

*М. А. Фомин<sup>1\*</sup>, А. Г. Замирайлова<sup>1</sup>, Р. М. Саитов<sup>1</sup>*

## **Литология баженовской свиты на Малобалыкском месторождении и соседних площадях (ХМАО, Западная Сибирь)**

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: FominMA@ipgg.sbras.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения четырех разрезов баженовской свиты и перекрывающих отложений в центральной части Мансийской синеклизы, которые основываются на комплексном анализе аналитических литолого-геохимических исследований кернового материала и данных широкого набора ГИС. Основой для исследования послужила информация по 233 образцам керна, отобранных с шагом 0,3-0,4 м. Для литологической характеристики разрез баженовской свиты был разделен на пять пачек, которые отличаются по соотношению содержаний углеродистой, глинистой, кремнистой и карбонатной компонент пород, что определяется обстановками седиментации. Первые две пачки характеризуются повышенными содержаниями кремнистого и глинистого материала, третья – существенным ростом (90% в разрезе) кремнистой составляющей, четвертая – увеличенными концентрациями органического вещества. На границе четвертой и пятой пачек зафиксирована смена биогенной кремниевой седиментации на карбонатно-кремниевую. В пятой пачке плавно возрастает содержание карбонатного материала, выделяется «кокколитовый» уровень, отмечаются многочисленные фрагменты двустворок. Анализ степени пиритизации железа показал, что во время накопления баженовской свиты в бассейне существовали высоковосстановительные условия литогенеза. Вышележащие отложения подачимовской толщи формировались в умеренно восстановительных обстановках в условиях проградации береговой линии и значительного увеличения в разрезе доли терригенного материала.

**Ключевые слова:** баженовская свита, Западная Сибирь, керн, геофизические исследования скважин, литологический состав, палеогеография

*М. А. Fomin<sup>1\*</sup>, A. G. Zamirailova<sup>1</sup>, R. M. Saitov<sup>1</sup>*

## **Lithology of the Bazhenov formation at the Malobalykskoye field and nearby areas (Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Western Siberia)**

<sup>1</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,  
Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: FominMA@ipgg.sbras.ru

**Abstract.** The article presents the results of studying four sections of the Bazhenov Formation and overlying deposits in the central part of the Mansi syncline, which are based on a comprehensive analysis of analytical lithological and geochemical studies of core material and data from a wide range of well logging. The basis for the study was information on 233 core samples taken with a step of 0.3-0.4 m. For lithological characteristics, the section of the Bazhenov formation was divided into five members, which differ in the ratio of the contents of the carbonaceous, clay, siliceous and carbonate components of the rocks, which determined by the conditions of sedimentation. The boundaries of the members were determined by their lithological composition, and then corrected for well logs. The first two members are characterized by elevated contents of siliceous and clayey material,

the third – by a significant increase (90% in the section) of the siliceous component, the fourth – by increased concentrations of organic matter. At the boundary of the fourth and fifth members, a change from biogenic silicic sedimentation to carbonate-siliceous sedimentation was recorded. In the fifth member, the content of carbonate material gradually increases, the “coccolithic” level is distinguished, and numerous fragments of bivalves are noted. An analysis of the degree of iron pyritization showed that during the accumulation of the Bazhenov Formation in the basin, there were highly reducing conditions of lithogenesis. The overlying deposits of the Podamamovskaya strata were formed under moderately reducing conditions under conditions of coastline progradation and a significant increase in the proportion of terrigenous material in the section.

**Keywords:** Bazhenov Formation, Western Siberia, core, well logging, lithological composition, paleogeography

### *Введение*

Высокоуглеродистая карбонатно-глинисто-кремнистая баженовская свита ранне-поздневолжского возраста [1] сформировалась в результате региональной трансгрессии моря в Западно-Сибирском осадочном бассейне в волжском веке и распространена на значительной его части, замещаясь в периферийных областях одновозрастными аналогами [2]. Основными породообразующими компонентами свиты являются биогенный кремнезем, карбонатный материал, глинистое вещество, кероген и образовавшийся в диагенезе пирит. Средняя мощность баженовских пород в центральной части бассейна составляет от 20 до 35 м.

