

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА



На правах рукописи

ГАТИНА НАДЕЖДА НИКОЛАЕВНА

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ
ЗОН АНОМАЛЬНОГО РАЗРЕЗА
БАЖЕНОВСКО-АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений (геолого-минералогические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва – 2023

Работа выполнена в ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ФГБУ «ВНИГНИ»), г. Москва

- Научный руководитель:** – **Пороскун Владимир Ильич**
доктор геолого-минералогических наук
доцент
- Научный консультант:** – **Гаврилов Сергей Сергеевич**
кандидат геолого-минералогических наук
- Официальные оппоненты:** – **Нежданов Алексей Алексеевич**
доктор геолого-минералогических наук
ФАУ ЗапСибНИИГГ
старший научный сотрудник, советник по геологии
- **Ольнева Татьяна Владимировна**
доктор геолого-минералогических наук
ООО "Газпромнефть НТЦ"
ведущий эксперт по сейсмогеологической интерпретации
- **Скоробогатов Виктор Александрович**
доктор геолого-минералогических наук
ООО "Газпром ВНИИГАЗ"
главный научный сотрудник

Защита диссертации состоится «16» июня 2023г. в 16:00 час на заседании диссертационного совета МГУ.016.8 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Главное здание МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, аудитория 621.

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на ИАС «ИСТИНА»: <https://istina.msu.ru/dissertations/552890723/>

Автореферат разослан «15» мая 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.016.8,
кандидат геолого-минералогических наук

Е.Н. Полудеткина

Введение. Актуальность работы.

Баженовская свита – основная нефте-газоматеринская толща Западной Сибири, а также высоко перспективный самостоятельный углеводородный резервуар «сланцевого» типа. Выше неё на подавляющей площади Западной Сибири залегает ачимовская толща, которая представляет собой сложно устроенный терригенный природный резервуар в фондоформной части неокомского клиноформного комплекса. Обе толщи сами по себе характеризуются сложным строением, однако граница между ними традиционно выдержанная, вблизи нее формируется региональный отражающий горизонт ОГ Б. Но на некоторых площадях есть области, где привычно выдержанный разрез локально сменяется резко изменчивой, на первый взгляд незакономерной, картиной на сейсмических и скважинных данных. Такие зоны исторически получили название аномальных разрезов баженовской свиты (традиционно название сокращается до «АРБ»). В данной работе будет использоваться термин «аномальные разрезы (АР) баженовско-ачимовских отложений», как более точно отражающий их генезис.

В зонах АР «классический» вид баженовской свиты приобретает специфические черты: внутри битуминозных карбонатно-глинисто-кремнистых отложений (которые в свою очередь не отличаются по своим характеристикам от аналогичных разностей вне описываемых зон) появляются серии сероцветных алевролитов и песчаников, при этом мощность разреза может увеличиваться по вертикали до 150 м, считая от кровли верхнего пропластка силицита до нижнего, против 20-35 м стандартной мощности «классического» разреза баженовской свиты. В зонах АР отложения имеют свою специфику, выраженную в изменении текстурно-структурных особенностей из-за широко развитых оползневых процессов, деформационных текстур и изменения состава за счет вторичных преобразований. При этом нижележащие юрские отложения (ниже подошвы подстилающей баженовскую георгиевской или абалакской свиты) остаются в своих ненарушенных последовательностях залегания.

Непосредственное соседство баженовских нефтематеринских пород с коллекторскими пропластками терригенных отложений зон АР создает уникальные условия для миграции УВ, однако специфика строения и сложность в определении закономерностей распространения коллектора не дают возможность четко и унифицированно учитывать такие залежи при оценке запасов и планировании разработки месторождения. На 29 месторождениях ХМАО и 3 месторождениях в южной части ЯНАО поставлены на Госбаланс (на 01.01.2021) залежи нефти в аномальных разрезах, проиндексированные как залежи пласта Ю0(J3-K1)bg с различными вариациями для разграничения их от залежей в «классическом» разрезе баженовской свиты: пл.ЮС0/К, пл.Ю0/К1, пл.ЮВ0(НП), пл.ЮВ0(ВП), пл.ЮВ0-вп, пл.ЮВ0(ЮВ0/Н), пл.ЮС0/1, пл.ЮВ0/2, К1b пл. Ач-ЮС0. Суммарные начальные геологические запасы по этим залежам согласно данным Госбаланса РФ 2021 г. оценены в 179 млн т нефти в ХМАО и в 14,7 млн т нефти в ЯНАО, что составляет немногим более 32 млн т извлекаемых запасов нефти суммарно. Накопленная добыча на 2021 г. суммарно составила 516 тыс. т нефти, 247 из которых добыто на одном только Поточном месторождении.

Добыча нефти в зонах АР на данный момент ведется в ограниченном количестве скважин, большинство залежей не разрабатывается по причине отсутствия детальной модели строения и надежной методики прогноза фильтрационно-емкостных свойств

(ФЕС), скважины вскрывают разрезы АР попутно, направлены на нижележащие юрские горизонты.

Степень разработанности проблемы. Существует несколько противоречащих друг другу гипотез образования аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений, но ни одна не является общепризнанной.

Наиболее сложной задачей является детализация геологического строения на основе интерпретации сейсмических данных внутри зон АР – традиционно в процессе сейсмического анализа эти зоны практически «вырезаются», ограничиваются полигоном в районе сильно дислоцированных, приподнятых зон, чтобы в дальнейшем исключить их из всей динамической интерпретации, оставив на картах лишь внешний контур зоны, что сильно затрудняет оценку перспектив нефтегазоносности зон.

Объект исследований – зоны аномального разреза (АР) баженовско-ачимовских отложений Широкого Приобья Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна.

Предмет исследований – песчано-алеврито-глинистые отложения, заключенные внутри типично «баженовских» битуминозных карбонато-глинисто-кремнистых разностей.

Целью работы стала разработка закономерностей геологического строения и нефтеносности зоны аномального разреза (АР) баженовско-ачимовских отложений в Широтном Приобье на основе комплексного учета данных керна, материалов геофизических исследований скважин (ГИС) и сейсмических данных.

Научная новизна

1. Впервые предложен комплекс методических приемов, основанный на интегрированной интерпретации геолого-геофизической информации с использованием карт результата спектральной декомпозиции, позволяющий закартировать не только внешнюю границу зоны аномального строения баженовско-ачимовской части разреза, но и детально проследить геологические особенности внутри каждой зоны.

2. Впервые внутри зоны АР по сейсмическим данным с учетом данных керна и ГИС определены пространственные границы отдельных элементов, изучено их площадное расположение.

3. Создана объемная концептуальная сейсмогеологическая модель отложений внутри зоны АР.

4. Установлены закономерности в распространении коллекторов внутри зон АР.

5. Установлено, что стабильная работа эксплуатационных скважин отмечается в пределах коллекторов дистальной части тела внедрения.

6. Впервые разработаны сейсмически обоснованные рекомендации по поиску и разведке залежей нефти в пределах зон АР в Широтном Приобье.

7. Впервые предложены возможные аналоги зон АР в других нефтегазоносных бассейнах и обнажениях пород на поверхности.

Основными задачами исследований являлись:

1. Разработка подходов комплексной интерпретации геолого-геофизических данных, включая керновый материал, результаты геофизических исследований скважин и сейсмические данные в зоне АР, и формирование концептуальной сейсмогеологической модели зоны аномального строения баженовско-ачимовского разреза на примере Поточной площади

2. Разработка детальной схемы нефтеносности зоны АР на примере Поточной площади

3. Анализ применимости сейсмогеологической модели, построенной на примере Поточной зоны, для других зон АР Широкого Приобья. Разработка критериев выделения частей зон АР, отличающихся друг от друга закономерностями распределения пород-коллекторов.

Защищаемые положения

1. В пределах зоны аномального разреза (АР) баженовско-ачимовских отложений Поточного месторождения выделяются две части единого тела внедрения, принципиально отличающиеся по своему строению: в проксимальной части ограниченные высокобитуминозными карбонато-глинисто-кремнистыми породами песчано-алевритоглинистые отложения образуют фрагментарные сильно деформированные тела (дробно-блоковый тип), в дистальной части выделяются руслоподобные тела (связанно-вытянутый тип) в низах баженовской (или георгиевской) свиты.

2. Залежи нефти в песчано-алевритовых коллекторах зон АР приурочены к структурно и литологически ограниченному ловушкам, геометрию которых определяет дробно-блоковый в проксимальной части или связанно-вытянутый в дистальной части тип тел внедрения. Наиболее перспективным участком для продолжительной разработки залежей нефти стоит считать дистальную часть зоны АР.

3. Комплекс критериев для выделения дистальной и проксимальной частей зон АР Широкого Приобья. Составленный комплекс критериев, заключающийся в сочетании определённых закономерностей распределения сейсмических параметров, каротажных данных и седиментологических особенностей пород, позволяет выделять дистальную и проксимальную части зон АР по скважинным и сейсмическим данным.

Реализация результатов исследования и практическое значение работы.

Результаты исследований и рекомендуемые направления работ переданы нефтяной компании ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» в виде рекомендаций, схем, карт и разрезов, составленных автором или при его непосредственном участии. Обоснованы конкретные рекомендации на поиски залежей нефти в зонах АР.

Апробация работы и публикации. Основные результаты исследований обсуждались на заседаниях научно-технического совета ЗАО «МиМГО», ФГБУ «ВНИГНИ», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», АО «Газпромнефть-ННГ»; докладывались на ряде конференций, в том числе на XVIII и XXIII научно-практических конференциях «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО» (г. Ханты-Мансийск), 12-ом Уральском литологическом совещании, 10-ом Всероссийском совещании «Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии», на конференции «ГеоКалининград-2021», международной конференции «Тюмень 2021. Управление недрами как кросс-функциональный процесс», на семинаре EAGE «Строение и проблематика глубоководных отложений ачимовской толщи» 2022 г.

Результаты проведенных исследований по теме диссертации изложены в 12 публикациях, в том числе в 6 статьях в научных журналах из перечня ВАК, в материалах 6 конференций и 12 отчетах по научно-производственным работам ЗАО «МиМГО», где автор принимала непосредственное участие, в том числе в большинстве – в качестве руководителя проекта.

Фактический материал

Общая площадь территории исследования, включающая 18 изученных зон АР, составила более 50000км², из них более 10000км² покрыты использованными в работе

сейсмическими съемками 3D. Также учтены данные более 4000 пог.км сейсмических данных 2D, в том числе – региональные. Детальная интерпретация сейсмических кубов 3D проведена автором в объеме более 2000 км² (Поточный, Имилорский, Спорышевский, Повховский участки).

