

Научная статья

УДК 551.83+551.734.5 (470.57)

DOI: 10.31084/2619-0087/2022-1-2

ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА В РАЗРЕЗЕ МЕНДЫМ (ИНЗЕРО-УСОЛЬСКИЙ ПРОГИБ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Е. Н. Горожанина, В. М. Горожанин

*Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, gorozhanin@ufaras.ru*

В статье рассмотрены литофациальные особенности карбонатных пород верхнего девона в разрезе Мендым, в скальных выходах по правому и левому берегу р. Мендым, протекающей через пос. Мендым. В породах выделено пять литофаций: микрозернистые вакстоуны с аммоноидеями, криноидно-брахиоподовые ракушняка — рудстоуны-грейнстоуны в верхах франского яруса; комковато-брекчиевидные вакстоуны с аммоноидеями, биотурбированные вакстоуны с кальцисферами и пелоидно-сгустковые пакстоуны с фораминиферами в фаменском ярусе. Комплекс литофациальных признаков указывает на условия глубоководного шельфа рампового типа с влиянием штормов.

Ключевые слова: фамен, биотурбирование, вакстоун, ракушняк, Камско-Кинельская система прогибов, темпеститы, глубоководный шельф, рамп, аммоноидеи, конодонты, фораминиферы, Южный Урал.

Благодарности: Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИГ УФИЦ РАН по темам гос. заданий FMRS-2022–0010 и FMRS-2022–0015.

Original article

LITHOFACIAL FEATURES OF THE UPPER DEVONIAN SEDIMENTS IN THE MENDYIM SECTION (INZER-USOLSKY TROUGH, SOUTHERN URALS)

E. N. Gorozhanina, V. M. Gorozhanin

*Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of RAS,
16/2, K. Marx St., Ufa, 450077, Russia, gorozhanin@ufaras.ru*

The article considers the lithofacial features of Upper Devonian carbonate rocks in the Mendym section, in rock outcrops along the right and left banks of the Mendym River flowing through the Mendym settlement. Five lithofacies were identified in the rocks: micro-grained wackstones with ammonoids, crinoid-brachiopod coquina — rudstones-grainstones at the upper part of the Frasnian; lumpy-breccia-like wackstones with ammonoids, bioturbated wackstones with calcispheres and peloid-clumped packstones with foraminifera in the Famennian. The complex of lithofacial features indicates the conditions of the deep-sea shelf of the ramp type with the influence of storms.

Keywords: Famennian, bioturbation, wackstone, coquina, Kamsko-Kinel trough system, tempestites, deep-sea shelf, ramp, ammonoids, conodonts, foraminifera, Southern Urals.

Acknowledgements: The work was carried out in accordance with the research plans of the IG UFRC RAS on the topics of the state tasks FMRS-2022–0010 and FMRS-2022–0015.

Для цитирования: Е. Н. Горожанина, В. М. Горожанин Литофациальные особенности отложений верхнего девона в разрезе Мендым (Инзоро-Усольский прогиб, Южный Урал) // Геологический вестник. 2022. № 1. С. 23–31. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-1-2

For citation: E. N. Gorozhanina, V. M. Gorozhanin. (2022) Lithofacial features of the Upper Devonian sediments in the Mendym section (Inzer-Usolsky trough, Southern Urals). *Geologicheskii vestnik*. 2022. No. 1. P. 23–31. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-1-2

