

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель:
доктор геолого-минералогических наук, доцент
Владимир Ильич Пороскун

Научный консультант:
кандидат геолого-минералогических наук
Сергей Сергеевич Гаврилов

Москва, 2023 г.

Содержание

Содержание.....	2
Введение	4
ГЛАВА 1. Краткий геологический очерк.....	11
1.1. Литолого-стратиграфическая характеристика разреза.....	11
1.2. Тектоника	19
1.3. Нефтеносность	24
Выводы по главе 1	26
ГЛАВА 2. История и современное состояние вопроса изучения аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений. Краткая история формирования гипотез образования зон АР	27
Выводы по главе 2.....	35
ГЛАВА 3. Результаты детального изучения строения зон аномального разреза баженовско- ачимовской толщи.....	36
3.1. Выделение зон АР по сейсмическим данным	36
3.2. Характеристика отложений зон АР по керну	41
3.3. Определение возраста отложений на основе биостратиграфических исследований.....	61
3.4 Детализация строения зоны АР на примере Поточной площади	68
<i>Детализация строения Поточной зоны АР по сейсмическим данным.....</i>	<i>68</i>
<i>Характеристика проксимальной части Поточной зоны АР по ГИС и керну.....</i>	<i>82</i>
<i>Характеристика дистальной части Поточной зоны АР по ГИС и керну</i>	<i>86</i>
3.5. Концепция формирования аномальной зоны	89
Выводы по главе 3	95
Глава 4. Строение резервуаров УВ в зонах АР	97
4.1 Признаки наличия нефтематеринских пород в зонах АР	97
4.2 Общие статистические закономерности параметров открытых залежей УВ в АР Широтного Приобья.....	105
4.3 Обоснование схемы нефтеносности Поточной зоны АР на основании построенной концептуальной модели	108
Выводы по главе 4.....	115
ГЛАВА 5. Применимость модели для других зон	116
5.1. Поиск аналогов в других бассейнах седиментации	116
5.2. Аprobация концептуальной модели для зон АР Широтного Приобья	135
Выводы по главе 5	150
Заключение	152
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	153
<i>Опубликованная.....</i>	<i>153</i>

<i>Литература на иностранных языках</i>	163
<i>Фондовая</i>	165

Введение

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.

Актуальность работы.

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.

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.

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.

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 ограниченными 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 (Рисунок 1), составила более 50000 км², из них более 10000 км² 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 АР 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 АР.

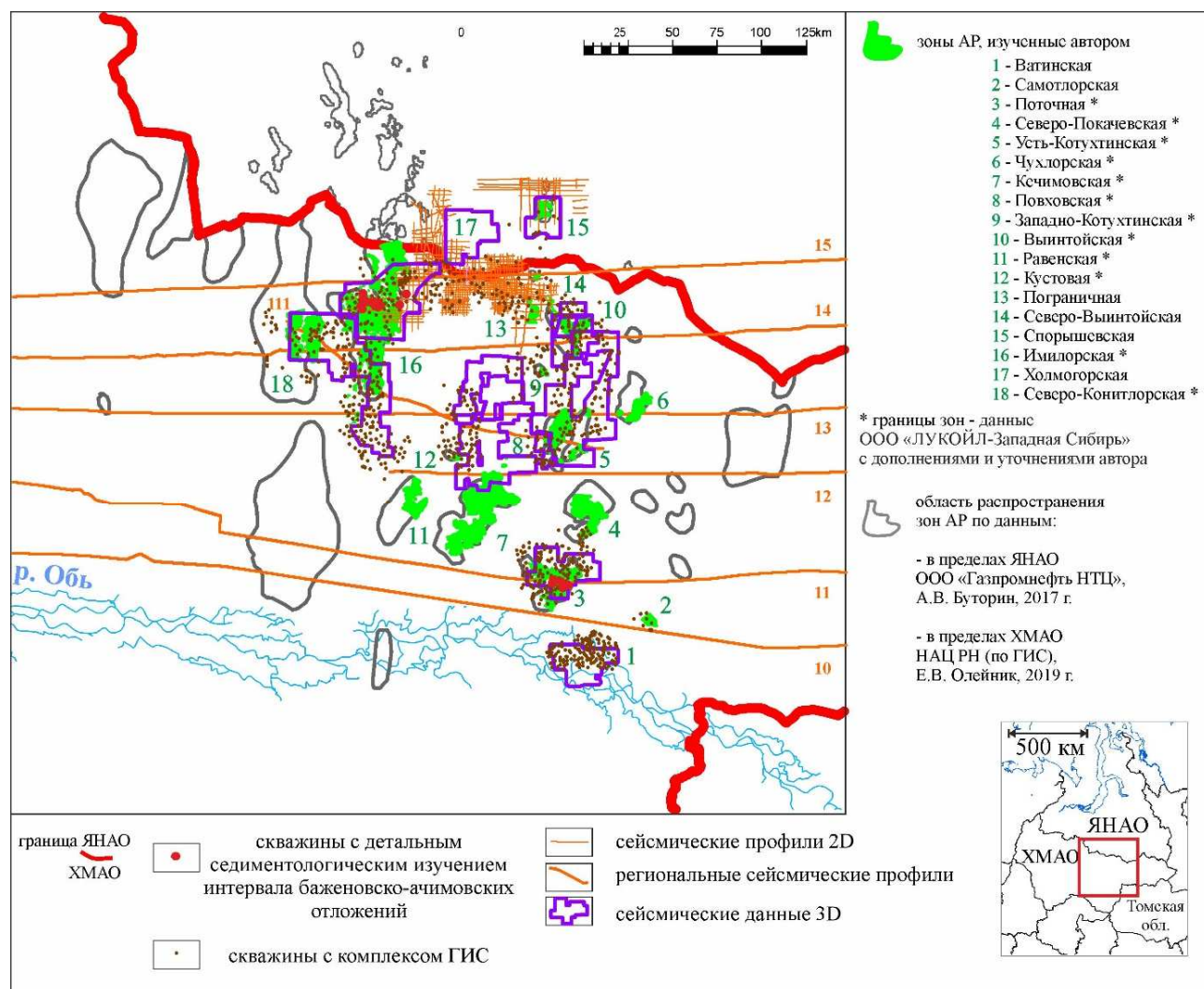


Рисунок 1. Схема фактического материала

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Настоящая диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (геолого-минералогические науки). В работе построена концептуальная геологическая модель строения Поточного месторождения, обоснованы закономерности изменения песчано-алевритоглинистых тел внедрения, содержащих залежи УВ, предложены алгоритмы поиска ловушек в зонах АР на территории Широкого Приобья, что соответствует следующим направлениям исследований указанной специальности: 1) происхождение и условия образования месторождений нефти и газа, а также 2) прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений.

Личный вклад автора.

В основу диссертационной работы положены результаты работ, накопленные в процессе научной и производственной деятельности диссертанта в ЗАО «МиМГО» и ФГБУ «ВНИГНИ» с 2009 по 2022 г. 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. 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.

В основу стратиграфического расчленения разреза положены «Региональные стратиграфические схемы мезо-кайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины», утвержденные постановлением Межведомственного стратиграфического комитета СССР от 30.01.1991 г. Разрез мезозойских отложений уточнен и дополнен по результатам 6-го Межведомственного стратиграфического совещания (Новосибирск, 2003 г.), утвержденного МСК РФ в 2004 году [131].

Рассматриваемые в работе зоны расположены в Среднеобской нефтегазоносной области (НГО): в Ноябрьском, Сургутском и Вартовском нефтегазоносных районах (НГР), поэтому стратиграфия отложений рассмотрена для этих районов, они близки по своим закономерностям осадконакопления, отличаются лишь отдельными особенностями стратиграфического расчленения разреза и индексацией пластов. Наиболее подробно описан юрский и меловой интервал.

Доюрский комплекс.

Доюрские отложения в Западной Сибири слагают складчатый палеозойский фундамент, а также составляющую переходный комплекс вулканогенно-осадочную толщу туринской серии нижнего триаса. В целом по Западной Сибири на границе доюрского и мезозойско-кайнозойского комплекса, как правило, прослеживается кора выветривания, представленная трещиноватыми породами измененными процессами выветривания [19, 39, 81 и др.].

Отложения доюрского комплекса вскрыты лишь в отдельных скважинах изученных площадей Широного Приобья. Наиболее часто встречаемыми являются породы основного состава: базальты, их туфы, базальтовые лавокластиты, которые различаются по характеру и степени вторичных изменений. «Базальты тёмно-зелёные, миндалекаменные. Периодически породы хлоритизированы, карбонатизированы, эпидотизированы – гидротермально изменены. Эффузивные породы основного состава перемежаются в разрезе с эффузивами кислого и среднекислого состава.

Вулканические породы кислого состава – риолиты, дациты, кварцевые порфиры, риолитовые порфиры, фельзиты и другие пространственно связаны с областями развития

платобазальтов, обычно залегают в виде поверхностных экструзивных и эффузивных тел» [19, 39, 81 и др.].

Вулканогенно-осадочный палеозойско-триасовый переходный комплекс

В крупных грабенах отмечается переходный комплекс, который представлен «различным соотношением трех формаций: нижней – базальтовой, средней – базальт-терригенной, и верхней – терригенной» [19, 39, 81 и др.].

Кровле доюрских отложений соответствует отражающий горизонт «А».

На размытой поверхности доюрского основания с угловым несогласием залегают мощная толща мезозойско-кайнозойского осадочного чехла, представленная континентальными, морскими и прибрежно-морскими отложениями юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возраста.

Мезозойская группа (Mz)

Юрская система (J)

В раннеюрское время осадконакопление было преимущественно континентальным и началось в наиболее погруженных участках рельефа денудационно-аккумулятивной равнины. В среднеюрское время преобладание континентального осадконакопления продолжилось, исследуемые районы характеризовались обстановками низменных аккумулятивных и прибрежных равнин. В батское время произошло некоторое углубление бассейна седиментации, обстановки частично сменились на прибрежно-морские.

Согласно структурно-фациальному районированию нижней и средней (без келловоя) юры Западной Сибири Широтное Приобье в целом, и в частности область распространения зон AP, расположены во Фроловском, Варьеганском районах Обь-Тазовской фациальной области и частично – в Уват-Мегионском районе Обь-Иртышской фациальной области [131].

Отложения юрской системы представлены нижним (зимний, левинский, шарাপовский, китербютский, надояхский горизонты), средним (лайдинский, вымский, леонтьевский, малышевский, ниже-васюганский горизонты) и верхним (верхне-васюганский, георгиевский и баженовский горизонты) отделами.

Фокус работ нацелен на границу юрских и меловых пород, поэтому этот интервал будет описан более детально.

Согласно схеме структурно-фациального районирования келловоя и верхней юры Западной Сибири [131] Широтное Приобье и область развития зон AP находится на границе Фроловско-Тамбейского и Пурпейско-Васюганского фациальных районов.

Келловей-верхнеюрские отложения залегают согласно на породах средней юры и подразделяются на васюганский, георгиевский, а также захватывают низы баженовского горизонта, накопление отложений в этом время было преимущественно морское.

Во Фроловско-Тамбейском районе васюганский и георгиевский горизонты занимает абалакская свита, тогда как в Пурпейско-Васюганском районе выделяются васюганская свита и георгиевская свиты.

Васюганская свита по литологическому составу подразделяется на две подсвиты: нижнюю глинистую и верхнюю преимущественно песчанистую.

Нижняя подсвита сложена морскими глинами и аргиллитами темно-серыми, плотными, преимущественно тонкоотмученными, с редкими прослоями алевролитов и песчаников.

В основании свиты на ряде площадей отмечается Пахомовская песчаная пачка, индексируемая как Ю₂⁰, представленная песчаниками и алевролитами буроватыми, слабосцементированными, иногда глауконитовыми, с сидеритовыми оолитами и прослоями глин, пачка имеет мощность 1-6 м.

Верхняя подсвита характеризуется преобладанием морских и мелководно-морских песчаных пород, представлена песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов. В верхней подсвите выделяется продуктивный горизонт Ю₁, который часто представлен несколькими пластами: Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³, разделенными глинистыми или углисто-глинистыми перемычками. Мощность верхней подсвиты составляет от 40 м до 60 м.

Георгиевская свита представлена глинами аргиллитоподобными темно-серыми до черных или зеленовато-черными с неравномерным распределением глауконита, в верхах отмечаются слабо битуминозные разности. В разрезе свиты отмечается большое количество остатков фауны аммонитов, белемнитов, двустворок, фораминифер. Мощность свиты составляет от 1 м до 10 м. В основании георгиевской глины на ряде площадей встречается песчаная **барабинская пачка** мощностью до 10 м, представленная песчаниками серыми и зеленовато-серыми, часто глауконитовыми.

Выше залегают отложения баженовской свиты (верхняя юра – нижний мел), накопившиеся в период обширной морской трансгрессии, представлены черносланцевыми карбонато-глинисто-кремнистыми отложениями средней мощности 20–40 м. Отложения баженовской свиты обогащены фаунистическими остатками аммонитов, белемнитов, двустворок, фораминифер: *Dorsoplanites* spp., *Simobelus* (*Simobelus*) sp., *Lagonibelus* (*Lagonibelus*) sp., *Vuchia* spp., *Ammodiscus veteranus* и др.

Именно граница юрских и меловых отложений находится в фокусе внимания автора данной работы, тогда как именно внутри типично баженовских отложений в ряде разрезов оказывается песчано-алевритовый пласт, ставший предметом изучения этой работы – такие

разрезы получили название аномальных разрезов баженовской свиты – АРБ или АР, как принято в этой работе.

Площадь распространения баженовской свиты на территории Западной Сибири «превышает 1 млн. км², при этом 1 % занимают аномальные разрезы баженовской свиты» [44]. На лицензионных участках ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», изучение которых в большей степени стало основой настоящей работы, в Среднеобской нефтегазоносной области «АР присутствуют на 22% от общей площади месторождений», по расчетам Лаптей А.Г. и Долматовой С.С.

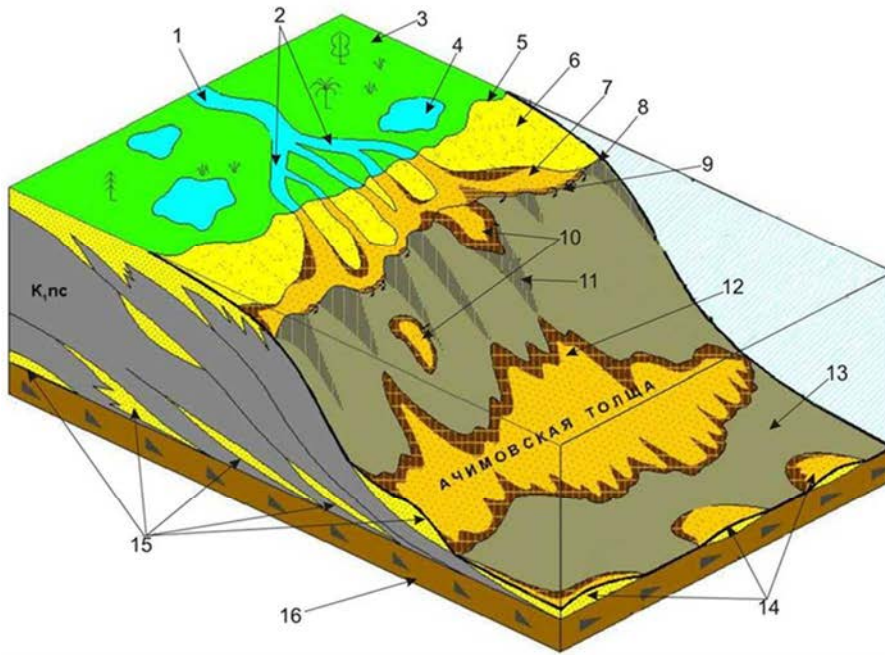
С кровлей баженовской свиты связан сейсмический отражающий горизонт ОГ Б.

Меловая система (К)

Отложения меловой системы со стратиграфическим несогласием перекрывают породы юрской системы и представлены нижним и верхним отделами: куломзинским, тарским, аганским, усть-балыкским, черкашинским, алымским, викуловским, хантымансийским, уватским, кузнецовским, ипатовским, славгородским и ганькинским горизонтами.

Обширная трансгрессия привела к развитию на территории Западно-Сибирской плиты глубоководного некомпенсированного морского бассейна, окруженного с востока Енисейским кряжем и Сибирской платформой, с юга и юго-востока – Алтае-Саянской областью, с запада – Уралом. «Главными источниками сноса осадочного материала были Восточно-Сибирская платформа и Алтае-Саянская складчатая область» [60, 99 и др.] Урал представлял собой небольшие разрозненные острова и поэтому не играл большой роли, как поставщик осадочного материала.

Региональная схема берриас-аптских отложений Западной Сибири [131] отражает максимальное разнообразие в обстановках в данное время в разных точках Западной Сибири – это время развития некомпенсированного осадконакопления, время развития клиноформного комплекса Западной Сибири. Впадина заполнялась осадками не симметрично, «ее центр был смещен к западу, от берриаса к готериву происходило постепенное увеличение глубин морского бассейна» [60, 99 и др.]. Клиноформное строение интервала на сегодняшний момент признается абсолютным большинством современных исследователей региона [58, 59, 60, 90, 98, 99, 103, 105, 109]. Наиболее известна принципиальная схема формирования ачимовских отложений Западной Сибири авторства А.А.Нежданова и др., 2000 г (Рисунок 2).



1 - река; 2 - дельта реки; 3 - суша; 4 - приморские озера; 5 - береговая линия; 6 - шельф; 7 - бары открытого моря; 8 - бровка шельфа; 9 - плоскостной смыв; 10 - оползни; 11 - каналы мутьевых потоков; 12 - песчано-алевритовые конусы выноса мутьевых потоков (турбидиты); 13 - дистальные гемипелагические илы; 14 - песчаные волны (рифели); 15 - ачимовская толща; 16 - глубоководные глинисто-битуминозные отложения (баженовская свита)

Рисунок 2. Принципиальная схема формирования ачимовских отложений Западной Сибири, А.А.Нежданов и др., 2000 г [103]

Рассматриваемый район Широкого Приобья попадает в три фациальных района – это Приобско-Надымский, Сургутский и Нижневартовский, согласно региональным схемам [131].

Куломзинский, тарский, аганский горизонты в центральной части Широкого Приобья представлены сортымской свитой ($K_{1b2}-K_{1v2}$) мощностью до 500 м, которая залегает со стратиграфическим несогласием на породах баженовской свиты и сложена морскими отложениями. Начинается разрез свиты с наиболее глубоководных отложений, представленной подачимовской толщей переслаивания глин слабобитуминозных и небитуминозных, темно-серыми. Выше залегает ачимовская толща глубоководно-морских отложений, представленная переслаиванием песчано-алевролитовых, алевролитоглинистых и глинистых пород. Выше по разрезу залегают склоновые отложения, сложенные глинами темно-серыми аргиллитоподобными, часто линзовидно- и горизонтально-слоистыми, с оползневыми текстурами иногда. Верхние шельфовые отложения представляют собой преимущественно песчаную толщу, с прослоями аргиллитоподобных уплотненных глин. Перекрывает разрез свиты реперная чеускинская пачка глин. В интервале сортымской свиты выделяется множество ачимовских пластов различной номенклатуры (просто Ач_{1/2/3/...}, либо же двойные названия АчБС, АчБВ_{8/10/12/...} и др.). Не существует единой общепринятой номенклатуры ачимовских пластов, но в данном районе номенклатура тяготеет часто к группе названий БС, однако встречаются и названия группы БВ.

В восточной части Широного Приобья интервал куломзинского, тарского, аганского горизонтов представлен мегионской свитой и частью ванденской свиты. Мегионская свита мощностью до 500 м включает в себя подачимовскую глинистую толщу переслаивания небитуминозных и битуминозных глин, выше залегают пласты песчаников, перемежающиеся с глинистыми реперными пачками, имеющими собственные названия: приозерная, тагринская, самотлорская глинистые пачки. В нижней подсвите ванденской свиты разрез аналогично продолжается – чередуются пласты песчаников и реперные пачки снизу-вверх: самотлорская, урьевская, савуйская.

В западной части Широного Приобья аналогичный рассматриваемому временной интервал занимает ахская свита, которая начинается толщей переслаивания небитуминозных и битуминозных глин, которые выше переходят в преимущественно глинистый разрез с отдельными песчано-алевритовыми пластами, менее выраженными, чем в соседних районах.

Усть-балыкский горизонтв центральной части Широного Приобья представлен одноименной свитой ($K_{1v2}-K_{1h1}$) согласно залегает на породах сортымской свиты и по литолого-фациальным характеристикам подразделяется на верхнюю и нижнюю подсвиты. Свита отвечает комплексу преимущественно морских, а также мелководно-морских отложений. Нижняя подсвита сложена песчаниками серыми с прослоями уплотненных глин, которые перекрываются сармановской пачкой темно-серых глин. Верхняя подсвита представлена песчаниками серыми с подчиненными прослоями серых глин, перекрытыми реперной пимской пачкой глин.

Усть-балыкский горизонт в восточной части Широного Приобья представлен нижней частью верхней подсвиты ванденской свиты, включающей в себя переслаивание невыдержанных по мощности и составу песчаных и глинистых пачек, где выделяются пласты группы БВ. Песчаники и алевриты серо-зеленые, неравномерно чередующиеся с зелеными и зеленовато-серыми прослоями комковатых глин. В пределах усть-балыкского горизонта отмечается переход от морских обстановок к прибрежным, и даже встречаются растительные остатки, реже – корни растений, хотя в низах верхней подсвиты ванденской свиты также встречены находки фораминифер, пласты выше группы БВ имеют номенклатуру АВ.

В западной части Широного Приобья усть-балыкский горизонт представлен верхами ахской свиты песчано-глинистого состава, отмечается единичная реперная глинистая пачка – пимская, пласты группы БС.

Черкашинский горизонтв центральной части Широного Приобья представлен сангопайской свитой ($K_{1h1}-K_{1br}$), которая согласно залегает на отложениях усть-балыкской свиты и представлена аналогично предыдущей верхней и нижней подсвитами. Нижняя подсвита представлена песчаниками и алевритами серыми, чередующимися с косослоистыми

зеленовато-серыми глинами. Перекрывает разрез подсветы реперная быстринская пачка глин. Верхняя подсвета сложена песчаниками и алевролитами серыми, зеленовато-серыми, чередующимися с зеленовато-серыми и серыми глинами. В данном интервале разрез постепенно переходит от морских и мелководно-морских обстановок к прибрежно-морским.

Черкашинский горизонт в восточной части Широкого Приобья представлен верхами ванденской свиты, где отмечены чередования глинистых и песчаных интервалов, скорее неравномерное. Глины зеленые, зеленовато-серые, характерен обугленный растительный детрит, корни растений. В данном интервале картируются пласты группы АВ.

Черкашинский горизонт в центральной части Широкого Приобья представлен черкашинской свитой, охватывающем ряд песчаных пластов, содержащих залежи УВ, перекрытых глинистыми пачками, наиболее четко картируемые из них – приобская, быстринская. Песчаники преимущественно сероцветные, зеленовато-серые, чередуются с серыми, зеленовато-серыми глинами, наиболее тонко-отмученные и глубоководные из них имеют более темные темно-серые оттенки окраски.

Алымский горизонт во всем Широтном Приобье представлен одноименной алымской свитой (K_{1a1}), перекрывающей отложения сангопайской свиты, и нижней частью покурской свиты. Интервал алымской свиты разделяют на две подсветы: нижнюю песчано-глинистую и верхнюю глинистую. На востоке Широкого Приобья также нижняя часть горизонта представлена линзовидным переслаиванием глин, песков и алевролитов, которое часто называют «рябчик» из-за характерной пятнистой текстуры, обусловленной очень тонким, толщиной в миллиметры, волнисто-линзовидным чередованием глинистых и алевро-песчаных пород. УВ-содержащий пласт в «рябчике» носит индекс АВ₁.

Покурская свита ($K_{1a2}-K_{2c}$) согласно залегает на отложениях алымской свиты. Формирование свиты происходило в прибрежно-континентальных, лагунно-озерных и мелководно-морских условиях. Свита сложена чередованием крупных пачек серых и темно-серых глин, зеленовато-, буровато-серых алевролитов, песчаников, иногда известковистых с присутствием гальки и окатышами глин.

Палеогеновая система (Р)

Палеогеновая система представлена в районе исследований глинистыми, алевро-глинистыми морскими отложениями талицкой, тавдинской свит, чередующиеся с опоками люлинворской свиты и прибрежно-морскими песками атлымской свиты, перекрывается разрез отложениями континентального генезиса новомихайловской и туртасской свит.

Неогеновая система (N)

Неогеновая система залегает лишь фрагментарно на размытой поверхности отложений палеогеновых отложений, представлена серыми песчано-алевритистыми глинами, с прослоями песков.

Четвертичная система (Q)

Четвертичная система (Q) представлена континентальными, озерно-аллювиальными, ледниковыми образованиями: валунодержащими суглинками и глинами, с прослоями и линзами алевритов, песков, торфа.

1.2. Тектоника

Традиционно в разрезе отложений Западной Сибири принято выделять три структурных этажа: протерозойско-раннепермский («нижний этаж», фундамент), который является результатом длительного, многоступенчатого закрытия Уральского и Палео-Азиатского океанов. Пермско-триасовый («средний этаж») представляет собой переходный комплекс отложений, заполняющих наиболее погруженные участки существовавшего палеорельефа. Мезозойско-кайнозойский («верхний этаж») представляет собой структурный комплекс осадочного чехла, в пределах которого обособляются разнообразные структурно-морфологические элементы: валы, поднятия, моноклинали и т.д.

Изучением тектонического строения Западно-Сибирской платформы занимался ряд исследователей, в том числе В.С. Бочкарев, Л.Ш. Гиршгорн, Ф.Г. Гулари, О.Г. Жеро, А.Э. Конторович, В.А. Конторович, В.П. Маркевич, И.И. Нестеров, Н.Н. Ростовцев, М.Я. Рудкевич, В.С. Сурков, В.И. Шпильман, К.И. Микуленко, М.К. Рудкевич, В.С. Старосельцев, Д.Ф. Уманцев, Ф.З. Хафизов, В.С. Шеин и др.

Нижний структурный этаж (фундамент) сильно дислоцирован и характеризуется интенсивной складчатостью, сильной тектонической нарушенностью, сложен метаморфизованными ниже-среднепалеозойскими отложениями карельского, байкальского, салаирского, каледонского и герцинского возраста складчатости. «Байкальский фундамент развит в восточной, Приенисейской, части плиты и на севере Западной Сибири. Фундамент в блоках салаирского (Приалтаесаянский) и каледонского (Приказахстанский) возраста развит в южной части Западно-Сибирской плиты. Герцинский фундамент на западе плиты связан с восточным погружением Уральской складчатой системы. В центре плиты располагается Центрально-Западносибирская зона герцинид, включающая отдельные более древние блоки, в той или иной степени переработанные герцинской складчатостью» [39, 93, 109].

В пределах рассматриваемой области Широкого Приобья фундамент относится к каледонской (Уват-Ханты-Мансийская структурная зона) и герцинской (Сургутско-Пурпейская, Югано-Покурская, Нижне-Вартовская, Агапская структурные зоны) системам (Рисунок 3).

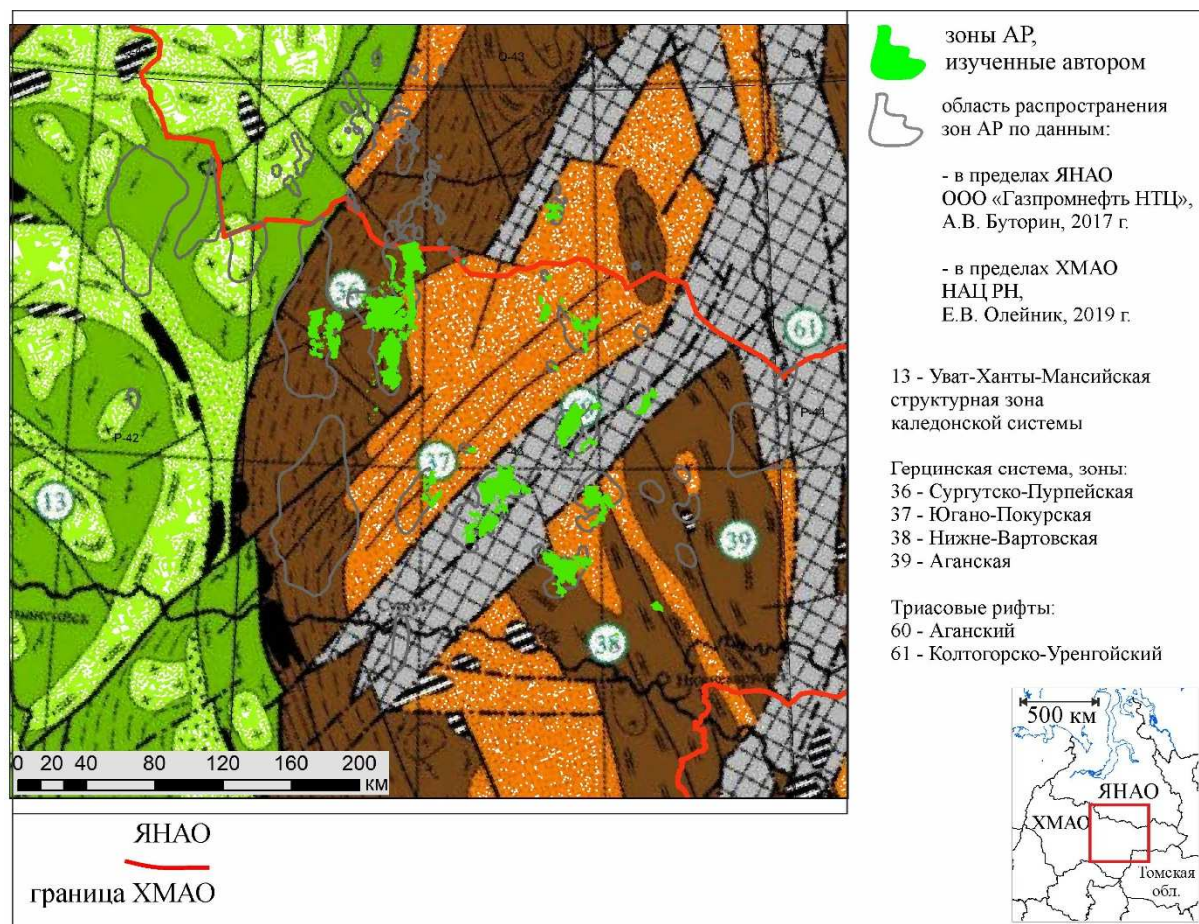


Рисунок 3. Расположение зон АР на фрагменте тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты под. Редакцией В.С. Суркова, 2000 г.

Средний структурный этаж (также используется в литературе термин «переходный комплекс») представлен базальтовой, базальт-терригенной и терригенной формациями и локализуется в крупных грабенах, осложняющих структуру фундамента, формировался в конце палеозоя–триасе – время, которое характеризовалось развитием внутриконтинентальных рифтов. Рифты формируют грабены с амплитудой прогиба от 1-2 км на юге и до 5 км на севере. Крупнейшая рифтовая структура - Колтогорско-Уренгойский рифт протягивается в меридиональном направлении почти на 1,8 тыс. км. Западнее его выделяются Худуттейский, Ямальский, Усть-Тымский, Парбигский и Аганский рифты, а на северо-востоке плиты - Худосейский. Они менее протяженные и более узкие. Грабены представляют собой триасовые структуры растяжения, наложенные на разновозрастные складчатые комплексы.

Только некоторые из зон АР (Поточная, Повховская, Кечимовская, Усть-Котухтинская, Северо-Покачевская, Чухлорская) залегают непосредственно над рифтами – в данном случае – над Аганским рифтом (Рисунок 3).

Верхний структурный этаж представляет собой платформенный чехол, сформировавшийся в мезо-кайнозойское время и перекрывающий с угловым несогласием

нижележащие отложения. Тектоническая дислоцированность отложений в данном интервале значительно ниже предыдущих.

В рамках верхнего структурного этажа выделяются три подъяруса, отвечающие основным этапам тектонического развития территории этого времени: юрский, ранний мел – туронский и коньяк-кайнозойский [81].

На протяжении юрского этапа территория Западной Сибири – достаточно контрастная по перепаду абсолютных отметок – постепенно заполнялась терригенными осадками, при этом происходили небольшие вертикальные тектонические движения, о чем свидетельствует наличие вертикальных разломов, картируемых сейсмическими и грави-магнитными данными, при этом на большей части территории разломы затухают в верхнеюрском интервале. Наиболее контрастные палеовыступы доюрского основания испытывали тенденцию к относительному воздыманию на протяжении всего юрского периода, палеопогруженные зоны одновременно с этим подвергались процессам унаследованного незначительного погружения, проявлялись черты картируемых структур, которые в целом характеризуются унаследованным характером, при этом с выполаживающимися амплитудами вверх по юрскому разрезу. Предположительно в начале байосского века начался процесс общего регионального погружения Западно-Сибирского бассейна. Юрский этап развития завершился региональной трансгрессией, при которой накопились отложения баженовской свиты.

В начале следующего этапа, в раннем мелу, началось прогибание центральных частей Западно-Сибирского бассейна, а в дальнейшем их некомпенсированное заполнение – началось формирование неокомских клиноформ, которые во многом определили характерную картину сейсмических разрезов Западной Сибири. При этом заполнение шло асимметрично – клиноформы западного падения гораздо масштабнее и выраженнее, чем клиноформы восточного падения, это также заметно и по положению оси палеобассейна, где встречаются встречные клиноформы – ось проходит западнее центральной в географическом плане части бассейна – в районе Фроловской впадины.

В начале поздний апт–туронского «подэтапа» произошла регрессия моря, это этап ознаменуется преимущественно континентальнымосадконакоплением. Завершает ранний мел – туронский этап развития региональная трансгрессия, в результате которой на территории Западной Сибири формируются глинистые отложения эпиконтинентального морского бассейна, относительно глубоководные.

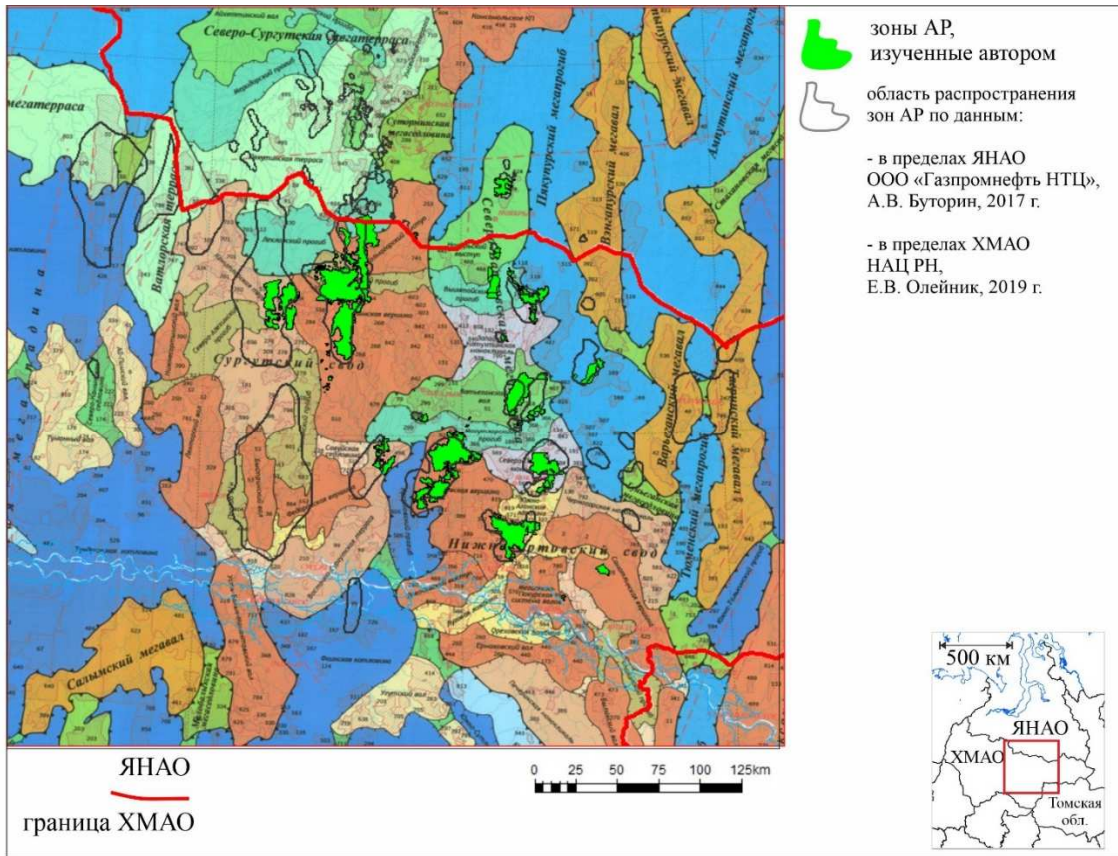
На коньяк-кайнозойском этапе возобновляются активные тектонические движения по направлениям погребенных триасовых рифтов, формируются структуры горизонтального сдвига, формируются узкие линейные депрессии северного направления и серии параллельных им поднятий.

Район развития аномальных разрезов (АР) в Широком Приобье согласно тектонической карте строения мезо-кайнозойского чехла Западно-Сибирской плиты под редакцией В.И. Шпильмана (1998 г, Рисунок 4) расположен в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов, Северо-Вартовской и Северо-Сургутской мегатеррас, Пякупурского мегапрогиба. Согласно региональным работам [114] также отмечены полигоны зон АР вне территории, изученной в данной работе – распространены на запад на Помутскую мегатеррасу, частично во Фроловскую впадину, на восток – на территорию Тагринского и Варьеганского мегавала, данные зоны не проверялись автором. Автором рассмотрены 18 зон АР.

На Нижневартовском своде расположены: (1) Ватинская зона - в пределах Мегионско-Покурской системы валов, (2) Самотлорская зона – в пределах Самотлорской вершины свода, (3) Поточная зона – в пределах Покачевской вершины и Южно-Аганской ложбины Нижневартовского свода, (4) Северо-Покачевская зона АР расположена в пределах Северо-Покачевской моноклинали, на юг простирается в пределы Южно-Аганской ложбины.

(7) Кечимовская зона АР расположена в пределах Покачевской вершины Нижневартовского свода, частично распространяясь на севере в пределы Могулторского прогиба и Ватьеганского вала Северо-Вартовской мегатеррасы.

На самой Северо-Вартовской мегатеррасе оконтурены следующие зоны: (5) Усть-Котухтинская – на Ватьеганском валу Северо-Вартовской мегатеррасы, частично распространяясь в Могулторский прогиб, также (11) Равенская зона АР расположена частично на Восточно-Сургутской мегатеррасе, частично на севере – в Могулторском прогибе, (8) Повховская зона АР и (12) Кустовая зона АР расположены на Ватьеганском валу Северо-Вартовской мегатеррасы, (9) Западно-Котухтинская – в пределах Западно-Котухтинской моноклинали, (14) Северо-Винтойская и (15) Спорышевская зоны АР расположены в пределах Ноябрьского выступа Северо-Вартовской мегатеррасы, (13) Пограничная зона АР расположена частично на Ноябрьском выступе Северо-Вартовской мегатеррасы, южным окончанием продолжается в пределы Винтойского прогиба.



Надпорядковые и I порядка структуры с элементами их внутреннего районирования:

		Первый иерархический уровень районирования (структуры надпорядковые и I-го порядка)					
		Своды, мезашаши	Мегатеррасы, террасы	Моноклинали	Мегаложбины, ложбины	Мегаседловины, седловины	Мегавпадины, мегапротубы
Второй иерархический уровень районирования (1-го порядка и надпорядков)	Нерайонированные						
	Валы, КП, вершины, выступы						
	Террасы						
	Моноклинали						
	Ложбины						
	Седловины						
	Впадины, прогибы, днища впадин, коловшины						

Условные обозначения:

- Граница Ханты-Мансийского автономного округа.
- 1. Западно-Сибирская геосинеклиза**
- Границы геоблоков.
- Важнейшие тектонические нарушения.
- 1.1 Тектоническое строение мезозойско-кайнозойского чехла**
- Границы тектонических элементов 1-го порядка.
- Границы внутреннего районирования тектонических элементов 1-го порядка.
- Открытые месторождения нефти, газа и газоконденсата.

Рисунок 4. Расположение зон АР на тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты под редакцией В.И. Шпильмана и др. 1998 г.

(10) Выинтойская зона АР интересна тем, что пересекает границы элементов I порядка, распространяясь с территории Пякупурского мегапрогиба на территорию Западно-Котухтинской моноклинали и Выинтойского прогиба Северо-Вартовской мегатеррасы.

(6) Чухлорская зона АР находится непосредственно в пределах Пякупурского мегапрогиба. (16) Имилорская зона – наиболее обширная из изученных, охватывает большую территорию от Когалымской вершины, переходит через Имилорский прогиб на Холмогорский выступ и далее на севере в Леклорский прогиб. По-видимому, далее зона распространяется без явных перемычек на север, уже вне пределов изученной автором территории, но по данным работ других исследователей [27] в пределах краевой части Пякутинской террасы и заканчивается только на Суторминской мегаседловине.

В пределах Сургутского свода расположены (17) Холмогорская зона – в пределах Холмогорского выступа, (18) протяженная Северо-Конитлорская зона АР по большей части расположена в пределах Конитлорской террасы, частично – в пределах Когалымской вершины Сургутского свода.

В качестве подведения итогов можно отметить, что крупные тектонические элементы не контролируют расположение зон АР – они приурочены как к положительным структурам I порядка, так и к отрицательным, зоны АР могут пересекать границы элементов I и II порядка.

1.3. Нефтеносность

В нефтегеологическом отношении рассматриваемые зоны АР расположены в Среднеобской нефтегазоносной области (НГО) (Рисунок 5). Десять из изученных зон (Ватинская, Самотлорская, Поточная, Северо-Покаческая, Усть-Котухтинская, Чухлорская, Кечимовская, Повховская, Западно-Котухтинская, Выинтойская) распространены в Вартовском нефтегазоносном районе (НГР). Три небольших по площади зоны – Равенская, Кустовая, Холмогорская – и самые сложно устроенные, масштабные по площади – Имилорская, Северо-Конитлорская – в Сургутском районе. Пограничная, Северо-Выинтойская, Спорышевская – в Ноябрьском нефтегазоносном районе соответственно.

Согласно данным разных исследователей [102, 114] отдельные зоны АР зафиксированы в пределах Приобского НГР Фроловской НГО, а также в пределах Варьеганского и Вынгапурского НГР Надым-Пурской НГО, однако автором эти зоны не изучались.

Среднеобская нефтегазоносная область характеризуется промышленной нефтеносностью доюрского основания, а также практически всего разреза юрских и меловых отложений, выделяются следующие продуктивные нефтегазоносные комплексы (НГК): доюрский, нижне-среднеюрский, верхнеюрские (абалакский и васюганский), баженовский, неокомские (ачимовский – «осложненный» и «шельфовый» – «неосложненный») [80 и др.].

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.

Практически для всех месторождений центральной части Западной Сибири характерно вовлечение в разработку сначала так называемых «шельфовых» пластов и верхнеюрских в связи с особенностями распространения и качества коллекторов – в этих комплексах часто площадное распространение коллектора, образованного преимущественно в баровых и дельтовых условиях осадконакопления, что соответственно выражается в повышенных значениях фильтрационно-емкостных свойств пластов. В дальнейшем общая стратегия разведки и разработки месторождений Широкого Приобья включает изучение и вовлечение по возможности доюрского, ниже-среднеюрского комплексов, а также баженовских и ачимовских отложений, однако для каждого из этих комплексов разрабатываются более сложные подходы интерпретации. Большинство месторождений Широкого Приобья многопластовые, разведочные скважины по тенденции бурятся как минимум со вскрытием среднеюрских отложений, следовательно, проходя почти все основные комплексы кроме доюрского, который разбуривается реже. В таком ключе как попутный объект разработки могут разведываться и разрабатываться зоны аномальных разрезов баженовско-ачимовского комплекса.

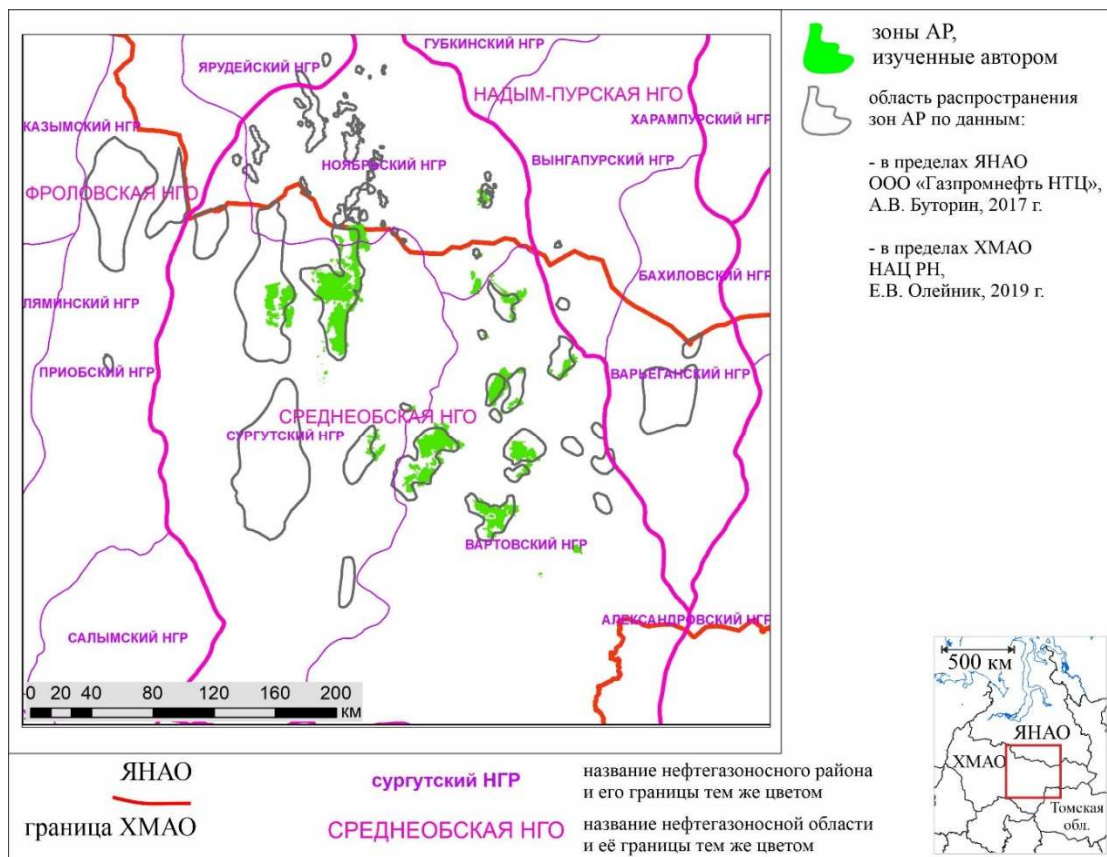


Рисунок 5. Расположение зон АР на схеме нефтегазогеологического районирования Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ОАО «СибНАЦ», «НАЦ РН им. В.И. Шпилемана» и др. 2010г.)

Выводы по главе 1

1. Изученные зоны АР в Широтном Приобье расположены в пределах Сургутского и Нижневартовского сводов, Северо-Вартовской и Северо-Сургутской мегатеррас, Пякупурского мегапрогиба в Среднеобской НГО. Следовательно, крупные тектонические элементы не контролируют расположение зон АР – они приурочены как к положительным структурам I порядка, так и к отрицательным, зоны АР могут пересекать границы элементов I и II порядка.

2. 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. Гурари в 1959г. [59, 60]. На наличие аномальности в выдержанной баженовской свите впервые обратили внимание К.И. Микуленко и Г.Б. Острый в 1968 г, работая на Ивановской и Кенгской площадях Томской области [94]. 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. Алексева, И.Ш. Усманов [142, 143, 144,145]), часть – за счет «субвертикальных зон деструкций» (1993 С.Р.Бембель, А. Задоев [10]), ряд специалистов считает задействованными процессы грязевого вулканизма (2006 Б.Г. Колокольцев, А.Н. Ларичев), часть – прорабатывают флюидодинамическую модель (2014 А.И. Тимурзиев). Сторонники первой теории (А.И. Петров, В.С. Шеин), например, полагают, что «аномальные по мощности разрезы баженовской свиты образуются при горизонтальных смещениях по надвигам и сдвигам, достигающим 300–500 м за счет скупивания во фронтальной и растрескивания в тыловой частях срывов» [125].

Г.С. Ясович [151] предположил вариант накопления такого типа отложений за счет течений, врезного типа (1988г Ф.Г. Гурари, 1981 Г.С. Ясович): «Турбидитовые и другие придонные течения, проникающие в Среднее Приобье вдоль отрицательных форм рельефа дна с севера и северо-востока, по пути своего движения местами прорезали русла в битуминозных глинах. Стенки русел, судя по современным геоморфологическим аналогам, были крутыми. Это приводило к обрушению, оползанию битуминозных глин и образованию нештунических даек. Поэтому нередко контакты алевроито-песчаных пород с битуминозными глинами неровные, резкие, видны текстуры течения и т. д.» [151].

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, и даже угленосных песчаников пласта Ю₂) на приподнятых горстообразных блоках» [72]. Таким образом, О.Г. Зарипов и В.П. Сонич предположили, что «могли существовать местные источники сноса в пределах самой акватории в виде островных выступов», когда изучали песчано-алевролитовые прослои в разрезе баженовской свиты Северо-Алехинского месторождения. К аналогичным выводам пришёл в своих исследованиях М.Ю. Зубков [76]. М.Ю. Зубков, Я.А. Пормейстер [76] по результатам работ на Кальчинском

месторождении предположили «существование в волжском палеоморе морских пульсационных течений, периодически проявляющихся в виде зернистых потоков, транспортирующих с областей размыва ранее накопившийся терригенный материал».

И.С. Гутман [61, 62, 63, 64, 65, 66] с коллегами развивают теорию о проявлении в баженовское время конседиментационных разломов, в области которых формировались АР в результате «последовательного погружения отдельных блоков (Рисунок 6) при волнообразных тектонических движениях» (2011, 2022 И.С. Гутман, 2013 Д.В. Вологодский, 2021 Е.А. Качкина).

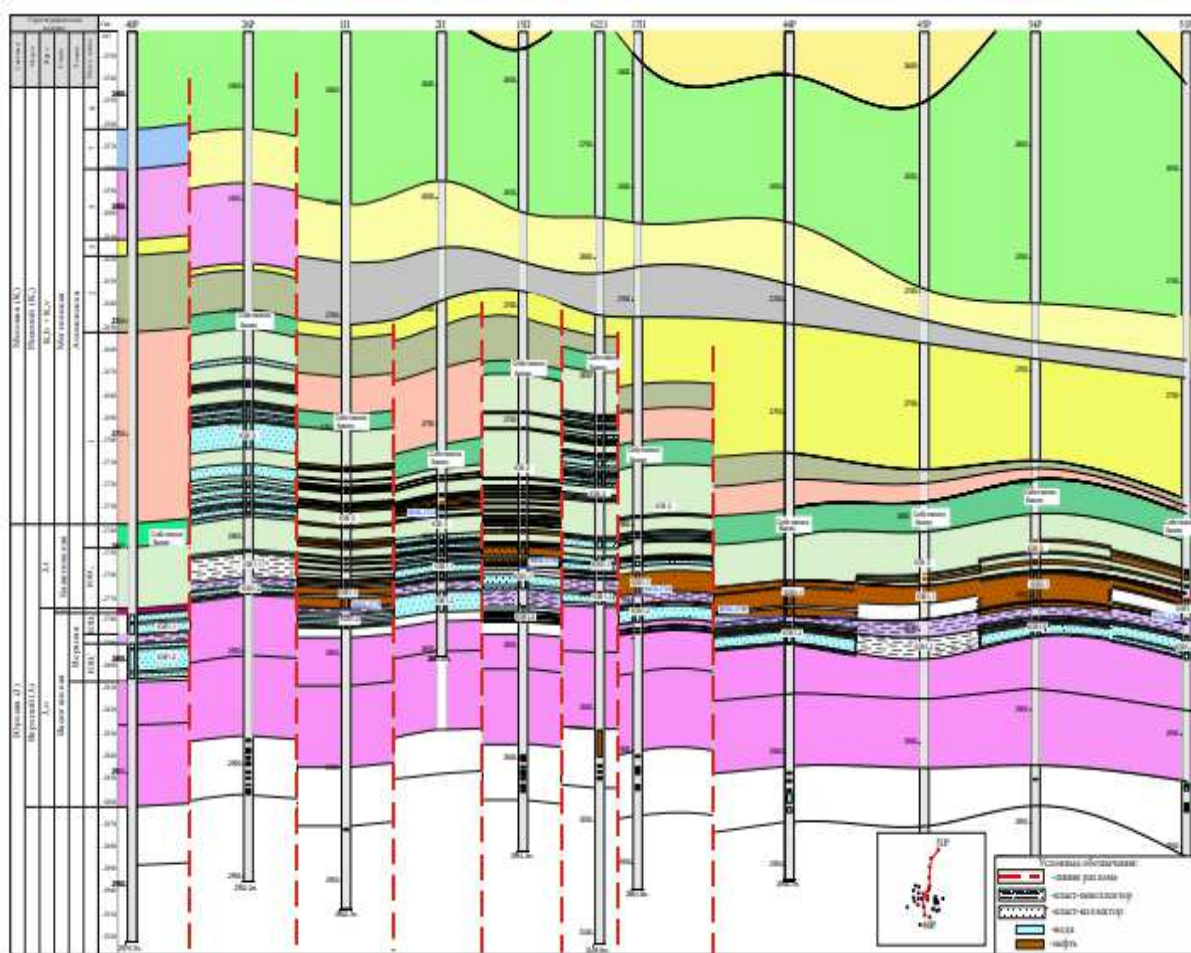
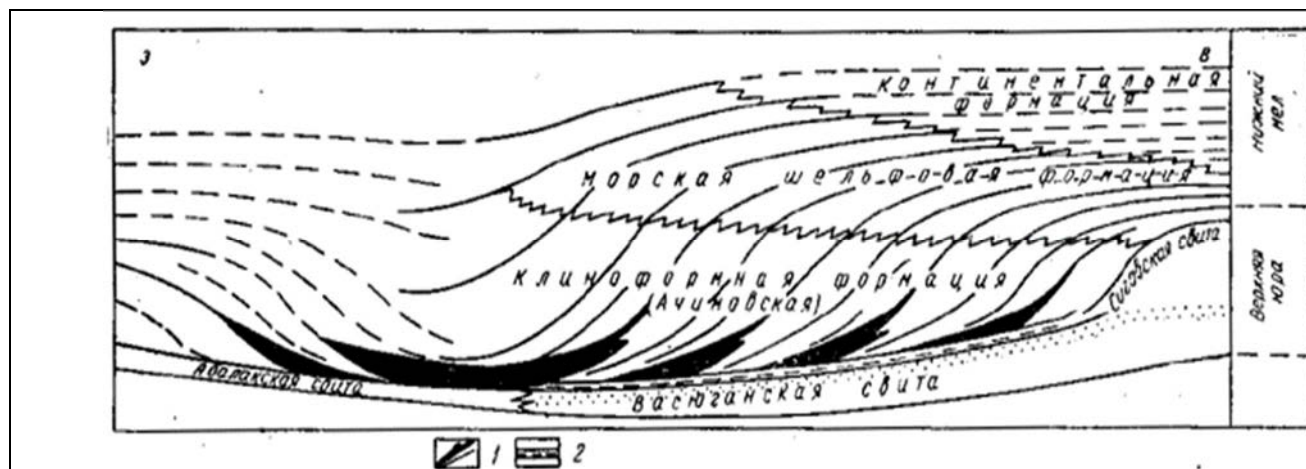


Рисунок 6. Схема корреляции скважин в зоне АР согласно теории развития конседиментационных разломов и «клавишного» погружения по И.С. Гутману с коллегами [61, 62, 63, 64, 65, 66], 2011–2022 гг.

Соответственно при применении данной гипотезы для работы необходимо максимальное внимание посвятить картированию разломов, что создаст в конечном итоге модель залежей преимущественно тектонически ограниченных.

О.М. Мкртчян [97], а затем Г.Д. Ухлова, С.Н. Варламов [146, 28, 29] развивают седиментологическую клиноформную 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 (Рисунок 7), 2014 С.Н. Варламов, Г.Д. Ухлова).



Усл: 1 – битуминозно-глинистые баженовские литофации глубоководной формации, 2- аргиллиты георгиевской свиты

Рисунок 7. Модель накопления отложений в зонах АР согласно О.М.Мкртчяну [97] – реализована теория седиментационного клиноформного накопления нормального ряда отложений, включающего баженовские литофации

По мнению О.М. Мкртчяна: «Неправоммерно рассматривать баженовскую свиту как единое геологическое тело и определенное литолого-стратиграфическое подразделение. Под этим понятием объединены разновозрастные (разделенные во времени и в пространстве) слои специфических глинисто-битуминозных пород, неоднократно и кратковременно формировавшихся в строго определенных палеогеоморфологических и фациально-геохимических обстановках, которые периодически складывались в течение верхнеюрско-нижнемелового трансгрессивно-регрессивного цикла». Согласно этой модели, «в пределах Западно-Сибирской плиты с востока на запад происходит неоднократное региональное выклинивание баженовских литофаций и появление новых подобных литофаций на несколько более высоком стратиграфическом уровне, в тесной пространственно-генетической связи и по тому же закону, что и миграция ачимовских клиноформ» (О.М. Мкртчян, Л.А. Трусов, И.М. Белкин, В.А. Дёгтев) [99].

Теория прерывистого осадконакопления была высказана В.В. Судаковой [139, 140] – по сейсмическим материалам на Савуйской площади в восточной части Федоровского вала ею была отрисована зона отсутствия баженовских отложений, и в связи с выявленными соотношениями слоев и особенностями их размещения высказано предположение, что «накопление баженовских осадков происходило периодически и кратковременно, образуя области выклинивания и размыва» (Рисунок 8). Её модель предполагает, что накопление относительно глубоководных битуминозно-глинистых осадков происходило периодически, но кратковременно в течение позднеюрско-раннемелового трансгрессивно-регрессивного цикла.

Схожую во многом теорию развил П.Н. Страхов с коллегами, опубликовав в 2018 году работу (Рисунок 8) о накоплении песчано-алевритовых отложений внутри баженовских под воздействием относительно глубоководных течений – «широкое распространение пород, имеющих слоистую текстуру, указывает на то, что аккумуляция осадков происходила преимущественно в условиях упорядоченного движения придонных вод» [138]. При этом П.Н. Страхов с коллегами обращают внимание на последующее «накопление осадков ачимовской толщи в результате периодического возобновления турбидитовых потоков и вдольсклоновых течений с воздействием эрозии, которая в свою очередь способствовала развитию оползневых процессов», то есть развитие оползневых процессов не отмечается, а лишь переносится на последний этап возникновения итоговых форм и текстур, то есть уже вторичный процесс, а не тот, благодаря которому изначально сформировались песчано-алевритовые тела.

Отдельные авторы, например, В.П. Алексеев [5] пишет, что «сходство песчаников из нижних частей АР с песчаниками васюганской свиты (но не ачимовскими) следует из сравнения их петрографического состава», однако сегодня большинство специалистов склоняется к наличию прямой связи происхождения зон АР именно с выше лежащей ачимовской толщей. В деталях теории различаются, но 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 [94], 1986 И.И. Нестеров, И.Н. Ушатинский [107], 1992, 2004 А.А. Нежданов [102, 103], 1999 Ю.В. Филиппович [147], 2003 А.П. Соколовский, Р.А. Соколовский [137], 2003, 2019 Е.В. Олейник, Г.И. Плавник [117, 114], 2004 Е.Б. Беспалова, А.А. Поляков, Д.С. Кучерявенко [14], 2002 – 2006 А.В. Осыка [118, 119, 120, 121], 2005-2021 В.Ф. Гришкевич [42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55], 2008 Г.Р. Хуснуллина [149], 2010 М.А. Бордюг, В.С. Славкин, С.С. Гаврилов, А.А. Потрясов [17], 2020 И.В. Панченко [122] и др.). Оползневая модель АР базируется на гравитационных механизмах перемещения осадка вниз по седиментационному склону [54].

