

УДК [552.5+551.762.3]:553.98 (571.122)

Р.М. Гилаев<sup>1</sup>, А.В. Ступакова<sup>2</sup>, А.Н. Стафеев<sup>3</sup>, А.А. Суслова<sup>4</sup>, Е.С. Шелков<sup>5</sup>

## СТРОЕНИЕ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

На основе литолого-фациального и структурного анализа рассмотрен вариант структурно-фациальной зональности баженовского горизонта (титон–нижний берриас) в северо-восточной части Западной Сибири. Низкое содержание терригенного осадочного материала в высокоуглеродистых фациях (баженовской свите) объясняется его улавливанием относительно глубоководным Пур-Тазовским палеобассейном, в котором формировался конус выноса Енисей-Хатангского морского пролива. Пур-Тазовский бассейн заполнялся отложениями яновстанской свиты, он прилегал с северо-востока к обширному относительно мелководному Обскому палеобассейну — области накопления черных сланцев нефтематеринской баженовской свиты.

*Ключевые слова:* северо-восток Западной Сибири, баженовский горизонт, титон, нижний берриас, тектоника, фации, гидродинамика.

Based on the lithofacies and structural analysis we consider a new variant of the structural-facies zonation of the Bazhenov horizon (Tithonian — lower Berriasian) in the north-eastern part of West Siberia. The low content of terrigenous sedimentary material in high-carbon facies the bazhenov formation, due to its capture of relatively deep Pur-Tazovsky paleobasins, which formed the cone of the Yenisei-Khatanga sea strait. Pur-Tazovsky basin filled with the yanovstanskaya formation, he adjoined from the north-east to extensive relatively shallow Obsky paleobasin — the accumulation of black shale bazhenov formation.

*Key words:* north-east of West Siberia, the bazhenov horizon, Tithonian, lower Berriasian, tectonics, facies, hydrodynamics.

**Введение.** Титон–ранний берриас — время формирования черных сланцев нефтематеринской баженовской свиты, представленной карбонатно-глинисто-кремнистыми высокоуглеродистыми (до 25%) отложениями со средней мощностью около 30 м [Брадучан и др., 1986]. Традиционно считается, что баженовская свита накапливалась в простом по форме чашеобразном, относительно глубоководном (до 500–600 м) море [Брадучан и др., 1986; Захаров, 2006; Конторович и др., 2013]. Мнение о мелководности Западно-Сибирского моря в титоне–раннем берриасе высказывал А.С. Фомичев [2006]. В настоящее время считается, что Западно-Сибирский бассейн более сложный по структуре. В нем локализованы два относительно изолированных суббассейна — Пур-Тазовский и Обский, которые разделены системой Надым-Караминских поднятий [Ступакова и др., 2015; Стафеев и др., 2017].

В Пур-Тазовском бассейне титон-нижнеберриасские отложения представлены яновстанской свитой толщиной свыше 400 м [Шурыгин и др.,

2007]. Повышенное содержание органического вещества (ОВ) в яновстанской свите, обычно не превышающее 5%, характерно только для отдельных прослоев. Однако без детальной расшифровки строения и обстановок осадконакопления в Пур-Тазовском бассейне невозможно создать достоверную геологическую модель формирования черных сланцев баженовской свиты, а в перспективе — разработать единую модель коллекторских свойств баженовского горизонта Западной Сибири.

**Тектоника и фации.** На севере относительно глубоководный Пур-Тазовский бассейн отделялся от мелководного Ямало-Карского бассейна Мессояхской системой поднятий, протягивающейся вдоль Приуральско-Хатангского левого сдвига северо-восточного простирания [Ступакова и др., 2016]. На территории Мессояхских поднятий частично или полностью отсутствуют келловейско-верхнеюрские отложения [Девятов и др., 2011]. С востока бассейн ограничивался Приенисейским сбросом вдоль Восточно-Сибирской суши, а с запада — Надым-Караминской зоной

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, аспирант; *e-mail:* r.gilaev@oilmsu.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, профессор; *e-mail:* a.stoupakova@oilmsu.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент; *e-mail:* anstafeev@rambler.ru

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, науч. с.; *e-mail:* a.suslova@oilmsu.ru

