

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД И «КОККОЛИТОВОЙ» ПАЧКИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

В.Г. Эдер, А.Г. Замирайлова, П.А. Ян

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

На основе детального литолого-геохимического анализа по всей территории распространения баженовской свиты Западно-Сибирского бассейна (ЗСБ) определены пространственные закономерности распределения ее основных породообразующих компонентов: кремнистого, глинистого и карбонатного материала. Определено, что по значениям отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ могут быть выделены в разрезе наиболее кремнистые породы баженовской свиты — силициты (> 8) и наиболее глинистые породы — микститы глинистые и аргиллиты (< 3). Промежуточным значениям ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 3—8) рассматриваемого модуля отвечают микститы различных типов. Построены субмеридиональные профили распределения значений отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и CaO в различных районах ЗСБ. Уточнены ареалы распространения радиоларитов (потенциальных коллекторов) и «кокколитоной» пачки, характеризующейся высокими содержаниями органического вещества. Установлено, что наибольшая мощность силицитов — радиоларитов (3—4 м) наблюдается в Салымском районе. В некоторых разрезах Северо-Сургутского района эта пачка мощностью 2 м карбонатизирована. В большей части разрезов Северо-Сургутского, Южно-Томского и Западно-Томского районов породы этого типа наблюдаются в виде сантиметровых прослоев, а в Новосибирском районе — практически отсутствуют. Уточнено, что пачка с кокколитофоридами, залегающая преимущественно в верхней части свиты, кроме Салымского и Красноленинского районов, распространена в Северо-Сургутском районе и встречается в Северном районе в южной и центральных частях Южно-Надымской мегамоноклизы. Реликты кокколитофорид в Южно- и Западно-Томском районах присутствуют в единичном виде и отсутствуют в разрезах Новосибирского района и в Северном районе Южно-Надымской мегамоноклизы.

Литология, верхняя юра, нижний мел, баженовская свита, черные сланцы, биогенные кремнистые и карбонатные породы.

THE REGULARITIES OF THE DISTRIBUTION OF SILICEOUS MUDSTONES AND “COCCOLITH” MEMBER OF THE BAZHENOV FORMATION

V.G. Eder, A.G. Zamirailova, and P.A. Yan

Based on results of comprehensive lithological and geochemical analysis, we have established the regularities of the spatial distribution of major rock-forming components of the Bazhenov Formation in the West Siberian Basin (WSB), namely, siliceous, argillaceous, and carbonate material. According to the $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio, the most siliceous rocks of the Bazhenov Formation are biomorphic siliceous mudstones (radiolarites) (>20), cryptocrystalline siliceous mudstones (8—20), and the most argillaceous rocks are argillaceous mudstones (<3). Intermediate $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ values (3—8) are observed in mudstones of different types. North-south distribution profiles of the $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio and CaO content in different areas of the WSB were constructed. The areas of occurrence of radiolarites (potential reservoirs) and a “coccolith” member with the highest content of organic matter have been clarified. The thickest radiolarite bed (3—4 m) has been found in the Salym area. In some sections of the North Surgut area, a “coccolith” member is 2 m thick and is carbonatized. In most of the sections of the North Surgut, South Tomsk, and West Tomsk regions, rocks of this type are observed as 1 cm thick intercalates, and in the Novosibirsk region they are virtually lacking. We have established that a “coccolith” member, localized mostly in the upper part of the Bazhenov Formation, occurs not only in the Salym and Krasnoleninsk regions but also in the North Surgut region. It was also found in the Northern region in the southern and central parts of the South Nadym megamonocline. Coccolithophorid relics are occasional in the South and West Tomsk regions and are lacking in the Novosibirsk region and in the Northern region of the South Nadym megamonocline.

Lithology, Upper Jurassic, Lower Cretaceous, Bazhenov Formation, black shales, biogenic siliceous and carbonate rocks

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в связи с сокращением запасов углеводородов в традиционных источниках все большее внимание исследователей и нефтяных компаний привлекают такие нетрадиционные источники, как черные сланцы. Баженовская свита, рассматриваемая в качестве основной нефтематеринской

© В.Г. Эдер✉, А.Г. Замирайлова, П.А. Ян, 2017

✉ e-mail: edervg@ipgg.sbras.ru

DOI: 10.15372/GiG20170314

толщи в Западной Сибири [Конторович и др., 1994, 2014], развита на большей части ее территории. Мощность свиты изменяется от 10 до 50 м, средняя мощность составляет около 30 м. Стратиграфический диапазон баженовской свиты, определенный по находкам многочисленных остатков макро- и микрофауны, датируется верхней частью нижневожского подъяруса — низами берриаса [Атлас..., 1976; Шурыгин и др., 2000; Решения..., 2004]. Рассматриваемая толща представлена тонкозернистыми породами многокомпонентного состава — микститами, а также силицитами, в меньшей степени аргиллитами черных и бурых оттенков, массивными, плитчатыми, с морской фауной и прослоями карбонатных пород. Содержание органического углерода в рассматриваемых отложениях изменяется от 5 до 20 %. В некоторых районах (в Шаимском, Красноленинском, Салымском и др.) получены притоки нефти из баженовской свиты [Гурари и др., 1961; Новиков и др., 1970; Нестеров, 1979; Алекперов и др., 2013; Алексеев, 2013; и др.], на остальной территории ее распространения возможна разработка этой толщи при условии применения методов интенсификации извлечения углеводородов, используемых для сланцевых толщ (гидроразрыв, воздействие химическими реагентами и др.).

