

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА (ТИТОН – НИЖНИЙ БЕРРИАС) ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Н. Стафеев, А.В. Ступакова, А.А. Сулова, Р.М. Гилаев
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

В глобальном верхнеюрско-неокомском (оксфорд – валанжин) черносланцевом интервале баженовская свита занимает лишь титон – нижний берриас. Главными региональными причинами такой локализации были тектонический режим, морфология дна бассейна и гидродинамика. В условиях субширотного растяжения южнее активного Приуральско-Хатангского левого сдвига на западном и восточном склонах бассейна резко усилились прогибания, начавшиеся еще в позднем оксфорде. Центральная часть Западно-Сибирского бассейна обособилась в качестве мелководного (до 100 м) холмистого плато, окруженного глубокими (до 500 м) прогибами. Вдоль северо-западного Надым-Караминского разлома сформировалась зона относительных поднятий, разделившая бассейн на два суббассейна – Обский и Пур-Тазовский. Наибольшее погружение испытывает ограниченный меридиональными сбросами Тазовский палеопрогиб, он служил ловушкой терригенного материала, сносимого с Сибирской платформы и Таймырского острова. Начиная с титона, в Тазовском прогибе формируется крупный конус выноса межбассейновых стоковых течений. Стоковое течение следовало по Хеттскому проливу, заполняло глубоководный прогиб холодными арктическими водами, в бассейне возникал пикноклин. На его западном мелководном склоне – Пурской ступени – развивались контурные течения. Струи этих течений и апвеллинг из Тазовского прогиба обеспечивали вынос питательных веществ к поверхности. Высокая первичная биопродуктивность, которая приводила к накоплению черных сланцев в Западно-Сибирском бассейне, является результатом генетически связанной последовательности обстановок и фаций (свит): флювиальные фации стокового течения букатыйской свиты – конус выноса стоковых течений яновстанской свиты – преимущественно биохомогенная баженовская свита апвеллингового питания. Быстрое погружение мелководного холмистого плато в берриасе привело к прекращению накопления черных сланцев почти на всей территории Западно-Сибирского бассейна, дно которого теперь активно аэрировалось стоковым течением. В Березово-Тобольской зоне, оставшейся мелководным реликтом прежнего подводного ландшафта, продолжали формироваться черные сланцы тутлеймской и мулымьинской свит.

Ключевые слова: геодинамика, сдвиговая тектоника, конус выноса, стоковое течение, пикноклин, апвеллинг, черные сланцы

DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.14>

Для цитирования: Стафеев А.Н., Ступакова А.В., Сулова А.А., Гилаев Р.М. Обстановки осадконакопления и палеогеографическая зональность баженовского горизонта (титон – нижний берриас) Западной Сибири. *Георесурсы*. 2017. Спецвыпуск. Ч. 2. С. 134-143. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.14>

Введение

Баженовский горизонт Западно-Сибирского бассейна в его центральной части представлен высокоуглеродистой (черносланцевой) баженовской свитой, которая на окраинах бассейна замещается гольчихинской на севере, даниловской на западе, марьяновской на юге и юго-востоке и яновстанской на северо-востоке свитами. Во всех направлениях от центра к периферии бассейна увеличивается мощность отложений, черные сланцы переслаиваются здесь с небитуминозными глинами, которые начинают доминировать в разрезах, а в битуминозных фациях снижается содержание ОВ, они становятся прерывистыми, линзовидными и, наконец, выклиниваются. На северо-востоке баженовская и яновстанская свиты, связаны довольно широкой зоной перехода, которая ранее выделялась в качестве марьяновской свиты (Никитенко, 2009; Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания ..., 2004). В зоне перехода мощность быстро увеличивается с 30 до 80 м, в разрезе появляются многочисленные прослои небитуминозных глин, а также линзы алевролитов и тонких песчаников. Наиболее быстро

мощность нарастает на восток (Рис. 1), в Большехетской впадине, она достигает 450 м (Найденов и др., 2013; Шурыгин и др., 2007).

В этом районе, на северо-востоке Западно-Сибирского бассейна, рисуется конус выноса межбассейновых стоковых течений, ориентированный своей вершиной в направлении цепочки конседиментационных малых сдвиговых бассейнов южного борта Енисей-Хатангского прогиба. В вершинной части конуса в Тазовском палеопрогипе среди преобладающих в разрезе глинистых отложений появляются до 10-15 прослоев и пачек толщиной до первых десятков метров мелкообломочных песчаников и алевролитов. Наличие конуса выноса хорошо согласуется с тем, что еще в кимеридже, при более влажном климате, единственным активным региональным источником сноса было северо-восточное обрамление Западной Сибири, при полном отсутствии сноса с юга (Ян, 2009). Вероятно, и в кимеридже твердый сток в Западно-Сибирский бассейн осуществлялся, главным образом, межбассейновым стоковым течением из Арктики.