<sup>5</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, магистрант; *e-mail:* es.shelkov@yandex.ru

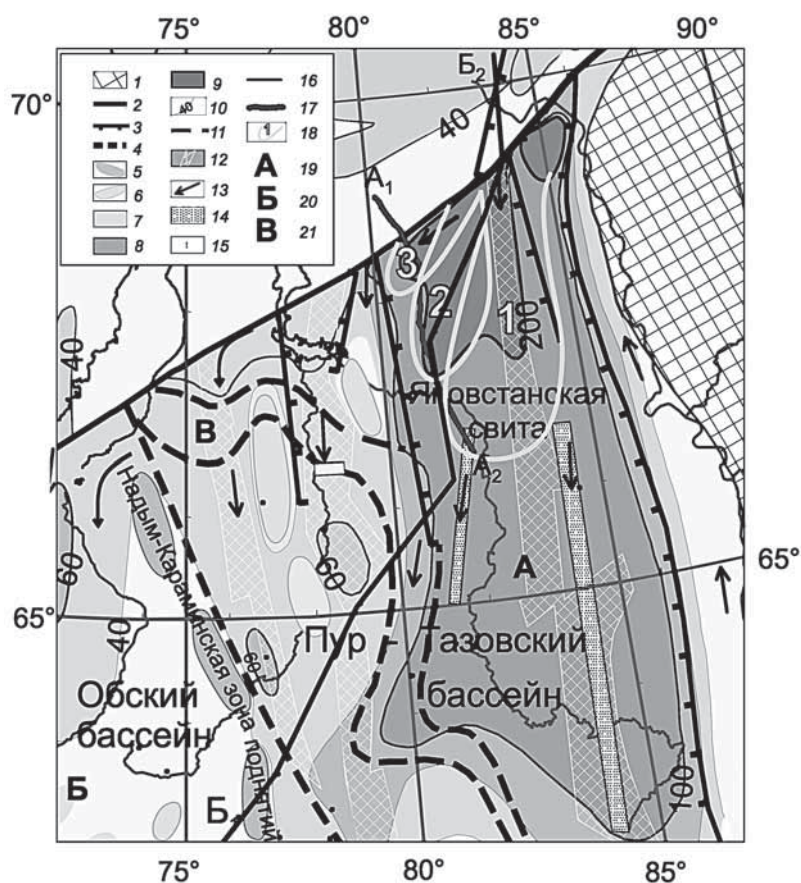


Рис. 1. Структурно-фациальная схема баженовского горизонта на северо-востоке Западной Сибири: 1 — суша; 2–4 — конседиментационные разломы; 2 — сдвиги; 3 — сбросы; 4 — Надым-Караминский разлом; 5–6 — относительные поднятия дна бассейна (глубина, м): 5 — до 30; 6 — до 50–70; 7–9 — глубина дна бассейна (м): 7 — до 100; 8 — 100–200; 9 — 200–500; 10 — изопахиты, м; 11 — границы структурно-фациальных зон (свит); 12 — триасовые рифты и грабены, по [Сурков, Жеро, 1981]; 13 — придонные течения по ложбинам, контурные и вдольбереговые; 14 — обломочные фации русел и конусов выноса; 15 — скважины; 16 — линия структурно-фациального профиля Западно-Сибирского бассейна в титоне–раннем берриасе; 17 — сейсмический профиль  $A_1$ – $A_2$ ; 18 — лопасти конуса выноса стокового течения (номера снизу вверх по разрезу); 19–21 — структурно-фациальные зоны: 19 — конус выноса межбассейновых стоковых течений и максимально прогнутая часть бассейна, улавливающая терригенный осадочный материал; 20 — относительно приподнятое холмистое плато (черные сланцы); 21 — переходная зона (чередование высоко- и низкоуглеродистых отложений)

поднятий вдоль одноименного разлома (рис. 1). В южном направлении бассейн сужался и становился мелководным. На западе Пур-Тазовского бассейна выделяется широкая, погружающаяся на северо-восток Пурская ступень, осложненная субмеридиональными ложбинами дна над погребенными триасовыми рифтами. В средней части Пурскую ступень пересекает Верхне-Толькинский прогиб северо-восточной ориентировки. Толщина баженовского горизонта нарастает с юго-запада на северо-восток от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров (рис. 2).