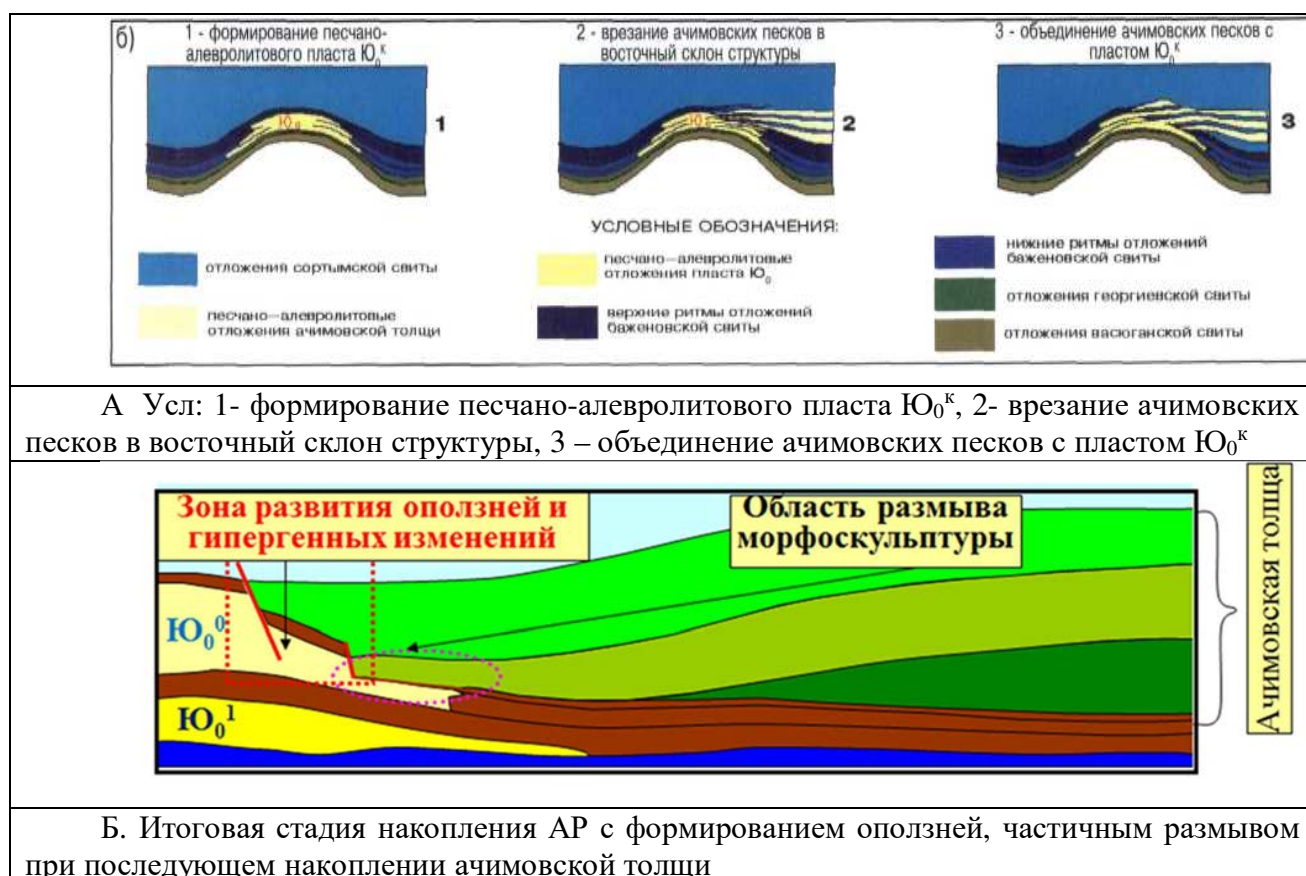


Рисунок 8. Механизм возникновения зоны АР А) по В.В. Судаковой (2005) [139, 140] – названная ею теория прерывистого осадконакопления, и близкая по последовательности осадконакопления гипотеза Б) по П.Н. Страхову с коллегами, 2018 [5]

Изучению аномальных разрезов также посвящены работы В.П. Алексева [5], Ю.В. Брадучана [21, 22, 23], Ю.Н. Карогодина, В.К. Комиссаренко, Т.А. Коровиной, Г.П. Мясниковой [101], И.И. Нестерова, Е.В. Николаевой, Л.Д. Слепокуровой, С.Н. Смолина, Л.Л. Трусова, И.Н. Ушатинского и др.

Разными авторами разработаны модели типизации скважин по типам разреза [90, 118, 139] в основном по тому, какая отмечается степень раздробленности битуминозных пород и в каком интервале большее количество песчано-алевролитового материала, и сколько таких уровней. Зональную работу по типизации разрезов АР в скважинах провел Осыка А.В. (Рисунок 9). Детальная типизация возможна только с привлечением сейсмических данных.

Физический механизм начала образования АР оползневого типа подробно описывается В.Ф. Гришкевичем с коллегами в своих публикациях по экспериментальному подтверждению механизма образования АР. Ачимовский комплекс сформирован как толщина заполнения бассейна после накопления баженновских более глубоководных отложений, угол наклона склона при этом был достаточно пологим – около 1–2°. «При поступлении очередного большого количества материала в бассейн произошло, по-видимому, некое сейсмическое событие, и песчано-алевролитовые отложения, накапливавшиеся до этого на шельфе, резко устремились вниз

по склону. Двигаясь вниз по склону активный блок оползня прорывает подачимовские глины и верхние слои баженовской свиты, формируя трещину-сейсмит, инициирующую внедрение терригенных тел в баженовские силициты. Через разрыв пески из ачимовских линз имеют возможность затекать и растекаться под «протобаженитами», имеющими относительно малую объёмную плотность» (Гришкевич В.Ф., 2017 [52]).

В.Ф. Гришкевич [47, 50, 42] провел большую работу по физическому моделированию стадий развития оползневого тела и стадий (Рисунок 10) в его терминологии: «оползня вытекания, растекания и вторичного внедрения». Моделирование проводилось в аквариуме, разделённом на область модели с размерами 40 * 20* 40 см и бункер для подачи песчано-глинистой смеси (в терминологии В.Ф. Гришкевича – пульпы) – 8 * 20 * 40 см, соединёнными у дна горизонтальной щелью шириной 5 мм.

В.Ф. Гришкевич использовал в качестве модели баженита подкрашенный минеральным пигментом плиточный клей на цементной основе с добавлением пластификатора (0.5% жидкого мыла) и 20% объёма пенопластовых шариков (4-6 мм) для доведения объёмной плотности до 1.2 г/см³. В качестве модели песчано-алеврито-глинистой ачимовской толщи В.Ф. Гришкевич использовал смесь объёмной плотностью $\rho=1.8$ г/см³, состоящую на 3/4 из строительного песка, на 1/4 – из глины. Подвижный слой между «баженитом» и дном аквариума имитирует вода, поступившая на место извлечённой из-под «баженита» тефлоновой плёнки.

При этом сам В.Ф. Гришкевич отмечает, что «все теоретические построения носят предположительный характер, так как присутствует проблема отсутствия современных аналогов – седиментационного бассейна с мощной толщей органо-силицитно-глинистых илов» [44]. О поиске современных аналогов пойдет речь в главе 4.

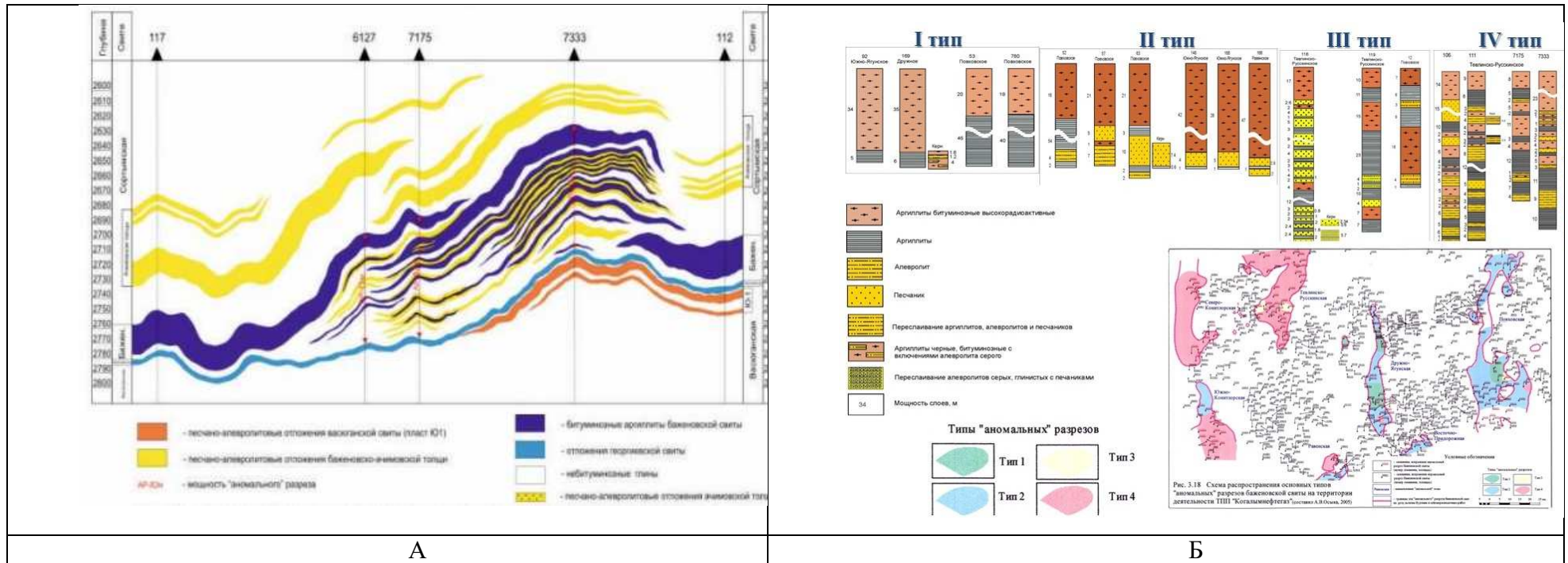


Рисунок 9. Геологический разрез через зону АР согласно работам 2002–2006 гг. А.В. Осыки – реализована гипотеза внедрений ачимовских отложений, работа основана на данных ГИС и керна [121, 120] (А) и схема распространения основных типов «аномальных» разрезов баженовской свиты на территории деятельности ТПП «Когалымнефтегаз» (Б)

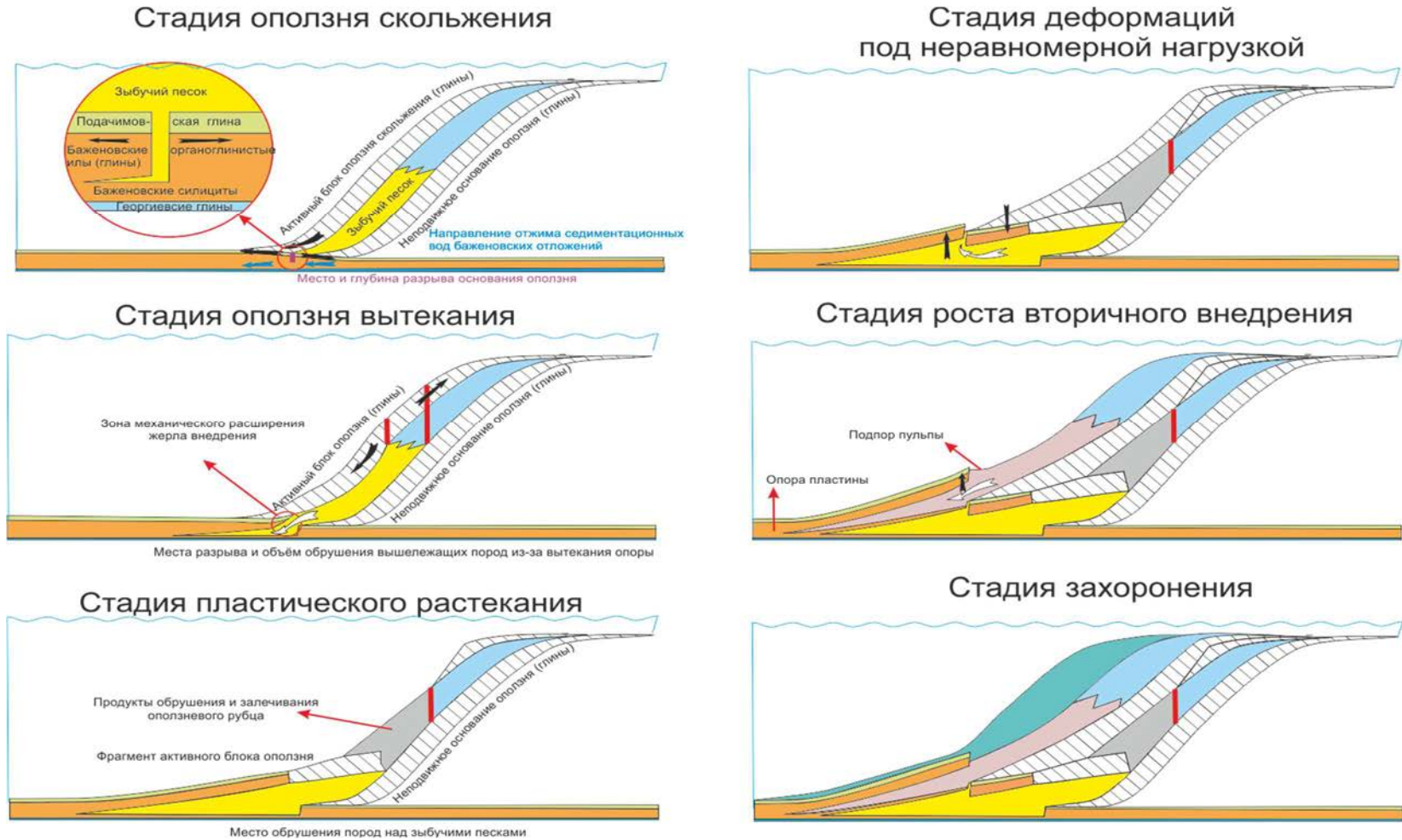


Рисунок 10. Геомеханическая модель образования АР, В.Ф. Гришкевич, 2015 г. [47, 42] Стадии: а – оползня скольжения, б – оползня вытекания, в – растекания и растрескивания, г – деформаций под неравномерной нагрузкой, д – вторичного внедрения, е – захоронения

Наибольшее количество авторов, предлагающих гипотезы возникновения АР, работали в центральной части Западной Сибири, однако аномальные разрезы также развиты и в юго-западной части бассейна – в Карабашской зоне, в Томской области – Кенгская, Ивановская площади, на Кальчинской площади Тюменской области, а также на самом севере Западной Сибири. Определенно, в тех областях гипотезы возникновения зон АР также должны быть проверены, и это является интересной задачей на будущие исследования, однако в данной работе речь пойдет именно о Широком Приобье – центральной части Западной Сибири в районе широтного течения реки Оби.

Практическая важность разработки гипотезы, учитывающей сейсмические и скважинные, в том числе керновые, данные состоит в том, что в конечном итоге модель залежей определяется в том числе принятым подходом к корреляции, необходимостью учета разломов и количества прогнозируемых пластов.

Выводы по главе 2

1. Схемы образования сложных систем аномального разреза баженовско-ачимовских отложений являются предметом активной научной дискуссии, несмотря на открытие таких разрезов уже более 50 лет назад.
2. Существует более 10 гипотез образования аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений, но ни одна гипотеза не является общепризнанной, соответственно, нет и единых методик интерпретации геолого-геофизических данных в зонах АР.
3. Большинство специалистов склоняется к наличию прямой связи происхождения зон АР с выше лежащей ачимовской толщей, однако в деталях теории различаются.
4. Многообразие версий образования аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений не позволяет на данный момент унифицировать подходы к корреляции отложений как по скважинным, так и по сейсмическим данным.

ГЛАВА 3. Результаты детального изучения строения зон аномального разреза баженовско-ачимовской толщи

3.1. Выделение зон АР по сейсмическим данным

Глинисто-кремнистые породы баженовской свиты характеризуются самыми низкими в разрезе осадочного чехла значениями скоростей продольных и поперечных волн, а также и низкими плотностями. Глубже залегают георгиевская и васюганская или абалакская свиты, породы которых имеют значительно более высокие значения акустических импедансов, равно как и перекрывающие баженовскую свиту песчано-алевритово-глинистые ачимовские отложения. Соответственно, скачок акустических жесткостей в интервале вблизи кровли баженовской свиты формирует интенсивную отраженную волну, состоящую из одной отрицательной фазы и двух положительных. Ее интенсивность значительно превышает интенсивность отраженной волны от любых других отражающих границ осадочного чехла в центральной части Западной Сибири, является региональным репером ОГ Б.

Зоны аномальных разрезов на сейсмических материалах 2D/3D выделяются по ряду признаков, которые могут комплексироваться в различных сочетаниях. По сравнению с регионально протяженным характером репера ОГ Б происходят локально резкие изменения. Изменяется характер и динамика прослеживания отражающего горизонта ОГ Б без смещения осей синфазности отражений ниже по разрезу (в юрском интервале). Соответственно, резко и локально может увеличиваться мощность отложений баженовской свиты, то есть интервала, ограниченного в кровле баженовскими породами и снизу – георгиевскими или абалакскими, меняются (по большей части уменьшаются) амплитуды ОГ Б, возможно полное прекращение прослеживаемости ОГ Б.

Выше ОГ Б залегает клиноформная неокомская толща, каждый горизонт которой падает и налегает на баженовскую толщу под углом 1-2 градуса – на рисунке ниже (Рисунок 11) отмечены углы наклона отдельных поверхностей региональных клиноформ по проинтерпретированному региональному профилю R-111. Рассматривая общие контуры зон АР, можно отметить «закономерности их размещения субпараллельно границам примыкания реперных глинистых пачек региональных клиноформ к кровле баженовской свиты (западная граница выклинивания клиноформ), что собственно является одним из признаков наличия связи между АР и ачимовской толщей» [34].

Из-за сложного и как будто незакономерного поведения фаз внутри области АР сейсмическая корреляция внутри этих зон обычно не проводится, только внешние границы каждой зоны четко картируются специалистами, как показано на рисунке Рисунок 11 с границами Северо-Конитлорской, Имилорской, Повховской, Усть-Котухтинской зон АР.

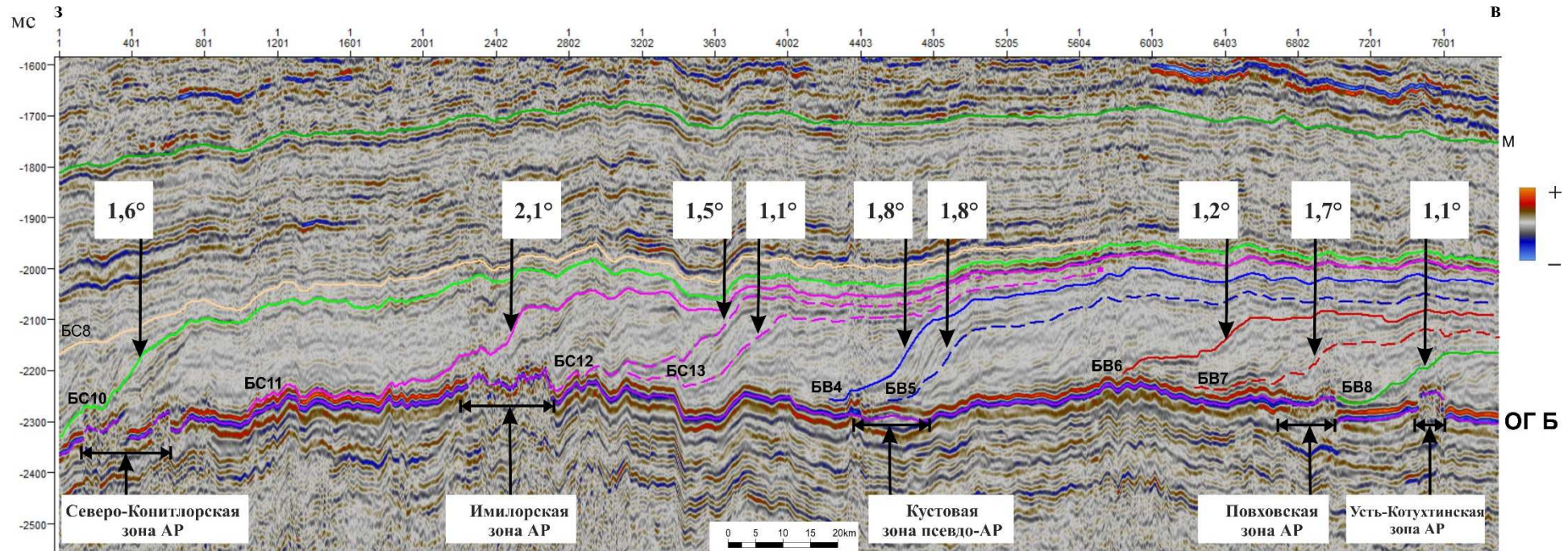


Рисунок 11. Временной сейсмический разрез по региональному профилю R-111 с вынесенными отражающими горизонтами, соответствующими региональным клиноформам (названия клиноциклитов даны по классификации НАЦ РН им. В.И. Шпильмана). Расположение профиля показано на рисунке со схемой использованного в работе фактического материала (Рисунок 1)

Существует и описано в литературе большое количество вариантов выделения типов сейсмической записи в зависимости от характера прослеживаемости ОГ Б [17, 89, 90, 120,121]. Однако сейсмический образ – это лишь отражение геологического строения, чтобы понять, как его интерпретировать, как коррелировать, надо разобраться с детальной геологией объекта. Вертикальные срезы сейсмических временных кубов с выделенными областями аномальной записи отражающего горизонта ОГ Б на площадях Широного Приобья по данным 3D сейсмических данных показаны на рисунке ниже (Рисунок 12) для Имилорской зоны, Северо-Конитлорской зоны, Повховской.

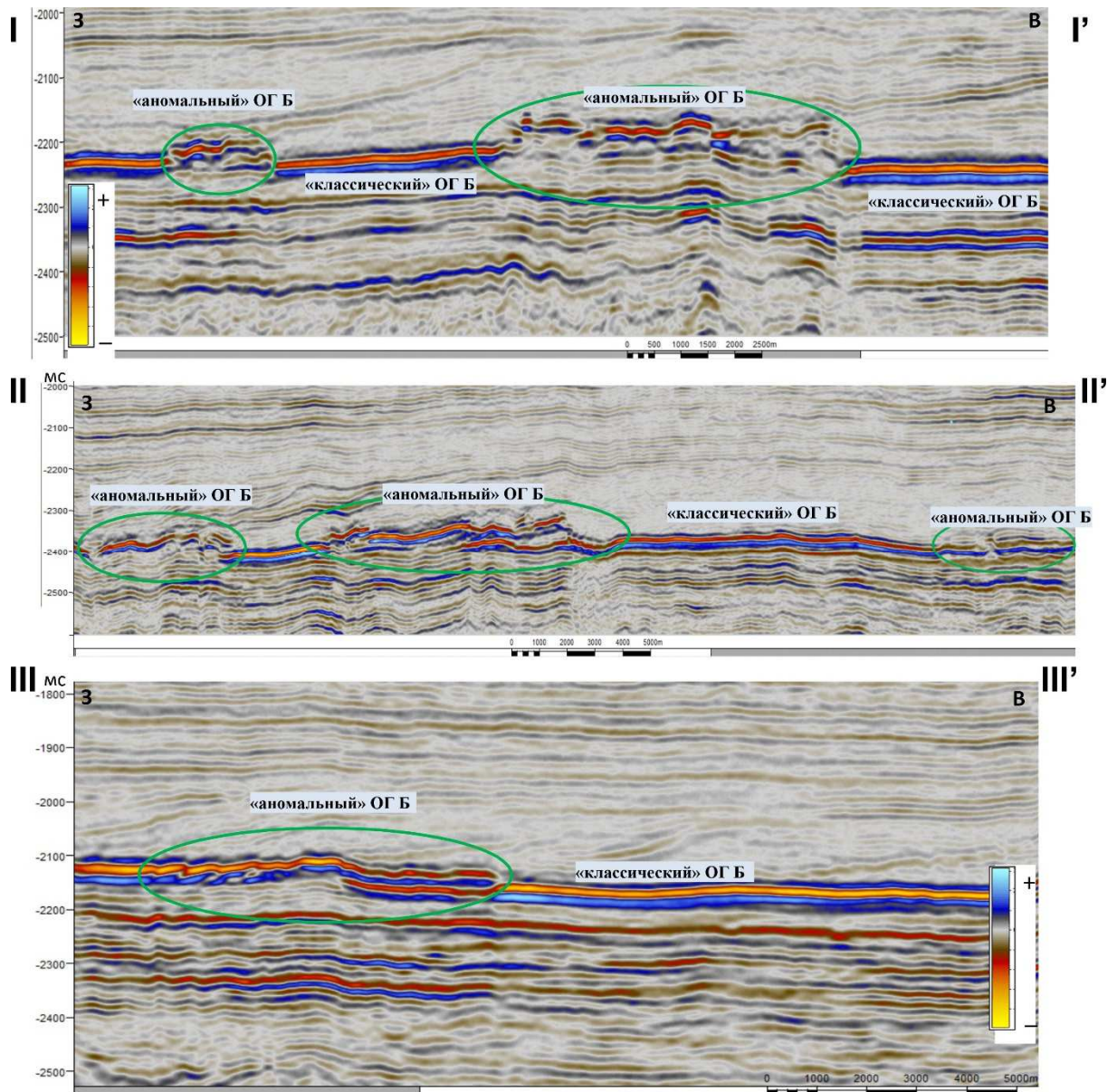


Рисунок 12. Вертикальные срезы сейсмических временных кубов с выделенными областями аномальной записи отражающего горизонта ОГ Б на площадях Широного Приобья по данным 3D сейсмических данных (I-I' Имилорская зона, II-II' Северо-Конитлорская зона, III-III' Повховская), расположение показано на Рисунок 13.

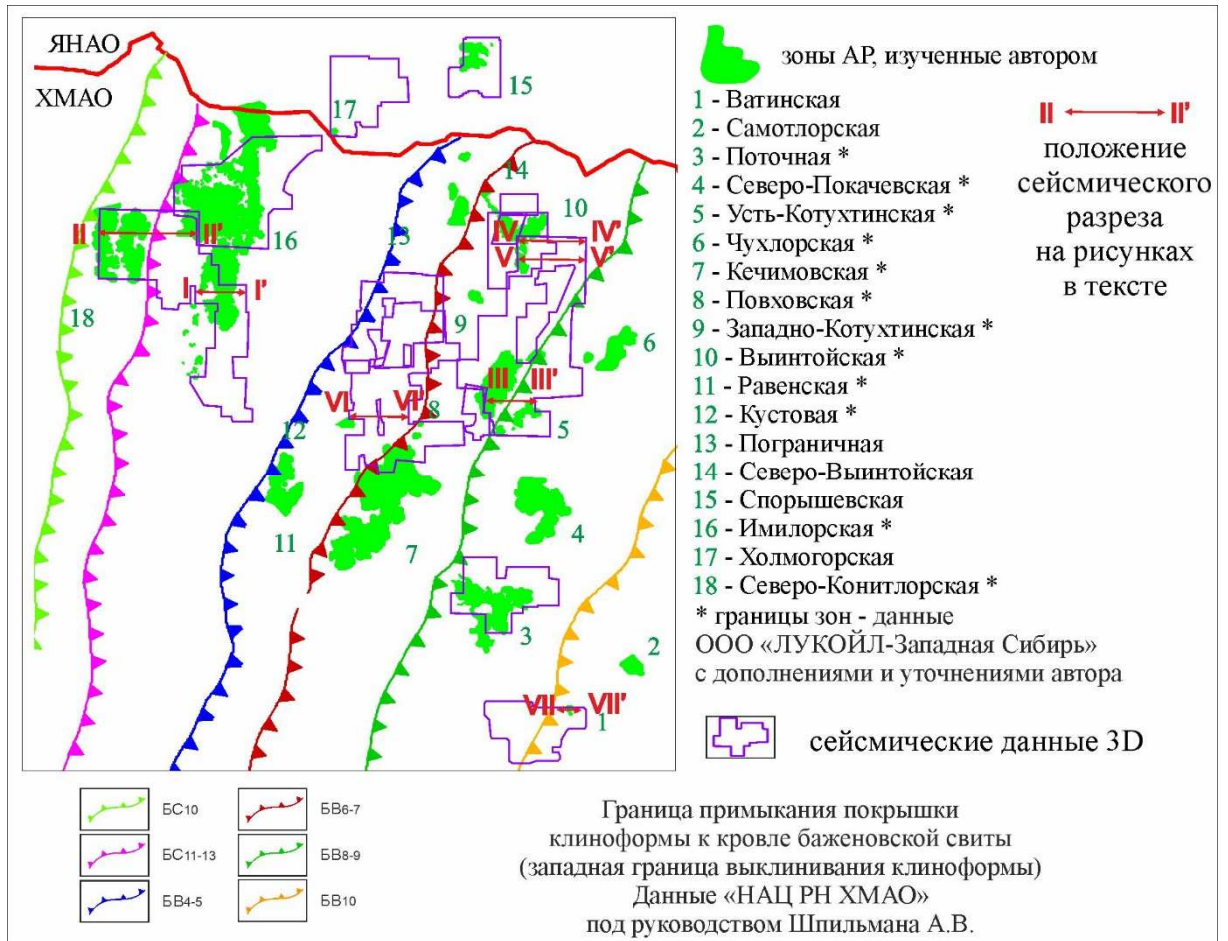


Рисунок 13. Схема расположения сейсмических профилей для Рисунок 12, Рисунок 14, Рисунок 96

В рамках диссертационного исследования автором изучены зоны АР, приуроченные к клиноформам БС₁₀, БС₁₁₋₁₃, БВ₄₋₅, БВ₆₋₇, БВ₈₋₉, БВ₁₀ – названия клиноциклитов даны по региональной классификации НАЦ РН им. В.И. Шпильмана для территории ХМАО, всего изучено 18 зон АР в Широтном Приобье по данным 2D и 3D сейсмических данных, найдены общие закономерности, показывающие, что подходить к корреляции можно единообразно, несмотря на то, что в разных клиноформах сейсмический облик АР имеет свои особенности, по всей видимости из-за свойств или скорее количества приносимого материала в определенный исторический промежуток.

Разрезы Имилорской, Северо-Конитлорской зон имеют наиболее выраженный рисунок, максимально амплитудные вертикальные изменения, тогда как разрезы Выинтойской и Кустовой зон имеют меньший разброс по вертикали, но отражают явно аномальную картину, особенно в плане резко меняющихся амплитуд, вплоть до полного исчезновения ОГ Б (Рисунок 14).

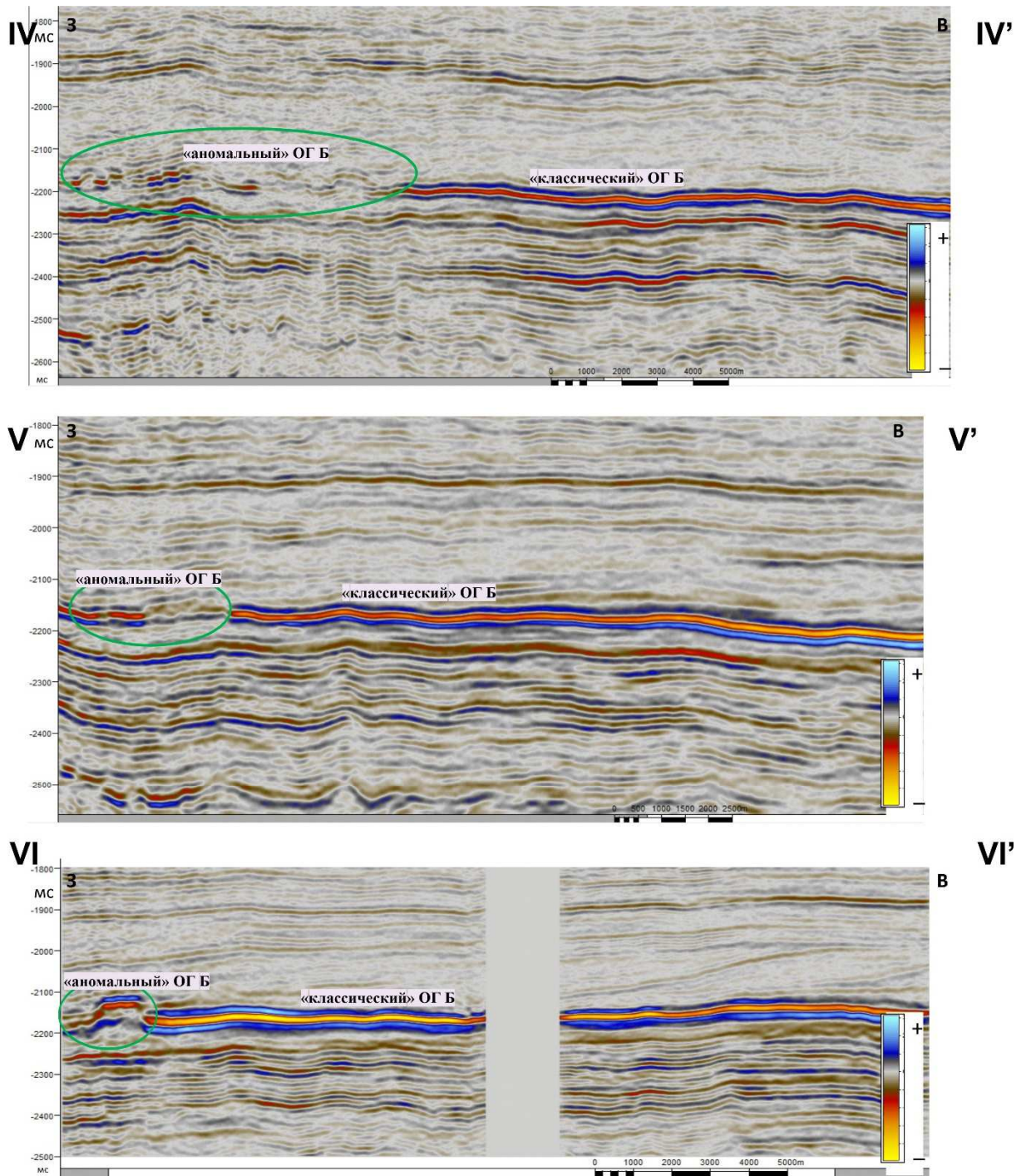


Рисунок 14. Вертикальные срезы сейсмических временных кубов с выделенными областями аномальной записи отражающего горизонта ОГ Б на площадях Широкого Приобья по данным 3D сейсмических данных (IV-IV' и V-V' Выинтойская зона, VI-VI' Кустовая), расположение разрезов показано на рисунке выше

Развитие аномальных разрезов носит локальный характер по площади – «ширина зон колеблется в среднем от 2 до 20 км, длина – от 14 до 84 км при вертикальных мощностях от 0 до 150м. Площади одной зоны АР варьируются от 4км², 78 км² на Спорышевском ЛУ до 285 км² на Поточном или даже 1000 км² в Имилорской зоне» (Гатина Н.Н. и др., 2023) [34].

3.2. Характеристика отложений зон АР по керну

Территория расположения объекта исследований согласно районированию баженовского горизонта по Брадучану и др., 1986 г. [23] расположена почти полностью в пределах салымского типа разреза (Рисунок 15) высоко битуминозной области развития баженовской свиты, и лишь две зоны АР заходят на соседний нижневартовский тип разреза. «Баженовская свита в нижневартовском типе разреза сложена теми же разновидностями битуминозных пород, что и в салымском районе, но несколько меньшей мощности, и здесь они не столь четко стратифицированы» [23].

Баженовская свита в своем ненарушенном залегании традиционно расчленяется на две толщи – нижнюю и верхнюю [1, 9, 97, 124 и др.]. «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.[124] и др.).

Каротажная характеристика включает ряд типичных признаков: высокие значения гамма-метода и сопротивлений, аномалия по индукционному каротажу, близкие к номиналу значения каверномера. Наиболее ярко баженовские силициты выделяются по повышенным значениям радиоактивности и высоким значениям сопротивления (Рисунок 16).

Подстикает баженовские отложения на большей части территории расположения объекта исследований георгиевская свита, представленная темно-серыми глинами аргиллитоподобными неравномерно кремнистыми, местами слабо углеродистыми с непостоянной примесью глауконита. Ниже залегает песчано-алевритовая васюганская свита. На западе территории подстикает баженовскую абалакская свита.

Аномальными разрезами баженовско-ачимовского комплекса считаются те, где внутри типично баженовских темноцветных карбонатно-глинисто-кремнистых пород, которые сохраняют свои особенности, свое многообразие (Рисунок 17, Рисунок 18), появляются серии светло окрашенных песчано-алеврито-глинистых пород со своим характерным разнообразием текстур (Рисунок 19).

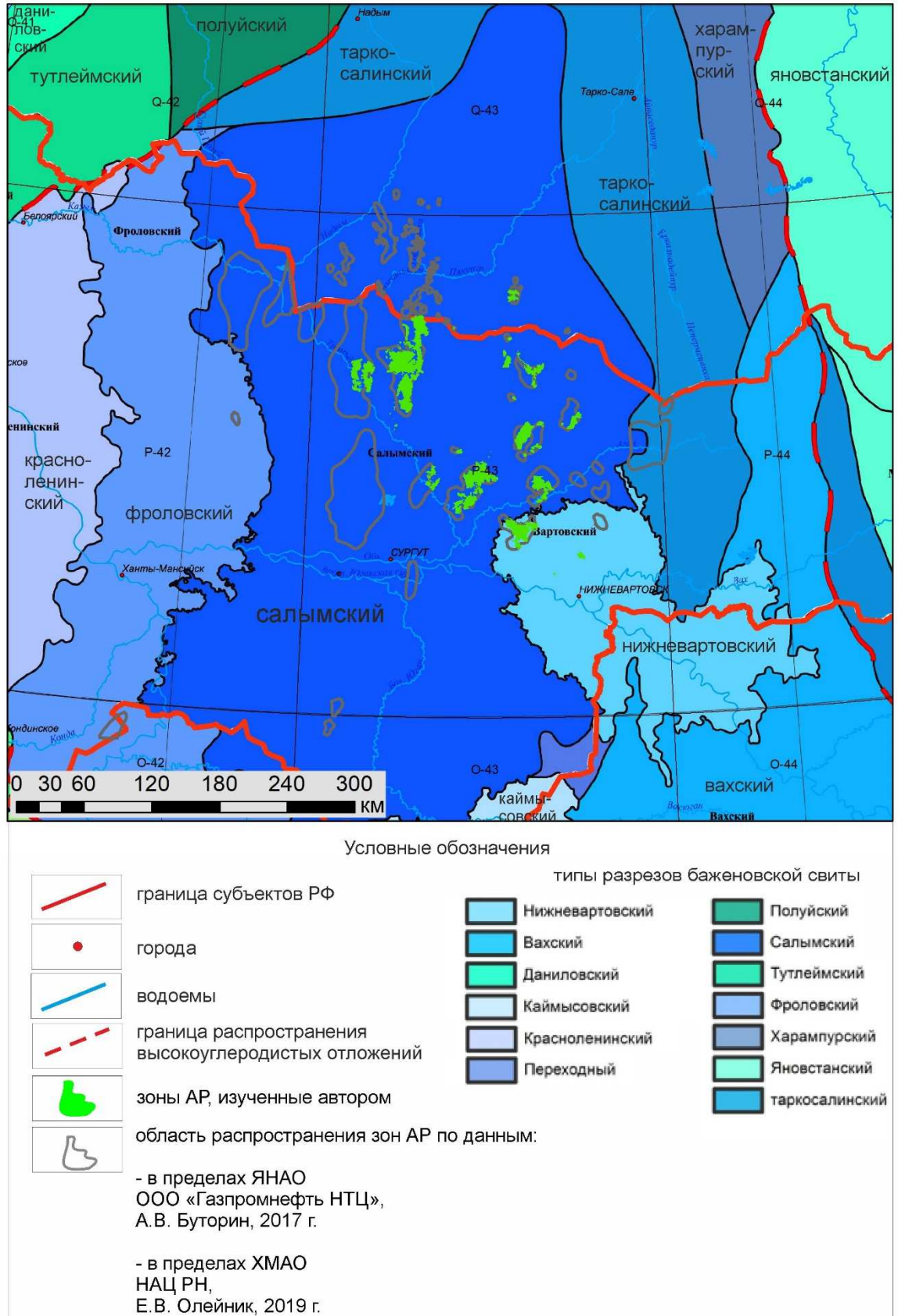


Рисунок 15. Расположение изученных зон аномального разреза баженовско-ачимовского комплекса на схеме районирования битуминозных отложений Западно-Сибирской НГП по типам разреза (Брадучан и др., 1986 г.[23]; Госконтракт "Дифференцированная оценка...", 2016 г.[196]).

Общая мощность баженовской свиты в зонах АР обычно сильно увеличена – в данном разделе приведены примеры керна скв. 412 и 405 Имилорских, в которых мощность толщи, считая от кровли верхнего силицита до кровли георгиевской свиты, составляет 75 м и 55 м против 25–30 м в скважинах ближайшего окружения с «классическим» типом баженовского разреза.

Результаты детального изучения баженовской свиты Западной Сибири многими исследователями [23, 44, 97, 115, 124, 196 и др.] демонстрируют существенную неоднородность ее строения. Известно множество причин, «искажающих среднестатистическое строение и состав свиты: влияние палеорельефа, донных течений, перерывы седиментации, проявление вторичных изменений» и пр. [135], однако разрез без песчано-алевритовых пропластков в данной работе называется «классическим», несмотря на всё его многообразие.

Хотя баженовские отложения не являются предметом данной работы и детально не рассматриваются, стоит отметить тот факт, что песчаные прослои характерны только для салымского и нижневартовского типов разреза, говорит о том, что именно данные породы были предрасположены к деформациям, вероятно, из-за высокой степени насыщения органическим веществом, что сделало материал условно «податливым».

На Рисунок 17 представлен пример породы, встречаемой среди типично баженовских, но в данном случае образцы отобраны из деформированной толщи: кероген-кремнево-глинистая порода глобулярно-пелитовой структуры, тонко горизонтально- и линзовиднослоистая, с небольшой примесью (1-2%) алевритовых неокатанных зерен кварца, слюды и ПШ; пиритизированная (3-5%); в породе отмечается значительное содержание керогена, тонких пленок и стяжений красно-коричневого сапропелевого вещества. Другой пример приведен на Рисунок 18: кероген-глинисто-кремневая порода, пелито-глобулярной структуры, тонко горизонтально- и линзовиднослоистая, с единичными сферами и глауконитом (1%), с примесью (10-15%) тонкопесчано-алевритовых неокатанных зерен кварца, слюды и ПШ; пиритизированная (7-10%); слаботрещиноватая. Эти же типы пород встречаются и в «классическом» разрезе баженовской свиты [124].

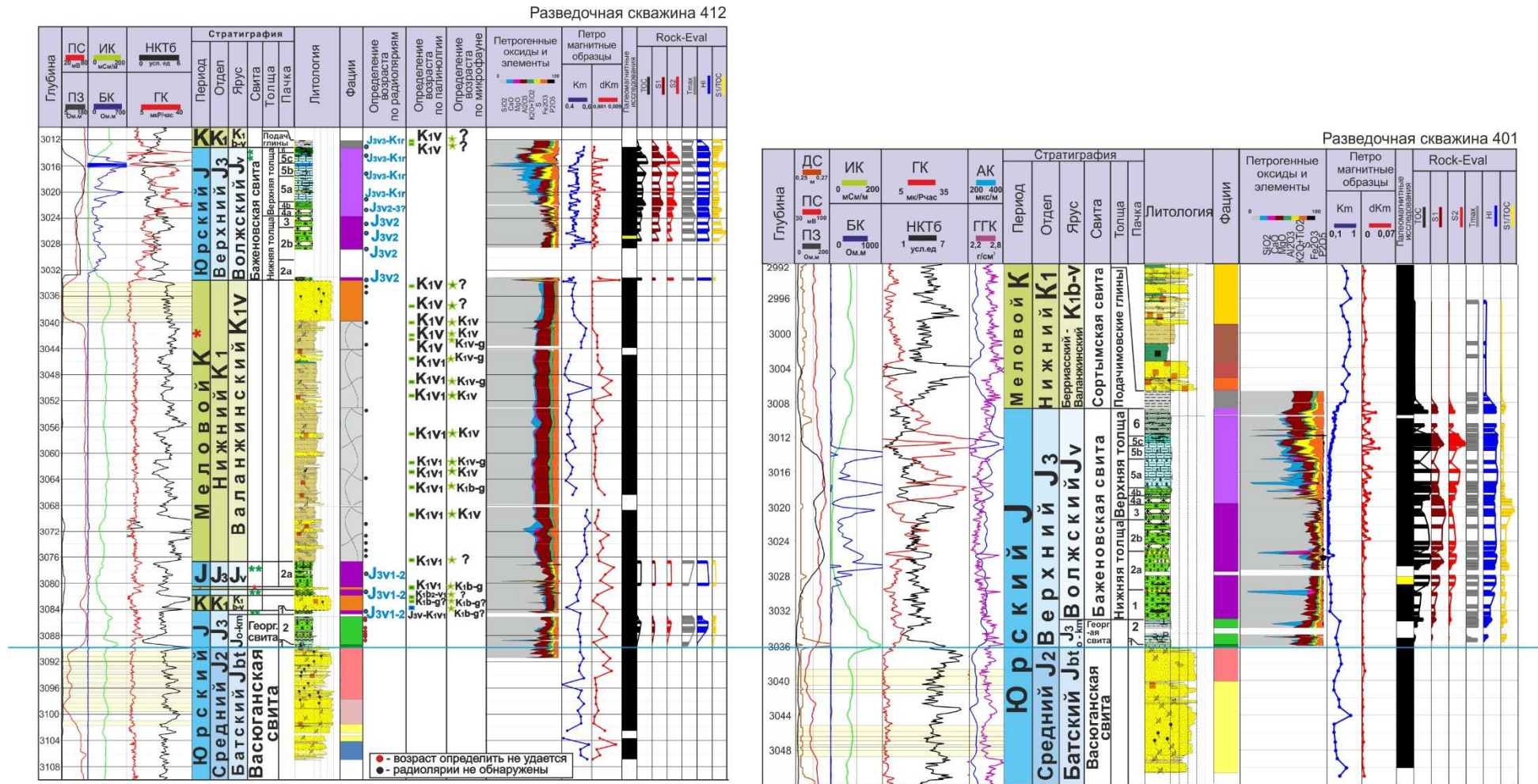


Рисунок 16. Сопоставление колонок разведочных скважин 412 (вскрыт аномальный разрез баженовско-ачимовских отложений) и скв. 401 (вскрыт «классический» разрез баженовской свиты) Имилорского месторождения [193]

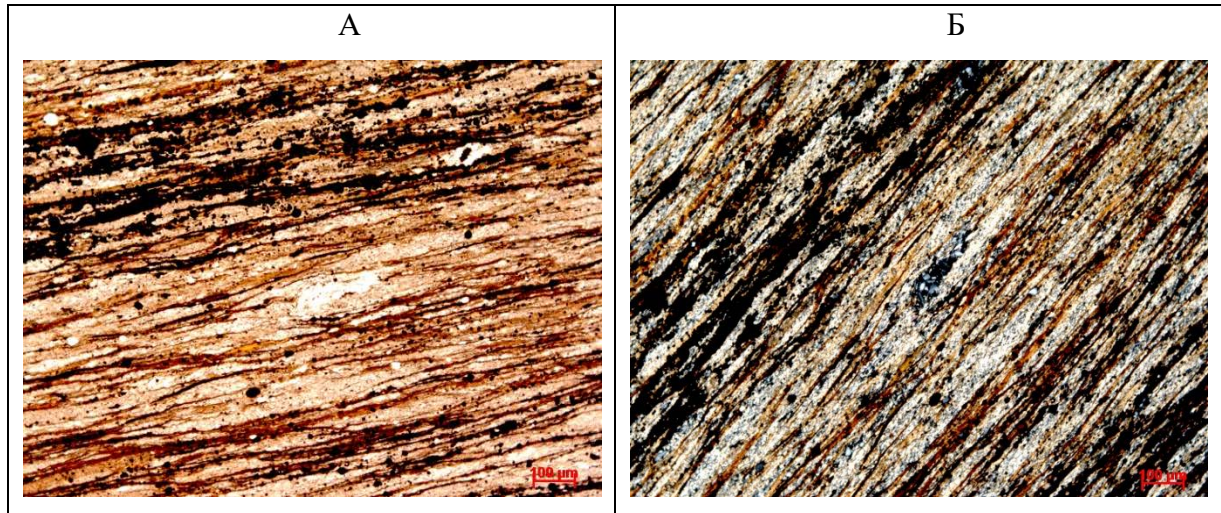


Рисунок 17. Фотография шлифа № И-405-57 скважины 405, месторождения Имилорское.

А – николи параллельны; Б – николи скрещены, 45°. Место отбора образца показано на Рисунок 19 [192].

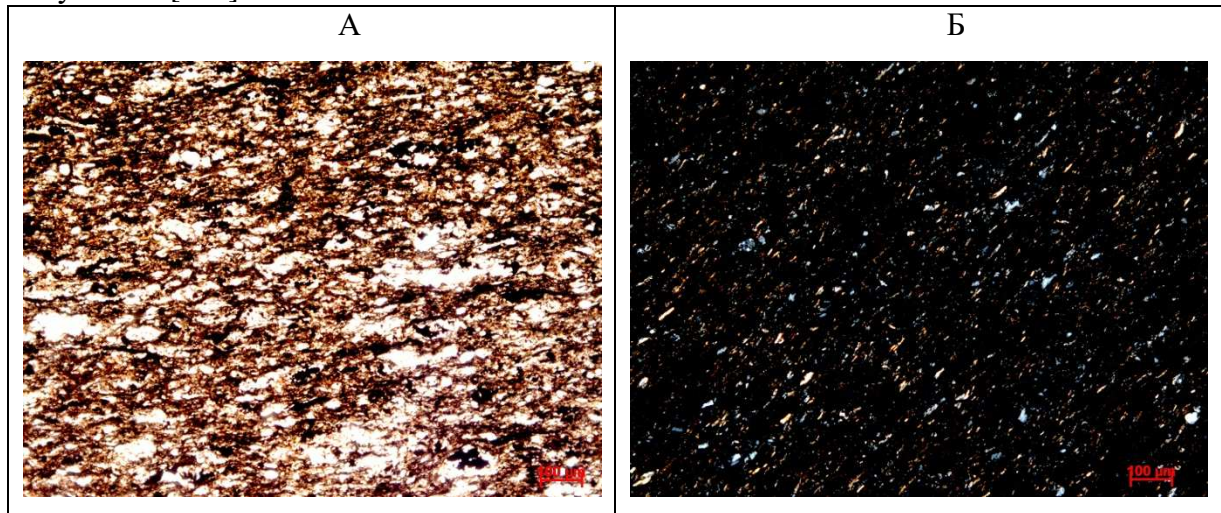


Рисунок 18. Фотография шлифа № И-405-63, скважины 405, месторождения Имилорское.

А – николи параллельны; Б – николи скрещены, 45°. Место отбора образца показано на Рисунок 19 [192].

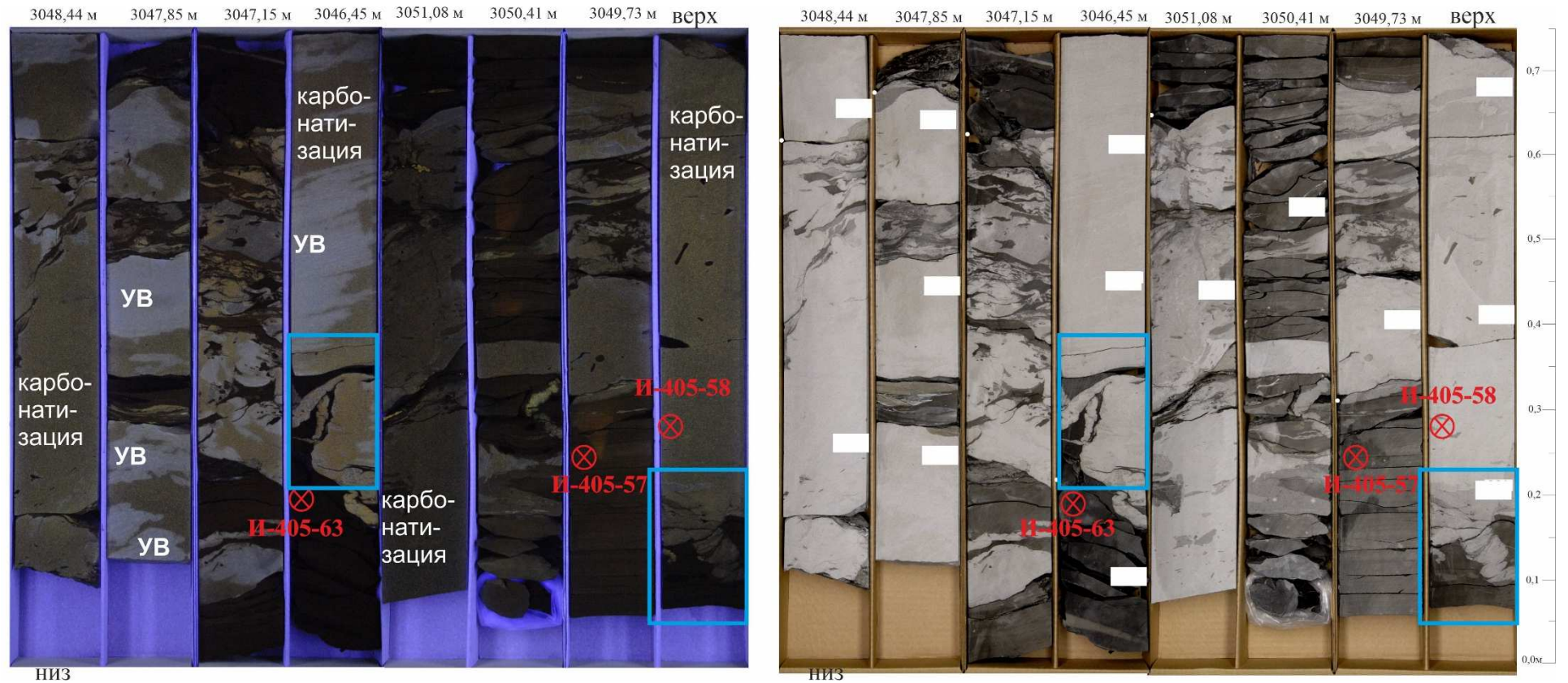


Рисунок 19. Фото керна в верхней части баженовско-ачимовского комплекса скв. 405 Имилорской (АР): в ультрафиолетовом (слева) и дневном (справа) свете с отмеченными местами отбора образцов для изготовления шлифов (красный круг). Голубыми рамками отмечены фрагменты, данные более крупно на рисунке (Рисунок 21)

По минеральному составу и текстурно-структурным особенностям песчано-алевритовые прослои в интервале аномальных разрезов схожи с ачимовскими отложениями. Основной чертой сходства является одинаковый вещественный состав – граувакко-аркозовый и субаркозовый, тип и состав цемента – поровый карбонатно-глинистый, глинистый, вторичные изменения как в аномальных разрезах баженовско-ачимовской толщи, так и в ачимовской толще представлены сидеритизацией по биотиту, а также серицитизацией полевых шпатов, цемент в песчано-алевритовых породах глинистый и глинисто-карбонатный [104, 118, 189, 191].

На Рисунок 20 приведен пример встречаемой между силицитовыми разностями породы: песчаник тонко-мелкозернистый с незначительной примесью алевритистого (1-2%) и среднепесчаного (<5%) материала, хорошо сортированный, неотчетливо косослоистый, полимиктовый, аркозовый, состоит из угловато-, редко полуокатанных, зерен кварца (40-45%), ПШ (40%), литокластов (10-15%) метаморфических, магматических и осадочных пород, слюд (2-3%), с пленочным тонкодисперсным иллит-хлоритовым цементом (5%), с каолиновым мелко чешуйчатым поровым (<5%) цементом; слабо развитым регенерационным кварцевым цементом (<5%); цементацией вдавливанием и порами (7-10%), выполненными тонкокристаллическими карбонатами (кальцитом/доломитом); с трещиной. Сортировка компонентов хорошая, наблюдаются угловато-окатанные, редко полуокатанные зерна.

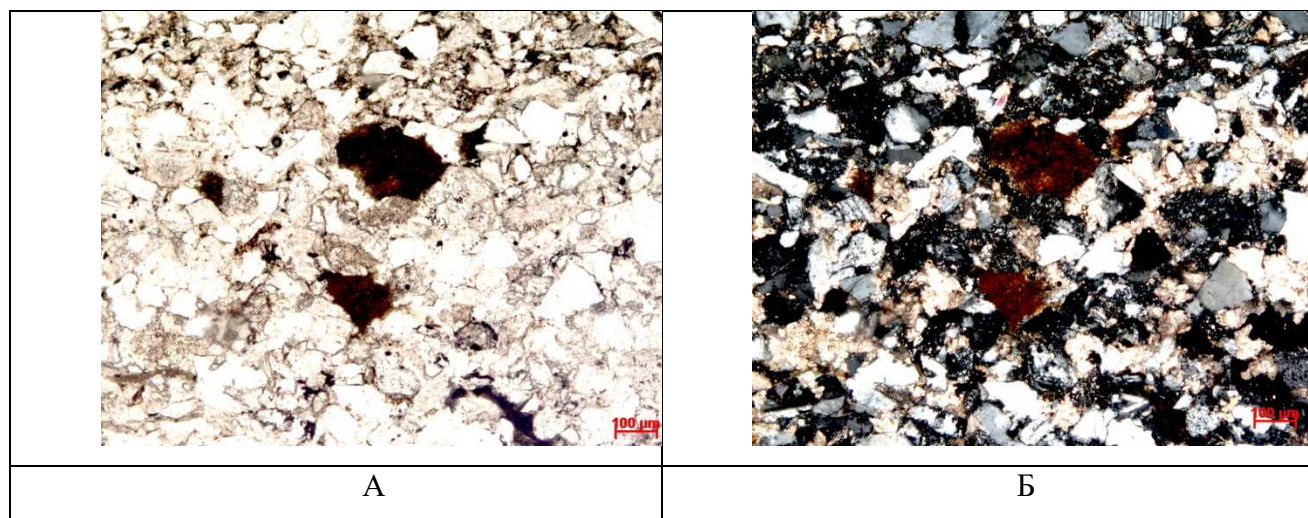


Рисунок 20. Фотография шлифа № И-405-58 скважины 405 месторождения Имилорское.

А – николи параллельны; Б – николи скрещены. Место отбора образца показано на Рисунок 19 [192].

При изучении кернa заметна широко проявленная интенсивность вторичных преобразований в песчано-алевритовых толщах AP – например, в шлифе, описанном выше (Рисунок 20), карбонатизация проявлена в виде частых псевдоморфоз кальцита по полевым шпатам; в виде выполнения пор (7-10%) цементным кальцитом/доломитом; и в образовании редких сидеритовых микроконкреций округлых и овальных форм размером от 0,1мм до 0,3мм,

сложенных агрегатом микрозернистых кристаллов. Визуально при изучении керн (Рисунок 19, Рисунок 21) карбонатизация заметна в ультрафиолетовом свете.

Рассматривая текстурные особенности, отмечено, что в отложениях АР почти повсеместно наблюдаются текстуры смятия, оползания, вдавливания (Рисунок 21), микродвижи, часты зеркала скольжения.