Литология баженовской свиты в Салымском районе изучалась многими исследователями [Ушатицкий, Ибрагимов, 1982; Зубков, Доронина, 1982; Занин и др., 2005; Эдер, 2006; Немова и др., 2011; Балущкина и др., 2013; Эдер и др., 2015а; и др.]. Особенности строения разрезов свиты в юго-восточной части Обь-Иртышского междуречья (Томская область) освещены в литературе существенно меньше [Гурова, Казаринов, 1962; Полякова и др., 2002; Эдер, 2006; и др.]. Информация о литологическом строении свиты в Новосибирской области в публикациях отсутствует. Настоящая работа посвящена выявлению особенностей распространения силицитов баженовской свиты в различных районах ЗСБ как наиболее хрупких, пригодных для гидроразрыва [Zoback, 2010] и потенциальных коллекторов [Коньшева, Сахибгареев, 1976; Доманикиты..., 1982; Коровина, 2004; Балущкина и др., 2013; Немова, 2015; и др.] и «кокколитовой» пачки, характеризующейся повышенными содержаниями органического вещества (ОВ). Работа является составной частью цикла исследований ВНИГНИ и ИНГГ СО РАН по геологии и геохимии баженовской свиты, проводимых под руководством академика А.Э. Конторовича и М.Б. Скворцова. Проводимое исследование будет полезно для палеогеографических реконструкций, расширит информацию об особенностях черносланцевой седиментации в замкнутом бассейне, а также будет пригодно для оценки нефтегенерационной способности баженовской свиты и планирования ее разработки.

МЕТОДЫ

В работе приводятся результаты полного комплексного литологического изучения керна скважин. Первым этапом являлось его макроскопическое описание. Описание шлифов из отобранных образцов пород проводилось с помощью поляризационного микроскопа Olympus BX-59, а на следующем этапе — с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) MIRA3 TESCAN с системой микроанализа INCAEnergy 450 +XMax 80 и LEO-1430VP с системой микроанализа INCAEnergy 350 (200 обр.). Использование последних позволило более детально, при увеличениях до 10000-15000 раз, изучить структуру пород, форму нахождения в них минералов (кристаллическая, аморфная), характер распространения органического вещества, вторичные изменения минералов, установить наличие микрофауны (размером 5—10 мкм). Определение основных породообразующих компонентов (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , MnO , K_2O , Na_2O , P_2O_5 , BaO и др.) проводилось методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре ARL-9900-XP (Thermo Electron Corporation). Изучение минералогического состава глинистой фракции (< 0.002 мм) и валовых проб пород баженовской свиты проведено фазовым рентгенографическим методом на дифрактометрах ДРОН-3 и ДРОН-4. Содержания серы (общей, сульфидной и сульфатной) и CO_2 определено методом «мокрой химии». Вышеупомянутые виды анализов выполнены в лабораториях АЦ ИГМ СО РАН.

Содержание органического углерода ($C_{\text{орг}}$, в % на породу) определялось весовым полумикрометодом с помощью экспресс-анализатора АН-7529 в лаборатории геохимии нефти и газа ИНГГ СО РАН. По результатам анализов проведен пересчет химического состава пород на минеральный по методике О.М. Розена с соавторами [2000] в программе MINLITH. По результатам пересчета химических анализов на минеральный каждому образцу присвоено литологическое название, согласно принятой классификации [Конторович и др., 2016]. Для установления соотношения биохемогенной к терригенной составляющей использовалось отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. В рассматриваемых отложениях содержание мелкого алевритового материала обычно не превышает 5 %. Таким образом, кремнистый материал в баженовской свите рассматривается как преимущественно биохемогенный, а глинистый — как преимущественно аллотигенный.

Настоящая работа основана на детальном литологическом изучении разрезов 27 скважин баженовской свиты (рис. 1) из различных районов Западной Сибири (условно названных: Новосибирский, Южно-Томский, Западно-Томский, Салымский, Северо-Сургутский, Северный), включающем комп-

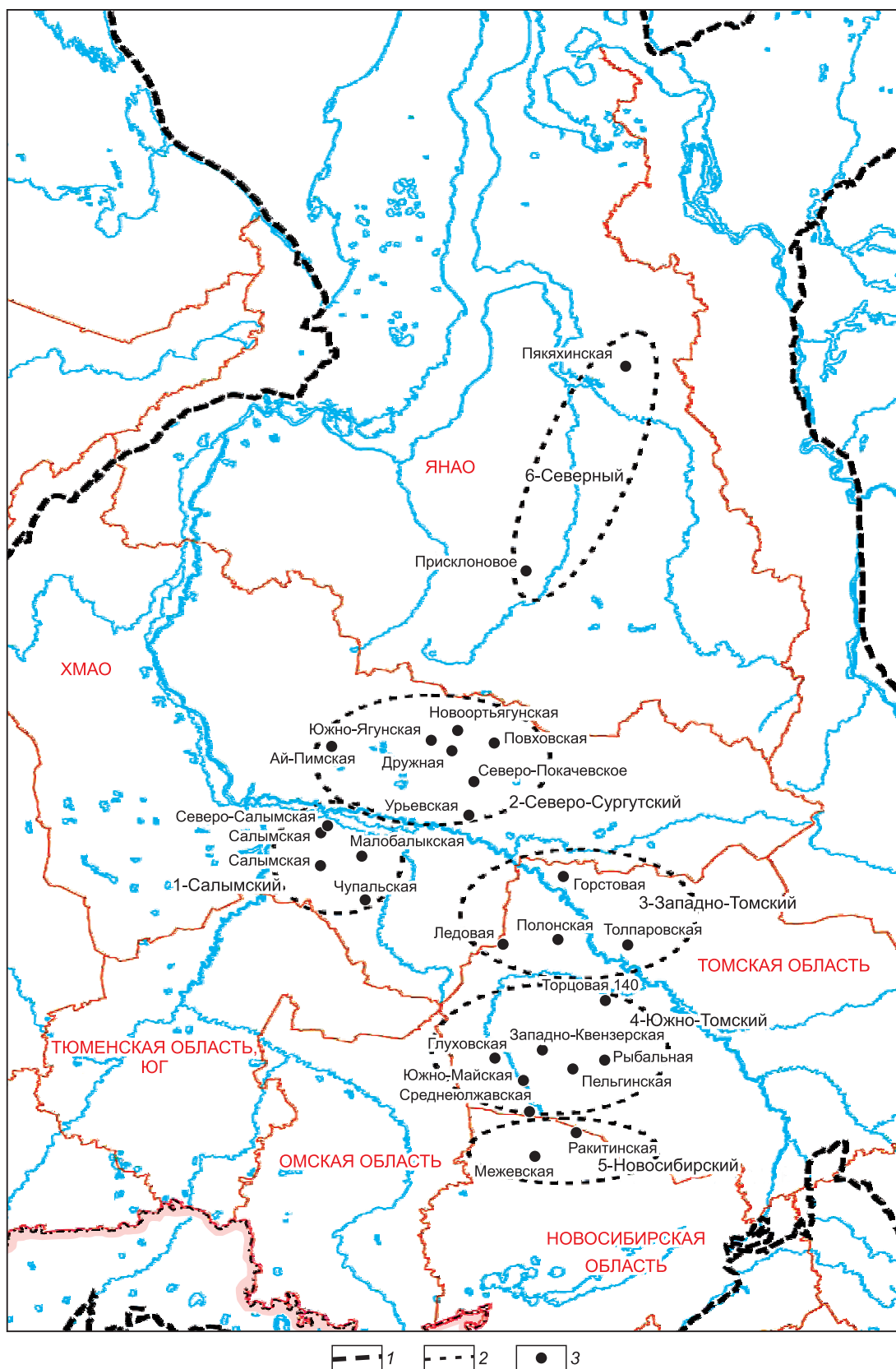


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов баженовской свиты.