В результате детальных исследований, выполненных в последнее десятилетие специалистами разных организаций, было установлено, что для этих отложений характерна существенная литологическая неоднородность не только по вертикали, но и по латерали – разрезы, находящиеся всего в нескольких десятках километров друг от друга могут иметь значимые различия в минерально-компонентном составе пород, связанные с локальными палеогеографическими особенностями региона и процессами вторичного минералообразования в диа- и катагенезе. Выбранные авторами 2 разреза на Малобалыкском месторождении и еще 2 разреза на расположенных в непосредственной близости площадях (рис. 1) ранее не изучались с полным отбором керн. Учитывая большую литологическую неоднородность баженовской свиты изложенные в статье результаты представляются актуальными и будут являться вкладом в понимание процессов формирования и последующего преобразования этих черносланцевых отложений.

### *Методы и материалы*

Исследование основывается на данных лабораторного изучения 233 образцов керн баженовской свиты и перекрывающих отложений, отобранных с шагом 0,2-0,4 м, и результатах интерпретации широкого комплекса ГИС. В скв. М-1 образцами охарактеризован весь разрез, в скв. М-2 – его верхняя и средняя части, в скважине М-3 изучен керн из нижней, а в скважине М-4 – из верхней части разреза баженовской свиты. Общий объем выполненных аналитических исследований керн:

- Пиролитические исследования – 233 образца
- Рентгено-флуоресцентный анализ и определение форм железа и серы – 180 образцов

- Поляризационная микроскопия – 167 образца
- Сканирующая электронная микроскопия – 90 образцов

На основе результатов этих аналитических исследований авторами был проведен пересчет химического состава пород на минеральный по методике [3]. По результатам пересчета каждому образцу было присвоено литологическое название согласно классификации, разработанной в ИНГГ СО РАН [4].

Комплекс ГИС в рассматриваемых скважинах представлен диаграммами электрического (БК, БКЗ, ПС, МБК, МПЗ, МГЗ, PZ), радиоактивного (ГК, НГК, НКТб и НКТм, ГГК-П) и электромагнитного (ИК, ВИКИЗ) каротажа, а также кверномером. Сопоставление результатов исследования керна и материалов ГИС выполнено в программном пакете GeoOffice Solver.