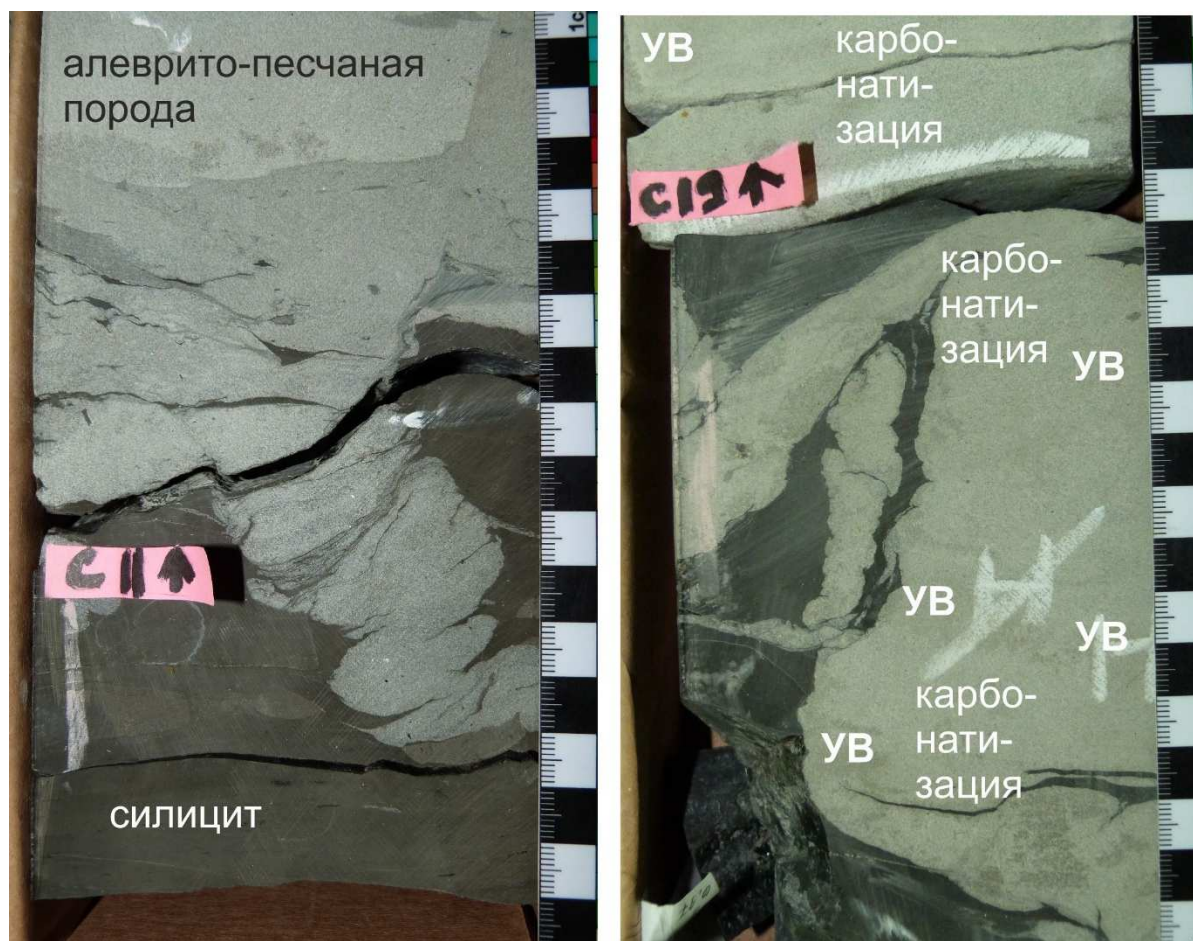


Рисунок 21. Фото фрагментов керн в верхней части баженовско-ачимовского комплекса скв. 405 Имилорской (АР). Положение в разрезе показано голубыми рамками на предыдущем рисунке на фото в дневном свете, а также на фото в ультрафиолетовом свете (Рисунок 19)

Широкий спектр деформационных текстур характерен для пластических оползней. Оползни и сползшие блоки могут включать отложения любого литологического состава, их мощность может достигать нескольких сотен метров. Стандартного разреза оползней не существует [10].

С седиментологической точки зрения выявляется чужеродность терригенных пластов в аномальных разрезах по отношению к вмещающим баженовским силицитам. Постепенные, плавные литологические переходы аномальных терригенных тел в баженовские силициты не встречаются.

Границу между породами удалось подсесть и детальнее рассмотреть в шлифе № И-405-68 (Рисунок 22), в котором представлены 2 породы: силицит опаловый высокоуглеродистый, слабглинистый и слабоизвестковистый микрито-пелито-колломорфной структуры, тонко горизонтально- и ламинарнослоистый; пиритизированный (5-7%). По резкой, местами эрозионной границе переходит в песчаник тонкозернистый, с УРД, с дресвяными обломками полимиктовых аргиллитов. Фото места отбора образца показано на Рисунок 23.

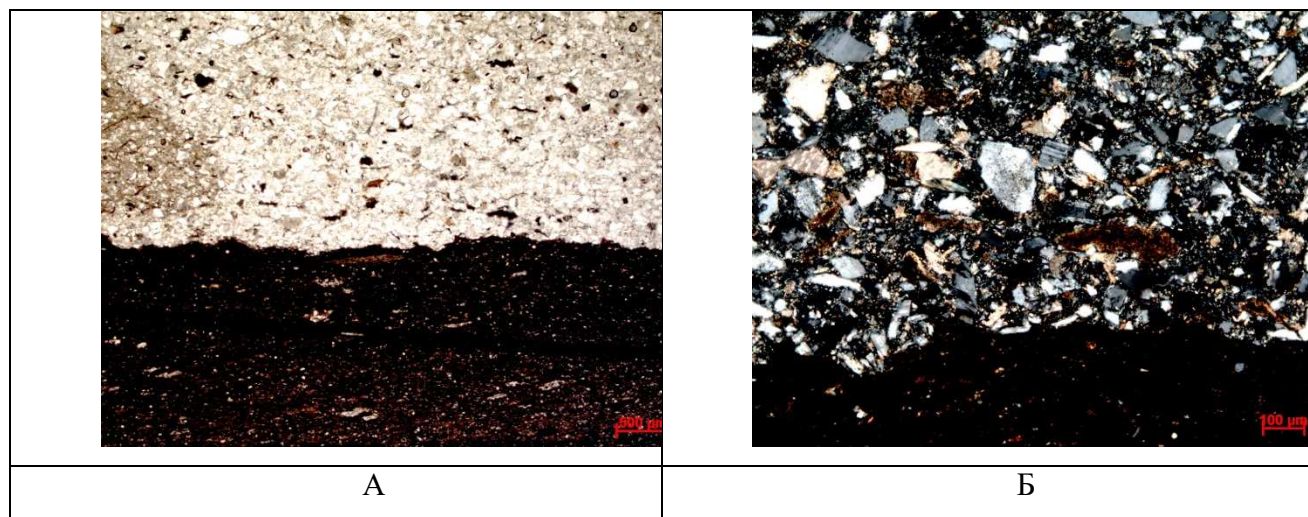


Рисунок 22. Фотография шлифа № И-405-68 скважины 405 месторождения Идилорское. А – николи параллельны; Б – николи скрещены, с бóльшим увеличением. Место отбора образца показано на Рисунок 23 Б [192].



Рисунок 23. Фото керн в верхней части баженовско-ачимовского комплекса скв. 405 Имилорской (АР): А) общий вид в ультрафиолетовом (слева) и дневном (справа) свете с отмеченными местами отбора образцов для изготовления шлифов (красный круг) и с отмеченными голубыми рамками интервалами для укрупненных фрагментов на Б и В, Б) укрупненный фрагмент с показанным местом отбора образца И-405-68 (белый крест), В) укрупненный фрагмент с показанным местом отбора образца И-405-69 (белый крест)

Силицит опаловый высокоуглеродистый, слабглинистый и слабоизвестковистый микрито-пелито-колломорфной структуры, тонко горизонтально- и ламинарнослоистый; пиритизированный (5-7%). По резкой, местами эрозионной границе порода переходит в песчаник тонкозернистый, с примесью крупно алевритового (15-20%), мелкопесчаного (10%) материала и единичных зерен среднепесчаной размерности, хорошо сортированный, со штриховатой слоистостью за счет распределения УРД (3-5%), состоит из плохоокатанных и угловато-окатанных зерен полимиктового (кварц 45-50%) состава, с примесью ПШ (40%), слюд (7-10%) и литокластов (5%) различных пород, с пленочным (5-7%) иллит-хлоритовым цементом, поровым известково-каолиновым (10%) цементом; участковой цементацией вдавливанием; с порами (<5%), выполненными тонкокристаллическим кальцитом/доломитом; непористый. Порода содержит дресвяные обломки аргиллитов с примесью алеврито-тонкопесчаного материала, полимиктовых, с УРД и обломки баженитов.

Распространенной особенностью на границе двух типов пород является частое наличие неокатанных остроугольных обломков силицитов, заключенных в песчанино-алевритовых породах. Такой пример представлен в шлифе № И-405-69 (Рисунок 24). Песчаник тонкозернистый, с примесью алевритового (10%), мелкопесчаного (10-15%) и среднепесчаного (15%) материала и единичных зерен крупно-грубопесчано-дресвяной размерности (обломки полимиктовых аргиллитов, высокоуглеродистых силицитов и радиоляриевых доломитов), плохосортированный, неотчетливо-косослоистый за счет концентрации средне-мелкопесчаных слюдиисто-сидеритовых компонентов и компонентов ОВ (7-10%). Наиболее крупные фракции крупно-грубопесчано-дресвяные являются литокластовыми, определяются обломки тонкодисперсных аргиллитов полимиктовых с пелитовой внутренней структурой, обломки высокоуглеродистых силицитов опаловых с колломорфной внутренней структурой, изредка содержащие остатки раковин радиолярий, обломки доломитов замещения микрояснозернистых с реликтовой радиоляриевой структурой.

Другой пример контакта пород представлен на Рисунок 25 (шлиф № И-405-50). Песчаник мелко-тонкозернистый с примесью (5%) среднепесчаного материала, хорошосортированный, неотчетливо косослоистый, полимиктовый, аркозовый, состоит из угловато-, редко полуокатанных, зерен кварца (40-45%), ПШ (40-45%), литокластов (10%) метаморфических, магматических и осадочных пород, слюд (<5%), с пленочным тонкодисперсным иллит-хлоритовым цементом (5%), с каолиновым мелкочешуйчатым поровым (5%) цементом; слабо развитым регенерационным кварцевым цементом (<5%); преобладающей цементацией вдавливанием и порами (7-10%), выполненными тонкокристаллическими карбонатами (кальцитом/доломитом); непористый. Порода содержит дресвяные обломки, представленные

кероген-кремнево-глинистыми породами и одним обломком доломита микрокристаллического с реликтовой радиоляриевой структурой.

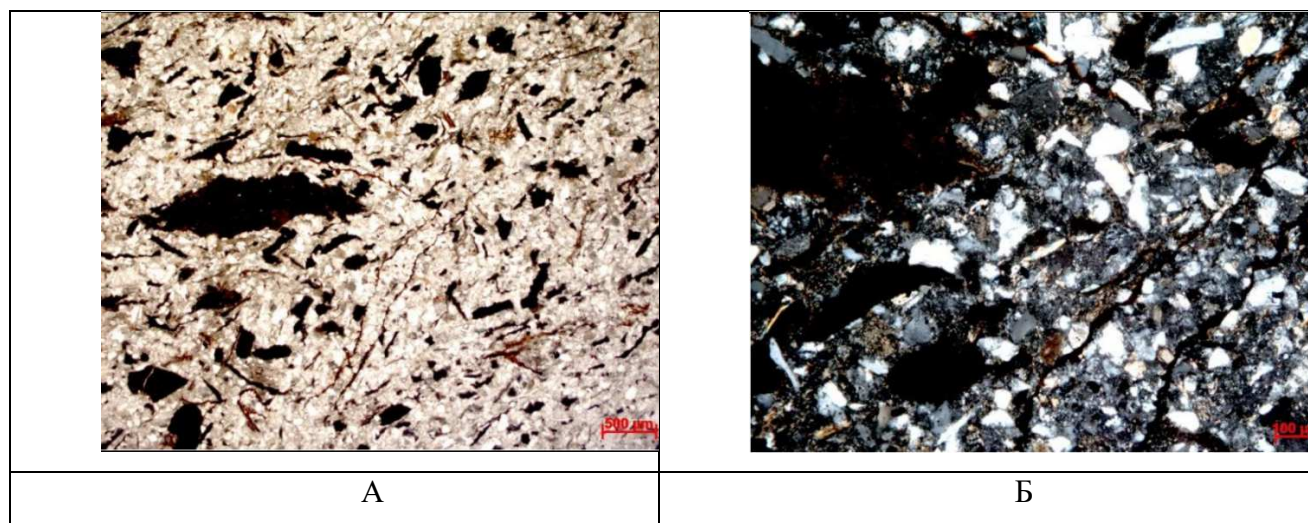


Рисунок 24. Фотография шлифа № И-405-69 скважины 405 месторождения Имилорское. А – николи параллельны; Б – николи скрещены, с бóльшим увеличением. Место отбора образца показано на Рисунок 23 [192].

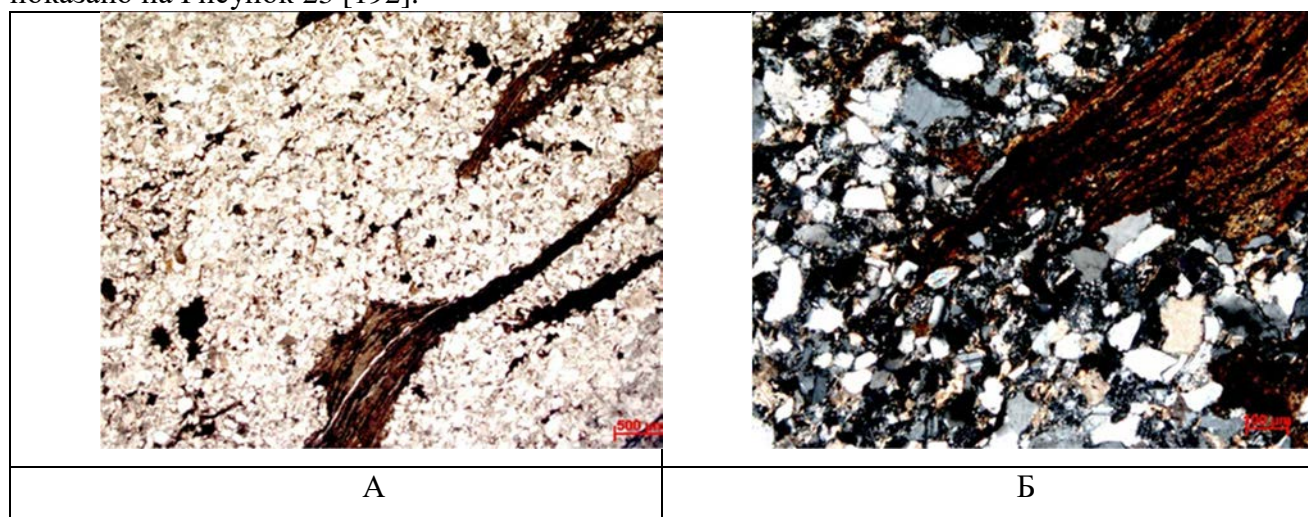
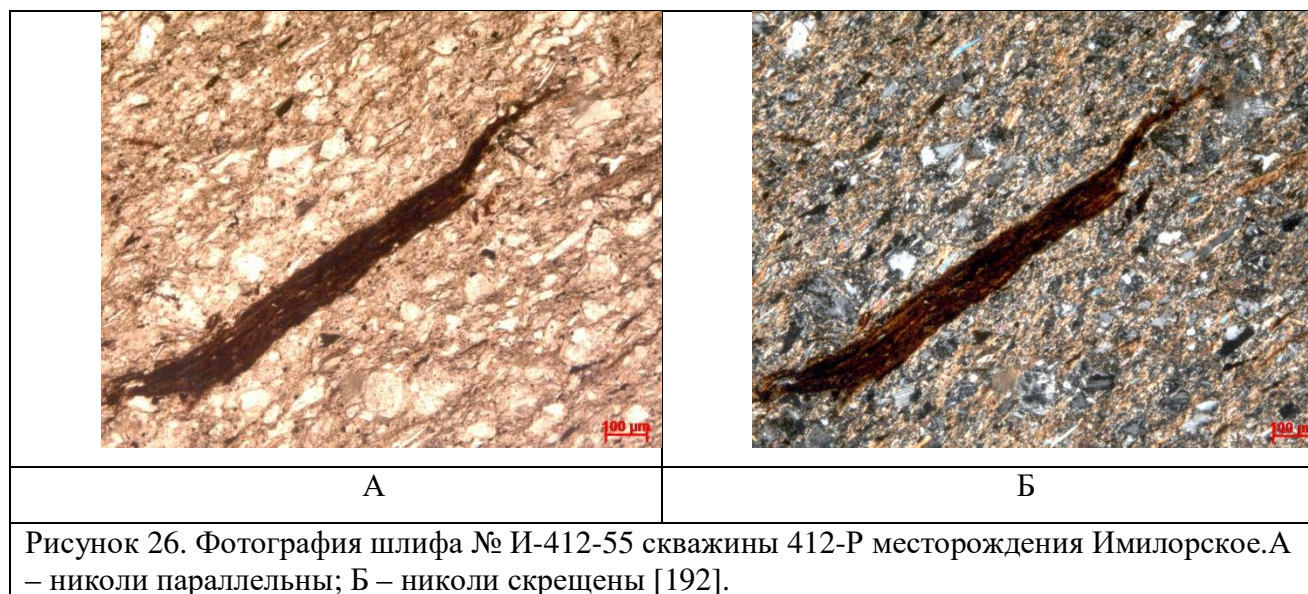


Рисунок 25. Фотография шлифа № И-405-50 скважины 405 месторождения Имилорское. А – николи параллельны; Б – николи скрещены, с бóльшим увеличением. Место отбора образца показано на Рисунок 28 [192].

Фрагменты разрушения, по-видимому, уже литифицированных баженовских пород отмечаются как в песчаных, так и в алевролитовых прослоях. На фотографии шлифа № И-412-55 (Рисунок 26) представлен алевролит крупнозернистый с примесью тонкопесчаного (20-25%), мелкопесчаного (5%) материала и единичных зерен среднетонкопесчаной размерности, хорошо сортированный, неслоистый, полимиктовый, состоит из плохоокатанных зерен кварца (45-50%), ПШ (20%), литокластов (5%), слюд (15-20%), с УРД (3%), с поровым (25-30%) глинистым полимиктовым каолинит-иллит-содержащим цементом; очень слабо доломитистый (единичные кристаллы); с единичными микротрещинами. Порода содержит единичные крупнопесчаные

литокласты высокоуглеродистых аргиллитов. Точка отбора образца показана на Рисунок 27 – мощная толща преимущественно алевролитов.



В интервалах, не затронутых деформационными процессами, баженовские породы имеют вполне традиционный облик, например, на Рисунок 30 представлен шлиф кероген-кремневоглинистой породы (шлиф № И-405-49), глобулярно-пелитовой структуры, тонко горизонтально- и линзовиднослоистой, со сферами (1-2%), с небольшой примесью (3-5%) алевритовых неокатанных зерен кварца, слюды и ПШ; пиритизированной (5-7%); слаботрещиноватой.

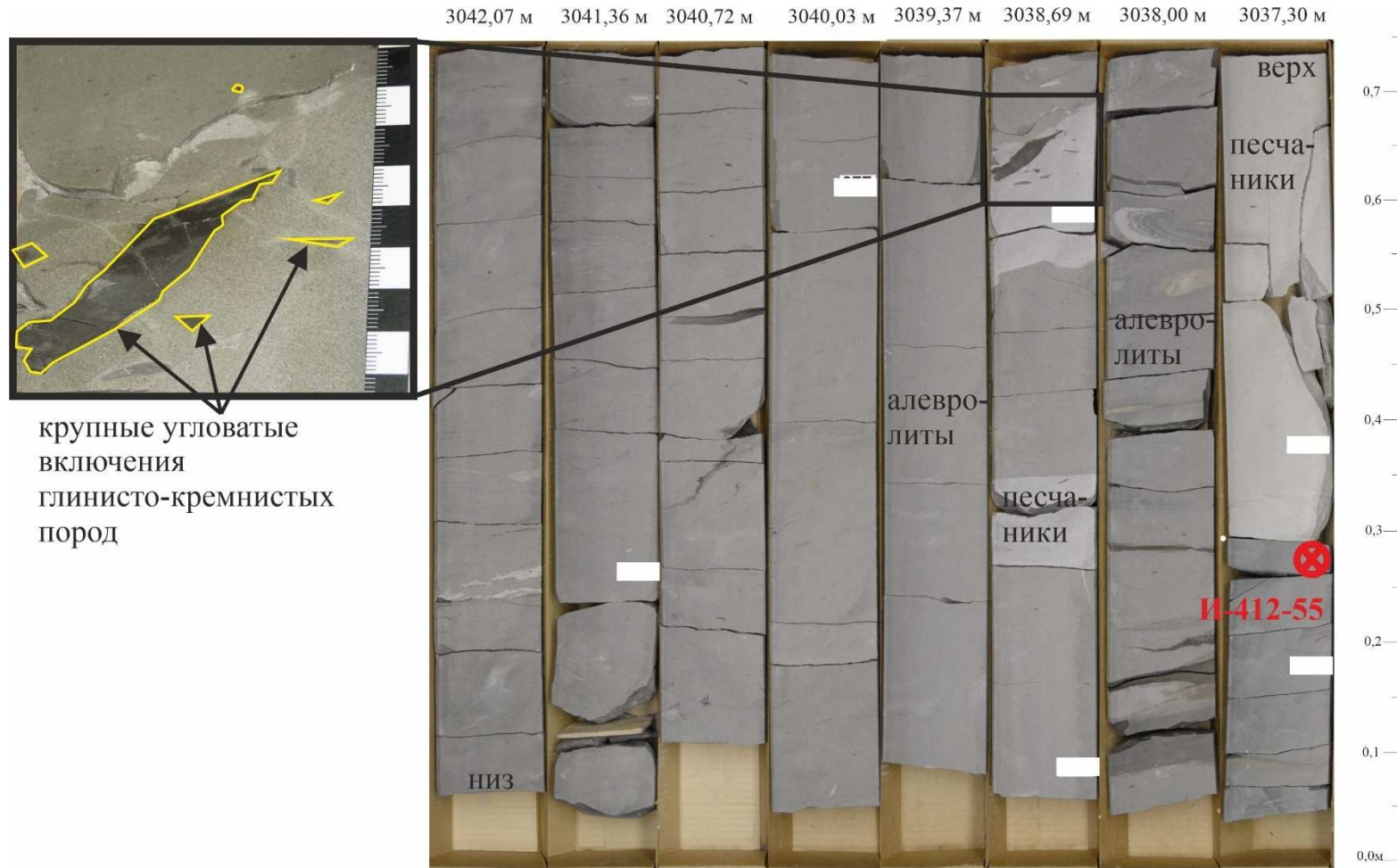


Рисунок 27. Фото керна скв. 412 Имилорской – центральная часть мощного комплекса АР баженовско-ачимовского интервала, красными кругами отмечены точки отбора образцов для изготовления шлифов



Рисунок 28. Фото керна в центральной части АР баженовско-ачимовского комплекса скв. 405 Имлорской с отмеченными местами отбора образцов для детального изучения в шлифах (красный круг), голубыми рамками показаны фрагменты, данные более крупно на Рисунок 29

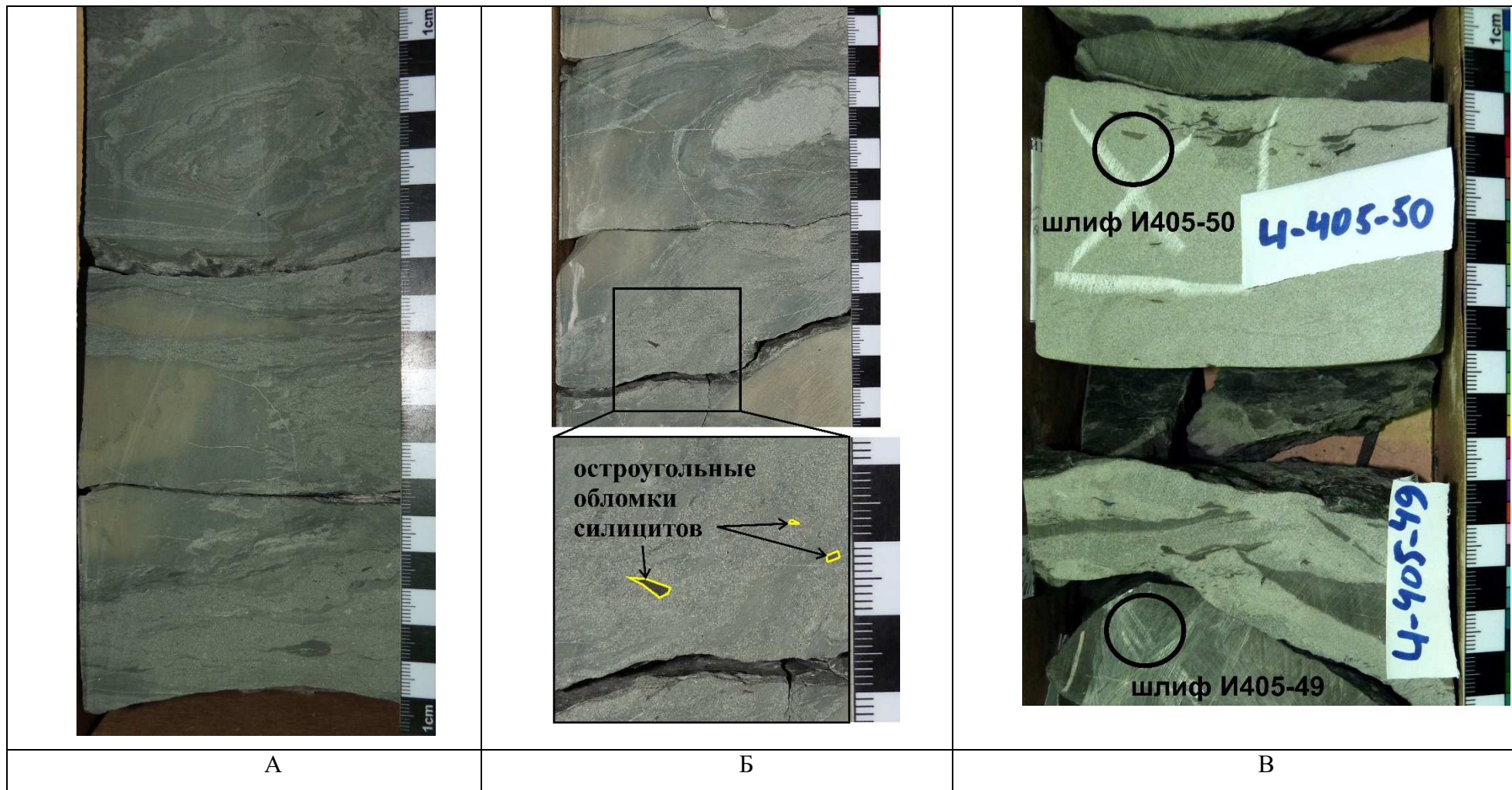


Рисунок 29. Фото фрагментов керна скв. 405 Имилорской: А) фрагмент разреза с оползевыми текстурами, с «закрутышами», Б) фрагмент с оползевыми текстурами и видимым остроугольным обломком силицита, В) неравномерное переслаивание песчаников и силитов с отмеченными точками отбора образцов, шлифы по которым представлены на Рисунок 30 и Рисунок 25.

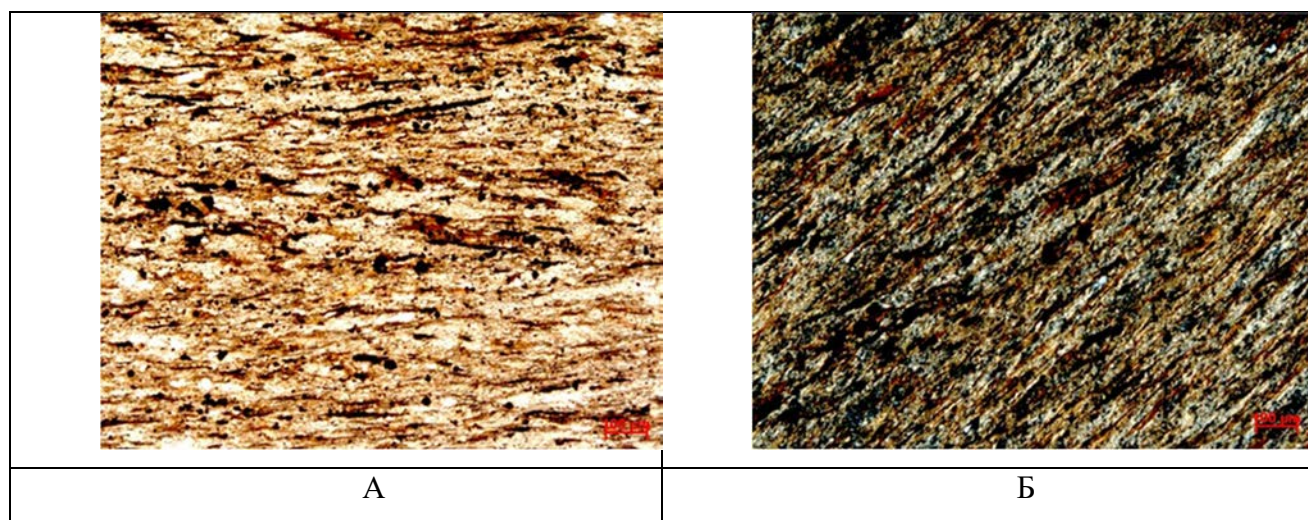


Рисунок 30. Фотография шлифа № И-405-49 скважины 405 месторождения Имилорское. А – николи параллельны; Б – николи скрещены. Место отбора образца показано на Рисунок 28 и Рисунок 30 В [192].

В отдельных интервалах в керне отмечены контакты двух типов силицитов с резкими переходами по трещиноватой границе. На Рисунок 31 представлен шлиф брекчии литокластитовой, в составе которой представлены 2 породы. Силицит колломорфный, опаловый с реликтами радиолярий, глинистый (25-30%) и слабоалевритистый (5%), со сферами (5%), пропитанный ОВ и тонкодисперсным пиритом (7%), горизонтально- и линзовиднослоистый. По резкой, трещиноватой границе сменяется силицитом колломорфным опаловым, абиоморфным, глинистым (25-30%), без реликтов радиолярий, с редкими примазками ОВ, со штриховатой горизонтальной слоистостью. Направления слоистостей в перечисленных двух типах пород – взаимноперпендикулярные.

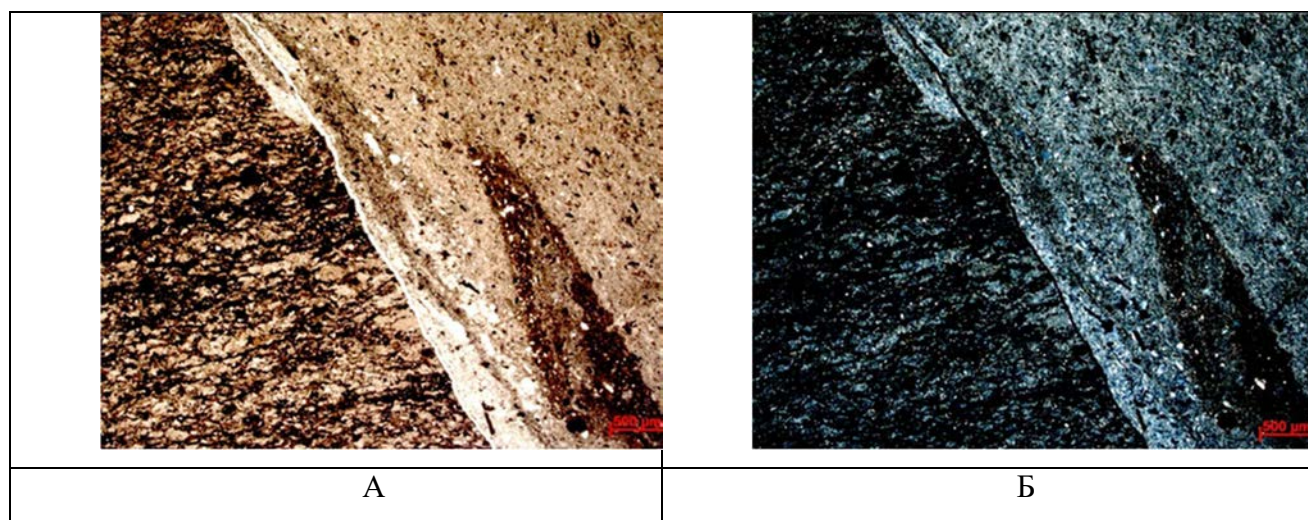


Рисунок 31. Фотография шлифа № И-405-52 скважины 405 месторождения Имилорское. А – николи параллельны; Б – николи скрещены. Место отбора образца показано на Рисунок 28 [193].

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-глинисто-песчаные тела в аргиллитоподобных георгиевских глинах, на что впервые указано в работе И.В. Панченко с коллегами, включая автора настоящей работы, «О постседиментационной природе **аномальных разрезов баженовской и георгиевской свит** (Западная Сибирь) по результатам литологии, биостратиграфии и корреляции новых керновых данных» [122]. При этом контакты с вмещающими георгиевскими отложениями полностью аналогичны описанным в баженовской свите.

«Понятия «аномальные разрезы георгиевской свиты» в литературе не встречается» [122], что ставит еще один вопрос в рамках строения и корреляции юрско-мелового комплекса Западной Сибири, а также больше склоняет к корректировке принятой в литературе аббревиатуре «АРБ» на более краткое «АР».

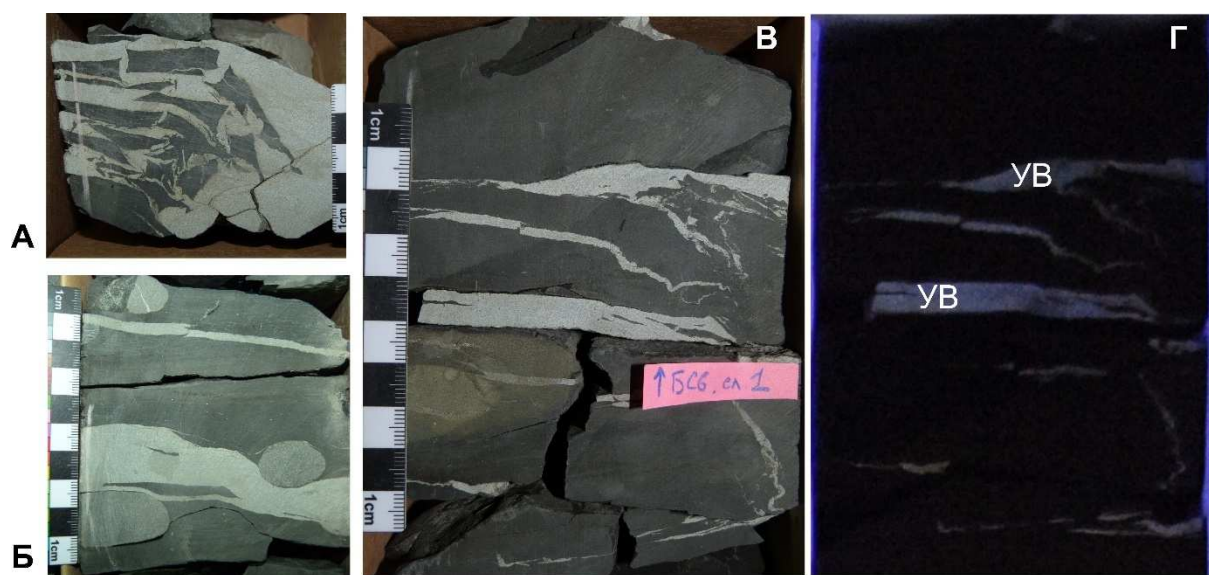


Рисунок 32. Фото керна скв. 405 Имилорской, интервалы на более полном разрезе показаны голубыми рамками на Рисунок 33. А – песчаники мелко-среднезернистые светло-серые с остроугольными интракластами силицитов/глин кремнистых; Б – глины кремнистые темно-серые с изометрично-овальными конкрециями доломитас прослоями песчаников мелко-зернистых светло-серых, георгиевская свита; В – силициты глинистые с прослоями песчаников мелко-среднезернистых мощностью 0,3 - 0,8 см, баженовская свита, Г – то же, что В, но в ультрафиолетовом свете – заметно нефтенасыщение

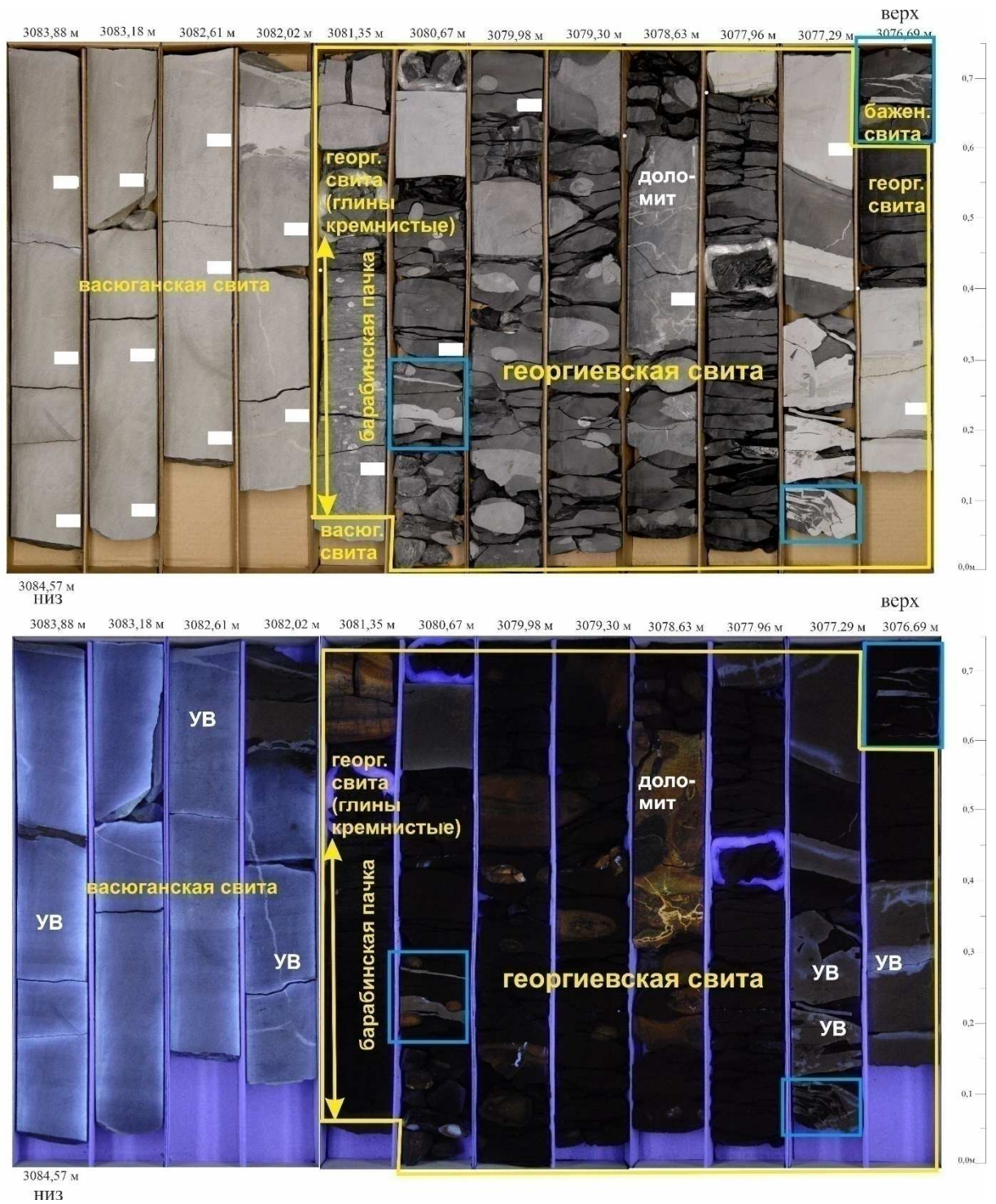


Рисунок 33. Фото керна в нижней части АР баженовско-ачимовского комплекса скв. 405 Импилорской, голубыми рамками показаны фрагменты, данные более крупно на Рисунок 32.

Подводя итоги, стоит отметить внутри баженовских разностей наличие признаков двух основных типов отложений – отложений пластических оползней и обломочных потоков.

Приведем определение обоих типов отложений, отметив, что оба являются частями непрерывной последовательности отложений гравитационного массопереноса на седиментационном склоне.

Обломочные потоки по Д. Стоу в сборнике под редакцией Г.Х. Рединга «представляют собой высококонцентрированную вязкую осадочную систему, для которой характерно ламинарное течение, могут быть сформированы различными по гранулометрии осадками – от глинистых до грубообломочных» [113]. Среди признаков алевро-песчаных обломочных потоков в зонах AP стоит назвать «отсутствие градационной слоистости, практически полное отсутствие биотурбаций, резкие границы без переходов с другими разностями, в подошвенной части встречаются темноцветные угловатые литокласты высокоуглеродистых кремнисто-глинистых пород, неяснослоистые текстуры и реликты наклонно-косо-горизонтальной слоистости» [34].

Согласно определению в геологическом словаре [38], «наиболее заметным признаком подводного оползня является наличие между двумя недислоцированными пластами (или толщами) смятого в складки пласта (или толщи). Косвенными признаками являются наличие внутриформационных плоскостей скольжения и смещение контуров фациальных зон». Аналогично по определению Д. Стоу в сборнике под редакцией Г.Х. Рединга [113] «оползневые тела представляют собой связную массу осадка, которая движется по плоскости скольжения и совершает вращательные движения, вызывая внутреннюю деформацию, смятие, деформированные складки находятся внутри недеформированных слоев».

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

Имеющиеся литературные данные о возрасте «аномальных» разрезов, основывающихся на палеонтологических находках, не очень многочисленны, тогда как для понимания последовательности осадконакопления на аномальной границе баженовской свиты и ачимовской толщи прежде всего важно разобраться, есть ли доказательства постседиментационного накопления.

А. А. Нежданов в своей работе приводит следующую статистику [104]:

1) «В битуминозных разностях Вартовского района (Тагринская, Урьевская, Поточная площади) встречены типичные представители волжской фауны – дорзопланиты и павловии, а также редкие комплексы фораминифер волжского возраста. В небитуминозных разностях найден редкий растительный детрит, остатки ихтиофауны, единичные двустворки плохой сохранности.

2) В скв.1-п Асомкинской площади А.И. Лебедевым определена в темно-серых глинах *Vucnia* sp. (? *Vucnia* ex GR. OKENSIS), что не противоречит неокомскому возрасту вмещающих пород.

3) В скв. 41-р и 42-р Восточно-Перевальной площади Т.С. Безруковой и М.А. Перегудовой определены берриас-валанжинские спорово-пыльцевые комплексы, характеризующиеся высоким содержанием хвойных растений, присутствием спор схизейных и резко отличающихся по составу от позднеюрских комплексов. Образцы глинистых небитуминозных пород «аномальных разрезов» баженовской свиты отмывались на микрофауну, но все они оказались «пустыми.» [104]

До настоящего момента наиболее полные результаты по этой теме принадлежали авторству Ю.В. Брадучана с коллегами [21]. В 2004 году ими были представлены результаты микропалеонтологического анализа образцов керна из скв.307 Северо-Конитлорского месторождения, вскрывшей «аномальный» разрез баженовской свиты (Рисунок 34).

В баженовских отложениях находки различной фауны весьма многочисленны, но в большинстве случаев с крайне низкой степенью сохранности руководящих форм (аммониты, двустворки). 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 аномальных песчаников и углеродистых силицитов по единой палеонтологической группе трудно осуществимо.

Для проведения микропалеонтологических и биостратиграфических исследований образцов кернa была выбрана скв. Идилорская 412Р в интервале глубин 3011,10 – 3086,86 м, скважина с наиболее полным выносом кернa в сравнении с другими Идилорскими. Для повышения надежности биостратиграфических определений было принято решение полностью исключить взаимодействие групп специалистов, занимавшихся определениями возраста, между собой. Таким образом, данное исследование можно считать независимым. Определения возраста по ралиоляриям было выполнено специалистами, не знающими в процессе работ, какой возраст получается у специалистов, работающих по палинологии и фораминиферам, и соответственно наоборот. Такой подход позволяет говорить о корректности проведенных исследований, исключая подход определения возраста «под определенную идею или концепцию строения АРБ».

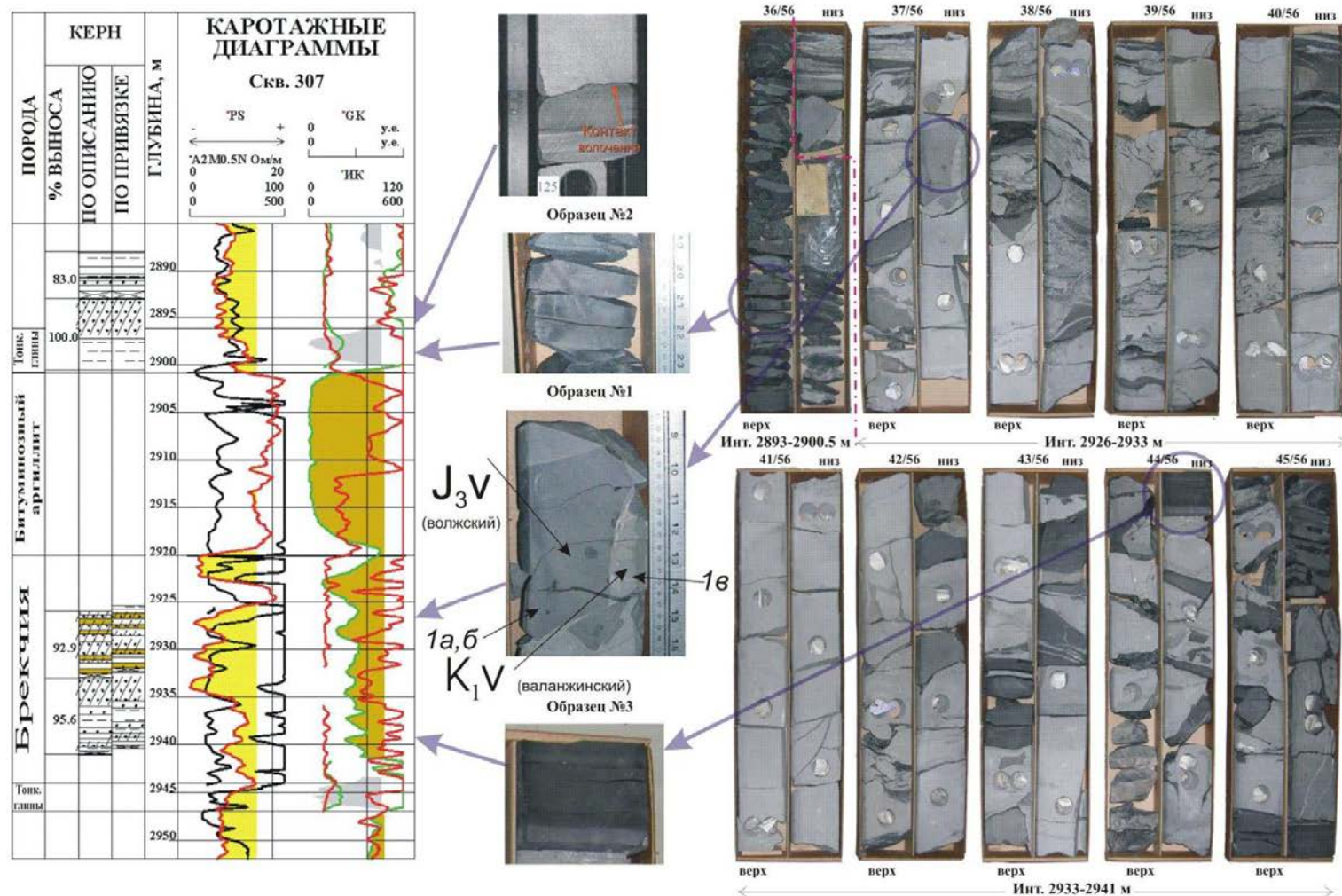


Рисунок 34. Керновый материал из зоны аномального разреза Северо-Конитлорской скв.307. «Каротажная, палеонтологическая и литологическая характеристика тела внедрения в Северо-Конитлорской скв. 307 (светло-серые – мелкозернистые песчаники, серые – аргиллиты (глины), черные – баженовские глинисто-кремнистые породы. Контакт пород мелового и юрского возраста доказан палеонтологически в пределах образца №1» (Брадучан Ю. В и др. [21])

Таким образом, в рамках независимого исследования образцов керн Имилорского месторождения в двух разных научных лабораториях выполнены определения возраста пород. В.С. Вишневецкой (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 Раевской Е.Г. (Куликова Н.К., Федорова А.А., Савельева Ю.Н., Шерукова О.В., Федяевский А.Г., Платонов Е.С., Паль А.В., Очкасова Е.С.).

Фрагмент колонки разведочной скважины 412 Имилорского месторождения с вынесенными результатами определения возраста по комплексу методов приведен на Рисунок 35, а на Рисунок 16 сопоставлен с данными по «классическому» разрезу баженовской свиты в скв. 401 Имилорской.

Комплексирование результатов (Рисунок 36) выполнено коллективом ЗАО «МиМГО» под руководством Панченко И.В. с участием автора [122]. «Анализ показал, что аномальные терригенные тела по палинологическим данным уверенно определяются как нижневаланжинские (Рисунок 37) по характерным таксонам *Pseudoceratium pelliferum*, *Gochteodinia villosa multifurcata*, *Gochteodinia villosa villosa*, *Gochteodinia judilentinae*, *Prolixosphaeridium spp.*, *Tubotuberella apatela*, *Heslertonia sp.*, *Muderongia sp.*, *Muderongia simplex*, *Muderongia australis*, *Muderongia endovata*, *Oligosphaeridium complex*, *Oligosphaeridium totum totum*, *Hystrichodinium pulchrum*, *Batioladinium micropodum*, *Batioladinium jaegeri*, *Spiniferites ex gr. ramosus*, *Achomosphaera neptuni*, *Cleistosphaeridium sp.*, *Stiphrosphaeridium dyctiophorum*, *Bourkidinium granulatum*, *Dingodinium sp.*, *Chlamydophorella nyei* и др» [122], тогда как «возраст силицитовых пород по современным данным определения аммонитов, радиолярий и палиноморф специалистами трактуется от средне-волжского до рязанского» [124].

Таким образом, данные биостратиграфии указывают на более молодой возраст песчано-алевритовых прослоев по сравнению с карбонато-глинисто-кремнистыми баженовскими, что сужает спектр возможных теорий образования зон AP и выводит на первый план гипотезу оползневых постседиментационных внедрений ачимовских отложений в частично литифицированные баженовские.

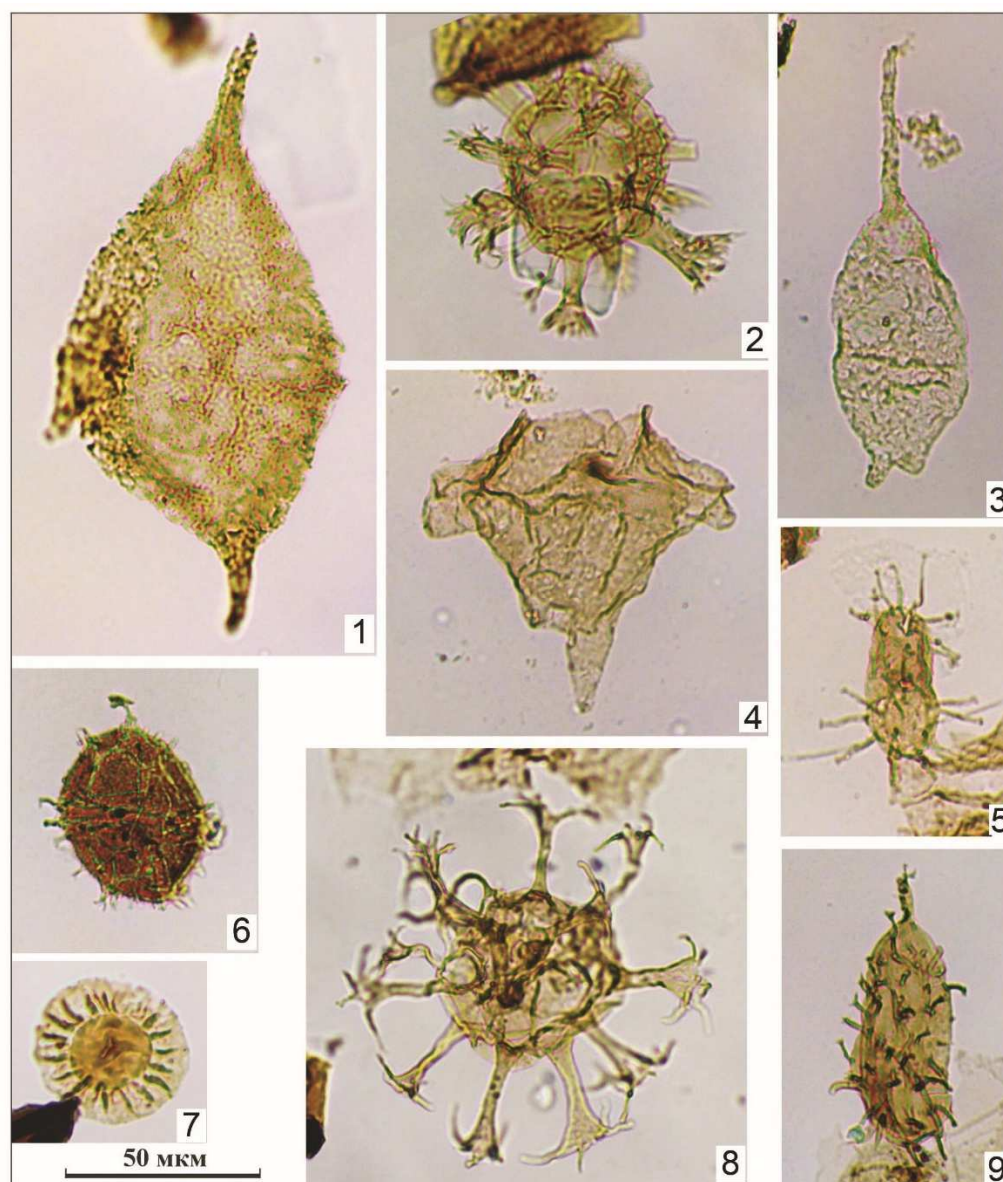


Рисунок 37. Некоторые валанжинские палиноморфы из аномальных терригенных прослоев внутри баженовской свиты: 1- *Pseudoceratium pelliferum* Gocht, 1957, гл. 3063,24 м; 2 – *Kleithriasphaeridium meinodes* (Eisenack, 1958) Davey, 1974, гл. 3063,24 м; 3 – *Batioladinium jaegeri* (Alberti, 1961) Brideaux, 1975, гл. 3059,49 м; 4 – *Muderongias simplex* Alberti, 1961, гл. 3059,49 м; 5 - *Bourkidinium granulation* Morgan, 1975, гл. 3059,49 м; 6 – *Spiniferites* sp., гл. 3063,24 м; 7 – *Pterospermella* sp., гл. 3048,90 м; 8 – *Oligosphaeridium complex* (White, 1842) Davey and Williams, 1966; гл. 3074,26 м; 9 – *Gochteodiniavillosa* subsp. *Multifurcata* Davey, 1982, гл. 3063,24 м. Все образцы из скв. Имилорская 412.

3.4 Детализация строения зоны AP на примере Поточной площади

Детализация строения Поточной зоны AP по сейсмическим данным

Для детальной интерпретации внутреннего строения зоны AP автором выбрана хорошо разбуренная и покрытая сейсмическими данными 3D площадь Поточного и рядом расположенных Северо-Поточного, Малоключевого месторождений.

Впервые об оползневой природе Поточно-Покачевской зоны писали Е.В. Олейник и Г.И. Плавник в своей работе (Рисунок 38) [117]. 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», то есть разработать методики с использованием сейсмических данных.

Наиболее вероятным триггером образования подводных оползней являются землетрясения. Подводные оползни часто вызывают образование характерных текстур изолированных “закрутышей” и так называемых “факоидов”, т. е. линз-закрутышей, формирующихся тогда, когда мощные оползни своим давлением вызывают разлинзование пластов с образованием закрутышей, ограниченных плоскостями скольжения и разрыва. Подводные оползни часто порождают суспензионные потоки.

Говоря об условиях образования, Е.В. Олейник связывает наличие оползневого тела с «потоком обломочного материала, прошедшего по южному рукаву палеодельты Оби под воздействием внешних сил, например, тектонических подвижек, землетрясений, штормовых волн» [117]. По скважинным данным Е.В. Олейник предполагает образование оползневого тела в два этапа – два цикла, на профиле вдоль тела нашли отражение оба яруса (Рисунок 39). Сначала образовался более древний, расположенный восточнее, затем, срезая частично уже отложенные осадки, после кратковременной трансгрессии проявился второй этап – второй ярус.

Привлечение современных технологий анализа сейсмических материалов позволили углубиться в строение Поточно-Покачевской зоны и сделать модель существенно более детальной.

Традиционный подход геофизиков при анализе внутреннего строения любого объекта по сейсмическим данным включает в себя визуальный анализ изменчивости амплитуд, фаз, частоты и конфигурации отражений; изучение величины временных интервалов между ОГ, структурный анализ, а также возможно привлечение специальных методов изучения волнового поля (различные виды инверсий, проведение спектральной декомпозиции, классификация по форме трасс и т.д.). Однако все эти методы должны применяться в определенном окне и/или интервале, в то время, как в связи с дробной корреляцией ОГ Б оставалось совсем не очевидным, в каком интервале и как считать атрибуты. С этим связано отсутствие моделей, основанных на

сейсмических данных, отсутствие карт эффективных толщин, хотя сейсмическими данными покрыты достаточно много площадей с АР, иногда даже высокоплотными, широкоазимутальными данными, но это не решает проблемы поиска верного окна для расчета атрибутов.

Основным методом анализа стало комплексирование результатов спектральной декомпозиции сейсмических материалов 3D с данными ГИС и керна для построения итоговой сейсмо-седиментологической модели.

При проведении корреляции использовался полный комплекс ГИС по всем скважинам. Используются материалы методов собственной поляризации, бокового каротажа, индукционный метод, метод кажущегося сопротивления, кавернометрия, методы наведенной (НКТ) и естественной (ГК) радиоактивности. Геологическая корреляция была интегрирована с результатами интерпретации данных сейсморазведки 2D и 3D с помощью привязки продуктивных пластов к волновому полю.

Спектральная декомпозиция – метод динамической интерпретации сейсмических данных, направленный на изучение внутреннего строения интервала и поиск геологических объектов путём разложения волнового поля на частотные составляющие.

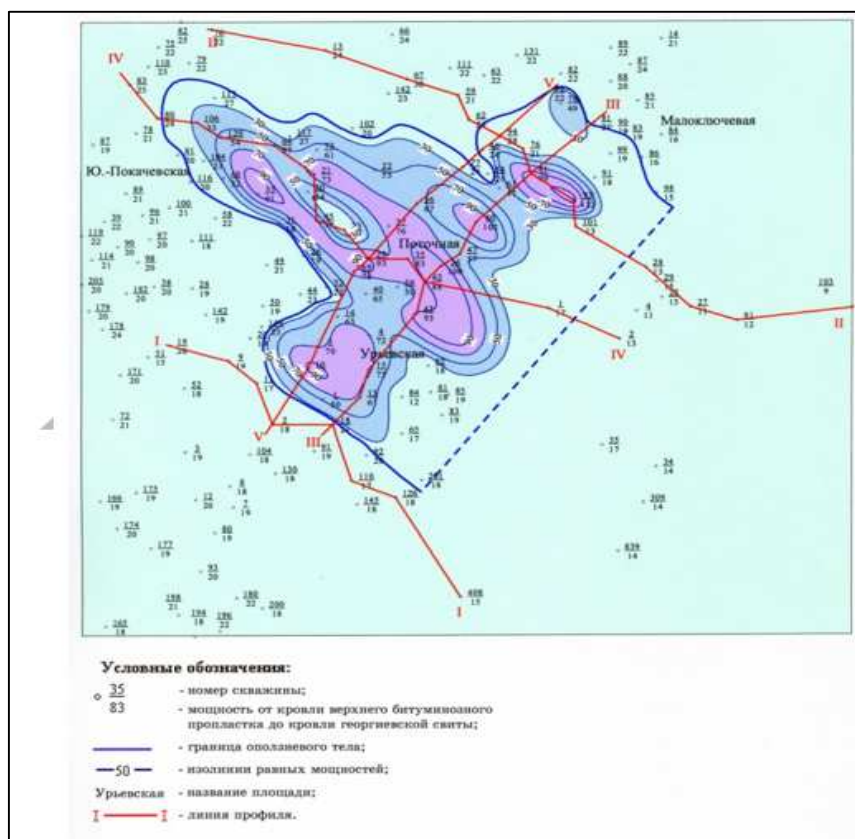


Рисунок 38. Карта мощностей от кровли верхнего битуминозного пропластка до кровли георгиевской свиты, характеризующая Поточную зону АР, Олейник Е.В. 2007 [117]

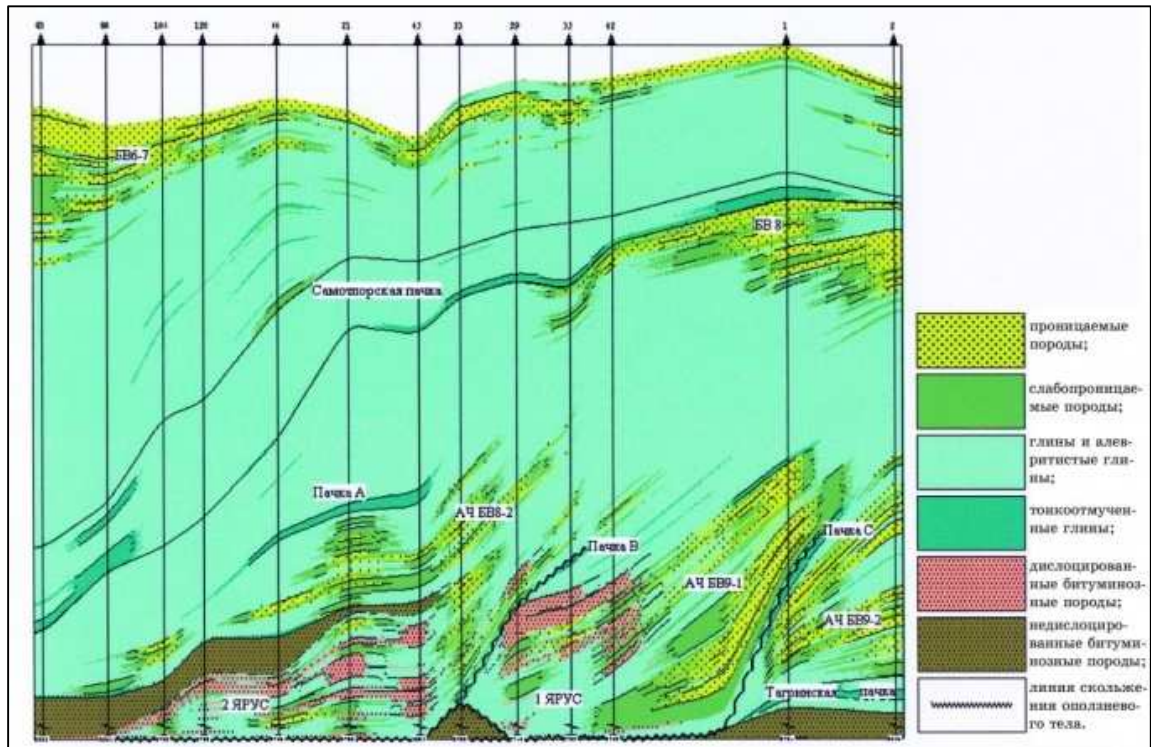


Рисунок 39. Профиль, выровненный на кровлю георгиевской свиты. Расположение профиля показано на Рисунок 38, Олейник Е.В. 2007 [117]

Преимущества изучения внутреннего устройства ачимовских клиноформных объектов методом спектральной декомпозиции в своей диссертационной работе описал А.В. Буторин [26]. В рамках его диссертации обоснована возможность использования спектральной декомпозиции волнового поля с целью увеличения достоверности сейсмогеологических моделей. Доказательство возможности применения метода и его эффективность показаны как на модельных, так и на реальных сейсмогеологических данных.