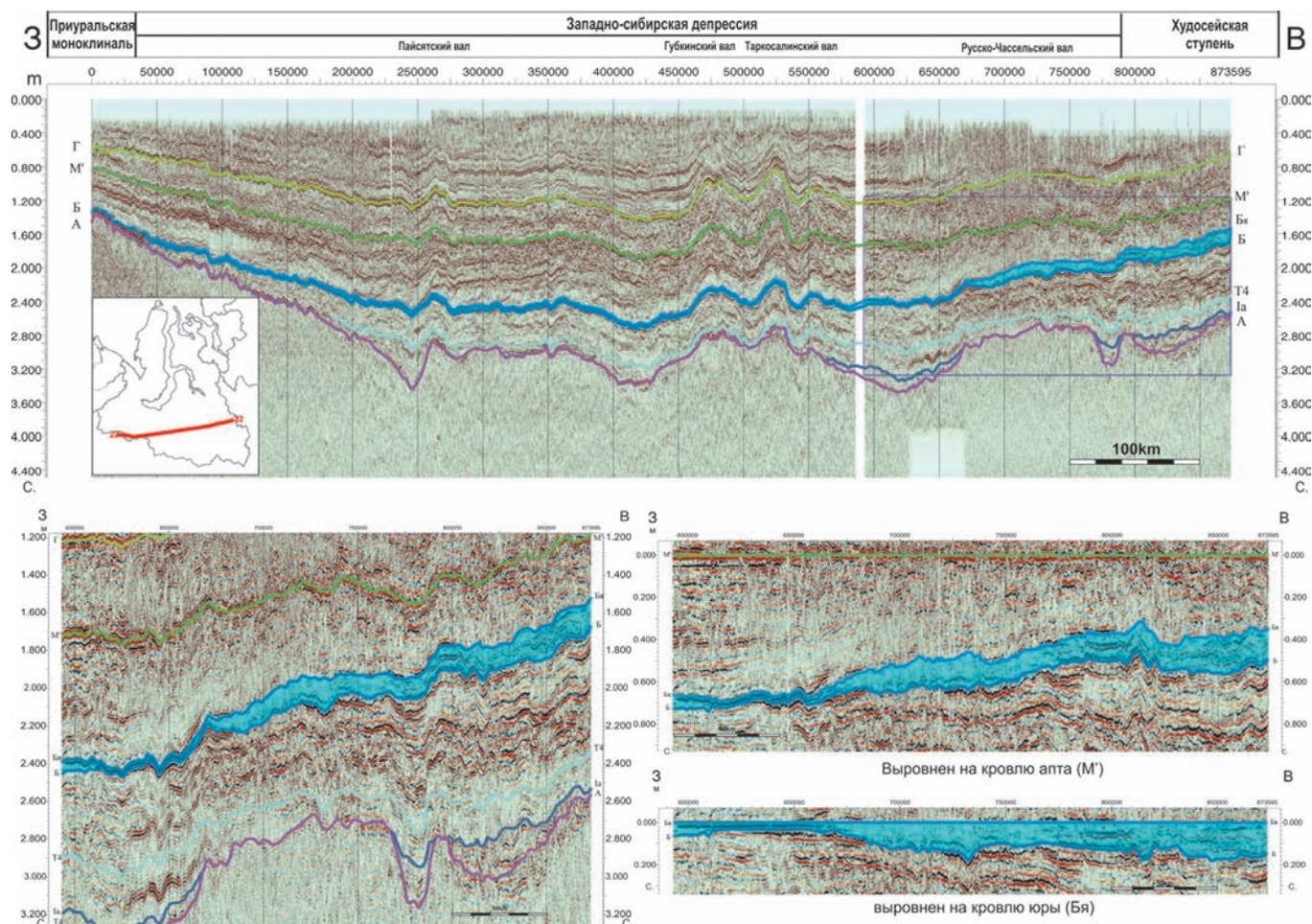


Рис. 1. Изменение мощности баженовского горизонта с запада на восток

Такая фациальная структура не согласуется с общепринятыми представлениями о глубоководной центральной части Западно-Сибирского бассейна и мелководной его периферии в титоне – раннем берриасе (Брадучан и др., 1986; Захаров, 2006). В частности, в центральной части бассейна отсутствуют нормальные турбидиты, тогда как скорости осадконакопления в конусе выноса достигали лавинных значений. Кроме того, существует аргументированное мнение, что в центральной части баженовского моря были отмели и острова, а максимальная его глубина не превышала 200 м, в основном она составляла 20-50 м (Фомичев, 2006).

Для разрешения этих и целого ряда других противоречий была предложена новая структурно-фациальная модель накопления баженовской свиты (Стафеев и др., 2016; Ступакова и др., 2016). Из новой модели (Рис. 2, 3) следует, что высокоуглеродистые отложения накапливались на мелководном (до 50-100 м) Центральном холмистом плато (Рис. 3), которое обрамлялось относительно глубоководными прогибами.

Выделение и прослеживание пачек

Баженовская свита Западной Сибири средней мощностью 25-30 м локализуется в разрезе по литологическому составу (высокоуглеродистые кремнисто-глинистые породы), а также по данным ГИС (Брадучан и др., 1986).

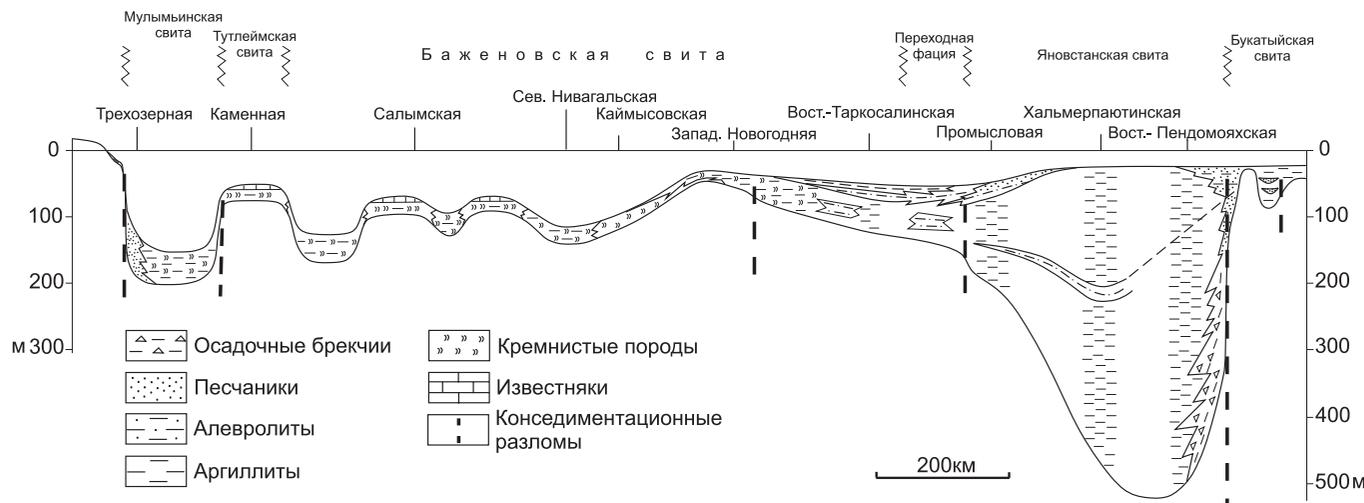


Рис. 2. Структурно-фациальный профиль Западно-Сибирского бассейна, титон – нижний берриас

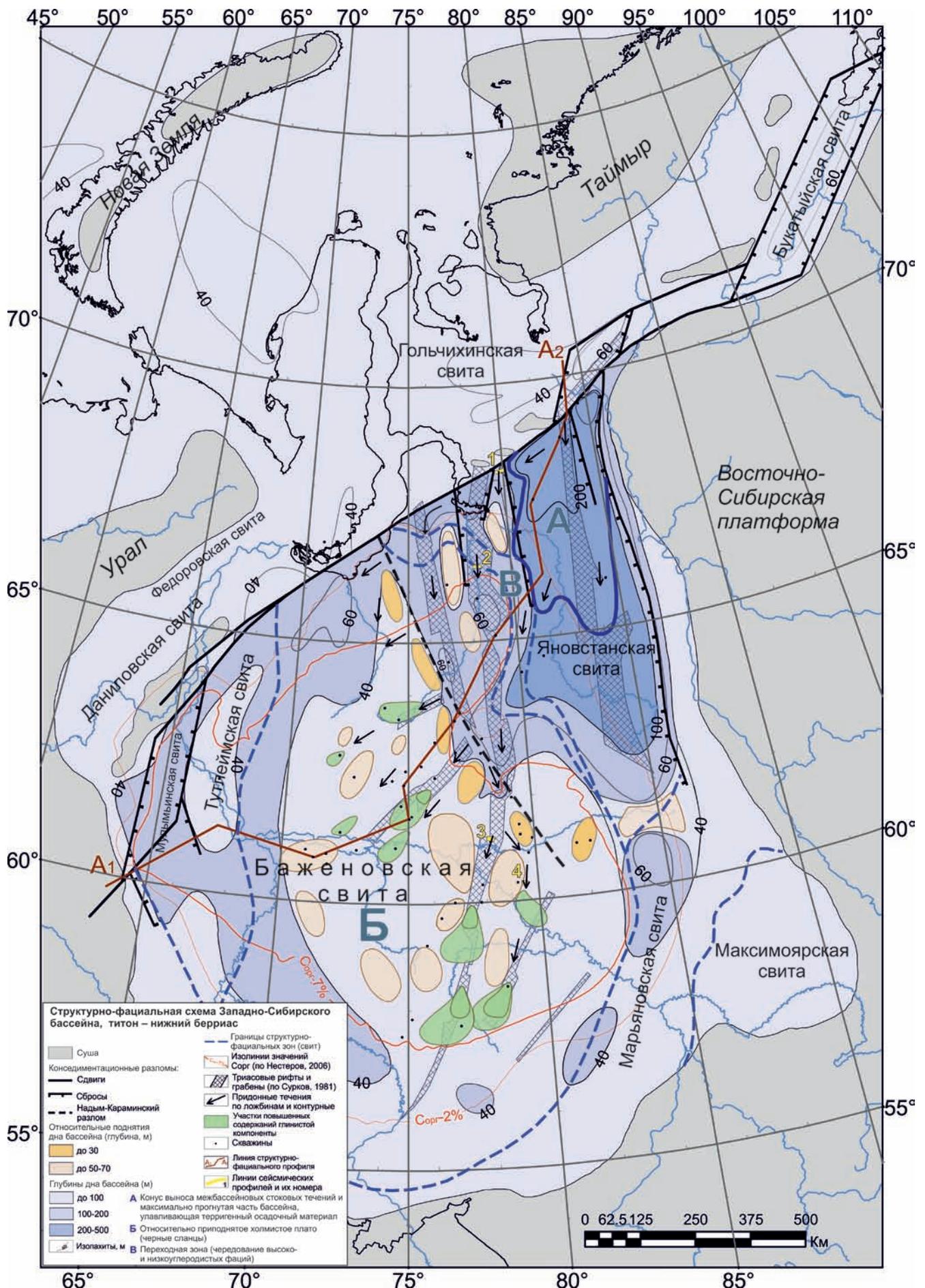


Рис. 3. Структурно-фациальная схема Западно-Сибирского бассейна, титон – нижний берриас