Юго-западнее Пур-Тазовского бассейна был расположен относительно мелководный Обский бассейн, главной особенностью которого было мелководное холмистое плато — область накопления черных сланцев баженовской свиты [Ступакова и др., 2016]. В центральной части баженовского моря могли существовать отмели и низкие острова, его максимальная глубина не превышала 200 м, в основном она составляла 20–50 м [Фомичев, 2006].

Максимальные значения скорости погружения дна в титоне–раннем берриасе отмечены в пределах Западно-Сибирской депрессии, где западнее Приенисейского сброса активно развивался меридиональный Тазовский палеопрогиб [Ступакова и др., 2015]. Осевая зона прогиба приблизительно совпадала с ниже-среднетриасовым Худосейским рифтом [Сурков и др., 1997]. С запада прогиб ограничивался мелководной Пурской ступенью и Надым-Караминской зоной поднятий,

которые служили барьером на пути транспортировки терригенного материала с северо-востока в центральную часть Обского бассейна. На севере Тазовского палеопргиба установлена резкая смена фаций — от мелководных на севере до относительно глубоководных на юге. Отмечена также зона, в которой наряду с относительно глубоководной индикаторной фауной обнаружены мелководные формы, перемещенные со стороны Мессояхской зоны поднятий локальными плотностными потоками [Маринов и др., 2012].

На Пурской ступени, осложненной относительными поднятиями и меридиональными ложбинами дна, происходит фациальный переход между баженовской и яновстанской свитами. Ранее в этой зоне выделяли самостоятельную «переходную» свиту, которая характеризовалась повышенной мощностью. Здесь на ряде площадей наблюдается переслаивание битуминозных и небитуминозных слоев с толщиной от нескольких сантиметров до нескольких метров, это много десятков чередующихся слоев в верхней части разреза [Эдер и др., 2015].

В северной части Тазовского палеопргиба в Большехетской впадине, расположенной в присдвиговой зоне, распознается относительно глубоководный радиальный конус выноса. На сейсмическом профиле (рис. 3) прослеживаются пачки, отвечающие нижней, средней и верхней частям яновстанской свиты, выделенные в скважинах Хальмерпаютинской площади. Эти пачки



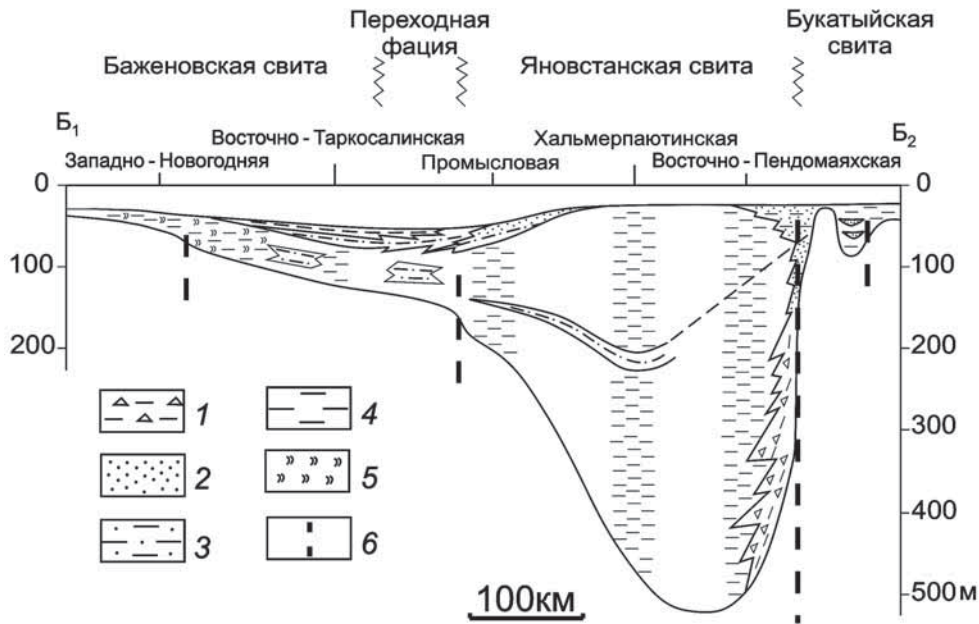


Рис. 2. Литологический профиль баженовского горизонта на северо-востоке Западной Сибири: 1 — осадочные брекчи; 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты; 5 — кремнистые породы; 6 — конседиментационные разломы