1 — граница выклинивания мезозоя, 2 — граница районов, 3 — скважины. 1—6 — районы.

лексные аналитические исследования около 500 образцов. По распределению значений отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ и содержаний CaO построены субмеридиональные профили.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Кремнистые породы. Кремнистый био- и биохеогенный материал существенно преобладает в баженовской свите над обломочным кварцем, содержание которого не превышает первых процентов. Биогенный кремнезем в баженовской свите наблюдается в реликтах раковин радиолярий, линзочках микрокристаллического кремнезема, в микро- и скрытокристаллическом виде. Основным минералом в силицитах является халцедон, возникший за счет опала кремнескелетных организмов [Ушатинский, 1981]. Сохранность радиолярий различна — от прекрасно сохранившихся до сильно деформированных, переходящих затем в микролинзовидные кремнистые выделения без признаков биогенного строения [Сараев, 1987; Условно..., 1988].

В результате изучения пород в сканирующем электронном микроскопе определены следующие особенности вторичных преобразований в радиоляритах (биоморфных) баженовской свиты (рис. 2):

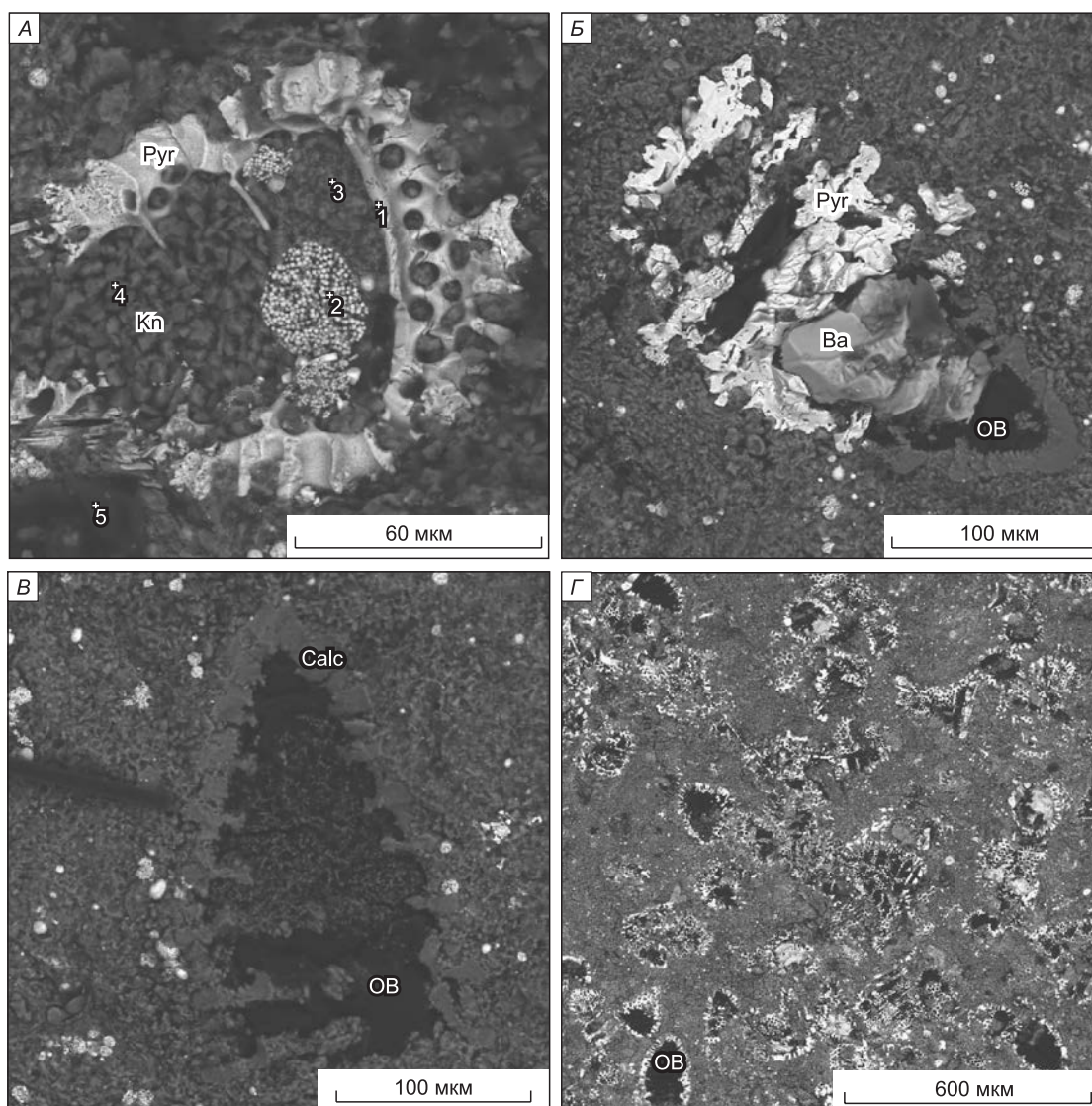


Рис. 2. Реликты радиолярий в баженовской свите.

А — пиритизированный (Pyr) скелет радиолярии с сохранением ячеистой структуры, внутренняя полость заполнена каолинитом (Kn). Новоуртыгунская площадь. Глубина 2896.12 м. *Б* — частичное замещение пиритом и баритом (Ba), заполнение пустотного пространства органическим веществом (OB). *В* — внешняя оболочка замещена кальцитом (Calc), внутренняя полость заполнена органическим веществом (OB). Повховская площадь. Глубина 2995.01 м. *Г* — пиритизированные реликты радиолярий, внутренняя полость которых заполнена OB. Салымская площадь. Глубина 2793.47 м.