Она прослеживается на площади около 1 млн кв. км, ее возраст оценивается в интервале верхов нижнего подъяруса волжского яруса – низов берриаса (Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания ..., 2004). В западных районах верхняя граница битуминозных аргиллитов может подниматься в нижнюю часть валанжина (тутлеймская свита), а их нижняя граница в центральной части бассейна может опускаться в нижележащий георгиевский горизонт (Шурыгин и др., 2000). Обычно для черных сланцев характерно высокое содержание ОВ (до 20%), халцедона и опала (до 25%), карбонатов (до 25%), глинистой компоненты (до 40%), песчано-алевритовой – до 10 % и отсутствие песчано-алевритовых пород (Брадучан и др., 1986).

Однако, вариации содержаний разных компонентов весьма значительны, нередко в породах явно преобладает (свыше 50%) глинистая или кремнистая компонента. Черные сланцы в целом, обычно тонкослоистые, но часто они плитчатые или массивные. Совершенно одинаковые по составу породы могут иметь разные текстуры, например радиоляриты, они бывают массивные, косослоистые, листоватые. Вещественные и текстурные различия не всегда находят однозначное генетическое истолкование. В одной из скважин Широкого Приобья (Рис. 4) в разрезе выделяются 5 слоев с радиоляритами, на некотором удалении их может быть больше, или они отсутствуют. В кровле баженовской свиты в Широком Приобье отмечается повышенная карбонатность, но она не характерна для северных и восточных районов.

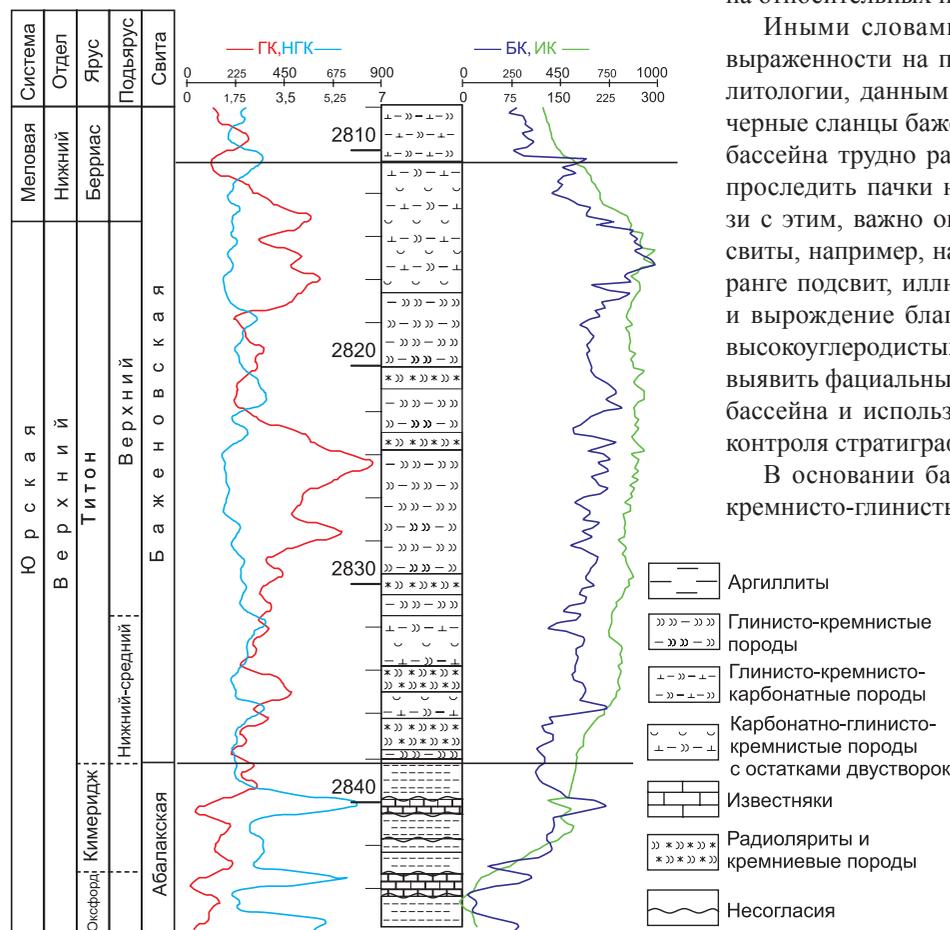


Рис. 4. Разрез баженовской свиты в одной из скважин центральной части Западно-Сибирского бассейна (Широкое Приобье)

В полных разрезах свиты по содержанию главных компонентов – ОВ, кремнезема, карбонатов и глинистого материала, обычно выделяют от 2 до 6-8 пачек. На отдельных площадях наблюдается переслаивание битуминозных и небитуминозных слоев толщиной от сантиметров до метров. Следует отметить, что этот тип разреза (Северо-нивагальский) характерен для локальных участков в окрестностях Сургута и Уренгоя, отстоящих друг от друга на 500 км (Эдер и др., 2015). Даже крупные пачки характеризуются сложным внутренним строением, линзовидным характером распространения как различных литотипов, слагающих пачки, так и самих пачек. Большое разнообразие состава и текстур (слоистых, линзовидных, массивных, пятнистых, оползневых) (Коробова и др., 2015) свидетельствует о быстро меняющихся условиях и затрудняет корреляцию разрезов. В некоторых районах центральной части Западной Сибири фации изменяются очень быстро, иногда в пределах одной структуры (Фомичев, 2006). Перечисленные особенности указывают на разнообразные относительно мелководные обстановки осадконакопления.

В целом, пестрый фациальный рисунок баженовской свиты определяется наложением зональности планктонной биопродуктивности, а также поверхностных течений, на картину распределения фонового и флювиального терригенного материала. Ситуация усложняется переывом фонового биогенного и терригенного материала, его текстурированием и дифференциацией в зонах придонных течений, а также взмучиванием и переотложением осадков на относительных поднятиях дна.

Иными словами, при малой мощности, хорошей выраженности на площади, простом распознавании по литологии, данным ГИС и на сейсмических профилях, черные сланцы баженовской свиты Западно-Сибирского бассейна трудно расчленяются на пачки. Еще сложнее проследить пачки на значительной территории. В связи с этим, важно определить критерии, стратификации свиты, например, на 3 естественные пачки, возможно, в ранге подсвит, иллюстрирующих начало, главную фазу и вырождение благоприятных условий формирования высокоуглеродистых отложений. Для этого необходимо выявить фациальные последовательности на территории бассейна и использовать их для палеогеографического контроля стратиграфических построений.

В основании баженовской свиты обычно залегают кремнисто-глинистые породы, которые сменяются вверх по разрезу глинисто-кремнистыми и кремнистыми, а на внутривоскресенных поднятиях – карбонатно-глинисто-кремнистыми породами с прослоями ракушняка. В кровле свиты залегают кремнисто-глинистые разности. Единственным региональным литологическим признаком (выявленным к настоящему времени), позволяющим стратифицировать и сопоставлять разрезы, является пониженное содержание глинистой компоненты в средних частях свиты и повышенное – в их подошве и кровле.