В работе использованы геолого-промысловые данные и материалы ГИС, макроописания и фото керна по более чем 1000 поисковым, разведочным и эксплуатационным скважинам.

Детальные седиментологические исследования керна в интервале AP проведены по 5 скважинам Поточного ЛУ (619 м керна) и 12 скважинам Имилорского ЛУ (966 м керна). Используются данные биостратиграфических исследований (67 образцов из керна скважин Имилорского месторождения), описания более 300 петрографических шлифов. Аналитические исследования методом Rock-Eval выполнены по образцам пород из 8 скважин Имилорского и 3 скважин Поточного месторождения.

Выводы о продуктивности основаны на анализе работы 18 эксплуатационных скважин Поточного ЛУ, работающих на пласт Ю0 в зоне AP.

Личный вклад автора. В основу работы положены результаты работ, накопленные в процессе научной и производственной деятельности диссертанта в ЗАО «МиМГО» и ФГБУ «ВНИГНИ» с 2009 по 2022г. Автор участвовала во всех стадиях – от анализа каменного материала до интерпретации сейсмических данных в ПО Petrel. Биостратиграфические, геохимические, седиментологические, петрофизические исследования проводились коллективом специалистов при непосредственном участии автора или им организовывались для решения поставленных задач. Объемные визуализации и сейсмогеологические модели построены непосредственно автором.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из 5 глав, введения, заключения и содержит 166 страниц текста, проиллюстрирована 101 рисунком. Список использованной литературы насчитывает 199 наименований.

Автор выражает **огромную благодарность** всему коллективу ЗАО “МиМГО” за многолетнее интересное и плодотворное сотрудничество, за позитивную атмосферу, которая вдохновляет на новые научные исследования.

Автор благодарит научного руководителя – зам. директора ФГБУ «ВНИГНИ», д.г.-м.н. В.И. Пороскуна за ценные советы при подготовке диссертационной работы.

Автор особо благодарит научного консультанта – директора ЗАО «МиМГО» к.г.-м.н. С.С. Гаврилова – за мотивацию и обсуждение методических и практических вопросов построения концептуальной модели.

Автор признательна д.г.-м.н. В.Ф. Гришкевичу за консультации и дискуссии по вопросам, рассмотренным в работе, а также руководству ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» за предоставленную возможность изучения объекта на территории принадлежащих им лицензионных участков.

Особую признательность автор выражает д.г.-м.н., проф. П.Н. Куприну†, к.г.-м.н., доценту Т.Е. Ермоловой и своей семье за постановку цели написания диссертационной работы.

Автор благодарна коллеге – И.В. Панченко – за критические замечания, позволившие значительно улучшить работу.

За консультации по литологическим аспектам работы автор сердечно благодарит к.г.-м.н. Е.В. Карпову, к.г.-м.н. Т.А. Шарданову, д.г.-м.н. Ю.В. Ростовцеву и д.г.-м.н. В.А. Жемчугову.

ГЛАВА 1. Краткий геологический очерк

1.1. Тектоника

Район развития АР в Широном Приобье согласно районированию по тектонической карте под редакцией В.И. Шпильмана 1998 г. расположен в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов, Северо-Вартовской и Северо-Сургутской мегатеррас, Пякупурского мегапрогиба.

1.2. Литолого-стратиграфическая характеристика разреза

Геологический разрез Широного Приобья представлен терригенными отложениями мезозойско-кайнозойского возраста, которые подстилаются метаморфизованными породами палеозойского складчатого фундамента, на отдельных площадях присутствуют вулканогенно-осадочные образования триаса, которые представляют собой переходный комплекс.

Территория расположения объекта исследований согласно районированию верхнеюрских отложений (Решения..., 2004) находится на стыке Пурпейско-Васюганского структурно-фациального района, в котором развиты васюганская, георгиевская и баженовская свиты, и Тазо-Хетского, где накапливались отложения абалакской и баженовской свит. Перекрывает баженовские отложения неокомский клиноформенный комплекс мелового возраста.

Фокус данной работы направлен на границу юрских и меловых отложений.

1.3. Нефтеносность

В нефтегеологическом отношении рассматриваемые зоны АР расположены в Среднеобской нефтегазоносной области (НГО), распространены в Ноябрьском, Сургутском и Вартовском нефтегазоносных районах. Область характеризуется промышленной нефтеносностью большей части разреза юрских и меловых отложений, а также на отдельных площадях – доюрского основания.

Нефтеносность песчаных отложений внутри зон АР доказана испытаниями на Поточном, Тевлинско-Русскинском, Имилорском, Кечимовском, Нонг-Еганском, Северо-Конитлорском, Северо-Покачевском, Урьевском, Пякутинском, Тагринском и ряде других месторождений.

ГЛАВА 2. История и современное состояние вопроса изучения аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений. Краткая история формирования гипотез образования зон АР

Баженовская свита Западной Сибири впервые выделена Ф.Г. Гурами в 1959г. На наличие аномальности в баженовской свите впервые обратили внимание К.И. Микуленко и Г.Б. Острый в 1968 г. Самое первое предположение этих авторов было о накоплении аномальных разрезов под действием оползней, затем другими учеными предложены иные гипотезы.

Часть специалистов обосновывают возникновение зон АР за счет надвигов (1999 А.И. Петров, В.С. Шеин, 2008 Е.Н. Трофимова, Е.В. Алексеева, И.Ш. Усманов), субвертикальных зон деструкций (1993 С.Р. Бембель, А. Задоев), грязевого вулканизма (2006 Б.Г. Колокольцев, А.Н. Ларичев), прорабатывают флюидодинамическую модель (2014 А.И. Тимурзиев).

Г.С. Ясович предположил вариант накопления такого типа отложений за счет течений, врезного типа (1988г Ф.Г. Гурами, 1981 Г.С. Ясович).

О.Г. Зарипов и В.П. Сонич предположили одновозрастность песчаных прослоев с вмещающими их типичными баженовскими породами – их модель получила название модели палеоостровов, то есть песчано-алевролитовые прослои в разрезе баженовской

свиты могут представлять собой продукт размыва песчаных пластов нижележащих стратиграфических горизонтов (горизонта Ю₁) на приподнятых горстообразных блоках (2001 О.Г. Зарипов, В.П. Сонич, М.Ю. Зубков).

И.С. Гутман с коллегами развивают теорию о проявлении в баженовское время конседиментационных разломов, в области которых формировались АР в результате последовательного погружения отдельных блоков при волнообразных тектонических движениях (2011–2022 И.С. Гутман, 2013 Д.В. Вологодский, 2021 Е.А. Качкина).

О.М. Мкртчян, а затем Г.Д. Ухлова, С.Н. Варламов развивают седиментологическую гипотезу, считая отложения типа АР нормальным фациальным рядом глубоководного осадконакопления, считают, что аномальные разрезы синхронны с ачимовскими отложениями и с баженовскими, которые диахронны сами по себе (1984 О.М. Мкртчян, 2014 С.Н. Варламов, Г.Д. Ухлова).

Сегодня большинство специалистов склоняется к наличию прямой связи происхождения зон АР с выше лежащей ачимовской толщей, хотя в деталях гипотезы различаются. Общая идея – ачимовские терригенные отложения, накопившиеся на склоне или у его подножья, по разным причинам создавали такую нагрузку на уже сформировавшиеся баженовские глубоководные осадки, что, оползая, раскалывали, расщепляли их и внедрялись внутрь, деформируя глинисто-кремнистые разности (1968 К.И. Микуленко, Г.Б. Острый, 1986 И.И. Нестеров, И.Н. Ушатинский, 1992, 2004 А.А. Нежданов, 1999 Ю.В. Филиппович, 2003 А.П. Соколовский, Р.А. Соколовский, 2007, 2019 Е.В. Олейник, Г.И. Плавник, 2004 Е.Б. Беспалова, А.А. Поляков, Д.С. Кучерявенко, 2002, 2004 А.В. Осыка, 2005-2021 В.Ф. Гришкевич, 2008 Г.Р. Хуснуллина, 2010 Бордюг М.А., Славкин В.С., Гаврилов С.С., Потрясов А.А., 2020 И.В. Панченко и др.).

Многообразие гипотез образования аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений не позволяет на данный момент унифицировать подходы к корреляции отложений как по скважинным, так и по сейсмическим данным, и разработать единые алгоритмы прогноза нефтеносности зон АР.

ГЛАВА 3. Результаты детального изучения строения зон аномального разреза баженовско-ачимовских отложений

3.1. Выделение зон АР по сейсмическим данным

Развитие аномальных разрезов носит локальный характер по площади (рис. 1) – ширина зон колеблется в среднем от 2 до 20 км, длина – от 14 до 84 км при вертикальных мощностях от 0 до 150 м. Площади одной зоны АР варьируются от 4 км² (Ватинская зона), 78 км² на Спорышевском ЛУ до 285 км² на Поточном или даже 1000 км² в Имилорской зоне. В рамках диссертационного исследования автором изучены зоны АР, приуроченные к региональным клиноциклитам БС₁₀, БС₁₁₋₁₃, БВ₄₋₅, БВ₆₋₇, БВ₈₋₉, БВ₁₀ – названия клиноциклитов даны по классификации НАЦ РН им. В.И. Шпильмана для территории ХМАО.

В классическом разрезе центральной части Западной Сибири на сейсмических данных в интервале баженовской свиты скачок акустических жесткостей формирует интенсивную отраженную волну, состоящую из одной отрицательной фазы и двух положительных (ОГ Б). Зоны АР на сейсмических разрезах выделяются по резкому изменению поведения ОГ Б без смещения осей синфазности отражений ниже по разрезу (юрский интервал); резкому и локальному увеличению временной мощности баженовской свиты; локальному изменению (часто – уменьшению) амплитуды ОГ Б или даже полному прекращению прослеживаемости отражающего горизонта.

Из-за сложного и как будто незакономерного поведения фаз внутри области АР сейсмическая корреляция внутри этих зон затруднена, обычно не проводится, только внешние границы каждой зоны четко картируются специалистами, что является явно недостаточным при оценке перспектив нефтеносности внутри зон.

