

Строение и генезис ачимовской олистостромовой толщи Западной Сибири

В.Ф. Шарафутдинов

ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», Москва, Россия

e-mail: sharafv@inbox.ru

Вопрос генезиса зон аномального разреза баженовско-ачимовских отложений остается одним из самых дискуссионных проблем Западной Сибири. Решение этого вопроса тесно связано с геологоразведочными работами, поскольку с этим комплексом отложений связаны перспективы поисков залежей нефти и газа. К настоящему времени представлено около десятка гипотез условий формирования этого своеобразного комплекса отложений. Однако ни одна из предложенных гипотез не является общепринятой. В работе все гипотезы классифицированы по генезису и дан критический их анализ. Рассмотрены ключевые особенности строения зон аномального разреза по материалам бурения и сейсморазведочных работ. Приведена классификация олистостромов и описаны особенности осадконакопления в баженовское и ачимовское время. Накопленный к настоящему времени фактический материал позволил обосновать олистостромовую природу аномальных разрезов. По комплексу данных, включая палеогеографические, седиментологические, палеотектонические реконструкции, впервые предложена принципиальная детализированная модель условий образования олистостромов. Эта модель представляется весьма логичной, является наиболее универсальной и соответствует палеогеографической обстановке и тектоническому режиму, которые господствовали в ачимовское время.

Ключевые слова: зона аномальных разрезов, баженовские отложения, ачимовские клиноформы, олистостром, олистолит, подводный оползень, условия формирования

Для цитирования: Шарафутдинов В.Ф. (2023). Строение и генезис ачимовской олистостромовой толщи Западной Сибири. *Георесурсы*, 25(3), с. 95–110. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.3.13>

Введение

Одним из самых дискуссионных вопросов современной геологии Западной Сибири вот уже на протяжении более 50 лет является изучение особенностей строения и формирования аномальных разрезов баженовско-ачимовских отложений (АРБ, или зоны аномальных разрезов (ЗАР), что правильнее), что тесно связано с представлениями о региональном геологическом строении и развитии, условиях осадконакопления в позднеюрское и раннемеловое время. До сих пор не утихают дискуссии о механизме образования ЗАР, о чем свидетельствуют новые публикации, что также связано с практическим интересом к поиску залежей углеводородов в этом своеобразном комплексе отложений. Отметим, что ни одно стратиграфическое подразделение, образующее разрез Западной Сибири, не является предметом такого количества дискуссий и расхождений во мнениях, как баженовские отложения и ЗАР.

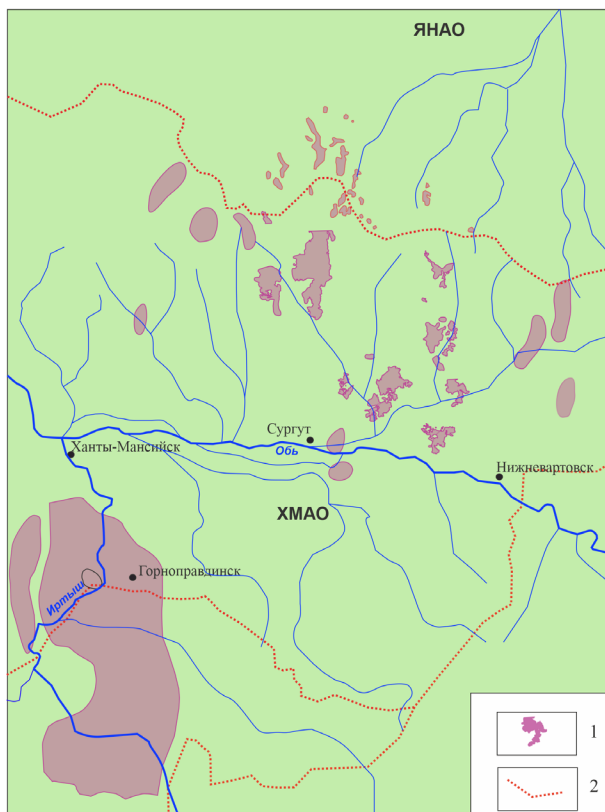
Интерес к ним возрос и в связи с освоением «сланцевых» отложений, тесно смыкаясь с практикой поисково-разведочных работ. От понимания генезиса ЗАР существенно меняются не только принципы корреляции продуктивных отложений, но и представления о запасах и особенностях поиска и разведки залежей в данных отложениях. Можно с уверенностью констатировать, что познание генезиса ЗАР является своеобразным поисковым

признаком обнаружения залежей в литологически ограниченных ловушках ачимовского возраста.

Зоны аномальных разрезов к настоящему времени вскрыты бурением более чем на 60 площадях сотнями скважин и изучены по материалам многочисленных сейсморазведочных работ, включая 3D. ЗАР приурочены к низам ачимовского горизонта в стратиграфически скользящем диапазоне от берриаса на востоке до нижнего готерива на западе неокомского клиноформного комплекса. Отложения подстилаются баженовским горизонтом в объеме верхов нижневолжского – берриасского ярусов. ЗАР группируются в субмеридиональные полосы, параллельные линиям простирания неокомского бассейна седиментации, и имеют значительные масштабы. Площади отдельных аномальных зон превышают 1000 км². Наибольший размах ЗАР достигли на юге Западной Сибири (рис. 1). Классический вид они имеют в Широком Приобье, где зоны аномальных разрезов нами были детально изучены в сотнях скважин с учетом данных сейсморазведки.

Описывая ЗАР, подавляющее большинство исследователей характеризуют ее как расслаивание песчаниками и алевролитами разреза кремнисто-глинистой толщи баженовских отложений, где толщина увеличена до 70–210 м относительно нормальных разрезов баженовских отложений (20–35 м). Таким образом, отложения баженовской свиты залегают стратиграфически выше своего нормального положения, образуют иногда несколько прерывистых прослоев в разрезе. Сейсмическими методами ЗАР обнаруживается по резкому изменению волнового

Региональное распространение зон аномальных разрезов (ЗАР)



1 - зоны аномальных разрезов;
2 - административные границы

Рис. 1. Схема распространения зон аномального разреза с использованием данных (Нежданов, 2004), с уточнениями

поля с принципиально иной формой волнового пакета, отличной от записи нормальных разрезов баженских отложений.

Строению и условиям образования ЗАР посвящено множество работ, см., например, библиографию в (Нежданов и др., 2017).

Ввиду своеобразия строения, специфичности состава, дискусионности генезиса и перспектив нефтегазоносности ЗАР используются для обоснования различного

рода часто взаимоисключающих идей и концепций как региональной геологии, так и более глобальных проблем теоретической геологии региона. Можно констатировать, что к сегодняшнему дню высказаны практически все возможные точки зрения на природу ЗАР. Выводы отдельных авторов зачастую базируются на изучении особенностей строения этих отложений по отдельной площади или участку с попыткой распространить «выявленные закономерности» на весь регион. Примечательно, что та или иная теория, как правило, опирается на определенный вид информации в зависимости от профессиональных интересов исследователей. Этим обусловлены и подходы к изучению ЗАР, когда игнорируется вся совокупность проявления ЗАР. Отмечая важность сделанных исследователями выводов, все-таки необходимо подчеркнуть, что они нередко базируются на неполном знании о закономерностях геологического строения ЗАР, доступных сегодня. Как результат, при геологических построениях используются различные противоречащие концепции (рис. 2), или же не анализируются важные составляющие части ЗАР. К настоящему времени накоплено достаточно материала, позволяющего более корректно подходить к трактовке генезиса ЗАР, при этом результаты геологических наблюдений по данным бурения (особенно изучение керна) и геофизических исследований скважин (ГИС) приобретают особую ключевую значимость, игнорирование которых недопустимо (рис. 3).

Так, на структурных картах кровля баженской свиты показывается по кровле верхнего уровня баженских олистолитов в ЗАР (фактически, как будет показано ниже, ЗАР – это зона отсутствия коренных баженских отложений в коренном залегании).

Детальный анализ эволюции взглядов на условия формирования, современный уровень изученности и геологического восприятия фактов позволяет раскрыть суть явления, оценить масштабность и значимость этого достаточно своеобразного комплекса геологических образований, нашедшего отражение во многих разрезах мира.

Гипотезы формирования ЗАР

Гипотезы происхождения ЗАР Западной Сибири условно можно разделить на две группы с преимущественным

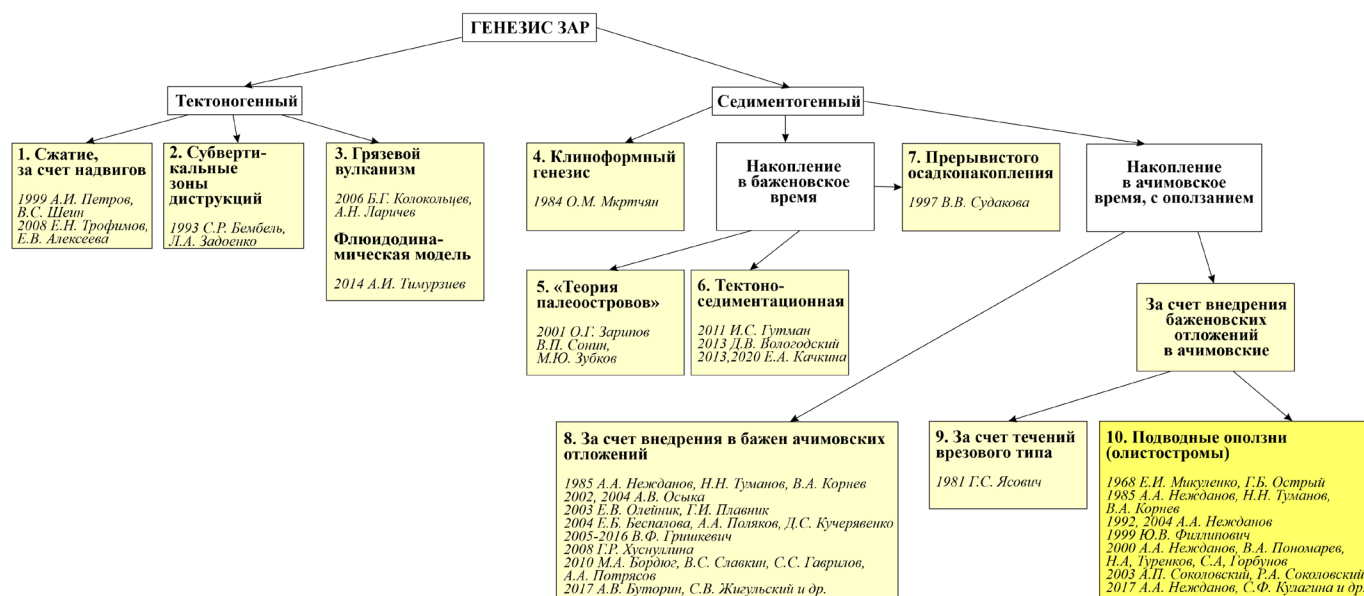


Рис. 2. Схема существующих гипотез генезиса зон аномальных разрезов (ЗАР)