характеризуются разным характером сейсмической записи, имеют линзовидное строение и могут условно рассматриваться в качестве лопастей конуса выноса. Седиментация в радиальном конусе выноса мигрирует по латерали в направлении по часовой стрелке, что характерно для обстановки левостороннего сдвига. Кроме асимметричного строения конуса выноса, присдвиговая природа Большехетской впадины подтверждается соседством областей активной эрозии (Мессояхская зона поднятий) с областями быстрой седиментации (Большехетская впадина) [Митчелл, Рединг, 1990]. Среди основных морфологических элементов конуса вноса (за исключением лопастей)

выделяются питающие русла шириной до 5 км, а также скопления оползневых коллювиальных отложений вдоль конседиментационных разломов [Ступакова и др., 2015].

Периодическая активность разломов привела к углублению бассейна, увеличению скорости осадконакопления, утолщению осадочных тел, появлению их ритмического строения и утончению вверх по разрезу осадочного материала в каждом из тектоно-седиментационных циклов. По распределению обломочного материала в разрезе можно выделить до 15 пачек. Крупные пачки распадаются на более мелкие, связанные с блужданием подводных русел.

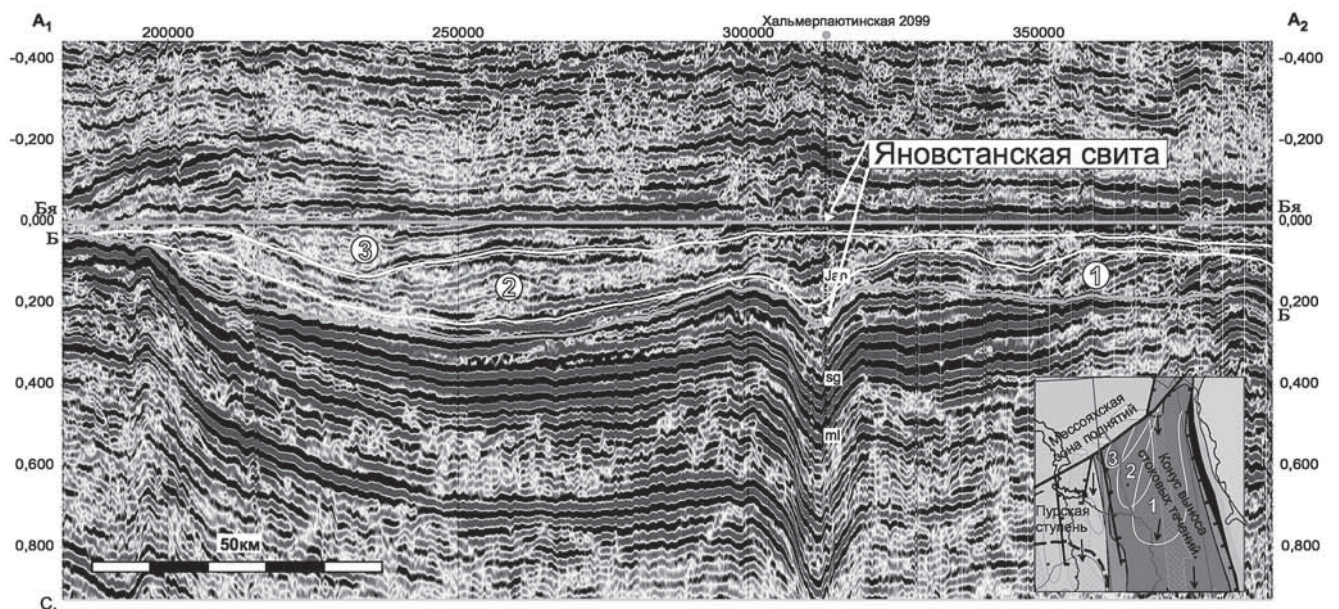


Рис. 3. Схема строения конуса выноса Енисей-Хатангского морского пролива: 1–3 — отложения нижней, средней и верхней лопастей соответственно