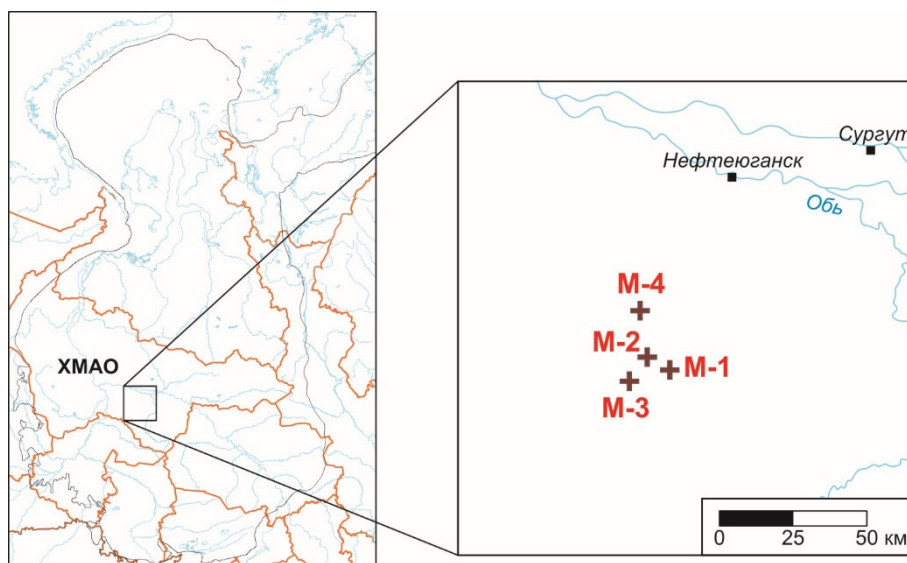


Рис. 1. Обзорная карта района исследования

### ***Результаты и их обсуждение***

С точки зрения палеогеографии изученные разрезы расположены в пределах наиболее глубоководной зоны волжского моря [5]. Для литологической характеристики разрез баженовской свиты был разделен на пять пачек, которые отличаются по соотношению содержаний углеродистой, глинистой, кремнистой и карбонатной компонент пород, что определяется обстановками их седиментации. Ранее подобное выделение было предложено в работе [6]. Границы пачек были сначала определены по их литологическому составу, а затем скорректированы с учетом ГИС. Первые три пачки характеризуются повышенными содержаниями кремнистого и глинистого материала, четвертая и пятая – увеличенными концентрациями органического вещества. Пятая пачка также характеризуется высоким содержанием в разрезе карбонатного материала. Ниже приводится подробное литологическое описание пачек баженовской свиты (снизу-вверх по разрезу). Средние содержания основных породообразующих компонентов в пачках и различных литотипах приведены в таблицах 1 и 2. Пирит в виде мелкой сыпи и стяже-

ний неправильной формы распространен беспорядочно по всему разрезу свиты. Показатели степени пиритизации по разрезу баженовской свиты изменяются от 0,74 до 0,97, что указывает на высоковосстановительные условия формирования пород, которые способствуют сохранению ОВ в осадке.

Таблица 1

Среднее содержание основных породообразующих компонентов  
в пачках и слоях баженовской свиты

Пачки	Слои	Кол-во обр.-ов	Кремн. матер.	Глин. матер.	Карб. матер.	ПШ	ОВ	Пирит
Подач	-	18	19,39	47,24	4,30	12,96	6,31	9,79
5	5с	9	14,53	23,35	20,06	8,36	17,46	16,23
5	5b	19	21,86	9,61	39,75	7,42	12,54	8,83
5	5a	30	42,27	14,07	8,55	7,96	17,47	9,67
4	-	14	53,24	12,15	1,17	7,69	17,48	8,30
3	3b	26	75,67	8,50	1,20	3,46	7,27	3,91
3	3a	21	54,42	18,21	1,33	6,78	13,32	5,94
2	-	23	42,85	24,15	6,92	6,77	13,15	6,16
1	-	20	40,23	25,61	9,51	8,41	10,73	5,53

Таблица 2

Среднее содержание основных породообразующих компонентов  
в различных литотипах баженовской свиты

Литотип	Кол-во обр.-ов	Кремн. матер.	Глин. матер.	Карб. матер.	ПШ	ОВ	Пирит
Аргиллиты	6	13,44	57,87	1,12	12,35	5,50	8,77
Микститы глинистые и кероген-глинистые	14	19,04	40,84	6,27	11,91	8,96	12,30
Микстит керогеновый	4	14,27	19,22	8,58	8,80	25,59	22,33
Известняк керогено- вый, карбонат, доломит	11	10,81	5,70	63,53	4,74	7,88	6,85
Микститы кероген- карбонатно-кремни- стые	13	27,40	14,85	29,56	7,53	11,68	8,15
Микститы кероген- кремнистые	36	40,24	15,71	7,62	8,65	17,13	9,61
Микститы кероген- глинисто-кремнистые	33	40,18	28,91	3,43	8,48	12,31	5,99
Силициты керогено- вые	45	57,42	13,72	1,48	6,36	14,31	6,25
Силициты	18	80,11	6,53	1,60	2,72	5,46	3,03

**Первая пачка** в изученных разрезах имеет мощность от 4,3 м до 5,6 м. В ее основании залегают микститы кероген-глинисто-кремнистые. В верхней половине пачки незначительно увеличивается количество карбонатного материала, что позволяет выделить здесь микститы карбонатно-кремнистые и кремнисто-глинисто-карбонатные. Также в разрезах этой пачки встречаются единичные прослои силицитов керогеновых. Среднее содержание кремнистого материала составляет 57,42 %, глинистого – 13,72 %, керогена – 14,31 % (табл. 2).

**Вторая пачка** по литологическому составу близка к первой. В изученных разрезах она имеет мощность от 5,3 до 6,2 м. Ее нижняя часть представлена микститами кероген-глинисто-кремнистыми. В одном из разрезов в верхней половине пачки возрастает содержание кремнистого материала (до 60 %), что позволяет наряду с вышеуказанными микститами выделить здесь силициты керогеновые. В средней части пачки залегают карбонатный прослой толщиной не более 1 м. В одном разрезе он представлен микститом кероген-карбонатно-кремнистым, в другом – доломитом (содержание доломитового материала 72%) мелкокристаллическим массивным, иногда – апорядиоляриевым.