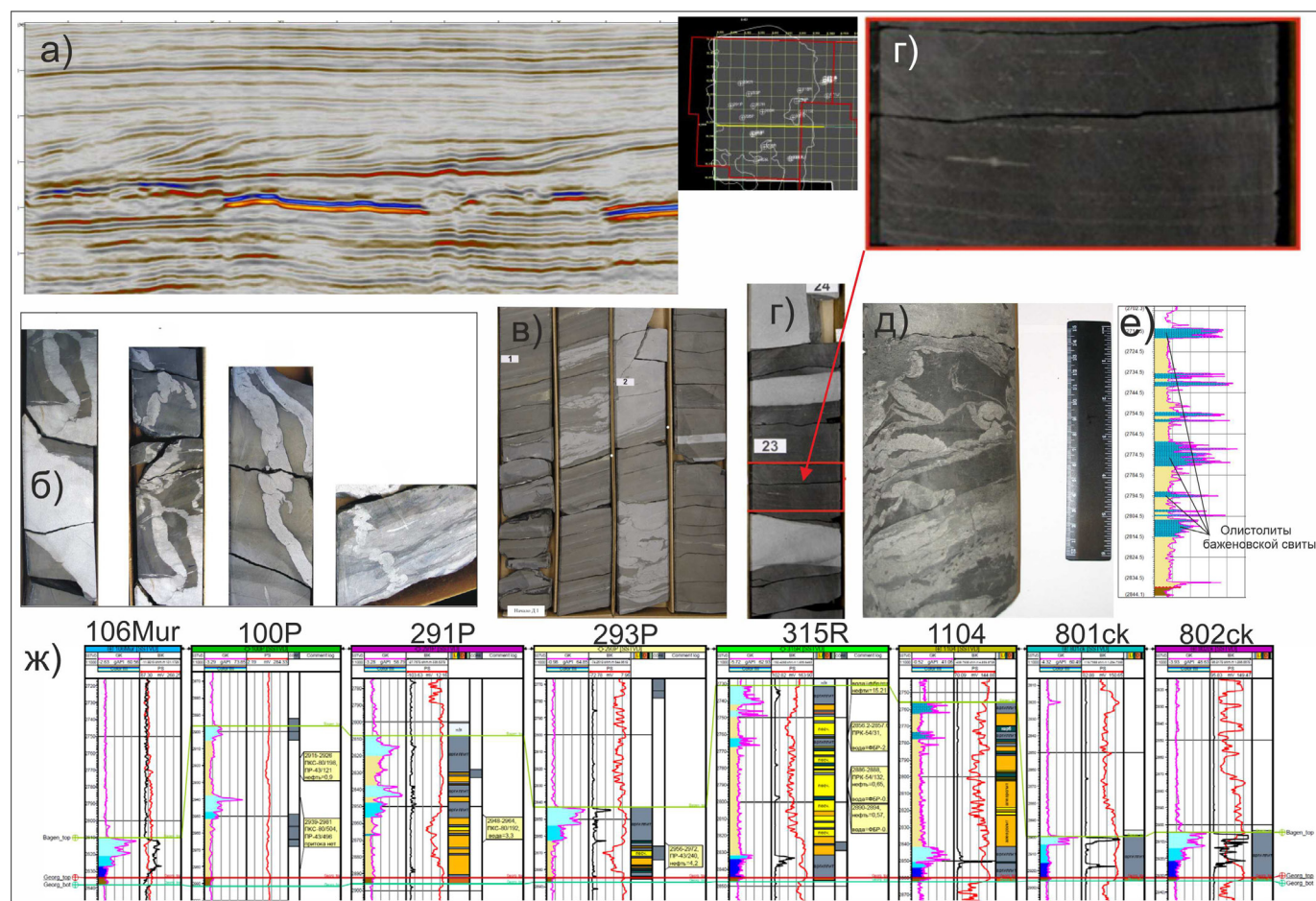


Рис. 3. Ключевые особенности строения зон аномальных разрезов (ЗАР): а) временной разрез, площадь Верхне-Конитлорская; б) кластические дайки, скв. 107р, площадь Южно-Конитлорская; в) чередование оползневых и нормально-слоистых прослоев в ЗАР, скв. 280 Имилорская площадь (интервал 3043,5–3049,4); г) нормально-слоистая текстура в баженовских олистолитах, скв. 316-3, Кечимовская площадь; д) остроугольные обломки баженовских отложений, скв. 307 Северо-Конитлорская площадь; е) многоуровневое развитие олистолитов в ЗАР, скв. 196, площадь Нон-Еганская; ж) схема корреляции ЗАР, Северо-Конитлорская площадь

влиянием тех или иных причин: «тектонотенные» модели и «седиментогенные» модели (рис. 2). Сторонники первой убеждены, что объяснить формирование ЗАР без привлечения эндогенных факторов невозможно, и связывают механизм образования этих объектов с субвертикальными, иногда горизонтальными зонами деструкции горных пород или же с грязевулканической деятельностью.

Приверженцы второй группы объясняют появление ЗАР турбидитными и иными придонными перемещениями кластического материала, сопровождаемыми оползневыми явлениями в баженовскую свиту перекрывающих ачимовских отложений или, наоборот, с внедрением баженовских отложений в виде включений в ачимовские. Отдельные авторы допускают многовариантность видов ЗАР, объясняя генезис разными причинами (Филиппович, 1999).

Ниже в систематизированном виде проанализированы все имеющиеся на данный момент гипотезы формирования такого типа разрезов. Следует заметить, что седиментационная группа имеет большее число сторонников, но и отличается многочисленными вариациями и нюансами объяснения генезиса.

Тектоногенный генезис ЗАР

Модель формирования освещена в работах (Бембель, Задоев, 1993; Петров, Шеин, 1999; Трофимова и др., 2008; Колокольцев, Ларичев, 2006).

Сжатие за счет надвигов

Сторонники первой теории (Петров, Шеин, 1999) гипотетически полагают, что аномальные по толщине разрезы баженовской свиты образуются при горизонтальных смещениях по надвигам и сдвигам, достигающих 300–500 м за счет скупивания во фронтальной и растрескивания в тыловых частях срывов. В статье (Трофимова и др., 2008) на основании изучения керна отмечены тектонический меланж, непутуниские инъекции и др., а также дана характеристика лобовой или фронтальной части тектонического покрова, в котором аллохтонная часть представлена отложениями баженовской свиты, автохтонная часть – нижнемеловыми отложениями ачимовской толщи.

Субвертикальные зоны деструкций

В статье (Бембель, Задоев, 1993) по результатам анализа сейсмических разрезов совместно с данными бурения и ГИС выдвинута «принципиально новая гипотеза о механизме формирования аномальных разрезов, в основе которого лежат образование субвертикальных зон деструкции горных пород и последующий гидротермальный метаморфизм» (Бембель, Задоев, 1993, с. 118).

Грязевый вулканизм

Еще одну теорию выдвинули В.Г. Колокольцев и А.И. Ларичев (Колокольцев, Ларичев, 2006).

По их мнению, формирование ЗАР тесно связано с грязевым вулканизмом, происходившим в период позднемезозойской тектоно-магмато-метасоматической активизации Западно-Сибирской плиты, откуда следует, что «площадное размещение нефтяных месторождений в меловых пластах устойчиво контролируется зонами распространения аномальных разрезов, которые, по нашим представлениям, являются производными грязевулканической деятельности», и что «дополнительными литологическими свидетелями восходящего вектора поступления псаммо-алевролитовых микститов в баженовскую свиту являются содержащиеся в них обломки тех пород, которые залегают гипсометрически и стратиграфически ниже» (Колокольцев, Ларичев, 2006, с.280). Однако мы не встречаем в разрезе сколь-либо выраженные морфологические вулканогенные образования.

В 2014 г. появилась очередная теория разновидности грязевого вулканизма (Тимурзиев, 2014). А.И. Тимурзиевым исключительно по данным сейсморазведочных работ была предложена новая модель формирования ЗАР, в которой, по образному выражению автора, «внедрение кровли баженовской свиты в ачимовскую толщу на участках “аномального бажена” напоминает эффект “сорванной крышки”» (Тимурзиев, 2014, с. 29). В основу представлений была положена флюидодинамическая модель формирования «аномального бажена» по механизму пластического нагнетания и импрегнации флюида, осуществляющемуся на локальных участках растяжения земной коры, пространственно и генетически сопряженных с активизированными на новейшем этапе горизонтальными сдвигами фундамента. При этом автором справедливо было указано на существование разломов, затухающих на уровне подошвы ачимовских отложений.

С учетом масштабности наблюдаемого явления следует признать, что чисто тектоническая гипотеза и грязевый вулканизм не объясняют всех локальных и региональных особенностей строения и распространения ЗАР и зачастую противоречат имеющейся геолого-геофизической информации.

Седиментогенный генезис ЗАР

Наиболее многочисленную группу составляют сторонники формирования ЗАР на седиментационной стадии, однако и здесь нет единства представлений не только о строении, но и о стратиграфической принадлежности ЗАР – каков их возраст баженовский или ачимовский. Среди последователей седиментационной модели есть сторонники накопления данного типа разреза в баженовское время и приверженцы образования в ачимовское время. Последние, в свою очередь, делятся на сторонников внедрения баженовских отложений в ачимовские и на сторонников расклинивания баженовских отложений ачимовскими клиноформами. Обе точки зрения в своей основе предполагают преобладание подводно-оползневых процессов.

Впервые в 1968 г. для Западно-Сибирского региона К.И. Микуленко и Г.Б. Острым дано описание деформаций подводно-оползневого происхождения в отложениях юрского и мелового возраста и высказаны предположения о возможной их природе, связанной с палеосейсмичностью (Микуленко, Острый, 1968). Заметим, что к тому

времени ЗАР в современном виде еще не были вскрыты, для анализа использовались только многочисленные флюидальные текстуры и кластические дайки в керне скважин. Необходимо также отметить, что К.И. Микуленко к тому времени были детально изучены многочисленные проявления древний подводных оползней на Северном Кавказе в Дагестане, где он проводил исследования палеогеновых отложений (Микуленко, 1967). Этими авторами также была отмечена пространственная взаимосвязь подводных оползней с расположением конседиментационных разрывных нарушений. Долгое время единственной альтернативой этой модели были мутьевые потоки и подводные течения, доставлявшие в баженовское время терригенный материал в центр седиментационного бассейна.

Клиноформный генезис

Клиноформная модель формирования ЗАР предложена О.М. Мкртчяном (Мкртчян, 1985), согласно которой баженовские отложения представляют глубоководные фации клиноформного песчано-глинистого ачимовского комплекса, замещающаяся в западном направлении.

Согласно этой модели, с востока на запад происходит многократное выклинивание баженовских литофаций с появлением новых на несколько более высоком стратиграфическом уровне, в тесной генетической связи с миграцией ачимовских клиноформ (Мкртчян и др., 1987). Дальнейшие исследования, в частности палеонтологические находки, показали несостоятельность данной гипотезы.

Накопление ЗАР в баженовское время

Длительное время было принято относить всю толщу «аномальных разрезов бажена» к баженовским отложениям (отсюда и название рассматриваемой толщи «АРБ»).

Теория палеоостровов

В противовес теории подводно-оползневого образования ЗАР существует модель палеоостровов, которая подробно рассмотрена в работе (Зарипов, Сонич, 2001). На основе изучения керна по ряду площадей Западной Сибири авторы отрицают связь песчано-алевролитовых прослоев баженовской свиты и ачимовских отложений, считают более логичным придерживаться мнения об одновозрастности песчаных прослоев с вмещающими их типичными баженовскими породами, допуская существование морских пульсационных течений в виде зерновых потоков. При этом основную роль, по мнению авторов теории, играли местные источники сноса обломочного материала, которые находились в пределах акватории обширного бассейна в виде островных выступов разновозрастных пород. Однако позднее палеонтологические находки нижнемеловой фауны в ЗАР, а также данные сейсморазведки опровергли данную гипотезу.

М.Ю. Зубков и Я.А. Пормейстер, по данным сейсморазведки, также придерживаются мнения об одновозрастности песчаных прослоев с вмещающими их типичными баженовскими породами, допуская существование в баженовском палеоморе морских пульсационных течений (Зубков, Пормейстер, 2005). Таким образом, песчано-алевритовые прослои в разрезе баженовской свиты рассматриваются как продукт размыва песчаных

пластов нижележащих стратиграфических горизонтов на приподнятых блоках морского ложа. Одновременно для западного участка Кальчинского месторождения допускается и механизм образования, обусловленный внедрением ачимовских клиноформ в нелитифицированные битуминозные отложения баженовской свиты.

Теория прерывистого осадконакопления

Для полноты обзора возможных версий генезиса отметим точку зрения В.В. Судаковой по сейсмическим материалам на Савуйской площади в восточной части Федоровского вала (Судакова, 1997). Ее было сделано предположение, что здесь «имеют место несколько разобщенных в геологическом пространстве слоев битуминозно-глинистого относительно глубоководного, литолого-фациального типа, закономерно мигрирующих вверх по разрезу и в направлении осевой зоны палеобассейна» (с. 15). Из предлагаемой модели следует, что накопление относительно глубоководных осадков происходило периодически, но кратковременно в течение позднеюрско-раннемелового трансгрессивно-регрессивного цикла.