«Спектральный подход к анализу волнового поля в условиях ачимовских коллекторов в значительной степени превосходит по информативности стандартные методики анализа волнового поля. Детальность RGB-карт делает спектральную декомпозицию эффективным инструментом для определения внутреннего строения ачимовских пластов. Результирующий цвет аномалии определяется сочетанием трех спектральных характеристик – доминантная полоса частот определяет цветовой отклик аномалии» [26].

«Сейсмическое отражение является результатом интерференции откликов от нескольких близко расположенных границ, и в зависимости от мощности пластов определенные частотные компоненты могут быть подавлены, то есть в спектре формируются минимумы. Анализ амплитуд отдельных частотных компонент частотных составляющих позволяет выделять объекты за пределами общепринятой оценки разрешающей способности сейсмических данных. Эффект зависимости спектральных компонент сейсмического сигнала от временной мощности

тонкого пласта позволяет фиксировать изменения его свойств даже при толщине менее $\frac{1}{4}$ длины волны на доминантной частоте» [27].

Выбор частот основывается на изучении амплитудно-частотного спектра конкретных данных массива 3D. Проведение анализа частотных кубов выполняется с использованием техники RGB-смешивания: извлекаются значения амплитуд из трех разных кубов по выбранному слайсу; интенсивность частот подкрашивается определенным цветом: в случае работы с Поточным кубом 3D 20 Гц – красным, 30 Гц – зеленым и 40 Гц – синим. После этого происходит смешивание этих значений в палетке цветов RGB.

Результаты спектральной декомпозиции позволили детализировать геологическое строение перспективных интервалов и локализовать в разрезе отдельные геологические тела.

Мощность собственно баженовских отложений (классический разрез) составляет на Поточной площади в среднем 20-35 м. Лишь в зонах развития аномально опесчаненных разрезов толщины баженовской свиты резко увеличиваются, достигая 100 м. Используются суммарный сейсмический массив 3D (кратность 24, площадь 730км²) и 175 поисково-разведочных и эксплуатационных скважин (Рисунок 40).

При базовой корреляции аномального разреза баженовской толщи в рамках работ по подсчету запасов традиционно на данном месторождении выделялись пласты ЮВ0 и ЮВ0-1 также, как и на соседнем Северо-Поточном месторождении. В составе ачимовской толщи в большинстве работ по изучению месторождения выделяется пять самостоятельных пластов, разделенных пачками глин: Ач3, Ач2 (Ач2-2 и Ач2-1 в ряде работ), Ач1.

При последовательном накоплении осадков нижние пласты ачимовской толщи – Ач3 и Ач2-2 – способствовали нивелированию баженовского структурного плана. Пласты Ач2-1, Ач2-2 и Ач3 в пределах лицензионного участка залегают с неясно выраженным угловым несогласием по отношению к кровле баженовской свиты, четко прослеживается характерное угловое примыкание к баженовской кровле ачимовских пластов. Только пласт Ач1 имеет покровный характер и распространен повсеместно по площади.

Для изучения строения зоны AP построена серия пропорциональных срезов в интервале между ОГ Ю1 и перекрывающим ачимовским горизонтом площадного распространения – в данном случае ОГ Ач1 (Рисунок 41). Аналогичный подход в плане анализа не параллельных срезов через определенное количество миллисекунд, что обычно выполняется сейсмиками-интерпретаторами для конформно залегающих интервалов, а построение пропорциональных срезов – показал свою эффективность при изучении автором клиноформных объектов ачимовской толщи на других площадях [34].

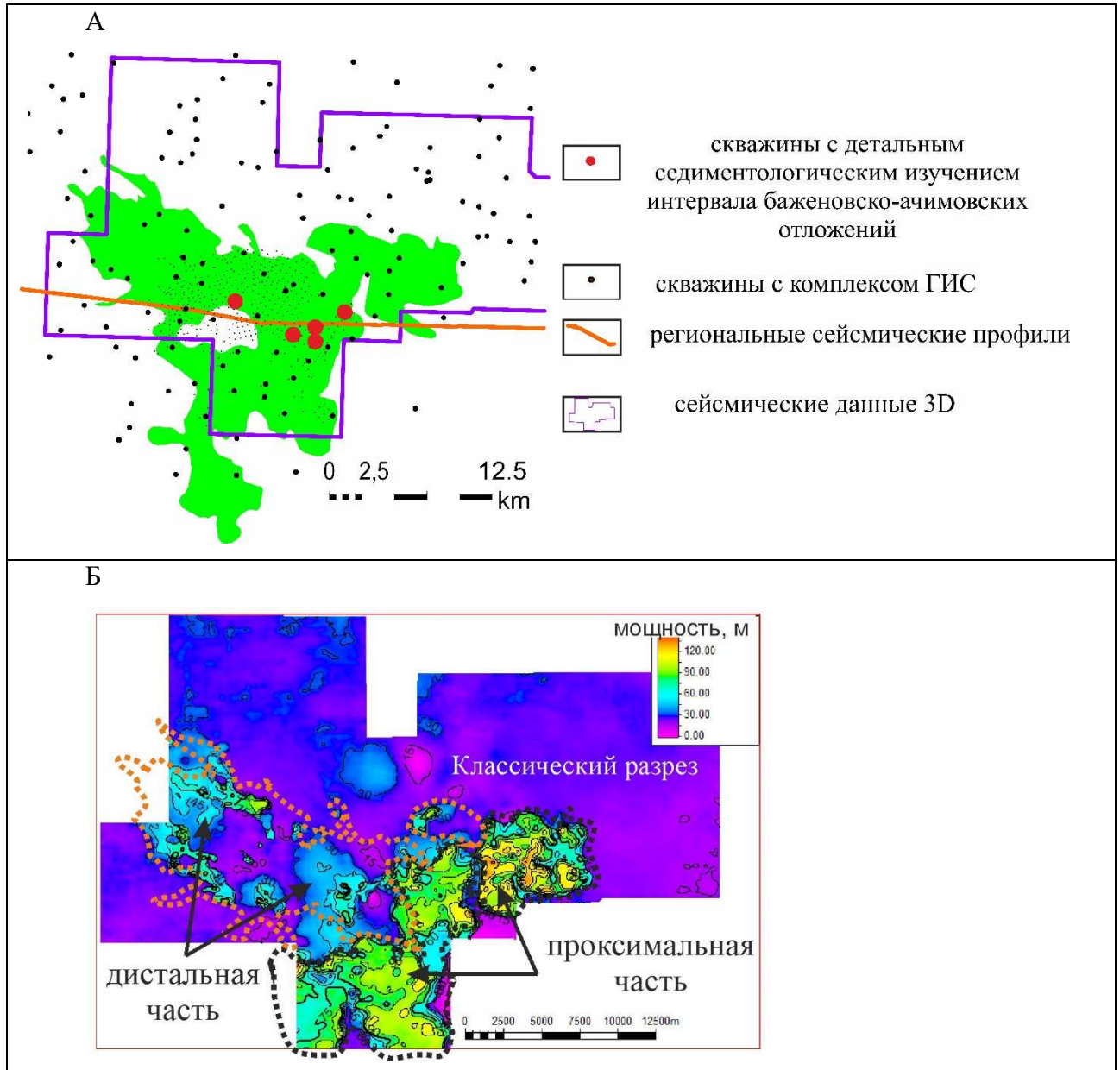


Рисунок 40. Схема фактического материала, использованного для построения модели на Поточном ЛУ (А) и карта толщин баженовской свиты (построена между кровлей баженовской и кровлей георгиевской свит), включая зону АР, на сейсмических данных 3D Поточного ЛУ

По полученным срезам снят набор атрибутов, но ярче всего отдельные тела видны на картах результата спектральной декомпозиции при смешении частот 20, 30, 40 Гц, если рассматривать Поточный куб 3D.

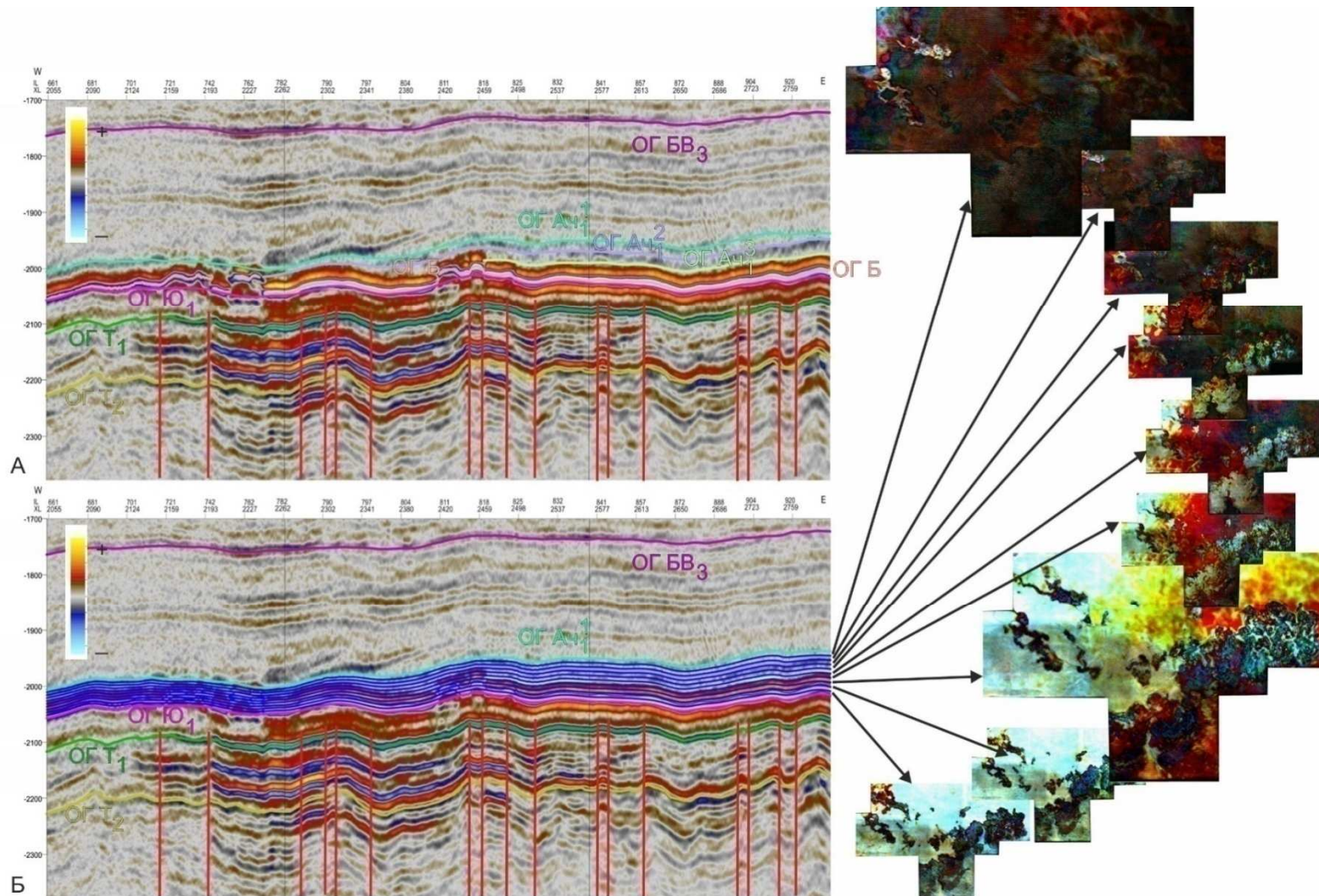
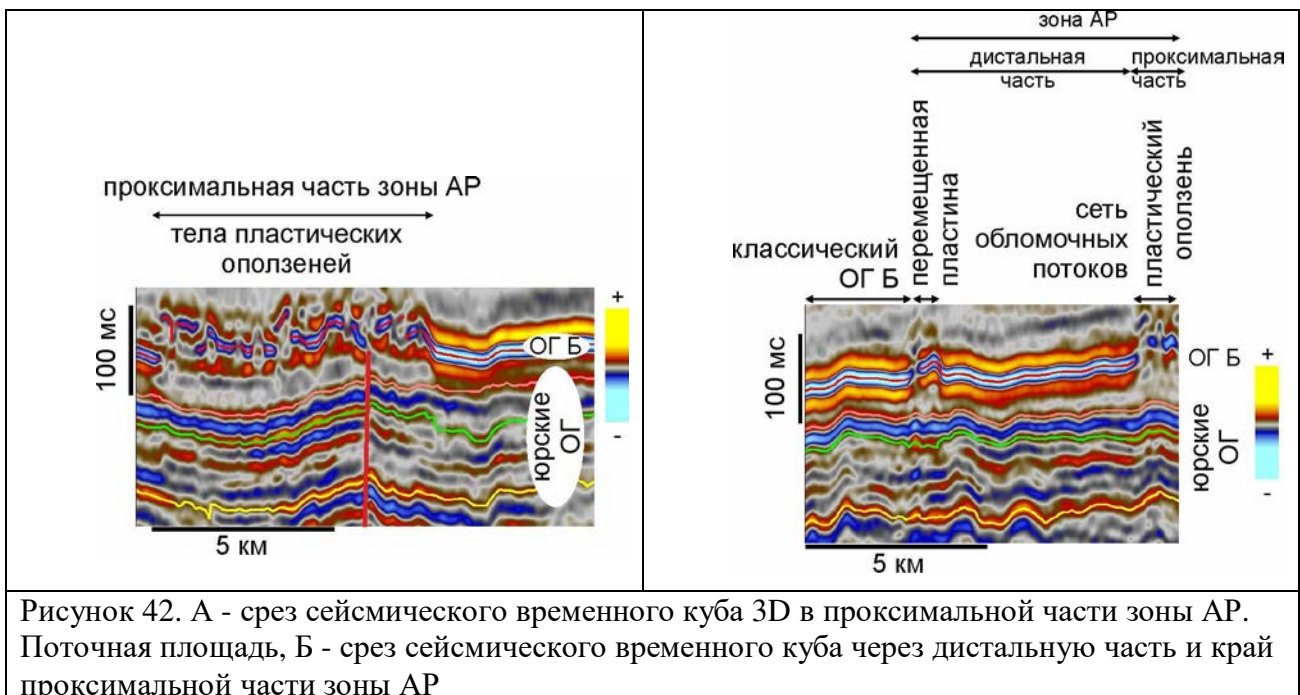


Рисунок 41. Вертикальный срез сейсмического временного куба Поточной площади с корреляцией отражающих горизонтов (А) и рассчитанными псевдо-ОГ – последовательными палеосрезами (Б). Для каждого палео-среза построена карта результата спектральной декомпозиции в интервале баженовско-ачимовских отложений (справа)

По сейсмическим данным выделены и впервые закартированы по площади две части зоны AP, названные по аналогии с ачимовскими отложениями: проксимальная (ближе к источнику материала) и дистальная (дальше от источника материала).

Изометричные оползневые тела (Рисунок 42), расположенные на востоке и юге зоны, состоят из ряда отдельных тел и характеризуются расходящимся волнообразным рисунком каждого из них. Размеры каждого тела – первые километры. Визуально по временным сейсмическим разрезам для проксимальной части зоны AP характерны часто полупрозрачная, хаотичная сейсмическая запись, прерывистый, на отдельных участках низкоамплитудный характер записи.

Западнее (Рисунок 42) расположен обширный участок, внутри которого на карте результата спектральной декомпозиции видны «руслоподобные» аномалии длиной до 20 км и шириной порядка 500 м каждый – на интерпретированной модели они выделены желтым и вытянуты в направлении на северо-запад. Визуально по временным сейсмическим разрезам для дистальной части зоны AP характерны спокойные, субпараллельные отражения незначительно изменяющейся интенсивности.



Инъекционные тела в дистальной части обычно слабее отличимы в сейсмическом временном поле, нежели зоны мощных в десятки метров тел пластического оползня, однако картируются при использовании спектральной декомпозиции, способной вычленять достаточно тонкие тела.

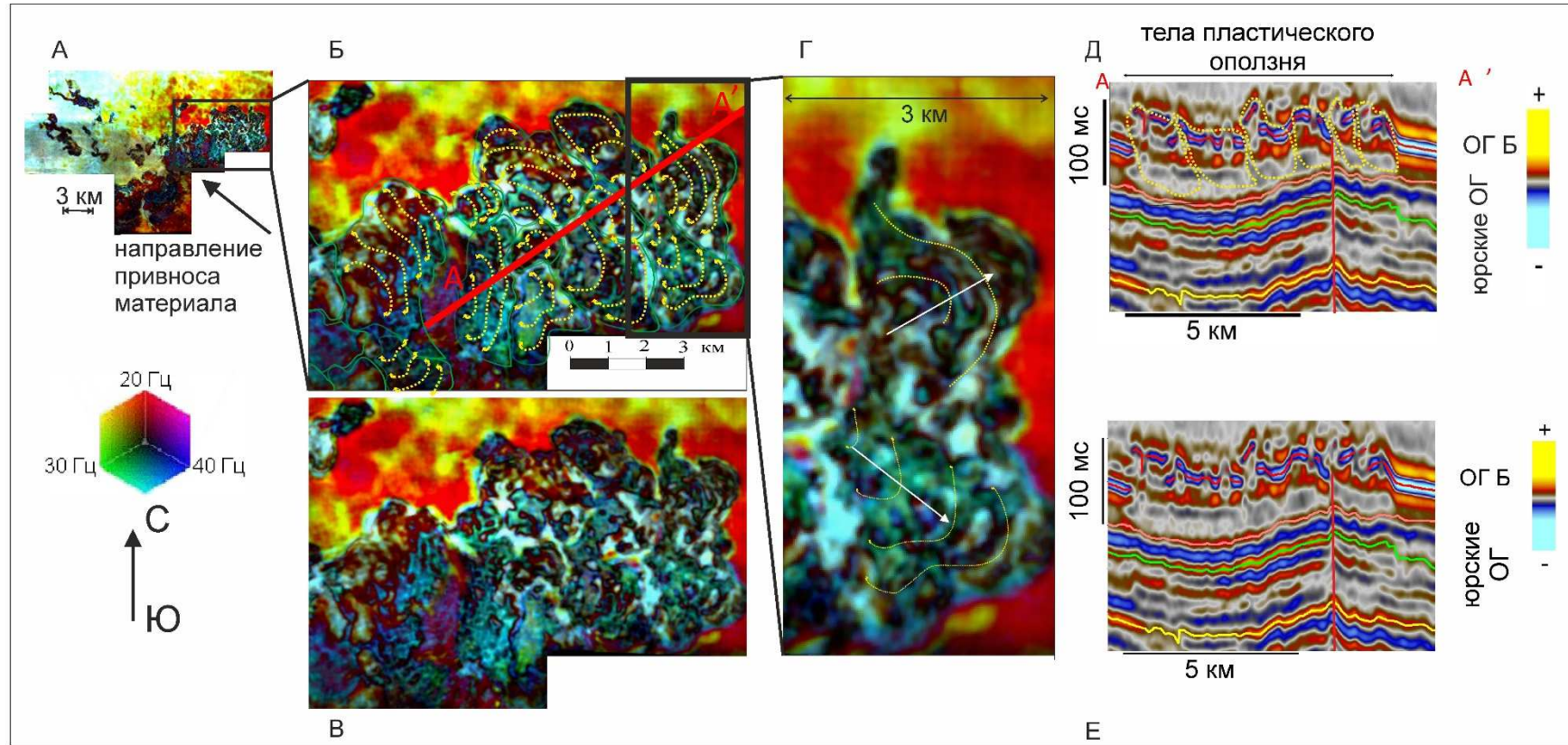


Рисунок 43. Отображение тел пластического оползня на сейсмических данных: А, Б, В, Г – карты результата спектральной декомпозиции с интерпретацией и без в разном масштабе, Д – вертикальный срез сейсмического временного куба с выделенными отдельными оползневыми телами, Е – то же без интерпретации

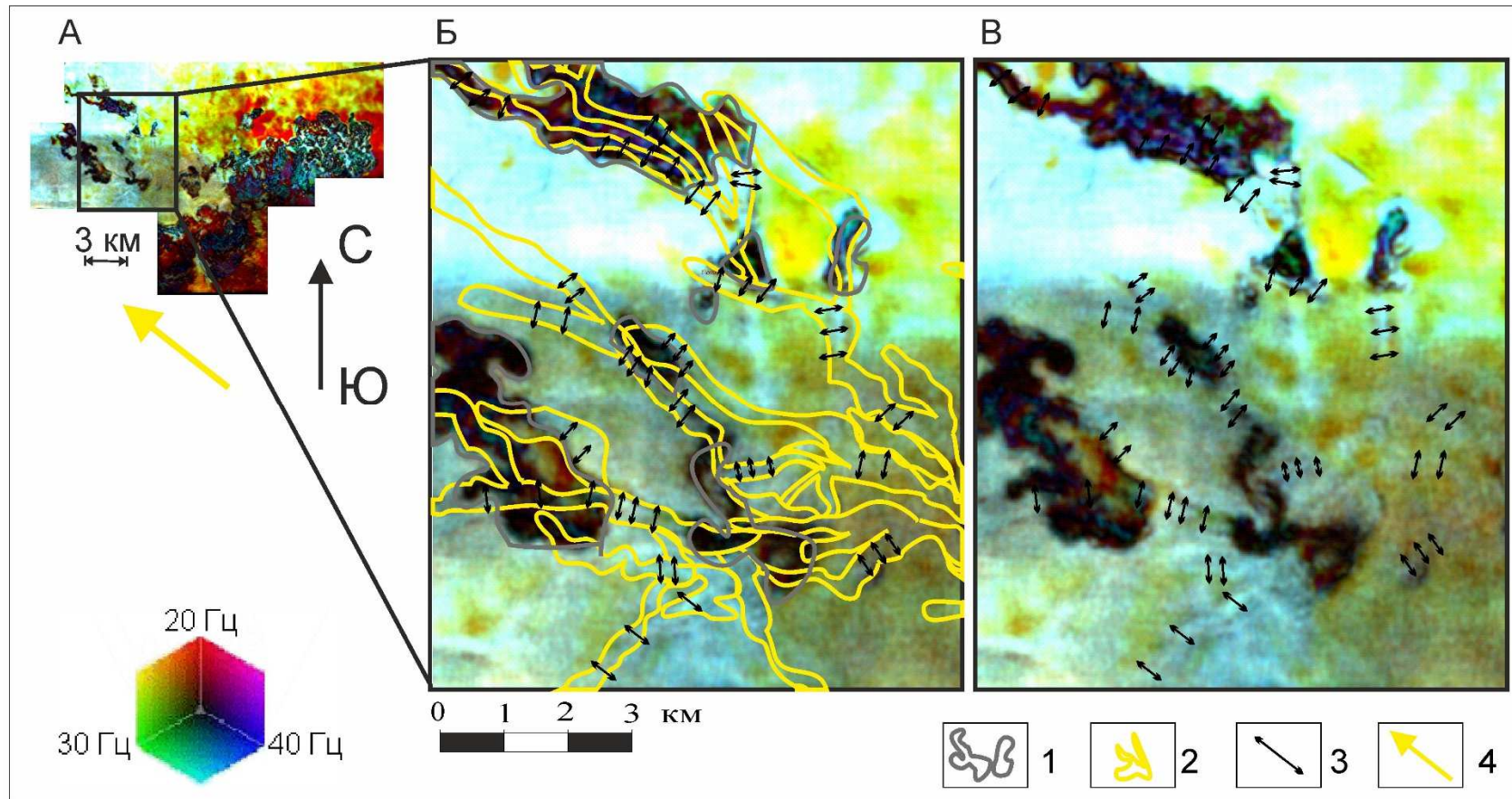


Рисунок 44. Отображение характерных для дистальной части зоны AP элементов на сейсмических данных: А, Б, В – карты результата спектральной декомпозиции с интерпретацией и без в разном масштабе. Условные обозначения: 1 – перемещенные пластины, 2 – центральные части потоков в теле внедрения, 3 – видимая толщина потоков, 4 - направление привноса материала

Фиолетовым полупрозрачным оттенком на интерпретированных картах спектральной декомпозиции, а затем и на модели строения отмечены приподнятые зоны различных размеров в пределах инъекционного участка оползня – перемещенные пластины, которые образовались за счет перемещения крупных пластин силицитов на пути продвижения внедрений. Геомеханика процесса внедрения, расслоения силицитов и поднятия из-за этого подобных пластин подробно описана в работах В.Ф. Гришкевича, в том числе (В.Ф. Гришкевич и др., 2017 [48]) и (В.Ф. Гришкевич и др., 2019 [49]), где пластины названы более литературно – «всплывающие острова» из-за своего возвышающегося положения в центре дистального участка. Перемещенные пластины расположены на пути распространения обломочных потоков и часто повторяют общую геометрию потока.

«Внешний облик на временных сейсмических разрезах отражающего горизонта от кровли баженовской свиты (ОГ Б) в области между перемещенными пластинами в пределах дистального участка визуально схож с поведением сейсмических фаз при классическом строении комплекса, различия заметны только на картах результата спектральной декомпозиции» [34].

На рисунке ниже (Рисунок 46) показана итоговая модель строения зоны аномального разреза баженовско-ачимовских отложений Поточной площади, основанная на взаимоувязанной интерпретации скважинных и сейсмических данных, которая в итоге работ стала основой для оконтуривания песчаных тел, содержащих УВ. Вертикальный срез сейсмического временного куба Поточной площади показан на рисунке 47.

Для подтверждения модели использовались кроме сейсмических также и скважинные данные в максимальном объеме.

Контуры Поточной зоны АР менялись с течением времени и с увеличением степени изученности. На первой стадии изучения контур зоны АР проводился по скважинным данным (Рисунок 48), на второй – детальный контур проводился на основании сейсмических данных по видимой картине аномального ОГ Б на временных разрезах, при этом существенно сократилась площадь, стала выглядеть как множество отдельных фрагментов, не связанных друг с другом системой (черный контур). На третьей стадии – после плотного покрытия территории эксплуатационным бурением и создания сейсмогеологической модели – в дистальной части зоны АР площадь разрастается по сравнению с чисто сейсмическими границами (зеленый фон при сравнении с черным контуром на рисунке), контур оказывается более детальным, но при этом вся площадь АР является связанной, не в пример выделению по сейсмическим данным отдельных участков.

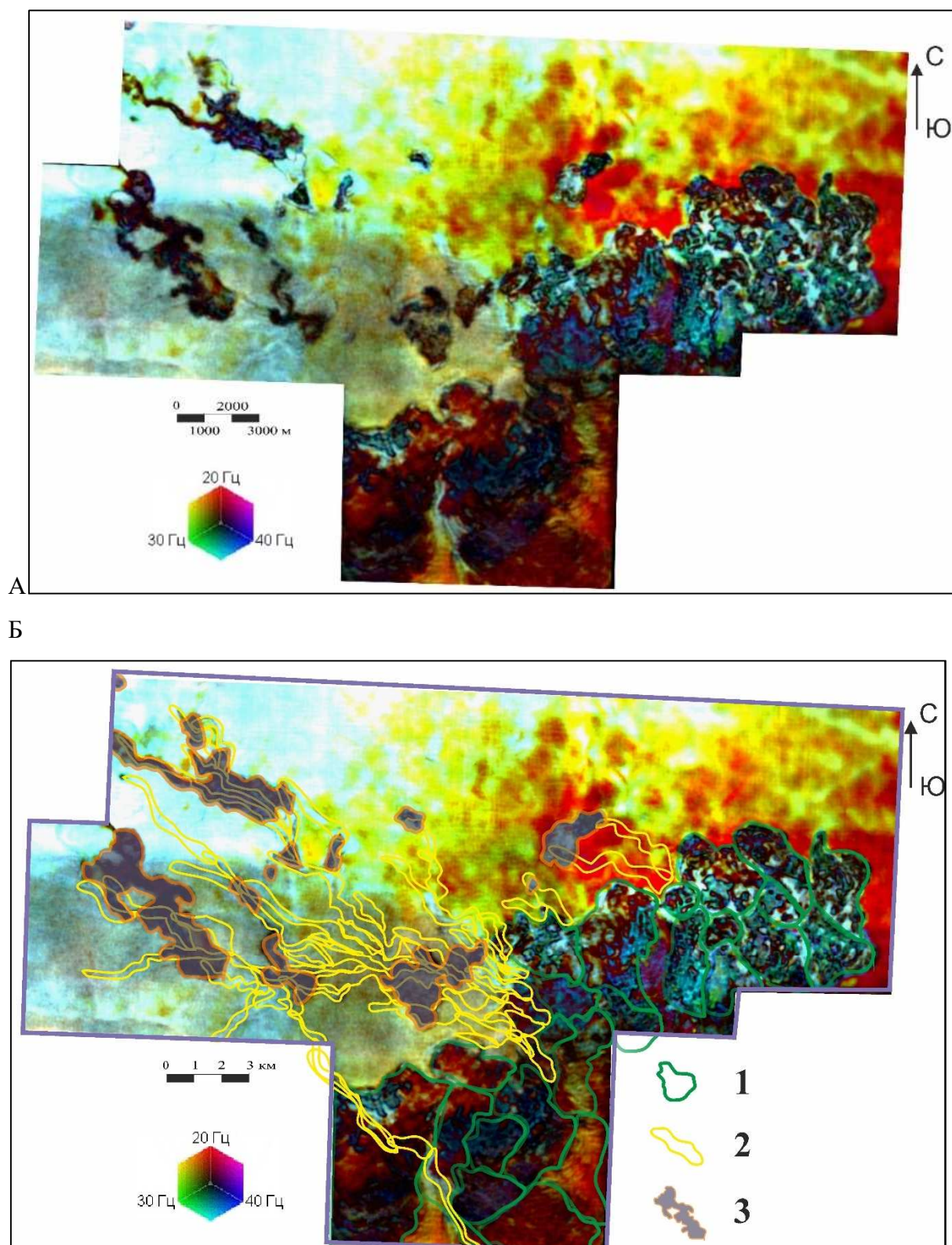


Рисунок 45. Карта результата спектральной декомпозиции в интервале баженовско-ачимовских отложений Поточной площади без интерпретации (А) и с интерпретацией (Б)

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

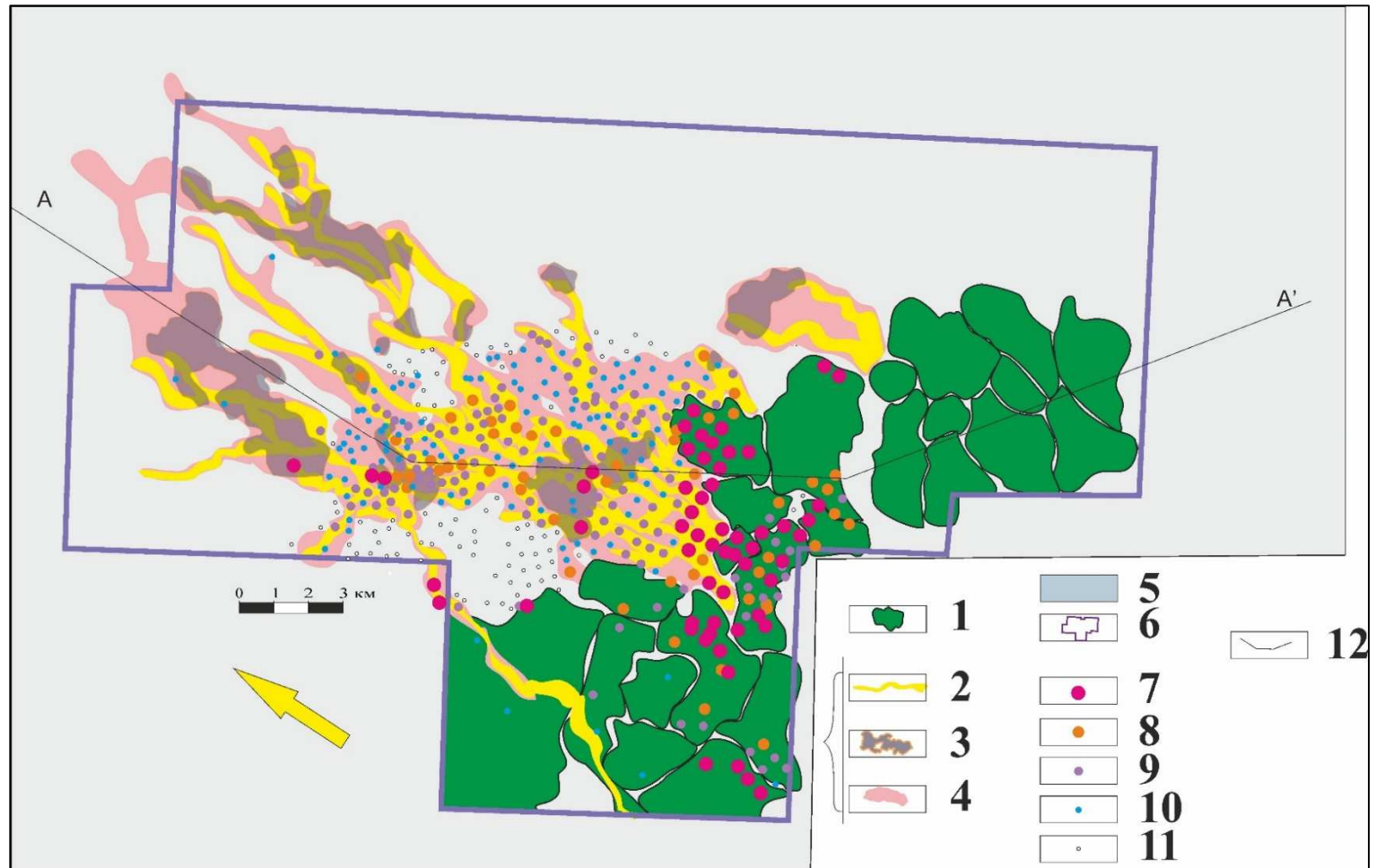


Рисунок 46. Модель строения зоны аномального разреза баженовско-ачимовских отложений Поточной площади, основанная на взаимосвязанной интерпретации скважинных и сейсмических данных. *Условные обозначения:* проксимальная зона АР: 1 - перемещенные пластины; дистальная зона АР: 2 - осевые части потоков, формировавших песчаные инъекции внутри зоны аномального разреза, 3 - отдельные оползневые тела, выделенные по сейсмическим данным внутри зоны АР, 4 - латеральный инъекционный участок; 5 - «классический» разрез баженовской свиты, 6 - сейсмические данные 3D. Точки скважин с эффективными толщинами в песчаном 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 Рисунок 2. Желтой стрелкой показано направление привноса осадочного материала

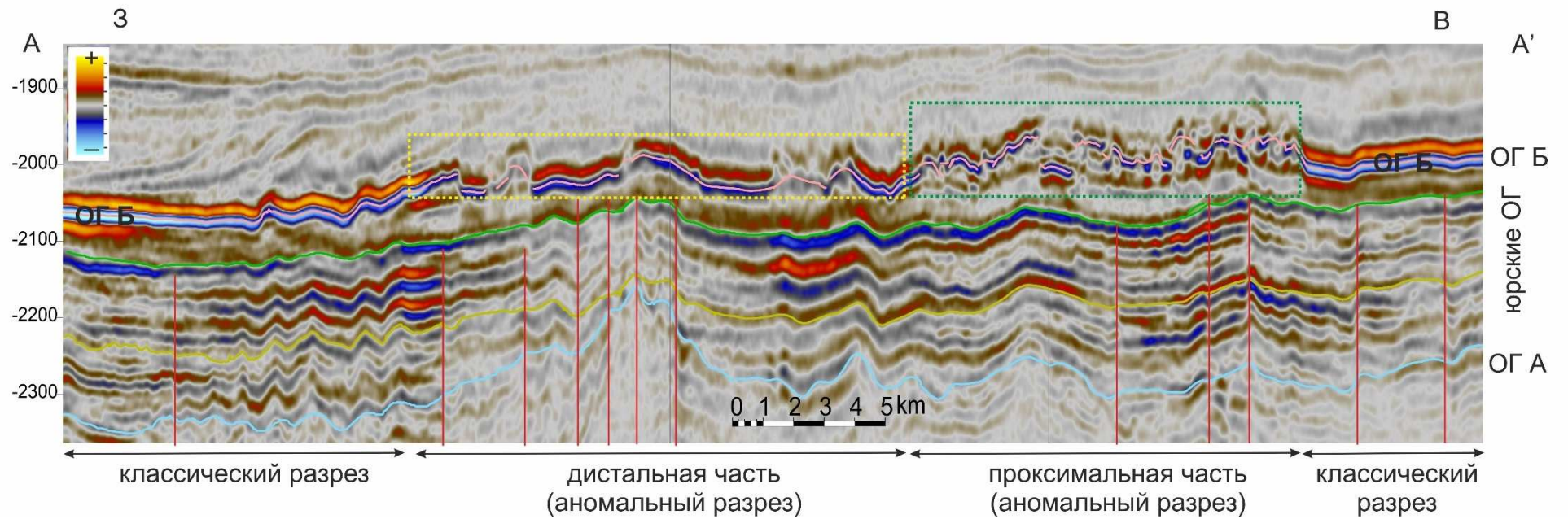


Рисунок 47. Вертикальный срез сейсмического временного куба по линии А – А'. Поточная площадь. Положение разреза показано на предыдущем рисунке (Рисунок 46)

Стоит отметить отдельные небольшие приподнятые части в дистальной части зоны АР – так называемые перемещенные пластины – «между ними при стандартном визуальном анализе временных разрезов не четко видна аномальная картина разреза и возникает ощущение, что они могут существовать отдельно от остальной части зоны АР, тогда как при последующем разбурировании становится ясно, что система единая, то есть возникновение каждой такой пластины произошло под воздействием потока песчано-алеврито-глинистой массы, то есть все части зоны АР связаны между собой по площади. Соответственно в качестве одной из методических рекомендаций стоит отметить необходимость при сейсмической интерпретации при возникновении ложной отдельно стоящей аномалии планировать и исследовать на сейсмических атрибутах связь этого блока с основным телом внедрения, то есть стоит обращать внимание именно на связанность тела внедрения» (Гатина Н.Н., 2023 [34]).

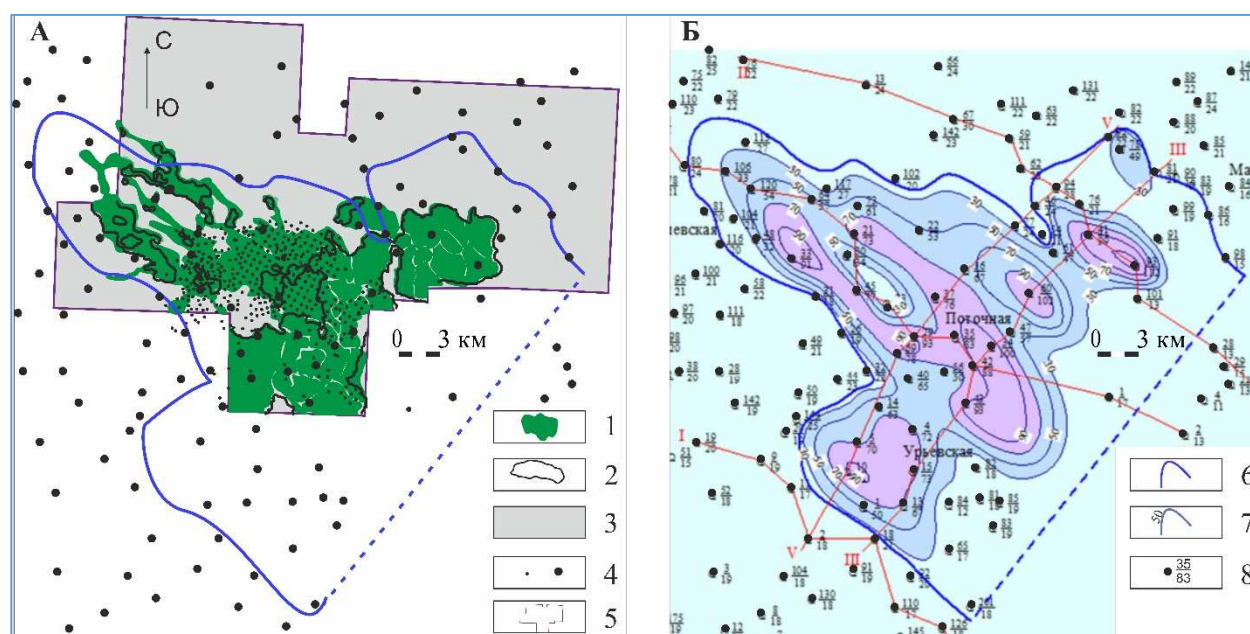


Рисунок 48. Сопоставление контуров Поточной зоны АР, последовательно изменяемых на протяжении истории геолого-геофизического изучения зоны: с учетом сейсмических данных 3D (А) и на основании интерпретации только скважинного фонда по [Олейник Е.В., Плавник Г.И., 2007].

Условные обозначения: 1 – граница зоны АР согласно сейсмогеологической модели, 2 – граница зоны АР, ранее выделяемая при сейсмической интерпретации до начала широкого разбурирования территории и без использования сейсмогеологической модели, 3 – «классический» разрез баженовской свиты в пределах куба сейсмических данных МОГТ 3D, 4 – точки скважин, 5 – использованный массив сейсмических данных 3D; для (Б) по [Олейник Е.В., Плавник Г.И., 2007]: 6 – граница оползневого тела, 7 – изолинии равных мощностей, 8 – номер скважины и мощность от кровли верхнего битуминозного пропластка до кровли георгиевской свиты

Характеристика проксимальной части Поточной зоны AP по ГИС и керну

Геологическое строение проксимальной части зоны AP максимально разнообразно, и порою разрезы в соседних скважинах трудно сопоставимы друг с другом. Обломочные потоки и ассоциирующие с ними пластические оползни разрывают всю баженовскую свиту от верхней до нижней толщи – для одного разреза бывают характерны частые переслаивания силицито-глинистых интервалов и песчано-алевритовых – по керну отмечаются слои от первых сантиметров до десятков сантиметров с резкими границами.

На кривых ГИС разрезы соответственно представлены частым и дробным переслаиванием высоко и низко-радиоактивных пород (Рисунок 49). Песчано-глинистые интервалы зон AP на диаграммах ГИС надежнее всего выделяются по резким понижениям значений ГК, более низким значениям сопротивлений.

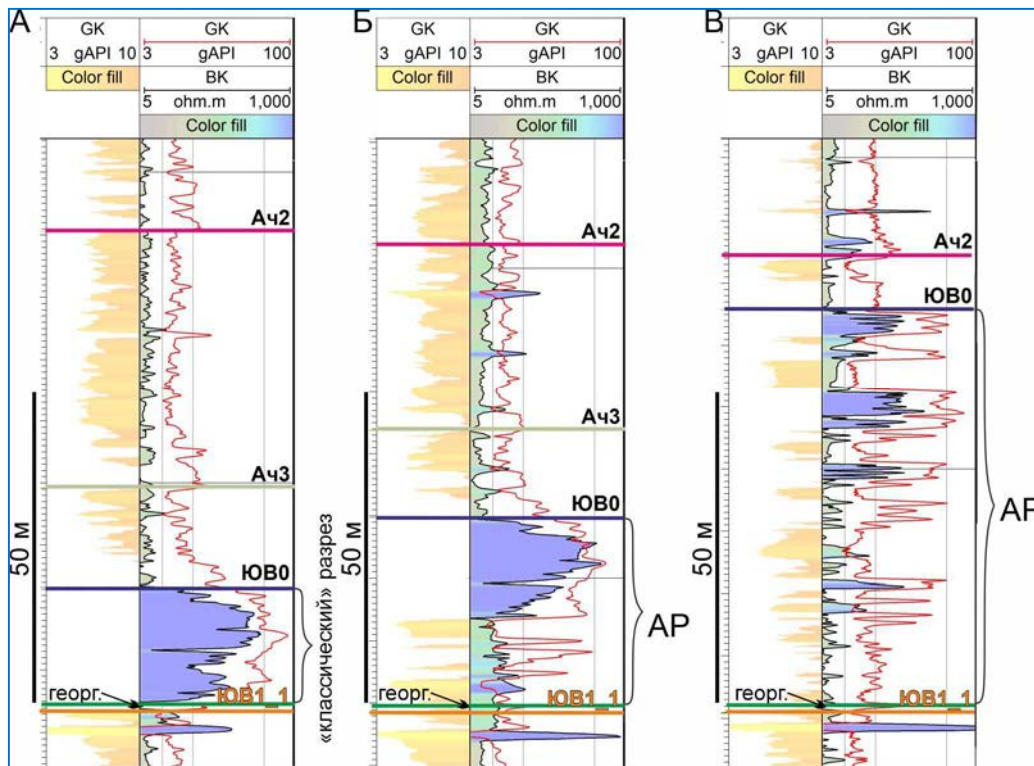


Рисунок 49. Обобщенный вид каротажных кривых ГИС, характерный для скважин Поточной площади: А) «классического» разреза, Б) для дистальной части зоны AP и В) проксимальной части зоны AP или перемещенной пластины в дистальной части.

Для проксимальной части зоны AP набор встречаемых в керне текстур включает неясно, косослоистые, очень часто деформированные, с различными следами оползаний, взмучивания осадка, реже – массивные (Рисунок 50).

Текстуры подчеркнуты намывами слюдяного материала и включениями сидерита. В отложениях неравномерно распределены глинистые интракласты и темноцветные интракласты – обломки высокоуглеродистых кремнисто-глинистых пород.

Иногда наблюдается система разнонаправленных трещин, заполненных карбонатизированным, пиритизированным песчаником. Часто встречаются брекчированные интервалы с обломками песчаников размером большим, чем диаметр зерна. Характерны деформированные переслаивания (встречаются участки тонкого переслаивания) песчаника, алевролита с преобладанием песчаной составляющей. Песчаник от светло-серого до желтовато-серого цвета, цемент от глинистого до карбонатно-глинистого. Алевролит от серого до желтовато-серого цвета, мелко-крупнозернистый, песчанистый, карбонатно-глинистый. Из-за перемешанности с баженовскими породами тут же встречаются единичные ростры белемнитов, кости, чешуя рыб, крючки *Onychites*, иноцерамы.

Контакт перекрывающих ачимовских отложений и верхов баженовских деформирован, часто проходит под углом, что обусловлено совместным движением толщ, оползанием во время их накопления (Рисунок 50).

Характеристика песчаных пластов аномальных разрезов в шлифах представлена на Рисунок 51 и Рисунок 52. Эти же образцы будут рассмотрены далее в главе 5 для геохимических исследований.

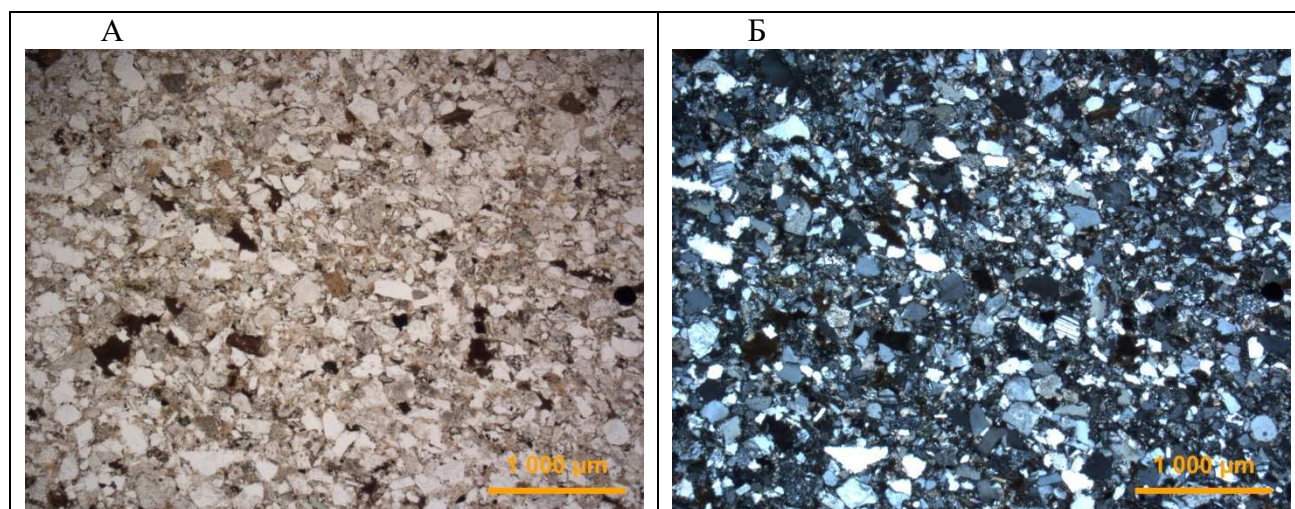


Рисунок 51. Скв. 2832. Фотография шлифа – Образец П2832-172. Пласт ЮВ0. Николи – (А), Николи + (Б)

Песчаник мелкозернистый. Хорошо сортированный. Плохо окатанный. Цемент поровый и контактовый. Карбонатный поровый цемент (5-10%) представлен кальцитом мелкокристаллическим.

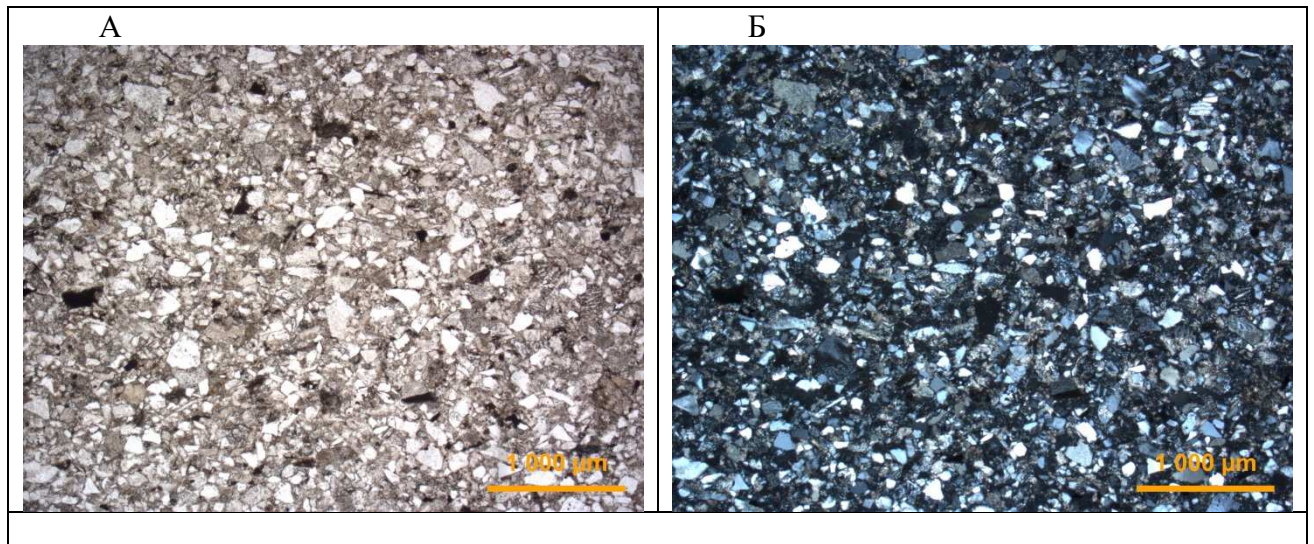


Рисунок 52. Скв. 2832. Фотография шлифа – Образец П2832-186. Пласт ЮВ0. Николи- (А), Николи+ (Б)
Песчаник мелкозернистый. Средне сортированный. Плохо окатанный. Известковистый. Цемент поровый, контактовый. Поровый цемент (10-20%) представлен кальцитом мелкокристаллическим.

Характеристика дистальной части Поточной 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 свитами, иногда затрагивая и собственно георгиевский интервал.

Для дистальной части зоны АР по большей части характерны песчано-алевритовые отложения с массивной текстурой, в данном типе массивные включения однородных песчаников могут достигать интервалов 20-30 метров и более. Встречаются вытянутые, уплощенные, плохоекатанной и неокатанной формы интракласты баженовских и георгиевских пород.

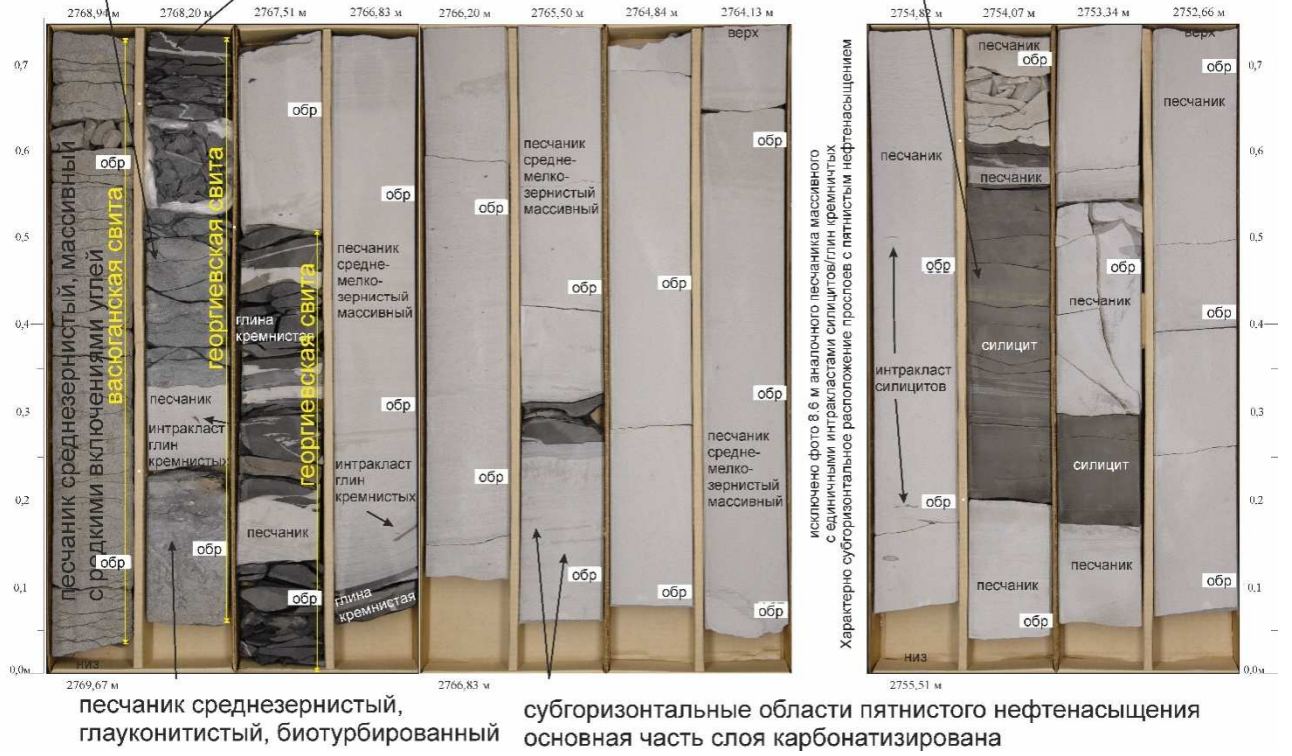
На Рисунок 53 на фото керна показаны породы васюганской свиты, переход к выше залегающей трансгрессивной барабинской пачке в основании георгиевского горизонта, который в своих верхах представлен глинами кремнистыми, пронизанными нептуническими дайками песчаников – соответственно представляет собой нижнюю границу АР.

В пределах дистальной части зоны АР встречаются отдельные пластины дислоцированных пород (Рисунок 54), для которых характерна сильная раздробленность и расслоенность силицитов, при этом перекрывающая толща ачимовских пород не деформирована – граница резкая, то есть деформация произошла в данном типе до накопления перекрывающих отложений, в этом кроется визуальное отличие в керне от пород пластического оползня, на диаграммах ГИС данные типы не отличимы.

песчаник глауконитовый зеленовато-серый комковатый, биотурбированный

нептунические дайки мелкозернистых песчаников до 1 см шириной в глине кремнистой однородной

характерные для нижней толщи баженовской свиты силициты глинистые с обломками нектонной фауны, со слоями радиоляритов от 2 до 10 мм толщиной, со стяжениями пирита



А

Б

Рисунок 53. Керн скв. 1108, Поточное месторождение, дистальная часть зоны AP: А) в дневном свете, Б) в ультрафиолетовом свете

3.5. Концепция формирования аномальной зоны

Оползневые явления в клиноформном комплексе в целом – не редкость для Западной Сибири. В ряде региональных клиноформ оползни в ачимовской толще встречаются и однозначно картируются сейсмическими данными. На Рисунок 55 показан оползень на сейсмических данных 3D на одной из площадей ХМАО, на данных 2D оползни также картируются четко - Рисунок 56 [185]. При этом оползневые явления происходят при небольших углах наклона клиноформ в 1-2 градуса.