3.2. Характеристика отложений зон АР по ГИС и керну

Баженовская свита в своем ненарушенном залегании традиционно расчленяется на две толщи – нижнюю и верхнюю. Нижняя толща сложена преимущественно глинисто-кремнистыми углеродистыми осадками, в которых преобладает биогенный кремнезем радиолярий. Верхняя толща состоит из карбонатно-глинисто-кремнистых высокоуглеродистых пород с переменным содержанием компонентов и повышенным содержанием пирита, содержит большое количество биогенного карбоната, связанного с остатками двустворок и кокколитофорид (И.В. Панченко, В.Д. Немова и др.).

Наиболее ярко по ГИС баженовские силициты выделяются по повышенным значениям радиоактивности и высоким значениям сопротивления. В аномальном разрезе происходит резкое чередование более и менее радиоактивных пород.

Аномальным называется разрез, включающий сероцветные песчано-алевритоглинистые отложения внутри типично баженовских, при этом верхняя граница «аномального» разреза понимается по верхнему пропластку силицита в разрезе. Более сложно стоит вопрос с нижней границей. Поскольку традиционно разрезы называют «АРБ – аномальный разрез баженовской свиты», то нижнюю границу проводят по кровле подстилающих пород георгиевской или абалакской свиты, несмотря на то, до какого уровня проникают и имеют место песчаные внедрения. По последним детальным результатам изучения керна в отдельных случаях наблюдаются аномальные алевро-песчаные тела в аргиллитоподобных георгиевских глинах, что делает более корректной вместо принятой в литературе аббревиатуры «АРБ» использовать более краткое «АР».

Отмечается чужеродность терригенных пластов в аномальных разрезах по отношению к вмещающим баженовским силицитам. Постепенные, плавные литологические переходы аномальных терригенных тел в баженовские силициты не встречаются. Вместо этого характерны деформированные, с зеркалами скольжения, следами оползания и взмучивания осадка, всегда с резкими контактами переслаивания песчаника, алевролита и глин с силицитами. Встречаются и массивные монолитные интервалы песчаников, ограниченных силицитами. Распространенной особенностью на границе двух типов пород является наличие неокатанных остроугольных обломков силицитов, заключенных в песчано-алевритовых породах, что говорит об уже начавшейся в какой-то мере литификации баженовских пород до соприкосновения их с песчано-алевритовыми разностями.

По минеральному составу и текстурно-структурным особенностям песчано-алевритовые прослои в интервале аномальных разрезов схожи с ачимовскими отложениями, отличаясь большей интенсивностью вторичных преобразований. Основной чертой сходства является одинаковый вещественный состав – граувакко-аркозовый и субаркозовый. Тип и состав цемента – поровый карбонатно-глинистый, глинистый.

Признаки оползневых процессов в керне, а также сходство ачимовских и песчано-алевритовых прослоев в АР выдвигают на первый план подводно-оползневую гипотезу внедрений меловых отложений в ранее накопившиеся породы баженовского горизонта,

что, безусловно, вызывает много дискуссий. Для того, чтобы проверить такую концепцию, были проведены исследования по определению возраста пород.

3.3. Определение возраста отложений на основе биостратиграфических исследований

До настоящего момента наиболее полные результаты по биостратиграфическим исследованиям пород в зоне АР принадлежали авторству Ю.В. Брэдучана с коллегами, выполнены по Северо-Конитлорской площади (Брэдучан Ю.В и др. 2005).

В рамках независимого исследования образцов керна Имилорского месторождения в двух разных научных лабораториях выполнены определения возраста пород. В.С Вишнева (ГИН РАН) проанализированы 47 образцов баженовских силицитов на предмет определения возраста по радиоляриям. Единичные находки аммонитов, встреченные в ненарушенных баженовских разностях, изучены М.А. Роговым (ГИН РАН). Палинологический и микрофаунистический анализы песчано-алевритовых отложений (20 образцов) выполнены специалистами ООО «Петройл» под руководством Е.Г. Раевской.

В аномальных терригенных телах макрофауны не обнаружено. При этом силициты и алевро-песчаные тела совершенно различны по составу микрофауны и палинокомплексов, а также по степени сохранности отдельных форм. Для баженовских силицитов отмечается высокая насыщенность радиолярий и редкость фораминифер. В алевро-песчаных телах радиолярии отсутствуют, но характерны находки фораминифер. Таким образом, сравнение возраста песчаников в АР и углеродистых силицитов по единой палеонтологической группе трудно осуществимо.

Комплексирование результатов выполнено большим коллективом под руководством И.В. Панченко с участием диссертанта. Анализ показал, что аномальные терригенные тела по палинологическим данным уверенно определяются как нижневаланжинские по характерным таксонам, тогда как возраст окружающих силицитовых пород по современным данным определения аммонитов, радиолярий и палиноморф специалистами трактуется от средне-волжского до рязанского.

Таким образом, данные биостратиграфии на Имилорском месторождении указывают на более молодой возраст песчано-алевритовых прослоев по сравнению с карбонато-глинисто-кремнистыми баженовскими пропластками выше и ниже по разрезу, что сужает спектр возможных гипотез образования зон АР и позволяет далее рассматривать подводно-оползневую гипотезу с постседиментационными внедрениями ачимовских отложений в частично литифицированные баженовские как основную.

3.4 Детализация строения зоны АР на примере Поточной площади

Детализация строения Поточной зоны АР по сейсмическим данным

Для детальной сейсмической интерпретации автором выбрана площадь Поточного и рядом расположенных Северо-Поточного, Малоключевого месторождений, использованы суммарный сейсмический массив 3D (кратность 24, площадь 730км²) и 175 поисково-разведочных и эксплуатационных скважин.

Мощность собственно баженовских отложений (классический разрез) составляет на данной площади в среднем 20-35 м, лишь в зонах развития аномально опесчаненных разрезов толщины баженовской свиты суммарно резко увеличиваются, достигая 100 м.

Впервые об оползневой природе Поточно-Покачевской зоны писали Е.В. Олейник и Г.И. Плавник. Они провели исследования, позволившие определить природу данной аномальной зоны, однако в работе использовались только лишь скважинные данные, а как один из выводов было отмечено: «Необходимо разработать методы обнаружения и

картирования оползневых тел» (Е.В. Олейник, Г.И. Плавник, 2007), то есть разработать методики с использованием сейсмических данных.

Оползневые тела по Д. Стоу и Х. Редингу («Обстановки осадконакопления и фации, 1990») представляют собой «связную массу осадка, которая движется по вогнутой плоскости скольжения и совершает вращательные движения, вызывая внутреннюю деформацию, смятие, деформированные складки находятся внутри недеформированных слоев». Оползневые тела являются частью непрерывной последовательности гравитационного массопереноса на склоне – последовательность на пологом склоне включает процессы от крипа и оползаний консолидированных блоков до пластических оползаний и различных потоков.

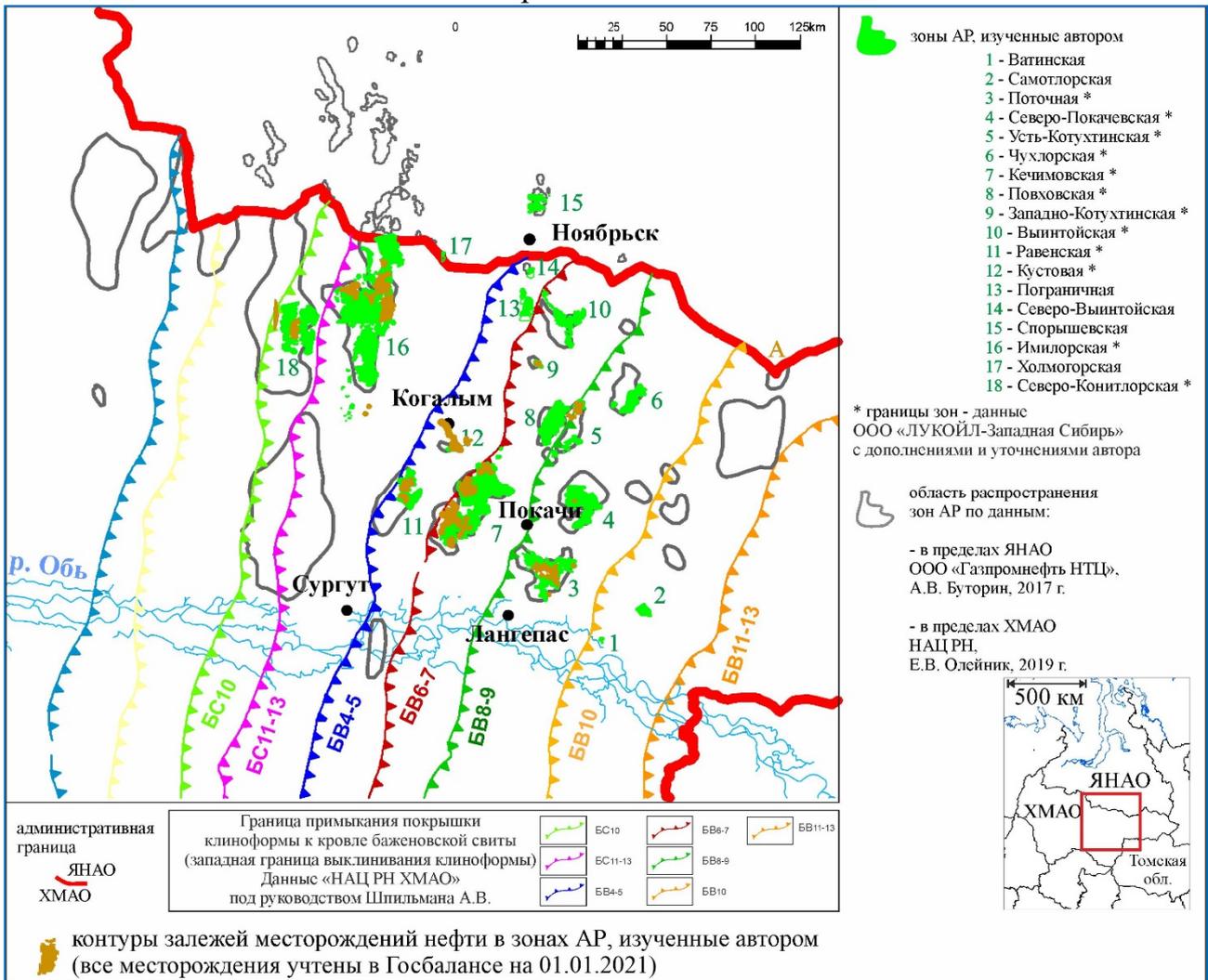


Рис. 1. Расположение зон АР в Широтном Приобье

Для изучения строения зоны АР построена серия пропорциональных срезов в интервале между четко прослеживаемым юрским горизонтом ниже ОГ Б и перекрывающим ачимовским горизонтом площадного распространения выше ОГ Б соответственно. Аналогичный подход с построением именно пропорциональных срезов показал высокую эффективность при изучении клиноформных объектов (Н.Н. Гатина и др., 2015). По полученным срезам снят набор атрибутов, ярче всего отдельные тела видны на картах результата спектральной декомпозиции для Поточного куба 3D при смещении частот 20, 30, 40 Гц.