На каротажных диаграммах пачки 1 и 2 представлены более высокими относительно подстилающей абалакской свиты значениями бокового и низкими показателями индукционных методов каротажа (рис. 2). Отмечаются локальные увеличения естественной радиоактивности пород, связанные с повышенными (15-18%) концентрациями органического вещества (ОВ) в породах. В целом, значения ГК плавно возрастают снизу-вверх по разрезу. Запись нейтронного каротажа спокойная; небольшой рост значений наблюдается с увеличением в разрезе карбонатной составляющей. Форма кривой ГГК-П ровная, повышенные значения связаны с более кремнистыми и карбонатными интервалами разреза.

**Пачка 3** состоит из двух литологически различных слоев, граница между которыми проводится по резкому увеличению в разрезе кремнистого материала. Присутствие высококремнистых пород в средней части разреза баженовской свиты отмечалось еще на ранних стадиях ее изучения [7, 8]. *Слой 3а* представлен силицитами керогеновыми с прослоями микститов кероген-глинисто-кремнистых и кероген-кремнистых. Мощность слоя 3а в изученных разрезах изменяется от 2 до 3,5 м. На каротажных диаграммах слой 3а имеет практически те же свойства, что и пачка 2. *Слой 3б* отличается от выше- и нижезалегающих пород существенным увеличением (до 90%) в разрезе содержания кремнистого материала и уменьшением до первых процентов концентраций ОВ. Слой представлен силицитами, в том числе керогеновыми, а также силицитами-радиоляритами – породами, на 60-70% сложенными реликтами радиолярий округлой (0,05-0,10 мм) и конусообразной (0,20 мм) формы. Мощность слоя 3б достигает 5 м. На каротажных диаграммах слой 3б характеризуется резким увеличением значений плотностного и нейтронных видов каротажа, снижением естественной радиоактивности породы времени пробега акустической волны, что характерно для высококремнистых интервалов с низким содержанием органического вещества. Верхняя граница третьей пачки проводится по некоторому уменьшению в разрезе кремнистой составляющей и существенному росту концентраций органического вещества.

