область ОВ. Нефти залежей шельфовой части попадая в область другого типа ОВ, сохраняет свойства ачимовских нефтей. То есть наблюдается сохранение свойств нефтей внутри резервуара по направлению сноса материала, что свидетельствует о миграции генерированных породами БС углеводородов внутри клиноформных резервуаров, а в отдельных случаях – о гидродинамической связи ачимовских и шельфовых пластов.

Глава 5. Зоны аномального строения баженовской свиты. Совпадение границ развития разных типов керогена в отложениях БС с изменением свойств нефтей клиноформной части неокома является косвенным доказательством того, что органика баженовской свиты является источником углеводородов для неокомского НГК. Первичная миграция углеводородов из нефтепроизводящих толщ в проницаемые породы зависит от степени расслоенности, дислоцированности обогащенных органическим

веществом образований (Сулейманова Л.О. 1988). На территории ХМАО выделяются зоны аномальных разрезов баженовской свиты. В этих зонах битуминозные прослои переслаиваются (часто незакономерно, хаотично) с небитуминозными глинами и песчано-алевролитовыми породами, что улучшает условия миграции углеводородов.

Существует несколько точек зрения по вопросу формирования аномальных зон: модель подводно-оползневого генезиса А.А. Нежданова, модель регионального выклинивания баженовских литофаций на разных стратиграфических уровнях, предложенная О.М. Мкрчяном, механизм формирования аномалий за счет биохимической модели маргинального фильтра В.Ф. Гришкевича, модель клавишного погружения И.С. Гутмана и многие другие.

В ходе работ изучен керн двух зон аномального разреза баженовской свиты, выявлены схожие текстурные особенности. Текстуры, встречающиеся в аномальном разрезе баженовской свиты, свидетельствуют в пользу оползневой модели формирования аномалий.

Построена схема размещения зон аномального строения отложений баженовской свиты в пределах ХМАО. Граница зон проведена автором по данным геофизических исследований поисково-разведочных скважин. В контур зоны попадают скважины, в которых породы баженовской свиты раздроблены и переслаиваются с песчано-алевритовыми отложениями ачимовской толщи. Проведено сопоставление выделенных границ с зонами аномального строения отложений баженовской свиты выделенными по данным сейсморазведки А.А. Неждановым (2000).

В целом местоположение зон обоих вариантов совпадает. В некоторых случаях отличаются контуры зон, как правило по данным ГИС площадь аномалии существенно больше, чем по сейсмическим данным. В западной части зон аномального строения баженовской свиты, между монолитными битуминозными породами баженовской свиты и отложениями георгиевской свиты по данным бурения выделяется пропласток песчано-алевритового состава. По данным материалов сейсморазведочных работ выделение этого, как правило, незначительного по мощности пропластка невозможно. Прослеживается он только по данным ГИС, но на многих территориях с аномальным строением отложений баженовской свиты. Поэтому можно

предполагать его развитие повсеместно в западной части прослеживаемых по сейсмическим материалам аномальных зон. За счет такого типа разреза площади аномальных зон, выделенные по данным ГИС, превосходят площади аномалий по сейсмическим материалам.

Кроме того, некоторые контуры, выделенные по аномальной сейсмической записи, не подтверждаются данными бурения. В зоны аномального строения в публикации А.А. Нежданова включены площади, в пределах которых наблюдается увеличение толщин баженовской свиты, но при этом нет нарушения ее строения. Встречается и обратная ситуация, аномалия выделена только по данным ГИС, что можно объяснить отсутствием сейсмической информации на момент обобщения материалов автором.

Глава 6. Выбор параметров и количественные зависимости для клиноформной части неокомского комплекса. В районе зон аномального строения сосредоточено значительное количество залежей углеводородов. Выявленные залежи приурочены как к коллекторам внутри аномального разреза, так и к песчано-алевритовым породам ачимовской толщи, залегающим непосредственно над аномальным разрезом. Для того, чтобы количественно определить влияние тех или иных геологических параметров на нефтеносность ачимовских и шельфовых пластов клиноформных резервуаров на территории развития практически каждого из них были выделены эталонные участки. Это хорошо изученные территории бурением и сейсмическими работами с выявленной или не выявленной нефтеносностью.

Наиболее благоприятными для первичной миграции являются зоны аномального ее строения, где битуминозные породы дислоцированы и переслаиваются с проницаемыми породами ачимовской толщи. Для описания этого использован параметр – доля зон аномального строения беженовской свиты $D_{ан}$ на участке. Он определялся как отношение площади аномалии к площади битуминозных пород, которая для каждого участка своя.