**Содержание основных породообразующих компонентов и значения модуля $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$
в разных типах пород баженовской свиты**

Параметр	Силициты		Микститы				
	биоморфные	керогеновые абиоморфные	кремнистый и кероген-кремнистый	кероген-карбонатный и кероген-кремнисто-карбонатный	кероген-глинистый и глинистый	глинисто-кремнистый	кероген-глинисто-кремнистый
Среднее содержание кремнезема и стандартное отклонение	67.2 ± 11.5	57.8 ± 6.5	41.4 ± 5.7	21.5 ± 6.9	21.5 ± 3.2	35.3 ± 2.9	37.7 ± 5.5
Среднее содержание глинистого материала и стандартное отклонение	13.2 ± 6.4	15.6 ± 4.8	19.7 ± 5.2	13.0 ± 5.5	40.8 ± 6.4	31.4 ± 2.9	28.8 ± 3.6
Среднее значение отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	21.32	10.2	6.97	6.35	3.07	4.45	5.61
Стандартное отклонение	14.98	3.17	2.08	1.94	1.22	0.31	1.37
Диапазон значений	> 9	> 8	5–8	5–7	2–3	4.0–4.8	4–7
Количество образцов (n)	63	95	135	44	37	20	108

1) полная пиритизация радиолярий; 2) частичная пиритизация (внешней оболочки скелета радиолярии), растворение, заполнение внутренней части реликта коллоидообразным органическим веществом или аутигенным каолинитом; 3) замещение реликтов радиолярий кварцем и халцедоном.

Данные исследования пород в СЭМ подтверждают, что в силицитах-радиоляритах вторичные преобразования проявлены наиболее ярко (масштабно) по сравнению с другими типами пород баженовской свиты. В случае растворения реликтов организмов происходило повышение пористости, в дальнейшем поры заполнялись каолинитом или коллоидообразным органическим веществом; в случае пиритизации, замещения кварцем и халцедоном, и карбонатизации пористость существенно уменьшалась. В то же время масштабно развитых признаков растворения силицитов-радиоляритов, описанных ранее Н.С. Балужкиной и соавторами [2013] на Красноленинском своде, в рассматриваемых разрезах свиты не обнаружено. Существуют различные точки зрения о природе баженовского коллектора. Некоторые авторы полагают, что основной тип коллектора баженовской свиты образовался в результате автофлюидоразрыва [Гурари и др., 1974, 1983; Зарипов и др., 1976; Нестеров, 1979, 1985; Корж, 1980; Добрынин, Мартынов, 1980; Конторович и др., 1994; Предтеченская, Злобина, 2015; и др.], другие считают, что основным фактором образования коллектора были вторичные преобразования кремнистых и карбонатных пород [Коньшева, Сахибгареев, 1976; Доманикиты..., 1982; Коровина, 2004; Балужкина и др., 2013; Немова, 2015; и др.]. Возможно, в различных районах Западной Сибири в баженовской свите в зависимости от физико-химических условий и тектонического фактора преобладает то один, то другой тип коллектора.

Для определения особенностей распространения по площади бассейна наиболее кремнистых пород баженовской свиты — силицитов — построены кривые распределения значений отношений оксида кремнезема к алюминию ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) по изученным разрезам баженовской свиты. В результате анализа установлено, что для силицитов биоморфных (пород со средним содержанием кремнезема 67 %) характерны средние значения этого отношения, равные или больше 21, для силицитов керогеновых (среднее содержание кремнезема — 60 %) — около 10, в целом оно превышает 8 (таблица). Среднее содержание глинистого материала для вышеупомянутых типов пород составляет 13—15 %. Определено, что в микститах глинистых и кероген-глинистых среднее содержание глинистого материала в которых более 40 %, а кремнезема около 20 %, значение соотношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ составляет не более 3. В микститах остальных типов значение соотношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ изменяется от 4 до 8. Таким образом, по значениям рассматриваемого модуля при анализе пород баженовской свиты можно уверенно выделить наиболее кремнистые породы (силициты) и наиболее глинистые (микститы глинистые и кероген-глинистые). Микститы кремнистые, карбонатные и т.д. имеют близкие значения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, и выделить отдельные группы по ним не представляется возможным. Микститы карбонатсодержащие с достаточной точностью выделяются в разрезе по содержанию CaO. Полученные результаты делают возможным расчленение разрезов баженовской свиты на крупные пачки, соответствующие этим группам литотипов, только по данным РФА, без привлечения дорогостоящих и трудоемких определений форм железа и серы.

Анализ распределения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ по разрезу скважин (рис. 3) показал, что в Северо-Сургутском, Южно- и Западно-Томском районах силициты биоморфные наблюдаются в виде прослоев толщиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. На Повховской площади в 1.5 м от подошвы баженовской свиты наблюдается пачка радиоляритов мощностью 2 м, такая же, как и в Салымском райо-