Тектоно-седиментационная теория

В 2011 г. И.С. Гутман выдвинул новую точку зрения о природе образования аномальных разрезов. Он предположил проявление в баженовское время конседиментационных разломов, в области которых и формировались ЗАР (Гутман, 2011). На основе проведенной корреляции разрезов скважин по целому ряду месторождений Когалымского нефтегазоносного района автором предполагается, что ЗАР сформировались в результате погружения отдельных блоков по конседиментационным субвертикальным разломам. Рассматривая вышележащие ачимовские отложения, И.С. Гутман приходит к выводу, что формирование клиноформных пачек пород происходило в результате разно скоростного прогибания в одинаковый временной интервал при волнообразных вертикальных тектонических движениях. Последующее развитие идеи нашло отражение в работах его учеников, см., например, (Вологодский, 2013; Гутман и др. 2013; Качкина, 2020 и др.).

Однако следует констатировать, что осадконакопление баженовской свиты протекало в спокойной, присущей этому времени среде, более того невероятно предположить чрезвычайно резкую (скачкообразную) смену разрезов на коротком расстоянии (0,5 км) и «незамусоренность» псаммитовой составляющей «нормальных» баженовских отложений присутствующих по соседству с ЗАР.

Накопление ЗАР в ачимовское время

Более распространенной является идея о постседиментационном (по отношению к баженовским отложениям) ачимовском времени формирования ЗАР, что подтверждается полученными в 2005 г. новыми данными микрофаунистического и спорово-пыльцевого анализа, подтверждающих ачимовский возраст матрикса ЗАР. При проведении спорово-пыльцевых исследований и микрофаунистического анализа в работе (Брадучан и др., 2005) был впервые получен палеонтологический материал, однозначно доказывающий, что сероцветные отложения в ЗАР имеют более молодой валанжинский возраст в отличие

от волжских битуминозных аргиллитов баженовской свиты. Данное обстоятельство опровергает гипотезу о баженовской принадлежности ЗАР, что не учитывается рядом авторами. Однако эта версия также неоднозначна.

Накопление за счет течений врезового типа

В 1981 г. Г.С. Ясовичем была высказана идея о турбидитовых и других придонных течениях, проникающих в Среднее Приобье вдоль отрицательных форм рельефа дна с севера и северо-востока: «Эти потоки 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 нептунических даек. Поэтому нередко контакты алевроит-песчаных пород с битуминозными глинами неровные, резкие, видны текстуры течения и т.д.» (Ясович, 1981, с. 58). Известная к настоящему времени конфигурация ЗАР опровергает и эту гипотезу (рис. 1).

Образование ЗАР при внедрении в баженовские ачимовских отложений

Модель образования ЗАР в данном понимании подразумевает, что песчано-алевролитовые слои аномальных разрезов представляют собой продукт деятельности более поздних (ачимовских) оползней, расклинивших нелитифицированные отложения баженовской свиты и внедривших в нее принесенный обломочный материал ачимовской толщи. Согласно представлениям (Нежданов и др., 1985), оползневые массы, создавая нагрузку на подстилающие баженовские образования, приводили к разрыву, смятию и раскалыванию их на отдельные прослои, промежутки между которыми заполнялись песчано-глинистым материалом, поступающим в оползнях. Эта публикация стала первой, где подобным образом раскрывается механизм формирования ЗАР.

Идея проникновения в толщу нелитифицированных баженовских отложений терригенного ачимовского материала потоковыми отложениями или же расклиниванием потоковыми отложениями уже литифицированных отложений в результате «проникновения» ачимовских клиноформ в баженовские отложения получила наибольшее распространение в работах (Осыка, 2004; Олейник, Плавник, 2003; Беспалова и др., 2004; Бордюг и др., 2010; Гатина, Гарифуллин, 2023 и др.). Более детально идея развита В.Ф. Гришкевичем, который считает, что «породившие аномальные разрезы баженовской свиты подводные оползни происходили в неокомское время на седиментационном склоне... Аномальный разрез баженовской свиты представляет собой результат интрузии (внедрения) оползневой массы пород валанжинского или раннеготеривского возраста под битуминозные аргиллиты, обычно волжского возраста» (Гришкевич и др., 2017, с. 40). С последним заключением автора никак нельзя согласиться. Авторы данной гипотезы не смущает (при очевидной полной литификации баженовских отложений к началу ачимовского времени, что фиксируется по керну (рис. 3, д)) физическая сложность описываемого механизма. Предлагаемый механизм («всплытия» до сотни метров баженовских отложений под воздействием неокомских оползней) является маловероятным, противоречит

фактическим данным и не соответствует законам физической и геологической науки. Проникновение более молодых отложений в подстилающие слои возможно лишь при тектонических процессах сжатия на более поздних стадиях после литификации осадков. О невозможности данного механизма свидетельствуют масштабы ЗАР, а также отсутствие геологических аналогов подобного формирования, ранее описанных в литературе. Более того, при предлагаемом авторами механизме ачимовские отложения, залегающие в разрезе между олистолитами, непременно должны были бы быть сплошь деформированы. Однако мы наблюдаем в этой части разреза и нормально-слоистые песчано-глинистые образования (рис. 3, в).

Образование ЗАР при внедрении баженовских отложений в ачимовские

Наиболее вероятной является идея о подводно-оползневой (олистостромовой) природе ЗАР, высказанной К.И. Микуленко, Г.Б. Острым (Микуленко, Острый, 1968), И.И. Нестеровым, А.А. Неждановым, И.Н. Ушатиным (Нестеров и др., 1986), А.П. Соколовским, Р.А. Соколовским (Соколовский, Соколовский, 2003). Однако заметим, что авторами не всегда были детально описаны особенности строения и условия формирования рассматриваемого комплекса отложений, не была предложена модель формирования ЗАР в регионе, что и порождает рассмотренное выше разнообразие гипотез.

Явления гравитационного перемещения значительных объемов ранее отложившихся осадков олистостромовой природы известны во многих регионах мира, в классическом виде широко распространены

в Дагестане, где они впервые были описаны в верхнемеловых и палеогеновых отложениях М.М. Москвиным и М.А. Семихатовым (Москвин, Семихатов, 1956). Позднее палеогеновые олистостромы были изучены нами и в условиях погруженной части Терско-Каспийского прогиба (Шарафутдинов, 2003) на основе комплексных полевых исследований (рис. 4), накопленного геофизического материала и результатов бурения сотен скважин, вскрывших миатлинскую олистостромовую толщу.

В результате исследований установлены пространственно-временные закономерности строения и условия формирования миатлинской олистостромовой толщи Северо-Восточного Кавказа (рис. 5).

Олистостромы подобного генезиса широко описаны в литературе и являются весьма показательными в разрезах многих регионов мира, не вызывая столь разноречивых суждений, как в условиях Западной Сибири. Этому обстоятельству в немалой степени «способствовало» и отсутствие естественных разрезов ЗАР, когда исследователи ограничены исключительно закрытыми территориями. Необходимо также отметить, что полностью керном ЗАР по всему разрезу не охарактеризована ни в одной из вскрывших ее скважин.

Материалы и методы

Детальность проведенных исследований позволила вновь рассмотреть спорные моменты, отклонить те взгляды, которые противоречат фактическому материалу, и развить согласующиеся представления. Таким образом, наиболее логичной и приемлемой для объяснения многих закономерностей формирования является следующая

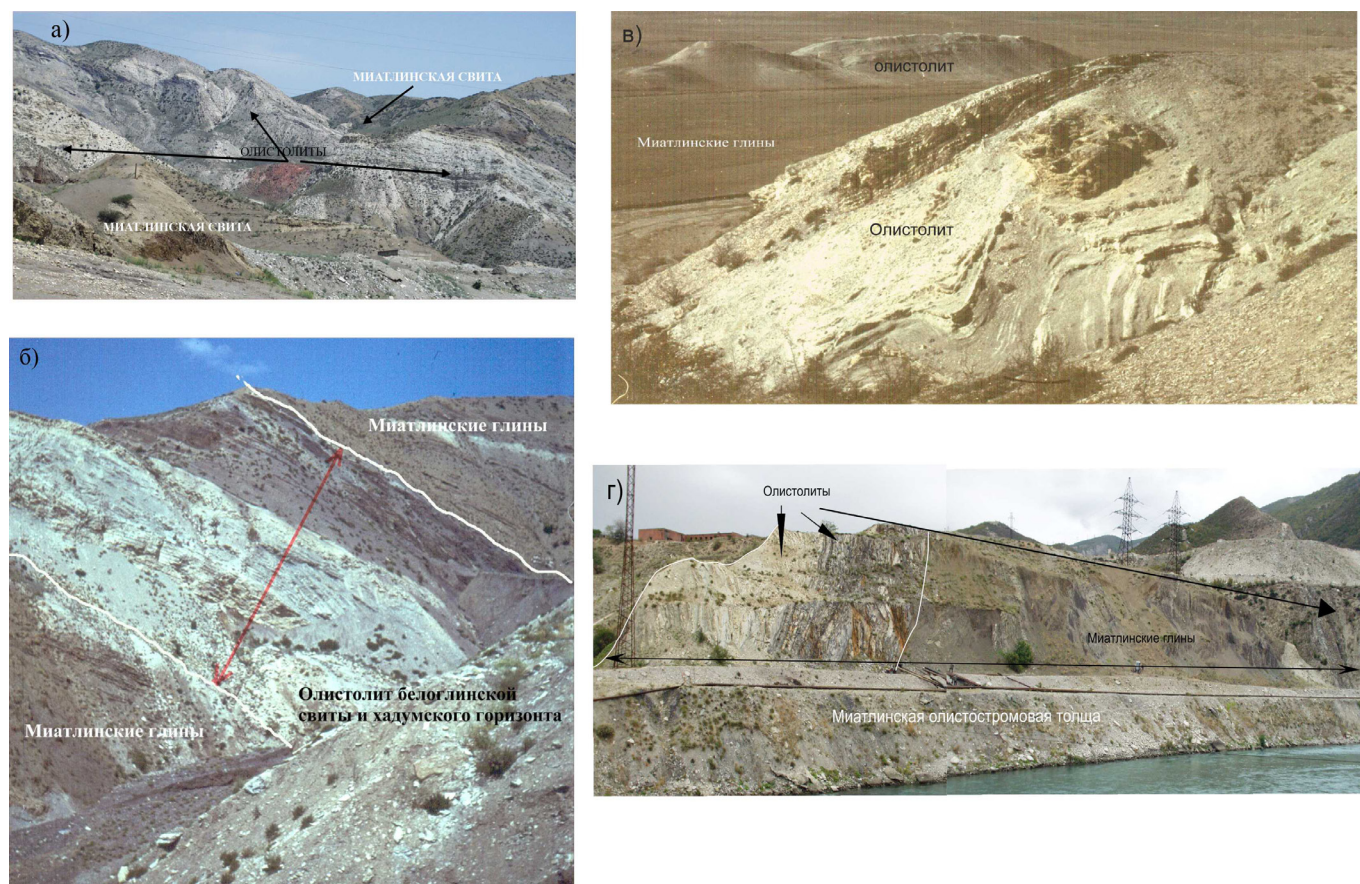


Рис. 4. Естественные разрезы миатлинской олистостромовой толщи Предгорного Дагестана