© Е. Н. Горожанина, В. М. Горожанин, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Карбонатные отложения верхнего девона в восточной части Волго-Уральской нефтегазоносной области образуют так называемую тройственную формацию [Королюк и др., 1983], которая объединяет отложения зон поднятий (сводов), рифов и прогибов. Карбонатные комплексы этой формации широко развиты на востоке Восточно-Европейской платформы в зоне распространения Камско-Кинельской системы прогибов (ККСП) и подразделяются по типам разрезов на депрессионные, бортовые и сводовые [Сюндюков, 1975]. Они вскрыты многочисленными нефтепоисковыми скважинами. Система Камско-Кинельских прогибов контролировала распределение фаций, начиная с верхнего франа по тульское время (визейский век) [Мирчинк и др., 1962; Чувашов, 1968; Краузе и др., 1974]. Одна из ветвей ККСП — расположенный субширотно Актаныш-Чишминский прогиб, продолжается в складчатых структурах западного обрамления Башкирского мегантиклинория Южного Урала, где он выделен под названием Инзеро-Усольского прогиба [Юнусов, 1965; Лозин, 2015].

Верхнедевонские комплексы на территории западного склона Южного Урала изучались многими исследователями [Домрачев, 1952; Маслов, 1958; Тяжева, 1961; Чувашов, 1968; Абрамова, 1999]. Шельфовые и биогермные фации описаны в разрезе Аскын [Абрамова, 1999], расположенном севернее. Отложения северного и южного склонов Инзеро-Усольского прогиба выходят, соответственно, в разрезах Усуylie и Сиказа [Путеводитель..., 1995; Пазухин и др., 2009; Горожанина и др., 2019]. Нами проведено изучение литологических особенностей карбонатных пород в разрезе Мендым, положение которого соответствует центральной зоне Инзеро-Усольского прогиба (рис.1).

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Методы исследования включают анализ опубликованных и фондовых материалов, литологическое описание пород, зарисовки по фотографиям, характеристику слоистости, выделение литотипов и литофаций, фациальный анализ отложений, исследование пород в шлифах. Материалом для исследования послужили образцы, штуфы и шлифы пород. Выделение литофаций пород проведено по комплексу макро и микро-призна-

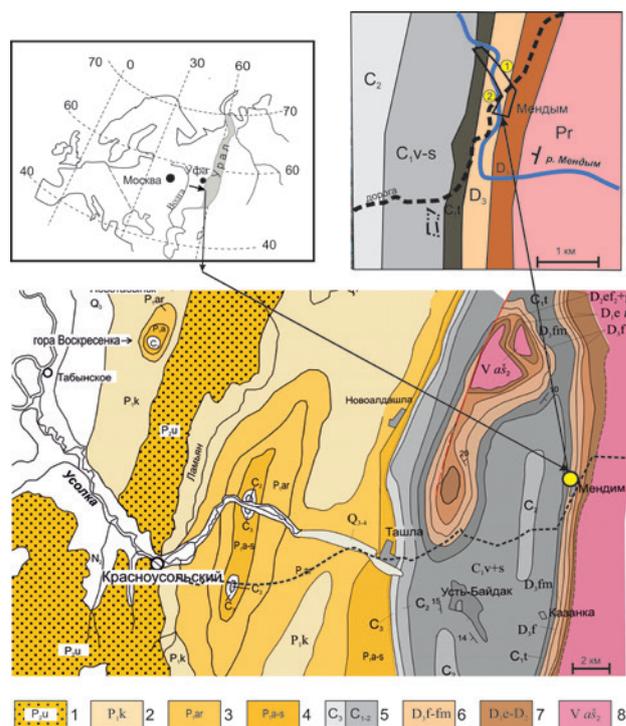


Рис.1. Фрагмент геологической карты западного склона Южного Урала (составлена на основе геологической карты N-40-XXI, масштаб 1:200000 [Синицын, Синицина, 1968]) и местоположение точек опробования (в кружках — номера обнажений) в районе пос. Мендым (Мендим).

Условные обозначения: 1 — отложения уфимского яруса верхней перми; 2, 3, 4 — отложения нижней перми: 2 — кунгурского яруса; 3 — артинского яруса; 4 — сакмарского и ассельского ярусов; 5 — отложения верхнего, среднего и нижнего карбона; 6 — известняки верхнего девона; 7 — отложения нижнего и среднего девона; 8 — породы докембрия.