Высокая глинистость подошвы разреза связана с размывом кор выветривания в начале очередного палеогеографического цикла, а также с переотложением тонких донных осадков предыдущего цикла во время тектонической активизации, контролирующей начало нового цикла. Снижение роли терригенного материала определяет минимальную глинистость средней части разреза и ее обогащение ОВ, кремнеземом и карбонатами. Последующее увеличение твердого стока или резкое снижение биопродуктивности приводит к снижению роли органогенного материала и возрастанию – терригенного.

Возможно, такой подход, отражающий естественный режим любого циклического процесса, поможет не только выделить пачки в баженовской свите, но и провести корреляцию со свитами обрамления и, наконец, выйти на межрегиональный уровень сопоставления разрезов.

Тектоника

Западно-Сибирский бассейн отделялся от мелководного Ямало-Карского бассейна северо-восточным Приуральско-Хатангским левым сдвигом, который на отдельных участках имел ярко выраженную сбросовую составляющую (Рис. 5). Сдвиговая природа разлома подтверждается близким соседством областей локальной складчатости и эрозии (Рассохинская, Мессояхская и Вогулкинская зоны островных поднятий) с областями быстрой седиментации (Букатыйский, Дудинский, Тазовский, Мулымьинский присдвиговые бассейны). В условиях субширотного растяжения, вдоль западного, южного и восточного склонов Западно-Сибирского бассейна в титоне резко усиливаются прогибания, и формируются относительно глубоководные прогибы (Рис. 6), заложившиеся еще в позднем оксфорде. Центральная часть бассейна остается мелководной и обособляется в качестве холмистого плато, окруженного глубокими прогибами. Бассейн разделяется Надым-Караминской

зоной относительных и островных поднятий на два суббассейна – Обский на юго-западе и Пур-Тазовский на северо-востоке (Рис. 6), каждый со своими особенностями рельефа дна и гидродинамики.

Западно-Сибирский бассейн в целом на первом этапе испытывает регрессию, одновременно резко возрастает контрастность рельефа дна.

С наибольшей скоростью погружается ограниченный меридиональными сбросами Тазовский палеопрогиб (Рис. 6), наложенный на систему ниже-среднетриасовых грабенов Худосейского рифта (Сурков и др., 1997) (Рис. 3). Начиная с позднего оксфорда, Тазовский прогиб служил ловушкой терригенного материала, сносимого с Сибирской платформы и Таймырского острова. Связь глубоководного Тазовского прогиба с относительно глубоководным Тарско-Ажарминским, расположенным южнее, была ограничена мелководной Вахской седловиной (Рис. 6).

На ограниченной территории осевой части Шаимского мегавала мулымьинская свита (титон – нижний берриас) представлена практически всеми типами пород, встречающимися в морском разрезе Западной Сибири. На локальном участке она образует нормальный фациальный ряд, от обломочных пород к алевроитовым глинам с появлением битуминозных разностей, а далее к тонкоотмученным глинам с повышенным содержанием ОВ (Брадучан и др., 1986). Эта картина проявляется в Приуральском сегменте Приуральско-Хатангского левого сдвига, в Мулымьинском сдвиговом бассейне (Рис. 6), в который с юго-запада, вероятно, впадала речная система.

На территории Тимано-Печорского, Западно-Сибирского, Хатангского и других палеоморей Арктического океана, вероятно, происходили региональные и локальные дифференцированные тектонические движения, которые вызывали изменение объемов существовавших бассейнов, разделение их на суббассейны,

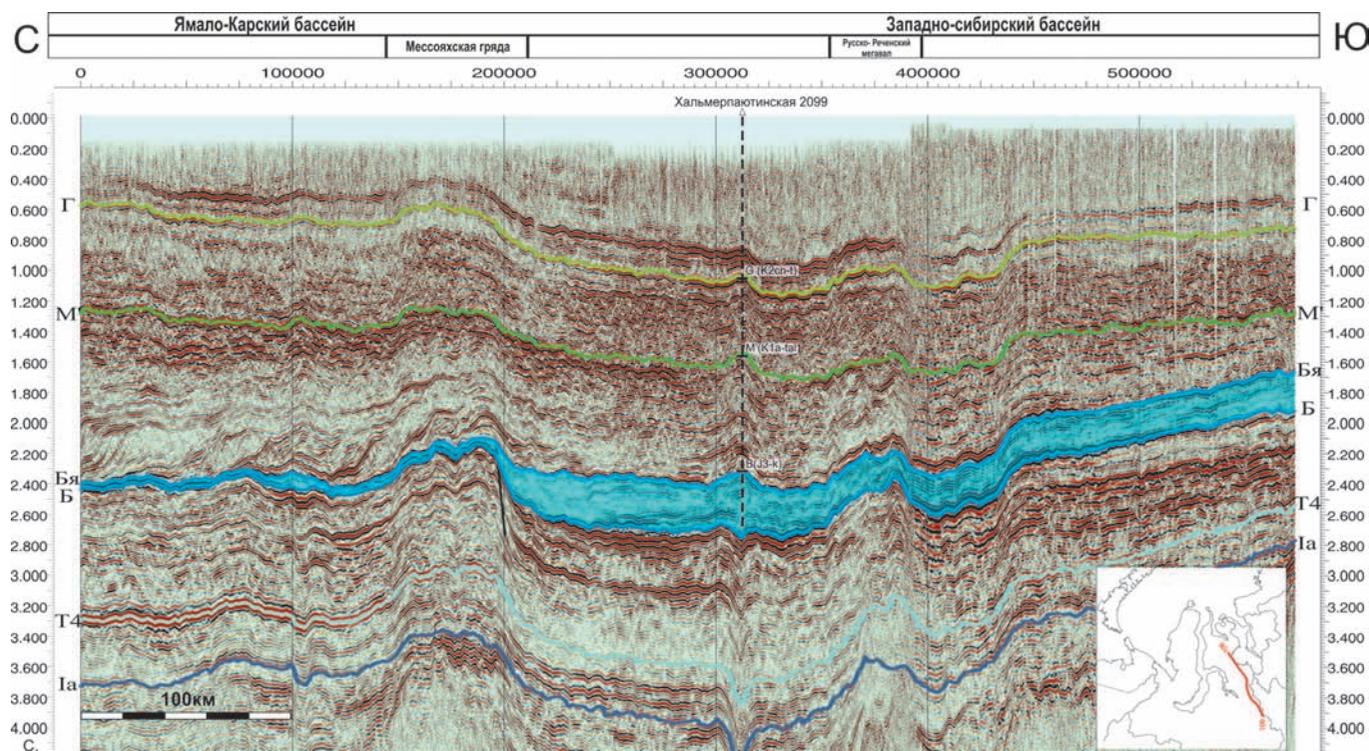


Рис. 5. Изменение мощности баженовского горизонта в зоне Приуральско-Хатангского сдвига