По сейсмическим данным выделены и закартированы по площади внутри зоны АР два участка, отличающиеся по характерной сейсмической картине и по мощности

(рис. 2). По аналогии с терминологией образующихся в ачимовской толще конусов выноса части названы проксимальной (ближе к источнику сноса) и дистальной (дальше от источника).

Изометричные тела (рис. 3), расположенные в проксимальной части зоны, характеризуются расходящимся волнообразным рисунком на картах атрибутов, что представляет собой типичную картину для оползневых тел (рис.4). Размеры каждого тела – первые километры.

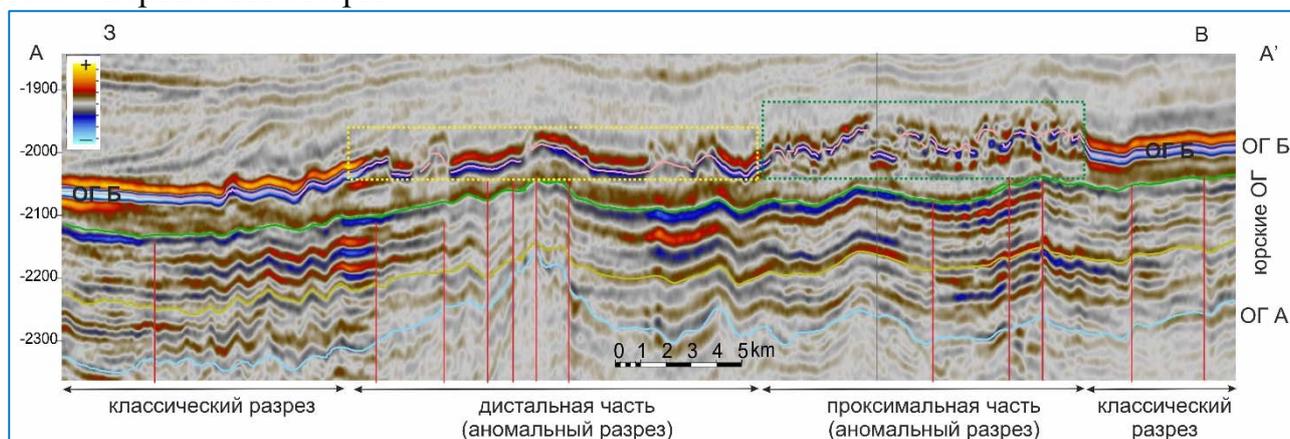


Рис. 2. Вертикальный срез сейсмического временного куба с выделенными областями аномальной записи отражающего горизонта ОГ Б (Гатина Н.Н., 2023)

В дистальной части на карте результата спектральной декомпозиции (рис. 5) видны «руслоподобные» вытянутые аномалии длиной до 20 км и шириной порядка 500 м каждый на Поточной зоне. Вытянутые элементы группируются в разветвленную сеть – на интерпретированной модели выделены желтым, вытянуты в направлении на северо-запад. Эти тела сложно распознаются на временных срезах сейсмического куба, однако картируются на основе атрибутов. На основании характерной формы тел, а также при сопоставлении с данными керна можно сделать вывод, что такие тела были образованы под воздействием обломочных потоков. Обломочные потоки представляют собой «высоко концентрированную вязкую осадочную систему, которая ведет себя как пластический поток, могут быть сформированы различными по гранулометрии осадками – от глинистых до грубообломочных, образуются на склонах с уклоном поверхности от 0,5 градуса и выше» (Обстановки..., 1990).

Таким образом, по сейсмической картине отмечаются результаты воздействия двух основных гравитационных процессов на седиментационном склоне: результаты пластических оползаний и воздействия обломочных потоков.

Фиолетовым полупрозрачным оттенком на модели (рис. 3) отмечены приподнятые зоны различных размеров в пределах дистальной части – перемещенные пластины. Геомеханика процесса внедрения, расслоения силицитов и поднятия подобных пластин подробно описана в работах В.Ф. Гришкевича, в том числе (В.Ф. Гришкевич, 2017) и (В.Ф. Гришкевич, 2019), где пластины названы более литературно – «всплывающие острова» из-за своего возвышающегося положения в центре дистального участка. Перемещенные пластины расположены в теле внедрения на пути обломочных потоков и часто повторяют общую геометрию потока, являются частью общей системы внедрений.

Сейсмогеологическая модель Поточной зоны AP, основанная на взаимоувязанной интерпретации скважинных и сейсмических данных показана на рис. 6.

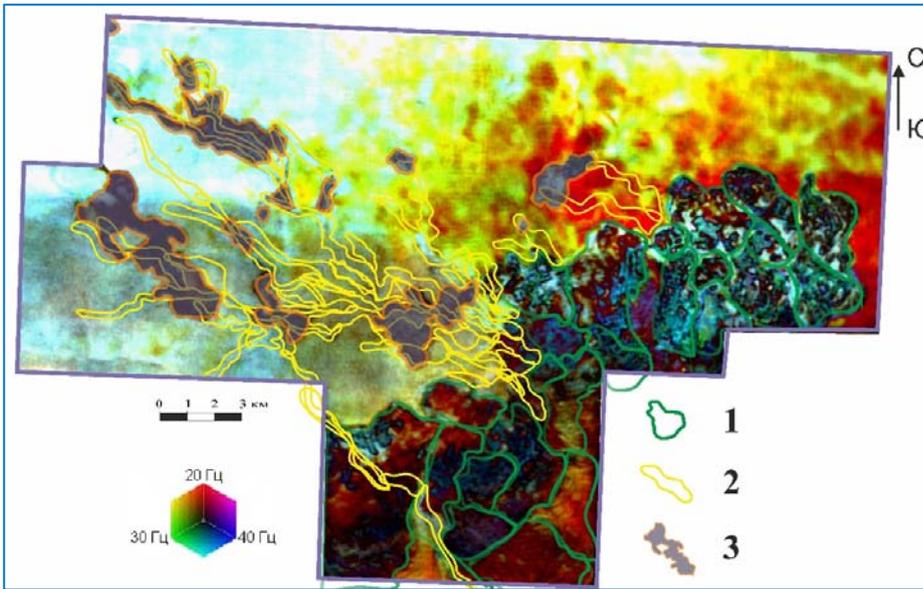


Рис. 3. Карта результата спектральной декомпозиции в интервале баженовско-ачимовских отложений Поточной площади с интерпретацией (Н.Н. Гатина, 2020, 2023)

Условные обозначения: проксимальная часть зоны АР: 1 - отдельные оползневые тела, выделенные по сейсмическим данным; дистальная часть зоны АР:

2 - осевые части обломочных потоков, формировавших инъекции внутри зоны аномального разреза, 3 - перемещенные пластины.

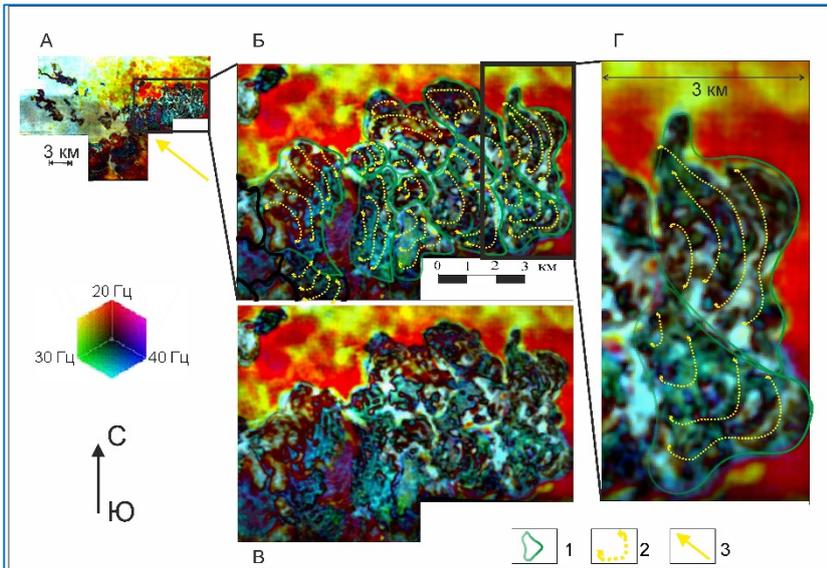


Рис. 4. Отображение характерных для оползневых тел элементов на сейсмических данных проксимальной части зоны АР: А, Б, В, Г – карты результата спектральной декомпозиции с интерпретацией и без в разном масштабе. Условные обозначения: 1 – отдельное оползневое тело, 2 – характерный волнообразный расходящийся рисунок, 3 – направление привноса материала

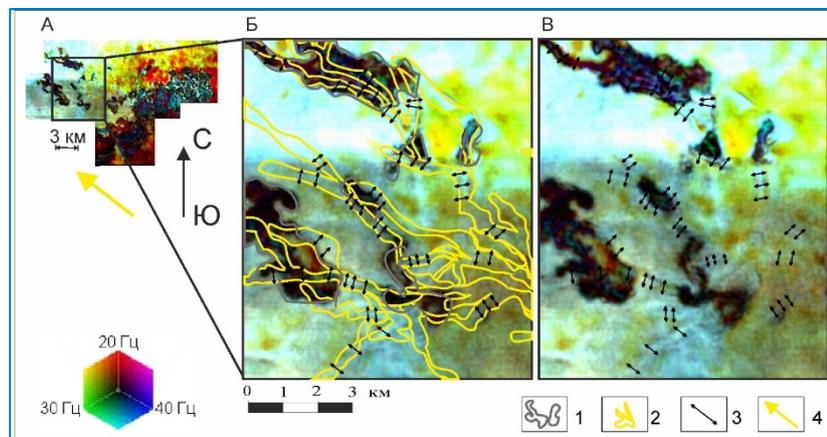


Рис. 5. Отображение характерных для дистальной части зоны АР элементов на сейсмических данных: А, Б, В – карты результата спектральной декомпозиции с интерпретацией и без в разном масштабе. Условные обозначения: 1 – перемещенные пластины, 2 – центральные части обломочных потоков в теле внедрения, 3 – видимая