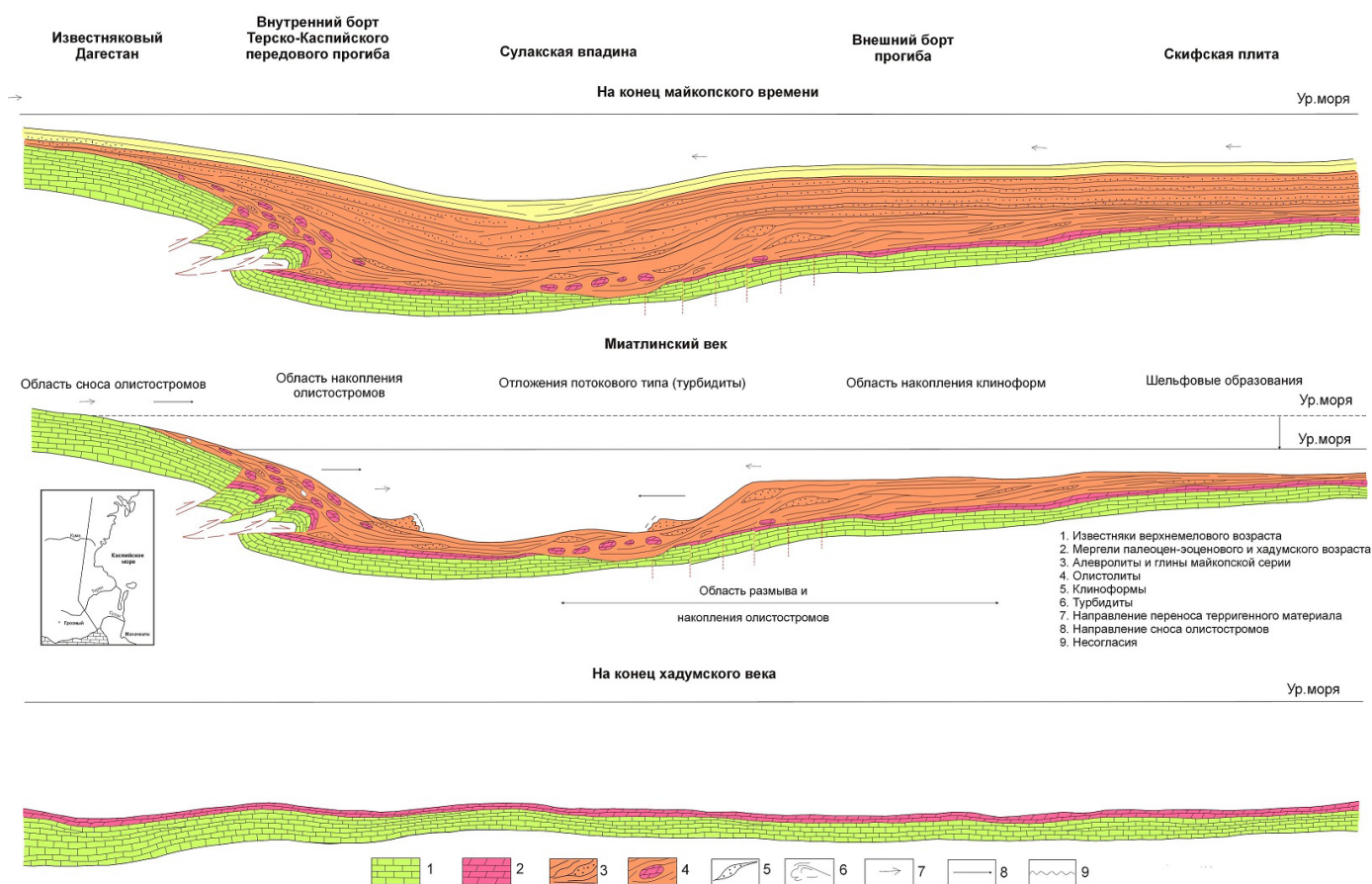


Рис. 5. Принципиальная схема накопления майкопских отложений Северо-Восточного Кавказа

точка зрения: рассматривать ЗАР как олистостромовую толщу, где матриксом являются терригенные ачимовские отложения, носящие следы подводно-оползневых деформаций, а баженовские отложения представляют собой олистоциты (внедрения), переотложенные в результате отрыва и сноса вниз по склону бассейна седиментации блоков пород. Это классическое представление об осадочной природе олистостромов (в переводе с греческого означает «пласт – оползень»).

Генезис отложений определяется при анализе их морфологии, на основе детального изучения материалов бурения (рис. 6), а также результатов сейсморазведочных работ (рис. 7).

Методика исследований ЗАР включала изучение структурно-тектонических особенностей данной территории, сейсмостратиграфический анализ (2D-, 3D-сейсморазведка), анализ данных ГИС, керн, а также проведение литолого-фациальных, седиментологических, палеогеографических и палеотектонических реконструкций с целью создания модели осадконакопления и обоснования условий формирования ЗАР.

Для обоснования природы ЗАР были построены серии карт (толщин ЗАР, толщин олистоцитов и толщин песчаников ЗАР), в основу которых положено детальное литологическое расчленение разрезов 651 скважины с выделением в разрезах включений баженовской свиты и терригенной составляющей ачимовских отложений ЗАР. В результате получены качественно новые данные, которые, уточняя внутреннее строение, обосновывают генезис ЗАР, который заложен в рассматриваемую ниже классификацию олистостромов.

Выявление генезиса олистостромов связано с их строением и пространственно-временными закономерностями размещения. По справедливому замечанию М.Г. Леонова, «только понимание всей совокупности явлений, которые приводят к становлению олистострома как определенного геологического тела, позволяет правильно трактовать генезис хаотических комплексов» (Леонов, 1981, с.51).

Согласно данным керн и геофизических исследований МОГТ и ГИС, в интервале ЗАР отмечается широкое развитие оползневых, флюидальных и косослоистых текстур, а также олистоцитов разного размера (от первых сантиметров до блоков 35 м по толщине), стратиграфических несогласий, кластических (нептунических) даек, зеркал скольжения, погребенных разломов и др., образующих генетически связанные дислокации олистостромовой природы. Отметим, что многие дислокации были ранее неоднократно описаны исследователями, но не всеми оценено их значение.

Многообразие форм олистостромов можно объяснить особенностями их образования, в первую очередь литолого-фациальным составом оползающих пород, степенью их литификации, а также экзогенными и эндогенными причинами оползания. Все эти факторы зачастую действуют совместно, вовлекая в оползание толщи различной мощности, и приводят к многообразию форм. Наиболее приемлемой для понимания генезиса мы считаем морфологическую классификацию, в которую включены те особенности олистостромов, которые могут свидетельствовать об их происхождении и легко диагностируются. В особую группу выделены образования, парагенетически связанные с олистостромами. Тело олистострома

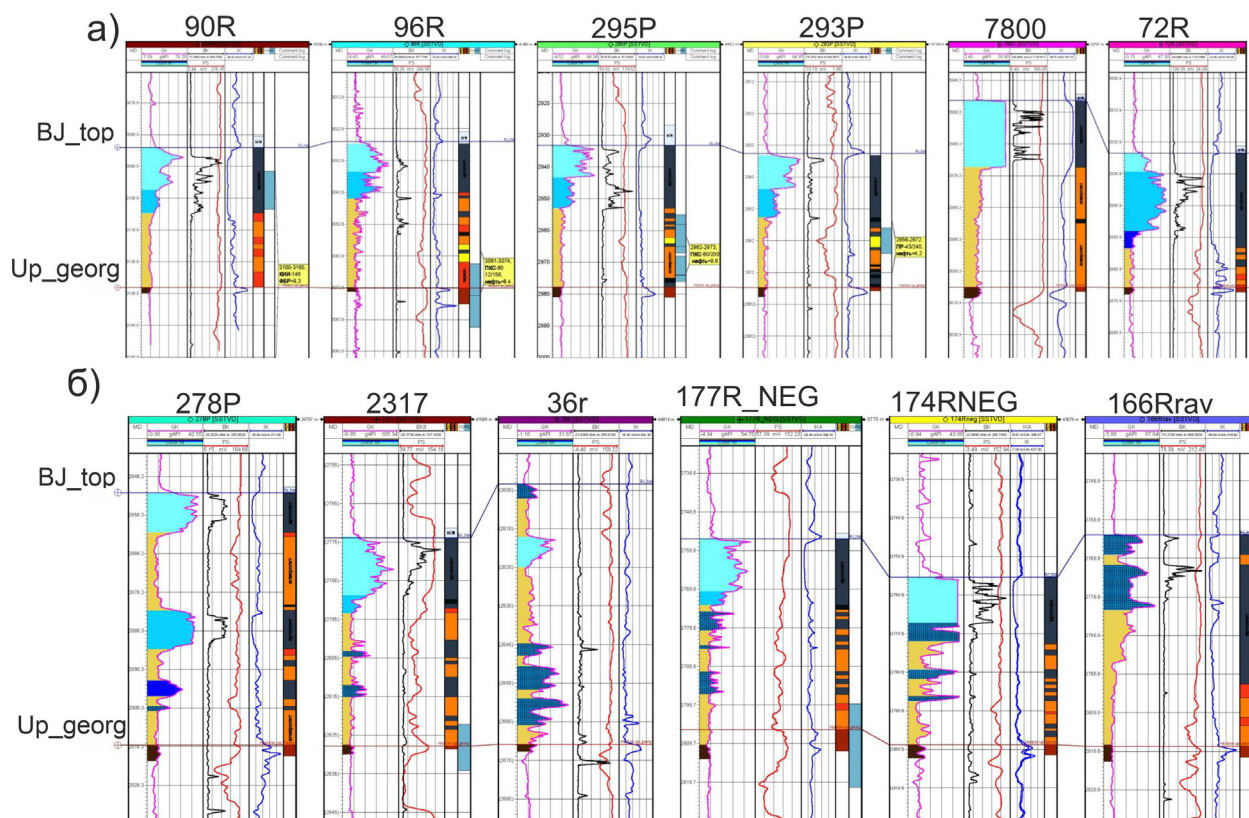


Рис. 6. Схемы корреляции скважин: а) в западной части Широкого Приобья (Северо-Конитлорская, Тевлинско-Русскинская, Имилорская площади); б) в восточной части (Кечимовская, Выинтойская, Покачевская, Поточная площади)

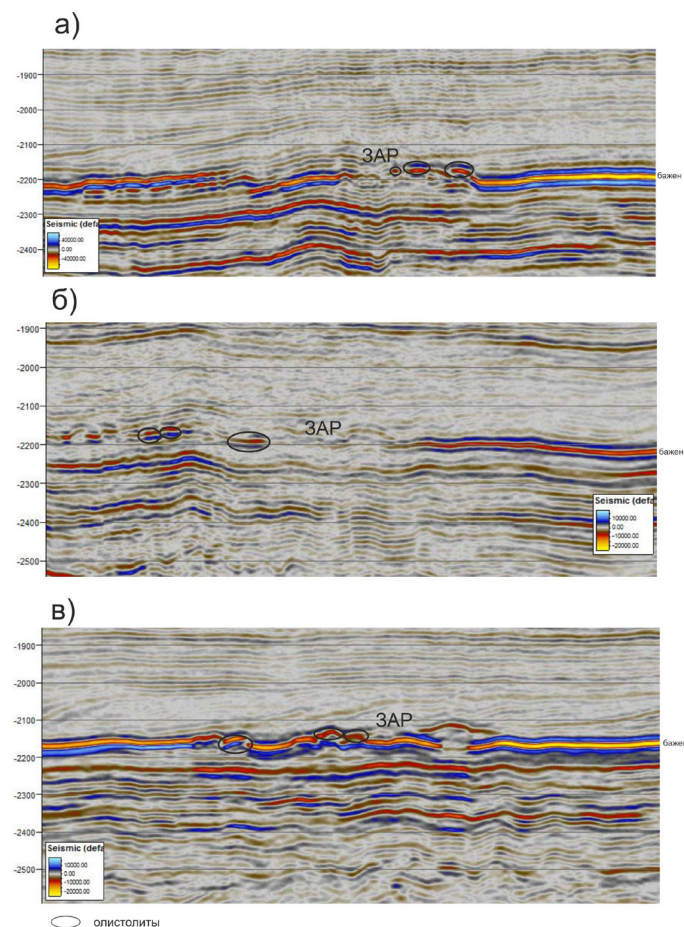


Рис. 7. Фрагменты сейсмических разрезов, иллюстрирующие зоны аномальных разрывов (ЗАР): а) Имилорская площадь; б) Южно-Выинтойевская площадь; в) Повкховская площадь

состоит из основной массы (матрикса), для которого при формировании в морских условиях характерны подводно-оползневые деформации нелигифицированного осадка и олистолидов (включений). Олистолиды разного размера представлены тонкослоистыми кремнисто-глинистыми битуминозными отложениями баженовского возраста.

Глинистые небитуминозные породы матрикса ЗАР – это серые уплотненные глины, обычно слабоалевритистые с раковистым и неровным сколом, возраст которых определен как ачимовский. Песчаники и алевролиты здесь светло-серые, преимущественно мелкозернистые с пелитовым цементом. Глины и песчаники зачастую подвержены оползневым деформациям (рис. 3, в), они как по внешнему облику, так и по минералогическому составу, согласно проведенным исследованиям, идентичны породам ачимовской толщи и, по сути, ими же и являются, что подтверждено фаунистическими данными.