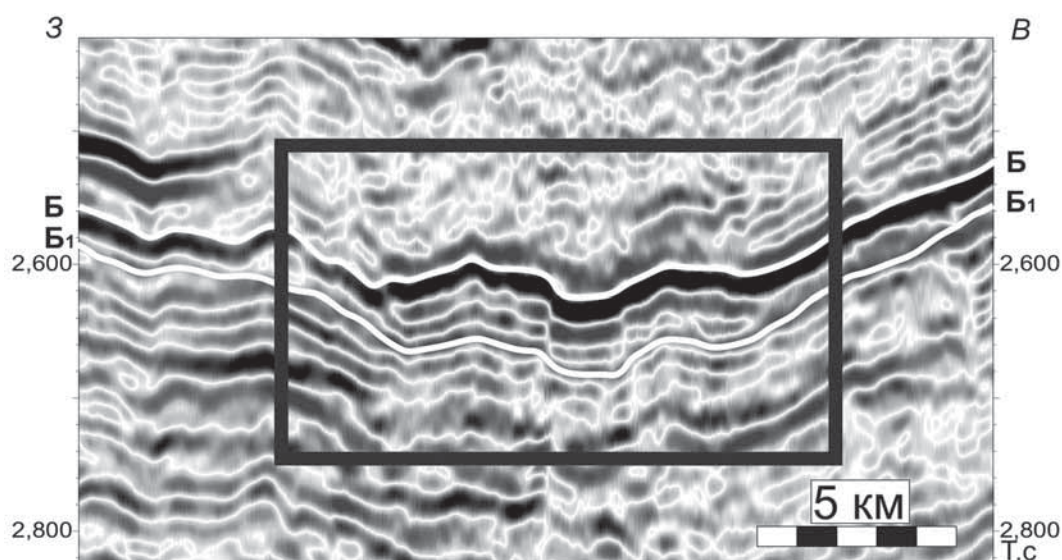


Рис. 4. Увеличение мощности баженовского горизонта в зоне придонного течения: Б — кровля баженовского горизонта, Б<sub>1</sub> — подошва баженовского горизонта

**Гидродинамика, перенос и распределение терригенного осадочного материала и питательных веществ.** Роль Енисей-Хатангского течения не ограничивалась формированием подводного конуса выноса. Будучи холодным, оно создавало расслоенность вод бассейна по плотности — пикноклин. Положение уровня пикноклина зависело от скорости прогибания дна бассейна, а также усиления или ослабления межбассейнового стокового течения. Отдельные ветви этого течения в эпизоды его периодического ослабления распространялись над поверхностью пикноклина. На Пурской ступени течение часто следовало по меридиональной ложбине дна над погребенным Уренгой-Колтогорским триасовым рифтом (рис. 4). Именно здесь (вдоль западного склона ложбины), западнее Уренгоя, наблюдается частое чередование битуминозных и небитуминозных пород [Эдер и др., 2015], что, вероятно, связано с колебаниями уровня пикноклина.

Вдольсклоновое (контурное) течение огибало с востока главное поле развития черных сланцев, оно отводило из Пур-Тазовского бассейна в южном направлении (в восточную часть Широкого Приобья) практически весь глинистый и тонкообломочный материал. При высоком уровне пикноклина контурное течение образовывало отдельные ветви через седловины Надым-Караминской зоны поднятий в область почти сплошного распространения черных сланцев. Эти локальные струи поставляли материал в область накопления черных сланцев и формировали в их разрезе небитуминозные глинистые линзы [Стафеев и др., 2017].