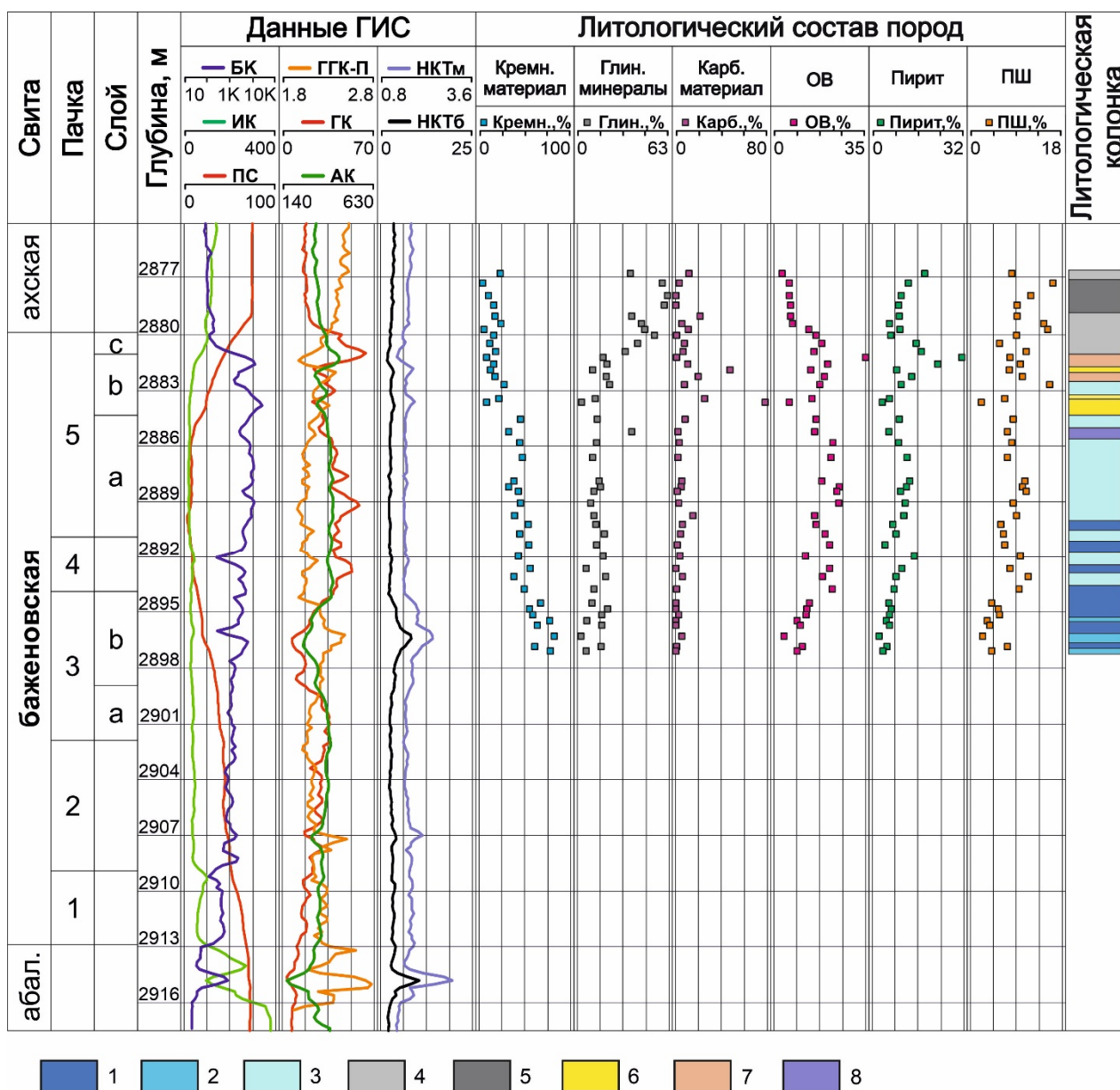


Рис. 2. Геолого-геофизический планшет по скважине М-4

Названия пород в соответствии с [4]: 1 – силицит керогеновый, 2 – силицит, 3 – микстит кероген-кремнистый, 4 – микстит кероген-глинистый, 5 – аргиллит, 6 – известняк, 7 – микстит керогеновый, 8 – микстит кероген-глинисто-кремнистый.

С пачки 4 начинается верхняя, наиболее углеродистая, часть разреза баженновской свиты. Литологически этот интервал достаточно однороден и представлен силицитами керогеновыми и микститами кероген-кремнистыми. По сравнению с пачками 1-3 характеризуется существенным увеличением средних концентраций органического вещества до 17,5% (табл. 1), в отдельных образцах оно достигает 20-22%. Основным породообразующим компонентом, по-прежнему, является кремнистый материал, представленный в скрытокристаллической форме. Мощность пачки 4 в изученных разрезах изменяется от 2,6 до 4,8 м. В связи с

существенным увеличением в разрезе концентраций органического вещества на каротажных кривых эти отложения характеризуются существенным увеличением естественной радиоактивности и электрического сопротивления, уменьшением плотности, ростом значений акустического каротажа. В верхней части пачки фиксируется локальный пик повышенных значений нейтронных видов каротажа, связанный с высококремнистым (до 62 %) интервалом разреза.

В перекрывающих четвертую пачку отложениях плавно возрастает содержание карбонатного материала, что свидетельствует о смене в изученных разрезах биогенной кремниевой седиментации на карбонатно-кремнистую. Аргументированное обсуждение этой чрезвычайно интересной и сегодня до конца не решенной проблемы приведено в работе В.Г. Эдер с соавторами [9]. **Пачка 5**, которая завершает разрез баженовской свиты. Она разделяется на 3 слоя, которые имеют различный литологический состав. Нижний слой, 5а, сложен высокоуглеродистыми преимущественно кремнистыми породами. Слой 5b выделяется в разрезе по преобладанию в составе карбонатного материала, в основном, кальцита. В слой 5с объединены высокоуглеродистые сильно пиритизированные породы. Ранее аналогичное выделение слоев было предложено в работе [6]. Общая толщина пачки 5 в изученных разрезах изменяется от 8,2 до 11,9 м. Мощность выделенных слоев внутри нее варьирует достаточно сильно, что связано с локальными палеогеографическими условиями седиментации.