Подводно-оползневые деформации матрикса, известные как «внутриформационные нарушения», «псевдоскладчатость» и др., образуются при пластичном течении незатвердевшего осадка, выражены изгибами слоев и хорошо известны по керну ачимовских отложений как в ЗАР, так и выше по разрезу. По морфологии и степени интенсивности оползневые деформации можно разделить на складчатые и потоковые. Слаболигифицированный осадок с относительно большой степенью перемещения в процессе оползания образует характерную текстуру, которая получила название потоковой. Перемещение материала в результате его разжижения может привести к началу формирования гравитационных потоков. Образование оползней и потоков может быть вызвано общей причиной – сейсмичностью, в результате чего образуется группа

переотложенных осадков, сходных по морфологии с турбидитами, что говорит об их происхождении, связанном с активной палеосейсмичностью. Оползневые горизонты в разрезе перемежаются с нормально-слоистыми, недеформированными отложениями (рис. 3, в).

Присутствие в разрезе олистолитов (включений баженовских отложений) говорит о качественно других условиях генезиса олистостромов, чем простое оползание нелитифицированного осадка. Олистолиты являются отторженцами, прошедшими стадию литификации, которые переотложены в более молодые ачимовские осадки. Размеры включений варьируют от первых сантиметров до олистолитов толщиной в 35 м, которые идентифицируются по материалам ГИС (рис. 3, г–ж, 6) и сейсморазведки (рис. 3, а, 7). В аномальных разрезах переотложенные битуминозные породы, по материалам ГИС и керну, не отличаются от аналогичных пород нормальных баженовских разрезов, что является весьма показательным. Обращает также на себя внимание, что текстура баженовских отложений по керну в олистолитах такая же, как и в коренном залегании: горизонтально-слоистая, без признаков взмучивания и следов конволлютной слоистости (рис. 3, г), что свидетельствует о том, что к моменту образования ЗАР отложения свиты были полностью литифицированы и вовлечены в оползание в виде блоков. Данное обстоятельство опровергает утверждение сторонников гипотезы о проникновении ачимовских отложений в нелитифицированные баженовские отложения, которые непременно должны были бы быть подвержены интенсивным деформациям. Из приведенных на рис. 3, д кернов отчетливо видно, что баженовская брекчия с остроугольными краями формировалась в результате переотложения уже уплотненных, литифицированных обломков битуминозных отложений на расстояние до первого десятка километров.

Сделаем ряд замечаний, основанных на фактических данных. Собственно, ачимовские отложения, залегающие между олистолитами баженовских отложений в отдельных прослоях, зачастую несут следы оползневых деформаций, перемежающихся с нормально-слоистым разрезом. Отметим, что такие текстурно-структурные особенности никак не укладываются в концепцию формирования ЗАР за счет внедрения ачимовских отложений в баженовские при их расклинивании. В последнем случае вся ачимовская толща непременно была бы сильно деформирована и дезинтегрирована, мы же зачастую наблюдаем нормальное переслаивание разреза. Более того, сторонники теории «расклинивания» полагают, что именно песчаная пульпа при своем воздействии способна «расклинивать» баженовские отложения, однако известны разрезы, где в ЗАР практически отсутствуют песчано-алевритовые разности и вмещающая толща имеет в основном глинистый состав (Южно-Выйнтойская площадь, рис. 7, б).

Согласно данным керна, в матриксе ЗАР помимо оползневых текстур и олистолитов отмечается широкое развитие парагенетически связанных с олистостромами образований: различных обломков пород, кластических даек, отложений грязекаменных потоков, зеркал скольжения, литификационного кливажа, текстур облегания, локальных несогласий, эрозионных врезов и др. Среди обломков выделяются конгломераты и брекчии, которые отличаются по степени окатанности. Очень часто во время

сползания олистолитов как на самом теле олистолита, так и на поверхности, по которой он сползает, образуются следы скольжения. Так, при скольжении крупных олистолитов возникает напряжение на подстилающие отложения и образуется литификационный кливаж, который определяется системой параллельных трещин. Еще одной особенностью области развития олистостромов является то, что, перемещаясь, олистолиты и оползни производят эрозию дна (врезы), как бы «выпахивая» подстилающие отложения. Рассмотренные особенности строения характерны для области накопления ЗАР. Для области сноса характерны стратиформная трещиноватость, кластические дайки (рис. 3, б), погребенные разрывы и эрозионные срезьы. Стратиформная трещиноватость – это система параллельных трещин, которая нарушает целостность пород и разделяет монолитные горные породы на отдельные блоки, часть из которых вовлекается в процессы оползания. Во время тектонических деформаций образуются более широкие трещины, которые заполняются кластическим материалом, образуя кластические дайки, являющиеся показателем палеосейсмичности. Их ассоциация с явлениями оползания свидетельствует о том, что эти горизонты возникли не в результате пассивного гравитационного подводного оползания, а связаны с землетрясениями (палеосейсмичностью), что характерно для изучаемых разрезов. Вовлекаясь в процессы оползания, оползшие блоки образуют «шрамы» – эрозионные срезьы и стратиграфические несогласия, когда типично ачимовские отложения залегают на георгиевской свите или реже размытой поверхности среднего бажена (рис. 3, ж, скв. 315, 801ск). И наконец, в области, удаленной от накопления олистостромов, возникают турбидиты и отложения грязекаменных потоков.

Особенности пространственного распространения олистостромов идентифицируются по материалам сейсморазведки и ГИС, которые по Широтному Приобью были привлечены в полном объеме.

«Оползневая» модель ЗАР довольно уверенно распознается на временных сейсмических разрезах. Однако сложность геологического строения, сильная литологическая изменчивость и невыдержанность отложений олистостромовой толщи (ЗАР) длительное время затрудняли их изучение по временным разрезам и приводили к появлению разнообразных точек зрения на формирование, поскольку качество данных сейсморазведки в первые годы не соответствовало решению этих задач и давало весьма скудное, а иногда и ложное представление о строении «аномальных» разрезов. Анализ современного сейсмического материала благодаря широкому применению МОГТ 3D отличается четкой прорисовкой деталей строения, что позволяет изучать внутреннюю структуру ЗАР, идентифицируя их олистостромовую природу (рис. 3, а, 7). На временных сейсмических разрезах ЗАР характеризуются отсутствием устойчивой формы волнового пакета, регистрируются отрывистыми, бугристыми, хаотичными осями синфазности с отсутствием выдержанных площадок и фаз. В целом динамически не выдержанный в ЗАР горизонт «Б» прослеживается фрагментарно по разрезу, где видны отдельные крупные олистолиты. На коротком расстоянии нарушается корреляция пластов и скачкообразно меняется состав пород, что характерно для олистостромовых

отложений. Резкие скачки толщины ЗАР и контрастные акустические свойства в данной части разреза зачастую приводят к выделению специалистами мнимых смещений разрывного характера. Концептуальное же изучение разрезов с тесной увязкой с данными бурения позволило во многом раскрыть особенности строения и формирования ЗАР, тем более что разрешающая возможность современной сейсморазведки позволяет распознать внутреннюю структуру этих разрезов. Однако анализировать ЗАР по данным сейсморазведочных работ следует по глубинным разрезам и в масштабе 1:1, чтобы избежать искаженного представления о формировании изучаемых отложений.

Из рис. 3, а, 7 видно, что над ЗАР отчетливо проявляется клиноформное строение ачимовских отложений, но не видится «расклинивание» ачимовских клиноформ ЗАР, чего придерживаются сторонники идеи вклинивания «ачимовки в бажен». Последнее может свидетельствовать лишь о том, что даже после накопления ЗАР с толщинами до 100 м и больше склон бассейна седиментации не был скомпенсирован осадками, а в последующем продолжал накапливать ачимовскую толщу клиноформного строения. Резко некомпенсированное осадконакопление искажает картину строения ЗАР на временных разрезах, создавая иллюзию «сорванной крышки».

По данным ГИС достоверно выделяются крупные блоки баженовских отложений, мелкие обломки идентифицируются по керновому материалу (рис. 3, д). В ЗАР баженовские отложения в коренном залегании ожидаемо встречаются вблизи западной границы ЗАР, как, например, в скважинах 102, 103, 103Р 104Р Северо-Кочевской площади. Обычно на георгиевских глинах залегают ачимовские отложения, в которых выделяется один или несколько уровней олистолитов. В разрезах баженовской свиты в коренном залегании вдоль восточных границ ЗАР в ряде скважин выделяются разрезы, в которых отмечается сокращение верхней части баженовской свиты, это зоны отрыва и сноса олистолитов (рис. 3, ж). В ЗАР часто выделяется несколько уровней олистолитов баженовской свиты (рис. 3, е, ж, б, 6).

Нормальные разрезы баженовской свиты характеризуются определенной фациальной изменчивостью в пределах конкретного изучаемого участка, что сказывается на форме кривых ГИС, особенно гамма-каротажа. В крупных олистолитах баженовской свиты в ЗАР форма кривой ГИС аналогична близрасположенному (восточному) коренному залеганию, что указывает на «местное» их происхождение. Таким образом, для всех выделенных ЗАР характерны свои «парные» связи между баженовскими отложениями в коренном залегании и в переотложенном – в виде олистолитов.

Обсуждение и выводы

Обобщение всего материала и построение карт толщин ЗАР, суммарных толщин олистолитов ЗАР и песчаников позволили выявить ряд принципиальных закономерностей строения в пределах Широкого Приобья, отражающих ключевые особенности генезиса.

На изучаемой территории ЗАР представляют собой геологические тела длиной до 80 км и шириной от 2 до 34 км (рис. 8). На основе детального поскважинного анализа и расчленения ЗАР было установлено, что в оползание

были вовлечены в основном отдельные блоки баженовских отложений толщиной до 20 м, в разрезе было образовано по несколько стратифицированных уровней, достигающих суммарных толщин до 60 м (Кечимовская площадь). Распространение олистолитов в разрезе, а также их внутреннее строение говорят о синхронности этих образований в пределах рассматриваемого региона и особенностях их формирования.

В Широком Приобье выделено семь крупных зон распространения АР: Конитлорская, Тевлинско-Имилорская, Равенско-Кечимовская, Выинтойская, Повховская, Покачев-Поточная и Восточно-Перевальная. По каждой из зон построен комплект геологических карт, по которым можно прогнозировать развитие пластов-коллекторов в ЗАР.

В целом, согласно карте толщин ЗАР в пределах изученного региона, максимальные толщины соответствуют более западным районам. В пределах Имилорского месторождения ЗАР достигают 135 м. В центральных зонах значения не превышают 100 м, а в более восточных районах средние толщины редко достигают порядка 70 м и в крайних восточных районах не превышают 45 м. С учетом характера толщин внутри каждой из выделенных зон отметим, что максимальные значения приходится на центральные области внутри ЗАР. Указанные закономерности, помимо прогноза развития ЗАР при бурении новых скважин, имеют практическое значение для корректной интерпретации материалов сейсморазведки.

Выявленные особенности строения подтверждают подводно-оползневую природу ЗАР и указывают на закономерное их развитие на ачимовском палеосклоне, когда в сторону осевой части бассейна седиментации увеличивается толщина накапливающихся осадков ЗАР:

- ЗАР образуют несколько оползневых горизонтов (до 5–7);
- ЗАР сформированы путем перемещения значительных объемов олистолитов в субширотном направлении: с востока на запад – на расстояние до первого десятка километров, согласно анализу строения ЗАР;
- общая толщина ЗАР (фиксируемая по самому верхнему олистолиту) уменьшается в направлении с запада на восток с 100 м и более до 20–30 м, о чем свидетельствуют схемы корреляции, построенные по изученным бурением площадям;
- вскрытые скважинами отложения баженовского возраста являются не чем иным, как отторженцами в виде олистолитов (включений) баженовского возраста в отложениях ачимовской свиты;
- на самом деле участкам ЗАР соответствуют зоны отсутствия отложений баженовского возраста в их коренном залегании вследствие размыва и переотложения в виде олистолитов, что доказывают результаты детальной корреляции разрезов, изучение динамической записи, кернового материала и др.