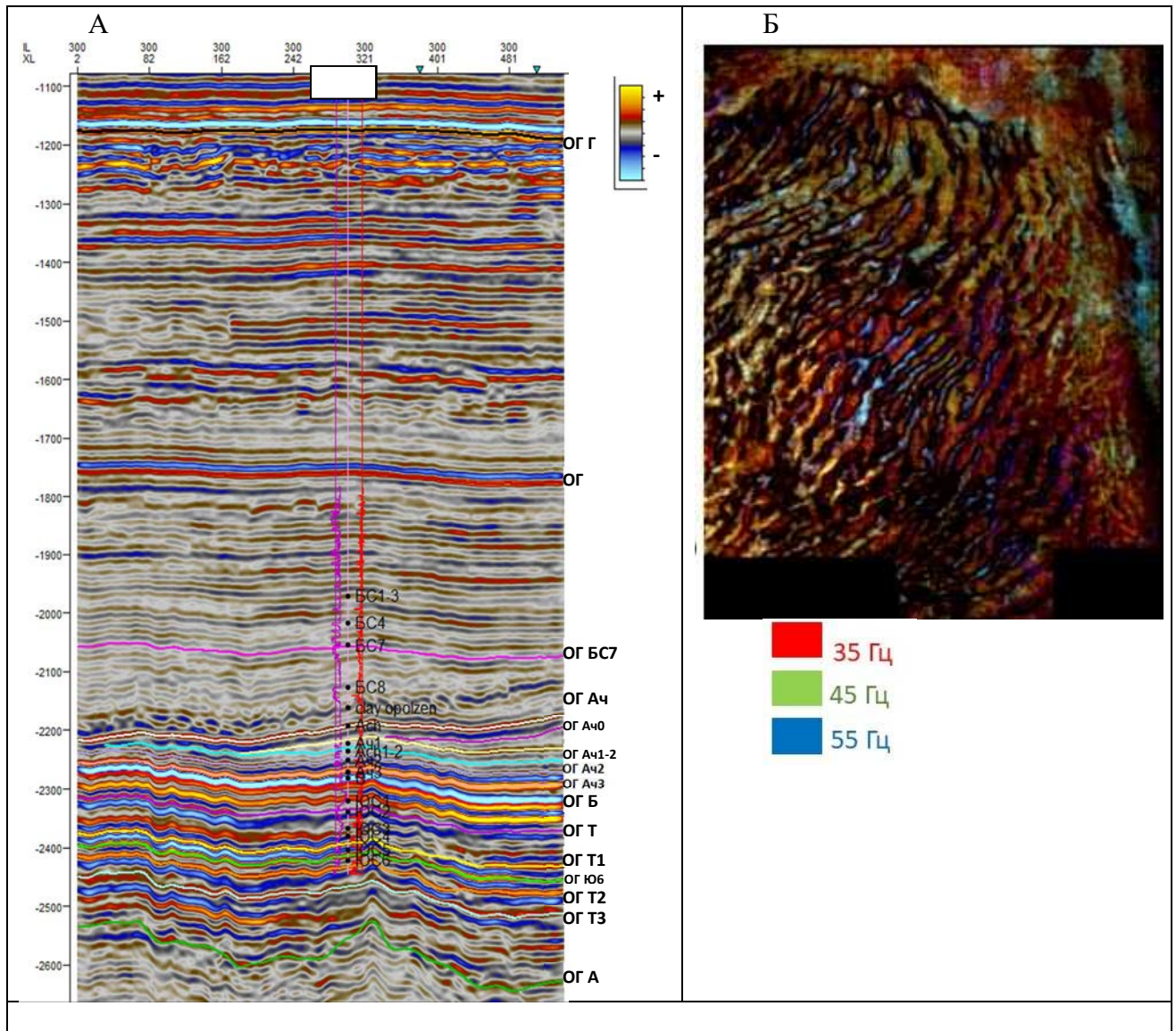


Рисунок 55. Отображение оползневых явлений в ачимовской толще на срезе 3D сейсмического временного куба (А) и на карте результата спектральной декомпозиции (Б) по срезу вдоль отражающего горизонта в кровле клиноформы с оползневым телом. Ямская площадь, ХМАО

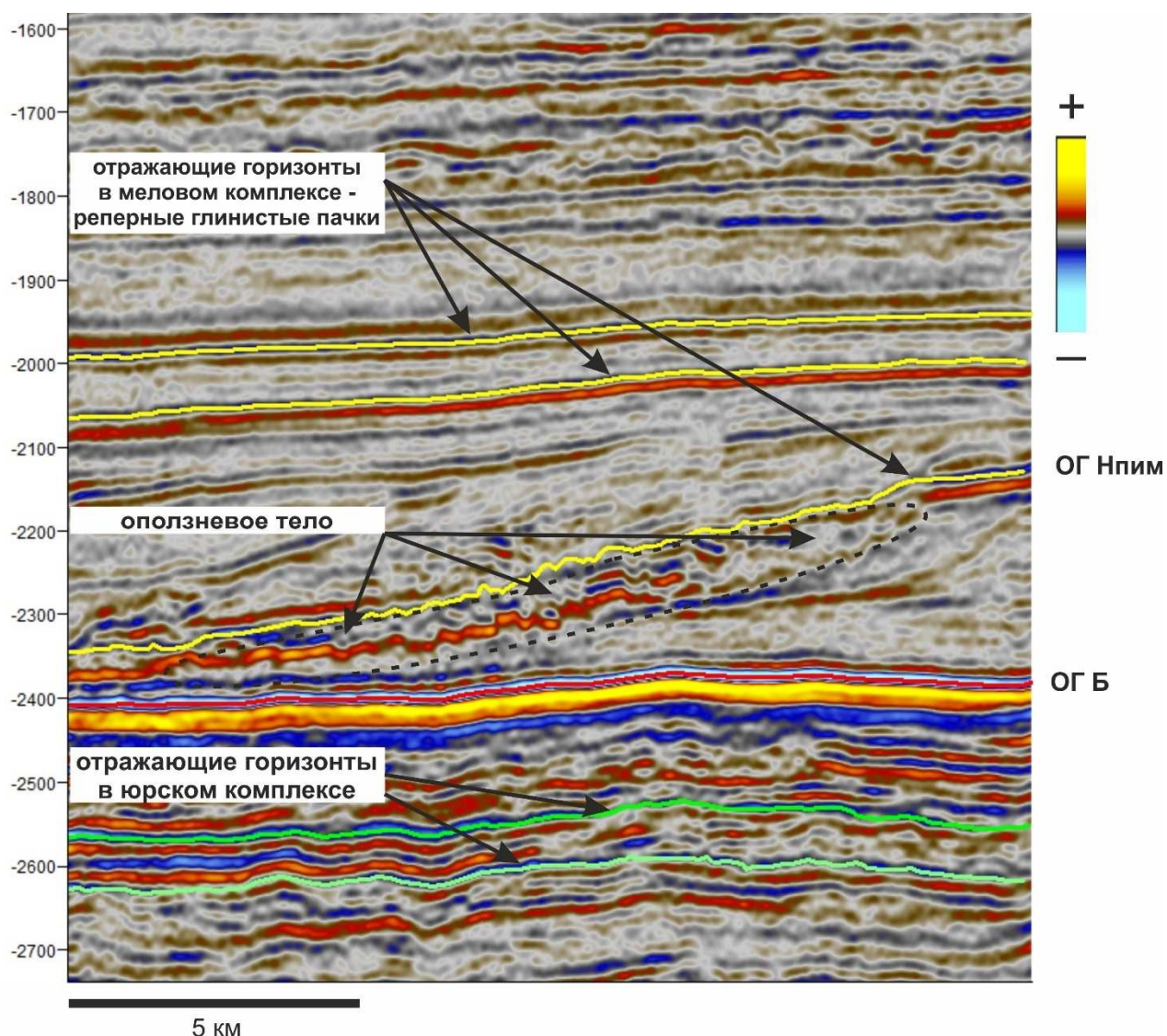


Рисунок 56. Отображение аномалий волнового поля, связанных с оползневыми процессами в клиноформном комплексе, на 2D сейсмических данных (Айхеттинская площадь, ЯНАО)

Соответственно, и для нижележащего комплекса баженовско-ачимовских отложений наличие оползней не может вызывать вопросы правдоподобия, так как углы те же, обстановки схожие подтверждаются сейсмической картиной.

Перейдем к детальному рассмотрению событий в геологической истории начала образования зон AP, все стадии будут продемонстрированы на авторских объемных визуализациях, построенных изначально на данных Поточной площади в постоянном сравнении с соседними зонами AP.

Согласно данным разных авторов, например, Деева Е.В., Гришкевича В.Ф. и др., «накопление и диагенетическое преобразование осадков георгиевской и баженовской свит, включая подачимовскую пачку, протекало около пятнадцати миллионов лет, соответственно в этом масштабе времени внедрение обломочных потоков и инициированных ими оползней, формирующие зону AP, являются очень быстрыми событиями» [44, 67].

Триггером образования зоны аномального разреза послужило сейсмическое событие, которое положило начало гравитационному перемещению отложений.

Стадия 1 образования зоны АР. На Рисунок 57 показана объемная визуализация первичного образования области аномального строения во время, когда обильное количество песчано-алевритового материала было привнесено обломочным потоком, который вызвал оползания и внедрения плотных ачимовских песчано-алевритовых отложений в менее плотные и слабо консолидированные карбонато-глинисто-кремнистые баженовские осадки.

В результате единого внедрения терригенной массы образовалось инъекционное тело внутри силицитов баженовской свиты, выделились два участка: проксимальный участок, сильно подверженный пластическим оползаниям и дистальный участок, где инъекции протекали по латерали, условно по напластованию, расслаивая силициты обломочными потоками.

Проксимальная часть располагается на востоке зоны АР, то есть ближе к источнику материала. При внешней разнице в возможных обликах разных зон АР неизменно одно – восточная граница всегда сильно приподнята, тогда как западная обычно достаточно плавная. Оползневые тела крупные и заметные в сейсмическом временном поле, состоят из целого ряда отдельных тел, которые в процессе накопления осадков постепенно сползли относительно места внедрения вниз и вбок, как показано стрелками на Рисунок 57. Наличие единой точки, от которой расходятся в стороны тела оползня говорит, предположительно, об их вторичном происхождении и связи с первичным прошедшим в этом месте обломочном потоке. Проксимальная часть в пределах Поточной зоны АР занимает полосу шириной 5-7 км и длиной по 12 км в обе стороны от точки первичного внедрения обломочного потока со склона.

Латеральное перемещение основных объёмов первоначального мощного, по-видимому, обломочного потока доходило до уровня низов баженовской свиты или же даже достигало границу с георгиевскими отложениями, так как на этом уровне, по-видимому, достигалось равенство объёмных плотностей слабо литифицированных отложений баженовских пород и внедряющихся песчано-алевритовых.

Отдельные небольшие блоки баженовских пород при распространении инъекции отрывались и выталкивались выше основной массы пород, такие небольшие блоки также хорошо видны в сейсмическом волновом поле, получили название перемещенных пластин.

Отложения «турбидитов, как одного из слагаемых образования ачимовской толщи, по-видимому, также могли присутствовать при изначальных внедрениях» [16], однако уже внутри тела внедрения стоит говорить о «ламинарном движении частиц, то есть об обломочных потоках, продавливающих и внедряющихся внутрь силицитов» [34].

Стадия 2 (Рисунок 58) иллюстрирует продолжение развития клиноформного комплекса после возникновения оползневых явлений, происходит накопление конусов выноса перед зоной АР, которая послужила преградой для дальнейшего переноса сносимого со склона материала. Накопление конусов выноса всегда очень геометрично, логично по отношению к существующим условиям структурного плана (палеоплана), поэтому естественно, что существующая преграда в виде приподнятых блоков перекрывала путь к дальнейшей транспортировке осадка.

Важным моментом является возникновение возможной гидродинамической связи между песчаниками зон АР и песчаниками более молодого конуса выноса за счет боковых поверхностей песчаных тел, которые не разделены глинистыми перемычками.

Стадия 3 (Рисунок 59). Продолжение развития клиноформного комплекса после возникновения оползневых явлений, продвижение дистрибутивных каналов дальше зоны развития оползней в АР (которая уже заполнилась более молодыми по отношению к АР отложениями и частично нивелировалась), разгрузка переносимого материала в палеоопущенных областях сразу за зоной оползней, «обтекая» отдельные приподнятые перемещенные пластины баженовско-ачимовских отложений.

Стадия 4 (Рисунок 60). Заключительная стадия развития данного клиноформного циклита, изначально обеспечившего возникновение оползневых явлений. Постепенное перекрытие ранее накопленных отложений, выравнивание палеорельефа за счет накопления пологих, широких конусов выноса.

Описанная в главе 3 модель построена на месторождении, плотно покрытом эксплуатационной сетью скважин и сейсмическими данными 3D. Затем модель, а вместе с тем и методические подходы для анализа сейсмических данных, апробированы на других зонах развития АР более молодых и более древних циклитов. Таким образом, появилась визуализация типичного строения зоны АР.

При анализе строения зон аномальных разрезов следует учитывать, что внедрение ачимовских отложений для одной и той же области может быть неоднократным, что приводит к разной морфологии аномальных тел. Рассмотренный в главе 3 пример строения зоны аномального контакта баженовско-ачимовских отложений может использоваться как типовое для зон однократного внедрения ачимовских отложений в баженовские. В последние годы проведено множество исследований зон более сложного устройства с несколькими этапами внедрения, таких как, например, Имилорская зона, в том случае данная модель может иллюстрировать состояние седиментационного склона после первичного внедрения. О возможности применения концепции нескольких участков в зоне АР и выделении в их пределах тел определенного вида пойдет речь в следующем разделе.

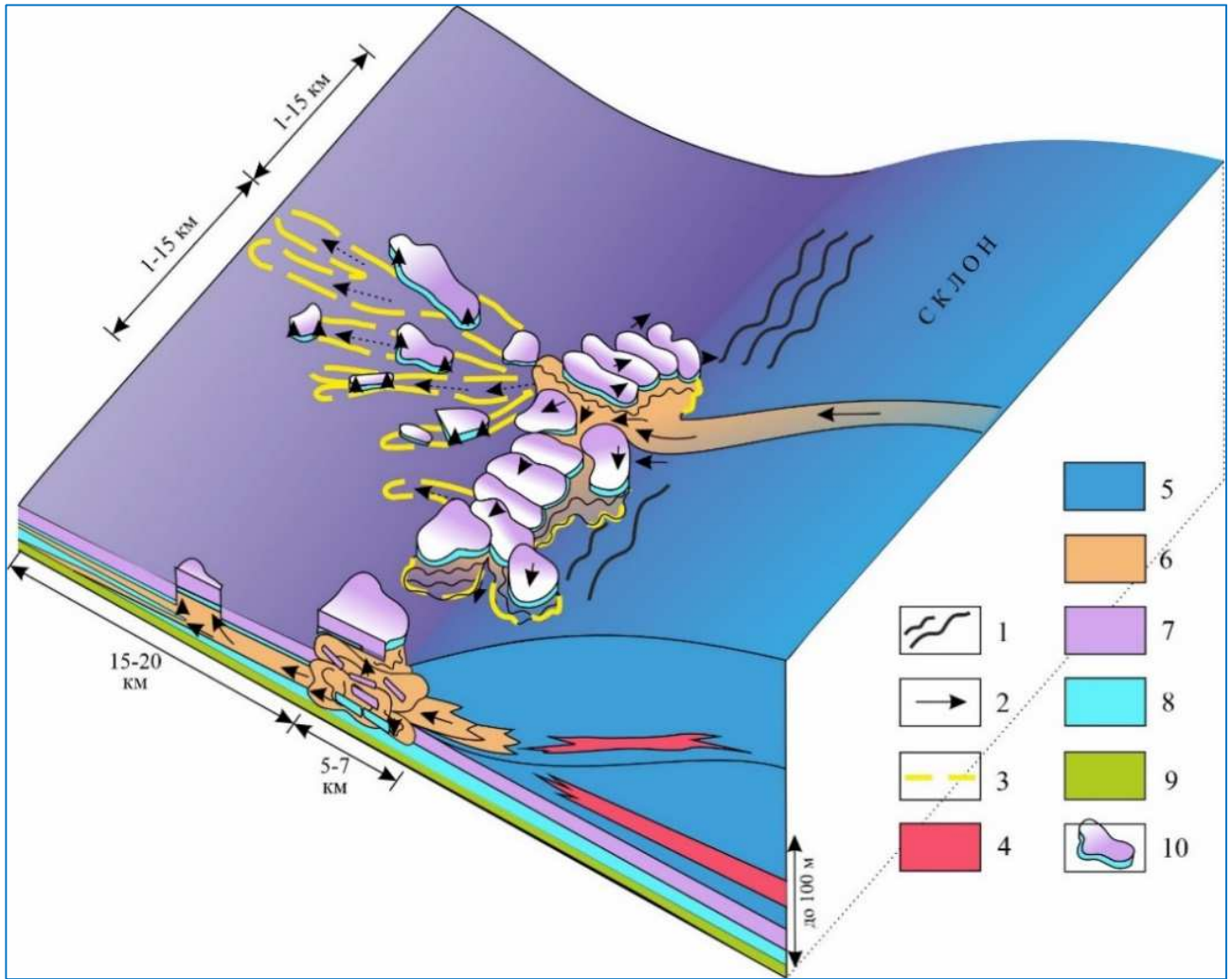


Рисунок 57. **Стадия 1** - первичное образование зоны аномальных разрезов. Концептуальная сейсмогеологическая модель строения зоны АР Широкого Приобья.

Условные обозначения: 1 – расположение склонных 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)

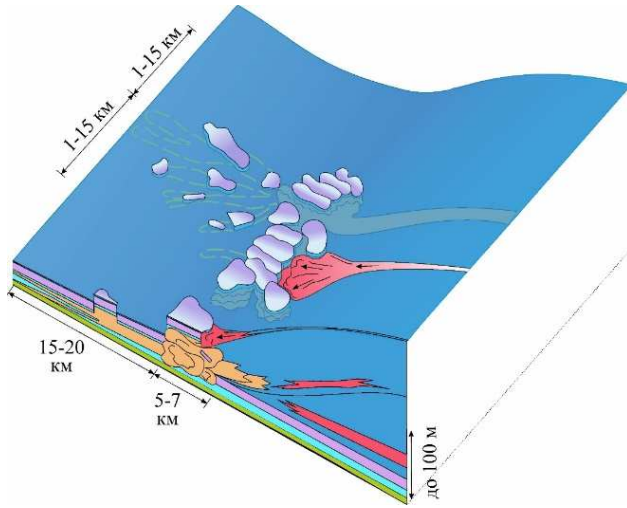


Рисунок 58. Стадия 2 - развитие клиноформного комплекса после возникновения оползневых явлений, накопление конусов выноса перед зоной АР, которая послужила преградой для дальнейшего переноса сносимого материала; (усл. обозначения см. Рисунок 57)

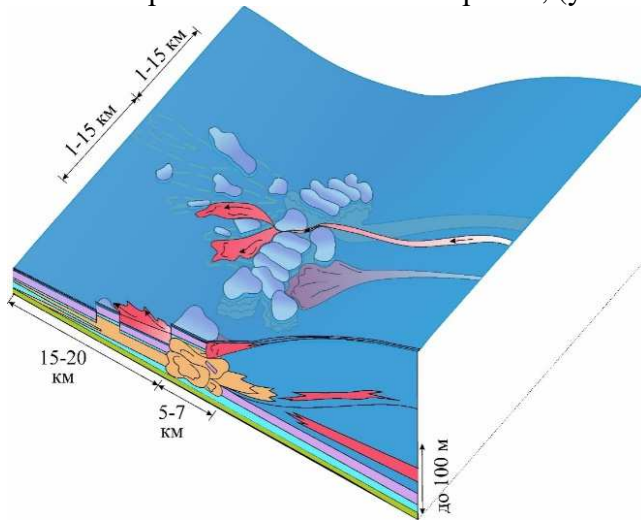


Рисунок 59. Стадия 3 - продвижение конусов выноса за наиболее приподнятую зону АР (усл. обозначения см. Рисунок 57)

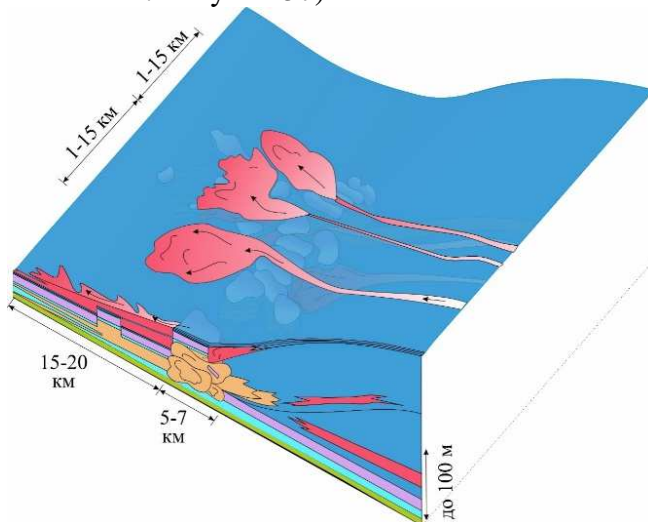


Рисунок 60. Стадия 4 - заключительная стадия развития баженовско-ачимовского комплекса, выравнивание палеорельефа (усл. обозначения см. Рисунок 57)

Выводы по главе 3

1. Выявлены закономерности строения баженовско-ачимовского разреза зоны АР – геометрия распределения отложений определяется морфологией тел гравитационной транспортировки осадков на подводном склоне.

2. Создана объемная концептуальная сейсмогеологическая модель зоны АР. Зона аномального разреза (АР) баженовско-ачимовских отложений Широтного Приобья представляет собой тело внедрения, в пределах которого можно выделить два принципиально отличающихся по своей морфологии и строению участка: проксимальная часть, в пределах которой фиксируется множество оползневых тел, и дистальная часть.

3. Дистальная часть осложнена локально перемещенными пластинами, возникшими в процессе продвижения оползневой массы внутри нижней толщи баженовской свиты во время растрескивания и расслаивания силицитов.

4. Разработан алгоритм картирования проксимального и дистального участков, отдельных оползневых тел и осевых частей обломочных потоков внутри зоны АР по сейсмическим данным

5. В проксимальной части отмечаются сильно деформированные тела (дробно-блоковый тип), в дистальной части выделяются руслоподобные тела (связанно-вытянутый тип).

6. Песчано-алеврито-глинистые отложения в пределах проксимальной части зоны АР заключены в отдельных оползневых телах, сильно деформированы, в керне часты деформационные текстуры и нептунические дайки песчаников в баженовские породы, при этом деформации затрагивают всю толщу баженовских пород, имеют вертикальную составляющую, и деформированы оказываются также перекрывающиеся ачимовские отложения.

7. Песчаники и алевриты в дистальной части зоны АР приурочены к низам баженовской свиты, представляют собой преимущественно монолитные интервалы, характеризуются в керне преимущественно массивными текстурами и горизонтальным характером внедрений, расслаиваний и нарушений.

8. Возраст силицитовых пород в скв. 412 Имилорской зоны АР по данным определения аммонитов, радиолярий и палиноморф – от средне-волжского до рязанского. Терригенные отложения внутри АР по палинологическим данным уверенно определяются как нижневаланжинские по характерным таксонам.

9. Полученный комплекс новых биостратиграфических данных на Имилорском месторождении опровергает представления о синхронном накоплении и

не противоречит концепции о постседиментационном внедрении ачимовских терригенных отложений в слабо литифицированную баженовскую толщу.

10. Приведены примеры наличия алевро-песчаных тел в аргиллитоподобных георгиевских глинах, что является аномальным для классической последовательности, в связи с чем рекомендовано использовать термин АР (аномальный разрез) вместо устоявшегося АРБ (аномальный разрез баженовской свиты).

Глава 4. Строение резервуаров УВ в зонах АР

4.1 Признаки наличия нефтематеринских пород в зонах АР

Баженовская высокобитуминозная карбонато-глинисто-кремнистая толща морского генезиса является основной нефтематеринской породой на большей части территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, а особенно в ее центральной части, что является территорией распространена объекта исследований настоящей работы. «Генерационный потенциал нефтепроизводящих пород складывается из объема пород, вмещающих ОВ, процентного содержания ОВ (Сорг), степени катагенеза ОВ и качества ОВ» [81]. Наличие коллекторских пропластков в собственно баженовских отложениях в данной работе не рассматривается.

Оценка генерационного потенциала пород в зоне АР на Имилорской площади

Генерационным потенциалом в зоне АР теоретически могли обладать как баженовские отложения, так и отложения трансгрессивных глинистых пачек неокомского возраста, для оценки такой возможности в зоне АР проведены аналитические исследования образцов пород Имилорского месторождения методом Rock-Eval. Геохимические лабораторные исследования выполнены по образцам глинисто-карбонатно-кремнистых пород баженовской свиты и глинистых прослоев георгиевской и сортымской свит из 8 скважин в лаборатории геохимии ФГУП «ВНИГНИ» под руководством доктора геолого-минералогических наук М.В.Дахновой [191].

Как результат – наиболее обогащены ОВ глинисто-кремнистые разности пород, содержание ТОС в которых составляет 6–15 %. Индекс водорода (НІ) в этих породах варьируется от 600 до 700 мг УВ/г ТОС, кислородный индекс (ОІ) не превышает 5 мг (СО+СО₂)/г ТОС, при Т_{мах} в большинстве образцов 430-433 °С.

Глинистые прослои вклинившихся в отложения баженовской свиты ачимовских пластов относительно обеднены ОВ и содержат 1-3 % ТОС. ОВ ачимовских глин характеризуется более низким НІ (200-400 мг УВ/г ТОС) и повышенным ОІ (8-10 мг СО+СО₂/г ТОС и более) по сравнению с ОВ преимущественно кремнистых пород баженовской свиты при таких же значениях Т_{мах}.

Глинистые прослои георгиевской свиты верхней юры и сортымской свиты нижнего мела значительно менее обогащены ОВ по сравнению с баженовской свитой. ОВ этих отложений обладает невысоким генерационным потенциалом при таком же уровне зрелости.

Таким образом, глинисто-кремнистые отложения баженовской свиты в районе Имилорского месторождения, как и на остальной территории Западной Сибири, высоко обогащены ОВ, отмечен кероген II типа (Рисунок 62). Средневзвешенные содержания ТОС в изученных разрезах составляют 8-9 % (без учета мощности вклинившихся ачимовских пачек в разрез баженовской свиты). Зрелость ОВ, судя по T_{max} Rock-Eval, в этом районе соответствует первой половине градации МК1 (по шкале Н.Б. Вассоевича).

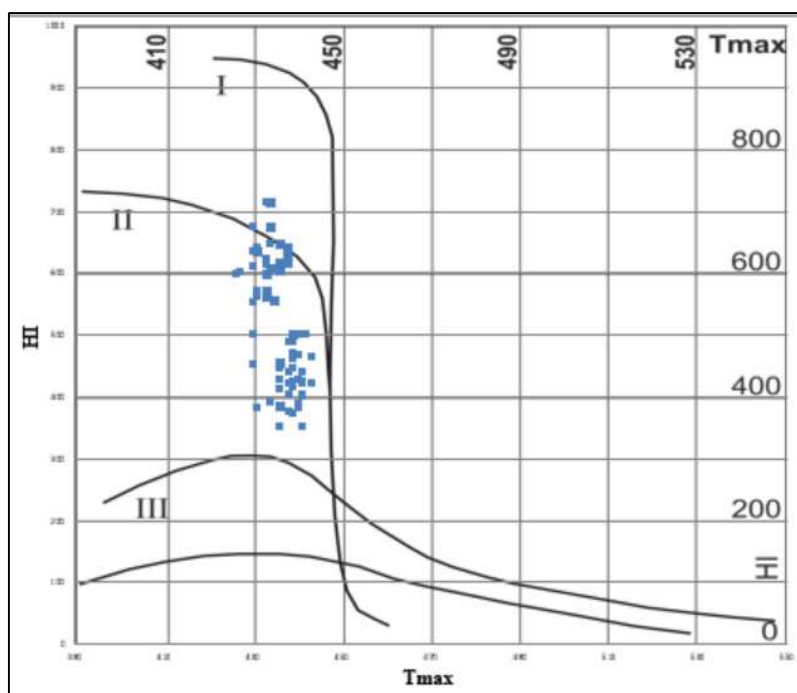


Рисунок 61. Модифицированная диаграмма Ван Кревелена для образцов нефтематеринских отложений скважин из зоны АР Имилорского месторождения

После изучения методами газовой хроматографии (ГХ) и хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) 11 образцов битумоидов из отложений баженовской свиты Имилорского месторождения выявлены следующие закономерности.

По совокупности молекулярных биомаркерных параметров изученные битумоиды из пород баженовской свиты Имилорской площади относятся к одному и тому же типу. Битумоиды характеризуются относительно невысокими значениями отношения Pr/Ph ($<1,26$); резким преобладанием стеранов над пентациклическими тритерпанами ($STER/PENT=1,87-5,42$); резким преобладанием C_{27} гомологов в распределении биоэпимеров ($20R$) $\alpha\alpha\alpha$ -стеранов ($C_{27}/C_{29}=1,49-2,85$) и менее резко выраженным преобладанием C_{27} гомологов в составе $\alpha\beta$ -стеранов (изостеранов); преобладанием C_{23} гомолога в распределении трициклических тритерпанов. Эти характеристики свидетельствуют о морском преимущественно планктонно-водорослевом типе ОВ в отложениях баженовской свиты.

Невысокие значения отношения Pt/Ph , повышенные значения гомоганового индекса ($C35/C34=0,68-1,10$), преобладание четных гомологов в $n-C19 - n-C25$ диапазоне распределения n -алканов указывают на восстановительные обстановки накопления органического материала в этих отложениях.

Несмотря на близость типа и условий накопления органического материала, битумоиды из разных скважин различаются по значениям некоторых биомаркерных параметров, причиной чего, вероятно, являются небольшие вариации литологии материнских пород и/или уровня термической зрелости керогена по площади изучаемой территории. Выводы сделаны в лаборатории геохимии ФГУП «ВНИГНИ» под руководством доктора геолого-минералогических наук М.В.Дахновой [195].

Оценка генерационного и потенциала на Поточной площади

Для решения вопроса существующих связей внутри углеводородной системы, вопросов миграции были проведены геохимические исследования на Поточной площади, которая находится на расстоянии около 150 км на юго-восток от рассмотренной ранее Имилорской площади, проведены пиролитические исследования образцов породы трех скважин, а также хромато-масс-спектрометрический анализ экстрактов породы и нефтей.

В целом, молекулярный состав нефтей и экстрактов свидетельствуют о морском типе ОВ и восстановительных обстановках накопления органического материала в этих отложениях. Геохимические исследования образцов Поточной площади выполнены и проанализированы в Сколковском центре наук и технологий, в Центре добычи углеводородов [194].

Глинисто-кремнистые отложения (силициты) баженовской свиты характеризуются высоким нефтегенерационным потенциалом. В породах отмечается до 13,5 вес.% ТОС. Породы содержат кероген II типа, преобразованный до уровня главной зоны нефтеобразования (МК1-2). Значения T_{max} изменяются в пределах $436 \div 441^\circ C$. На модифицированной диаграмме Ван Кревелена представлены данные до экстракции (сплошная заливка) и после (не залитые значки) (Рисунок 62).

Образцы силицитов характеризуются большим содержанием ОВ (ТОС – 11,67 вес% в среднем, высоким водородным индексом, высоким остаточным генерационным потенциалом $48 \div 85$ мг УВ/г породы).

Остаточный генерационный потенциал пород баженовской свиты очень высокий (достигает 625 мг УВ/г ТОС). Стадия катагенетической преобразованности определена как МК1.

Миграционный битум отмечен в образцах песчаников из различных прослоев ачимовской толщи, а также в пластах ЮВ0 и ЮВ1. В одном из образцов присутствует капля битума.

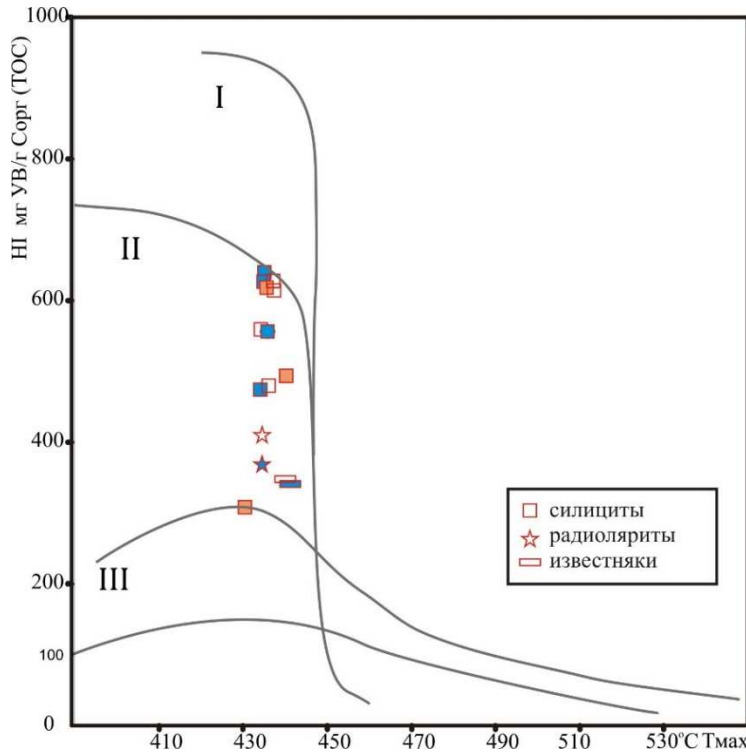


Рисунок 62. Модифицированная диаграмма Ван Кревелена для образцов нефтематеринских отложений скважин 1108 (желтые маркеры, дистальная часть зоны AP) и 2832 (синие маркеры, проксимальная часть зоны AP) Поточного месторождения [191]

Типичная пирограмма образца песчаника представлена на рисунке ниже (Рисунок 63). В песчаных прослоях отмечается переменное число карбонатной составляющей (от 3 до 12,5%). По характерной кривой S5 можно отметить, что в составе карбонатов в том или ином количестве присутствует доломит (большее количество магния фиксируется в обр. 172 скв. 2832 и 322 скв. 1108 (пласты из ЮВ0)). Высокая карбонатность песчаных пластов отмечается при изучении керна и в шлифах, рассмотрена в главе 3.

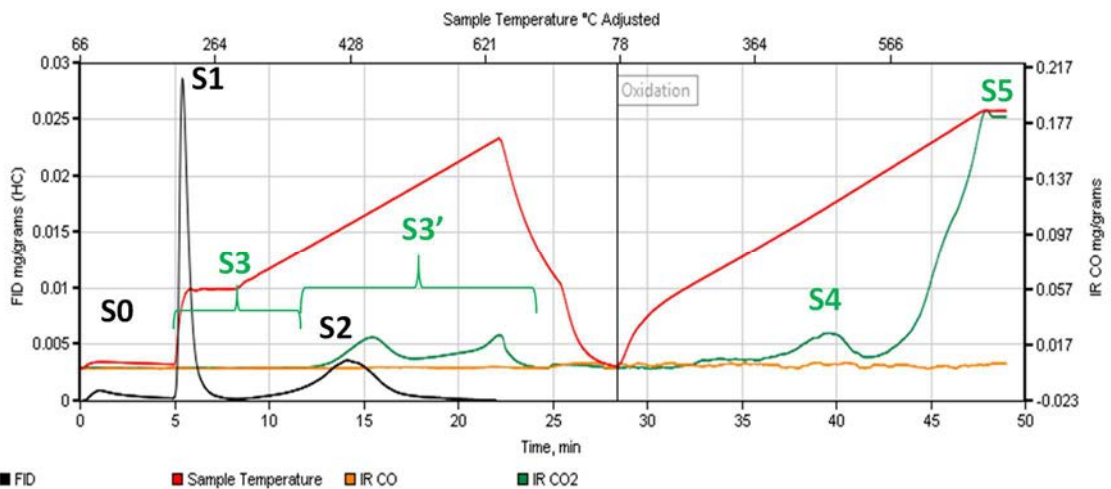


Рисунок 63. Пример пирограммы образца песчаника. Месторождение Поточное, скв. 118, глубина 2644,47, пласт ЮВ0. На пирограмме отсутствует пик S3 – CO₂ из органического источника, и зафиксировано 2 пика S3' – CO₂ из карбонатов, возможно, бикарбонат и сидерит [191]

Для исследованных образцов нефтей установлена связь с нефтематеринскими прослоями. Построение диаграммы Кеннона-Кессоу является классическим примером методического подхода к анализу генетической связи экстрактов пород и нефтей. Анализ показал, что «экстракты из силицитов и из коллекторских прослоев собственно баженовских отложений (известняк, радиолярит) характеризуются пониженным содержанием изопреноидов – пристана и фитана – относительно нормальных алканов C17,18 (квадратные маркеры на рисунке ниже), чем экстракты из песчаников пласта ЮВ0 в АР. Однако, все маркеры располагаются на единой диагонали, что свидетельствует о едином источнике исходного морского ОВ» (Рисунок 64) [194].

Экстракты из силицитов скважин Поточного месторождения похожи по молекулярному составу на экстракты нефтематеринских прослоев баженовской свиты из центральной части Западной Сибири.

Экстракты из песчаников скв. 2832 обр. 172, обр. 186 (песчаники ЮВ0) схожи с битумоидом силицитов обр. 175, обр. 179, обр. 182, а также схожи с экстрактами из коллекторских пропластков собственно баженовской свиты: обр. 165 (известняк) и обр. 183 (радиолярит). На Рисунок 66 приведены звездные диаграммы по результатам хромато-масс-спектрометрического анализа экстрактов пород в скв. 2832 Поточной площади, розы-диаграммы построены по выбранным 13 параметрам, которые приведены там же на Рисунок 66.

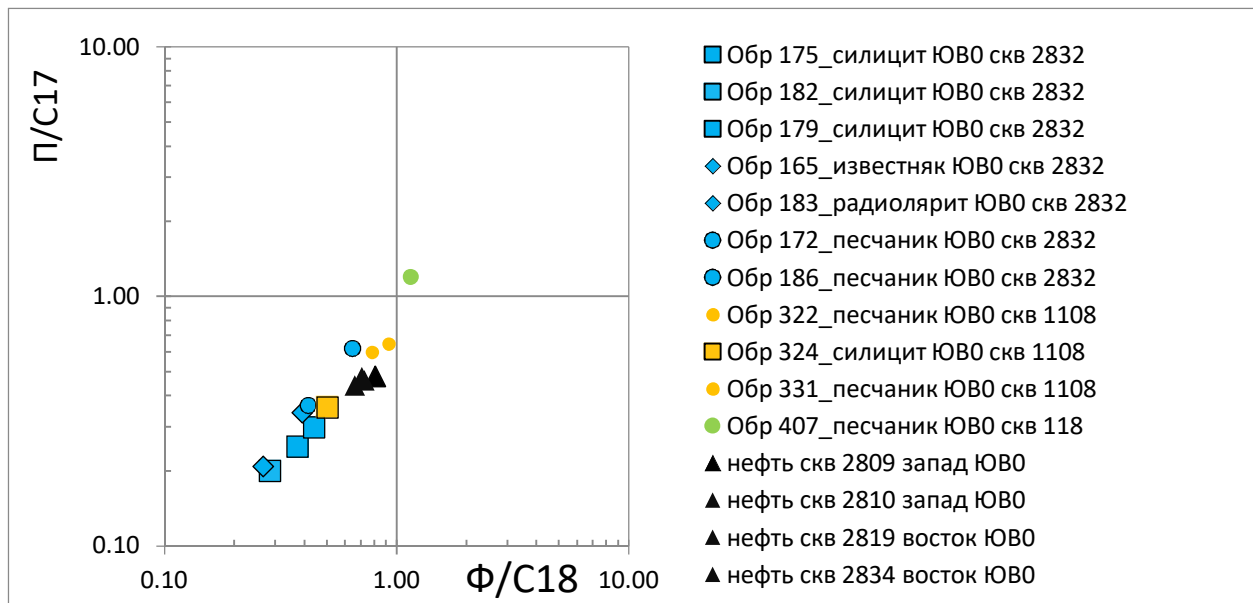


Рисунок 64. Диаграмма Кеннона-Кессоу экстрактов породы скважин 2832 (синие маркеры, проксимальная часть зоны АР), 118 (зеленые, проксимальная часть зоны АР) и 1108 (желтые маркеры, дистальная часть зоны АР) и нефтей (черные маркеры) [191]

Нефтематеринские породы очень незначительно катагенетически преобразованы. Но, по косвенным признакам (малое количество битумоида, свечение внутри пласта, капли битума), уже

началась реализация генерационного потенциала и разгрузка проходит в близлежащие коллекторские горизонты.

По ряду параметров, например, по анализу соотношений алканов и изопреноидов, при анализе корреляционной диаграммы ДБТ/ФЕН и 4/1-МДБТ видно, что экстракт из силицита скв. 1108 (обр. 324, скважина находится на западе зоны внедрения, исследована нижняя толща баженовской свиты) значительно отличается от экстрактов силицитов скв. 2832 (проксимальная часть зоны АР, образцы взяты из верхней толщи раздробленной баженовской свиты), это обусловлено, по-видимому, вариациями состава ОВ по литотипам и пачкам баженовской свиты. Подобные вариации можно исследовать тем же методом (ГХ-МС экстрактов пород) для анализа различий нефтей в пределах одного пласта ЮВ0, скорее всего генерированных в большей степени разными пачками баженовской толщи. Данная задача не стояла в рамках настоящей работы, может быть решена в дальнейшем, как продолжение работ, но уже с предметом исследований – пачками внутри баженовских пород..

* * *

Таким образом, на данных двух участков, расположенных в пределах различных региональных клиноформ, а так же в пределах разных структур I порядка – Сургутского свода и Нижневартовского сводов – показано, что породы баженовской свиты являются нефтематеринскими в зоне АР, при этом коллектор песчано-алевритовой сероцветной толщи внедрения непосредственно примыкает к нефтематеринским породам, что является уникальной ситуацией в противовес «классическому» разрезу, где над баженовскими породами залегают глинистые отложения подачимовской толщи. Возможные пути миграции флюида показаны на Рисунок 65 на боковом срезе концептуальной модели.

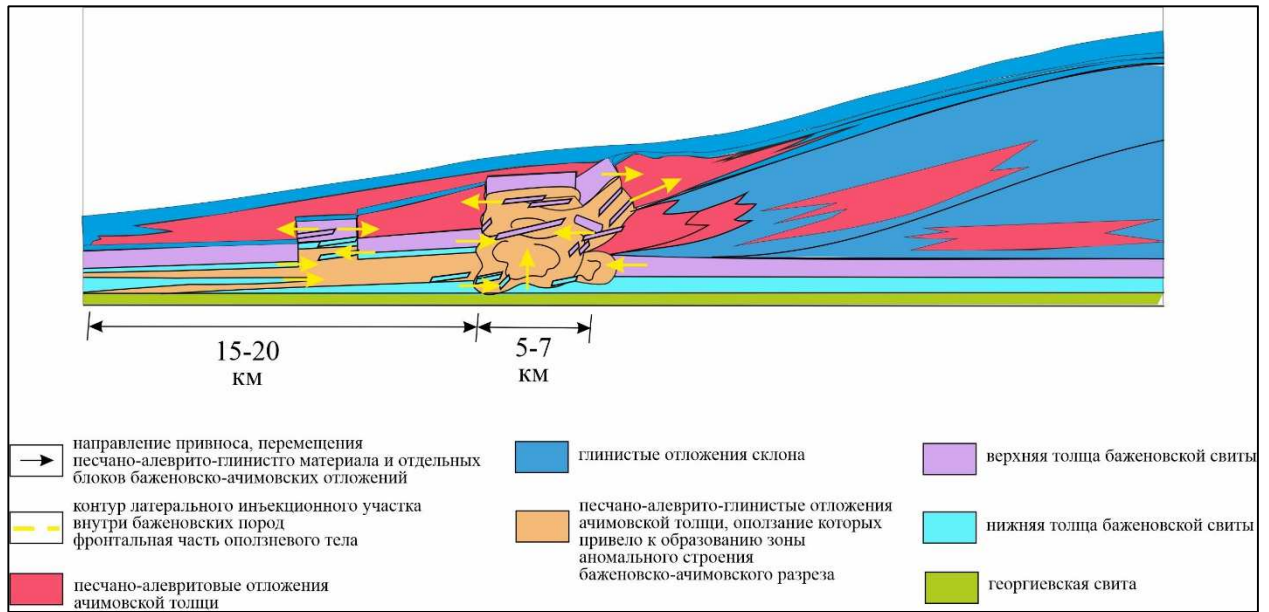


Рисунок 65. Боковой срез концептуальной модели строения зоны АР с указанием путей возможной первичной миграции УВ из нефтематеринских пород в коллектор, объемная модель представлена на Рисунок 57 - Рисунок 60

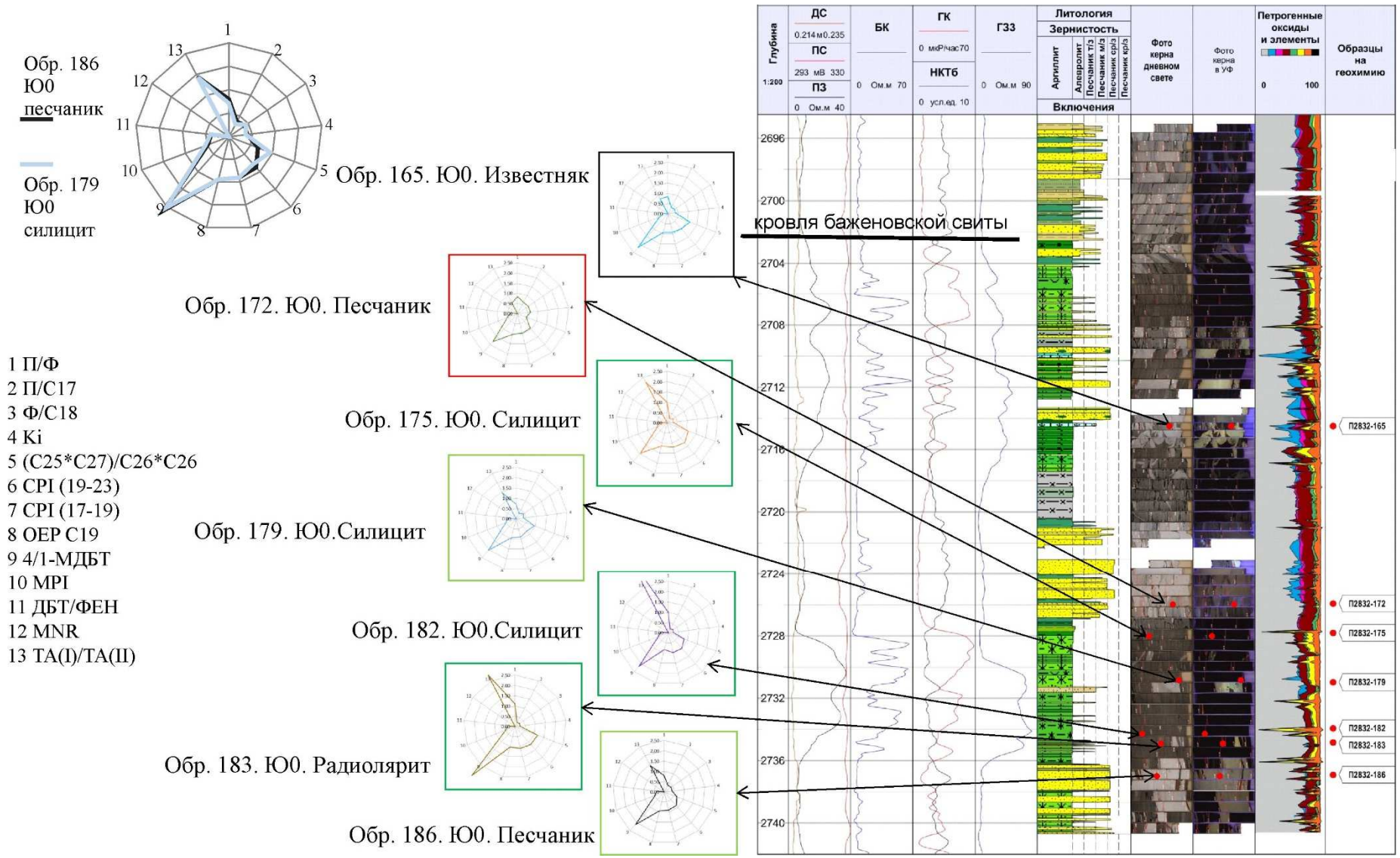


Рисунок 66. Звездные диаграммы по результатам хромато-масс-спектрометрического анализа экстрактов пород св. 2832 Поточной площади

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

Для статистического анализа качества коллектора открытых залежей УВ в зонах АР использованы данные Госбаланса РФ на 01.01.2021 г. Суммарные начальные геологические запасы по залежам нефти в аномальных разрезах баженовско-ачимовского интервала оценены в 179 млн т нефти в ХМАО и в 14,7 млн т нефти в ЯНАО. Важно отметить, что при детальном рассмотрении параметров и подсчетных планов становится понятно, что оценка каждой залежи проведена специалистами по совершенно разным методикам, так как не существует единой для работ с АР. На рисунке 68 показаны контуры залежей УВ (коричневый) в пласте Ю0 зоны АР в пределах изученных автором зон в Широтном Приобье.

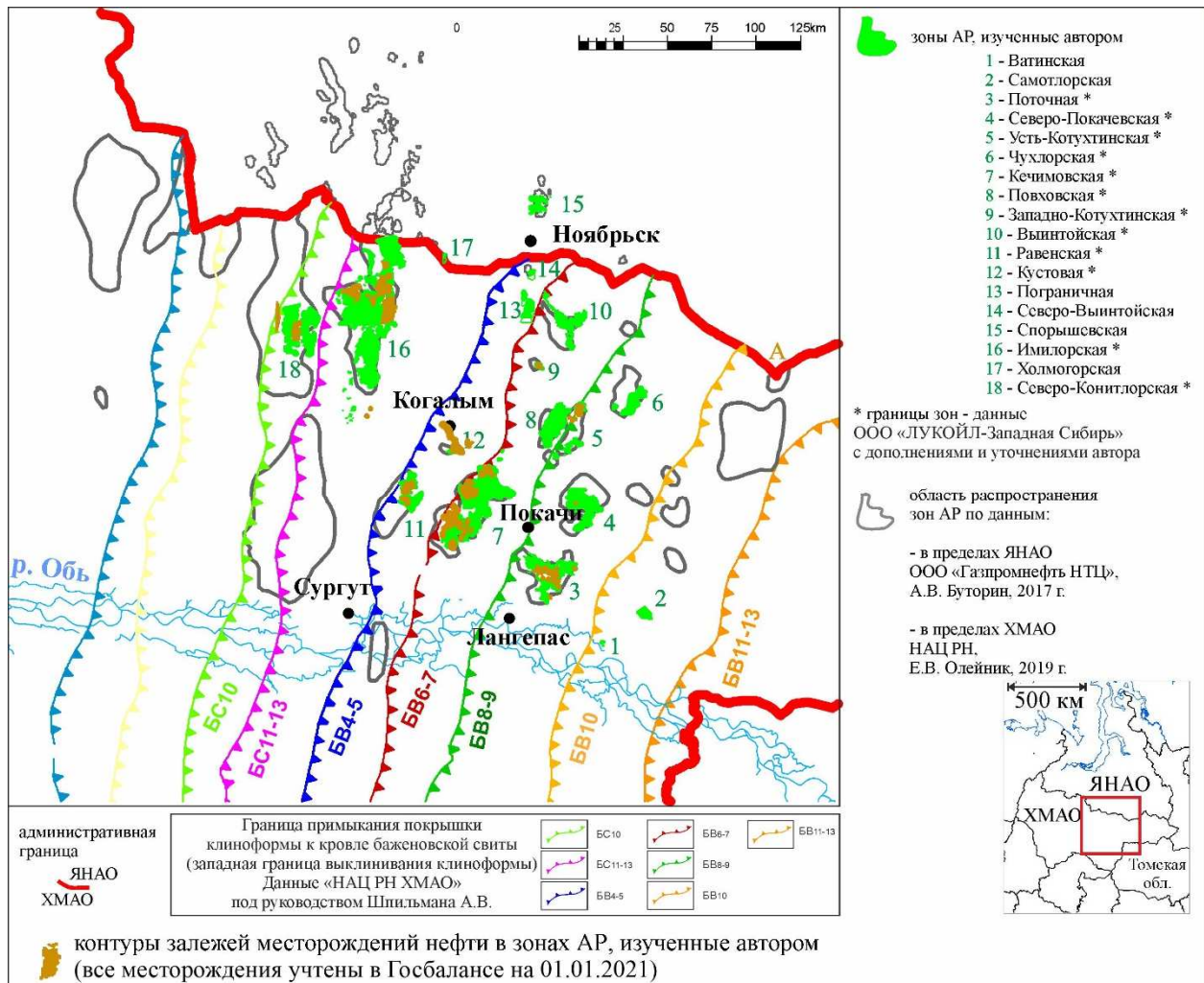


Рисунок 67. Расположение учтенных на Госбалансе залежей УВ (коричневый) в пласте Ю0 зоны АР в пределах изученных автором зон в Широтном Приобье

На данный момент не существует единых общепринятых критериев прогнозирования развития коллектора в зонах АР, тем более нефтеносного, соответственно в отложениях зон АР залежи оконтурены по большей части с учетом лишь скважинных данных. Сейсмические

данные при подсчете запасов в таком случае используются только для картирования внешней границы зоны АР, ограничивая площадь залежи.

Оценивая залежи и их параметры согласно данным Госбаланса, можно сделать некоторые выводы, которые могут быть использованы для оценки качества коллектора и собственно запасов/ресурсов УВ при вероятностной оценке.

Значения площадей нефтеносности для отдельных залежей пластов АР для участков в Широтном Приобье изменяются от 448 до 66600 тыс.м², в среднем значения площадей составляют около 9000 тыс.м².

На рисунке ниже представлен график распределения значений средних нефтенасыщенных толщин по залежам в АР Широтного Приобья, одно значение по вертикали – одна залежь. Показано, что средние значения эффективных нефтенасыщенных толщин по отдельным залежам лежат в пределах 2-5 метров, при этом средняя пористость составляет 15 – 17%, а проницаемость в основном близка к 1 мД, отдельные исключения обладают проницаемостью выше. Залежи раскрашены соответствующим цветом для сравнения значений с учетом принадлежности к той или иной региональной клиноформе.

Значения коэффициентов нефтенасыщенности для отдельных залежей пластов АР изменяются от 0,35 до 0,62, в среднем средние значения коэффициента нефтенасыщенности составляют около 0,48.

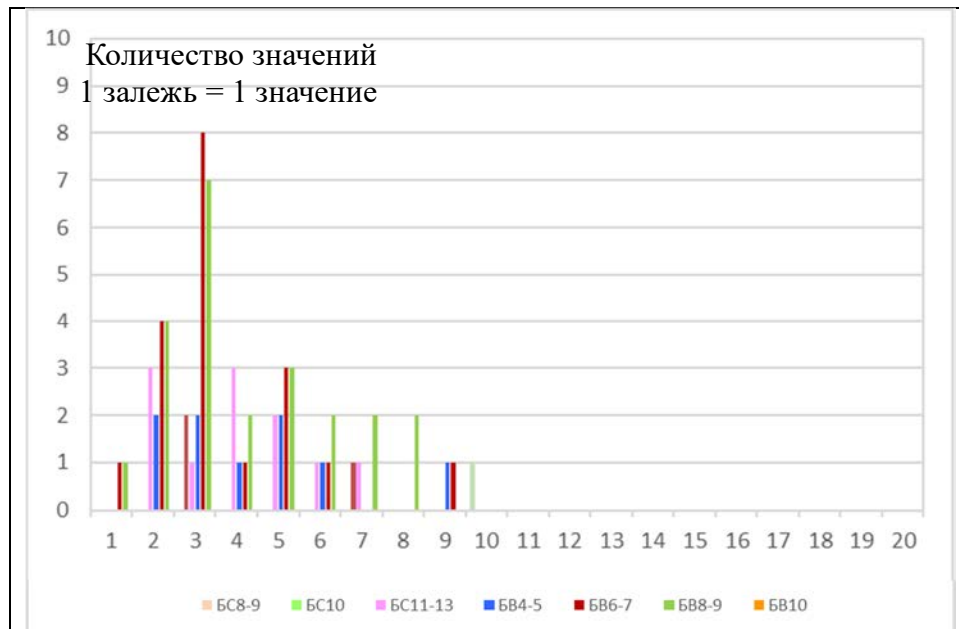


Рисунок 68. Распределение значений эффективных нефтенасыщенных толщин в залежах нефти в пластах аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений (по вертикали – одно значение – одна залежь, по горизонтали отложены значения эффективных нефтенасыщенных толщин, м) (данные Госбаланса РФ 2021 год)

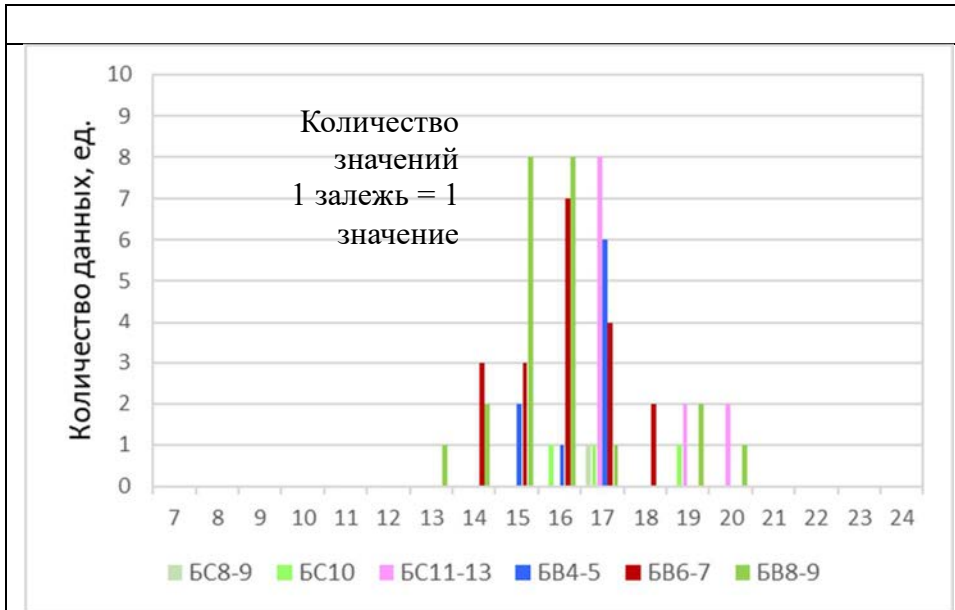


Рисунок 69. Распределение значений пористости в залежах нефти в пластах аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений (по вертикали – одно значение – одна залежь, по горизонтали – пористость, %) (данные Госбаланса РФ 2021 год)

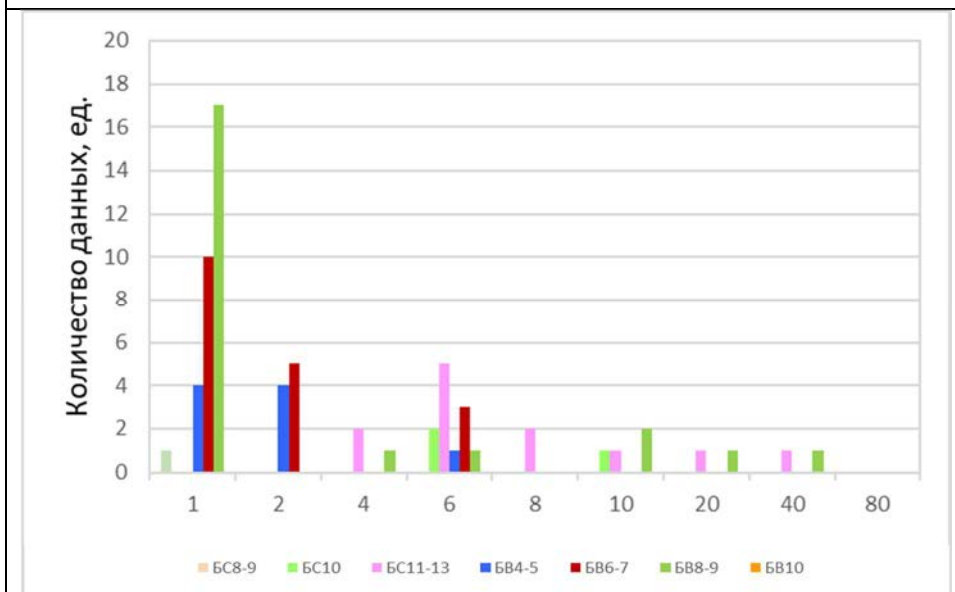


Рисунок 70. Распределение значений проницаемости в залежах нефти в пластах аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений (по вертикали – одно значение – одна залежь, по горизонтали – проницаемость, мД) (данные Госбаланса РФ 2021 год)

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

Поточное месторождение открыто в 1974 г., в промышленную разработку введено в 1978 году. По величине начальных извлекаемых запасов нефти месторождение относится к крупным, по сложности геологического строения – к очень сложным. На 2021 год по пласту ЮВ0 в зоне АР на Поточном месторождении накопленная добыча составила 247 тыс.т нефти, в работе на этот пласт в разное время были 25 скважин.

Предложенная авторская модель внутреннего строения АР (см. главу 3) позволяет дополнительно оконтурить перспективные объекты и рекомендовать определенные области, перспективные на поиск и разведку УВ, тем более что сами породы песчаных тел внедрения находятся в непосредственной близости от нефтематеринских баженовских пород, свойства которых также изучались в рамках работ на Поточном месторождении (описаны в главе 4.1). В пределах Поточной зоны АР глинисто-кремнистые баженовские отложения характеризуются высоким нефтегенерационным потенциалом.

По Поточному месторождению коллекторские свойства песчаного-алевритового пласта ЮВ0 определены по 98 образцам керна, где замерены значения пористости (от 13,1% до 19,9%, среднее значение 15,6%), проницаемости (от 0,18 до $19,7 \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$, среднее значение $1,47 \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$). Такие значения коллекторских свойств пласта близки к ачимовским отложениям выше расположенных пластов Ач2, Ач3 в принятой на Поточном месторождении номенклатуре – для них пористость средняя 15%, проницаемость средняя – $1,5 \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$. Выше расположенные пласты шельфового генезиса обладают значительно большими значениями ФЕС: средняя пористость для пластов, содержащих залежи нефти, БВ5, БВ6, БВ8, БВ10 составляет 19-21%, а средняя проницаемость доходит до 10^{-3}мкм^2 . Именно последние названные пласты вместе с группой пластов АВ со схожими характеристиками составляют первостепенные запасы Поточного месторождения, что однако, не умаляет важность попутной добычи нефти из пластов с более низкими ФЕС.

Для понимания закономерностей распространения эффективных толщин песчано-алевритового пласта ЮВ0 внутри оползневого тела представлен Рисунок 46 с построенной сейсмогеологической моделью, где вынесены точки с уровнями эффективных толщин скважин цветом (толщины более 10 метров, от 10 до 5 метров, менее 10 метров и показаны точки неколлектора по данным ГИС).