**Слой 5а** характеризуется несколько меньшим по сравнению с пачкой 4 содержанием кремнистого материала, увеличением до 18% концентрации карбонатных минералов, и представлен, в основном, микститами кероген-кремнистыми. В средней части слоя обнаружены многочисленные скелеты радиолярий различной степени сохранности (рис. 3А). Большая их часть раскристаллизована, пустотное пространство заполнено керогеном (рис. 3Б), глинистым, кремнистым либо карбонатным материалом (рис. 3В, Г), иногда – крупными кристаллами пирита (рис. 3Е). На рисунке 3Д приведен снимок хорошо сохранившегося скелета радиолярии, предположительно *Williriedellum salymicum* (Kozlova) согласно [10]. На каротажных диаграммах слой 5а выделяется высокими показателями естественной радиоактивности и электрического сопротивления и относительно пониженными значениями плотностного каротажа. В верхней части слоя отмечается локальный пик на кривых нейтронных видов каротажа, который отвечает повышенным содержаниям в разрезе кремнистого материала.

**Слой 5b** уверенно выделяется в разрезе по существенному увеличению карбонатного материала. Этот уровень представлен известняками, в т.ч. керогеновыми, породами с примерно равным содержанием кальцитового и доломитового материала, которые в настоящей статье названы «карбонатами», различными микститами с преобладанием керогена, кремнистого и карбонатного материала. Мощность слоя изменяется от 1,8 до 4,6 м. Основными породообразующими организмами этого слоя являются многочисленные остатки кокколитофоридовых водорослей, поэтому его еще называют «кокколитовым» или «кокколитовой пачкой» [6, 11]. В центральной части этого карбонатного уровня в виде тонкого, 0,3-0,4 м, прослоя залегают микститы кероген-кремнистые. Эти породы встречены

во всех изученных разрезах. Кокколитофорид в них не обнаружено. В связи с преобладанием в составе карбонатного материала и уменьшением концентраций ОВ на каротажных диаграммах слой 5b характеризуется пониженными значениями естественной радиоактивности, повышенными показателями плотностного и нейтронных видов каротажа.