Fig.1. A fragment of the geological map of the western slope of the Southern Urals (compiled on the basis of the geological map N-40-XXI, scale 1:200000 [Sinitsyn, Sinitsina, 1968]) and the location of the sampling points (in circles — the numbers of outcrops) in the area of the village of Mendym (Mendim).

Symbols: 1 — deposits of the Ufimian stage of the Upper Permian; 2, 3, 4 — deposits of the Lower Permian: 2 — Kungurian; 3 — Artinskian; 4 — Sakmarian and Asselian; 5 — deposits of the Upper, Middle and Lower Carboniferous; 6 — the Upper Devonian limestones; 7 — deposits of the Lower and Middle Devonian; 8 — Precambrian rocks.

ков. Описание микрофаций дано по терминологии Данэма [Dunham, 1962]. Показано распределение литофаций по разрезу, что позволило определить особенности условий осадконакопления. Для литологического анализа использованы опубликованные и фондовые материалы, и биостратиграфические данные.

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ РАЗРЕЗА МЕНДЫМ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБНАЖЕНИЙ

Разрез Мендым расположен в западной части Башкирского мегантиклинория в 30 км к востоку от пос. Красноустьинский (рис. 1). Темно-серые толсто-плитчатые известняки фаменского яруса верхнего девона обнажаются в скальных выходах по правому и левому берегам р. Мендым, протекающей через пос. Мендым, на восточной и западной окраинах поселка. Обнажение 1 находится на восточной окраине пос. Мендым ($N53^{\circ}55'26.7''$; $E56^{\circ}47'59.2''$), где в борту ручья выходят полого залегающие толсто-средне-плитчатые темно-серые участками розоватые, прослоями крупно раковинные известняки с аммоноидеями (рис. 2а, б). В 5 м выше по склону — выходы пластов темно-серого известняка с аммоноидеями.

Обнажение 2 находится на западной окраине пос. Мендым ($N53^{\circ}55'16.4''$; $E56^{\circ}46'12.6''$) — у моста через реку в крупном скальном обнажении по левому берегу р. Мендым (рис. 1) выходят темно-серые толсто-и средне плитчатые известняки мощностью свыше 20 м (рис. 2в-е). В нижней части обнажения (снизу вверх от уреза воды) — известняки комковатые, нодулярные (рис. 2г), толщина пласта 1.5 м. На них залегают известняки толсто-плитчатые с многочисленными ходами илоедов (рис. 2д). Выше них — известняки массивные и плитчатые с конкрециями черных кремней (рис. 2е). Пласты известняков полого погружаются на запад.

Возраст отложений в верхней части обн. 1 (обр. 3) и в обн. 2 (обр. 5) определен по конодонтам как фаменский (устное сообщение Ю. А. Гатовского), причем конодонты в обнажении 1 более древние, чем в обнажении 2.

В структурно-фациальном отношении разрез Мендым расположен вблизи центральной части Инзеро-Устьинского прогиба. Отложения франского и фаменского яруса здесь представлены глубоко-водными фациями — темно-серыми и черными плитчатыми известняками с глубоководной фауной (гониятиты и конодонты). Стратиграфическая последовательность карбонатных отложений верхнего девона в этом районе была ранее описана по серии обнажений, расположенных восточнее поселка Мендым — вдоль ручья, протекающего вдоль северного борта автотрассы и впадающего в р. Мендым с востока вблизи моста в центре поселка [Абрамова, 1999]. По фауне конодонтов были выделены отложения мендымского и аскынского горизонтов верхнего франа. Отложения мендымского