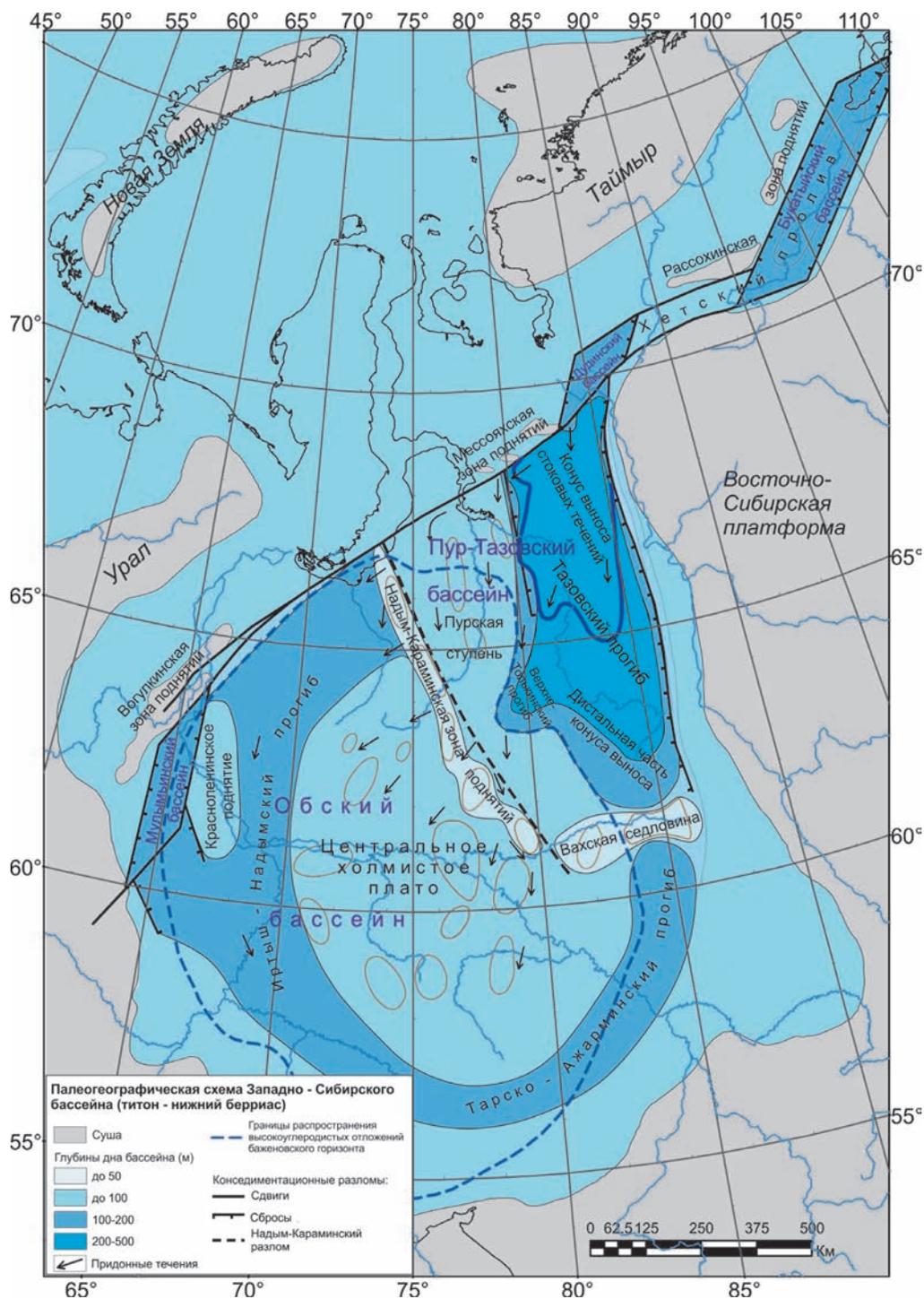


Рис. 6. Палеогеографическая схема Западно – Сибирского бассейна, титон – нижний берриас

заложение новых бассейнов и закрытие прежних. Это приводило к периодической инициации межбассейнового стока и транспорту осадочного материала. Яркой иллюстрацией этого процесса являлось Енисей-Хатангское течение, формировавшее в поздней юре – раннем берриасе Большехетский конус выноса межбассейновых стоковых течений.

Гидродинамика

Разнообразные морские течения рассматривались ранее только в рамках традиционной «чашеобразной» модели морфологии дна Западно-Сибирского бассейна. (Брадучан и др., 1986; Гурари, 1981; Захаров, 2006). По нашему мнению, главный поток арктического донного течения следовал

через Хеттский пролив в ложбину Тазовского палеопротриба. По мере заполнения глубокого прогиба холодными арктическими водами в бассейне возникал пикноклин, а на его западном мелководном склоне – Пурской ступени – развивались контурные течения. Они могли давать восходящие струи в направлении Надым-Караминской зоны поднятий, обеспечивая практически постоянный рассеянный апвеллинг и транспортировку к водной поверхности питательных веществ. Периодический ветровой сгон воды с Пурской ступени инициировал апвеллинг из более глубоких зон Тазовского прогиба. Землетрясения, а также подводные оползни на северном и восточном склонах Тазовского прогиба могли давать волны цунами.

Они фокусировались в Верхне-Толькинском прогибе западного склона Тазовского бассейна, могли достигать Надым-Караминской зоны поднятий и проникать в область Центрального холмистого плато. Возможно, именно такие события приводили к формированию глинистых небитуминозных линз, расщепляющих высокоуглеродистые отложения. Ранее высказывалось мнение, что черные сланцы формировались в результате «фоновой» накопления, тогда как глинистый материал аргиллитов осаждался из низкоплотных затухающих турбидитных потоков, распространяющихся в дистальных обстановках вдоль пикноклина (Эдер и др., 2015).

Наличие в разрезах конуса выноса стоковых течений до 15 прослоев песчаников свидетельствует, по меньшей мере, о таком же количестве эпизодов активизации стока, вероятно, связанных с фазами быстрых относительных смещений крыльев Приуральско-Хатангского сдвига. Одновременно с усилением стока и глубинной эрозии в каналах стока, с Мессояхской системы поднятий, вследствие сейсмических событий сходили олистостромы, которые возбуждали волны цунами. Вероятно, с такими событиями и связаны 2 горизонта рыбных темпеститов (Щепетова и др., 2015), которые, возможно, являются цунамигенными отложениями. Нормальные турбидиты могли формироваться только в Тазовском глубоководном прогибе.

Контурные течения распространялись вдоль бровки Пурской ступени (разрез 1 на рис. 7) и по унаследованной меридиональной зоне Уренгойско-Колтогорского триасового грабена-рифта (разрез 2 на рис. 7), а также вдоль северо-восточного склона Надым-Караминской зоны поднятий. При высоком уровне пикноклина течения через седловины Надым-Караминской зоны поднятий давали сток на Центральное холмистое плато в направлении Усть-Тымской (разрез 4 на рис. 7), а позднее – Средневаюганской (разрез 3 на рис. 7) палеовпадин. Во второй половине баженовского времени периодически

усиливающийся сток шел и в Юганскую впадину. Одновременно слабый сток происходил и по северным понижениям Надым-Караминской зоны поднятий. На пути потока (в западинах плато) и в районах его затухания отмечаются участки повышенных содержаний («конусы выноса») глинистой компоненты в черных сланцах (Рис. 3).

Палеогеография

Верхнеюрские черные сланцы широко распространены в шельфовых бассейнах высоких широт (Конюхов, 2012). В поздней юре в высоких широтах был благоприятный для высокой первичной биопродуктивности теплый климат и низкий широтный градиент температуры. Пик потепления приходится на начало титона – начало формирования баженовской свиты (Захаров и др., 2010). Другими важными условиями накопления черных сланцев в Западно-Сибирском бассейне были тектонический режим, морфология дна бассейна и гидродинамика. Роль тектоники несомненна, кроме структуры бассейна она, наряду с климатом определяет особенности гидродинамики – пространственную структуру течений и цикличность в их энергетике. Не следует упускать из виду и влияние тектонического режима и гидродинамики на климат.