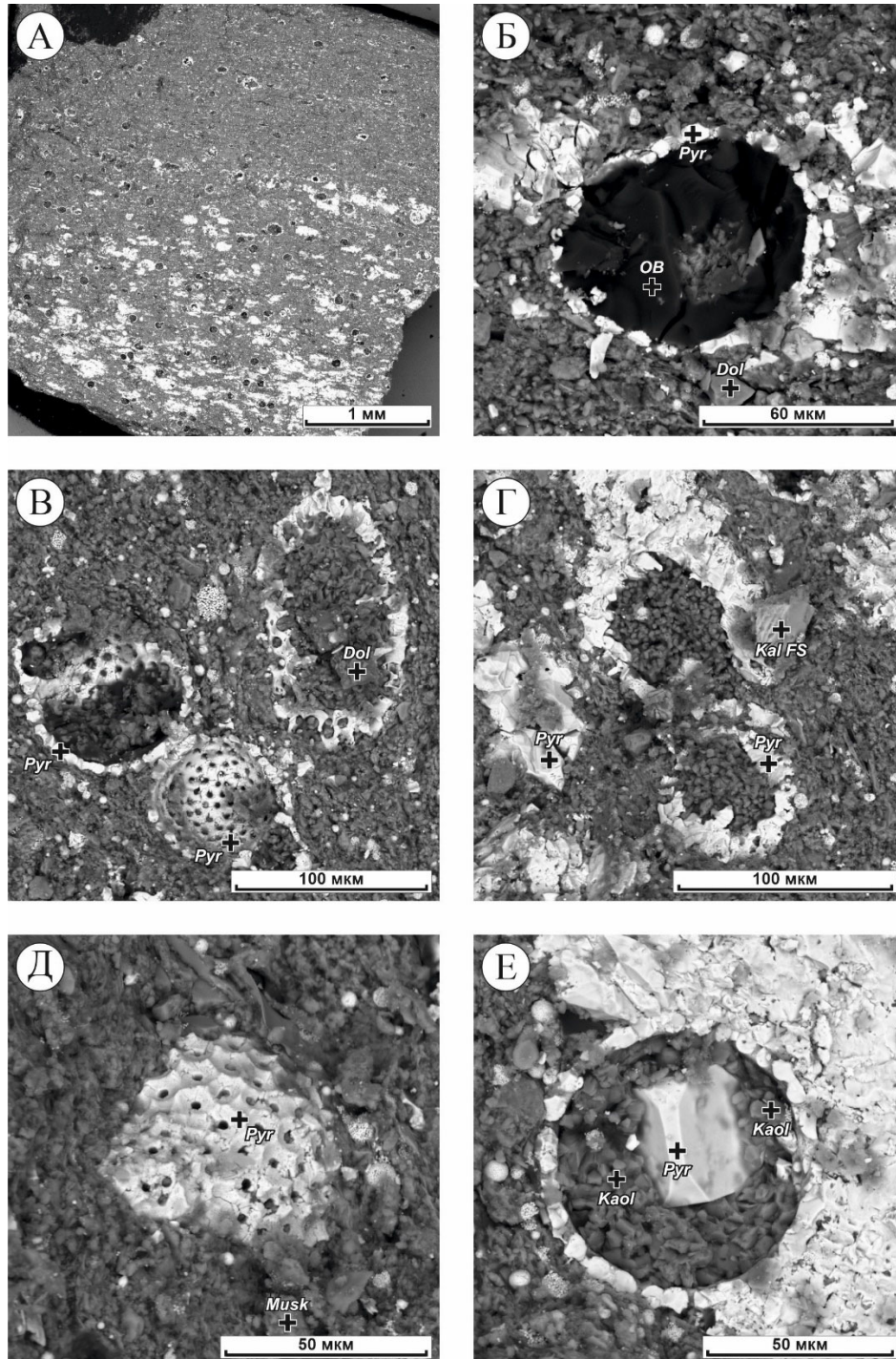


Рис. 3. Радиоларии различной степени сохранности в микститах кероген-кремнистых, слой 5а, М-2, гл. 3013.54 м.

ОВ – органическое вещество, Pyr – пирит, Dol – доломит, Kal FS – калиевый полевой шпат, Musk – мусковит, Kaol – каолинит.



*Слой 5с* завершает разрез баженовской свиты и является переходным уровнем к вышележащей подачимовской толще. Его общая мощность в изученных скважинах не превышает 1,5 м. Нижняя половина слоя представлена микститами керогеновыми с содержанием ОВ 22-34 %. Отмечаются повышенные концентрации пирита (22-31 %), связанные с этим органическим веществом.

Верхняя половина слоя является переходной к вышележащей подачимовской толще. В двух изученных разрезах она представлена по-разному. В разрезе скважины М-4 она имеет преимущественно глинистый состав и сложена микститами кероген-глинистыми. Содержание глинистых минералов достигает 40%, в них отмечаются повышенные концентрации титана. В разрезе скважины М-2 в верхней части слоя 5с отмечается существенное увеличение карбонатного материала. Основная масса этих пород представлена массивным кальцитом с подчиненным содержанием глинистого и кремнистого материала. По-видимому, верхняя часть слоя 5с во втором разрезе накапливалась на возвышенном участке палеодна волжского моря, что и обусловило ее значительную карбонатность. Ввиду повышенной концентрации ОВ слой 5с на каротажных диаграммах выделяется резким пиком на кривой ГК, локальным минимумом на кривых плотностного и нейтронных видов каротажа, повышенными значениями электрического сопротивления.

Нижняя часть *подачимовской толщи* представлена микститами глинистыми и аргиллитами. В нижней части подачимовской толщи значения степени пиритизации железа изменяются от 0,66 до 0,85, что говорит о смене высоковосстановительных условий литогенеза, характерных для баженовской свиты, на умеренно восстановительные обстановки. Подачимовская толща накапливалась в условиях постепенной регрессии моря и проградации береговой линии в центральную часть Западно-Сибирского бассейна. В этой связи в разрезах наблюдается уменьшение от 6,5 до первых процентов концентраций ОВ и существенный рост глинистой составляющей до 62 %. Средние концентрации кремнистого материала составляют 20 %.