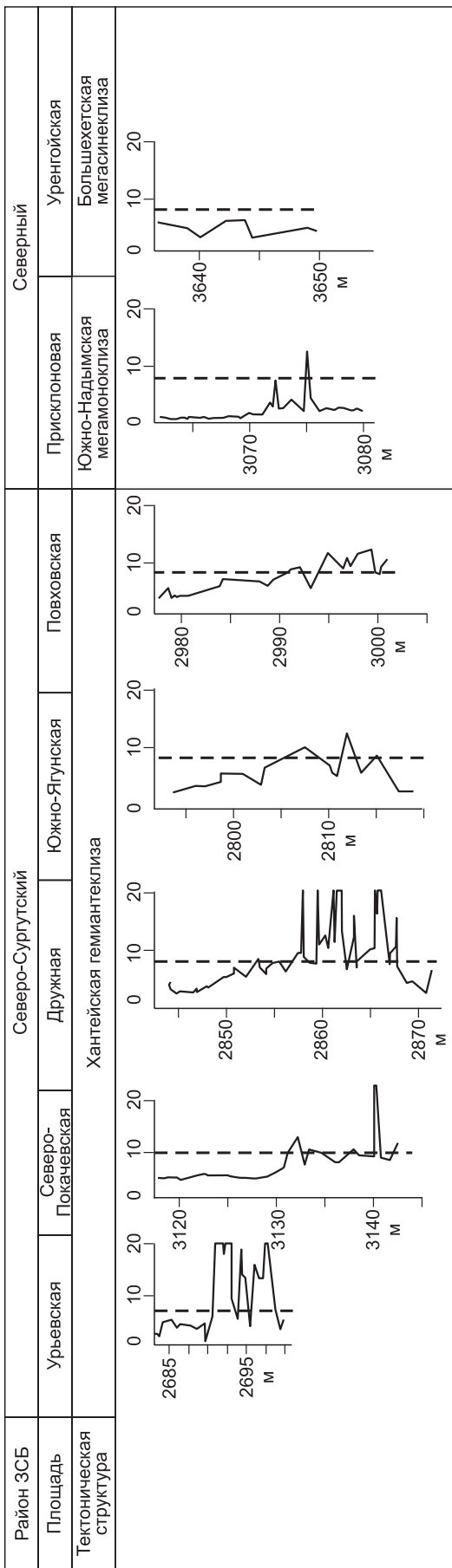
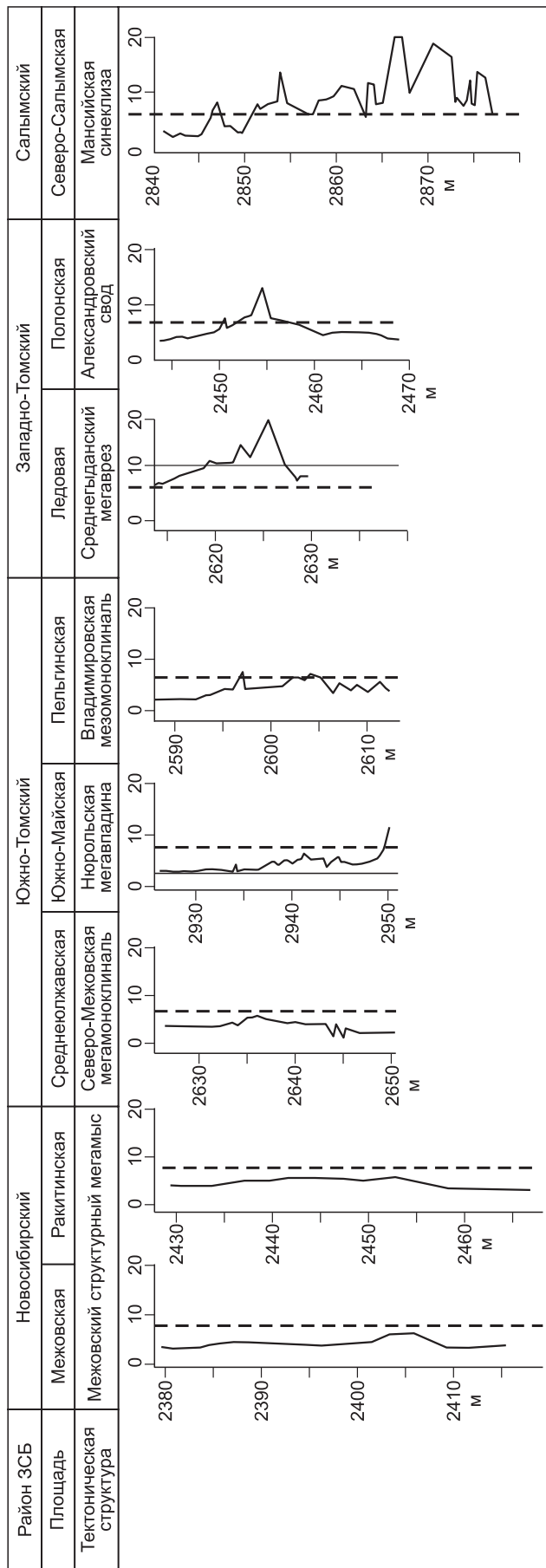


Рис. 3. Распределение значений модуля $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в баженовской свите изученных районов.

Правее штриховой линии — силициты абиогенные (8—20) и биогенные (> 20). Пики значений $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ — силициты-радиолариты.

не, но она полностью карбонатизирована (главным образом, замещена кальцитом). Повышенные значения суммарной мощности пачек силицитов биоморфных и абиоморфных наблюдаются в Северо-Сургутском районе (6—12 м), в Салымском и Южно-Томском районах она несколько понижена — от 3 до 5 м, на большей части площадей Западно-Томского района — не превышает 3 м. В Новосибирском районе силициты обоих типов отсутствуют. На территории Южно-Надымской мегамоноклизы в южной ее части (Повховская площадь) в основании свиты залегает относительно мощная пачка силицитов абиоморфных (7 м), в центральной и северной частях этой структуры встречаются лишь единичные сантиметровые прослои пород этого типа (см. рис. 3). Таким образом, наблюдается постепенное уменьшение (вплоть до исчезновения) мощности силицитовой пачки по направлению от Северо-Сургутского до Новосибирского районов, та же тенденция наблюдается в разрезах по направлению от Северо-Сургутского до Северного районов, что, очевидно, связано с фаціальными условиями.

Карбонатные и карбонатсодержащие породы баженовской свиты. Присутствие известковых и в меньшей степени доломитовых прослоев в баженовской свите упоминалось многими исследователями [Зубков, Доронина, 1982; Предтеченская и др., 2006; Немова и др., 2015; и др.].