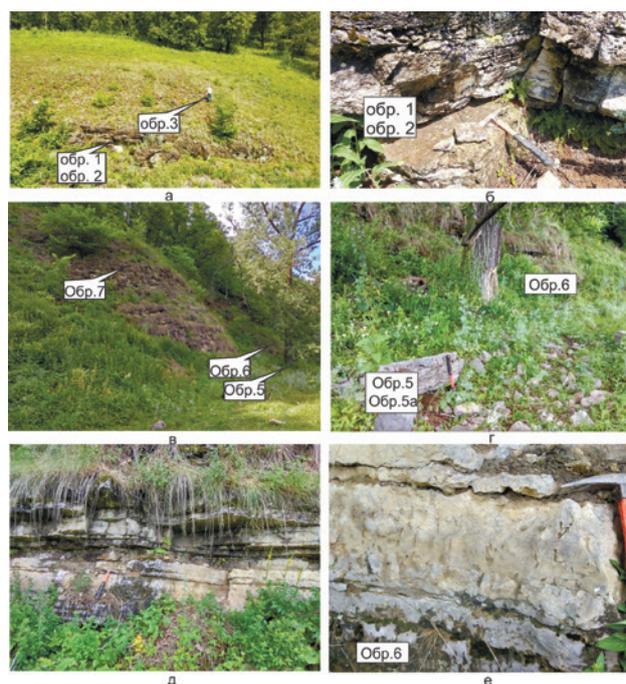


Рис. 2. Обнажения верхнедевонских известняков в районе пос. Мендым и места взятия образцов:

а-б — обн. 1: левобережье р. Мендым, борт ручья на восточной окраине пос. Мендым; б — место взятия образцов 1 и 2 в пачке переслаивания крупнораковинных биокластовых известняков (обр. 1) и пелитоморфных известняков (обр. 2); в — обн. 2: левый берег р. Мендым на западной окраине пос. Мендым; г — место взятия образца 5 в пачке комковатых известняков с нодулярной текстурой; д — место взятия обр. 6 в пачке толстоплитчатых пелитоморфных известняков с вертикальными трубочками — остатками ходов илоедов или следов сверления (?); е — перекрывающий слой темно-серых пелитоморфных известняков с линзами черных кремней — место взятия обр. 7.

Fig. 2. Outcrops of Upper Devonian limestones in the area of Mendym village and sampling sites:

а-б — outcrop 1: the left bank of the Mendym River, the side of the stream on the eastern outskirts of the Mendym village; б — the place of sampling samples 1 and 2 in the bundle layering of coarse — grained bioclastic limestones (sample 1) and pelitomorphous limestones (sample 2); в — outcrop 2: the left bank of the Mendym River on the western outskirts Mendym village; г — the place of taking sample 5 in a pack of lumpy limestones with nodular texture; д — the place of taking sample 6 in a pack of thick-bedded pelitomorphous limestones with vertical tubules — remnants of ichnofossils or traces of boring (?); е — an overlapping layer of dark gray pelitomorphous limestones with lenses of black cherts — the place of taking sample 7.

горизонта представлены темно-серыми битуминозными известняками видимой мощностью 2.2 м. В них определены гониятиты *Manticoceras cf. carinatum* (Beyrich), *M. cf. drevermanni* Wdkd. и комплекс конодонтов подзоны *Early rhenana*. Вышележащие отложения аскынского горизонта (мощность 1.5–1.8 м) сложены темно-серыми битуминозными известняками с очень крупными гониятиты (диаметром до 20 см) и с прослоями светло-буровато-серых

тонкозернистых, доломитизированных органогенных известняков. Гониатиты: *Manticoceras intumescens* (Beyrich), *M. carinatum* (Beyrich), *M. latisellatum* Wdkd., *M. drevermanni* Wdkd., *M. sp.* Конодонты многочисленны, представлены небольшим числом видов, характерных для подзоны *Late rhenana*. Выше с перерывом залегают фаменские известняки с гониатитами рода *Cheiloceras* и комплексом конодонтов подзоны *upper crepida* [Абрамова, 1999].