Рассматривалась зависимость параметра $D_{ан}$ от плотности начальных суммарных ресурсов клиноформных резервуаров в целом, а также влияние параметра на нефтеносность шельфовой и ачимовской частей резервуаров отдельно. Коэффициент корреляции плотности ресурсов нефти клиноформных резервуаров с параметром $D_{ан}$ составляет 0.8 (рис.2). Коэффициент корреляции плотности ресурсов нефти в шельфовой части

резервуаров с рассматриваемым параметром также имеет высокое значение 0.81. Корреляционная зависимость параметра *Дан* с плотностью ресурсов нефти в ачимовской части клиноформных резервуаров менее выраженная, несмотря на высокое значение коэффициента корреляции 0.75.

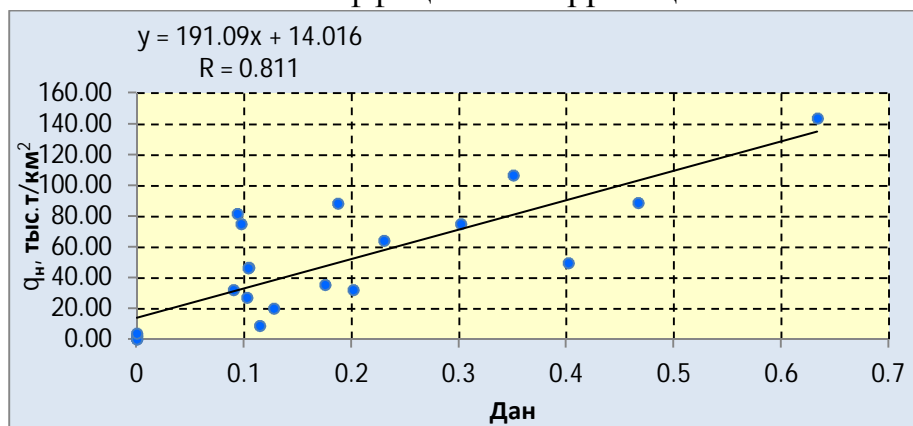


Рисунок 4 - Корреляционная зависимость плотности ресурсов нефти отложений осложненного подкомплекса от доли зон аномального строения баженовской свиты на участке

Важным параметром, контролирующим процесс первичной миграции углеводородов из основного продуцирующего горизонта, является толщина подачимовских глин – $h_{подач}$. Подачимовская пачка препятствует переходу углеводородов в проницаемые отложения клиноформных резервуаров, в первую очередь ачимовской толщи. Коэффициент корреляции плотности ресурсов нефти клиноформных резервуаров с этим параметром составляет 0.73. Более высокий коэффициент корреляции с параметром $h_{подач}$ получен с плотностью ресурсов шельфовой части клиноформных резервуаров. Коэффициент корреляции составляет 0.8. Зависимость плотности ресурсов в ачимовской части резервуаров с толщиной подачимовской пачки значительно хуже, чем с плотностью ресурсов в шельфовых отложениях и в клиноформных резервуарах в целом. Коэффициент корреляции составил 0.49. Отсутствие корреляции описанных параметров с нефтеносностью ачимовских отложений, но в то же время зависимость этих параметров с нефтеносностью шельфовых пластов неоконского НГК, можно объяснить наличием гидродинамической связи ачимовской и шельфовой частей в клиноформных резервуарах неокома.

Заключение. Основной задачей исследований являлся поиск закономерностей строения баженовской свиты и ее возрастных аналогов, влияющих на нефтегазоносность отложений неоконского комплекса, а также

необходимых для оценки геологических ресурсов УВ в отложениях свиты. Отложения БС входят в состав баженовско-абалакского НГК. В работе определены границы распространения комплекса на уровне БС и ее возрастных аналогов. Границы проведены с учетом изменения геофизических параметров разреза свиты, геохимических характеристик слагающих пород и глубин залегания отложений. На уровне абалакской свиты границы комплекса выделены по появлению в разрезе свиты песчано-алевритовых коллекторов. Таким образом, в комплекс объединена территория распространения нетрадиционных коллекторов в отложениях обеих свит.