Режим «седиментационного голодания» для центрального холмистого плато Западно-Сибирского бассейна установился в конце оксфорда – начале киммериджа, в это время ведущую роль играли процессы хемогенного осадконакопления и подводное выветривание – гальмиролиз. Единичные линзы высокоуглеродистых отложений формировались на периферии будущего главного баженовского поля и в локальных застойных ложбинах Центрального холмистого плато. Массовое формирование черных сланцев не начиналось, вероятно, по причине крайней мелководности и активной придонной аэрации, а также слабого стока питательных веществ и недостаточной для развития апвеллинга контрастности подводного рельефа между Тазовским палеопробегом и Центральным

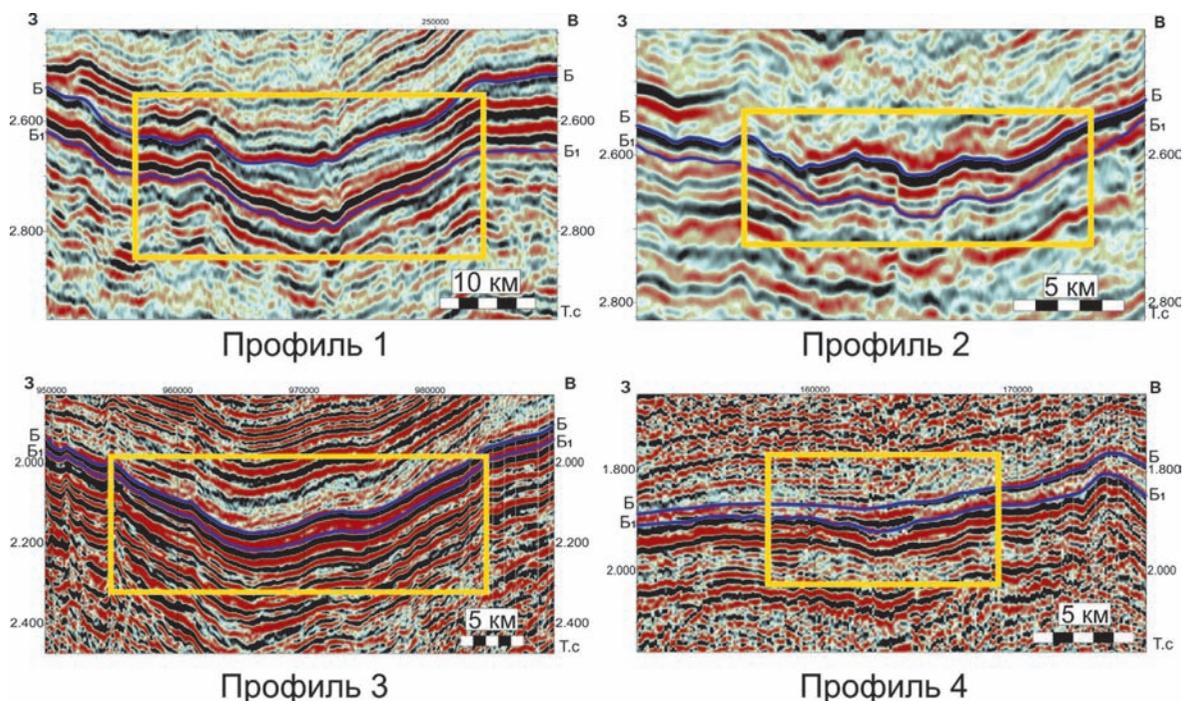


Рис. 7. Фрагменты сейсмических профилей (в желтых рамках наблюдаются фации придонных течений) Б – кровля баженовского горизонта, Б₁ – подошва баженовского горизонта (№1-4 на Рис. 2)

холмистым плато. Следует отметить, что на пути стокового течения в бассейне реки Хеты в отложениях кимериджа встречаются многочисленные конкреции фосфоритов, тогда как в ниже- и средневожских отложениях они редки, а в верхневожских практически отсутствуют (Опорный разрез верхнеюрских отложений ..., 1969). Возможно, в титоне усилилась скорость стокового течения или были какие-то иные причины, фосфаты перестали осаждаться и транспортировались в Тазовский палеопрогиб.

Роль Тазовского прогиба была чрезвычайно важна. С одной стороны он улавливал практически весь терригенный материал, резко снижая его транзит в область накопления баженовской свиты. С другой стороны, Тазовский глубоководный прогиб служил постоянно пополняемым резервуаром питательных веществ.

Полный палеогеографический цикл, возможно, начался с тектонической перестройки в конце оксфорда – начале кимериджа, а вожское время было кульминацией этого цикла. Быстрое погружение относительно мелководного холмистого плато в берриасе резко изменило динамику осадочных процессов и привело к прекращению накопления черных сланцев почти на всей территории Западно-Сибирского бассейна, дно которого теперь активно аэрировалось стоковым течением. На севере Широкого Приобья началось формирование, теперь уже в глубоководных условиях, «аномальных» разрезов подачимовской толщи при активном участии мутьевых потоков с северо-востока – со стороны Большехетского конуса выноса. В Березово-Тобольской зоне, оставшейся мелководным реликтом прежнего подводного ландшафта, продолжали формироваться высокоуглеродистые отложения тутлеймской и мулымьинской свит. В этой зоне черные сланцы накапливались до тех пор, пока неокомские клиноформы с востока не компенсировали прилегающий к ней относительно глубоководный Иртыш-Надымский палеопрогиб.

Предлагаемый сценарий хорошо согласуется с резким увеличением в конце оксфорда частоты геомагнитных инверсий и началом одной из фаз перестройки кинематики литосферных плит (Милановский, 1996). Реорганизация в кинематике плит может сопровождаться быстрым падением уровня Мирового океана и глобальной регрессией, которая через 1-2 млн лет сменялась глобальной трансгрессией. Глобальные регрессии могли приводить к массовым вымираниям организмов, они, в первую очередь, влияли на микробиоту (наннопланктон, фораминиферы, радиолярии и др.) (Милановский и др., 1992).

Выводы

Обоснована новая модель морфологии дна Западно-Сибирского бассейна, по которой высокоуглеродистые отложения баженовской свиты накапливались на относительно мелководном (до 100 м) холмистом плато, обрамленном относительно глубоководными (до 500 м) прогибами.

В направлении с северо-востока на юго-запад установлена генетически связанная последовательность фаций (свит): флювиальные фации стокового течения (из Арктики в Западно-Сибирский бассейн) букатыйской свиты – конус выноса стоковых течений январьской

свиты в Тазовском палеопрогипе – преимущественно биохемогенная относительно мелководная баженовская свита апвеллингового питания, пополняемого стоковым течением из Арктики.

Главными причинами локализации тинон-нижеберриасской баженовской свиты в верхнеюрско-неокомском глобальном черносланцевом интервале являются:

а) тектонический режим (создающий рельеф дна бассейна и инициирующий межбассейновые стоковые течения),

б) контрастный рельеф дна (с улавливающим терригенный материал глубоким локальным бассейном),

в) гидродинамика (сток холодных арктических вод и апвеллинг из глубоководного прогиба или котловины в зону относительных мелководий).

Предлагаемая модель позволяет дать новую интерпретацию структурно-фациальной зональности и наметить новые направления поисков нефти и в высокоуглеродистых фациях, и в относительно бедных органикой отложениях титона – нижнего берриаса Западной Сибири.

Литература

Брадучан Ю.В., Гольберт А.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А., Булыникова С.П., Климова И.Г., Месежников М.С., Вячкилева Н.П., Козлова Г.П., Лебедев А.И., Нальняева Т.И., Турбина А.С. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). Новосибирск: Наука. 1986. 160 с.

Гурари Ф.Г. Доманикиты и их нефтегазоносность. *Советская геология*. 1981. № 11. С. 3-12.

Захаров В.А. Условия формирования вожско-берриасской высокоуглеродистой баженовской свиты Западной Сибири по данным палеоэкологии. Эволюция биосферы и биоразнообразия. М: Товарищество научных изданий КМК. 2006. С. 552-568.

Захаров В.А., Рогов М.А., Брагин Н.Ю. Мезозой российской Арктики: стратиграфия, биогеография, палеогеография, палеоклимат. Строение и история развития литосферы. Вклад России в Международный полярный год 2007/08. Гл. ред. Леонов Ю.Г. М.-СПб: Paulsen Editions. 2010. С. 331-383.