Изученный нами интервал разреза в обн. 1 (рис. 1, рис. 3) расположен севернее по простиранию от разрезов, описанных в работе А. Н. Абрамовой [1999]. По-видимому, пачка известняков, из которой взяты образцы.1 и 2, может соответствовать верхней части аскынского горизонта верхнего франа или переходным слоям от франа к фамену.

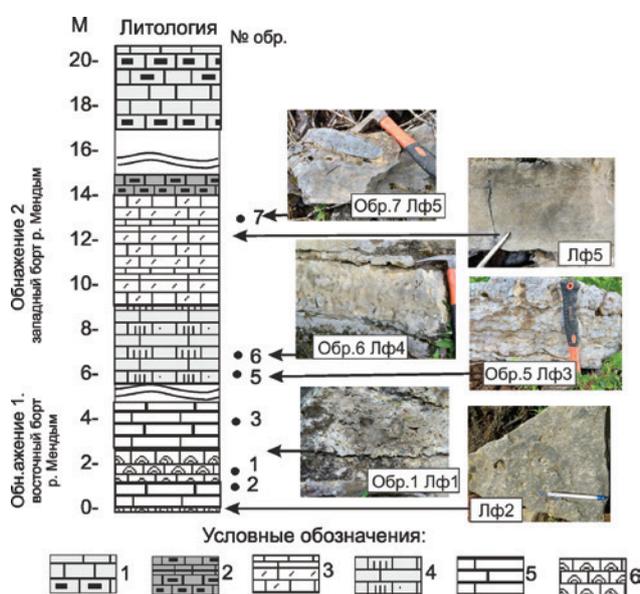


Рис.3. Составная литологическая колонка и фотографии пород разреза Мендым по обнажениям правого (обн.1) и левого (обн.2) бортов р. Мендым.

Условные обозначения: 1 — известняки темно-серые пелитоморфные с линзами кремней; 2- известняки черные рассланцованные с линзами кремней; 3 — известняки серые слоистые с линзами кремней, мелкозернистые с фораминиферами (Лф5); 4 — известняки серые биотурбированные с субвертикальными трубчатými ходами илоедов (Лф4); 5 — известняки серые пелитоморфные средне-плитчатые (Лф2); 6 — известняки крупно-раковинные (ракушняки) с аммоноидеями (Лф1).

Fig. 3. Composite lithological column and photographs of rocks of the Mendym section in the outcrops of the right (outcrop1) and the left (outcrop2) sides of the Mendym river.

Symbols: 1 — dark gray pelitomorphic limestones with cherty lenses; 2- black limestone with cherty lenses; 3 — gray layered limestones with cherty lenses, fine-grained with foraminifera (Lf5); 4 — gray bioturbated limestones with subvertical tubular ichnofossils (Lf4); 5 — gray pelitomorphic medium — plate limestones (Lf2); 6 — coarse bioclastic limestones (coquinas) with ammonoids (Lf1).

ЛИТОФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Литофации

Породы верхнего девона в обнажениях 1 и 2 в разрезе Мендым образуют единую стратиграфическую последовательность и объединены в одну литологическую колонку (рис. 3). Видимая мощность отложений свыше 30 м.

Снизу вверх по разрезу выделяются следующие литофациальные (Лф) типы пород:

Лф1 — крупнобиокластовый криноидно-брахиоподовый известняк (ракушняк) — рудстоун — грейнстоун (обр.1) с ортоцератидами, аммоноидеями, конодонтами (наблюдаются в шлифах), перекристаллизованные, вокруг раковин развит крустификационный кальцитовый цемент (рис. 4а, обр.1), образует прослой по 3–5 см среди толсто-плитчатых пелитоморфных известняков (рис. 2б);

Лф2 — пелитоморфные (микрозернистые) известняки с аммоноидеями, в шлифах представлены биокластовыми вакстоунами с тентакулитами, остракодами (рис. 4б, обр.2), отложения характерны для глубоководного шельфа;