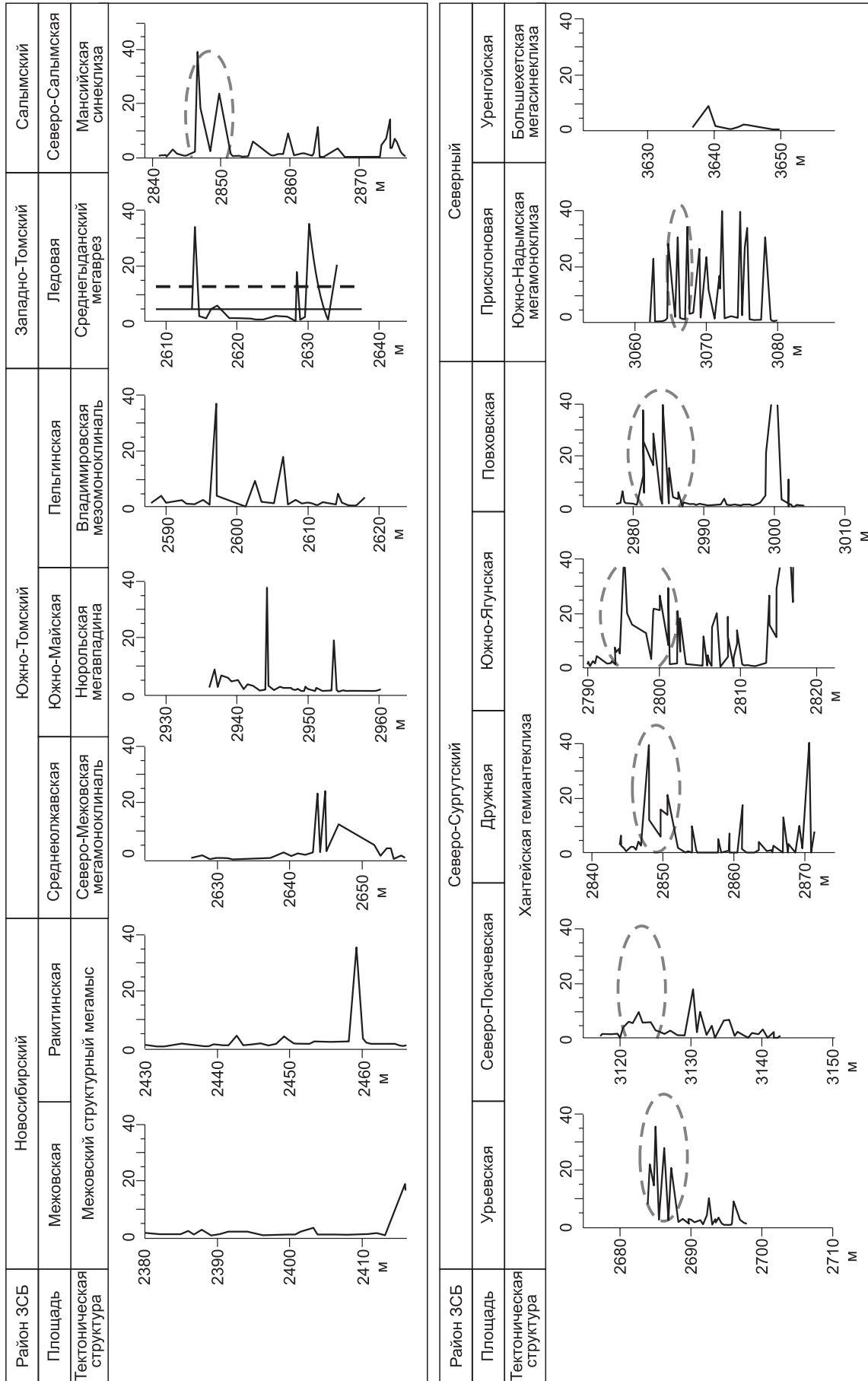
Источником первичного кальцита являлись: 1) реликты известкового нанопланктона (главным образом, кокколитофориды), что установлено по результатам исследований многочисленных образцов в СЭМ и подтверждает выводы предыдущих исследователей [Гурова, Казаринов, 1962; Ясович, Поплавская, 1975; Захаров, 2006; Zanin et al., 2012; Балущкина и др., 2013; Эдер и др., 2015а, б; Панченко и др., 2015; и др.]; 2) реликты раковин двустворок, образующие послойные скопления, преимущественно в верхней половине свиты, упоминались многими исследователями [Брадучан и др., 1986; Захаров, 2006; Предтеченская и др., 2006; Панченко и др., 2015; и др.]. Особенности их распределения рассмотрены наиболее подробно в работе Е.А. Предтеченской и соавторов [2006]. Вторичные известняки и реже доломиты образовывались по радиоларитам. К вторичным известнякам относятся карбонатные конкреции, характерные для верхней и в меньшей степени средней частей разреза баженовской свиты, установленные в высоких концентрациях в разрезах Хантейской гемиантеклизы и встречающиеся в единичном виде в остальных изученных районах. Конкреции представлены известковым микроитом.

В настоящем исследовании установлено, что реликты кокколитофорид характерны в основном для микститов кероген-карбонатно-кремнистых, кероген-кремнисто-карбонатных и кероген-кремнистых верхней части свиты. Содержание известкового материала в этих породах изменяется от 5 до 35 %. В прослоях или линзах с большим содержанием кальцита реликты кокколитофорид не наблюдаются, и порода представлена известковым микроитом. Как было отмечено ранее, «кокколитовая» пачка характеризуется повышенными содержаниями органического углерода по сравнению с другими частями баженовской свиты [Эдер и др., 2015а]. Таким образом, в районах ее распространения можно ожидать больший нефтегенерационный потенциал баженовской свиты.

Распространение «кокколитовой» пачки, характеризуемой высокими сопротивлениями [Ясович, Поплавская, 1975] и повышенными значениями содержания керогена, по литературным данным было рассмотрено ранее [Эдер и др., 2015а]. Наиболее полная информация о распространении рассматриваемой пачки в различных районах ЗСБ представлена в работе Г.С. Ясовича и М.Д. Поплавской [1975]. По данным этих авторов, пачка с реликтами кокколитофоридовых водорослей, кроме салымского типа разреза баженовской свиты, также встречается: в средней части разреза тутлеймской свиты, отложения которой распространены западнее Обь-Иртышского междуречья (мощность 10—12 м); в верхнешаимской подсвите на территории Шаимского мегавала, в верхней пачке уватского [Ясович, Поплавская, 1975] или тобольского [Брадучан и др., 1986] типов разреза баженовской свиты (мощность 10—15 м).