Кроме упомянутых выше особенностей гидродинамики, важное значение имело циклоническое течение вдоль восточного побережья Тазовского палеопрогиба (рис. 1). Оно транспортировало терригенный материал в область впадения в Пур-Тазовский бассейн Енисей-Хатангского течения и,

возможно, было важным источником обломочного материала, принимавшего участие в формировании Большехетского подводного конуса выноса. Еще одним источником обломочного материала могла быть Мессояхская система поднятий, которая испытывала восходящие движения и размыв. Вероятно, некоторую роль в формировании конуса выноса играл обломочный материал, сносимый с мелководий южной части Ямало-Карского бассейна. Форма подводного Большехетского конуса не идеальная. Она усложняется локальным рельефом дна (вследствие конседиментационных тектонических движений), а также последующим неравномерным уплотнением осадка.

Некоторую роль в транспортировке и распределении осадочного материала могли играть цунамигенные течения, которые инициировались за счет фокусировки волн цунами в Верхне-Толькинском прогибе — «заливе» дна, сужающемся в юго-западном направлении. Волны цунами возникали за счет конседиментационной тектоники и оползней. Масса взмученной воды могла проникать в Обский палеобассейн — область формирования черных сланцев — она приносила терригенный материал и аэрировала западины дна.

Питательные вещества в направлении относительно мелководного холмистого плато — в зону накопления черных сланцев — могли поступать за счет апвеллинга из Тазовского палеопрогиба, а также распространяться блуждающими медленными течениями вдоль поверхности пикноклина.

**Заключение.** На северо-востоке Западно-Сибирской плиты в титоне—раннем берриасе локализовался относительно глубоководный (до 300–400 м) Пур-Тазовский палеобассейн. Этот бассейн улавливал практически весь терригенный материал, приносимый Енисей-Хатангским проливным течением, а также материал, поступавший с Восточно-Сибирской платформы и с мелководий



южной части Ямало-Карского бассейна. Твердый сток Енисей-Хатангского течения формировал асимметричный радиальный подводный конус выноса. В то же время Пур-Тазовский бассейн играл роль накопителя питательных веществ, поступающих с холодным бореальным течением. Течение активизировалось периодически, вероятно, одновременно с эпизодами погружения дна Пур-Тазовского бассейна. Холодное течение обе-

спечивало разделение водной массы по плотности, по мере затухания оно распространялось как контурное вдоль изобаты на уровне пикноклина. Питательные вещества могли поступать в область относительных мелководий, где накапливались черные сланцы баженовской свиты благодаря апвеллингу из Пур-Тазовского прогиба, а также распространяться рассеянными медленными течениями вдоль уровня пикноклина.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Брадучан Ю.В., Гольберт А.В., Гурари Ф.Г.* и др. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). Новосибирск: Наука, 1986. 160 с.

*Девятков В.П., Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н.* Палеогеография Сибири в юрском периоде на этапах основных перестроек // *Новости палеонтологии и стратиграфии*. 2011. Вып. 16–17. С. 87–101. (Приложение к журналу «Геология и геофизика»; т. 52).

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

*Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В.* и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // *Геология и геофизика*. 2013. Т. 54, № 8. С. 972–1012.

*Маринов В.А., Злобина О.Н., Игольников А.Е.* и др. Палеогеография Усть-Енисейского района (Западная Сибирь) в раннемеловое время // *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии*. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. ун-та, 2012. С. 200–203.

*Митчелл А.Х.Г., Рединг Х.Г.* Осадконакопление и тектоника // *Обстановки осадконакопления и фации* / Под ред. Х. Рединга. Т. 2. М.: Мир, 1990. С. 227–283.

*Стафеев А.Н., Ступакова А.В., Сулова А.А.* и др. Условия осадконакопления баженовского горизонта Западной Сибири // *Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Мат-лы Седьмого Всеросс. совещ. с международным участием*. 18–22 сентября 2017 г., Москва. М.: ГЕОС, 2017. С. 209–212.

*Ступакова А.В., Стафеев А.Н., Сулова А.А., Гиляев 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., Жеро О.Г.* *Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты*. М.: Недра, 1981. 143 с.

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

*Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Алифиров А.С.* и др. Новый разрез приграничных толщ волжского и берриасского ярусов Большехетской мегасинеклизы (Западная Сибирь): комплексная палеонтологическая характеристика, лито-, био- и хемотратиграфия // *Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Мат-лы Второго Всеросс. совещ.* Ярославль, 2007. С. 253–255.

*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.

Поступила в редакцию  
26.10.2017