Лф3 — известняки серые тонкозернистые массивные и комковато-брекчиевидные (автобрекчии) (рис.2г, рис.5, обр.5.), сложены вакстоунами с тонкостенными раковинами остракод (рис.4в, г), фрагментами брахиопод, члениками криноидей, перекристаллизованные, с окремнением по реликтам раковин, с гнездами пирита, условия образования — средняя зона шельфа ниже уровня волнового влияния;

Лф4 — известняки серые пелитоморфные, интенсивно биотурбированные с многочисленными субвертикальными ходами илоедов или норками сверления (рис. 2д, рис.3 обр.6), представлены вакстоунами с многочисленными кальцисферами (рис.4д), иногда с вкрапленностью пирита и ромбиками вторичного доломита;

Лф5 — известняки темно-буровато-серые тонко-мелкозернистые с линзами кремней (рис. 2е, рис. 3, обр.7), сложены сортированными пелоидно-сгустковыми пакстоунами с фораминиферами (рис.4е) криноидеями, кальцисферами. В центре шлифа *Quasiendothyra (Quasiendothyra) konensis* (Lebedeva, 1956), лывинский горизонт верхнего фамена, зона *Q. kobeitusana* (определение и заключение Е. И. Кулагиной).

Выделенные типы литофаций последовательно сменяют друг друга.

Литологические индикаторы условий осадконакопления

Условия осадконакопления реконструированы по комплексу литологических признаков — типу слоистости, текстурам, макро и микроструктурам известняков, указывающим на степень гидродинамической активности водной среды, фаунистическим остаткам.

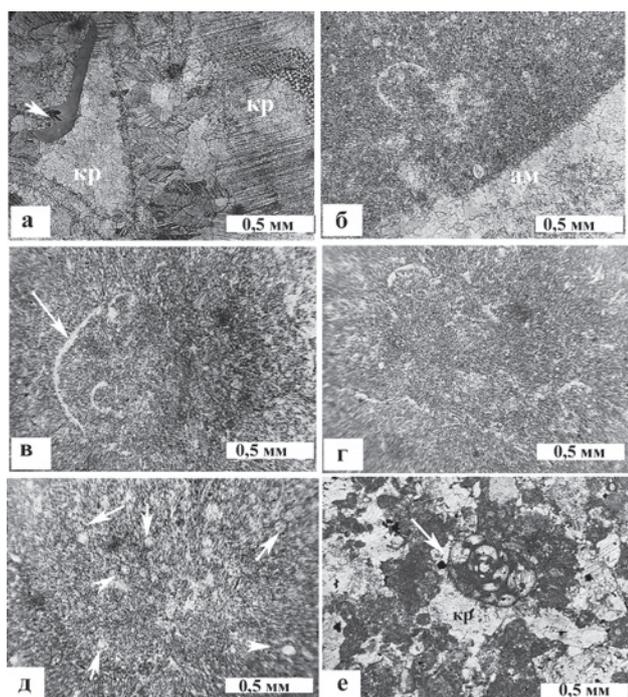


Рис.4. Микрофотографии шлифов (без анализатора) известняков верхнего девона в разрезе Мендым:

а — брахиоподово-криноидный ракушняк Лф1 (рудстоун-грейнстоун) перекристаллизованный с фрагментом конодонта (показан стрелкой) и обломками крупных криноидей (кр), обр.1; б — вакстоун Лф2 с тонкой биокластикой и крупными перекристаллизованными раковинами аммоноидей (ам), обр.2; в — вакстоун Лф3 с тонкостенными раковинами остракод (показаны стрелкой), обр.5; г — вакстоун с тонкостенной биокластикой (обр.5); д — вакстоун-пакстоун Лф4 перекристаллизованный с кальцисферами (показаны стрелками), обр. 6; е — пакстоун Лф5 пелоидно-сгустковый с фораминиферой (показано стрелкой) и реликтами криноидей (кр), обр.7.