Детальному изучению реликтов кокколитофорид в баженовской свите посвятили свои работы В.Н. Векшина [1962] и Ю.Н. Занин с соавторами [Zanin et al., 2012]. Последние из вышеупомянутых авторов описали шесть видов из пяти семейств (*Ellipsagelosphaera* Noel, *Watznaeria* Reinhardt, *Suclagelosphaera* Noel, *Tetralithus*, Gardet). Присутствие «кокколитовой» пачки и смена седиментации биогенной кремнистой на кремнисто-карбонатную отмечались ранее в районе Мансийской синеклизы на территории Салымского и близких к нему районов [Эдер и др., 2013, 2015а; Панченко и др., 2015; и др.]. По данным И.В. Панченко и соавторов [2015], вышеупомянутая смена характера седиментации баженовской свиты произошла на границе поздневожжского—ранневаланжинского времени.

С целью уточнения информации о распространении по разрезу и латерали карбонатсодержащей «кокколитовой» пачки баженовской свиты были построены профили, включающие кривые распределения оксида кальция (CaO) по разрезам скважин. Как можно видеть (рис. 4), «рассматриваемая» пачка наблюдается в верхней части баженовской свиты в Салымском, Северо-Сургутском районах и отмечается в Северном районе в центральной части Южно-Надымской мегамоноклизы (Среднепурпейское куполовидное мезоподнятия, Присклоновая площадь). В Южно- и Западно-Томском районах содержание кальцита в верхней части баженовской свиты заметно понижено (см. рис. 4), реликты кокколитофо-



рид здесь встречаются лишь в редких маломощных прослоях (мощность менее 0.5 м). В Новосибирском районе рассматриваемая пачка в баженовской свите отсутствует.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Определено, что для керогеновых силицитов абиморфных баженовской свиты значения соотношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ составляют 8—20, для силицитов биоморфных более 20, для микститов глинистых менее 3, для микститов остальных типов 4—7. Полученные результаты позволяют, избежав ошибки в пересчете химических анализов на минералогический состав, выделять в разрезе наиболее кремнистые породы — силициты и наиболее глинистые и наименее углеродистые — микститы глинистые.

Установлены особенности распространения силицитов биоморфных, являющихся потенциальными коллекторами. Наибольшая их мощность (2—4 м) наблюдается в Салымском районе, в некоторых разрезах Северо-Сургутского района. В разрезах Южно-Томского, Западно-Томского районов мощности рассматриваемых пород существенно сокращены (несколько сантиметров), в Новосибирском они отсутствуют.

Уточнены ареалы распространения известкового нанопланктона в верхнеюрско-нижнемеловом бассейне Западной Сибири. К информации предыдущих исследователей о нахождении «кокколитоидной» пачки в Салымском и Красноленинском районах мы можем добавить, что в конце седиментации баженовской свиты кокколитофоридовые водоросли были также развиты в Северо-Сургутском районе на территории Хантейской гемиантеклизы, а также в Северном районе в южной и центральной частях Южно-Надымской мегамоноклизы.

Авторы выражают благодарность Е.А. Костыревой за совместный отбор образцов керна и подготовку проб на анализы, С.В. Рыжковой за помощь в анализе данных ГИС, аналитикам АЦ ИГМ Л.А. Горчуковой, И.М. Фоминых, Н.Г. Кармановой и ИНГГ СО РАН — Н.В. Аксеновой за выполнение химических анализов пород. Отдельную благодарность выражаем академику А.Э. Конторовичу за постановку задачи и обсуждение результатов исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алекперов В.Ю., Грайфер В.И., Николаев Н.М., Карпов В.Б., Кокорев В.И., Нургалиев Р.Г., Палий А.П., Боксерман А.А., Клиничев В.А., Фомкин А.В. Новый отечественный способ разработки месторождений баженовской свиты (часть 1) // Нефтяное хозяйство, 2013, № 12, с. 100—105.

Алексеев А.Д. Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на Верхнем Салыме // Rogtec, 2013, вып. 34, с. 12—37.

Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины м-ба 1:5 000 000 / Ред. И.И. Нестеров. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1976, 24 с.

Балушкина Н.С., Калмыков Г.А., Кирюхина Т.А., Коробова Н.И., Корост Д.В., Соболева Е.В., Ступакова А.В., Фадеева Н.П., Хамидуллин Р.А., Шарданова Т.А. Закономерности строения баженовского горизонта и верхов абалакской свиты в связи с перспективами добычи нефти // Геология нефти и газа, 2013, № 3, с. 48—61.

Брадучан Ю.В., Гольберт А.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А., Булынникова С.П., Климова И.Г., Месежников М.С., Вячкилева Н.П., Козлова Г.Э., Лебедев А.И., Нальняева Т.И., Турбина А.С. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). Новосибирск, Наука, 1986, 217 с.

Векшина В.Н. Элементы палеогеографии мезозоя и палеогена Западно-Сибирской низменности по данным анализа диатомовых водорослей, кокколитофорид // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Западной Сибири. Тр. СНИИГГиМС. Сер. нефтяная геология, 1962, вып. 23, с. 103—108.

Гурари Ф.Г. О поисках нефти и газа в мезозое Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири: Тр. СНИИГГиМСа, 1961, вып. 17, с. 81—92.

Гурари Ф.Г. Глинистые битуминозные толщи — новый тип коллекторов нефти и газа // Коллекторы нефти и газа и флюидоупоры. Новосибирск, Наука, 1983, 159 с.

Гурари Ф.Г., Гурари И.Ф. Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1974, № 5, с. 36—40.

Гурова Т.И., Казаринов В.П. Литология и палеогеография Западно-Сибирской низменности в связи с нефтегазоносностью. М., Гостоптехиздат, 1962, 350 с.

Добрынин В.М., Мартынов В.Г. Модель и основные параметры пластового резервуара баженовской свиты Салымского месторождения нефти // Тр. ИГиРГИ, М., 1980, с. 26—27.

Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. Новосибирск, Изд-во СНИИГГиМСа, 1982, 138 с.

Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Некоторые аспекты формирования баженовской свиты в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера, 2005, № 4, с. 118—135.

Зарипов О.Г., Ушатинский И.Н. Природа коллектора и перспективы нефтегазоносности пород баженовской свиты // Тр. ЗапСибНИГНИ, Тюмень, 1976, № 110, с. 68—71.

Захаров В.А. Условия формирования волжско-берриасской высокоуглеродистой баженовской свиты Западной Сибири по данным палеоэкологии // Эволюция биосферы и биоразнообразие. М., Товарищество научных изданий КМК, 2006, с. 552—568.