Толщины коллектора более 10 метров приурочены к большим общим толщинам баженовского комплекса, считая от верхнего пропластка силицитов до кровки георгиевской свиты – к телам пластического оползня, к локально перемещенным пластинам, а также отмечены в дистальном участке, но в самом его начале (ярко-розовые точки на рисунке).

Для построения схемы нефтеносности внутри глинисто-кремнистых разностей использованы контуры оползневых тел, контуры детальных блоков – они сопоставлены с данными по каждой скважине, вскрывающей определенное тело (Рисунок 71), с данными ГИС и со структурным планом (Рисунок 72).

Для Поточного месторождения стали понятны и обоснованы границы залежей, так как многие из скважин вскрыли нефтяное насыщение пропластков коллектора внутри АР. Отдельные «руслоподобные» тела обломочных потоков показали водяное насыщение в песчаниках внутри – такие потоки отделились от нефтенасыщенной части, это стало возможным при вынесении на карты границ с сейсмогеологической модели – границы могут являться флюидоупором.

Геометрия расположения руслоподобных инъекционных тел дистального участка и тел пластического оползня в проксимальной части определяют сложную и извилистую конфигурацию залежи нефти. Все границы между областями с разным насыщением, разным уровнем ВНК можно объяснить седиментологически – разные оползневые тела либо переход к другой части зоны. Каждое отдельное не вскрытое скважинами тело может считаться самостоятельным перспективным объектом, так как велика вероятность его нефтенасыщения, но и велика вероятность отсутствия гидродинамической связи между даже соседними телами.

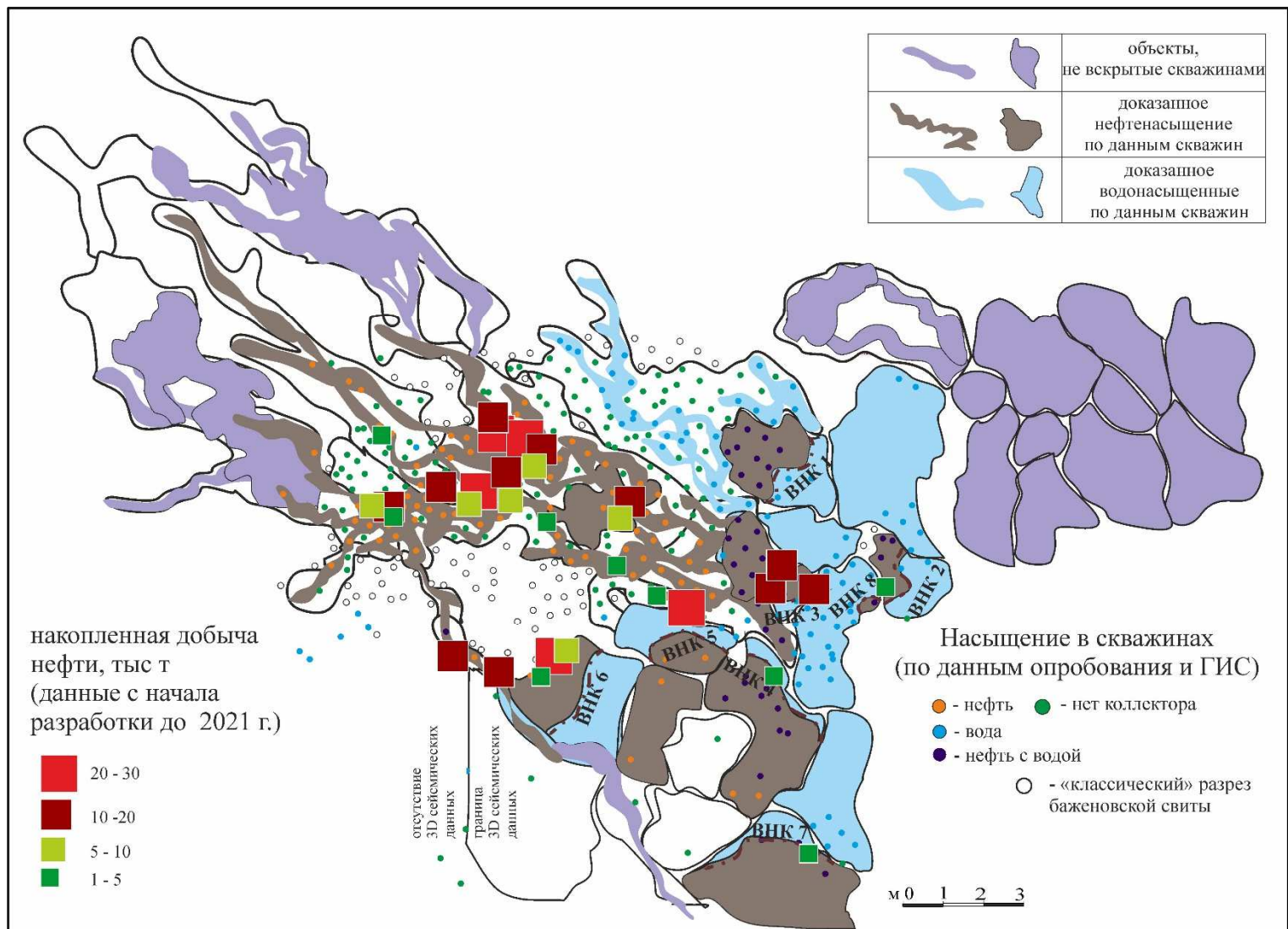


Рисунок 71. Схема нефтеносности, построенная на основании концептуальной модели AP с учетом детальной интерпретации сейсмических и скважинных данных, в точках скважин дано насыщение по ГИС и испытаниям в песчано-алевритовом пласте Ю0

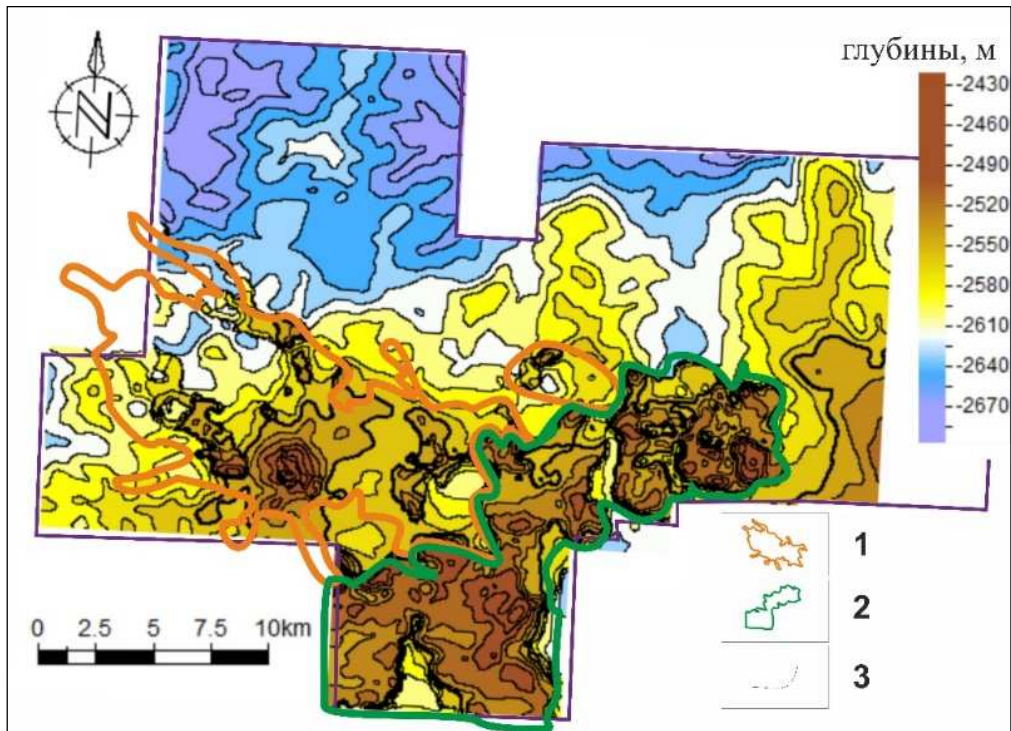


Рисунок 72. Структурная карта кровли баженовской свиты Поточного месторождения с вынесенными контурами дистальной и проксимальной частями зоны АР. Условные обозначения: 1 – контур дистальной части, 2 – контур проксимальной части, 3 - изолинии

Определение насыщения по ГИС в сложном разрезе, где хаотически перемешаны высокорadioактивные глинисто-кремнистые и песчаные пропластки является крайне сложным, но на Поточной площади в эксплуатационных скважинах результаты интерпретации ГИС подтверждены дебитами, полученными при опробовании скважин.

Большинство скважин, работающих на пласт Ю0 аномальных разрезов Широтного Приобья, характеризуются низкими дебитами, обычно не превышающими 5 т/сут, в отдельных случаях – немногим более 10 т/сут. Интервалы перфорации в скважинах АР часто захватывают пласт Ю1 либо ачимовские пласты – для данного вывода такие скважины были исключены из выборки, пример проанализированной скважины, каротаж представлены на Рисунок 73.

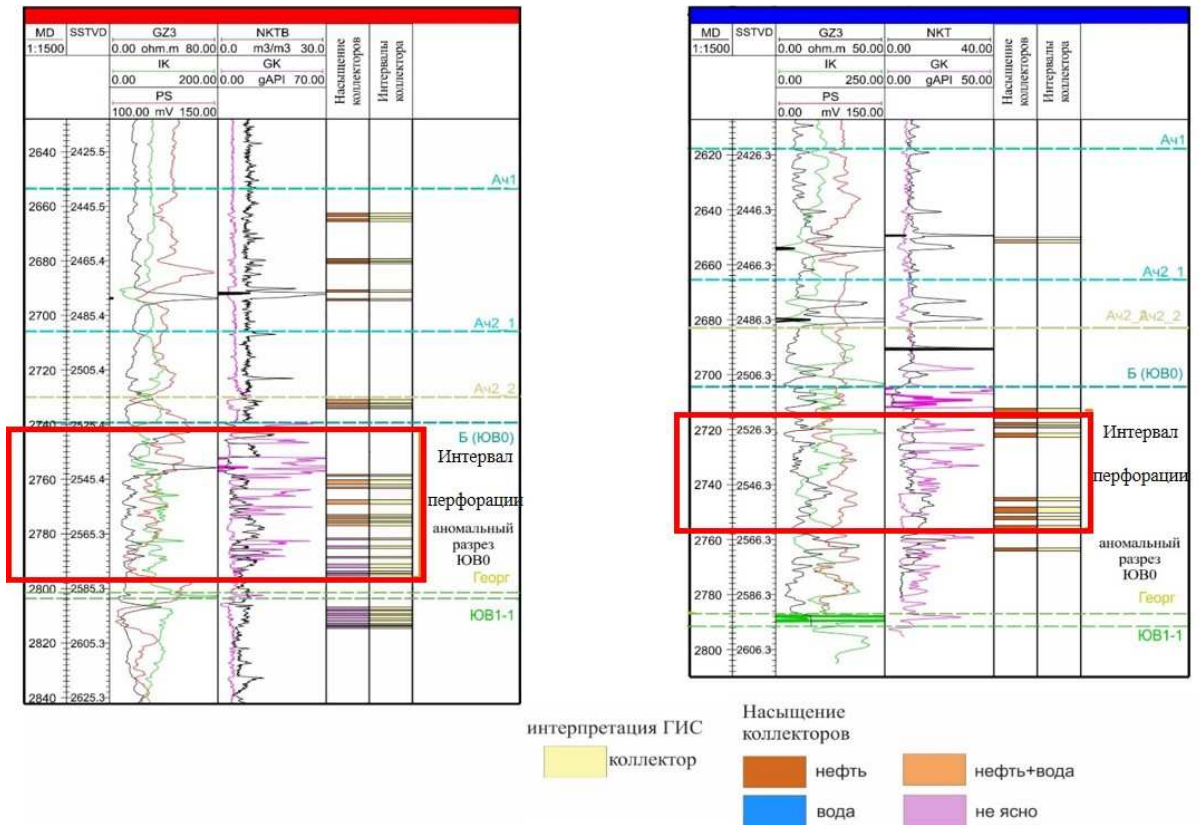


Рисунок 73. Пример каротажа эксплуатационных скважин Поточного месторождения с вынесенными интервалами перфорации, откуда идет добыча нефти

Типичная эксплуатационная скважина, пробуренная в проксимальный участок зоны AP, имеет запускные дебиты нефти 5-10 т/сут, но при этом достаточно быстро происходит падение дебита почти до нуля за первые два года эксплуатации (Рисунок 74). При проведении ГРП возможно резкое увеличение дебита до исходных значений, но затем вновь следует падение. Такие резкие изменения дебитов скважин, по-видимому, связаны с тем, что они попадают в ограниченное оползневое тело, запасы которого быстро истощаются.

Скважины, расположенные в пределах дистальной части зоны AP, а значит – в сети «руслоподобных» тел, образованных под воздействием обломочных потоков, напротив, показывают традиционно более стабильную работу в течение нескольких лет. Такая стабильность должна быть обусловлена улучшенной связанностью коллектора внутри единого простирающегося тела. В проксимальной части часто гидродинамическая связь между отдельными телами затруднена, а фильтрационно-ёмкостные свойства мало предсказуемы, хотя эффективные толщины коллектора по данным ГИС больше, чем в дистальной части, но в данном случае это обстоятельство не является решающим для разработки залежи.

Таким образом, наиболее перспективными для освоения являются области распространения руслоподобных тел, образованных обломочными потоками, а соответственно это центральные и более западные части зон АР – дистальная часть.

Из зон АР Широкого Приобья эксплуатационным фондом достаточно сильно покрыты только два месторождения – Поточное и Кечимовское, частично – Имилорское, соответственно для дальнейшего ввода в разработку открытых залежей нефти в зонах АР необходимо построить по аналогичной методике карты залежей и перспективных объектов на других месторождениях.

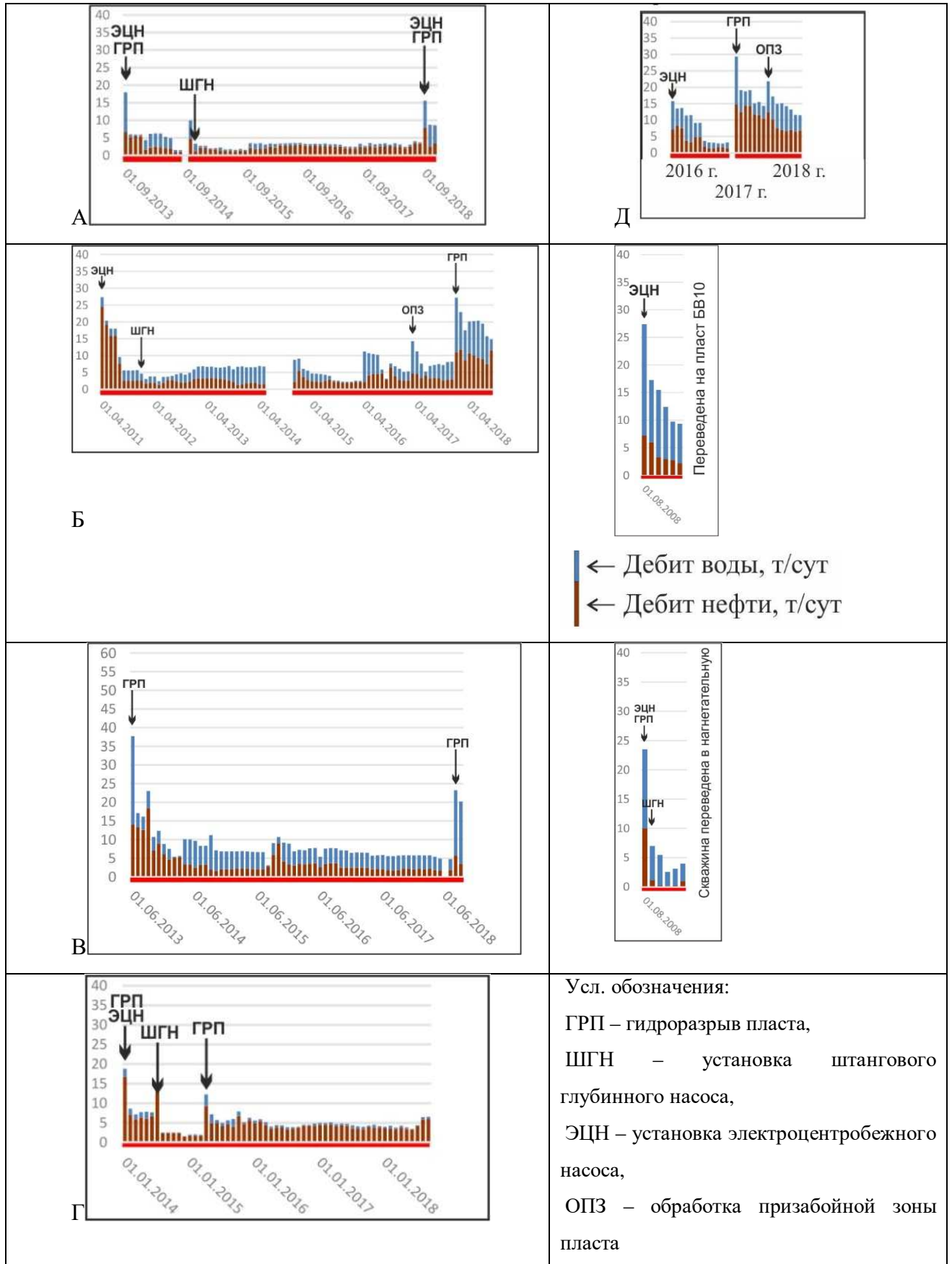


Рисунок 74. Типичные графики работы эксплуатационных скважин в зоне АР Поточного нефтяного месторождения: А, Б, В, Г – дистальная часть, Д – проксимальная часть. По вертикали отложены значения дебитов (т/сут) в среднем за месяц, по горизонтали – время работы скважины.

Выводы по главе 4

1. На основе сейсмогеологической модели с учетом структурного плана и данных ГИС в скважинах построена схема нефтеносности баженовско-ачимовского интервала зоны АР на примере Поточного месторождения.
2. Геометрия распространения системы обломочных потоков – «руслоподобные» тела в дистальной части и ассоциированные с оползневыми телами дробно-блокового типа в проксимальной части зоны АР – определяет сложную и извилистую конфигурацию залежей нефти.
3. Ловушки в зоне АР структурно- и литологически ограничены. Все границы между областями с разным насыщением, разным уровнем ВНК можно объяснить седиментологически.
4. Для понимания флюидодинамической системы исследовались силициты баженовской свиты. Значения параметров баженовских отложений Имилорской и Поточной зон АР характерны для нефтематеринских пород «классического» разреза баженовской свиты, то есть могут генерировать нефть, характеризуются высоким генерационным потенциалом. По косвенным признакам (малое количество битумоида, свечение внутри пласта, капли битума), уже началась реализация генерационного потенциала, и разгрузка проходит в близлежащие коллекторские пропластки.
5. Собрана статистика по 65 залежам в АР, стоящим на ГосБалансе в Широтном Приобье, в пределах 32 месторождений. Эта статистика может использоваться для вероятностной оценки ресурсов УВ в зонах АР. Средние значения эффективных нефтенасыщенных толщин по отдельным залежам внутри зон АР лежат в пределах 2-5 метров, при этом средняя пористость составляет 15–17%, а проницаемость в основном близка к 1 мД.
6. Предложенная авторская модель внутреннего строения АР позволяет оконтурить перспективные объекты и рекомендовать определенные области, перспективные на поиск и разведку месторождений УВ.
7. Большинство скважин, работающих на пласт Ю₀ аномальных разрезов, характеризуются низкими дебитами, обычно не превышающими 5 т/сут, в отдельных случаях – немногим более 10 т/сут. Наиболее перспективным для эксплуатации стоит считать фронтальную часть зоны АР, где сконцентрировано больше тел обломочных потоков в связи с большей связанностью коллекторских пропластков в этих телах.

ГЛАВА 5. Применимость модели для других зон

5.1. Поиск аналогов в других бассейнах седиментации

Традиционно считалось, что аналогов аномальных разрезов баженовско-ачимовского комплекса нет, от этого и происходит развитие одновременно множества гипотез образования, и ни одной принятой всеми модели.

Для поиска аналогов исследуемого комплекса с целью понять закономерности строения автором проанализированы современные данные по океанологии, по отложениям оползневого генезиса и в целом отложениям, возникшим благодаря различным гравитационным явлениям в глубоководных частях океанов, а также рассмотрены зарубежные литературные источники по теме возникновения песчаных тел внедрений.

Рассматривая осадки современных океанов, прежде всего нужно отметить разнообразие отложений транспорта масс – широко используемый термин в англоязычной литературе, охватывающий подводные отложения, возникающие в результате процессов оползания, оползания с дезинтеграцией, скольжения, обвала и потоков. В комплексах отложений транспорта масс переносятся большие объемы осадков с окраин на дно прилегающего бассейна, часто во время единичных катаклизмов. В русскоязычной литературе обычно используется термин «гравитационный массоперенос», что является аналогом.

Частота проявления оползневых явлений в различных районах мирового океана оценивается по-разному. В основном исследователи приходят к выводам о связи количества оползней с сейсмической активностью территории. Например, Индонезийский архипелаг сейсмически активен из-за своего расположения на пересечении четырех основных тектонических плит. Землетрясения, извержения вулканов и цунами представляют значительную геологическую опасность на всей территории островов. В таком регионе частота проявления оползневых явлений объемом >100 км³ предварительно оценивается на уровне раз в 0,5 млн лет, при этом меньшие события происходят по крайней мере каждые 160 тыс лет [154].

Наиболее известен и чаще приводится как аналог для изучения оползневых явлений гигантский оползень Storegga у побережья Норвегии (площадь всего оползня 95 000 км² и подсчитанный геофизиками объем составляет 2400-3200 км³ породы [77]). Оползень Storegga классифицирован как сложный регрессивный оползень (Рисунок 75), состоящий из 5 крупных и 58 более мелких событий, которые перенесли большую часть материала в Норвежский бассейн.

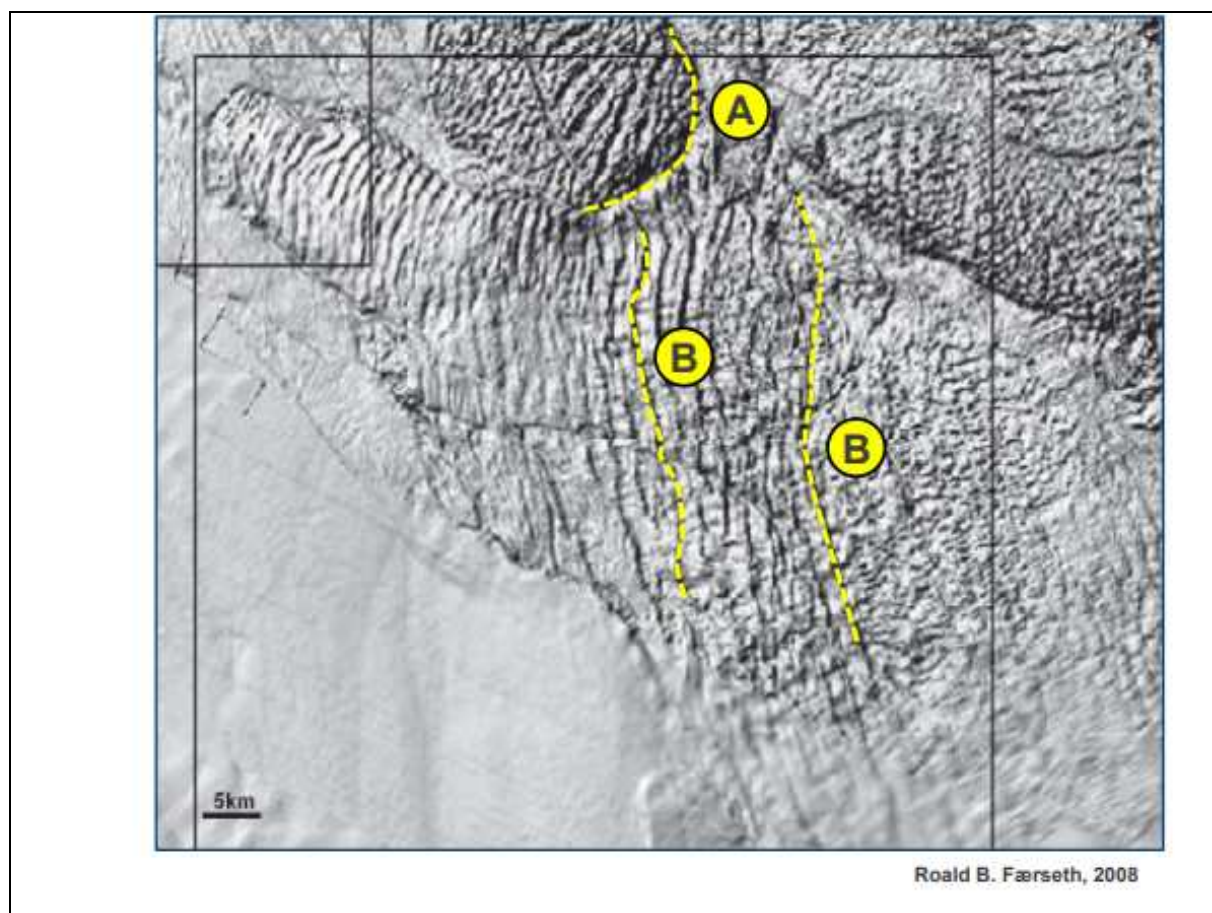


Рисунок 75. Батиметрическая карта дна западного побережья Норвегии в районе оползня Storegga – наиболее известный и чаще других описываемый в литературе оползень (Roald B. Færseth, 2008) [77]

Оценивая возможность образования подводных оползней при небольших углах наклона ачимовских клиноформ (до 2° и менее), целесообразно провести сравнение с известными оползнями. Согласно статистике, собранной еще в 1993 г. J.S. Booth, с соавторами для Атлантического побережья США наиболее часты оползания на подводных склонах с углами наклона до 4° (Рисунок 76). Соответственно образование подводных оползней при небольших углах наклона, аналогичных наблюдаемым в клиноформном комплексе Широкого Приобья, не является чем-то невозможным на настоящий момент в морских отложениях и вызывать сомнений не должно.

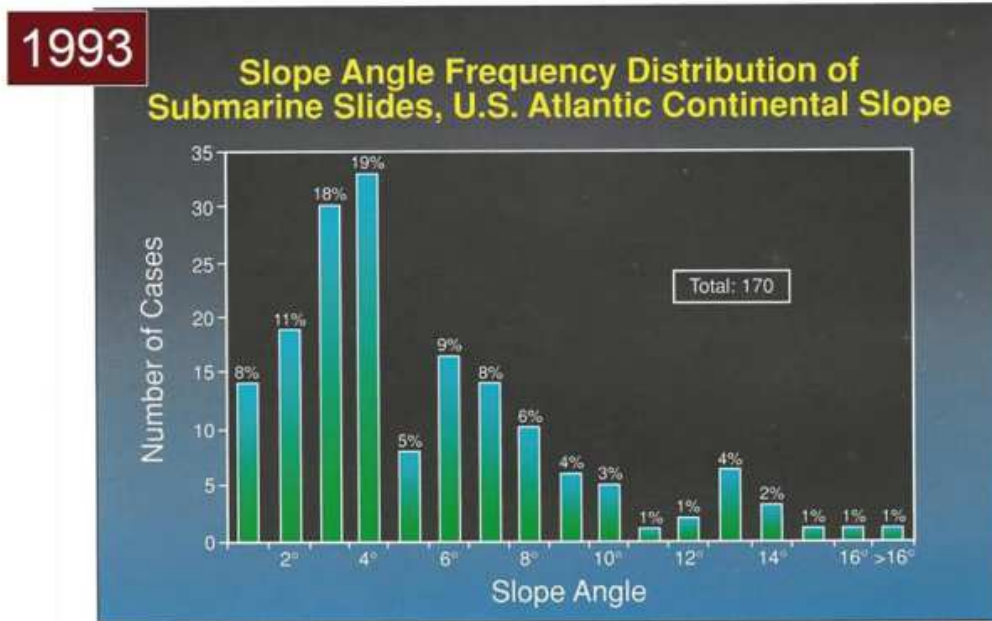


Рисунок 76. Гистограмма распределения частоты распространения подводных оползней в зависимости от угла наклона склона, США, Атлантическое побережье. Из работы Boothetal. 1993 [178]

Что касается поиска аналогов внедрений одних пород в другие в других палеобассейнах, то песчаные тела внедрения в палеоценовых и эоценовых отложениях были описаны в ряде публикаций исследователей, занимавшихся геологией Северного моря: Newman (1993), Dixon (1995), Purvis (2002), Hurst (2003), Huuse (2003, 2004, 2005), Mickelson (2004) и другими.

На северо-западе континентального шельфа Европы известны песчаные внедрения в глубоководных терригенных отложениях верхнеюрского, нижнемелового, палеоценового, эоценового и олигоценного возраста, а также в эоловых коллекторах пермского возраста.

Среди известных примеров месторождений, связанных с песчаными телами внедрения, детально изучено месторождение Valder на побережье Северного моря. В его пределах закартированы семь структурно и стратиграфически ограниченных залежей УВ, расположенных в трех отдельных стратиграфических интервалах палеоценового и раннего эоценового возраста. Коллекторы представляют собой глубоководные отложения, перекрытые гемипелагическими глинистыми отложениями и вулканическим туфом.

Впервые песчаные тела внедрения были обнаружены в 1969 году в керне одной из первых разведочных скважин. Изначально масштабы явления считались небольшими, однако позже более 150 песчаных тел было выявлено в керне разведочных, поисковых и эксплуатационных скважин. Это привело к идее того, что внедрения песчаников – это не единичные случаи, а масштабное явление, которое может повлиять на добычу УВ. Впоследствии для детального картирования тел внедрения была разработана методика интерпретации сейсмических

материалов на основе данных керн и ГИС. Мощность отдельных тел внедрений обычно варьируется от нескольких сантиметров до нескольких метров, максимум 11 м (общая вертикальная глубина).

Пример тел внедрений в керне приведен на Рисунок 77 – отчетливо видны такие же, как в зонах AP резкие границы – постепенных переходов нигде не отмечается.

Месторождение Balder было введено в эксплуатацию в 1999 году. Для лучшего понимания того, как происходили постседиментационные внедрения песчаного материала в толщу глинистых разностей, коллективом авторов [155] в свою очередь также были изучены аналоги обнажений, чтобы разработать модели, детально проследить возможные размеры, ориентацию и характер распределения тел внедрений. Были разработаны строгие критерии для распознавания песчаных тел внедрений всех масштабов. В настоящее время полномасштабная модель месторождения (Рисунок 78) используется для прогнозирования будущих этапов добычи и определения оптимальных мест для потенциального бурения на расширение скважин и капитального ремонта скважин.

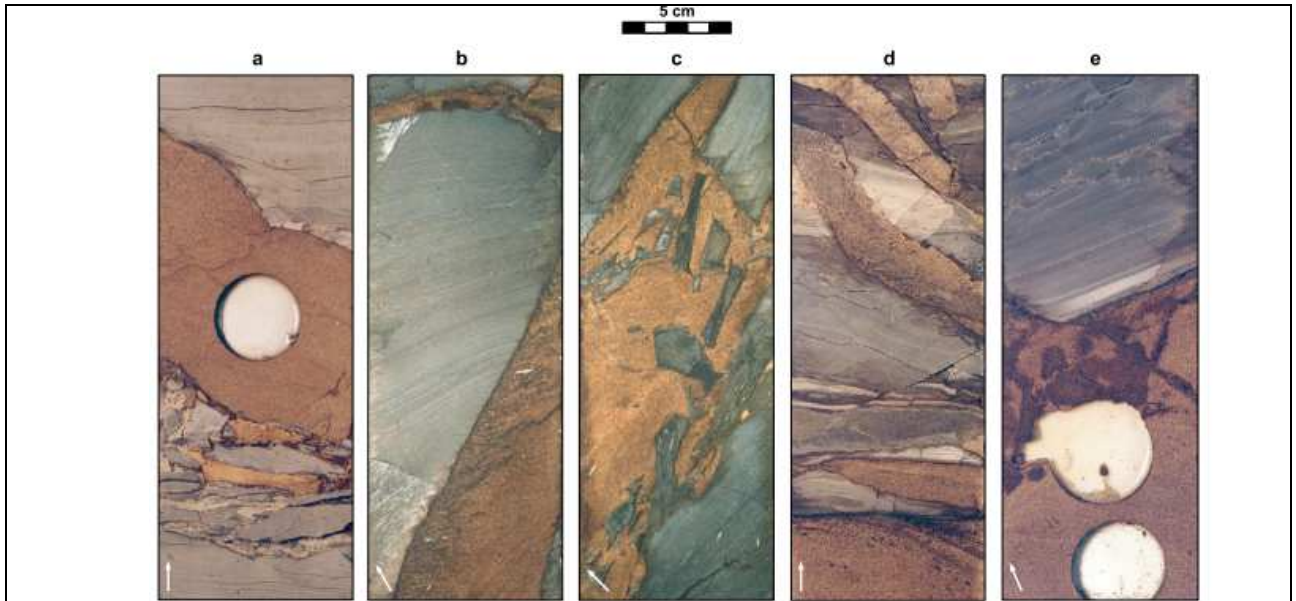


Рисунок 77. Пример песчаных тел внедрений в керне скважин площади Balderfield, побережье Северного моря. Стрелками отмечен верх стратиграфической последовательности, керн b, c, e отобран из искривленных скважин. Песчаные интервалы внедрений нефтенасыщенны повсеместно за исключением небольших пропластков в низах песчаного интервала а и в верхах интервала d [155]



Рисунок 78. Модель строения нефтегазового месторождения Balder (красный – газ, зеленый – нефть, желтый - вода) со вскрытыми скважинами песчаными телами внедрений [155]. Внедрения восходящие и по напластованию

Другой пример фото нефтенасыщенного интервала песчаного тела внедрения приведен на Рисунок 79, месторождение Balder. В скважине вскрыт песчаный коллектор тела внедрения: нефтенасыщенная часть – темно-коричневый цвет, более светлый цвет (белая заливка на рисунке внизу или стрелки на рисунке вверху) – карбонатизированный интервал, подвергшийся вторичным изменениям. Фрагменты глинистых пород представлены уплощенными обломками размерами от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Пунктирной линией подчеркнута первичная слоистость в глинистых отложениях

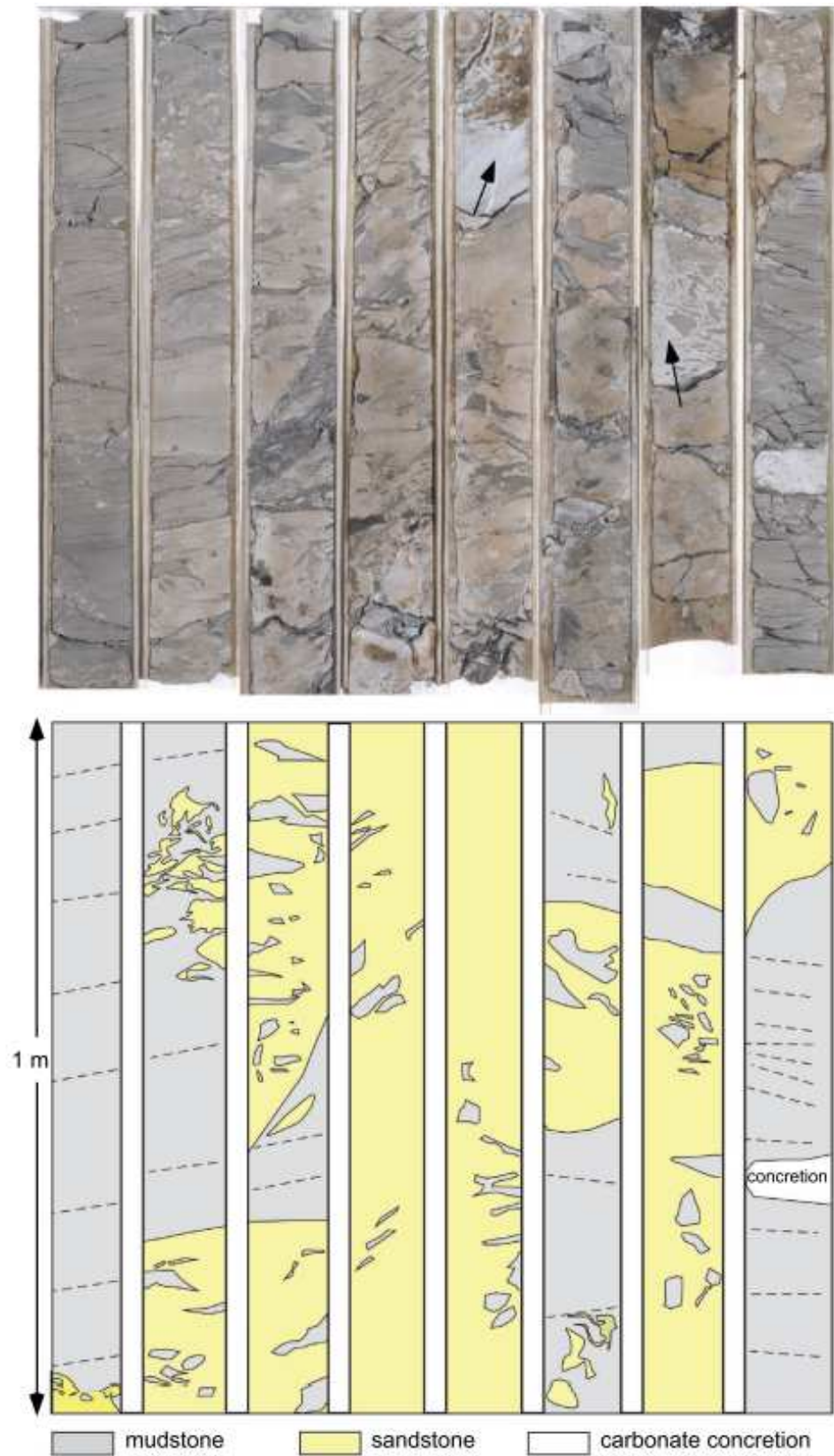


Рисунок 79. Фото керна (вверху) и его интерпретация (внизу). Нефтенасыщенный коллектор песчаного тела внедрения, керн скважины месторождения Valder. Детальное описание приведено в тексте [163]

На Рисунок 80 приведено фото керна с характерными текстурами внедрений песчаных тел в глинистые отложения, но уже более близкой по возрасту баженовским отложениям – киммериджской формации позднеюрского и нижнемелового возраста. Приведено фото керна из скважин месторождения Penguin, расположенного в Северном море на шельфе Великобритании. Видны аналогичные замеченным в АР Широкого Приобья Западной Сибири фрагменты расслоившихся и перемятых глинистых пород с резкими контактами с песчаными пропластками, также смятыми в складки.

На основании изученных площадей в Северном Море разными авторами сделан вывод, что для возникновения внедрений необходимо присутствие избыточного давления в песчаном теле (Jolly and Lonergan, 2002 [165]; Duranti and Hurst, 2004 [156]). При этом рассматриваются три механизма возникновения избыточного давления, вызвавшего песчаные внедрения:

- неравновесное уплотнение, когда вытеснение поровой жидкости из отложений при захоронении уменьшается из-за быстрой нагрузки и/или хорошей герметичности (Osborne and Swarbrick, 1997 [172])
- сейсмически вызванное разжижение (Obermeier, 1996 [171])
- добавление флюидов под избыточным давлением (нефтяных) (Lonergan et al., 2000)

Каждый из этих механизмов в той или иной степени используется для объяснения песчаных инъекций в нефтяных коллекторах северной части Северного моря (Lonergan et al., 2000 [167]; Jolly and Lonergan, 2002 [165]; Duranti and Hurst, 2004 [156]; Huuse et al., 2004 [164]).

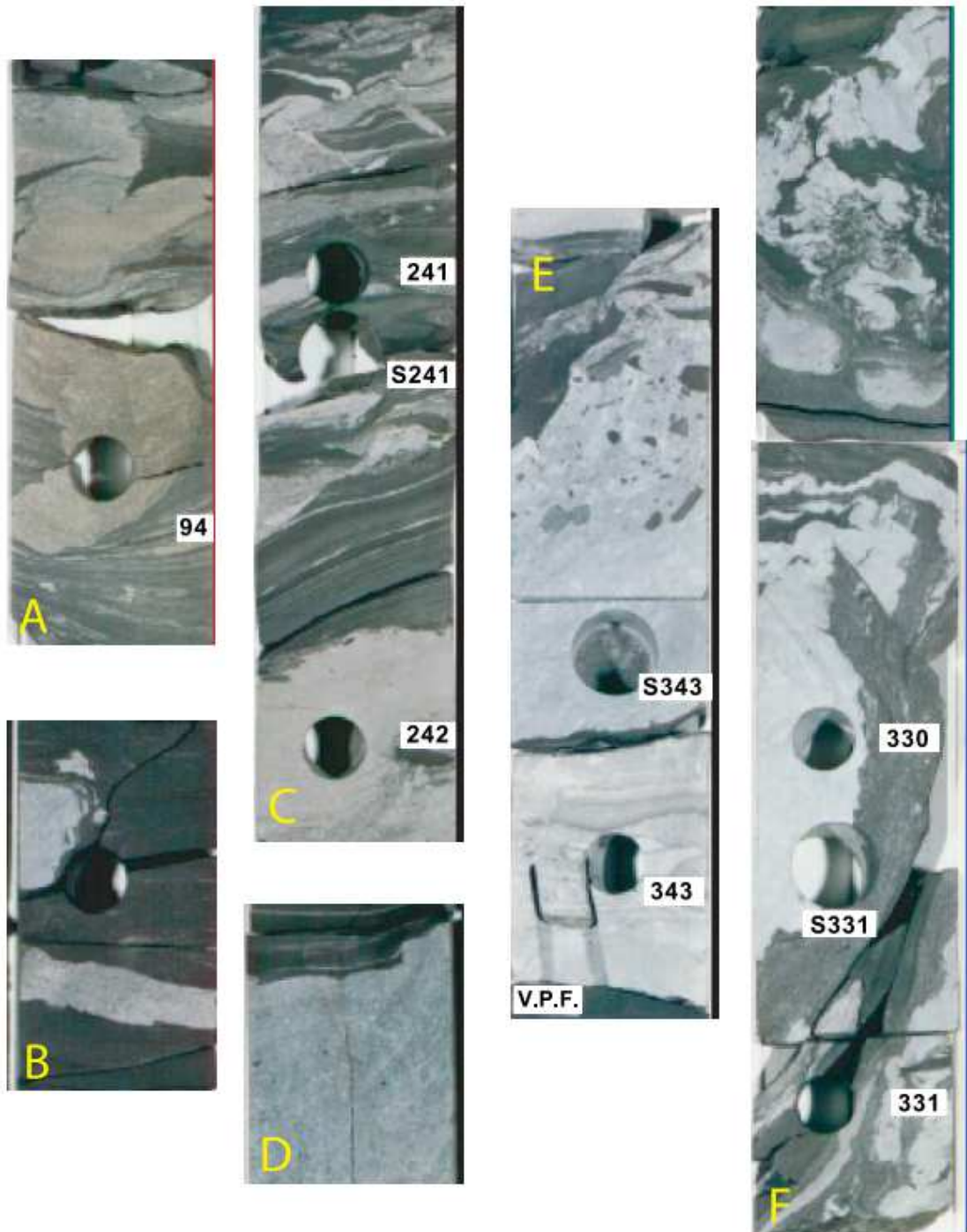


Рисунок 80. Фото керн с характерными текстурами внедрений песчаных тел в глины киммериджской формации позднеюрского и нижнемелового возраста, месторождение Penguin, Северное море, шельф Великобритании [163].

Следующий интересный вопрос, так как баженовская свита Западной Сибири не выходит на дневную поверхность, и седиментологически может быть изучена только в керне – какие же есть примеры обнажений с внедрившимися песчаниками в более глинистые отложения? Ответ на него дают следующие авторы в своих публикациях.

D.I.M. Macdonald с соавторами [168] в Антарктике задокументировали пример обнажения, демонстрирующий геометрию древнего (юрский период) песчаного подводного оползня (1000 м в длину и 50 м в толщину), заключенного в глубоководные глинистые фации (Рисунок 81).



Рисунок 81. Фотография обнажения D. J. M. Macdonald, 1993 [168]. Отметки, как бы выглядели кривые радиоактивности (Gamma ray), выполнены G. Shanmugam [178]

Следующий пример - месторождение Panoche Hills, которое расположено на западной окраине бассейна San Joaquin в Центральной Калифорнии, США. Месторождение интересно тем, что на своем продолжении пласты выходят на дневную поверхность, и наблюдается почти 100% обнажение всей последовательности древних пластов, круто падающих при выходе на поверхность (Рисунок 82), что позволяет определить структуру, геометрию и пространственную изменчивость системы.

Морские отложения откладывались с позднего мела (сеноман) до раннего палеоцена и неконформно перекрыты отложениями позднего палеоцена/среднего эоцена. Вся толща глубоководных преимущественно глинистых отложений испещрена внедрившимися песчаниками палео-вертикальной (dikes в англоязычной терминологии авторов) и условно горизонтальной (sills) направленности.

Аналогичная картина наблюдается на обнажении пород Santa Cruz (Калифорния, США), крупные фото представлены на Рисунок 83.

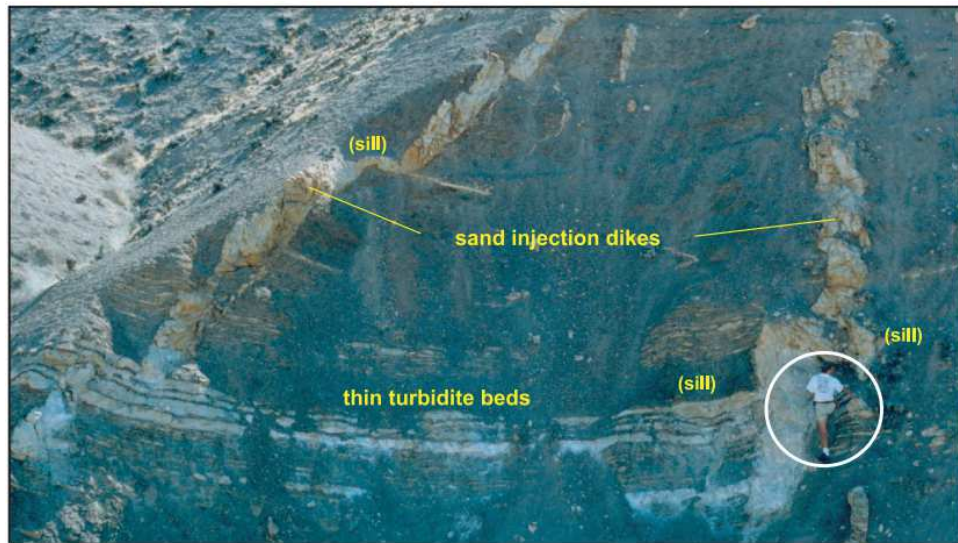
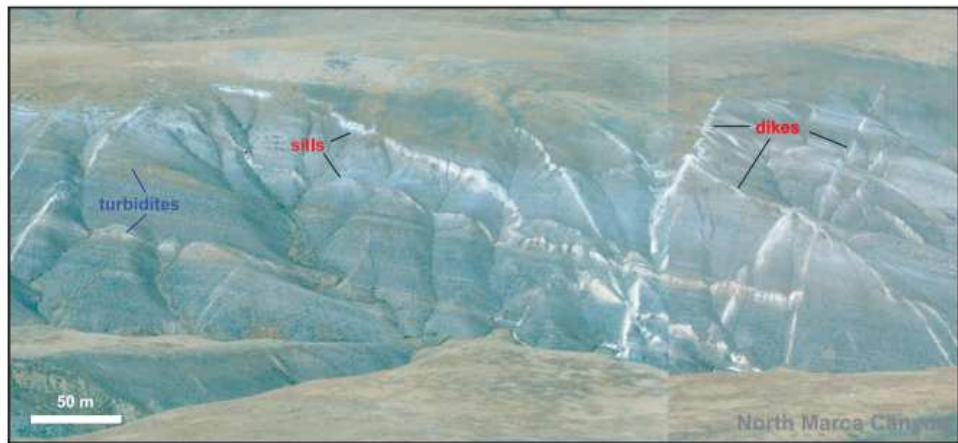


Рисунок 82. Фото с разных ракурсов естественных обнажений пород Rapoche Hills (Калифорния, США) с нанесенной интерпретацией постседиментационных песчаных тел внедрений вертикальной направленности (dikes в терминологии авторов) в изначальном залегании и горизонтальной (sills) в основную массу преимущественно глинистых глубоководных отложений [155]

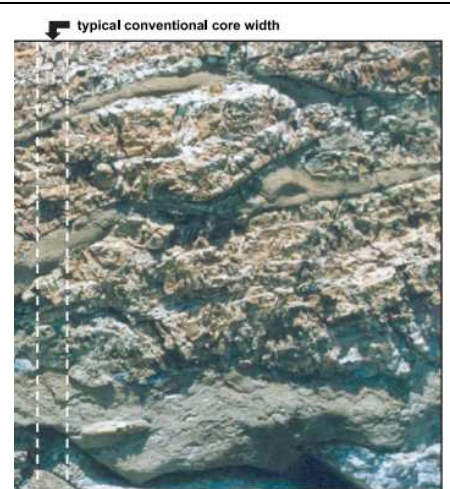


Рисунок 83. Фото естественного обнажения пород Santa Cruz (Калифорния, США) с выделенными желтым пунктиром границами песчаных тел внедрения в основную массу глинисто-кремнистых пород, красным выделены перемещенные песчаным потоком фрагменты глинисто-кремнистых пород [155]

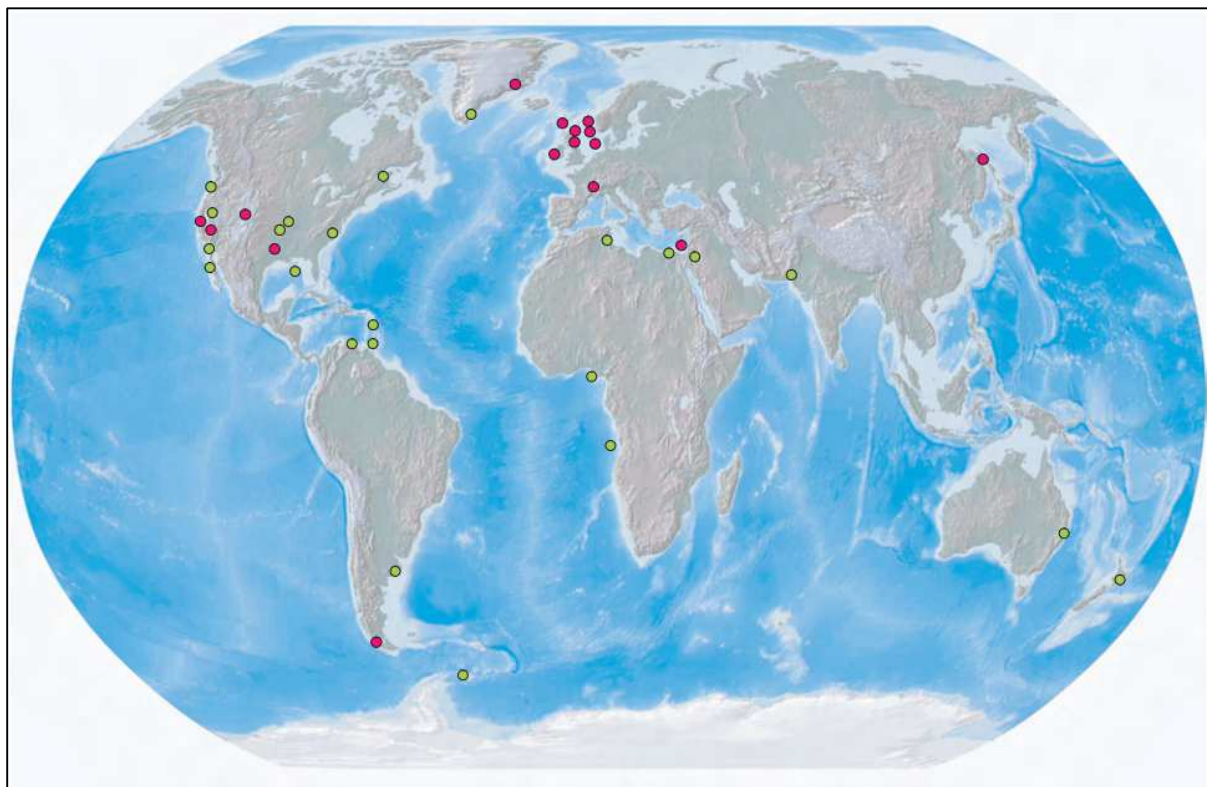


Рисунок 84. Географическое распространение известных и задокументированных разномасштабных внедрений песчаных тел в глинистые разности, по данным А. Hurst (розовые – исследованные А. Hurst, зеленые – описанные другими авторами, но собранные в единую библиотеку данных им же) [163]

Однако основное отличие рассмотренных примеров с территориями Северного моря, Калифорнии в том, что внедрения происходили сначала снизу вверх, а затем уже распространялись в толще пород вдоль первичного напластования, тогда как в случае аномальных разрезов баженовско-ачимовской толщи первичное внедрение происходило сверху по возникшей трещине, в которую затекли песчаные отложения, а механизм послойного распространения в дальнейшем схож с описанными примерами. Соответственно и направление распространения песчаных тел внутри глинистых разностей в случае накопления снизу вверх – это площадное, в большинстве случаев близкое к симметричному во все стороны от точки первичного внедрения, в случае же внедрений сверху под углом в соответствии с положением источника материала (падение клиноформ на северо-запад) внедрившиеся песчаные пропластки распространяются на северо-запад. В том, что локальные внедрения песчаников в глинистые разности образуют ловушки для УВ, сходятся все ученые, занимавшиеся данной особенностью глубоководных отложений по всему миру. При этом отдельный упор всегда ставится на важной особенности внедренных песчаников – связанности песчаников в них, а, следовательно, и коллекторов.

Нисходящие внедрения, связанные с наличием потоков разной плотности, рассмотрела в своей диссертации под названием «Подход к механизмам возникновения песчаных инъекций»

(«APPROCHE DES MECANISMES DEL'INJECTIONS ABLEUSEPERDESCENSUM» - фр.) Rosalie Vandromme в 2007 году [181] (диссертация на получение докторской степени Парижской горной школы).

Rosalie Vandromme в процессе подготовки работы изучала обнажения пород Beuvons, Nyons и Rosans на юго-востоке Франции, Numidian (Сицилия, Тунис, Марокко) и Tourelle (Канада), где представлено множество песчаных тел внедрения, приуроченных к глубоководным морским обстановкам. При этом внедрения отмечены как восходящие постседиментационные, а также и нисходящие, имевшие место одновременно с накоплением самого песчаного материала, перекрывающего глинистые разности. Соответственно последний случай близок к ситуации аномальных разрезов баженовско-ачимовского интервала.

Rosalie Vandromme связывает инициирование и распространение трещин, по которым пошли внедрения, с давлением, обусловленным резким накоплением обломочных потоков, в частности в фациях каналов в областях перед некими палеоприподнятыми зонами/локальными палеоподнятиями. Ее модель учитывает тот факт, что внедрения должны приподнять ранее накопившиеся отложения.

В своих физических и аналитических экспериментах, основанных на данных обнажений, исследователь приходит к следующим выводам, подтверждая конкретные расчеты формулами:

- один песчаный силл (внедрение, близкое к горизонтальному, то есть по первичному напластованию) может распространиться на 2400 м за несколько десятков часов в тех породах, что она изучала,
- одиночная песчаная дайка может опуститься на 400 м под палеоморское дно за несколько секунд,
- сеть, состоящая из ряда внедрений горизонтальных и вертикальных может иметь протяженность 1200 м по горизонтали и 400 м по вертикали и формируется в течение нескольких часов.

Таким образом, Vandromme доказывает физическую возможность песчаных внедрений и обосновывает их на очень схожем объекте с зонами AP в Широтном Приобье. Сам механизм (Рисунок 85) в таком случае крайне близок с описываемым Гришкевичем В.Ф. для зон AP [44, 42], но большее внимание уделяется стадии эрозии подстилающих глинистых отложений, тогда как в случае с баженовскими отложениями сильной эрозии и изменения мощности в зонах AP не наблюдается. Данный факт можно объяснить разницей плотности и степени литификации отложений разных формаций.

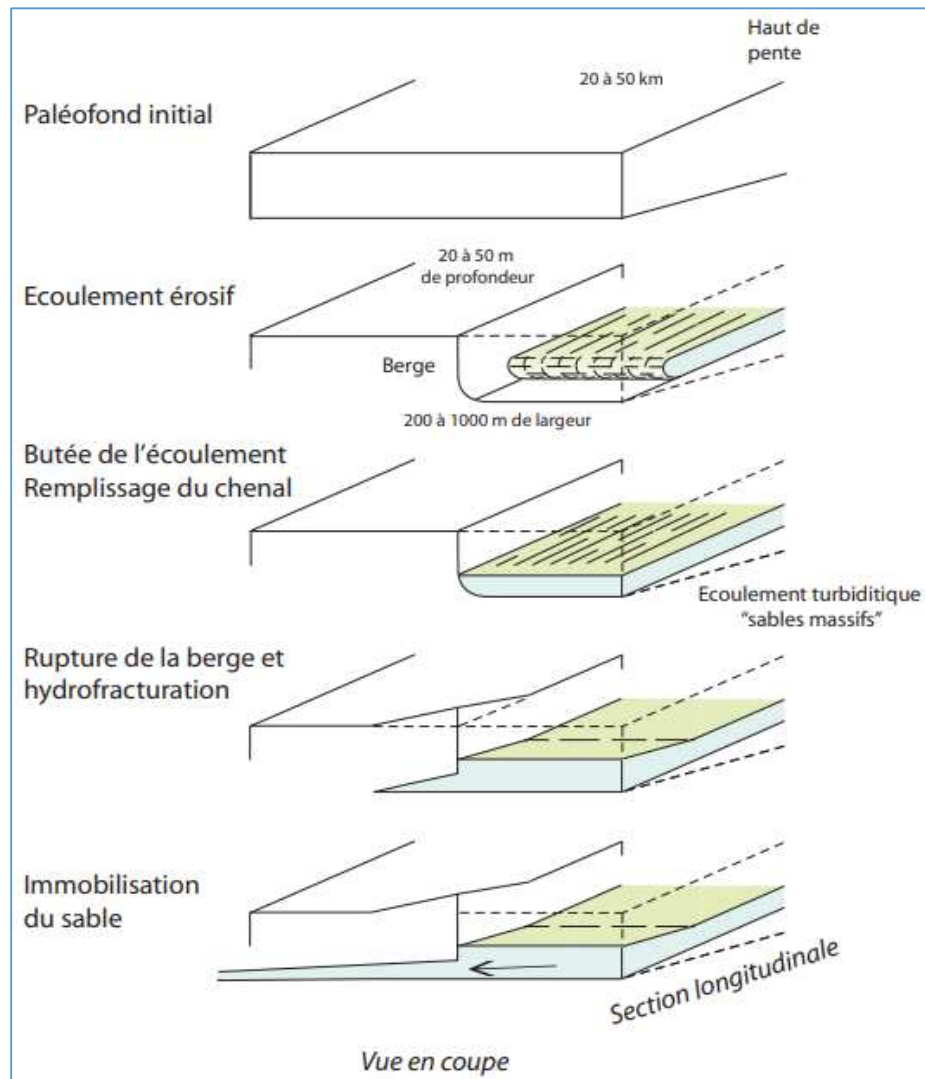


Рисунок 85. Стадии образования нисходящих песчаных внедрений в более древние глинистые отложения согласно результатам работ Parize, Friès [173] с дополнениями Vandromme [181]. Стадии: 1) исходное состояние морского дна с накоплением фоновых преимущественно глинистых отложений, 2) эрозия морского дна непосредственно перед головной частью обломочного потока, который движется с большой скоростью, 3) обломочный поток, по-прежнему движущийся с большой скоростью, доходит до препятствия в палеоплане. 4) сохраняется высокая энергия потока, дальнейшие несущие со скоростью частицы подпирают передние, с учетом препятствия в палеоплане, когда потоку некуда дальше двигаться, уровень песка в палеоканале, по которому идет движение, резко поднимается, начинается внедрение и распределение песчаных отложений по появившимся трещинам, в целом соответствующим напластованию глинистых отложений, 5) завершение процесса при прекращении поступления осадочного вещества

Механизмам и контролю возможности формирования песчаных интрузий посвящены работы Richard J. H. Jolly, Lidia Lonergan. Они приводят статистику по наличию песчаных интрузий в различных средах по 75 описанным в литературе объектам, отмечая, что различные (нисходящие/восходящие) песчаные инъекции встречаются в разных обстановках, но преимущественно в глубоководных морских (Рисунок 86).