Проведено макроскопическое описание керна 3000 м отложений баженовско-абалакского комплекса по 200 скважинам, расположенным в пределах ХМАО. По результатам описания керна на территории распространения баженовской свиты в ее отложениях выделено пять пачек, отличающихся по литологическому составу, выявлены отличия пачек по геофизическим характеристикам. Прослежены границы распространения пачек по 240 скважинам, распределенным по всей территории ХМАО. Нижняя пачка распространена только на территории развития подстилающей абалакской свиты, лежащая на ней вторая пачка распространена повсеместно, за исключением наиболее возвышенной части Нижневартовского свода. Увеличение площади распространения пачек по территории ХМАО свидетельствует о постепенном увеличении глубины позднеюрского морского бассейна по окончании формирования отложений абалакской свиты. Накопление баженовских осадков началось в более глубокой части моря в районе Фроловской мегавпадины.

Выявлены тенденции изменения вещественного состава пород БС по разрезу и по площади ее распространения. Повышение индекса нефтенасыщения наблюдается в пачках 2, 3 и 4 с повышенным содержанием кремнезема, для разреза пачек 2 и 4 характерны прослой известняка, что повышает вероятность гипотезы Зубкова М.Ю. о пластах кремнистого и карбонатного состава как потенциально продуктивных в разрезе свиты. кровельная часть разреза свиты характеризуется повышением глинистой составляющей и максимальным содержанием органического вещества.

Проанализированы пиролитические данные более 320 скважин (5485 образцов), что позволило выделить на территории округа зоны с

характеристиками, соответствующими различным типам органического вещества. Данные пиролиза вынесены на диаграммы НI – Tmax, НI – OI и Н/С – O/С. Тип керогена определен в каждой скважине, скважины распределены на пять групп, соответствующих ОВ типов I, II, III и двум смешанным типам I-II и II-III. Большинство исследователей тип керогена баженовской свиты определен как II. По полученным в работе данным тип керогена свиты изменяется по площади ее распространения. На территории ХМАО выделены зоны с повышенными значениями водородного индекса, соответствующими характеристикам органического вещества I типа с высоким генерационным потенциалом. В западной части округа локализовались зоны развития керогена с низкими генерационными характеристиками, соответствующими типам II-III и III, что можно объяснить привнесением терригенного материала с западной окраинной части бассейна и повышения доли терригенного органического вещества в исследуемых отложениях.

Проведено сопоставление границ зон распространения различных типов ОВ со свойствами нефтей клиноформных резервуаров неокомского НКК. Для залежей клиноформных резервуаров в плане совпадающих с территориями зон развития ОВ I типа характерны сернистые (>1%) среднеплотные (>0.85 г/см³) нефти. Выявленное совпадение изменения свойств нефтей клиноформных резервуаров в соответствии с типом керогена баженовской свиты косвенно доказывает их генетическую связь.

В работе проанализировано строение неокомского НКК. По клиноформным резервуарам осложненной части неокома проведена корреляция разреза (более 4000 скважин), выделены границы их распространения, построены карты, характеризующие их строение. В качестве границ, определяющих геометрию клиноформных резервуаров выделены: 1. Граница примыкания покрышки резервуара к кровле БС, как западная граница распространения каждого из резервуаров; 2. Граница раскрытия покрышки, как восточная граница резервуаров; 3. Линия глинизации шельфовых пластов в районе кромки шельфа – западная граница шельфовых пластов; 4. Восточная граница глинизации ачимовских пластов резервуаров.

Границы зон аномального строения БС выделены автором по данным поисково-разведочного бурения. Всего в пределах территории ХМАО выделено более 20 зон. Проведено сопоставление границ с ранее

опубликованными схемами распространения аномальных разрезов баженовской свиты.

Выявлена корреляционная зависимость нефтеносности клиноформных резервуаров неокома с зонами аномального строения баженовской свиты. Выведен параметр $D_{ан}$, описывающий наличие зон аномального строения на подсчетных участках осложненной части неокомского НГК. Коэффициент корреляции плотности ресурсов нефти с параметром $D_{ан}$ по эталонной выборке участков составил 0.81.

Построена карта толщин подачимовской пачки по результатам ее выделения в разрезах 3318 скважин. Глины подачимовской пачки препятствуют переходу углеводородов, генерированных нефтематеринской породой в проницаемые отложения клиноформных резервуаров. Выявлена корреляционная зависимость плотности ресурсов нефти с параметром $h_{подач}$ (толщина подачимовских глин), коэффициент корреляции составил 0.73.

Наличие зон аномальных разрезов БС и толщина подачимовской пачки являются значимыми параметрами при количественной оценке потенциальных ресурсов углеводородов осложненной части неокомского НГК.