Конюхов А.И. Нефтематеринские отложения на мезозойских и кайнозойских окраинах материков. Сообщение 1. Нефтематеринские отложения на окраинах материков в триас-юрское и неокон-аптское время. *Литология и полезные ископаемые*. 2012. № 5. С. 451-470.

Коробова Н.И., Макарова О.М., Калмыков Г.А., Петракова Н.Н., Юрченко А.Ю., Шарафутдинов В.Ф., Корост С.Р., Калабин В.В. Основные типы разрезов нефтеносной баженовской свиты на северо-востоке Сургутского свода. *Вестник Московского университета*. Серия 4. Геология. 2015. № 5. С. 54-61.

Милановский Е.Е. О корреляции фаз учащения инверсий геомагнитного поля, понижений уровня Мирового Океана и фаз усиления деформаций сжатия земной коры в мезозое и кайнозое. *Геотектоника*. 1996. № 1. С. 3-11.

Милановский Е.Е., Никишин А.М., Копаевич Л.Ф., Гаврилов Ю.О., Клутинг С. О корреляции фаз реорганизации кинематики литосферных плит и короткопериодных изменений уровня Мирового океана. *Доклады Академии наук*. 1992. Т. 326. № 2. С. 313-317.

Найденев Л.Ф., Репин Ю.С., Колпенская Н.Н. Новые материалы по биостратиграфии верхней юры и нижнего мела севера Западной Сибири. *Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. V Всероссийское совещание: научные материалы*. Екатеринбург: ИздатНаукаСервис. 2013. С. 152-156.

Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). Под ред. Чл.-корр. РАН Б.Н. Шурыгина. Новосибирск: Параллель. 2009. 680 с.

Опорный разрез верхнеюрских отложений бассейна р. Хетты (Хатангская впадина). Отв. Ред. Член-корр. АН СССР В.Н. Сакс. Л: Наука. 1969. С. 1-207.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). Новосибирск: СНИИГТМС. 2004. 114 с.

Стафеев А.Н., Ступакова А.В., Суслова А.А., Гиалаев Р.М. Новая фаціальная модель титона – нижнего берриаса Западной Сибири и ее значение для региональной стратиграфии. *Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Материалы совещания*. Санкт-Петербург: Изд. ВСЕГЕИ. 2016. С. 166-167.

Ступакова А.В., Стафеев А.Н., Суслова А.А., Гиалаев Р.М. Палеогеографические условия Западно-Сибирского бассейна в титоне – раннем берриасе. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология*. 2016. № 6. С. 10-19.

Сурков В.С., Казаков А.М., Девятков В.П., Смирнов Л.В. Нижне-среднетриасовый рифтогенный комплекс Западно-Сибирского бассейна. *Отечественная геология*. 1997. № 3. С. 31-37.

Фомичев А.С. Глубина и продуктивность баженовского моря. *Горные ведомости*. 2006. С. 19-26.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Алифиров А.С., Игольников А.Е., Лебедева Н.К., Пешевицкая Е.Б., Попов Ю.А. Новый разрез приграничных толщ волжского и берриасского ярусов Большехетской мегасинеклизы (Западная Сибирь): комплексная палеонтологическая характеристика, лито-, био- и хемостратиграфия. *Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Второе Всероссийское совещание: научные материалы*. Ярославль. 2007. С. 253-255.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО". 2000. 480 с.

Щепетова Е.В., Панченко И.В., Барабошкин Е.Ю. «Рыбные» темпеститы в углеродистых отложениях баженовского горизонта и палеобатиметрия баженовского моря Западной Сибири. *Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: VI Всероссийское совещание: научные материалы*. Махачкала: АЛЕФ. 2015 С. 320-324.

Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Занин Ю.Н., Жигульский И.А. Особенности литологического состава основных типов разрезов баженовской свиты. *Геология нефти и газа*. 2015. № 6. С. 96-106.

Ян П.А. Обстановки формирования бат-верхнеюрских отложений и причины эволюции Западно-Сибирского бассейна. *Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: III Всероссийское совещание: научные материалы*. Саратов: Центр Наука. 2009. С. 268-270.

Сведения об авторах

Александр Николаевич Стафеев – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры динамической геологии

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

Антонина Васильевна Ступакова – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующая кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1
Тел: +7 (495) 939 35 22, +7 (495) 939 32 60
e-mail: a.stoupakova@oilsu.ru

Анна Анатольевна Суслова – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

Ринар Мавлетович Гиалаев – аспирант кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

Статья поступила в редакцию 15.03.2017

Принята к публикации 07.04.2017

Опубликована 20.05.2017

Conditions of sedimentation and paleogeographic zoning of the Bazhenov horizon (Tithon-Lower Berrias) in West Siberia

A.N. Stafeyev, A.V. Stoupakova, A.A. Suslova, R.M. Gilaev
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. In the global Upper Jurassic-Neocomian (Oxford-Valanginian) black-shale interval, the Bazhenov Formation occupies only the Tithonian – Lower Berriasian. The main regional reasons for this localization were the tectonic regime, the morphology of the basin's bottom and hydrodynamics. Under the conditions of sublatitudinal transtension southward of the active Priuralsko-Khatanga left shift on the western and eastern slopes of the basin, sharp increased the deflections that began in the Late Oxford. The central part of the West Siberian basin became isolated as a shallow (up to 100 m) hilled plateau, surrounded by deep (up to 500 m) troughs. Along the north-western Nadym-Karaminsky fault a zone of relative uplifts was formed, dividing the basin into two sub-basins – Ob and Pur-Taz. The Taz palaeodepression is limited to meridional downthrow, it served as a traprock for terrigenous material that was carried down from Siberian platform and Taimyrsky Island. Beginning from Tithonian, a large debris cone of interbasin drainage flow was formed in the Taz trough. The discharge current followed the Kheta channel, filled the deep-water trough with cold arctic

waters and pycnocline was formed in the basin. Contour currents were formed on the Purskoy stage, which is situated on the western slope of the shallow. The fluent of these currents and the upwelling from the Taz trough provided the nutrients to the surface. The high primary bioproductivity that resulted in the accumulation of black shales in the West Siberian basin is a result of genetically related sequence of environments and facies: the fluvial facies of the runoff stream of the Bukaty Formation – the fan of outflow of runoff currents of the Yanovstanskaya formation – mainly the biochemogenic Bazhenov formation of upwelling. Rapid immersion of the shallow hilled plateau in the Berriasian time led to stop the accumulation of black shales almost throughout all West Siberian basin, the bottom of which was now actively aerated by the stock flow. In the Berezovo-Tobolsk zone, which remained a shallow relic of the former underwater landscape, black shales of the Tutleem and Muliminsky formations continued to form.

Keywords: geodynamics, pull-apart tectonics, debris cone, discharge current, pycnocline, upwelling, black shales

For citation: Stafeev A.N., Stoupakova A.V., Suslova A.A., Gilaev R.M. Conditions of sedimentation and paleogeographic zoning of the Bazhenov horizon (Tithon-Lower Berrias) in West Siberia. *Georesursy = Georesources*. 2017. Special issue. Part 2. Pp. 134-143. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.14>