Особенности осадконакопления региона в баженовское время (титон-нижний берриас)

Баженовское время в Западной Сибири пришлось на конечную стадию крупнейшей в геологической истории Сибири морской трансгрессии. Уже в кимериджском веке море почти полностью затопило Западно-Сибирскую

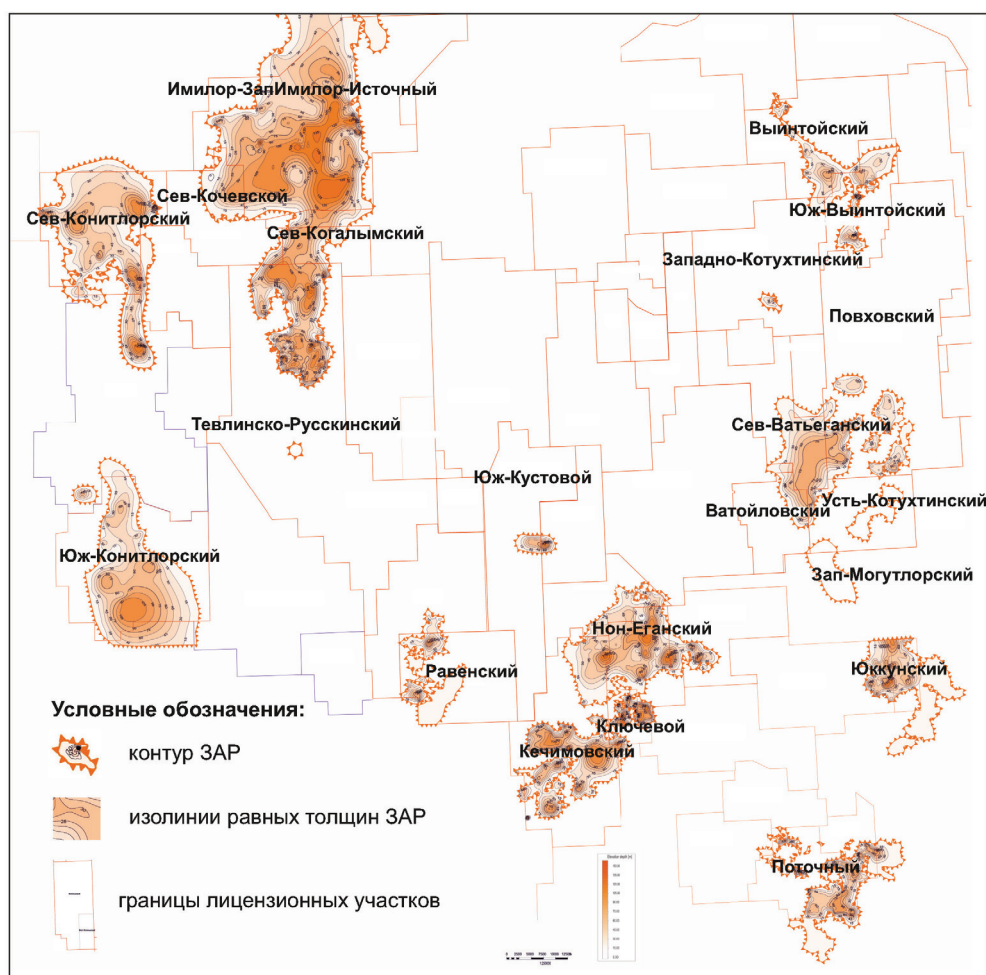


Рис. 8. Суммарные толщины зон аномальных разрезов (ЗАР) Широтного Приобья

плиту. Из всех мезозойских и палеогеновых эпиконтинентальных бассейнов Сибири баженовское море было самым глубоким. Преобладали зоны с плохой циркуляцией придонных вод, низкими темпами седиментации и спокойным тектоническим режимом. В это время были накоплены тонкоотмученные, горизонтально-слоистые или массивные с листоватой или тонкоплитчатой отдельностью битуминозные аргиллиты, что связано с пассивной гидродинамикой бассейна седиментации. Баженовский горизонт образовался не только во время максимума трансгрессии, но и в условиях тектонического покоя и выравнивания рельефа.

Особенности осадконакопления региона в ачимовское время

На смену этапу стабилизации баженовского времени пришел период, ассоциирующийся с позднемезозойской активизацией, производной которой на ранней стадии и являются ЗАР, максимально проявившиеся в раннемеловую эпоху. Особенности седиментации в неокомское время обусловлены проградационным наращиванием склона в условиях некомпенсированного прогибания широкой (400–500 км) подводной равнины, полого наклоненной к западу, что и определило базовые элементы строения клиноформного ачимовского комплекса и ЗАР. ЗАР в пространстве подчинены той же субмеридиональной зональности, что клиноформы, не оставляя сомнений в их генетической связи.

Рассматриваемое время сопровождалось ярко выраженным проявлением горизонтальной седиментации, что является постоянно действующим и решающим фактором осадконакопления, как при формировании ЗАР, так и при формировании общего клиноформного комплекса неокомских отложений. Большинство исследователей ачимовской толщи справедливо считают, что на ее формирование большое влияние оказывали седиментационные оползневые процессы. С одной стороны, это мнение основывалось на общетеоретических представлениях об условиях осадконакопления в пределах палеосклона, когда поступление обломочного материала опережало возможности его перераспределения в морском бассейне; с другой – на этот факт указывает наличие в ачимовской толще интенсивно дислоцированных подводно-оползновыми процессами пород с обилием первично неконсолидированных включений глин в песчаниках, переслаивающихся нормально-слоистыми образованиями. Наиболее убедительным, на наш взгляд, свидетельством существования подводных оползней в неокоме являются ЗАР. Поскольку процессы происходили в ачимовское время и баженовские отложения находятся в переотложенном состоянии, стоит отказаться от названия «аномальный разрез бажена» (АРБ), так как последнее вводит в заблуждение о времени их формирования.

Генезис ЗАР

Если механизм оползания осадка является достаточно очевидным, то вопросы генезиса олистолитов вызывают

обычно острые дискуссии. Остановившись на этом вопросе, отметим, что для возможности переотложения древних пород в более молодые осадки необходим перерыв вмещающих олистолит отложений на сопряженном приподнятом участке. Ввиду клиноформного строения ачимовских отложений такие геологические предпосылки на территории исследований очевидны.

Причины возникновения оползней можно разделить на палеогеографические (геоморфология седиментационного бассейна), седиментационные (главным образом определяемые скоростью седиментации), гидродинамические (сильные волны, особенно при прохождении ураганов, волны цунами) и тектонические (палеосейсмичность). Чаще всего действует не один, а несколько факторов одновременно, чем и определяется широкое распространение оползней и обвалов на подводных склонах.

Выполненные палеотектонические и палеогеографические реконструкции с седиментационным анализом позволяют восстановить условия формирования ЗАР, как региональные, так и локальные, с использованием фактических данных.

Мы сделали попытку конкретизировать механизм формирования ЗАР. Принципиальная региональная схема формирования олистолитов и в целом олистостромов для условий Западной Сибири приведена на рис. 9. Очевидно, что на момент срыва олистолитов баженовские отложения должны быть обнажены в подводных условиях. Оторвавшись, олистолиты перемещались по уклону дна и, остановившись, перекрывались осаждавшимися осадками, захороняясь в виде включений, которые мы наблюдаем. Многоуровневое развитие в разрезе олистолитов отражает импульсный многостадийный характер олистостромообразования. Оползание громадных масс повторно инициировало взмучивание и дополнительную активную переработку осадочного материала. Можно с уверенностью констатировать, что особенно интенсивно эти процессы проявились в ачимовское время. Накопление осадков, перекрывающих баженовские отложения, происходило в условиях лавинной седиментации.

Масштабность проявления ЗАР (рис. 1) не может быть объяснена только обычными седиментационными процессами. ЗАР образовались во время седиментационных оползневых явлений, обусловленных тектоническими процессами (в том числе палеосейсмичностью). Подтверждением проявления палеосейсмичности на исследуемой территории являются кластические дайки, а также погребенные разрывные нарушения. Аномальные зоны расположены в пределах как положительных структур, так и отрицательных, а их ориентировка согласуется с простираем тектонических элементов I порядка.

Прямым свидетельством ачимовского тектогенеза являются многочисленные погребенные (конседиментационные) разрывные нарушения, затухающие в ачимовских отложениях. В процессе накопления клиноформного комплекса различные участки дна бассейна седиментации испытывали разнонаправленные вертикальные подвижки. Амплитуда вертикальной составляющей смещений по разломам на уровне горизонта «Б» составляет 15–25 м, реже 35–45 м. Обнаруженные в керне признаки разломной тектоники подтверждены сейсмическими данными.

Битуминозные сланцы баженовской свиты, обладая своеобразным литологическим составом и склонностью к рассланцованности, при сейсмических толчках и субвертикальных тектонических подвижках легко могли соскальзывать от своего основания и, дробясь на отдельные блоки, двигаться под действием силы тяжести вниз по склону бассейна седиментации, облекаясь впоследствии песчано-глинистым материалом ачимовских отложений. В результате происходило оползание и, как следствие, внедрение баженовских олистолитов в ачимовские отложения. Схожий механизм поэтапно показан на рис. 9. Необходимо признать, что подобно баженовским отложениям, кумские битуминозные сланцы Северо-Восточного Кавказа также являлись основным горизонтом соскальзывания при формировании миатлинской олистостромовой толщи олигоцена (Шарафутдинов, 2003).

Расчлененность рельефа отразилась на формировании следующих, более молодых пластов, осадки которых в одних случаях нивелировали рельеф, заполняя наиболее погруженные зоны, в других – формировали сложные зоны облекания. Продолжающееся погружение территории на фоне интенсивного привноса терригенного материала позволило указанным телам сохраниться и оказаться погребенными под более поздними нормально-слоистыми осадками ачимовских отложений. Повторяясь во времени, дислоцированные ЗАР перемежаются в разрезе со спокойными залегающими ачимовскими отложениями.

Недокомпенсированный осадконакоплением баженовский седиментационный бассейн предопределил палеогеографическую обстановку с относительно крутыми бортами бассейна. Последующие отложения ачимовской толщи являются результатом периодического пульсационного поступления терригенных масс в бассейн седиментации в условиях его недокомпенсированного прогибания и лавинной седиментации с формированием мощного клиноформного комплекса отложений. Зоны развития олистостромового разреза соответствуют первым импульсам заполнения прогиба. По времени образования с востока на запад ЗАР имеют все более молодой возраст.

Таким образом, среди определяющих факторов, связанных между собой и «ответственных» за формирование ЗАР, можно выделить следующие:

- благоприятные палеогеографические условия – региональный склон бассейна седиментации с недокомпенсированным осадконакоплением;
- снижение уровня моря;
- особенности проявления лавинной седиментации в ачимовское время с проградационным наращиванием склона, что определило базовые элементы строения клиноформного комплекса;
- тектоническая раннемеловая активизация;
- палеосейсмичность – ЗАР в основном приурочены к зонам тектонической напряженности, связанной с разломной тектоникой и структурообразованием;
- пульсационное проявление факторов олистостромообразования;
- литологический фактор баженовских олистолитов – высокое содержание тонкодисперсного органического вещества порождает их листоватость и легкое дезинтегрирование и скалывание на блоки (олистолиты);