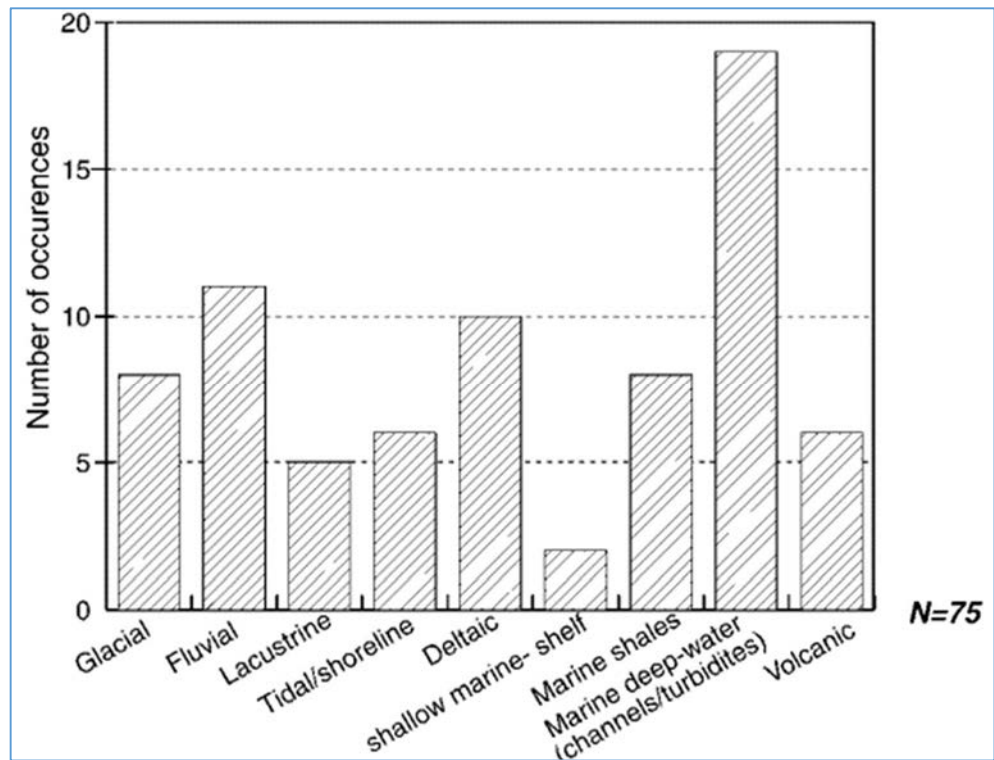


Рисунок 86. Частота встречаемости песчаных интрузивных тел на объектах, образовавшихся в различных седиментологических обстановках [165]

Исходя из всей собранной статистики Jolly и Lonergan исследуют физические принципы – в основном необходимое давление на разных палеоглубинах/разницу давлений, которые могут привести к образованию восходящих или нисходящих внедрений песчаного материала. На Рисунок 87 приведена соответствующая модель.

На очень малых глубинах дифференциальные напряжения малы, и анизотропия подстилающих пород способствует образованию силлов, а не даек. Если песчаное тело запечатывается немного глубже (например, в точке а), давление жидкости отклоняется от гидростатического градиента. В простейшем случае, когда в песчаное тело больше не поступает поровый флюид, давление флюида увеличивается по мере продолжения захоронения, следуя литостатическому градиенту. Когда давление флюида достигает минимального горизонтального напряжения, происходит разрушение покрышки, и образуется песчаная дайка (точка а'). Если предположить, что имеется достаточно большой песчаный резервуар, в котором жидкость находится под избыточным давлением, вероятны прорывы даек вверх до тех пор, пока давление флюида превысит литостатическое давление, в таком случае продвижение вверх закончится, и остаток материала распределится по горизонтали, образуя своеобразный силл (точка а''). Если песчаное тело запечатано на большей глубине (например, b), то расстояние до

момента перехода из преимущественно вертикального направления в преимущественно горизонтальное – то есть из образования даек в силлы – будет больше (b' и b'' , соответственно).

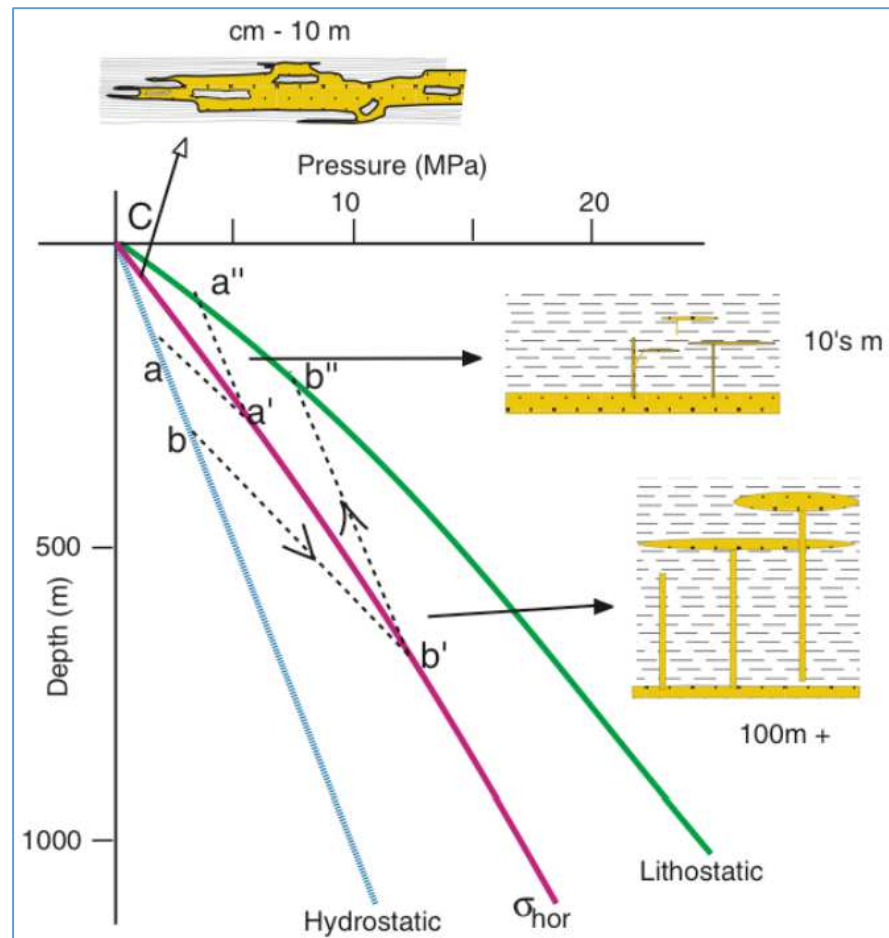


Рисунок 87. Принципиальная схема, объясняющая возможность проявления нисходящих или восходящих песчаных внедрений горизонтальной или вертикальной направленности согласно Jolly и Lonergan [165]

В данной модели применительно к АР Широкого Приобья Западной Сибири наиболее интересна верхняя точка, где образуются нисходящие движения песчаника.

Именно нисходящие движения песчаников рассматриваются в работах авторства Parize и Friès [173]. Они анализируют район Bevois, на обнажениях которого наблюдаются нисходящие внедрения песчаных отложений (Рисунок 88). Район расположен на юго-востоке Франции, в Воконтийском бассейне (Vosontian basin). Воконтийский бассейн развивался в течение позднего юрского и раннего мелового периодов, максимальные глубины были в среднем апте, достигая около 1000 м, в то время как во время альб-сеномана глубины достигали 500 м. Бассейн полностью закрылся в верхнем мелу из-за тектонической перестройки, связанной с формированием Пиренеев в эоцене и Альп в миоцене. На обнажениях видны песчаники, отвечавшие обломочным потокам, внедрившиеся в глубоководные мергели (Рисунок 89 - Рисунок 92).

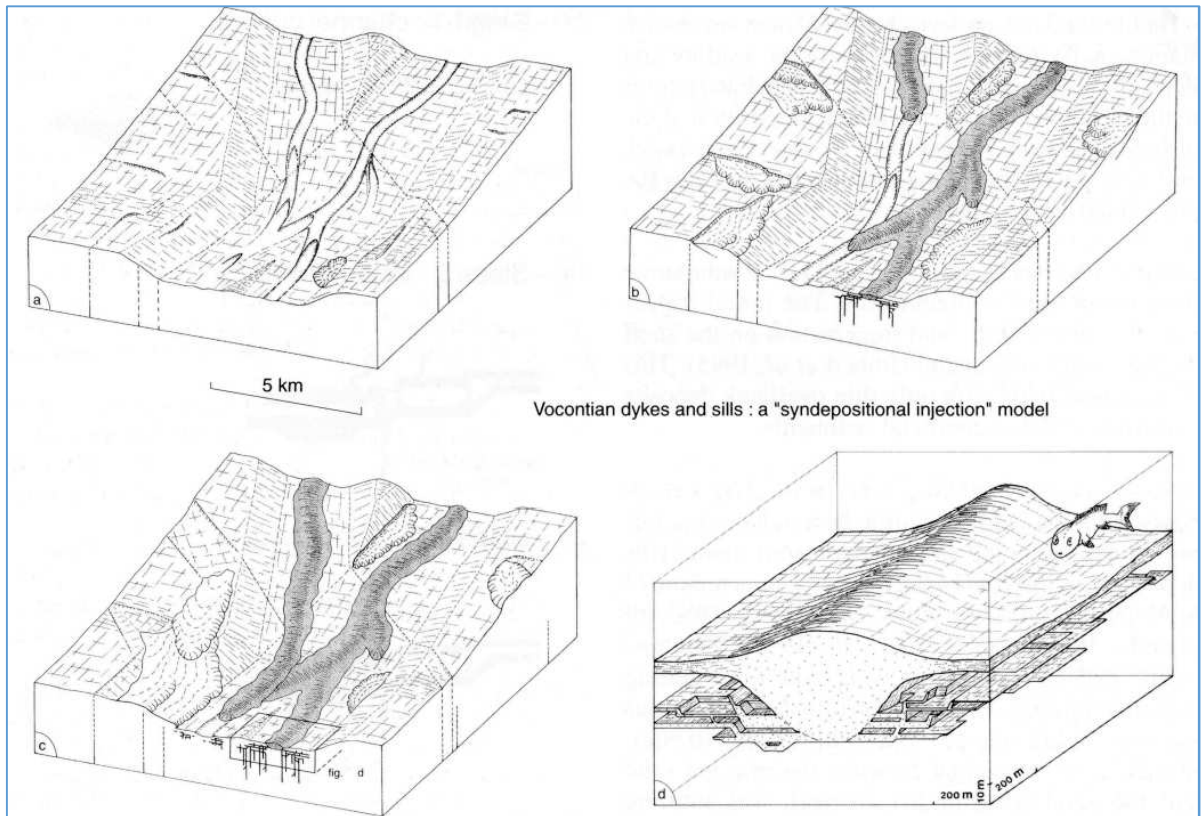


Рисунок 88. Концептуальная модель накопления глубоководных песчаных отложений, эродирующих ранее накопленные и внедряющиеся внутрь подстилающих глинистых отложений (по Parize и Friès, 2003 [173]). Стадии: (а) эрозия подводными течениями/обломочными потоками; (b) фаза осаждения начинается с привнесом потоками песчаных отложений, на этом же этапе начинаются внедрения обломочного материала и возникают боковые оползни; (с) быстрое осаждение массы и внедрения; (d) постседиментационное уплотнение осадка.

От 700 до 800 м пелагических отложений зафиксировано в Воконтийском бассейне в апт-альбский период, эти отложения в основном характеризуются мергелями и глинистыми породами, чередующимися с известняками, и образуют непрерывные пласты в бассейне. Накопление отложений в спокойных обстановках седиментации нарушается, когда начинают резко превалировать гравитационные процессы (возникают оползни, дебриты, возможно, турбидиты), связанные с падением относительного уровня моря в аптском периоде.

Чаще внедрения песчаников образуются в тектонически активной среде, где повышенные тектонические напряжения способствуют развитию высокого давления флюидов в отложениях.

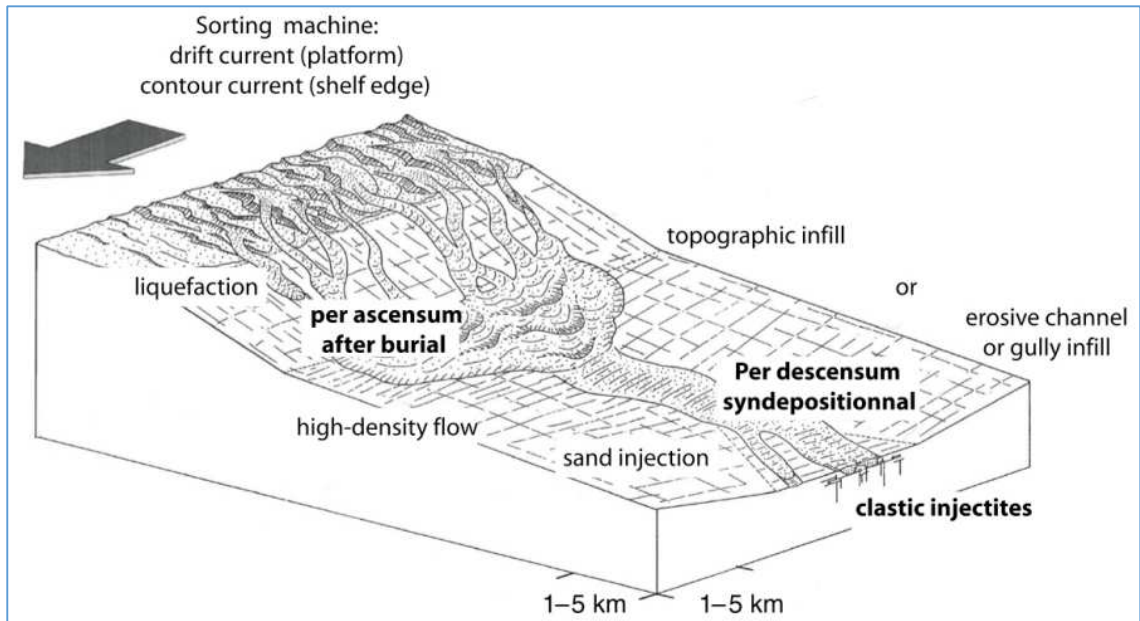


Рисунок 89. Модель осадконакопления на окраине Воконтийского палеобассейна (Parize et al., 2006 [174]). В модели учтены существовавшие терригенные инъекционные песчаники, которые образовались путем нисходящих внедрений при большой скорости обломочного потока

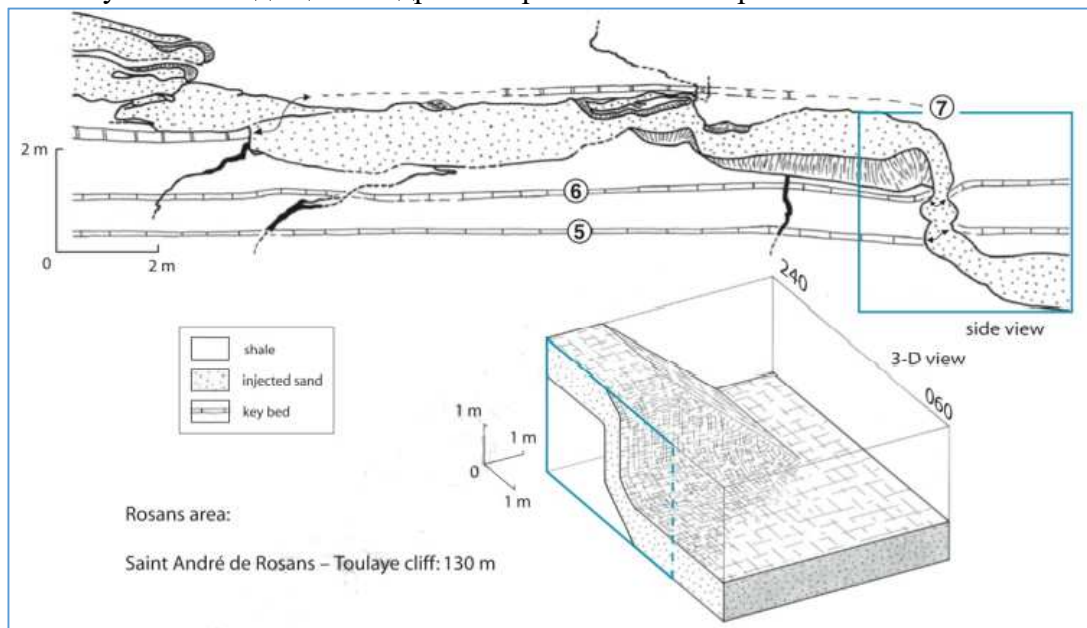


Рисунок 90. Зарисовка части обнажения Vevons, юго-восток Франции. Изображение внедрений песчаных отложений внутрь ранее накопившихся глинистых. Parize et al., 2006 [173]. Источник осадочного материала был слева.

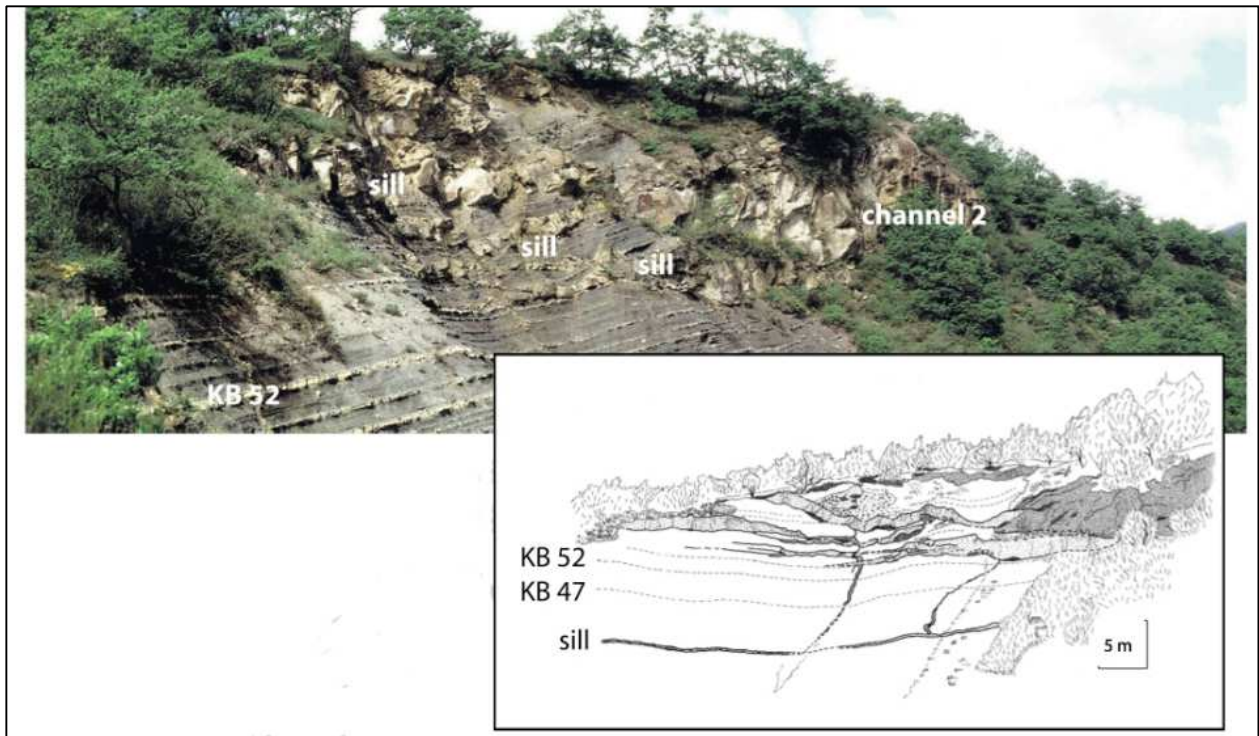


Рисунок 91. Обнажение и его интерпретация, источник поступления материала справа. Показан контакт между песчаным телом, определенным автором как турбидитного, внедрившимся в более глинистые разности тонко-зернистых турбидитов и их дистальных частей. Parize et al., 2006 [173]. Зарисовка части обнажения Bevoins, юго-восток Франции



Рисунок 92. Общий вид района естественных обнажений Rosans (юг Франции). Стрелкой показано направление горизонтального внедрения песчаных отложений в ранее накопившиеся глинистые. Соответственно окружающие более глинистые породы сильнее эродированы на настоящий момент, а песчаные породы, выведенные на поверхность, выглядят как останец, вокруг которого размыты другие отложения. Фото О. Parize [181]

Таким образом, впервые показаны возможные аналоги аномальных разрезов баженовско-ачимовской толщи в других бассейнах седиментации.

Приведены модели, условия образования, которые дают право перестать называть разрезы, встречаемые на границе баженовских и ачимовских отложений «аномальными», как это было сделано впервые при встрече таких зон и предполагалось, что аналогов нет. Более логично применять общемировую терминологию в плане названий – песчаные инжектиты (sandy injections) в высокобитуминозных карбонато-глинисто-кремнистых породах баженовской свиты.

5.2. Апробация концептуальной модели для зон АР Широкого Приобья

Клиноформенный комплекс представляет собой толщу осадков, которая при определенном чередовании периодов трансгрессии и регрессии накапливалась, заполняя собой с каждым циклом всё дальше глубоководную часть бассейна – каждый циклит перекрывает следующий, субпараллельно смещаются бровки изохронных палеошельфов и линий примыкания циклитов к баженовской свите каждый раз немного ближе к оси палеобассейна. В плане четко картируются эти субпараллельные элементы клиноформ. При этом каждая последующая клиноформа в общих закономерностях продолжает предыдущую, образуясь под воздействием глобально одного и того же источника сноса, но в разное время. Соответственно логично предположить, что закономерности и методики работы, доказанные на одной клиноформе, могут быть применены к следующей. В плане изучения закономерностей строения тел АР в соседних клиноформах в работах разных авторов показано, что закономерности в строении разрезов в скважинах видны, однако при отсутствии методик изучения разрезов внутри зон АР по площади эти закономерности не были прослежены.

Используя построенную модель накопления отложений, становится методически понятным, как интерпретировать данные других зон АР.

Методически «последовательность интерпретации сейсмических данных в зоне АР состояла из следующих стадий: корреляция ОГ Б, ОГ Ю1 и ОГ Ач покровного ачимовского пласта, нивелировавшего палеорельеф, построение серии пропорциональных палеосрезов между ОГ Ю1 и ОГ Ач, проведение атрибутивного анализа по пропорциональным срезам, а не вдоль ОГ Б, увязка с данными керна и ГИС, картирование приподнятых тел, видимых на вертикальных срезах сейсмического куба, картирование по результату спектральной декомпозиции тонких тел, видимых только по атрибутам, определение общих границ всего тела внедрения. Такой подход позволил учесть участки различного строения внутри одной зоны АР, логично связать их в единое тело внедрения» [34].

Ниже описаны примеры применения концептуальной модели строения АР баженовско-ачимовского комплекса для детализации строения зон АР участков, которые приурочены к различным региональным клиноформам Широкого Приобья. Сама концептуальная модель построена для *Поточной площади в пределах региональной клиноформы БВ8-9*.

В качестве примеров приведены съемки разных лет и различной кратности. «Полевые данные МОГТ 3D на Поточной площади получены в 2000-2001 гг, кратность 24; на Спорышевской площади полевые работы были поставлены в 2009-2010гг, номинальная кратность 49. Захватывающие Выинтойскую зону АР полевые сейсмо-разведочные работы методом МОГТ-3D были проведены в 2016-2017 гг, кратность наблюдений 64. Во всех съемках

использовались взрывные источники. Самая современная съемка охватывает Ватинскую зону AP 2018-2019 гг, номинальная кратность 121» [34].

Спорышевская зона AP. Региональная клиноформа БВ4-5.

Спорышевский участок представляет собой хороший пример возможности практического применения концептуальной модели для детального картирования внутреннего строения зоны AP, вскрытой единственной поисковой скважиной.

Мощность всей баженовской свиты в пределах Спорышевского поднятия сокращается до 10-15 метров, постепенно увеличиваясь по мере ухода от свода поднятия. В единственной скважине, вскрывающей аномальный разрез, мощность верхней толщи сохраняется неизменной, и все характерные особенности толщи можно проследить по данным радиоактивного каротажа. В нижней толще по ГИС отмечены песчаные пропластки в толще баженовских пород, однако керн не был отобран, и каротаж фрагментарен. Восточная граница зоны по сейсмическим данным резкая, приподнятая, западная плавная, постепенная.

Использованный Спорышевский массив данных МОГТ 3D характеризуется номинальной кратностью 49, преобладающая частота 30 Гц. Детализация Спорышевской зоны AP (Рисунок 93, Рисунок 94) проведена на основе концептуальной модели, прослежены все части тела внедрения. На востоке от зоны AP видны подводящие каналы обломочных потоков. Текстуры пластических оползней, расходящихся в стороны от каналов, заметны на карте RGB суммирования, однако не так отчетливо, что могли бы быть проинтерпретированы без использования концептуальной модели.

Восточная граница зоны по сейсмическим данным (Рисунок 94) резкая, приподнятая, западная плавная, постепенная. На Спорышевской площади выделяются проксимальная и дистальная части (Рисунок 93).

При сопоставлении со структурной картой выделенные тела могут рассматриваться в качестве перспективных объектов. Спорышевское месторождение многопластовое, и объекты в зоне AP могут послужить дополнительным попутным объектом разработки.

Выинтойская зона AP. Региональная клиноформа БВ6-7.

Выинтойская зона относится к региональному клиноциклиту БВ6-7 согласно номенклатуре «НАЦ РН ХМАО» под руководством А.В. Шпильмана. На рисунке ниже (Рисунок 95) показано отображение Выинтойской зоны AP на карте результата спектральной декомпозиции без интерпретации и приведен вертикальный срез сейсмического временного куба.

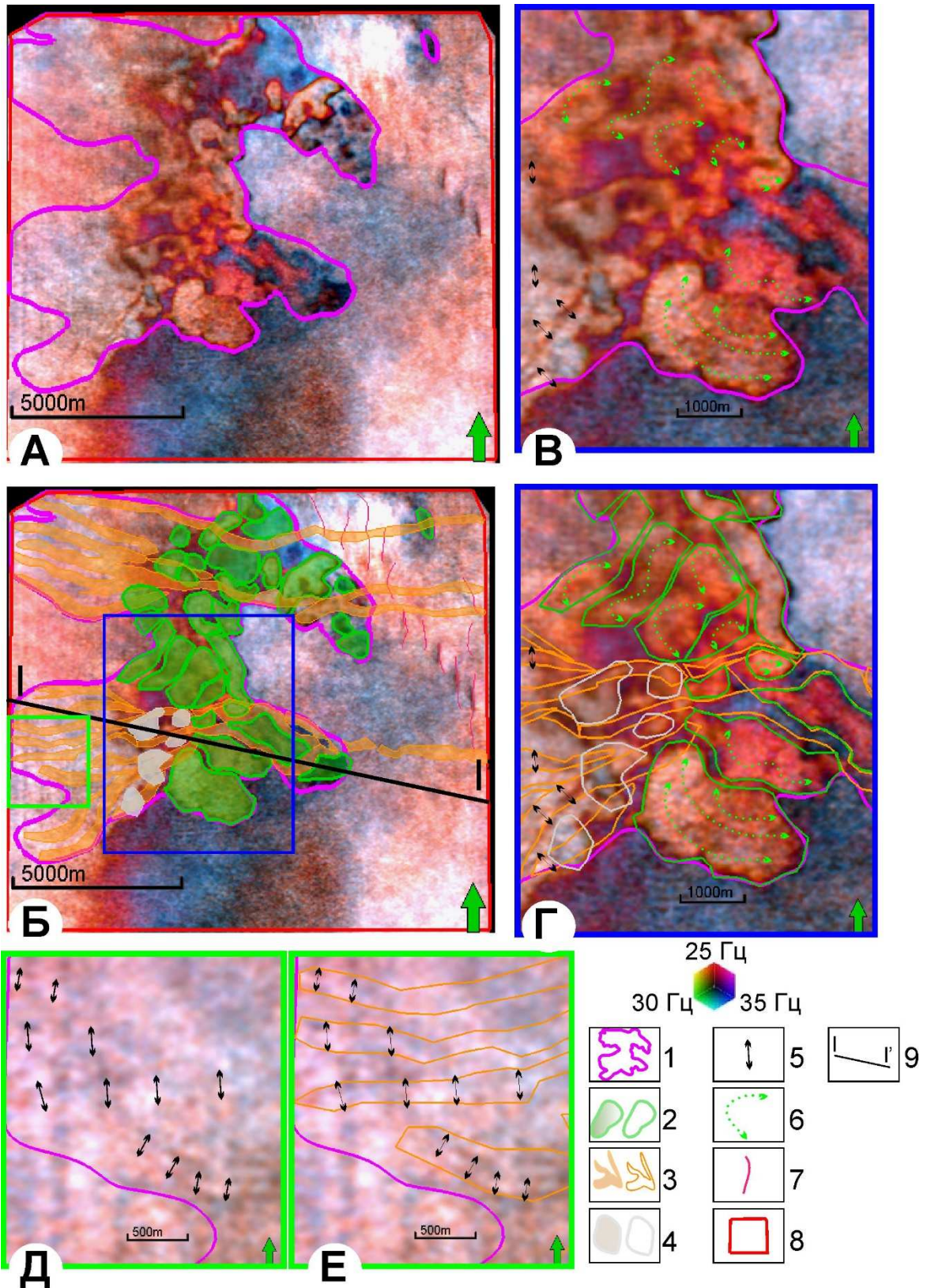


Рисунок 93. Отображение Спорышевской зоны АР на сейсмических данных

Условные обозначения: А, Б – результат спектрального разложения по срезу, характеризующему зону АР, без интерпретации и с авторской интерпретацией; В, Г, Д, Е – фрагменты; 1 – контур Спорышевской зоны АР, 2 – отдельные тела пластического оползня, 3 – осевые части обломочных потоков, 4 – локально перемещенные пластины, 5 – видимая ширина потока, 6 – характерные оползневые текстуры, 7 – разломы, 8 – контур использованных сейсмических данных 3D, 9 – линия разреза на рисунке ниже (Рисунок 94)

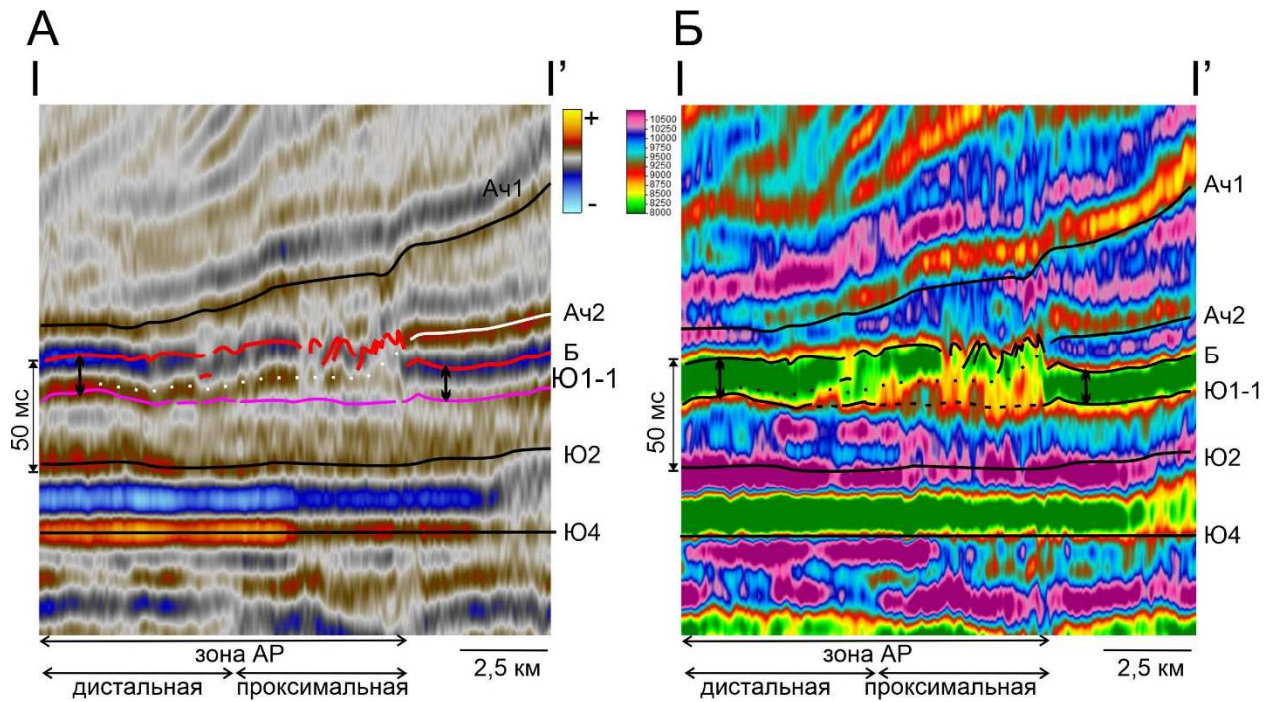


Рисунок 94. Отображение Спорышевской зоны AP на вертикальных срезах сейсмического временного куба (А) и куба продольного импеданса (Б), выравнивание на ОГ Ю4

Заметны вытянутые на северо-запад руслоподобные тела внедрения, образованные обломочными потоками, а также изометричные тела в проксимальной части зоны AP – тела пластического оползня, при этом сам проксимальный участок вытянут субпараллельно бровке палеошельфа соответствующего клиноциклита. Зона вскрыта рядом скважин, в которых в керне отмечены признаки оползневых явлений. На кривых ГИС отмечены признаки, позволяющие разделить проксимальную и дистальную части.

Таким образом, применение концептуальной модели для детализирования строения Выинтойской зоны оправдано и поможет выделить внутри зоны перспективы для поиска перспективных объектов.

Ватинская зона AP. Региональная клиноформа БВ10.

Выинтойская зона относится к региональному клиноциклиту БВ10 согласно номенклатуре «НАЦ РН ХМАО» под руководством А.В. Шпильмана.

На распространенных зональных картах расположения зон AP в Широтном Приобье Нежданова А.А., Олейник Е.В. и др. в клиноформе БВ10 не отмечено наличие зон AP, хотя в работе Ухловой Г.Д. указано на существование такой зоны на Самотлорском месторождении.

Впервые коллективом специалистов в рамках отчета о НИР [198] с участием диссертанта выделена зона AP, ранее не картировавшаяся другими исследователями. На Рисунок 96 показана небольшая Ватинская зона, пропущенная по данным 2D сейсморазведки, и закартированная в процессе интерпретации новых сейсмических данных 3D 2021 г [198].

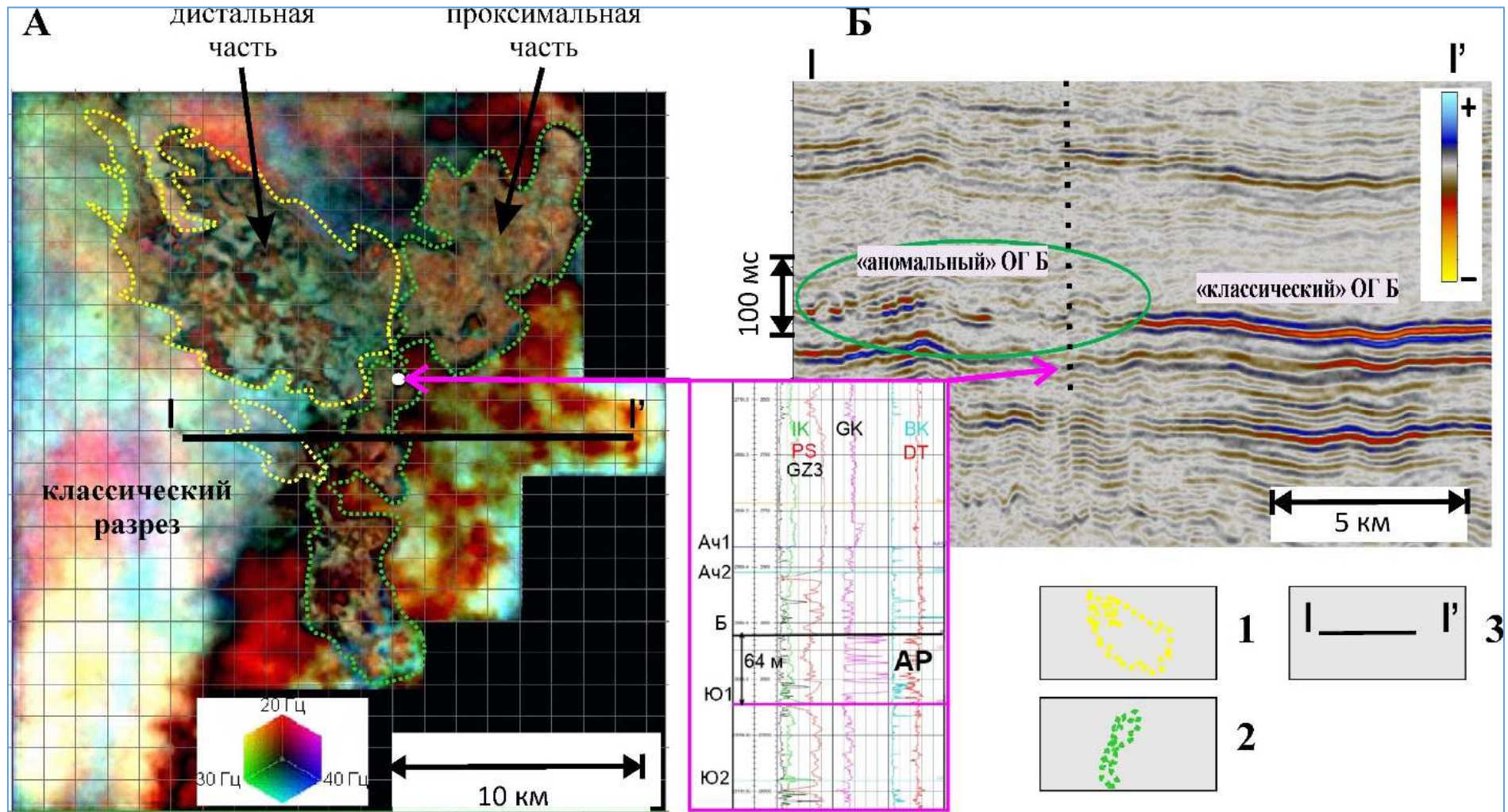


Рисунок 95. Отображение Выинтойской зоны АР на карте результата спектральной декомпозиции (А) и на сейсмическом разрезе (Б). Условные обозначения: 1 – дистальная часть зоны АР, 2 – проксимальная часть зоны АР, 3 – положение временного разреза, представленного на (Б).

Положение Ватинской зоны относительно соседних и принадлежность ее к региональной клиноформе показана на Рисунок 1.

Керн из скважин данной зоны не отбирался, однако зона четко определяется по ГИС и сейсмическим данным. Зона вскрыта скважинами, которые подтвердили строение разреза по выделенному типу оползневых тел согласно концептуальной модели. По ГИС – резко меняющийся разрез, частое переслаивание более и менее радиоактивных пород – сильно расчлененные кривые ГК и сопротивления.

На примере Ватинской зоны интересно рассмотреть детали окружающей области вне контура AP, где обнаруживаются черты еще одного процесса из последовательности основных гравитационных явлений на склоне – отложения, образованные в результате крипа (Рисунок 97).

В интервале залегающих выше баженовской свиты отложений неокома вблизи ОГ Ач2 заметна форма сейсмической записи, имеющая вид мелкой субпараллельной деформации, которая указывает на оползневые процессы, начальные процессы гравитационного переноса осадка во время накопления этого ачимовского пласта. Полоса, подверженная оползанию, составляет порядка 2-2,5 км в ширину (то есть поперек склона) и порядка 20 км в длину (вдоль палеосклона) видимыми размерами, хоть и расположена относительно «неудачно» – близко к краю сейсмического массива 3D. При этом одним концом полоса криповых отложений примыкает к зоне AP, четко ориентируясь вдоль направления палеосклона, что говорит о том,

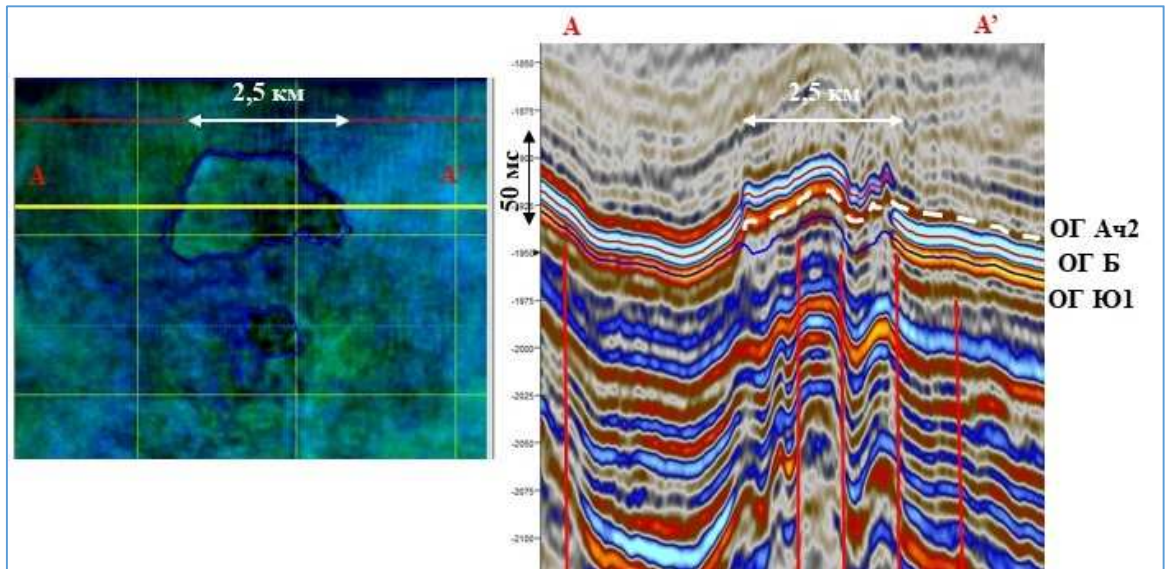


Рисунок 96. Тип сейсмической записи АРБ на Ватинской площади (слева представлен фрагмент карты результата спектрального разложения в интервале ОГ Б, справа – фрагмент среза сейсмического временного куба 3D данных), положение разреза приведено на Рисунок 13, профиль VII-VII' [198]

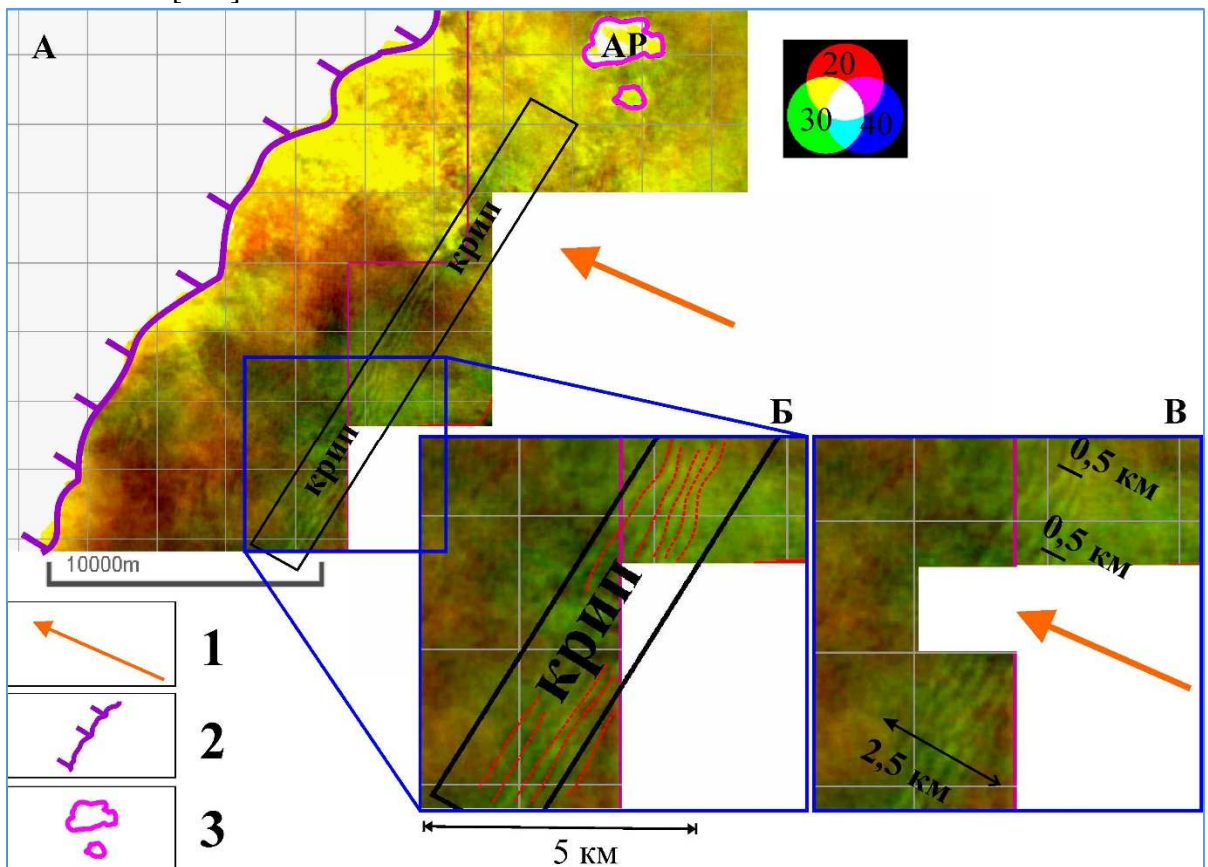


Рисунок 97. Карта результата спектрального разложения в интервале ОГ Ач₂ - оползневые процессы во время накопления этого ачимовского пласта привели к образованию АР (А), в фрагмент с интерпретацией (Б) и без (В). Черной рамкой отмечена полоса склона, подверженная оползанию. Условные обозначения: 1 – направление привноса терригенного материала, 2 – граница прекращения прослеживания ОГ Ач₂, 3 – Ватинская зона АР

что процесс оползания начался на достаточно большой площади, однако катастрофическое событие в виде образования зоны АР имело место в данном случае только на небольшой площади в 4 км².

Поскольку зона исключительно небольших размеров, заметна только проксимальная часть по терминологии, введенной для общей концептуальной модели Широкого Приобья. Можно предположить отсутствие мощных тел внедрения в дистальной части в связи с не таким большим объемом поступающего материала в момент сейсмического события, вызвавшего гравитационное перемещение масс на склоне.

Такое явление как крип вне самой зоны АР, но на границе с ней вдоль палеосклона, встречается и в ряде других зон, логично начиная общую последовательность гравитационных процессов на склоне.

Повховская и Усть-Котухтинская зоны АР. Региональная клиноформа БВ8-9, БВ6-7.

Явления крипа отмечены также на границе проксимальной части Усть-Котухтинской зоны АР (Рисунок 98), вдоль границы, где отложения еще не подверглись масштабным оползневым явлениям, но процесс уже начался, что видно по форме сейсмической записи, имеющей вид мелкой субпараллельной палеосклонной деформации.

По сейсмическим данным в пределах проксимальной части Повховской и Усть-Котухтинской зон отмечен хаотичный, прерывистый характер сейсмической записи, резкое увеличение временной мощности, изометричные оползневые тела характеризуются волнообразным, округлым рисунком на картах атрибутов.

В пределах дистальной части отмечаются на картах атрибутов вытянутые «руслоподобные» аномалии, формирующие связанную сеть. На западе граница дистальной части Усть-Котухтинской зоны вплотную подходит к резкой границе Повховской зоны, то есть они представляют собой два последовательных внедрения.

Имилорская зона АР. Региональная клиноформа БС11-13.

Имилорская зона относится к региональному клиноциклиту БС11-13 согласно номенклатуре «НАЦ РН ХМАО» под руководством А.В. Шпильмана.

Строение зон АР клиноформ БС₁₀ и БС₁₁₋₁₃ имеет общие особенности, разительно отличаясь от зон АР более восточных клиноформ БВ₄₋₅ (приведенный выше пример Спорышевской площади), БВ₆₋₇ (пример Выинтойской площади), БВ₈₋₉ (Поточная площадь), БВ₁₀ (Ватинская площадь) более сильной вертикальной расчлененностью при гораздо большей мощности. Зоны АР комплексов БС₁₀ и БС₁₁₋₁₃ достигают по вертикали даже 180-200 метров,

образуя несколько последовательностей внедрений, что выражается в повторении разреза, дублировании баженовских слоев полной мощности (Рисунок 99).

На сейсмической волновой картине каждая зона внедрения отмечается резкой восточной границей и плавной западной, все элементы восточного борта идут субпараллельно пристиранию палеосклона.

Характерные признаки обломочных потоков и оползневых тел рассмотрены на данных керна в главе 3.2. Ряд признаков вместе с данными керна Поточной площади вошли в итоговые критерии выделения проксимальной и дистальной зоны АР.

Построенная концептуальная модель может использоваться при интерпретации данных Имилорской зоны как модель единичного внедрения в целой череде прошедших один за одним гравитационных процессов оползания на данной территории.

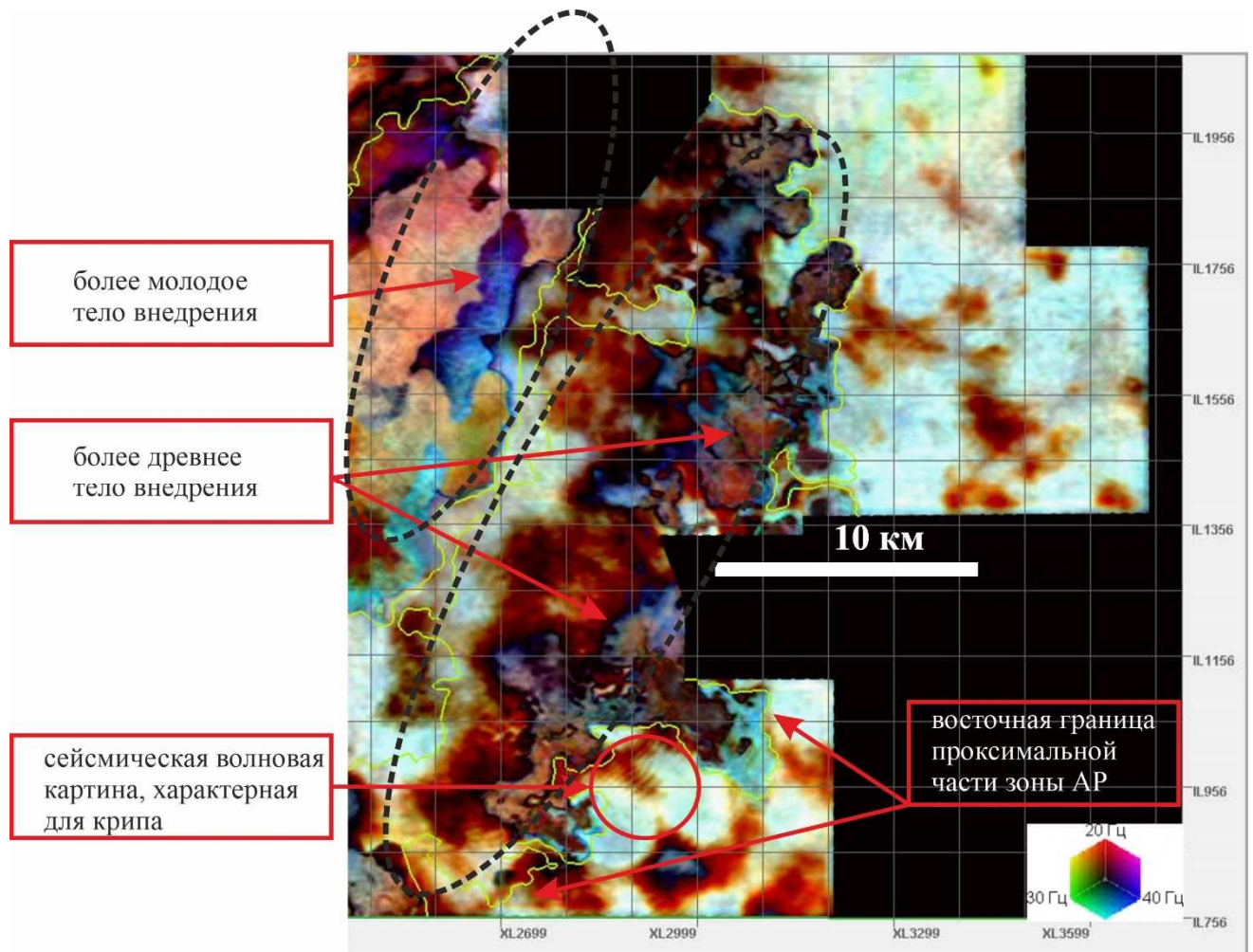


Рисунок 98. Карта результата спектральной декомпозиции в интервале кровли АР Повховской площади. Отмечен крип на восточной границе образования зоны АР

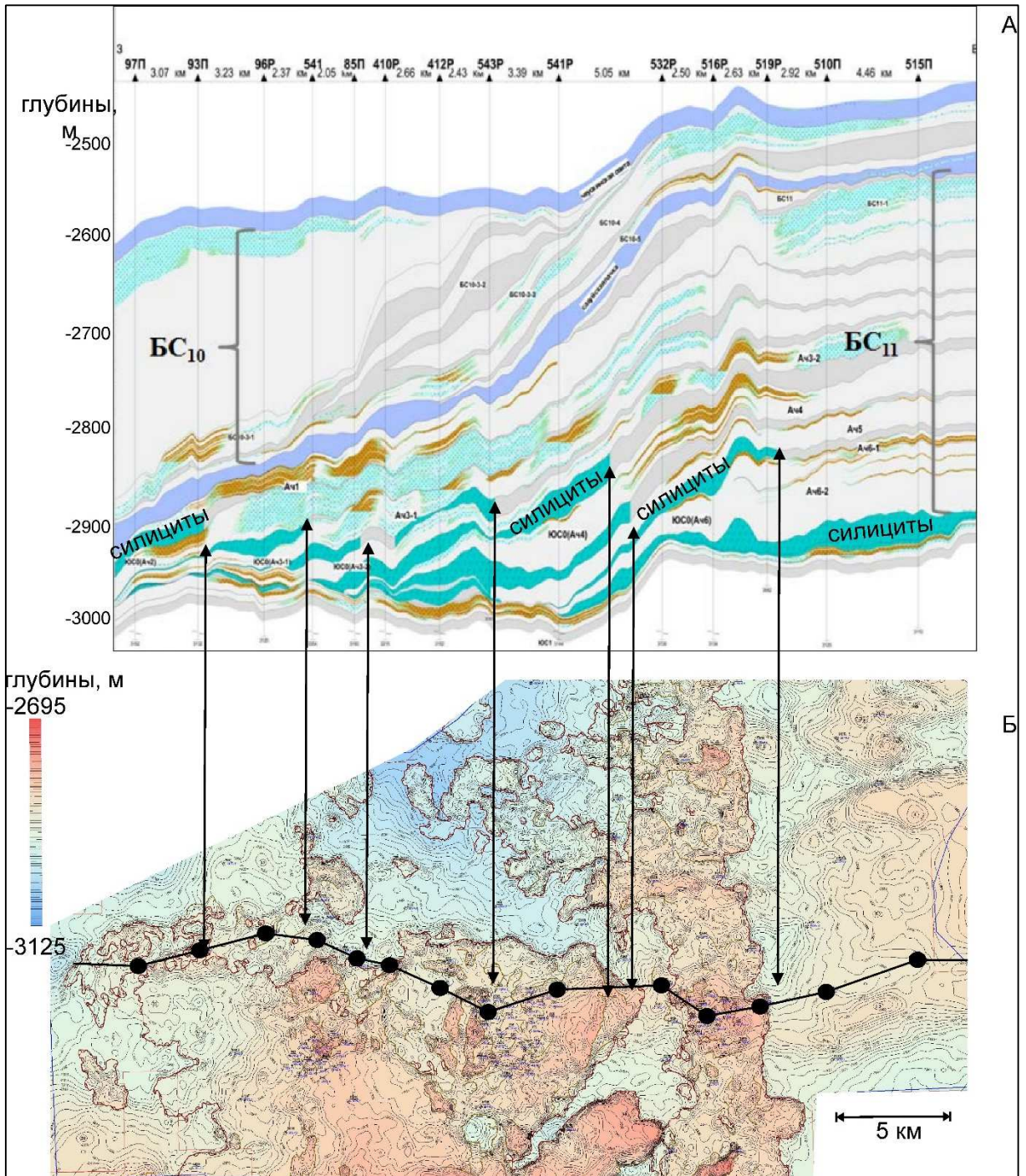


Рисунок 99. Геологический разрез (А) Имилорского месторождения из работы Дручина В.С. и др. [68]; скважины, по которым построен профиль, показаны на структурной карте по кровле баженовской свиты (Б)

Среди зон АР в разное время отмеченных на зональных картах разных авторов присутствуют такие, которые выбиваются из общей логики отнесения их к «аномальным», хотя на сейсмических данных аномалии действительно присутствуют. В первую очередь эти зоны не располагаются субпараллельно бровкам палеосклона, как остальные, а пересекают основное направление клиноформ. Не всегда искажение картины волнового поля горизонта Б связано с прослоями песчаников и алевролитов, типичных для АР Широтного Приобья, где можно применить концептуальную модель. Особенности строения самой баженовской свиты также могут находить свои проявления на сейсмической картине.

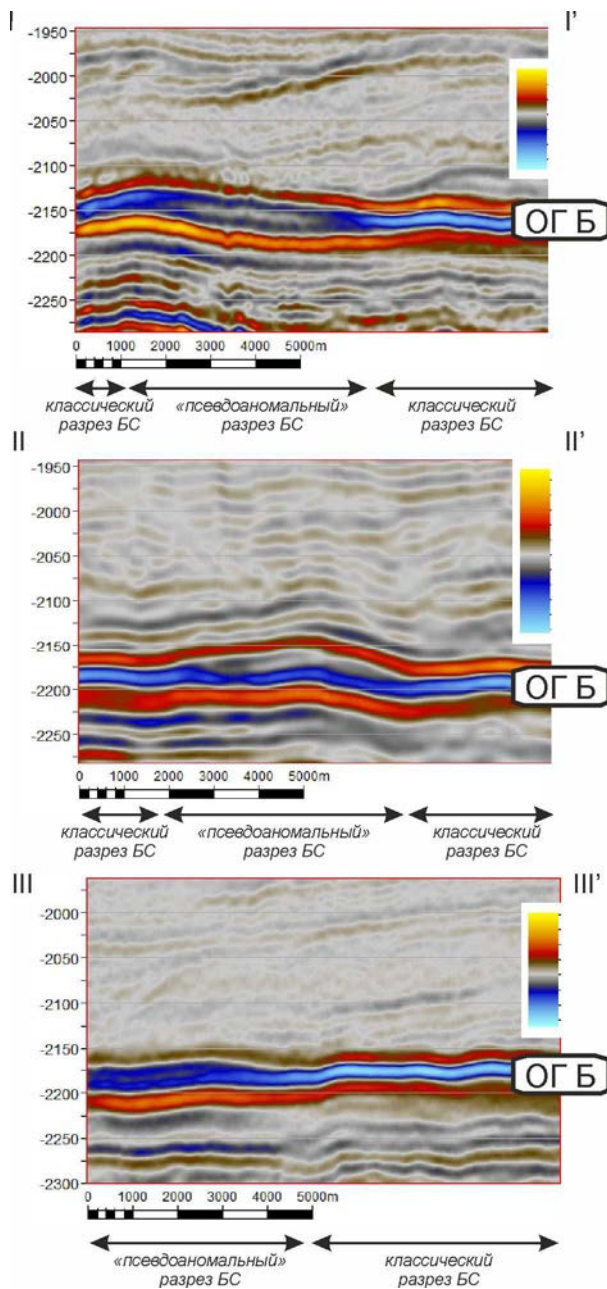


Рисунок 100. Сейсмические временные разрезы через Кустовую-Дружную зону аномальной сейсмической записи ОГ Б

Такие зоны отмечены на Западно-Повховской площади, на Дружной, переходящей в Кустовую, ниже подробнее рассмотрена Кустовая-Дружная зона.

Кустовая-Дружная зона АР.

В пределах Кустовой зоны, которая ранее разными авторами считалась аномальной, действительно происходит расширение отрицательной фазы ОГ Б, потеря ее выразительности, отрицательная фаза локально раздваивается, внутри появляется самостоятельное линзовидное положительное отражение. По скважинным данным показано, что отложения баженовской свиты внутри данной субмеридионально вытянутой зоны с аномальной сейсмической записью латерально выдержаны, что не характерно для разрезов с хаотичными алевро-песчаными телами, в сейсмической записи которых наблюдается дезинтеграция фазы ОГ Б. Данный тип разреза отличается постепенным, а не скачкообразным переходом от «классического» баженовского к «неклассическому» типу сейсмической записи.