References

- Braduchan Yu.V., Gol'bert A.V., Gurari F.G., Zakharov V.A., Bulynnikova S.P., Klimova I.G., Mesezhnikov M.S., Vyachkileva N.P., Kozlova G.P., Lebedev A.I., Nal'nyaeva T.I., Turbina A.S. Bazhenov horizon of Western Siberia (stratigraphy, paleogeography, ecosystem, oil content). Novosibirsk: Nauka Publ. 1986. 160 p. (In Russ.)
- Eder V.G., Zamirailova A.G., Zanin Yu.N., Zhigul'skii I.A. Features of the lithological composition of the main types of sections of the Bazhenov suite. *Geologiya nefii i gaza = Geology of oil and gas*. 2015. No. 6. Pp. 96-106. (In Russ.)
- Fomichev A.S. Depth and productivity of the Bazhenov Sea. *Gornye vedomosti*. 2006. Pp. 19-26. (In Russ.)
- Gurari F.G. Domanikites and their oil and gas content. *Sovetskaya geologiya=Soviet geology*. 1981. No. 11. Pp. 3-12. (In Russ.)
- Konyukhov A.I. Oil source deposits on the Mesozoic and Cenozoic continental margins. Oil source sediments on the continental margins in Triassic and Neo-Aptian times. *Litologiya i poleznye iskopaemye = Lithology and mineral resources*. 2012. No. 5. Pp. 451-470. (In Russ.)
- Korobova N.I., Makarova O.M., Kalmykov G.A., Petrakova N.N., Yurchenko A.Yu., Sharafutdinov V.F., Korost S.R., Kalabin V.V. The main types of sections of the oil bearing Bazhenov suite in the northeast of the Surgut arch. *Moscow University Geology Bulletin*. 2015. No. 5. Pp. 54-61. (In Russ.)
- Milanoskii E.E. Correlation between periods of higher frequency of reversals, eustatic sealevel fall, and high crustal compression strain in the Mesozoic and Cenozoic. *Geotektonika = Geotectonics*. 1996. No. 1. Pp. 3-11. (In Russ.)
- Milanoskii E.E., Nikishin A.M., Kopaevich L.F., Gavrilov Yu.O., Kluting S. Correlation of reorganization phases of kinematics of lithospheric plates and short-period changes in the sealevel. *Doklady Akademii nauk*. 1992. V. 32b. No. 2. Pp. 313-317. (In Russ.)
- Naidenov L.F., Repin Yu.S., Kolpenskaya N.N. New data on the biostratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the North Western Siberia. *Yurskaya sistema Rossii: problemy stratigrafii i paleogeografii. V Vserossiiskoe soveshchanie: nauchnye materialy* [Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Proc. V All-Russian conference]. Ekaterinburg: IzdatNaukaServis. 2013. Pp. 152-156. (In Russ.)
- Nikitenko B.L. Stratigrafiya, paleobiogeografiya i biofatsii yury Sibiri po mikrofaune (foraminifery i ostrakody) [Stratigraphy, paleobiogeography and biofacies of the Jurassic of Siberia by microfauna (foraminifera and ostracodes)]. Ed. B.N. Shurygina. Novosibirsk: Parallel. 2009. 680 p. (In Russ.)
- Oporniy razrez verkhneyurskikh otlozhenii basseina r. Khetty (Khatangskaya vpadina) [The basic section of the Upper Jurassic deposits of the basin of the river Khetty (Khatanga Depression)]. Ed. V.N. Saks. Leningrad: Nauka Publ. 1969. Pp. 1-207. (In Russ.)
- Reshenie 6-go Mezhdomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu uochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoiskikh otlozhenii Zapadnoi Sibiri (Novosibirsk, 2003) [Decision of the 6th Interdepartmental Stratigraphic Meeting to Review the Refined Stratigraphic Schemes of the Mesozoic Deposits of Western Siberia (Novosibirsk, 2003)]. Novosibirsk: SNIIGGiMS Publ. 2004. 114 p. (In Russ.)
- Shchepetova E.V., Panchenko I.V., Baraboshkin E.Yu. "Fish" tempestites in carbon deposits of the Bazhenov horizon and paleobathymetry of the Bazhenov Sea of Western Siberia. *Yurskaya sistema Rossii: problemy stratigrafii i paleogeografii: VI Vserossiiskoe soveshchanie: nauchnye materialy* [Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Proc. VI All-Russian conference]. Makhachkala: ALEF. 2015 Pp. 320-324. (In Russ.)
- Shurygin B.N., Nikitenko B.L., Alifirov A.S., Igol'nikov A.E., Lebedeva N.K., Peshchevitskaya E.B., Popov Yu.A. A new section of the boundary strata of the Volga and Berriasian stages of the Bolshekhetskaya megasyncline (Western Siberia): a complex paleontological characterization, litho-, bio- and chemostratigraphy. *Yurskaya sistema Rossii: problemy stratigrafii i paleogeografii. Vtoroe Vserossiiskoe soveshchanie: nauchnye materialy* [Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Proc. II All-Russian meeting]. Yaroslavl. 2007. Pp. 253-255. (In Russ.)
- Shurygin B.N., Nikitenko B.L., Devyatov V.P. et al. Stratigrafiya neftegazonosnykh basseinov Sibiri. Yurskaya sistema [Stratigraphy of oil and gas bearing basins of Siberia. The Jurassic system]. Novosibirsk: SO RAN Publ, GEO. 2000. 480 p. (In Russ.)
- Stafeev A.N., Stupakova A.V., Suslova A.A., Gilaev R.M. New facies model of the Tithonian - Lower Berriasian of Western Siberia and its significance for regional stratigraphy. *Obshchaya stratigraficheskaya shkala i metodicheskie problemy razrabotki regional'nykh stratigraficheskikh shkal Rossii* [General stratigraphic scale and methodological problems of the development of regional stratigraphic scales of Russia: Proc. Conf.]. St. Petersburg: VSEGEI Publ. 2016. Pp. 166-167. (In Russ.)
- Stupakova A.V., Stafeev A.N., Suslova A.A., Gilaev R.M. Paleogeographic conditions of the West Siberian basin in the Tithonian - Early Berriasian. *Moscow University Geology Bulletin*. 2016. No. 6. Pp. 10-19. (In Russ.)
- Surkov V.S., Kazakov A.M., Devyatov V.P., Smirnov L.V. Lower-Middle Triassic riftogenic complex of the West Siberian basin. *Otechestvennaya geologiya*. 1997. No. 3. Pp. 31-37. (In Russ.)
- Yan P.A. Conditions for the formation of the Bath-Upper Jurassic deposits and the causes of the evolution of the West Siberian basin. *Yurskaya sistema Rossii: problemy stratigrafii i paleogeografii: III Vserossiiskoe soveshchanie: nauchnye materialy* [Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Proc. III All-Russian conference]. Saratov: Tsentr Nauka Publ. 2009. Pp. 268-270. (In Russ.)
- Zakharov V.A. [Conditions for the formation of the Volga-Berrias high-carbon bazhenov suite of Western Siberia according to the data of paleoecology. *Evolutsiya biosfery i bioraznoobraziya* [Evolution of the biosphere and biodiversity]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK. 2006. Pp. 552-568. (In Russ.)
- Zakharov V.A., Rogov M.A., Bragin N.Yu. Mesozoic of the Russian Arctic: stratigraphy, biogeography, paleogeography, paleoclimate. The structure and history of the development of the lithosphere. *Vklad Rossii v Mezhdunarodnyi polyarnyi god 2007/08* [Contribution of Russia to the International Polar Year 2007/08]. Ed. Leonov Yu.G. Moscow-St. Petersburg: Paulsen Editions. 2010. Pp. 331-383. (In Russ.)

About the Authors

Aleksandr N. Stafeev – PhD in Geology and Mineralogy, Associate Professor of the Dynamic Geology Department

Lomonosov Moscow State University
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory, 1

Antonina V. Stoupakova – DSc in Geology and Mineralogy, Professor, Head of the Petroleum Geology Department

Lomonosov Moscow State University
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory, 1
Phone: +7 (495) 939 35 22, +7 (495) 939 32 60
e-mail: a.stoupakova@oilmsu.ru

Anna A. Suslova – PhD in Geology and Mineralogy, Senior Researcher of the Petroleum Geology Department

Lomonosov Moscow State University
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory, 1

Rinar M. Gilaev – PhD student

Lomonosov Moscow State University
Russia, 119234, Moscow, Leninskie gory, 1

Manuscript received 15 March 2017;
Accepted 7 April 2017; Published 20 May 2017