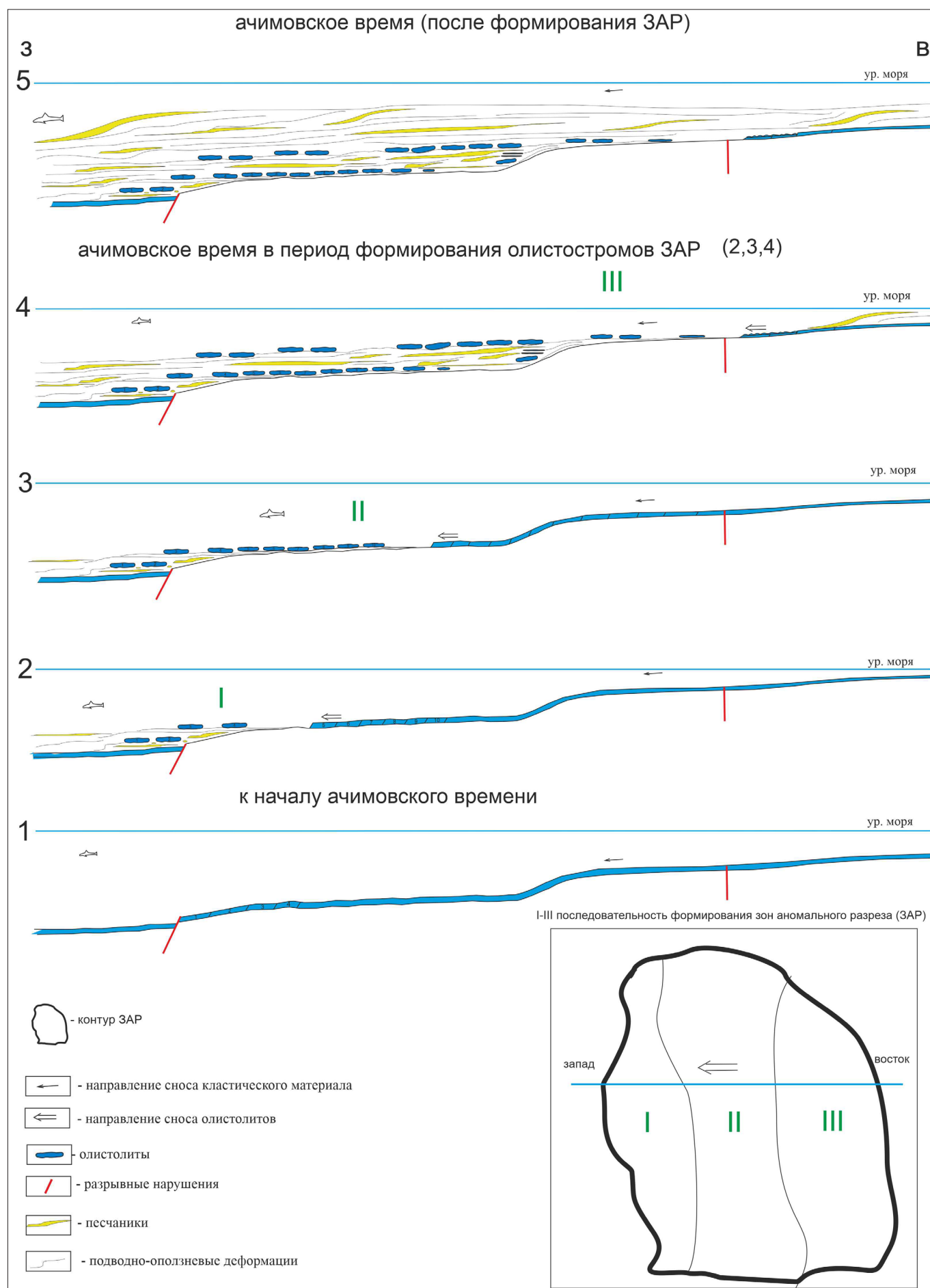


Рис. 9. Принципиальная схема формирования зон аномального разреза (ЗАР)

Правильность сделанных выводов также подтверждается тем, что при современных землетрясениях в подводных условиях возникают оползания осадков, по масштабам и условиям проявления сходные с рассмотренными ископаемыми.

Заключение

Рассмотрены существующие взгляды на генезис ЗАР и дан их критический анализ. К настоящему времени предложено около десятка вариантов объяснения генезиса ЗАР, однако в большинстве случаев они оказались несостоятельными применительно к объяснению явления в целом. С учетом накопленных к настоящему времени данным ни одна из рассмотренных гипотез не является общепринятой. Вместе с тем накопленный фактический материал позволяет существенно сузить круг причин генезиса ЗАР.

Недооценка ЗАР и/или неполный анализ фактического материала ведут к серьезным ошибкам стратиграфического, структурного и палеогеологического характера, которые негативно сказываются в практике поисково-разведочных работ на нефть и газ. Как результат, к настоящему времени нет четкой концептуальной модели стратегии поисков залежей в этом своеобразном комплексе отложений. Соответственно, многие используемые модели месторождений не могут служить адекватной основой для разработки залежей.

Установлены ключевые особенности строения для понимания генезиса ЗАР. Определены литолого-фациальные, структурно-текстурные особенности строения ЗАР, свидетельствующие об их олистостромовой природе. Выполнена классификация выявленных морфологий ЗАР. Наличие олистолитов баженовских отложений на нескольких уровнях свидетельствует о нескольких фазах активизации образования олистостромов.

Предложенная модель формирования олистостромов дополнительно обосновывает возраст ЗАР, что позволяет с уверенностью говорить об ачимовском, а не о баженовском возрасте рассматриваемых отложений.

Установлены причины образования ЗАР и обоснован их генезис. На основе имеющихся данных и особенностей строения ачимовской олистостромовой толщи предложен механизм их формирования за счет подводно-оползневого (олистостромового) генезиса на фоне конседиментационной тектоники.

Принципиально важным является понимание, что зоны аномального разреза представляют собой своеобразную олистостромовую фацию ачимовского времени, когда уже литифицированные баженовские блоки (олистолиты) внедрялись в ачимовские осадки в результате подводно-оползневых процессов.

Предложенная модель представляется наиболее логичной, подкрепляется всеми известными на сегодняшний день фактическими данными, является наиболее универсальной, вписывается в палеогеографическую обстановку и тектонический режим, которые господствовали в ачимовское время. Эта модель позволит по-новому взглянуть на особенности строения, оценить запасы в ЗАР, а также дать рекомендации на проведение поисково-разведочных работ в литологических ловушках ЗАР.

Благодарности

Автор выражает большую благодарность рецензенту за ценные замечания и рекомендации, которые были учтены при доработке статьи, а также благодарность коллегам по работе В.Ф. Гришкевичу, М.А. Бордюгу, В.А. Мусихину, И.Н. Керусову, К.Н. Кунину, В.Н. Колоскову, А.В. Лялину и А.А. Нежданову, М.Ю. Зубкову за ценные замечания и обсуждение, способствующие улучшению публикации.

Литература

- Бембель С.Р., Задюченко Л.А. (1993). Природа аномальных разрезов баженовской свиты на Южно-Ватъеганской площади (верхняя юра Западной Сибири). *Бюллетень МОИП. Отделение геологии*, 68(1), с. 115–119.
- Бембель С.Р., Цеппаева А.И. (2014). Геологическое строение и некоторые особенности формирования аномальных разрезов баженовской свиты в Западной Сибири. *Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело*, (10), с. 7–17. <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9923/2014.10.1>
- Беспалова Е.Б., Полякова А.А., Кучерявенко Д.С. (2004). Особенности строения и условий образования аномальных разрезов баженовской свиты (на примере Конитлорского и Курраганского месторождений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна). *Геология нефти и газа*, (1), с. 6–13.
- Бордюг М.А., Славкин В.С., Гаврилов С.С. (2010). Особенности строения и формирования аномального разреза баженовской свиты на примере Северо-Конитлорского месторождения. *Геология нефти и газа*, (1), с. 32–40.
- Брадучан Ю.В., Глушко Н.К., Комисаренко В.К., Шатова Л.А., Гришкевич В.Ф., Касаткин В.Е., Предеин С.А., Теплоухова И.А., Торопов Э.С. (2005). О возрасте отложений аномальных разрезов пограничных слоев юры и мела по скважинам Северо-Конитлорского месторождения (предварительное сообщение). *Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа*, (16), с. 28–30.
- Вологодский Д.В. (2013). Особенности залегания и формирования верхнеюрских и нижнемеловых отложений в зонах развития аномальных разрезов на примере Тевлинско-Русскинского нефтяного месторождения: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 26 с.
- Гатина Н.Н., Гарифуллин И.И. (2023). Опыт построения детальной схемы нефтеносности зоны аномального разреза баженовско-ачимовских отложений на основе сейсмогеологической модели. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*, 18(1). http://www.ngtr.ru/rub/2023/12_2023.html
- 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., Блинова А.В., Черносулова В.А. (2017). Некоторые аспекты совместного моделирования ачимовской толщи и аномальных разрезов баженовской свиты. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*, (9), с. 27–42.
- Гутман И.С. (2011) Корреляция разрезов скважин сложнопостроенных нефтегазоносных объектов на основе инновационных технологий. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 116 с.
- Гутман И.С., Качкина Е.А., Шалупина А.В., Семянов А.А., Скачек К.Г. (2013). Особенности геологического строения аномальных разрезов в верхнеюрских и ачимовских отложениях Кечимовского месторождения. *Нефть. Газ. Новации*, (2), с. 15–22.
- Зарипов О.Г., Сонич В.П. (2001). Новый тип разреза баженовской свиты и перспективы увеличения извлекаемых запасов на территории деятельности ОАО «Сургутнефтегаз». *Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: Материалы IV науч.-практ. конф.* Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, с. 143–153.
- Зубков М.Ю., Пормейстер Я.А. (2005). Клиноформное строение неомо и аномальных разрезов баженовской свиты в пределах Кальчинского месторождения (по данным сейсморазведки и тектоно-физического моделирования). *Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: Материалы VIII науч.-практ. конф.* Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, Т. 2, с. 305–318.
- Качкина Е.А. (2020). Тектонические условия формирования аномальных разрезов баженовской свиты и компенсационной ачимовской толщи на месторождениях Широкого Приобья Западной Сибири: Дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 118 с.
- Колокольцев В.Г., Ларичев А.И. (2006). Позднемезозойская тектоно-магмато-метасоматическая активизация Западно-Сибирской плиты и ее отражение в структуре нефтегазоносного бассейна. *Актуальные*

проблемы прогнозирования, поисков, разведки и добычи нефти и газа в России и странах СНГ. Геология, экология, экономика: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Недра, с. 270–283.

Леонов М.Г. (1981). Олистохромы в структуре складчатых областей. Труды института, Вып. 344. М.: Наука, 177 с.

Микуленко К.И. (1967). Подводно-оползневые образования в палеоценовых и эоценовых отложениях Дагестана. *Известия АН СССР. Серия геологическая*, (2), с. 134–149.

Микуленко К.И., Острый Г.Б. (1968). Оползневые образования в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. *Литология и полезные ископаемые*, (5), с. 111–118.

Мкртчян О.М. (1985). О строении баженовской свиты Западной Сибири. *Доклады АН СССР*, 280(3), с. 700–704.

Мкртчян О.М., Трусов Л.А., Белкин И.М., Дёгтев В.А. (1987). Сейсмологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири. М.: Наука, 126 с.

Москвин М.М., Семихатов М.А. (1956). Подводно-оползневые нарушения в верхнемеловых и палеогеновых отложениях Дагестана. *Известия АН СССР. Серия геологическая*, (10), с. 67–84.

Нежданов А.А. (2004). Сейсмогеологический анализ нефтегазоносных отложений Западной Сибири для целей прогноза и картирования неантиклинальных ловушек и залежей УВ. Дис. ... др. геол.-минерал. наук. Тюмень, 297 с.

Нежданов А.А., Кулагина С.Ф., Корнев В.А., Хафизов Ф.З. (2017). Аномальные разрезы баженовской свиты: взгляд через полвека после обнаружения. *Известия вузов. Нефть и газ*, (6), с. 34–42.

Нежданов А.А., Туманов Н.Н., Корнев В.А. (1985). Аномальные разрезы баженовской свиты и их сейсмогеологическая характеристика. *Сейсморазведка для стратиграфии и литологии: Тр. ЗапСибНИГНИ*. Тюмень, с. 64–71.

Осыка А.В. (2004). Аномальные разрезы баженовской свиты на Повховской площади – объект для поиска углеводородных залежей. *Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа*, (14), с. 40–42.

Петров А.И., Шеин В.С. (1999). Геодинамическая модель резервуара с кремнисто-глинистым коллектором (на примере баженовской свиты Салымского нефтяного месторождения Западной Сибири). *Геология нефти и газа*, (9).

Соколовский А.П., Соколовский Р.А. (2003). Аномальные типы разрезов баженовской и тутлейской свит в Западной Сибири. *Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа*, (11), с. 64–69.

Судакова В.В. (1997). Аномальные разрезы баженовской свиты на примере Федоровского месторождения нефти и газа. Модель их формирования и нефтеносность. *Известия вузов. Нефть и газ*, (6), с. 14–16.

Тимурзиев А.И. (2014). Флюидодинамическая природа формирования «аномального бажена» Западной Сибири. *Бурение и нефть*, (1), с. 28–33.