ширина потоков, 4 - направление привноса материала

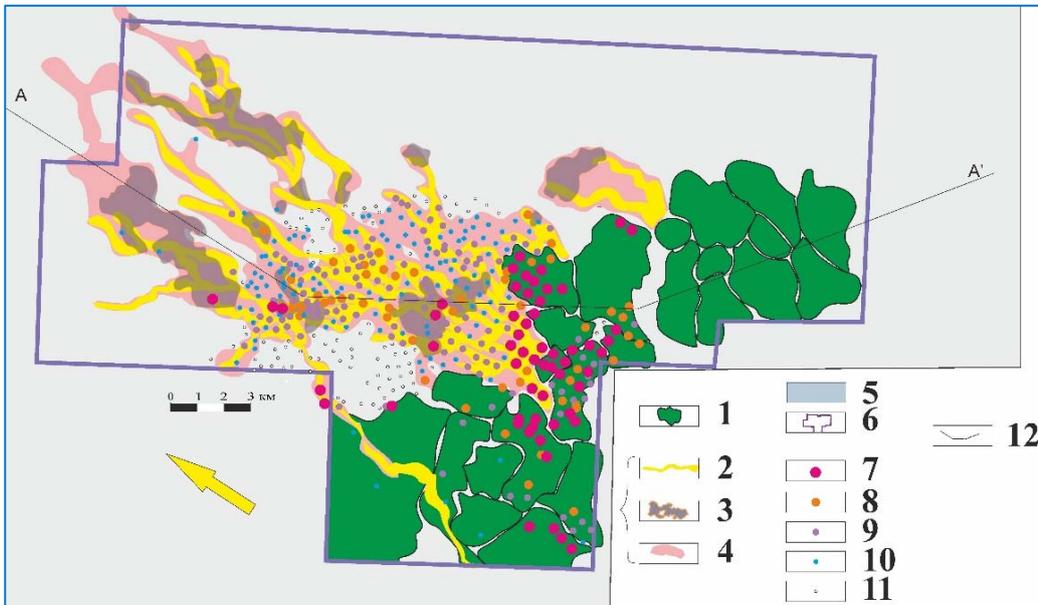


Рис. 6.
Модель строения зоны AP Поточной площади.

Условные обозначения:
проксимальная часть зоны AP:
1 - перемещенные пластины;
дистальная часть зоны AP:
2 - осевые

части обломочных потоков, формировавших песчаные инъекции внутри зоны аномального разреза, 3 - отдельные оползневые тела, выделенные по сейсмическим данным внутри зоны AP, 4 - латеральный инъекционный участок; 5 - «классический» разрез баженовской свиты, 6 - сейсмические данные 3D. Точки скважин с эффективными толщинами в песчано-алевритовом пласте Ю₀ по данным ГИС: 7 - больше 10 м, 8 - больше 5 м, но менее 10 м, 9 - меньше 5 м, 10 - нет коллектора по данным ГИС, 11 - «классический» разрез баженовской свиты; 12 - линия сейсмического разреза, приведенного на рис. 2. Желтой стрелкой показано направление привноса осадочного материала

Характеристика проксимальной части Поточной зоны AP по ГИС и керну

В проксимальной части зоны AP отображение строения разреза на кривых ГИС в скважинах максимально разнообразно, и порою разрезы в соседних скважинах трудно сопоставимы друг с другом. Именно в этой части часты переслаивания силицито-глинистых интервалов и песчано-алевритовых – по керну отмечаются слои от первых

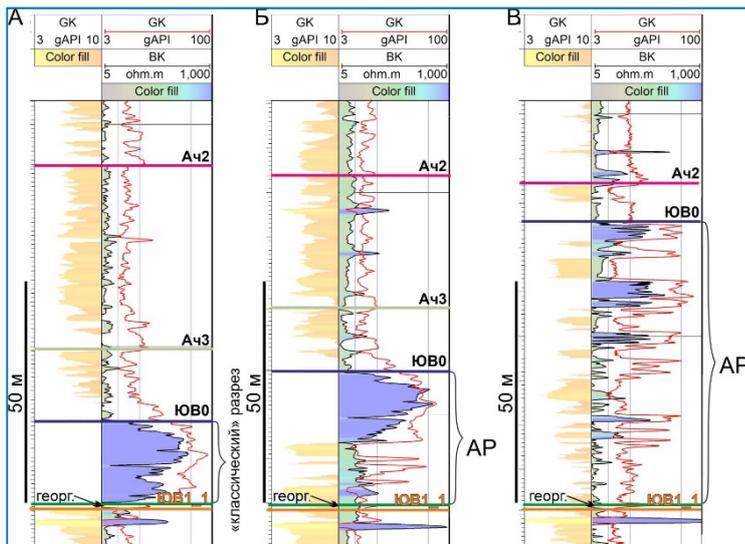


Рис. 7 Обобщенный вид каротажных кривых ГИС, характерный для А) «классического» разреза, Б) для дистальной части тела внедрения и В) проксимальной части или перемещенной пластины в дистальной части

сантиметров до десятков сантиметров с резкими границами, при этом разбита оказывается вся толща баженовских отложений, все пачки.

На кривых ГИС разрезы, соответственно, представлены частым и дробным переслаиванием высоко и низко-радиоактивных пород (рис. 7). Песчано-глинистые интервалы зон AP на диаграммах ГИС надежнее всего выделяются по резким понижениям значений ГК, более низким значениям сопротивлений.

Для проксимальной части зоны AP набор встречаемых в керне текстур (рис. 8) включает неясно, косослоистые, очень часто деформированные, с различными

следами оползаний, взмучивания осадка, реже – массивные. Текстуры подчеркнуты намывами слюдистого материала и включениями сидерита. В отложениях неравномерно распределены темноцветные интракласты – обломки высокоуглеродистых кремнисто-глинистых пород.

Иногда наблюдается система разнонаправленных трещин, заполненных карбонатизированным, пиритизированным песчаником. Часто встречаются брекчированные интервалы. Контакт перекрывающих ачимовских отложений и верхов баженовских деформирован, часто проходит под углом, что обусловлено, по-видимому, совместным движением толщ, оползанием во время их накопления (рис. 8). По комплексу признаков можно выделить два типа отложений: преимущественно алевро-песчаных отложений обломочных потоков и преимущественно глинистых отложений тел пластических оползней.



Рис. 8. Керн скважины из проксимальной части Поточной зоны АР. Фото керна в дневном свете (скв. 2832). Представлены интервалы деформированного, брекчированного песчаника и алевролита, в разрезах встречены отложения обломочных потоков и более глинистых крупных оползневых тел, в верхней части отмечен переход к перекрывающим ачимовским отложениям

Характеристика дистальной части зоны АР по ГИС и керну

По данным керна и ГИС данный тип разреза в соседних скважинах более предсказуем и сопоставим, нежели ранее рассмотренный. По сети близко расположенных эксплуатационных скважин уровни песчано-алевритовых включений коррелируются, образуя визуально единый пласт. Расположение песчано-алевритовых включений – часто достаточно мощных интервалов – тяготеет к низам баженовской свиты, реже – к границе между породами георгиевской и баженовской свит или находится внутри георгиевской свиты.

Для дистальной части зоны AP (рис. 9) характерны песчано-алевритовые отложения с массивной текстурой, массивные включения однородных песчаников могут достигать интервалов 20-30 метров и более. Встречаются вытянутые, уплощенные, плохо окатанной и неокатанной формы интракласты баженовских и георгиевских пород. Фиксируется отсутствие градационной слоистости, практически полное отсутствие биотурбаций. По комплексу признаков можно отнести данный тип отложений к образованному под воздействием обломочных потоков.

На рис. 9 на фото керна отмечена васюганская свита, переход к выше залегающему георгиевскому горизонту, который в своих верхах представлен глинами кремнистыми, пронизанными нептуническими дайками песчаников, данный факт указывает на то, что при формировании AP деформациями периодически затрагивались породы георгиевского горизонта.

В пределах дистального участка зоны AP встречаются отдельные пластины дислоцированных пород, для которых характерна сильная раздробленность и расслоенность силицитов, при этом перекрывающая толща ачимовских пород не деформирована (рис. 10) – граница резкая, то есть деформация произошла в данном типе до накопления перекрывающих отложений, в этом кроется визуальное отличие в керне от пород тел пластического оползня, на диаграммах ГИС данные типы близки.

Таким образом, в пределах зоны AP зафиксированы отложения, образованные обломочными потоками в дистальной части, а в проксимальной части они же ассоциируют с телами пластических оползней.

3.5. Концепция формирования аномальной зоны

Ачимовский клиноформенный комплекс сформирован как толща заполнения бассейна после накопления баженовских более глубоководных отложений, угол наклона склона при этом был достаточно пологим – около 1–2°. В определенный момент при обильном поступлении осадочного материала в бассейн произошло, по-видимому, некое сейсмическое событие, и песчано-алевритовые отложения резко устремились вниз по склону.

Предвестником начинающихся оползневых явлений служат крипповые отложения, заметные на ряде площадей по сейсмическим данным (Гатина Н.Н. и др, 2023). Крип осадка, по определению Д. Стоу, – «медленные деформации при постоянной нагрузке и небольшие перемещения вниз по пологому склону, которые приводят к образованию разрыва и служат предвестником оползания и оползней».

На рис. 12 показана объемная визуализация первичного образования зоны AP под воздействием сил гравитационного массопереноса (обломочных потоков и пластических оползаний), вызвавших внедрения более плотных ачимовских песчано-алеврито-глинистых отложений в менее плотные, существенно насыщенные органическим веществом, карбонато-глинисто-кремнистые баженовские осадки.

В результате образовалось тело внедрения, внутри которого выделяется проксимальная и дистальная части. Внутри нее заметны серии оползневых тел, крупные и заметные в сейсмическом временном поле, которые в процессе накопления осадков постепенно сползали относительно места внедрения вниз и вбок, вращаясь, как показано стрелками на рис. 12.

Латеральное перемещение основных объёмов песчано-алевритовой массы осадка в дистальной части происходило на уровне низов баженовской свиты или же даже на границе с георгиевскими отложениями, так как на этом уровне, по-видимому, достигалось равенство объёмных плотностей слабо литифицированных баженовских пород и внедряющихся песчано-алевритовых (В.Ф Гришкевич и др., 2019). По

теоретическим расчетам В.Ф. Гришкевича баженовские породы могли обладать объёмной плотностью до 1.2 г/см³, тогда как песчано-алевритоглинистые – плотностью $\rho=1.8$ г/см³.