Fig. 4. Microphotos of thin sections (without analyzer) of Upper Devonian limestones in the Mendym section:

а — brachiopod-crinoid shell rock Lf1 (rudstone-grainstone) recrystallized with a fragment of conodont (shown by arrow) and fragments of large crinoids (кр), sample 1; б — wackstone Lf2 with fine bioclasts and large recrystallized shells of ammonoids (ам), sample 2; в — wackstone Lf3 with thin-walled ostracod shells (shown by arrow), sample 5; г — wackstone with thin-walled bioclasts (mod.5); д — wackstone-packstone Lf4 recrystallized with calcispheres (shown by arrows), sample 6; е — packstone Lf5 peloid-clotted with foraminifera (shown by arrow) and relics of crinoids (кр), sample 7.

Слоистость. Преобладающим типом слоистости в указанном интервале пограничного франско-фаменского уровня является горизонтальная слоистость (рис.5, а,б,ж), которая подчеркивается послойным распределением тонкой биокластики. Ровные горизонтальные поверхности напластования становятся иногда мелкобугорчато-волнистыми, вследствие более поздней стилолитизации (рис.5б). В целом, горизонтальная слоистость свидетельствует о спокойных условиях осадконакопления на глубинах ниже волнового базиса (более 70–100 м), на которых были возможны слабые придонные течения, способствующие переносу мелкой карбонатной кластики.

В известняках литофаций Лф1 и Лф2, обнажающихся в правом борту долины р. Мендым (обр.1) отмечается крупная волнистая слоистость типа hummocky (рис. 5, а) с длиной волны около 2–3 м. Этот тип слоистости указывает на то, что спокойная седиментация нарушалась воздействием штормовых волн на уровне базиса штормовой активности. Нарушение слоистости под влиянием штормов также наблюдается в известняках фамена в обн.2. На активную штормовую гидродинамику указывает наличие автохтонных брекчий (автобрекчий), сформированных путем взламывания литифицированных слоев пелитоморфного известняка Лф3, образующих неровные поверхности размыва типа твердого дна (рис.5г). Интенсивно биоэродированные прослои известняков Лф3 (рис. 5, в) и Лф4 в процессе разрушения могут давать карбонатные литокласты, которые либо остаются на месте (рис. 5, в), либо могут быть перемещены течениями (рис. 5 г).

Фаунистические остатки. На штормовой характер указывают скопления раковин аммоноидей, ортоцератид и брахиопод (рис. 5, д, е), особенно битых, которые образуют протяженные прослои мощностью до 0.2 м (рис. 5, е), они отнесены нами к темпеститам.

Подводно-оползневые структуры. В обн.2 в горизонтально-слоистой, ритмично-построенной толще карбонатов литофаций Лф3 и Лф4 наблюдается подводно-оползневая складка с видимой мощностью около двух метров (рис. 5, з). Она диагностируется по подворачиванию слоя известняка и изменению мощности пластов, которые меняют мощность на коротком расстоянии. Присутствие подводно-оползневых структур среди горизонтально-наслоенных пластов, вероятно, указывает на наличие склона.

Цикличность. Подводно-оползневая складка наблюдается в толще с отчетливым ритмичным чередованием массивных известняков (прослои



Рис. 5. Литологические индикаторы в известняках франско-фаменского уровня в разрезе Мендым:

а-обн.1; б-з — обн.2: а — прослой с крупной волнистой слоистостью типа «хаммоку» (отмечено стрелками) в слоистых известняках Лф1 и Лф2; б — горизонтальная слоистость и стилолитизированные поверхности напластования в слоистых известняках Лф3; в — автобрекчия нодулярно-слоистых известняков Лф3; г — неровная эрозионная поверхность твердого дна с «карманами» размыва, заполненными литокластами в толстослоистом массивном известняке Лф3; д — прослой, обогащенный раковинами аммоноидей и ортоцератид Лф1; е — прослой темпестита (10 см), сложенный скоплением битых раковин брахиопод и аммоноидей Лф1; ж — ритмичное чередование массивных и комковатых известняков Лф3, темные участки — включения битумов; з — подводно-оползневая складка в известняках Лф5.