Зубков М.Ю., Доронина Н.А. Геохимия пород баженовской свиты // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1982, с. 68—76.

Конторович А.Э., Сурков В.С., Трофимук А.А., Андрусевич В.Е., Афанасьев С.А., Гайдебурова Е.А., Гребенюк В.В., Данилова В.П., Запывалов Н.П., Иванов И.А., Казанский Ю.П., Карогодин Ю.Н., Каштанов В.А., Конторович В.А., Краснов В.И., Левчук М.А., Меленевский В.Н., Москвин В.И., Смирнов Л.В., Старосельцев В.С., Фомин А.Н., Фомичев А.С. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 2: Западно-Сибирский бассейн. Новосибирск, ОИГГМ СО РАН, 1994, 201 с.

Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Казаненков В.А., Конторович В.А., Костырева Е.А., Пономарева Е.В., Рыжкова С.В., Ян П.А. Баженовская свита — главный источник ресурсов нетрадиционной нефти в России // Электронный журнал «Георесурсы, геознергетика, геополитика», 2014, № 2 (10), с. 1—8.

Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика, 2016, т. 57 (11), с. 2034—2043.

Коньшева Р.А., Сахибгареев Р.С. О природе емкости в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Докл. АН СССР, 1976, т. 228 (5), с. 1197—1199.

Корж М.В., Филина С.И. Особенности литогенеза аргиллитов баженовской свиты и возможный механизм образования в них залежей нефти // Нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири / Ред. Н.А. Крылов. М., Изд-во ИГиРГИ, 1980, с. 6—17.

Коровина Т.А. Закономерности формирования и распространения коллекторов в битуминозных отложениях баженовской свиты для оценки перспектив нефтегазоносности западного склона Сургутского свода: Автореф. дис. ... к.г.-м.н. СПб., ФГУП ВНИГРИ, 2004, 27 с.

Немова В.Д. Особенности постседиментационных преобразований радиоляритов баженовской свиты // Материалы 8-го Всероссийского литологического совещания. М., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015, т. I, с. 247—249.

Немова В.Д., Колосков В.Н., Покровский Б.Г. Формирование карбонатизированных коллекторов в глинисто-кремнистых отложениях баженовского горизонта на западе Широкого Приобья // Разведка и охрана недр, 2011, № 12, с. 31—35.

Нестеров И.И. Новый тип коллектора нефти и газа // Геология нефти и газа, 1979, № 10, с. 26—29.

Нестеров И.И. Нефтегазоносность глинистых битуминозных пород // Строение и нефтегазоносность баженинов Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1985, с. 3—19.

Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тянь А.В. Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени, 1970, № 7, с. 1—3.

Панченко И.В., Балущкина Н.С., Барабошкин Е.Ю., Вишневская В.С., Калмыков Г.А., Шурекова О.В. Комплексы палеобиоты в абалакско-баженовских отложениях центральной части Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2015, т. 10, № 2, с. 1—29.

Полякова И.Д., Кроль Л.А., Перозио Г.Н., Предтеченская Е.А. Литолого-геохимическая классификация разрезов и седиментационная модель баженовской свиты // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (3), с. 240—251.

Предтеченская Е.А., Злобина О.Н. Баженовская свита как «промежуточный» коллектор в зонах тектонических нарушений // Материалы Всероссийской конференции. М., 2015. <http://conference.deerpoil.ru/index.php/materials/abstracts?start=3>

Предтеченская Е.А., Кроль Л.А., Гурари Ф.Г., Сапьяник В.В., Перозио Г.Н., Малюшко Л.Д. О генезисе карбонатов в составе баженовской свиты центральных и юго-восточных районов Западно-Сибирской плиты // Литосфера, 2006, № 4, с. 131—148.

Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.) Новосибирск, СНИИГГиМС, ИГНГ СО РАН, 2004, 114 с.

Розен О.М., Аббясов А.А., Мигдисов А.А., Ярошевский А.А. Программа MINLITH для расчета минерального состава осадочных пород: достоверность результатов в применении к отложениям древних платформ // *Геохимия*, 2000, № 4, с. 431—444.

Сараев С.В. Петрохимический метод в изучении минерального состава пород баженовской свиты Западной Сибири // *Геология и геофизика*, 1987, (10), с. 33—38.

Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты / Ф.Г. Гурари, Э.Я. Вайц, В.Н. Меленевский, В.И. Москвин, Г.Н. Перозио, Е.А. Предтеченская, Д.И. Рудницкая, О.Ф. Стасова, В.Х. Фролов, Л.А. Фролова. М., Недра, 1988, 199 с.

Ушатинский И.Н. Литология и перспективы нефтеносности юрско-неокомских битуминозных отложений Западной Сибири // *Советская геология*, 1981, № 2, с. 11—12.

Ушатинский И.Н., Ибрагимова Т.А. Особенности литологического строения баженовской свиты (месторождение Большой Салым) // *Нефтегазовая геология и геофизика*, 1982, № 11, с. 12—13.

Шурыгин Б.И., Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000, 480 с.

Эдер В.Г. Некоторые типы разрезов верхнеюрских баженовской и георгиевской свит Обь-Иртышского междуречья // *Геология и геофизика*, 2006, т. 47 (6), с. 746—754.

Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Занин Ю.Н., Ян П.А., Хабаров Е.М. Особенности формирования баженовской свиты на границе юры и мела в центральной части Западной Сибири // *Материалы VII Всероссийского литологического совещания*. Новосибирск, 2013, с. 309—312.

Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Занин Ю.Н., Ян П.А., Хабаров Е.М. Особенности формирования баженовской свиты на границе юры и мела в центральной части Западной Сибири // *Литосфера*, 2015а, № 4, с. 17—32.

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

Ясович Г.С., Поплавская М.Д. К стратиграфии битуминозных отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской равнины // *Материалы по геологии нефтегазоносных районов Западной Сибири*. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1975, № 102, с. 28—57.

Zanin Yu.N., Zamirailova A.G., Eder V.G. Some calcareous nannofossils from the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Bazhenov Formation of the West Siberian marine basin, Russia // *Open Geol. J.*, 2012, № 6, p. 25—31.

Zoback M.D. Reservoir geomechanics. Cambridge University Press, 2010, 445 p.

*Поступила в редакцию
29 августа 2016 г.*