### ***Заключение***

Анализ фактического материала показал, что нижняя часть разреза баженовской свиты в центральной части Мансийской синеклизы представлена микститами кероген-глинисто-кремнистыми (пачки 1-2) с единичными прослоями двустворок. Во второй пачке несколько увеличивается содержание органического и кремнистого вещества. Наибольшее содержание керогена и кремнистого материала отмечается в средней части разреза (пачки 3-4), представленной силицитами керогеновыми и силицитами. В третьей пачке силициты частично представлены силицитами-радиоляритами (биоморфные), где радиолярии встречаются в виде прослоев, заключенных в глинисто-кремнистый материал. Четвертая пачка сложена силицитами скрытокристаллическими (абиоморфными) с равномерным распределением рассеянного в породе скрытокристаллического кремнезема или с линзами аутигенного кремнезема. Верхняя часть разреза (пачка 5) представлена высокоуглеродистыми микститами кероген-кремнистыми (слой 5а), микститами

кероген-карбонатно-кремнистыми, где основными породообразующими организмами являлись кокколитофоридовые водоросли (слой 5b) и микститами керогеновыми (слой 5c). В слоях 5a и 5b помимо радиолярий отмечаются многочисленные прослои двустворок.

Анализ степени пиритизации железа показал, что во время накопления баженовской свиты в бассейне существовали высоковосстановительные условия литогенеза. Вышележащие отложения подачимовской толщи формировались в умеренно восстановительных обстановках в условиях проградации береговой линии и значительного увеличения в разрезе доли терригенного материала.

### *Благодарности*

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта НИР FWZZ-2022-0012 Программы ФНИ.

Авторы выражают благодарность членам-корреспондентам РАН Никитенко Б.Л. и Шурыгину Б.Н. за консультации по определению палеонтологических остатков в баженовской свите; к.г.-м.н. К.В. Долженко, Н.Г. Кармановой, Л.М. Горчуковой, И.М. Фоминых за качественно выполненные анализы горных пород.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решение 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.
2. Рыжкова С.В., Бурштейн Л.М., Ершов С.В., Казаненков В.А., Конторович А.Э., Конторович В.А., Нехаев А.Ю., Никитенко Б.Л., Фомин М.А., Шурыгин Б.Н., Бейзель А.Л., Борисов Е.В., Золотова О.В., Калинина Л.М., Пономарева Е.В. Баженовский горизонт Западной Сибири: строение, корреляция и толщины // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 7. – № 59. – С. 1053-1074.
3. Розен О.М., Аббясов А.А., Мигдисов А.А. и др. Программа MINLITH для расчета минерального состава осадочных пород: достоверность результатов в применении к отложениям древних платформ // Геохимия. – 2000. – № 4. – С. 431-444.
4. 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.
5. Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В., Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. // Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – №8. – С. 972-1012.
6. Панченко И.В., Немова В.Д., Смирнова М.Е., Ильина М.В., Барабошкин Е.Ю., Ильин В.С. Стратификация и детальная корреляция баженовского горизонта в центральной части Западной Сибири по данным литолого-палеонтологического изучения керна и ГИС // Геология нефти и газа. – 2016. – №6. – С. 22-34.
7. Ушатинский И.Н. Литология и перспективы нефтеносности юрско-неокомских битуминозных отложений Западной Сибири // Советская геология. – 1981. – № 2. – С. 11-22.
8. Нестеров И.И. Нефтегазоносность глинистых битуминозных пород // Строение и нефтегазоносность баженигов Западной Сибири. – Тюмень, 1985. – С. 3-19.
9. Эдер В.Г., Рыжкова С.В., Дзюба О.С., Замирайлова А.Г. Литостратиграфия и обстановки седиментации баженовской свиты (Западная Сибирь) в центральном, юго-восточном и

северном районах ее распространения // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2022. – Т. 30. – №5. – С. 46-74.

10. Амон Э.О., Вишневская В.С., Гатовский Ю.А., Жегалло Е.А. К вопросу о разнообразии микрофоссилий баженовского горизонта Западной Сибири (поздняя юра – ранний мел) // Георесурсы. – 2021. – Т. 23. – №3. – С. 118-131.

11. Эдер В.Г., Замирайлова А.Г., Ян П.А. Закономерности распространения кремнистых пород и "кокколитовой" пачки баженовской свиты // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58. – № 3-4. – С. 511-521.

© М. А. Фомин, А. Г. Замирайлова, Р. М. Саитов, 2023