Отдельные пластины баженовских пород при распространении внедрения отрывались, перемещались и выталкивались выше основной массы пород.

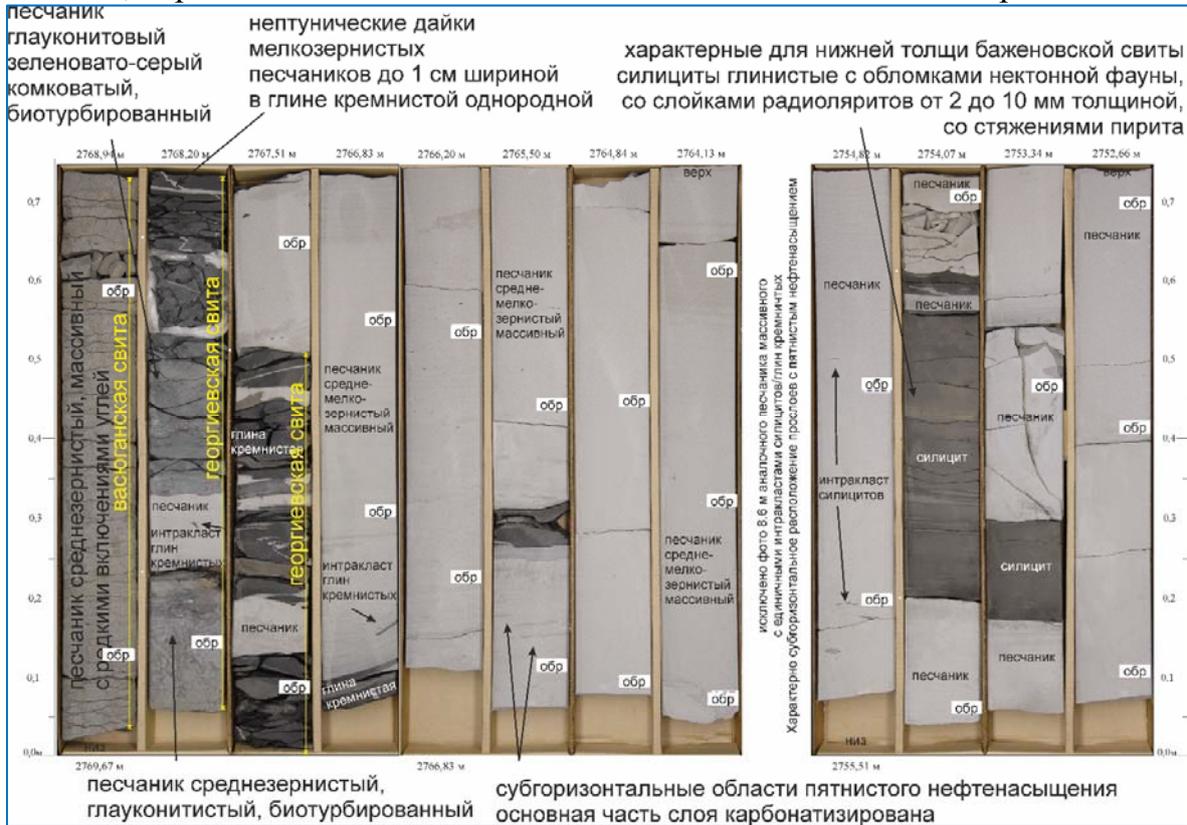


Рис. 9. Керн скважины из дистальной части Поточной зоны AP (фото керна в дневном свете, скв. 1108)



Рис. 10. Керн скважины, находящейся в пределах перемещенной пластины в дистальной части Поточной зоны AP (фото керна в дневном свете, скв. 1047)

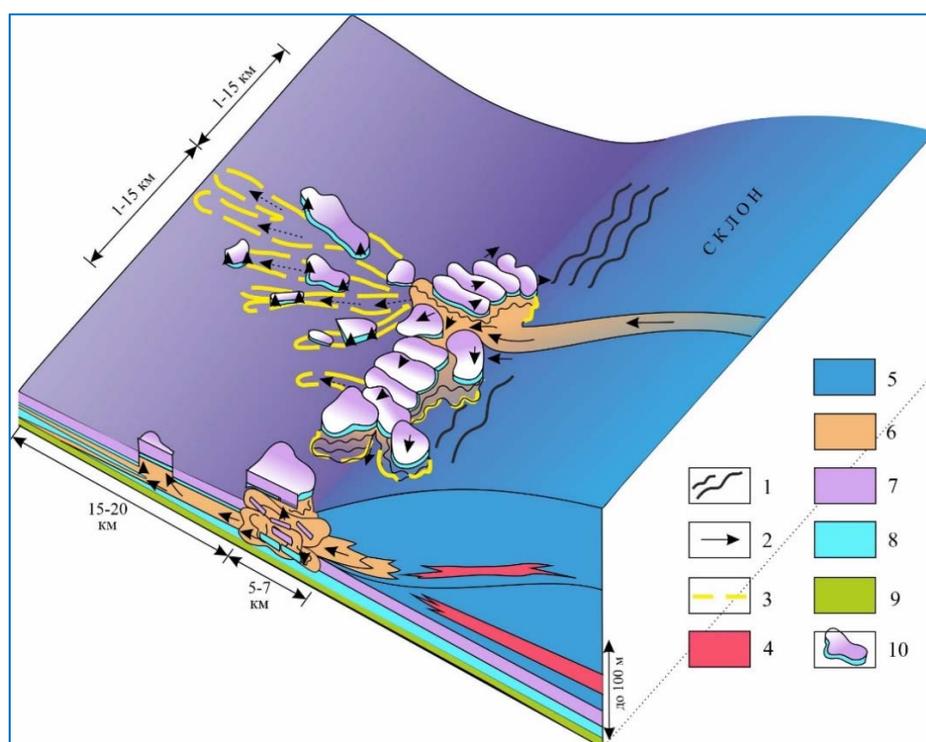


Рис 11.
Концептуальная
сейсмогеологическая
модель строения зоны
АР Широного
Приобья.

Условные
обозначения: 1 –
расположение склоновых
к оползанию глинистых
пород ортоформы
(крип), 2 – направление
привноса, перемещения
песчано-алеврито-
глинистого материала
и отдельных оползневых
тел баженовско-
ачимовских отложений,
3 – контур внедрений
внутри баженовских
пород, 4 - песчано-
алевритовые отложения
ачимовской толщи, 5 -
глинистые отложения
склона, 6 - песчано-
алеврито-глинистые
отложения ачимовской
толщи, внедрение и
оползание которых
привело к образованию
АР, 7 - верхняя толща
баженовской свиты, 8 -
нижняя толща
баженовской свиты,
9 - георгиевская свита,
10 - перемещенные
пластины (Гатина Н.Н. и
др., 2021, 2023)

алевритовые отложения ачимовской толщи, 5 - глинистые отложения склона, 6 - песчано-алеврито-глинистые отложения ачимовской толщи, внедрение и оползание которых привело к образованию АР, 7 - верхняя толща баженовской свиты, 8 - нижняя толща баженовской свиты, 9 - георгиевская свита, 10 - перемещенные пластины (Гатина Н.Н. и др., 2021, 2023)

ГЛАВА 4. Строение резервуаров УВ в зонах АР

4.1 Признаки наличия нефтематеринских пород в зонах АР

Строение зон АР и распределение в её пределах коллекторов, безусловно, должно определять особенности строения залежей УВ. Однако для полного представления о флюидодинамической системе исследовались также силициты баженовской свиты, чтобы ответить на вопрос, способны ли баженовские породы генерировать УВ в условиях наличия песчано-алеврито-глинистых включений.

По данным аналитических исследований образцов пород методом Rock-Eval в зоне АР Имилорского месторождения глинисто-кремнистые разности баженовских пород обогащены органическим веществом (ОВ), содержание ТОС составляет 6–20%. Индекс водорода (НІ) варьируется от 380 до 700 мг УВ/г ТОС, кислородный индекс (ОІ) не превышает 5 мг (СО+СО₂)/г ТОС, при Т_{мах} в большинстве образцов 430–441 °С. Глинистые прослои георгиевской свиты верхней юры и сортымской свиты нижнего мела значительно менее обогащены ОВ, обладают невысоким генерационным потенциалом. Зрелость ОВ баженовских пород соответствует градации МК1(МК1-2) по шкале Н.Б. Вассоевича. Аналогичные выводы получены по Поточной площади, где Т_{мах} 436-441 °С, НІ от 304 до 633 мг УВ/г ТОС. Значения параметров в среднем характерны для нефтематеринских пород «классического» разреза баженовской свиты. Соответственно, наличие нефтематеринских, генерирующих УВ пород, в зоне АР не вызывает сомнений. По косвенным признакам (малое количество битумоида, свечение внутри пласта, капли битума), уже началась реализация генерационного потенциала, и разгрузка происходит в близлежащие коллекторские горизонты.

4.2 Общие статистические закономерности параметров открытых залежей УВ в АР Широного Приобья

Для статистического анализа качества коллектора открытых залежей УВ в зонах

АР использованы данные Госбаланса РФ. На основании изучения сводных данных по 32 открытым месторождениям показано, что средние значения эффективных нефтенасыщенных толщин по отдельным залежам в АР лежат в пределах 2–5 метров, при этом средняя пористость составляет 15–17%, а проницаемость в основном менее 2 мД. Данные могут использоваться для вероятностной оценки ресурсов УВ в зонах АР.

4.3 Обоснование схемы нефтеносности Поточной зоны АР на основании построенной концептуальной модели

Геометрия распространения системы обломочных потоков – руслоподобные тела в дистальной части и ассоциированные с оползневыми телами в проксимальной части зоны АР – определяет сложную и извилистую конфигурацию залежей нефти. Все границы между областями с разным насыщением, разным уровнем ВНК можно объяснить границами разных тел пластических оползней либо переходом к дистальной части зоны и различными руслоподобными телами в ее пределах.

По результатам анализа структурного плана и ВНК по ГИС в скважинах установлены литологические и структурно-литологические ловушки, построена схема нефтеносности (рис. 12).