Исследования автора использованы в работах по оценке потенциальных ресурсов углеводородов неокомского НГК в пределах ХМАО в федеральных тематических работах 2004 и 2012 гг и оценке генерационного потенциала баженовской свиты 2016 г в рамках федеральной тематики «Дифференцированная оценка перспектив нефтеносности баженовской свиты Западно-Сибирской НГП».

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК России:

1. Олейник Е.В. Строение и генерационный потенциал баженовской свиты на территории центральной части Западной Сибири. / В.А. Волков, Е.В. Олейник, Е.Е. Оксенойд, А.А. Сидоров // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. - №3(27). - С. 79-98.
2. Олейник Е.В. Типы керогена баженовской свиты по данным пиролиза и их сопоставление с параметрами нефтей. / Е.Е. Оксенойд, В.А. Волков, Е.В. Олейник, Г.П. Мясникова // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2017. - №5(125). - С. 34-43.

3. Олейник Е.В. Зоны аномального строения баженовской свиты в связи с нефтегазоносностью неокотских отложений на территории ХМАО-Югры. / Е.В. Олейник // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. - 2018. - №3. - С. 29-37.

Работы, опубликованные в других изданиях:

4. Олейник Е.В. Использование литологических и геохимических параметров при количественной оценке ресурсов УВ. / Н.В. Судат, Л.О. Сулейманова, Е.В. Олейник // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности». - СПб.: ВНИГРИ. - 2008. – 639с.
5. Олейник Е.В. Прогноз нефтеносности клиноформных резервуаров Среднего Приобья. / Е.В. Олейник // Теория и практика геолого-экономической оценки разномасштабных нефтегазовых объектов. Актуальные проблемы подготовки и освещения углеводородной сырьевой базы. СПб.: ВНИГРИ, 2008 г. - С.296-301.
6. Олейник Е.В. Литологические особенности баженовско-абалакских отложений Фроловской мегавпадины (Западная Сибирь). / Е.В. Олейник, Е.Е. Оксенойд // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы 8-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 27-30 октября 2015 г). – Москва: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015, Т.1. – С. 254-257.
7. Олейник Е.В. К вопросу о типе органического вещества пород баженовской свиты. / В.А. Волков, Е.В. Олейник, Е.Е. Оксенойд, Л.А. Солопахина // Вестник недропользователя, 2016, №28, С. 3-18.
8. Олейник Е.В. Взаимосвязь свойств нижнемеловых нефтей с геохимическими характеристиками баженовской свиты (Западная Сибирь). / Е.В. Олейник, Е.Е. Оксенойд // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сб. науч. трудов / Под ред Е.Ю. Барабошкина. – Симферополь: Издательский Дом Черноморпресс, 2016. – 298 с.: ил.
9. Олейник Е.В. Структурно-литологические особенности пород ачимовских отложений в аномальной части разреза баженовской свиты. / Е.В. Олейник, Г.Е. Толубаева, Е.А. Степанова // Осадочные комплексы Урала и прилежащих регионов и их минерогения. Материалы 11 Уральского литологического совещания. - Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016.- С. 194-198.

10. Олейник Е.В. Текстуры пород ачимовских отложений в аномальной части разреза баженовской свиты. / Е.В. Олейник, Г.Е. Толубаева, Е.А. Степанова // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО-Югры. - Т.2. - Ханты-Мансийск. - 2016. - С.291-298.
11. Олейник Е.В. Оценка литологической изменчивости и геохимических характеристик баженовских отложений. / В.А. Волков, Е.В. Олейник, А.А. Сидоров, Е.В. Икон, Е.А. Степанова // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО-Югры. - Т.1. - Ханты-Мансийск. - 2016. - С.43-55.
12. Олейник Е.В. Региональный прогноз естественной продуктивности баженовских отложений в центральной части Западно-Сибирской НПП [Электронный ресурс] / Оксенойд Е.Е., Олейник Е.В. // Совместный семинар EAGE/SPE 2017 "Наука о сланцах: проблемы разведки и разработки". - Режим доступа: <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=87784>.
13. Олейник Е.В. Строение баженовско-абалакского нефтегазоносного комплекса [Электронный ресурс] / Олейник Е.В., Оксенойд Е.Е. // Совместный семинар EAGE/SPE 2017 "Наука о сланцах: проблемы разведки и разработки". - Режим доступа: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=87783>.