В своей работе [136] Смирнова М.Е. с коллегами отмечают, что «в баженовский этап

седиментации в центральной части Западной Сибири присутствовали аккомодационные области с повышенными темпами осадконакопления, обусловленными седиментационным перераспределением материала. Баженовский разрез в зонах перехода в такие области претерпевает существенное изменение мощности – до 2-х и более раз, что влечет за собой изменение визуализации на сейсмических профилях».

Таким образом, можно заключить, что для Кустовой-Дружной зоны концептуальная модель строения зоны AP не применима, соответственно сама зона может быть названа «сейсмически аномальной», и не отображена на представленных в работе картах, как не отражающая наличие инжективов в разрезе.

Критерии выбора зон AP, для которых можно применять построенную концептуальную модель.

Зоны аномального разреза баженовско-ачимовской толщи затрагивают оба интервала, фигурирующие в названии, соответственно критериям должны удовлетворять как баженовские, так и ачимовские отложения.

Зоны AP, согласно рассматриваемой концепции образования, не затрагивают выше и ниже интервала лежащие породы, при выборе площадей для возможного применения концептуальной модели строение георгиевского горизонта и ниже расположенных юрских пластов не имеет значения, тогда как выше ачимовского расположенный комплекс последовательностей шельфового генезиса генетически связан с накоплением ачимовской толщи, и все-так может влиять опосредованно на проявление аномального строения на границе юры и мела, поэтому должен рассматриваться в данном разделе.

На Рисунок 15 показана карта типов разреза баженовских отложений. Несмотря на то, что собственно баженовские породы не являются предметом изучения и не рассматриваются в тексте, обращает на себя внимание, что распространены AP преимущественно в Салымском типе разреза, лишь пара находится в Нижневартовском, хотя рассмотрены были не только авторские границы разных AP, но и все имеющиеся на настоящий момент зональные и региональные работы [26, 44, 102, 115]. Следовательно, возможность проникновения песчаных инъекций внутрь именно этих типов разреза доказана, тогда как в других типах разреза схожие локальные зоны не обнаружены.

Построение неокомских клиноформ происходило в геологическом прошлом неравномерно по времени, в соответствии с эвстатическими колебаниями уровня моря и объемом привноса терригенного материала. Детали строения клиноформы определяются глубиной палеобассейна, уровнем моря, особенностями палеорельефа, в том числе крутизной

склона, возможной тектонической активностью, во многом – количеством и составом поступающих осадков, особенностями расположения источника сноса, также может иметь значение наличие и направленность течений в бассейне седиментации. Все эти факторы влияют на построение всего комплекса клиноформ, а значит и на АР у подножья склона.

При этом схожие черты итоговых образований АР заметны и рассмотрены в подножье различных клиноформ, следовательно можно заключить, что локальные факторы не влияют на сам механизм и концептуальную модель, но в зависимости от изменения каждого из перечисленных факторов может меняться количество оползневых тел и их размер, уклон перемещения, аналогично и сеть руслоподобных тел в дистальной части зоны АР может менять свою конфигурацию, длину, ширину, мощность в зависимости от соотношения объема привносимого материала, параметров склона и т.д. Однако концептуально на основании анализа 18 зон АР можно сказать, что модель применима и охватывает вариации строения зон АР на протяжении всего рассматриваемого Широкого Приобья.

Рассматривая фактор влияния современного структурного плана по кровле баженовских отложений на возможность применения модели, можно отметить, что нет приуроченности расположения зон АР к какому-то поднятию или впадине, тоже самое можно сказать и о мощности самих баженовских отложений на основании изучения карты (Рисунок 101) и о тектонических элементах I и II порядка (Рисунок 4) – приуроченности к каким-то элементам не отмечается, хотя ряд авторов, например, Осыка А.В. отмечают возможную приуроченность хотя и с небольшим коэффициентом корреляции зон АР с локальными поднятиями палеоплана. В критерии применимости не вошли приуроченность к определенному тектоническому элементу, глубины кровли баженовской свиты и ее мощность.

Прогнозировать наличие тел внедрений – песчаных инжективов, которыми являются зоны аномального разреза баженовско-ачимовского комплекса, можно по близким геологическим условиям:

- расположение в области развития пород с обилием органики – таким, как баженовские породы Салымского или Нижневартковского типа разреза
- перекрытие интервала отложениями клиноформного комплекса в процессе гравитационной транспортировки осадка вниз по склону, способными вызвать образование инъекций.

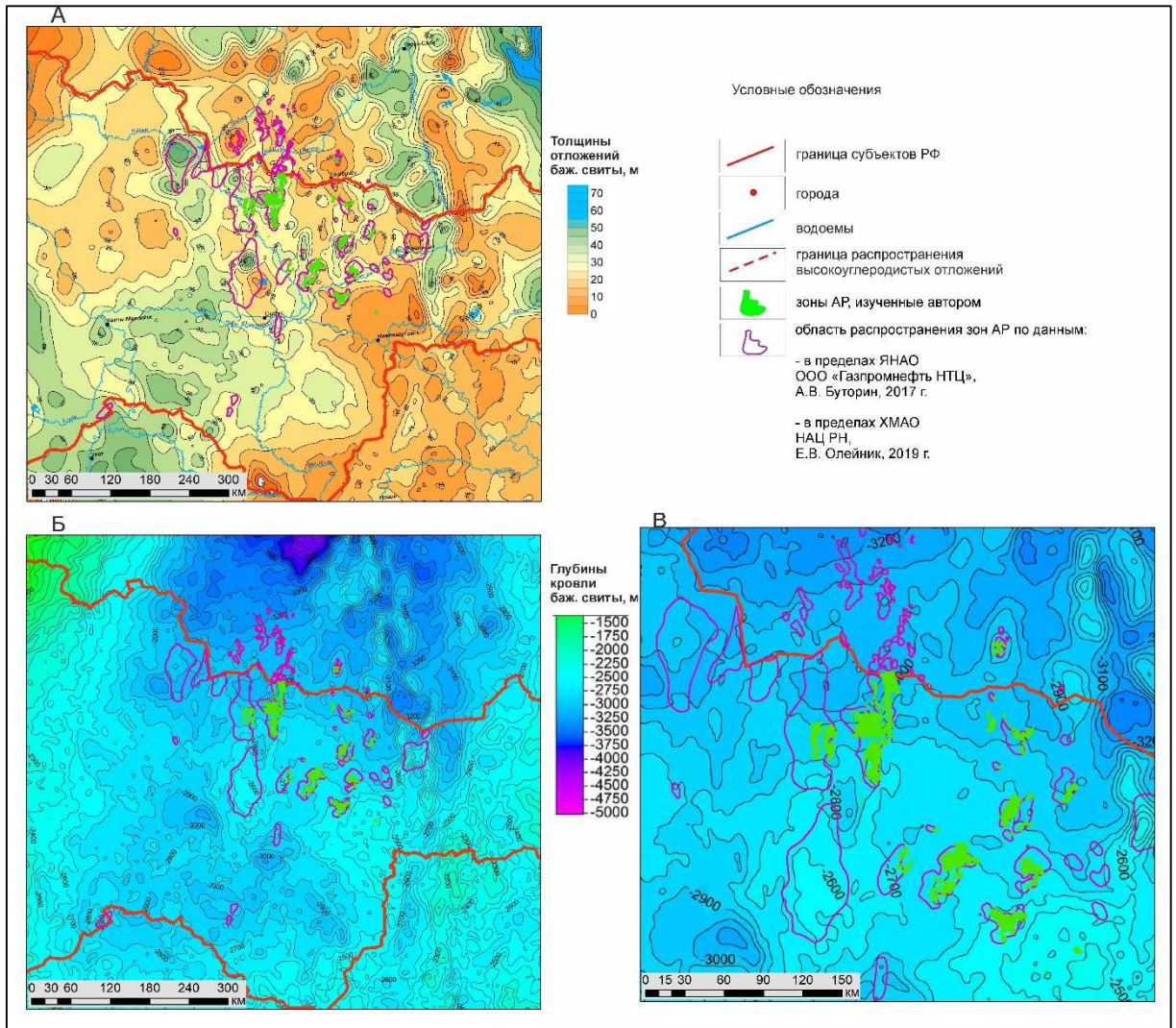


Рисунок 101. Расположение зон АР на карте толщин баженовских отложений (А), на структурной карте кровли баженовского горизонта (Б и В – в разном масштабе), карты из отчета по Госконтракту "Дифференцированная оценка...", 2016 г. [196].

Концептуальная модель формирования АР конкретно в Широком Приобье может применяться для детального прогноза строения резервуара при наличии как минимум одного из двух следующих критериев:

- присутствие в разрезе баженовских пород не характерных сероцветных песчано-алеврито-глинистых разностей
- скачкообразное изменение ОГ Б на границе юрских и меловых пород, не затрагивая более молодую и более древнюю части разреза

При анализе зон АР Широкого 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.

Комплекс критериев, характерных для проксимального участка, включает в себя критерии по 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).

Комплекс критериев, характерных для дистального участка, включает в себя критерии по керну (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) и 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.

Отдельным вопросом является предрасположенность глинистых или карбонато-глинисто-кремнистых пород для внедрений песчано-алевритового материала – данный вопрос на основе детальной корреляции пачек, характерных для баженовской свиты, должен быть решен отдельно, как продолжение данной работы, но с упором на разницу в слоях, которые поддаются внедрениям и рассланцовываются вдоль напластования.

Выводы по главе 5

1. Проведена апробация модели и методических походов в зонах АР, вскрытых существенно меньшим количеством скважин, чем эталонная Поточная площадь, и сформированных во время накопления других региональных клиноформ.

2. Все исследованные зоны АР представляют собой совокупности возникших под воздействием процессов гравитационного массопереноса изометричных дробно-блоковых оползневых тел в проксимальной части и вытянутых руслоподобных тел в дистальной части. Следовательно, наблюдается единство процессов, отвечающих за образование тел внедрения в Широтном Приобье.

3. 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.

4. В разных зонах АР Широтного Приобья может меняться площадь зоны АР, количество оползневых тел и их размер; руслоподобные тела могут менять свою конфигурацию, предположительно, в зависимости от соотношения объема привносимого материала / параметров склона / глубины палеобассейна / уровня моря / особенностей палеорельефа / возможной тектонической активности / количества и состава поступающих осадков – то есть факторов, определяющих локальные особенности клиноформы, при общем сходстве процессов в период накопления неокомского клиноформного комплекса.

5. При открытии названные «аномальными», разрезы зон АР Широтного Приобья могут иметь возможные аналоги в других бассейнах седиментации. Впервые применительно к возможным аналогам зон АР детально проанализированы иностранные литературные данные, которые позволили показать, что интрузии песчаников встречаются во всех осадочных средах, но наиболее часто они имеют место в глубоководных условиях при накоплении податливых глубоководных отложений. В различных осадочных бассейнах встречаются как нисходящие внедрения песчаных тел, схожие с таковыми в Широтном Приобье Западной Сибири, также и восходящие внедрения с образованием песчаных даек и силлов вдоль поверхностей напластования. Субгоризонтальные и субвертикальные внедрения песчаных пород в глинистые известны в мировой практике как sand injections.

6. Наиболее близким в плане аналогий строения и накопления к AP Широтного Приобья являются обнажения Bevens и Rosans на юго-востоке Франции (использована интерпретация O. Parize, R. Vandromme). На обнажении пород отмечены контакты песчаных тел, образовавшихся под влиянием гравитационного массопереноса, внедрившихся при своем накоплении в более глинистые разности ранее накопившихся пород (в интерпретации O. Parize, R. Vandromme – тонко-зарнистых турбидитов). Район расположен на юго-востоке Франции, Воконтийский бассейн (Vocontian basin).

7. Интервалы песчаных тел внедрений, субвертикальных восходящих и субгоризонтальных (по напластованию), доказано нефтегазоносны на ряде месторождений (месторождения Balder, Penguin на шельфе Великобритании, Rapoche Hills в Калифорнии, США и др.).

8. Наличие вскрытых скважинами субгоризонтальных внедрений на расстоянии в первые километры и залежей УВ в них доказывает возможность продвижения песчано-алевритового материала внутри глинистой толщи по напластованию с расслоением

9. Образование подводных оползней при небольших углах наклона склона (углы до 2°), аналогичных наблюдаемым в клиноформном комплексе Широтного Приобья, зафиксированы исследователями на современных подводных континентальных окраинах.

Заключение

В процессе работы получены основные результаты:

По сейсмическим данным с учетом всей имеющейся геолого-геофизической информации с опорой на результат спектральной декомпозиции (проведенной по пропорциональным срезам временного куба), данные ГИС и керна построена концептуальная сейсмогеологическая модель, показывающая геологическое строение зоны аномальных разрезов баженовско-ачимовского комплекса.

Полученная модель подтверждает и развивает теорию происхождения зон AP под воздействием гравитационного массопереноса с внедрением в пластичные карбонато-глинисто-кремнистые отложения более плотных алевро-песчано-глинистых разностей.

Концептуальная модель описывает геологическое строение тела внедрения, включая в себя проксимальную и дистальную часть с разной геометрией распространения песчано-алевритовых отложений, что логично отражается на распределении в разрезе коллекторов, а как следствие – и на конфигурации залежей нефти.

Применение концептуальной сейсмогеологической модели для зон AP в Широком Приобье и картирование областей распространения коллектора внутри зон AP позволяет обосновать границы залежи UB и планировать последующие геолого-геофизические работы. В данной работе показан подход к картированию коллектора на качественном уровне, методы же количественного прогноза распространения коллектора внутри зон AP еще только предстоит разработать на этой основе.

При сопоставлении с описанными в литературе песчаными телами внедрений (sand injections) в преимущественно глинистые, богатые органикой глубоководные породы в разных бассейнах седиментации стало понятно, что AP Западной Сибири не являются уникальными явлениями, а могут изучаться совместно с аналогами, что позволяет шире рассматривать перспективы их дальнейшего изучения для включения в промышленную разработку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. Алексеев А.Д. Природные резервуары нефти в отложениях баженовской свиты на западе Широкого Приобья. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Алексеев Алексей Дмитриевич. – МГУ: Москва, 2009.
2. Алексеев В. П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 284 с.
3. Алексеев В. П., Аверьянова Е. А., Грачев А. В., Караев А. Ю., Липянина А. В., Павлова А. В. Эпизоды истории геологического развития мезозойских отложений Западной Сибири в образцах керн / Уральский государственный горный университет, ЛИТОСФЕРА, 2016. – № 1. – С. 29–58.
4. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). – Екатеринбург: УГГУ, 2014. – 284 с.
5. Алексеев В.П., Манзина А.И., Медведева Т. Ю., Сметанин А. Б., Толмачев Е. О. Некоторые штрихи к реконструкциям условий формирования аномального разреза баженовской свиты (на примере Юккунского участка Северо-Покачевского месторождения) / Литология и геология горючих ископаемых: Межвуз. науч. темат. сб. / Редкол.: Алексеев В. П. (отв. ред.) и др. – Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного ун-та, 2007. – Вып. I (17). – С. 135–147.
6. Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа Югры», ГП ХМАО «НАЦ РН им. Шпильмана»: Ханты-Мансийск, 2007.
7. Аухатов Я.Г. Влияние надвиговых движений на характер строения продуктивных пластов Тевлинско-Русскинского месторождения (Среднее Приобье, Западная Сибирь). // Материалы IV научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – Изд. Путеведь, 2001. – С.399–401.
8. Аухатов Я.Г., Ситдикова Л.М. Нетипичные разрезы потенциально нефтематеринской баженовской свиты Западной Сибири. // Материалы VIII Всероссийского совещания с международным участием. Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН. – 2020. – С.14–17.
9. Баженова О. К. Аутигенная нефтеносность кремнистых толщ. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Баженова Ольга Константиновна. – Москва, 1991.
10. Барабошкин Е.Ю. Практическая седиментология. Терригенные резервуары. Пособие по работе с керном. – Тверь, Издательство ГЕРС, 2011. – 152 с.
11. Бембель С.Р., Задоев Л.А. Природа аномальных разрезов баженовской свиты на Южно- Ватъеганской площади (верхняя юра Западной Сибири) // Бюл. МОИП. Геология. – М., 1993. – Т. 68, С. 115 – 119.
12. Бембель С.Р., Минченков Н.Н. О модели формирования аномальных разрезов баженовской свиты на площадях Среднего Приобья. // Вестник недропользователя ХМАО. – 2003. - №10.
13. Бембель С.Р., Цепляева А.И. Геологическое строение и некоторые особенности формирования аномальных разрезов баженовской свиты в Западной Сибири // Вестник ПНИПУ, 2014. – № 10. – С. 7–17.
14. Беспалова Е.Б., Поляков А.А., Кучерявенко Д.С. «Особенности строения и условий образования аномальных разрезов баженовской свиты (на примере Южно-Конитлорского и Курраганского месторождений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна). Геология нефти и газа. – 2004. – №1.
15. Беспечная Л.Ю., Яневиц Р.Б. «Новые представления о структуре аномальных разрезов баженовской свиты» European Association of Geoscientists & Engineers, Conference Proceedings, Geomodel 2004 - 6th EAGE science and applied research conference on oil and gas

geological exploration and development, Sep 2004. – С. 37. ISBN: 978-94-6282-110-1. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201405507>.

16. Бордюг М.А. Перспективы нефтеносности и освоения верхнеюрско-нижнемеловых природных резервуаров в зонах развития «аномальных» разрезов баженовской свиты (Широтное Приобье). Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. /Бордюг Максим Александрович. – Москва, 2011.

17. Бордюг М.А., В.С. Славкин, Гаврилов С.С., Потрясов А.А. «Особенности строения и формирования аномального разреза баженовской свиты на примере Северо-Конитлорского месторождения». Геология нефти и газа. – 2010. – № 1. С.32 – 40.

18. Бородкин В.Н., Смирнов О.А., Лукашов А.В., Плавник А.Г., Маркин М.А., Примак Л.В. Характеристика аномального строения баженовско-ачимовского комплекса Тагринского мегавала Западной Сибири по данным бурения и сейсморазведки 3D. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2021. – 11 (359). – С. 5-13.

19. Бочкарев В.С. Палеотектоническое развитие Западно-Сибирской равнины в древние эпохи в связи с вопросами нефтегазоносности ее нижних структурных ярусов // Труды ЗапСибНИГНИ. Вып. 133. Тюмень, 1978. – С. 5-60.

20. Бочкарев В.С. Палеобатиметрические условия формирования ачимовской толщи Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1999. №5. – С. 23-27.

21. Брадучан Ю. В., Комиссаренко В. К., Глушко Н. К. и др. О возрасте отложений аномальных разрезов пограничных слоев юры и мела по скважинам Северо-Конитлорского месторождения (предварительное сообщение). Вестник недропользователя ХМАО, вып. 16. Тюмень, 2005. – С. 28–30.

22. Брадучан Ю.В., Гришкевич В. Ф. [и др.] Опыт геолого-геофизического моделирования "аномальных" разрезов баженовской свиты (на примере Северо-Конитлорского месторождения, Ханты-Мансийский автономный округ)// Геофизика. - 2006. - N 2. - С. 23-26.

23. Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др. Баженовский горизонт Западной Сибири. // Новосибирск: Наука, 1986. – 216 с.

24. Брадучан Ю.В., Пуртова С.И. Стратиграфия и палеонтология мезозоя Западной Сибири и смежных регионов. ЗапСибНИГНИ. Тюмень, 1995.

25. Брехунцов А.М. и др. «Литолого-фациальные критерии прогноза коллекторов ачимовских отложений Восточно-Уренгойской зоны». ГНГ, 2003. – №3. – С. 2-10.

26. Буторин А.В. Изучение детального строения ачимовского нефтегазоносного комплекса на основе спектральной декомпозиции сейсмического волнового поля. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Буторин Александр Васильевич. Санкт-Петербург, 2016.

27. Буторин А.В., Жигульский С.В., Асмандияров Р.Н., Онегов А.В., Виноходов М.А. Ресурсный потенциал «аномального» разреза баженовской свиты в ноябрьском регионе. Журнал «ПРОнефть». Научно технический журнал «Газпром Нефти». Профессионально о нефти. – 2017. – №2 (4).

28. Варламов С.Н., Ухлоva Г.Д. Модель формирования и прогноз нефтеносности аномальных разрезов баженовской свиты центральной части Западно-Сибирской литы. // Материалы IX научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». Том 1. – 2006. С. 176–184.

29. Варламов С.Н., Ухлоva Г.Д. Проблемы палеогеографии и стратиграфии баженовской свиты (граница юры и мела, центральная часть Западной Сибири). // Первое всероссийское совещание «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». Москва: ГИН РАН, 2005. – С. 40–42.

30. Василевская М.А., Хабаров В.В. Перспективы нефтегазоносности баженовской свиты Ирышско-Туртасской зоны юга Тюменской области. // Материалы XIV научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». 2011. – Том 1. – С. 133–143.

31. Вологодский Д.В. Особенности залегания и формирования верхнеюрских и нижнемеловых отложений в зонах развития аномальных разрезов на примере Тевлинско-Русскинского нефтяного месторождения. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Вологодский Дмитрий Викторович. Москва, 2013.

32. 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 широтном 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.

33. **Гатина Н.Н.** Комплексирование 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.

34. **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, Выинтойской и Ватинской зон. // Russian Journal of Earth Sciences. – 2023. – № 2. – С. 1-17.

35. **Гатина Н.Н.**, Гарифуллин И.И. Опыт построения детальной схемы нефтеносности зоны аномального разреза баженовско-ачимовских отложений на основе сейсмогеологической модели // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2023. – Т. 18, № 1. С. 1–17.

36. **Гатина Н.Н.**, Гаврилов С.С., Горбунова А.О., Ким О.О., Тихомиров Е.В. Опыт применения сеймоседиментологических исследований для картирования неантиклинальных ловушек на примере территории юго-восточного склона Среднемессояхского вала // Геология нефти и газа. – 2015. – №3. – С. 15–20.

37. **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.

38. Геологический словарь: в 2-х томах. Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др. М.: Недра, 1978.

39. Геология нефти и газа Западной Сибири / Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф. К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. – Москва: Недра, 1975. – 679 с.

40. Горбунова А.О., Гаврилов С.С., **Гатина Н.Н.**, Низяева И.С., Шайхутдинов А.Н., Шайхутдинова Г.Х. Комплексные литолого-фациальные исследования зонального масштаба как инструмент повышения эффективности геологоразведочных работ и лицензирования// XVIII научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа - Югры», г. Ханты-Мансийск, Россия, 17-21 ноября, 2014. – С.115-117.

41. 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. – 2016. – Серия 4. Геология. – №1. – С. 56–62.

42. Гришкевич В. Ф., Лагутина С. В., Панина Е. В. Геомеханика образования аномальных разрезов баженовской свиты оползневого типа // Геология морей и океанов. Материалы XXI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. – М., 2015. – т. V. – С. 76-80.

43. Гришкевич В.Ф. Аномальные разрезы баженовской свиты: модель образования и проблемы геометризации // Deep Subsoil and Science Horizons – Tyumen, 2015. DOI: 10.3997/2214-4609.201412065.

44. Гришкевич В.Ф. Баженовский горизонт Западной Сибири: поиски новой гармонии. Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2021. – 277 с.
45. Гришкевич В.Ф. Макроструктура берриас-аптских отложений Западной Сибири и ее использование при построении информационных технологий в геологии нефти и газа. Тюмень: Издательский Дом “ИздатНаукаСервис”, 2005. – 116 с.
46. Гришкевич В.Ф. Фондоформная модель баженовского горизонта. Издание: Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа - XXI век: Материалы Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых, посвященной 150-летию академика АН СССР И.М. Губкина и 110-летию академика АН СССР и РАН А.А. Трофимука (г. Новосибирск, 14-15 сентября 2021 г.). – 2021. – С.19–22.
47. Гришкевич В.Ф., Блинкова А.В., Лагутина С.В., Панина Е.В., Хорошев Н.Г. Опыт моделирования ачимовских отложений, осложненных аномальными разрезами баженовской свиты, на основе идей геомеханики оползневых процессов / Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО-Югры. – Ханты-Мансийск, 2015. – Т.1. – С.22-31.
48. 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.
49. Гришкевич В.Ф., **Гатина Н.Н.**, Сидоренко А.О., Карпова Е.В. Опыт петрографического анализа механизма формирования аномального разреза баженовской свиты на Имилорской площади Западной Сибири. Литосфера. – 2019. – 19(2). – С. 209-227. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-2-209-227
50. Гришкевич В.Ф., Касаткин В.Е., Кулагина С.Ф., Предеин С.А., Теплоухова И.А. Хафизов Ф.З. Опыт геолого-геофизического моделирования «аномальных» разрезов баженовской свиты. Геофизика. – 2006. – №2. – С. 23-27.
51. 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 прилегающих регионов: сегодня и завтра. Материалы 12 Уральского литологического совещания. Издательство: Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого (Екатеринбург), 2018. – С. 89-92.
52. Гришкевич В.Ф., Касаткин В.Е., Лагутина С.В., Москаленко Н.Ю., Смоляков Г.А., Панина Е.В., Лаптей А.Г., Торопов Э.С., Стариков В.С., Хорошев Н.Г., Блинкова А.В., Черноскулова В.А. Некоторые аспекты совместного моделирования отложений ачимовской толщи и аномальных разрезов баженовской свиты. Геология, геофизика и разработка месторождений нефти и газа. – 2017. – №9. – С. 27-42.
53. Гришкевич В.Ф., Касаткин В.Е., Лагутина С.В., Панина Е.В., Смоляков Г.А., Сивкова А.В., Шайхутдинова Г.Х., Хорошев Н.Г., Блинкова А.В. Эволюция флюидопроводящей системы отложений баженовской свиты. Пути реализации нефтегазового потенциала Западной Сибири. Мат-лы XXII науч-практич. конф. Ханты-Мансийск, 2019. – Т. 1. – С. 105-126.
54. Гришкевич В.Ф., Лагутина С.В., Панина Е.В., Долматова С.С., Лаптей А.Г., Торопов Э.С., Стариков В.С., Хорошев Н.Г., Блинкова А.В. Геомеханическая модель формирования аномальных разрезов баженовской свиты: физическое моделирование и практическое применение. Геология, геофизика и разработка месторождений нефти и газа. – 2017. – №3. – С. 33-47.
55. Гришкевич В.Ф., Шайхутдинова Г.Х., Лагутина С.В. Деформации слаболитифицированных пород баженовско-георгиевского комплекса. Литосфера. – 2021. – 21(5). – С. 699-711. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2021-21-5-699-711>.
56. Грищенко В.А., Маникин А.Г., Гужиков А.Ю. Магнитная текстура как показатель условий формирования аномального разреза баженовской свиты. Материалы седьмого всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». Москва, 2017. – С. 23 – 26.

57. Грунис Е.Б., Барков С.Л., Филина С.И. Уточнение геологической модели пограничных слоев юры и мела Западной Сибири. // Геология нефти и газа. – 2003. – №5. – С. 2–5.
58. Гурари Ф.Г. Дискуссионные вопросы литостратиграфии мезозоя Западно-Сибирской равнины // Проблемы стратиграфии мезозоя Западно-Сибирской плиты. Новосибирск, 2003. – С. 11-14.
59. Гурари Ф.Г. Строение и условия формирования клиноформ неокотских отложений Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). Новосибирск: СНИИГГиСМ, 2003. – 141 с.
60. Гурари Ф.Г. Тектоника мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Западно-Сибирской плиты // Труды СНИИГГИМС. Вып. 100. – Новосибирск, 1971.
61. Гутман И.С. Комплексное обоснование тектонической природы аномальных разрезов верхнеюрской баженовской свиты и нижнемеловой ачимовской толщи Западной Сибири. Часть 1. Аномальные разрезы верхнеюрской баженовской свиты и нижнемеловой ачимовской толщи // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2019. – Вып. 3(26). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art5>.
62. Гутман И.С., Качкина Е.А., Арефьев С.В. Особенности геологического строения нижнемеловых и верхнеюрских отложений Северо-Покачевского месторождения // Геология нефти и газа. – 2015. – № 1. – С. 15-22.
63. Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И., Арефьев С.В., Мазитов М.Р., Гарифуллин И.И. Комплексное последовательное палеопроектирование по ОГ (отражающим горизонтам) сейсмических исследований и соответствующим им границам в скважинах с целью обоснования особенностей формирования аномальных разрезов баженовской свиты верхней юры и клиноформ нижнего мела Западной Сибири // Недропользование XXI век. – 2017. – №4 (67). – С.116-135.
64. Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И., Скачек К.Г. Аномальные разрезы баженовской свиты и ачимовские клиноформы как результат соответственно разломной и пликативной тектоники. Часть II. // Недропользование XXI век. – 2016. – №3 (60). – С. 70-82.
65. Гутман И.С., Качкина Е.А., Саакян М.И., Скачек К.Г. Аномальные разрезы баженовской свиты и ачимовские клиноформы как результат соответственно разломной и пликативной тектоники. Часть I. // Недропользование XXI век. – 2016. – №2 (59). – С. 48-59.
66. Гутман И.С., Кузнецова Г.П., Марьина А.В. и др. Особенности формирования клиноформ в ачимовской толще Западной Сибири по данным бурения и сейсмических исследований. // Территория нефтегаз. – 2011. – №8. – С. 20–28.
67. Деев Е.В., Зольников И.Д., Староверов В.Н. Отражение быстрых геологических процессов в отложениях и текстурах (на примере разновозрастных комплексов Северной Евразии). Литосфера. – 2012. – №6. – С. 14-36.
68. Дручин В.С., Касаткин В.Е., Лагутина С.В., Гришкевич В.Ф., Гильманова Н.В., Долматова С.С., Москаленко Н.Ю. Обоснование геологических моделей залежей Имилорского месторождения. // IV научно-практическая конференция «Проблемы нефтегазового комплекса Западной Сибири и пути повышения его эффективности» сб. докл., Тюмень, 2017. – С. 52-60.
69. Жарков А. М. Неантиклинальные ловушки углеводородов в нижнемеловой клиноформной толще Западной Сибири. Геология нефти и газа. – 2011. – 1. – С. 18 - 23.
70. Жмур В.В., Якубенко М.В.: Динамика мутьевого потока на наклонном дне. // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2000. – № 28. – С. 405-411.
71. Завьялов П.В, Завьялов В.А., Скоробогатая Т.С. О природе и временной цикличности возникновения зон аномальной (переотложенной) баженовской свиты Западной Сибири. // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: матер. XXV науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск, 2022. – С. 118–127.
72. Зарипов О.Г., Сонич В.П. Новый тип разреза баженовской свиты и перспективы увеличения извлекаемых запасов на территории деятельности ОАО «Сургутнефтегаз» // Пути

реализации нефтегазового потенциала ХМАО: матер. IV науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск, 2001. – С. 143–153.

73. Захаров В.А. Условия формирования волжско-берриасской высокоуглеродистой баженовской свиты Западной Сибири по данным палеоэкологии // Эволюция биосферы и биоразнообразие. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – С. 552–568.

74. Захаров В.А., Сакс В.Н. Баженовское (волжско-берриасское) море Западной Сибири. Палеобиография и биостратиграфия юры и мела Западной Сибири. М.: Наука, 1983. – С. 5-32.

75. Зверев К.В., Казаненков В.А. Седиментогенез отложений ачимовской толщи Северного Приобья // Геология и геофизика – 2001. – Т. 42. – №4. – С. 617-630.

76. Зубков М.Ю., Пормейстер Я.А. Клиноформное строение неокома и «аномальных» разрезов баженовской свиты в пределах Кальчинского месторождения (по данным сейсморазведки и тектонофизического моделирования). // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Том 2. (Восьмая научно-практическая конференция). – Ханты-Мансийск, 2005. – С. 305–318.

77. Ионов В.Ю. Инженерно-геологические условия формирования подводных оползней в отложениях шельфа Чёрного моря (между мысом Мал. Утриш и бухтой Хоста). Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Ионов Всеволод Юрьевич. – Москва, 2013.

78. Инюшкина А.А., Мерзлякова Д.В. Комплексное применение результатов сейсморазведочных работ 3D и данных ГИС при изучении строения и моделировании клиноформных резервуаров Западной Сибири // Геофизика. – 2007. – № 4. – С. 195-200.

79. Качкина Е.А. Трансформация взглядов на природу формирования аномальных разрезов баженовской свиты верхней юры в Широтном Приобье Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – №12 (336). – С.12-22.

80. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф. К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири. – Москва: Недра, 1975. – 679 с.

81. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири (Томская область): Дисс. д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.17. / Конторович Владимир Алексеевич. – Новосибирск, 2000. – 248 с.

82. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Малышев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (бассейновое моделирование). Геология и геофизика. – 2013. – 54(8). – С. 1179-1226.

83. Корнев В.А. Прогнозирование ловушек для залежей углеводородного сырья по сейсмогеологическим данным (на примере осадочного чехла Западной Сибири): Диссертация докт. геолог- минерал, наук. / Корнев Владимир Александрович. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. – 405с.

84. Кропотова Е.П., Коровина Т.А., Федорцов И.В., Салмин М.В., Мостовой В.В. Генезис, морфология и вещественный состав пород верхнеюрских и ачимовских отложений на Конитлорской площади. // Материалы IV научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2001. – С. 196–205.

85. Кузовкова В.Ю. Особенности генезиса и распределения аномального разреза баженовской свиты Западно-Сибирской плиты//Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3 (42). – С. 82-88.

86. Кузьмин Ю.А., Судат Н.В. Особенности геологического строения, оценки и учета в госбалансе запасов углеводородов в отложениях баженовской свиты месторождений Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // Вестник недропользователя. – 2011. – № 24.

87. Кунин Н.Я. Новые возможности сейсмостратиграфических исследований при региональных работах на нефть и газ // Сов. геология. – 1983. – №11. – С. 109-120.

88. Кулагина С.Ф., Баянов И.А., Мырзак Е.Г. Сейсмогеологические аспекты выделения зон аномальных разрезов баженовской свиты на территории ХМАО-Югры //

Двадцатая научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Х-М.: ООО Издательский дом «ИздатНаукаСервис», 2017. – С. 229–235.

89. Курсин С.В., Наумов А.Л., Онищук Т.М. Особенности строения отложений баженовской свиты на площадях Среднего Приобья // Проблемы нефти и газа Тюмени. – 1984. – Вып. 61. – С. 6-9.

90. Кучерявенко Д.С. Геологическое строение и нефтеносность ачимовского клиноформного комплекса в пределах Среднеобской нефтегазоносной области: Дис. к-та геол.-минерал. наук: 25.00.12. / Кучерявенко Дмитрий Сергеевич. Москва, 2007. – 149 с.

91. Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. – М.: Наука, 1988. – 309 с.

92. Маникин А.Г., Грищенко В.А., Гужиков А.Ю. Палеомагнитные данные по пограничному интервалу юры–мела Западной Сибири. Материалы седьмого всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии». Москва, 2017. – С. 132–136.

93. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.С. Суркова. – Москва: Недра, 1986.

94. Микуленко К.И., Острый Г.Б. Оползневые образования в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. Литология и полезные ископаемые. – 1968. – № 5. – С. 11–118.

95. Минченков Н.Н., Кропотова Е.П., Коровина Т.А., Федорцов И.В., Романов Е.А., М.М. Меньшикова. Сейсмостратиграфическая модель образования опесчаненных разрезов баженовской свиты на Конитлорском месторождении (Западная Сибирь) по данным керна и геофизики (полевой и скважинной) // Нефтяное хозяйство. – 2003.

96. Минченков Н.Н., Кропотова Е.П., Федорцов И.В., Коровина Т.А., Муравенкова М.Г. Меньшикова М.М., Стукова В.А., Салмин М.В. Сейсмостратиграфическая модель образования опесчаненных разрезов баженовской свиты На Сургутском своде // Пятая Научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Х-М.: Путиведь, 2002. – С. 229 - 235.

97. Мкртчян О.М. Новое в модели строения и формирования баженовской свиты Западной Сибири. Нефтегазовая геология и геофизика. 1984. – № 7. – С. 1–6.

98. Мкртчян О.М. Сейсмогеологические предпосылки развития геолого-разведочных работ в верхнеюрско-неокомской толще латерального наращивания Западной Сибири // Геология нефти и газа. – 1994. – №6. – С.32-34.

99. Мкртчян О.М., Трусов Л.А., Белкин И.М., Дёгтев В.А. Сейсмогеологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири. – М: Наука, 1987.

100. Мухер А.Г., Кулагина С.Ф., Пахомова Е.А. Районирование баженовского горизонта по типам разрезов на территории ХМАО–Югры и прилегающих районов // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Югры / Материалы XX научно-практической конференции. Ханты-Мансийск, 2011. – Т.1. – С. 163-194.

101. Мясникова Г.П., Шпильман А.В. Изменения в нефтегеологическом районировании территории ХМАО // Вестник недропользователя. – 2001. – №6. – С. 66-67.

102. Нежданов А.А. Зоны аномальных разрезов баженовского горизонта Западной Сибири. Тюмень, 1990.

103. Нежданов А.А. Сейсмогеологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири для целей прогноза и картирования нефтиклинальных ловушек и залежей УВ: автореф. дис. д-ра геол.-мин. наук. – Тюмень, 2004. – 36 с.

104. Нежданов А.А., Кулагина С.Ф., Корнев В.А., Хафизов Ф.З. Аномальные разрезы баженовской свиты: взгляд через полвека после обнаружения. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2017. – 6. – С. 34–42.

105. Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А., Горбунов С.А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – Москва: изд-во Академии горных наук, 2000. – 247 с.

106. Нежданов А.А., Туманов Н.Н., Корнев В.А. Аномальные разрезы баженовской свиты и их сейсмогеологическая характеристика. // Сейсморазведка для литологии и стратиграфии. – Тр. ЗапСибНИГНИ: Тюмень, 1985. – С. 64–71.
107. Нежданов А.А., Ушатинский И.Н. Состав и условия образования аномальных разрезов баженовской свиты. // Геохимия процессов нефтеобразования и нефтегазонакопления в мезозойских отложениях Зап. Сибири: Сб. научн. тр. Тюмень: изд-во ЗапСибНИГНИ, 1986. – С. 118–127.
108. Нестеров И.И., Нежданов А.А., Ушатинский Н.А. Аномальные разрезы баженовской и мегионской свит Западной Сибири. // Геология нефти и газа. – 1986. – №4. – С. 23–28.
109. Нефтегазоносные комплексы Западно-Сибирского бассейна / М.Я. Рудкевич, Л.С. Озеранская, Н.Ф. Чистякова, Корнев В.А. Максимов Е.М. – Москва: Недра, 1988. – 303 с.
110. Никашкин А.М., Титова А.В., Шерстнов В.А. Новые типы ловушек ачимовско-баженовской продуктивной толщи (на примере месторождений ОАО «Сургутнефтегаз»). // нефть Сургут. Нефтяное хозяйство. – 1997.
111. Никишин А.М., Альмендингер О.А., Митюков А.В., Посаментиер Х.В., Рубцова Е.В. Глубоководные осадочные системы: объёмные модели, основанные на 3D сейсморазведке и полевых наблюдениях. М.: МАКСПресс, 2012. – 109 с.
112. Никонов В.Ф., Санин В.П., Медведев Н.Я., Кос И.М. Геотектоническое районирование фундамента и чехла в свете современных данных и закономерности распространения залежей нефти и газа Сургутского свода и прилегающих территорий // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, 1998. – С. 81-89.
113. Обстановки осадконакопления и фации: в 2-х т. Т.2: пер. с англ./под ред. Х. Рединга. Москва. Мир, 1990. – 352 с.
114. Олейник Е.В. Строение осложнённой части неокомского нефтегазоносного комплекса в пределах Колтогорско-Толькинской шовной зоны и прилегающей территории // Вестник недропользователя ХМАО. – 2009. – № 21.
115. Олейник Е.В. Зоны аномального строения баженовской свиты в связи с нефтегазоносностью неокомских отложений на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – № 3. – С. 29–37.
116. Олейник Е.В. Анализ закономерностей строения баженовской свиты в связи с нефтегазоносностью клиноформинной части неокомских отложений на территории ХМАО. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Олейник Елена Владимировна. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – 153 с.
117. Олейник Е.В., Плавник Г.И. Неокомские оползневые явления на Урьевской и Поточной площадях Среднего Приобья // Вестник недропользователя ХМАО. – 2007. – № 17. – С. 18-23.
118. Осыка А.В. Аномальные разрезы баженовской свиты Повховской площади объект для поиска углеводородных залежей // Вестник недропользователя ХМАО. – 2004. – № 14. – С. 40-42.
119. Осыка А.В., Гарифуллин И.И. Литологическая характеристика аномальных разрезов баженовской свиты и возможные условия их формирования на территории деятельности ТПП «Когалымнефтегаз». // Материалы VIII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2005. – Том 1. – С. 284–289.
120. Осыка А.В. Геологические модели строения титон-берриасс-валанжинских отложений («аномальных» разрезов баженовской свиты) в связи с подготовкой нетрадиционных объектов для поиска залежей нефти на территории деятельности предприятия «Когалымнефтегаз». Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Осыка Александр Владимирович. Тюмень. – 2006.
121. Осыка А.В. Условия формирования аномальных разрезов баженовской свиты на Тевлинско-Русскинском месторождении. Вестник недропользователя. – 2002. – №11. – С.61-63.

122. 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, биостратиграфии 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.
123. Панченко И.В., Немова В.Д. Контуриты в баженовских отложениях Западной Сибири: формирование, распространение и практическое значение. Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. VII Всерос. совещ. (Ред.: В.А. Захаров, М.А. Рогов, Е.В. Щепетова). – М.: ГИН РАН, 2017. – С. 153-157.
124. Панченко И.В., Немова В.Д., Смирнова М.Е., Ильина М.В., Барабошкин Е.Ю., Ильин В.С. Стратификация и детальная корреляция баженовского горизонта в центральной части Западной Сибири по данным литолого-палеонтологического изучения керна и ГИС/в журнале Геология нефти и газа, издательство Геоинформмарк, 2016. – № 6. – С. 22-34.
125. Петров А.И., Шеин В.С. Геодинамическая модель резервуара с кремнисто-глинистым коллектором (на примере баженовской свиты Салымского нефтяного месторождения Западной Сибири). Геология нефти и газа. – 1999. – №9.
126. Плавник Г.И., Олейник Е.В. Неокомские оползневые явления на Урьевской и Поточной площадях Среднего Приобья // Вестник недропользователя. - 2003. - №10. - С. 47-58.
127. Плавник Г.И., Олейник Е.В., Толубаева Г.Е. Строение нефтегазоносного комплекса клиноформного типа (на примере НГК БВ8-9) // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, 2001. – С.162-178.
128. Поляков А.А., Ершов А.В. История формирования, геологическое строение и нефтегазоносность кимеридж-валанжинского клиноформного комплекса на северо-востоке Пур-Тазовской нефтегазоносной области. Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т.7. – №2.
129. Потрясов А.А. Разработка вероятностных моделей для прогноза нефтегазоносности ачимовских отложений: на примере территории деятельности ТПП "Когалымнефтегаз". Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Потрясов Андрей Александрович. Пермь, 2006. – 198 с.
130. Предтеченская Е.А., Злобина О.Н. Баженовская свита как “промежуточный” коллектор углеводородов в зонах тектонических нарушений. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. – №11. – С. 20-33.
131. Решение 6-го Межведомственного совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
132. Скачек К.Г., Ларичев А.И., Бостриков О.И., Брылина А.В., Видик С.В. Перспективы нефтеносности баженовской свиты в центральной части Широкого Приобья. // Материалы XV научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2012. – Том 1. – С. 105–113.
133. Скачек К.Г., Осыка А.В., Гарифуллин И.И. Перспективы нефтеносности баженовской свиты Когалымского региона. // Материалы VII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2004. – Том 2. – С. 162–170.
134. Скачек К.Г., Теплоухова И.А., Предин С.П. Особенности геологического строения Северо-Конитлорского месторождения. // Материалы VIII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2005. – Том 2. – С. 18–22.

135. Славкин В.С., Алексеев А.Д., Колосков В.Н. Некоторые аспекты геологического строения и перспектив нефтеносности баженовской свиты на западе Широкого Приобья. // Нефтяное хозяйство. – 2007. – №8. – С. 100–104.
136. 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. Наукаосланцах: Новые вызовы. Москва, Россия, 5-6 апреля 2021. Conference Proceedings, EAGE/SPE Workshop on Shale Science 2021. Apr 2021. – Volume 2021. – С. 1–5.
137. Соколовский А.П. Соколовский Р.А. «Аномальные типы разрезов баженовской и тутлеймской свит в Западной Сибири». Вестник недропользователя ХМАО. – 2003. – №11. – С. 64 – 67.
138. Страхов П. Н., Колосков В. Н., Богданов О. А., Сапожников А. Б., Сабирьянова Р. Р., Страхова Е. П. Геологические особенности освоения залежей углеводородов, приуроченных к баженовской свите с аномальным типом разреза. Наука и техника в газовой промышленности. –2018. –.№1 (73). – С. 13-21.
139. Судакова В.В. Прогнозирование ловушек нефти и газа на основе комплексного анализа материалов сейсморазведки и бурения на территории Сургутского свода. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. / Судакова Валентина Владиславовна. Тюмень, 2005. – 269 с.
140. Судакова В.В., Кычкин А.Н., Шерстнов В.А. Геологическая модель строения и нефтеносность баженовско-ачимовских отложений Конитлорского месторождения Сургутского нефтегазонасного района Среднеобской НГО. // Материалы VIII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2005. – С. 115–125.
141. Топычканова Е.Б., Ермакова С.А., Коробенко С.В. и др. Строение аномального разреза баженовской свиты на Восточно-Тромьганском месторождении. // Материалы X научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2007. – С.365–371.
142. Трофимова Е.Н., Алексеева Е.В., Артюшкина Е.В., Быкова Р.А., Дроздова И.А., Дякина А.В., Медведева Е.А., Цесарж И.Л. Деформации горных пород, которые нужно учитывать при корреляции пластов и моделировании залежей месторождений (по материалам макроизучения керн в разрезах месторождений Западно-Сибирской территории деятельности ОАО “Сургутнефтегаз”. Материалы XVII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – 2014. – Том 2. – С. 220–233.
143. Трофимова Е.Н., Алексеева Е.В., Усманов И.Ш. и др. Макроизучение керн. К вопросу о формировании аномальных разрезов баженовской свиты и клиноформного строения неокомского комплекса. // Материалы XI научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – Ханты-Мансийск, 2008. – С.240–259.
144. Усманов И.Ш., Карлов А.М., Трофимова Е.Н., Дякина А.В. Нефтенасыщенные известняки баженовской свиты Сургутского района// Нефтяное хозяйство, 2005. – №12. – С. 19-25.
145. Усманов И.Ш., Трофимова Е.Н., Дякина А.В., Карлов А.М. Нефтенасыщенные известняки баженовской свиты. // Материалы X научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО». – Ханты-Мансийск, 2007. – С.185–194.
146. Ухлово Г.Д., Варламов С.Н., Урасинков Б.Л. Строение верхнеюрских отложений северо-востока Западно-Сибирской плиты. // Технологии ТЭК. – 2007. – №5. – С. 10–15.
147. Филиппович Ю.В. Типы и механизмы формирования аномальных разрезов баженовского горизонта и ачимовской толщи // Вестник недропользователя ХМАО – Ханты-Мансийск, 1999. – №4. – С. 30-34.
148. Хабаров В.В., Кузнецов Г.С. Аномальные разрезы баженовской свиты баженовской свиты // Нефть и газ. – 2001. – №4. С. 4–12.

149. Хуснуллина Г.Р. Аномальный разрез пограничных юрско-меловых отложений на территории деятельности ТПП “Лангепаснефтегаз” (ООО “Лукойл-Западная Сибирь”) // Наука в нефтяной и газовой промышленности. – 2009. – № 1. – С. 1-4.

150. Шайхутдинова Г. Х. Петрографическое изучение миграции нефти на примере Имилорского месторождения (Когалымский нефтегазоносный район, Западная Сибирь). Литосфера. – 2020. – том 20. – № 4. – С. 592–600.

151. Ясович Г.С. Перспективы нефтеносности зон развития аномальных разрезов баженовской свиты Среднего Приобья. // Тр. ЗапСибНИГНИ. – 1981. – Вып. 166. – С. 51–59.

Литература на иностранных языках

152. Blaccini E., de Boer W., Hurst A., Huuse M., Vigorito M., Templeton G. Sand injectites // Oilfield Review 2008. - Summer. - P. 34-49.

153. Booth, J.S., O’Leary, D.W., Popenoe, P., Danforth, W.W. 1993. U.S. Atlantic continental slope landslides: their distribution, general attributes, and implications. In: Schwab, W.C., Lee, H.J., Twichell, D.C. (Eds.), Submarine Landslides: Selected Studies in the U.S. Exclusive Economic Zone, 2002. U.S. Geological Survey Bulletin, - P. 14-22.

154. Brackenridge R., Nicholson U., Sapiie B., Stow D., Tappin D. R. Indonesian Throughflow as a preconditioning mechanism for submarine landslides in the Makassar Strait. Geological Society, London, Special Publications. - 2020.

155. Briedis, N. A., D. Bergslien, A. Hjellbakk, R. E. Hill, and G. J. Moir. Recognition criteria, significance to field performance, and reservoir modeling of sand injections in the Balder field, North Sea, in A. Hurst and J. Cartwright, eds., Sand injectites: Implications for hydrocarbon exploration and production: AAPG Memoir 87. 2007. - P. 91 – 102.

156. Duranti, D. and Hurst, A. Fluidization and injection in the deep-water sandstones of the Eocene Alba Formation (UK North Sea). Sedimentology. – 2004. – vol. 51. – P. 99-107.

157. Einsele G. Sedimentary basins: Evolution, facies, and sediment budget: Springer – Verlag, 2000. - 792 p.

158. Fries, G.. Dynamique du bassin subalpin meridional de l’Aptien au Cenomanien, p. 370. These Doctorates Sciences Universite Paris VI, 1986: Memoire des Sciences de la Terre, Ecole des Mines de Paris, 4. – 1987.

159. Fries, G., Parize, O. Anatomy of ancient passive margin slope systems: Aptian gravity driven deposition on the Vocontian palaeomargin, western Alps, southeast France. Sedimentology. – 2003. – 50. P. 1231-1270.

160. Gay, M., Moullade, M., Lorenchet de Montjamont, M., 1984.

161. Gatter R., Clare M. A., Hunt J. E., Watts M., Madhusudhan B. N., Talling P. J., Huhn K. A multi-disciplinary investigation of the AFEN Slide: the relationship between contourites and submarine landslides. Geological Society, London, Special Publications, 500(1). - 2020. - P. 173.

162. Highland, L.M., and Bobrowsky, Peter. The landslide handbook – A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular. - 2008. – 1325. - 129 p.

163. Hurst, A., and J. Cartwright, Relevance of sand injectites to hydrocarbon exploration and production, in A. Hurst and J. Cartwright, eds., Sand injectites: Implications for hydrocarbon exploration and production: AAPG Memoir 87, 2007. - P. 1–19.

164. Huuse, M., Duranti, D., Steinsland, N., Guargena, C. G., Prat, P., Holm, K., Cartwright, J. A., and Hurst, A. Seismic characteristics of large-scale sandstone intrusions in the Paleogene of the South Viking Graben, UK and Norwegian North Sea. In Davies, R. J., Cartwright, J. A., Stewart, S. A., Underhill, J. R., and Lappin, L., eds., 3D seismic data : Application the exploration of sedimentary basins. Geological Society (London), Memoir, vol. 29, 2004. - P. 257–271.

165. Jolly, R. J. H. and Lonergan, L. Mechanisms and controls on the formation of sand intrusions. Journal of the Geological Society, London, vol. 159. - 2002. - P. 605–617.

166. Jonk, R., Hurst, A., Duranti, D., Parnell, J., Mazzini, A., Fallick, A. E. Origin and timing of sand injection, petroleum migration, and diagenesis in Tertiary reservoirs, south Viking Graben, North Sea. AAPG Bulletin, vol. 89. – 3. – P. 329-357.

167. Lonergan, L., Lee, L., Johnson, H. D., Jolly, R. J. H., and Cartwright, J. A. Remobilization and injection in deepwater depositional systems: implications for reservoirs architecture and prediction. In Wiemer, P., Slatt, R. M., Coleman, J., et al., eds., *Deep-water Reservoirs of the World*. GCSSEPM Foundation 20th Annual Bob. F. Perkins Research Conference, 2000. - P. 512–532.
168. Macdonald, D.I.M., Moncrieff, A.C.M., Butterworth, P.J. Giant slide deposits from a Mesozoic fore-arc basin, Alexander Island, Antarctica. *Geology*. 1993. – 21. – P. 1047-1050.
169. Micallef, A., Masson D. G., Berndt C., Stow D. A. V. Morphology and mechanics of submarine spreading: A case study from the Storegga Slide, *J. Geophys. Res.* – 2007. – P. 112.
170. Mutti E., Tinterri R., Benneveti G., di Biase D., Cavanna G. Deltaic, mixed and turbidite sedimentation of ancient foreland basins. *Marine Petroleum Geol.* – 20. - 2003. - P. 733-755.
171. Obermeier, S. Use of liquefaction-induced features for paleoseismic analysis - An overview of how seismic liquefaction features can be distinguished from other features and how their regional response distribution and properties of source sediment can be used to infer the location and strength of Holocene paleo-earthquake. *Engineering Geology*. - vol. 44. - 1996. - P. 1–76.
172. Osborne, M. J. and Swarbrick, R. E. Mechanisms for generating overpressure in sedimentary basins: A re-evaluation. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. – 1997. - vol. 81. P. 1023–1041.
173. Parize, O., Friès, G. The Vocontian clastic dykes and sills: a geometric model. *The Geological Society of London*, 2003. vol. 216. – P. 51–71.
174. Parize, O., Beaudoin, B., Champanhet, J. M., Friès, G., Imbert, P., Labourdette, R., Paternoster, B., Rubino, J. L., and Schneider, F. A methodological approach of clastic injectites: from field analysis to seismic modelling. Examples of the Vocontian Aptian and Albian injectites (Southeast France). *AAPG Memoir on sand injection*. - 87. – 2006.
175. Parize, O., Beaudoin, B., Eckert, S., Friès, G., Hadj-Hassen, F., Schneider, F., Su, K., Tijani, M., Trouiller, A., de Fouquet, C., and Vandromme, R. The Vocontian Aptian and Albian Syndepositional Clastic Sills and Dikes: A Field-based Mechanical Approach to Predict and Model the Early Fracturing of Marly-limy Sediments. *AAPG Memoir on sand injection*. 87. - 2007.
176. Pinous, O. V., Levchuk, M. A., and Sahagian, D. L. Regional synthesis of the productive Neocomian complex of West Siberia: Sequence stratigraphic framework. *AAPG Bulletin*. – 85. - 2001. P. 1713–1730.
177. Shanmugan G. Deep-water processes and facies models: Implications for sandstone petroleum reservoirs. *Handbook of petroleum exploration and production*. Amsterdam. Elsevier. 2006. Vol. 5. 476 p.
178. Shanmugam, G. 150 Years (1872-2022) of research on deep-water processes, deposits, settings, triggers, and deformation: A difficult domain of progress, dichotomy, diversion, omission, and groupthink. *Journal of Palaeogeography*, Article in press. October 2022.
179. Tian H., Zhang S., Zhang A. Test Investigation on Liquefied Deformation Structure in Saturated Lime-Mud Composites Triggered by Strong Earthquakes. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 90(6). - 2008-2. - 2016.
180. Ulmishek, G.F. *Petroleum Geology and Resources of the West Siberian Basin, Russia*. U.S. Geological Survey Bulletin. - 2003. - 2201-G. - 49 p.
181. Vandromme R. Approche des mécanismes de l'injection sableuse per descensum. *Planète et Univers [physics]*. École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2007. Français. 253p.
182. Varnes, D. J. Slope movement types and processes. In *Special Report 176: Landslides: Analysis and control* (Eds: Schuster, R.L and Krizek, R.J), Transportation and Road research board, National Academy of Science, Washington D.C, 1978. - P. 11-33.
183. Walker R.G. Turbidites and associated coarse clastic deposits. *Facies Models*. Toronto, Geosci. Can.Reprint Ser., 1984. - P. 171-188.
184. Wu N, Jackson CA-L, Johnson HD, et al. The formation and implications of giant blocks and fluid escape structures in submarine lateral spreads. *BasinRes.* – 2021. - 00. - P. 1–20.

Фондовая

185. Уточнение геологического строения и ресурсов нефти нижнемеловых отложений в юго-западной части ЯНАО: отчет о НИР / отв. исп. Бабич Е.П. - Москва, ЗАО "МиМГО", 2021.
186. Построение геологических моделей продуктивных и перспективных резервуаров в пределах Северо-Кочевского лицензионного участка в двух- и трехмерном варианте на основе обработки сейсмических данных и специальной интегрированной интерпретации данных бурения и сейсморазведки: отчет о НИР / отв. исп. Бордюг М.А. – Москва, ЗАО "МиМГО", 2010.
187. Сейсморазведочные работы по методике 3Д на Южно-Холмогорской площади (Южно-Холмогорский л.у. ХМН03217НР, Северо-Когалымский л.у. ХМН00852НЭ, Когалымский л.у. ХМН16424НЭ, Южно-Ягунский ХМН00502НЭ, Северо-Новоуртыгунский-1 л.у. ХМН15470НР, участок федерального значения включающего месторождения Имилорское+Западно-Имилорское и Источное ХМН15479НЭ): отчет о НИР / отв. исп. Вингалов В.М., Ухлова Г.Д. - Тюмень, ПАО «ЛУКОЙЛ», филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», 2019.
188. Оперативное изменение запасов углеводородов по залежам пластов Ач1, Ач2/1, Ач2/2, Ач3, ЮВ0 Поточного месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» за 2021г: отчет о НИР / отв. исп. Гарипова А.Ш., г. Тюмень, ООО «Лукойл-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», 2021.
189. Детальная интерпретация сейсморазведки с учетом данных эксплуатационного бурения по Западно-Повховскому месторождению с целью уточнения контуров залежей: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ЗАО "МиМГО", 2013.
190. Изучение сложнопостроенных ачимовских иверхнеюрских отложений Имилорского месторождения на основе проведения спектрометрических и петромагнитных исследований керна: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ЗАО "МиМГО", 2013.
191. Проведение исследований физико-химических свойств и молекулярного состава нефтей с целью установления сообщаемости/разобщенности продуктивных пластов (объектов) на Имилорском+Западно-Имилорском и Источном месторождениях: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ООО "ВНИГНИ-2", 2016.
192. Сбор и обработка геолого-геофизических и геохимических данных для целей установления сообщаемости/разобщенности продуктивных пластов (объектов) на Имилорском+Западно-Имилорском и Источном месторождениях и интерпретационная увязка с результатами литологических и петрофизических исследований керна и ГИС: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ЗАО "МиМГО", 2016.
193. Уточнение корреляции нефтепродуктивных интервалов разреза и границ резервуаров нефти и газа Имилорско-Источного участка недр на основе проведения седиментологических исследований керна: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ЗАО "МиМГО", 2017.
194. Выявление и прогнозирование нефтеносности неструктурных ловушек ачимовского комплекса на участках ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ООО "ВНИГНИ-2", 2019.
195. Поиск потенциально нефтеперспективных объектов Спорышевского месторождения: отчет о НИР / отв. исп. **Гатина Н.Н.** – Москва, ЗАО "МиМГО", 2020.
196. Дифференцированная оценка перспектив нефтеносности баженовской свиты Западно-Сибирской НПП (нетрадиционные источники сланцевой нефти) с выделением перспективных зон и участков на основе разработки и совершенствования критериев ее потенциальной продуктивности и методических подходов к оценке прогнозных ресурсов: Отчет о НИР по государственному контракту №7/14 / отв. исп. Скворцов М.Б., ФГБУ «ВНИГНИ», Москва, 2016.
197. Сейсмическая интерпретация в зонах АРБ для целей детализации геологического строения ачимовско-баженовского интервала разреза на территории деятельности ООО

«ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»: отчет о НИР / отв. исп. Мухутдинова О.С., Москва, ЗАО "МиМГО", 2017.

198. Выполнение сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на Покурской и Ватинской площадях. (Северо-Покурский л.у. ХМН00536НЭ, Ватинский л.у. ХМН00535НЭ, Мегионский л.у. ХМН00534НЭ, Северо-Ореховский л.у. ХМН16156НЭ) (Обработка и интерпретация материалов сейсморазведочных работ 3D на Западно-Покурской, Покурской, Ватинской площадях в сезонах 2017-2018гг., 2018-2019гг., 2019-2020гг.) : отчет о НИР / отв. исп. Сариева М.Ф. – Москва, ЗАО "МиМГО", 2021.

199. Построение геологических моделей продуктивных и перспективных резервуаров Сардаковского участка Повховского месторождения в двух- и трехмерном варианте на основе обработки сейсмических данных и специальной интегрированной интерпретации данных бурения и сейсморазведки: отчет о НИР / отв. исп. Шумилина М.В. - Москва, ЗАО "МиМГО", 2010.