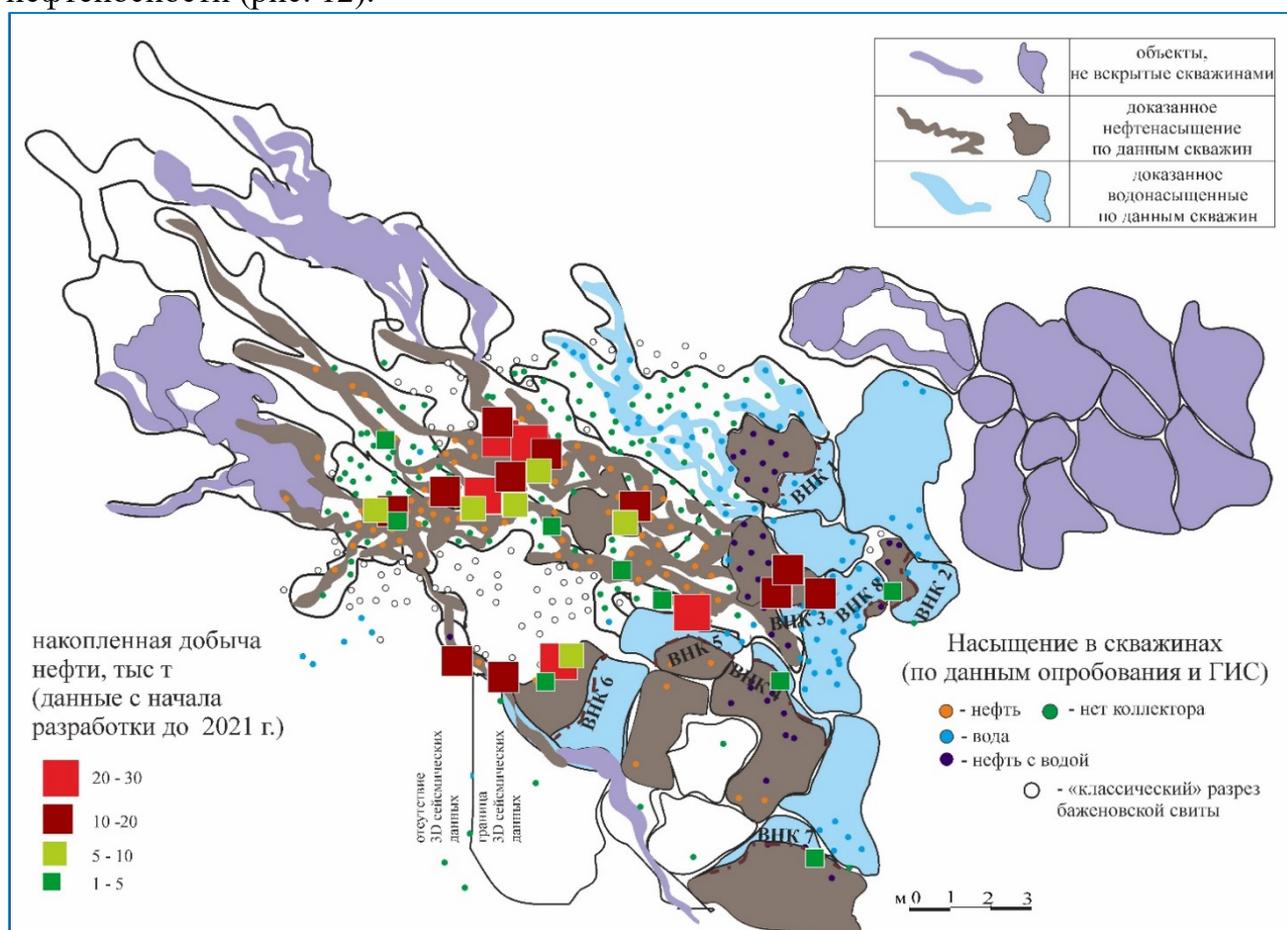


Рис. 12. Схема нефтеносности, построенная на основании концептуальной сейсмогеологической модели зоны АР, показана накопленная добыча (Гатина Н.Н. и др., 2023)

Большинство скважин, работающих на песчано-алевритовый пласт Ю0 аномальных разрезов, характеризуются низкими дебитами, обычно не превышающими 5 т/сут, в отдельных случаях – немногим более 10 т/сут.

Типичная эксплуатационная скважина, пробуренная в проксимальную часть зоны, имеет запускные дебиты нефти 5-10 т/сут, но при этом достаточно быстро

происходит падение дебита почти до нуля за первые два года эксплуатации (рис. 13). При проведении ГРП возможно резкое увеличение дебита до исходных значений, но затем вновь следует падение.

Скважины, расположенные в пределах дистальной части зоны, напротив, показывают традиционно более стабильную работу в течение нескольких лет и по итогу большую накопленную добычу. Такая стабильность обусловлена, по-видимому, улучшенной связанностью коллектора внутри единого простирающегося внедренного тела обломочного потока.

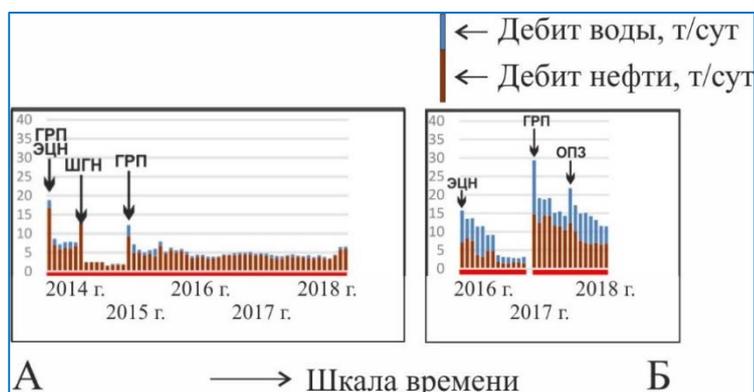


Рис. 13. Типичные графики работы эксплуатационных скважин: А – дистальная часть зоны АР, Б – проксимальная часть. По вертикали отложены значения дебитов (т/сут) в среднем за месяц, по горизонтали – время работы скважины. Масштабы для графиков единые

ГЛАВА 5. Применимость модели для других зон

5.1. Поиск аналогов в других бассейнах седиментации

Обзор зарубежных публикаций по существующим песчаным внедрениям (sand injections) в преимущественно глинистые, богатые органикой глубоководные породы показал наличие возможных аналогов АР в разных бассейнах седиментации.

Наиболее близок к зонам АР Западной Сибири пример обнажений Rosans на юго-востоке Франции, где песчаные внедрившиеся породы, выведенные на поверхность, выглядят как останец, вокруг которого размыты глинистые породы (рис. 14), использована интерпретация внедрений O. Parize, R. Vandromme.

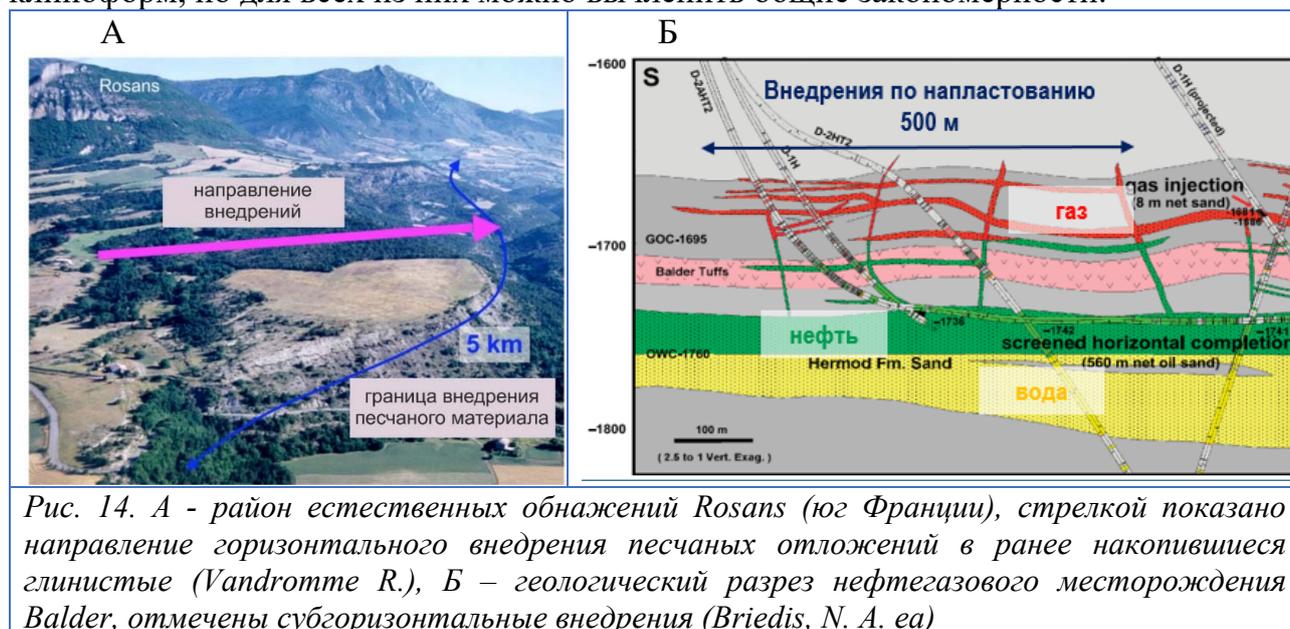
Интервалы песчаных тел внедрений, субвертикальных и субгоризонтальных (по напластованию), доказано нефтегазоносны на ряде месторождений и рассмотрены на примере месторождения Balder (рис. 14), Penguin (шельф Великобритании), Rapoche Hills (Калифорния, США). Соответственно, субгоризонтальные внедрения в расслаивающиеся по напластованию глинистые породы на расстояние в первые километры имеют возможные аналоги и не уникальны.

Таким образом, при открытии названные «аномальными», разрезы имеют возможные аналоги в других бассейнах седиментации. Детальное сравнение с аналогами может привести дополнительную информацию при проектировании ГРП в Западной Сибири, но как минимум уже стало понятно, что гипотеза внедрений, кажущаяся многим специалистам спорной, получает новое развитие.

5.2. Апробация концептуальной модели для зон АР Широкого Приобья

Описанная в предыдущих разделах сейсмогеологическая модель построена на месторождении, характеризующимся наиболее высокой степенью изученности скважинными и сейсмическими данными. После этого проведена апробация модели на других зонах АР (всего 18 зон). Некоторые из этих зон характеризуются достаточно высокой изученностью (Имилорская, С-Конитлорская, Кечимовская). Другие – меньшей изученностью (прежде всего – меньшим числом скважин): Выинтойская (рис. 17), Усть-Котухтинская, Повховская и др. Единственной скважиной вскрыты Спорышевская (рис. 15), Западно-Котухтинская, Холмогорская зоны. Не вскрыты скважинами, но подсечены сейсмическими данными Пограничная, Северо-

Винтовойская зона. Зоны сформированы во время накопления различных региональных клиноформ, но для всех из них можно вычлнить общие закономерности.