Трофимова Е.Н., Алексеева Е.В., Усманов И.Ш., Куриленкова Г.А., Медведева Е.А., Карлов А.М. (2008). Макроизучение керн. К вопросу о формировании аномальных разрезов баженовской свиты и клиноформного строения неокомского комплекса. *Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО–Югры: Материалы 11-й науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис*, Т. 1, с. 240–259.

Филиппович Ю.В. (1999). Типы и механизмы формирования аномальных разрезов баженовского горизонта и ачимовской толщи. *Вестник недропользователя Ханты-Мансийского автономного округа*, (4), с. 30–34.

Шарафутдинов В.Ф. (2003). Геологическое строение и закономерности развития майкопских отложений Северо-Восточного Кавказа в связи с нефтегазоносностью: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. М., 23 с.

Ясович Г.С. (1981). Перспективы нефтеносности зон развития аномальных разрезов баженовской свиты Среднего Приобья. *Труды ЗапСибНИГНИ*, Вып. 166, с. 51–59.

Сведения об авторе

Вадим Феоатович Шарафутдинов – доктор геол.-минерал. наук, начальник отдела литолого-фациального анализа, ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»

Россия, 109028, Москва, Покровский бульвар, д. 3, стр. 1

Статья поступила в редакцию 08.06.2023;
Принята к публикации 17.08.2023; Опубликована 30.09.2023

IN ENGLISH

ORIGINAL ARTICLE

Structure and genesis of the Achimov olistostromic strata of Western Siberia

V.F. Sharafutdinov

LUKOIL-Engineering LLC, Moscow, Russian Federation
e-mail: sharafv@inbox.ru

Abstract. The question of the genesis of the anomalous Bazhen-Achimov zones remains to be one of the most controversial problems in Western Siberia. By now, about dozen hypotheses of the sedimentary environment of this specific formation have been proposed. However, none of these hypotheses is generally accepted. All hypotheses have been classified by genesis and their critical analysis is given in the article. The solution is closely related with experience of the geological exploration works, since the prospects of oil and gas are associated with these deposits. The article highlights the key features of the structure of the anomalous section's zones based on drilling and seismic data. The classification of the hypotheses is given and the features of sedimentation in the Bazhenov and Achimov times are highlighted. An accumulated data has allowed us to substantiate the olistostromous genesis of the anomalous section. Based on a set of data, including paleogeographic, sedimentological, paleotectonic reconstructions, a principal detailed model of the sedimentary environment of olistostromes is proposed for the first time. The proposed model seems to be the most

logical, supported by the actual data known to date, is the most universal and fits into the paleogeographic situation and tectonic regime that prevailed in the Achimov time.

Keywords: zone of anomalous sections, Bazhenov deposits, Achimov clinoforms, olistostrom, olistolite, underwater landslide, sedimentary environment

Recommended citation: Sharafutdinov V.F. (2023). Structure and genesis of the Achimov olistostromic strata of Western Siberia. *Georesursy = Georesources*, 25(3), pp. 95–110. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.3.13>

References

Bembel S.R., Tseplyaeva A.I. (2014). Geological structure and some features of formation anomalous cuts of the Bazhenov formation in Western Siberia. *Vestnik PNPU. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo = Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, (10), pp. 7–17. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.15593/2224-9923/2014.10.1>

Bembel S.R., Zadoenko L.A. (1993). The nature of anomalous sections of the Bazhenov formation on the Yuzhno-Vatyeganskaya Square (Upper Jurassic of Western Siberia). *Byulleten' MOIP. Otdelenie geologii*, 68(1), pp. 115–119. (In Russ.)

- Bespalova E.B., Polyakova A.A., Kucheryavenko D.S. (2004). Features of the structure and formation conditions of the anomalous sections of the Bazhenov formation on the example of the Konitlorsky and Kurragansky fields of the West Siberian oil and gas basin. *Geologiya Nefti I Gaza = Russian Oil And Gas Geology*, (19), pp. 6–13. (In Russ.)
- Bordyug M.A., Slavkin V.S., Gavrilov S.S. (2010). Features of the structure and formation of the anomalous section of the Bazhenov formation on the example of the Severo-Konitlorskoye field. *Geologiya Nefti I Gaza = Russian Oil And Gas Geology*, (1), pp. 32–40. (In Russ.)
- Braduchan Yu.V., Glushko N.K., Komisarenko V.K., Shatova L.A., Grishkevich V.F., Kasatkin V.E., Predein S.A., Teploukhova I.A., Toropov E.S. (2005). On the age of deposits of anomalous sections of the Jurassic-Cretaceous boundary layers in the wells of the North-Konitlorsky field. *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga*, (16), pp. 24–26. (In Russ.)
- Filippovich Yu.V. (1999). Types and mechanisms of the formation of anomalous sections of the Bazhenov horizon and Achimov strata. *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga*, (4), pp. 30–34. (In Russ.)
- Gatina N.N., Garifullin I.I. (2023). The experience of constructing a detailed scheme of the oil content of the anomalous section zone of the Bazhenov-Achimov deposits on the basis of a seismogeological model. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika = Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies*, 18(1), pp. 1–17. (In Russ.) http://www.ngtp.ru/rub/2023/12_2023.html
- Grishkevich V.F., Kasatkin V.E., Lagutina S.V., Moskalenko N.Yu., Smolyakov G.A., Panina E.V., Laptei A.G., Toropov E.S., Starikov V.S., Khoroshev N.G., Blinkova A.V., Chernoskulova V.A. (2017). Some aspects of joint modeling of the Achimov strata and anomalous sections of the Bazhenov formation. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy = Geology, Geophysics and development of oil and gas fields*, (9), pp. 27–42. (In Russ.)
- Gutman I.S. (2011). Correlation of the well sections of oil and gas complex facilities based on innovative technologies. Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 116 p. (In Russ.)
- Gutman I.S., Kachkina E.A., Shalupina A.V., Semyanov A.A., Skachek K.G. (2013). Features of the geological structure of anomalous sections in the Upper Jurassic and Achimov deposits of the Kechimovsky deposit. *Neft'. Gaz. Novosti*, 2(22), pp. 43–46. (In Russ.)
- Kachkina E.A. (2020). Tectonic conditions for the formation of anomalous sections of the Bazhenov formation and the compensatory Achimov formation in the Latitudinal Ob deposits of Western Siberia. *Cand. geol.-mineral. sci. diss. Moscow: Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting*. (In Russ.)
- Kolokoltsev V.G., Larichev A.I. (2006). Late Mesozoic tectonic-magmatic-metasomatic activation of the West Siberian plate and its influence on the structure of the oil and gas basin. *Coll. papers: Actual problems of forecasting, prospecting, exploration and production of oil and gas in Russia and CIS countries. Geology, ecology, economics*. St. Petersburg, pp. 270–283. (In Russ.)
- Leonov M.G. (1981). Olistostroms in the structure of folded regions. *Trudy Instituta*, (344). Moscow: Nauka, 177 p. (In Russ.)
- Mikulenko K.I. (1967). Underwater landslide formations in Paleocene and Eocene deposits of Dagestan. *Izv. AN SSSR. Ser. geol.*, (2), pp. 134–149. (In Russ.)
- Mikulenko K.I., Acute G.B. (1968). Landslide formations in Mesozoic sediments of the West Siberian Lowland. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, (5), pp. 111–118. (In Russ.)
- Mkrtychyan O.M. (1985). About the structure of the Bazhenov formation of Western Siberia. *Doklady AN SSSR*, 280(3), pp. 700–704. (In Russ.)
- Mkrtychyan O.M., Trusov L.A., Belkin I.M., Degtev V.A. (1987). Seismological analysis of oil and gas deposits of Western Siberia. Moscow: Nauka, 126 p. (In Russ.)
- Moskvina M.M., Semikhatov M.A. (1956). Underwater landslide disturbances in Upper Cretaceous and Paleogene deposits of Dagestan. *Izv. AN USSR. Ser. geol.*, (10), pp. 67–84. (In Russ.)
- Nezhdanov A.A., Kulagina S.F., Kornev V.A., Hafizov F.Z. (2017). Anomalous sections of the Bazhenov formation: a look half a century after discovery. *Izvestiya vuzov. Neft' i gaz = Oil and Gas Studies*, (6), pp. 34–42. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/0445-0108-2017-6-34-42>
- Nezhdanov A.A., Tumanov N.N., Kornev V.A. (1985). Anomalous sections of the Bazhenov formation and their seismogeological characteristics. Seismic exploration for stratigraphy and lithology. Tyumen: ZapSibNIGNI, pp. 64–71. (In Russ.)
- Nezhdanov A.A. (2004). Seismogeological analysis of oil and gas bearing deposits of Western Siberia for the purposes of prediction and mapping of non-anticlinal traps and deposits of HC. *Dr. geol. and mineral. sci. diss. Tyumen*, 297 p. (In Russ.)
- Osyka A.V. (2004). Anomalous sections of the Bazhenov formation on Povkhovskaya Square are an object for searching for hydrocarbon deposits. *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga*, (14), pp. 40–42. (In Russ.)
- Petrov A.I., Shein V.S. (1999). Geodynamic model of a reservoir with a siliceous-clay reservoir (on the example of the Bazhenov formation of the Salym oil field in Western Siberia). *Geologiya Nefti I Gaza = Russian Oil And Gas Geology*, (9). (In Russ.)
- Sharafutdinov V.F. (2003). Geological structure and patterns of development of the Maikop deposits of the North-Eastern Caucasus in connection with oil and gas potential. *Abstract Dr. geol. and mineral. sci. diss. Moscow: Lomonosov Moscow State University*, 23 p. (In Russ.)
- Sokolovsky A.P., Sokolovsky R.A. (2003). Anomalous types of sections of the Bazhenov and Tutleim formations in Western Siberia. *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga*, (11), pp. 64–69. (In Russ.)
- Sudakova V.V. (1997). Anomalous sections of the Bazhenov formation on the example of the Fedorovsky oil and gas field. The model of their formation and oil content. *Izvestiya vuzov. Neft' i gaz = Oil and Gas Studies*, (6), p. 14. (In Russ.)
- Timurziev A.I. (2014). The fluid-dynamic nature of the formation of the anomalous Bazhen in Western Siberia. *Burenie i neft*, (1), pp. 28–33. (In Russ.)
- Trofimova E.N., Alekseeva E.V., Usmanov I.Sh., Kurylenkova G.A., Medvedeva E.A., Karlov A.M. (2008). Macro-study of the core. To the question of formation of anomalous sections of the Bazhenov formation and the clinoform structure of the Neocomian complex. *Ways to realize oil, gas and ore potential of KhMAO–Yugra: Proc. 11th Sci. and Pract. Conf. Khanty-Mansiysk: IzdatNaukaServis*, Vol. 1, pp. 240–259. (In Russ.)
- Vologodsky D.V. (2013). Features of occurrence and formation of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits at zones of development of the anomalous sections on the example of the Tevlinsko-Ruskinsky oil field. *Abstract Cand. geol. and mineral. sci. diss. Moscow*, 26 p. (In Russ.)
- Yasovich G.S. (1981). Oil potential of the anomalous sections development zones of the Bazhenov formation of the Middle Ob region. *Trudy ZapSibNIGNI*, (166), pp. 51–59. (In Russ.)
- Zaripov O.G., Sonich V.P. (2001). A new type of section of the Bazhenov formation and prospects for increasing of recoverable reserves in the territory of Surgutneftegaz. *Ways to realize oil, gas and ore potential of KhMAO–Yugra: Proc. IV Sci. Conf. Khanty-Mansiysk: IzdatNaukaServis*, pp. 142–153. (In Russ.)
- Zubkov M.Yu., Pormeister Ya.A. (2005). Clinoform structure of the Neocene and anomalous sections of the Bazhenov formation within the Kalchinsky deposit (according to seismic survey and tectonophysical modeling). *Ways to realize oil, gas and ore potential of KhMAO–Yugra: Proc. VIII Sci. Conf. Khanty-Mansiysk: IzdatNaukaServis*, pp. 305–318. (In Russ.)

About the Author

Vadim F. Sharafutdinov – Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), Head of the Lithological and Facies Analysis Department, LUKOIL-Engineering LLC
Build. 3, 1, Pokrovsky boul., Moscow, 109028, Russian Federation

Manuscript received 8 June 2023;

Accepted 17 August 2023;

Published 30 September 2023