Зоны AP в виде совокупности возникших под воздействием процессов гравитационного массопереноса изометричных тел в проксимальной части и вытянутых тел в дистальной части рассмотрены в подножье различных клиноформ, что позволяет говорить о единстве процессов, ответственных за образование тел внедрения в Широтном Приобье. При этом нужно отметить, что область распространения зон AP Широтного Приобья согласно районированию баженовского горизонта по Брадучану и др., 1986 г. расположена почти полностью в пределах салымского типа разреза высоко битуминозной области развития баженовской свиты.

При анализе зон AP Широтного Приобья для целей выделения нефтегазоперспективных объектов, оценки их ресурсного потенциала и планирования геологоразведочных работ сформулирован комплекс критериев, который позволяет выделять проксимальную и дистальную части этих зон, чтобы в дальнейшем уже внутри зон на основе интерпретации сейсмических данных и материалов ГИС корректно определять и геометризовать песчаные тела, являющиеся коллекторами для УВ.

Для проксимальных частей зон AP характерным является следующий набор критериев. Критерии по керну: неясно, косослоистые, очень часто деформированные, с различными следами оползаний, взмучивания осадка, реже – массивные текстуры, деформации затрагивают всю толщу баженовских пород, деформированы оказываются также перекрывающие ачимовские отложения. По ГИС – резко меняющийся разрез даже в ближайших скважинах, частое переслаивание более и менее радиоактивных пород – сильно расчлененные кривые ГК и сопротивления. По сейсмическим данным – полупрозрачный, хаотичный, прерывистый, на отдельных участках низкоамплитудный характер сейсмической записи, резкое увеличение временной мощности, изометричные оползневые тела характеризуются волнообразным, округлым рисунком на картах атрибутов.

Для дистальных частей зон AP характерны другие особенности. В керне характерны песчано-алевритовые отложения с массивной текстурой, деформации затрагивают низы баженовской свиты, иногда – георгиевскую свиту, перекрывающие

ачимовские отложения не деформированы. По ГИС достаточно выдержанный разрез между соседними скважинами, верхняя часть баженовской толщи не сильно расчленена. По сейсмическим данным – плавное изменение временной мощности на временных разрезах, внешняя схожесть с ОГ Б «классического» строения баженовской свиты по временным разрезам, но на картах атрибутов вытянутые «руслоподобные» аномалии, формирующие связанную сеть. Плюс в дистальной части зоны АР отмечается наличие локальных изометричных образований – изменений мощности с четкими вертикальными границами – перемещенных пластин, ограниченных сетью «руслоподобных» аномалий. В разных зонах АР в пределах проксимальной части может меняться количество оползневых тел и их размер, в пределах дистальной части сеть руслоподобных тел, образованная обломочными потоками, может менять свою конфигурацию, длину, мощность – в зависимости, по-видимому, от локальных факторов: особенностей палеорельефа, возможной тектонической активности, количества и состава поступающих осадков и других факторов, определяющих локальные особенности клиноформы, но при общем сходстве процессов, определяющих возникновение тел внедрения в Широном Приобье.

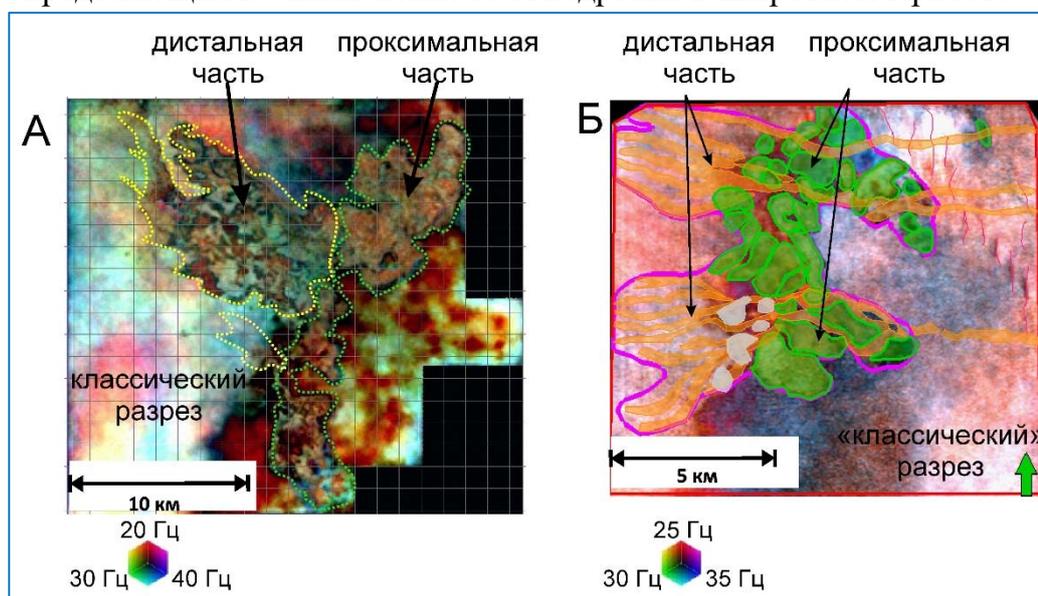


Рис 15. А-отображение Выинтовой и Б-Спорышевской зон АР на карте результата спектральной декомпозиции, положение зон приведено на рис. 1

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS, RSCI, а также в изданиях, рекомендованных для защит в диссертационном совете МГУ, по специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (геолого-минералогические науки):

1. **Гатина Н.Н.**, Сариева М.Ф., Мухутдинова О.С., Попков А.Ю., Гаврилов С.С. Ключевые моменты интерпретации сейсмических данных внутри зон аномального разреза баженовской свиты на примерах Поточной, Спорышевской, Выинтовой и Ватинской зон. // Russian Journal of Earth Sciences. – 2023. – № 2. – С. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.2205/2023ES000851> (Авторский вклад 65%). Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 1,062.
2. **Гатина Н.Н.**, Гарифуллин И.И. Опыт построения детальной схемы нефтеносности зоны аномального разреза баженовско-ачимовских отложений на основе сеймогеологической модели // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2023. – Т. 18, № 1. С. 1–17. – DOI 10.17353/2070-5379/12_2023. (Авторский вклад 80%). Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 0,587.
3. Гарифуллин И.И., **Гатина Н.Н.**, Гаврилов С.С., Лобусев М.А. К вопросу миграции углеводородов из "аномальных разрезов" баженовской свиты в ачимовские отложения (на

примере Когалымско-Лангепасско-Покачевского региона в Широком Приобье ХМАО) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2021. – 8(356). – С. 5-10. DOI: 10.33285/2413-5011-2021-8(356)-5-10. (Авторский вклад 48%). Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 0,402.

4. Гришкевич В.Ф., **Гатина Н.Н.**, Сидоренко А.О., Карпова Е.В. Опыт петрографического анализа механизма формирования аномального разреза баженовской свиты на Импурской площади Западной Сибири. Литосфера. – 2019. – 19 (2). – С. 209-227. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-2-209-227. (Авторский вклад 45%). Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 0,685.

5. Гришкевич В.Ф., **Гатина Н.Н.**, Долматова С.С., Лагутина С.В., Лаптей А.Г., Межецкий В.В., Панина Е.В. О следах раскола островов протобаженита на седиментационном палеосклоне. Литосфера. – 2017. 4. – С. 48-61. – DOI 10.24930/1681-9004-2017-4-048-061. (Авторский вклад 20%). Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 0,685.

6. **Гатина Н.Н.**, Гаврилов С.С., Горбунова А.О., Ким О.О., Тихомиров Е.В. Опыт применения сейсмоседиментологических исследований для картирования неантиклинальных ловушек на примере территории юго-восточного склона Среднемессояхского вала // Геология нефти и газа. – 2015. – №3. – С. 14–21. (Авторский вклад 80%). Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 0,611.

Другие публикации:

7. **Гатина Н.Н.** Комплексование сейсмических и скважинных данных в объемной модели внутреннего устройства аномальной зоны контакта баженовско-ачимовских пород для понимания последовательности накопления всего комплекса // Материалы конференции «ГеоКалининград-2021». Калининград. – 2021. – С.120–124.

8. Смирнова М.Е., Панченко И.В., **Гатина Н.Н.** Предпосылки формирования аномальной сейсмической картины ОГ Б при классическом строении баженовской свиты на восточном обрамлении Сургутского свода // Совместный семинар EAGE/SPE 2021. Наука о сланцах: Новые вызовы. Москва, Россия, 5-6 апреля 2021 г. Conference Proceedings, EAGE/SPE Workshop on Shale Science 2021. – 2021. – Volume 2021. – С.1–5.

9. **Гатина Н.Н.**, Чуб А.О., Голованова М.П. Спектральная декомпозиция для построения модели внутреннего устройства области развития аномальных разрезов ачимовско-баженовского комплекса // Материалы XXIII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – Ханты-Мансийск, ООО Издательский дом «ИздатНаукаСервис». – 2020. – С.59–64.

10. Панченко И.В., **Гатина Н.Н.**, Вишневская В.С., Рогов М.А., Шурекова О.В., Федяевский А.Г., Разумкова Е.С. О постседиментационной природе аномальных разрезов баженовской и георгиевской свит (Западная Сибирь) по результатам литологии, биоостратиграфии и корреляции новых керновых данных // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы Десятого Всероссийского совещания, г. Магадан, 20–25 сент. 2020 г. / под ред. Е.Ю. Барабошкина, А.Ю. Гужикова. Магадан: ОАО «МАОБТИ», 2020. – С.201-205.

11. Гришкевич В.Ф., Касаткин В.Е., Лагутина С.В., **Гатина Н.Н.**, Панина Е.В., Долматова С.С., Лаптей А.Г., Шайхутдинова Г.Х. Опыт комплексного изучения аномальных разрезов баженовской свиты Западной Сибири. Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра. Материалы 12 Уральского литологического совещания. Издательство: Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого (Екатеринбург). – 2018. – С.89-92.

12. Горбунова А.О., Гаврилов С.С., Низяева И.С., **Гатина Н.Н.** Фациальное строение отложений васюганской свиты в пределах сочленения структур Сургутского свода и Северо-Вартовской мегатеррасы // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2016. – № 1. – С. 56-62. Импакт-фактор по РИНЦ, 2021: 0,411.