Fig. 5. Lithological indicators in limestones of the Frasnian-Famennian in the Mendym section:

outcrop1; б-з — outcrop2: а — interlayer with a large wavy stratification of the hammock type (marked with arrows) in layered limestones, outcrop 1; б — horizontal layering and stylolitized stratification surfaces in Famennian limestones, outcrop 2; в — autobreccia of nodular-layered limestones, 2; г — uneven erosive surface with “pockets” of erosion filled with lithoclasts in thick — layered massive limestone; д — interlayer enriched with shells of ammonoids and orthoceratites; е — a layer of tempestite (10 cm), composed of a cluster of broken shells of brachiopods and ammonoids; ж — rhythmic alternation of layered and lumpy limestones, dark areas — inclusions of bitumen; з — underwater slump fold in limestones.

по 20–30 см), в которых иногда различима тонкая слоистость (мощностью 10–15 см). Мощность циклов составляет 30–40 см. Цикличность наблюдается также в слоях, где установлены ходы илоедов и поверхности размыва с галечками интракластов. (рис. 5, г, ж).

Описанный выше комплекс литологических признаков в целом указывает на спокойную карбонатную седиментацию в условиях относительно больших глубин (внешняя часть шельфа или впадина на шельфе), которая изредка нарушалась из-за неспокойной гидродинамики во время штормов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Породы литофаций Лф1 и Лф2 слагают нижнюю часть разреза в обн.1, расположенном на правом берегу р. Мендым (на восточной окраине поселка), видимая мощность пачки около 4 м (рис.3). Отложения соответствуют верхней части франа, либо переходным слоям к фамену. Последовательность осадков здесь представлена чередованием тонкозернистых известняков с аммоноидеями Лф2 с прослоями ракушняка Лф1, что указывает на периодически возникающие штормовые условия, поскольку скопление раковин в прослоях обычно происходит под действием сильных подводных течений, вызванных штормами [Flügel, 2010].

Породы литофаций Лф2, Лф3 и Лф4 занимают более высокие части разреза в обн.2, расположенном по левому берегу реки Мендым, (западнее поселка), видимая мощность скальных выходов 6–7 м (рис. 3), отложения соответствуют верхней части фаменского яруса. Здесь комковатые известняками с нодулярной текстурой (Лф3) представляют собой автобрекчии биотурбирования (мощность прослоев 0.1–0.2 м). Они чередуются с прослоями тонкозернистых известняков (прослой по 0.1–0.2 м) с вертикальными каналами или ходами илоедов (Лф4). Отмечаются неровные поверхности размыва типа твердого дна (hard ground) (рис. 5). Среди мелкозернистых известняков наблюдаются мелкообломочные прослои биокластовых известняков со скоплениями раковин ортоцератид, с неровными эрозионными границами и карманообразными заливами, залегающими среди пелитоморфных известняков Лф4 (рис. 5 г). Последовательность отложений указывает на условия среднего шельфа рампового типа с влиянием штормов [Flügel, 2010].

Выше залегают плитчатые черные известняки с прослоями кремней, представленные пелоид-

но-сгустковыми пакстоунами (Лф5), мощность свыше 3 м (рис.3). В них определены фораминиферы верхнего фамена. По микрофациальным особенностям они резко отличаются от нижележащих известняков Лф4 и Лф3 (рис. 4д, е), что указывает на изменение гидродинамики среды в конце фамена, возможно, обусловленное уменьшением глубины моря.

Таким образом, отложения верхнего девона, сложенные известняками мендымского и аскынского горизонтов в обнажениях по правобережью р. Мендым представлены преимущественно, глубоководными гониатитовыми фациями. В переходной от франа к фамену части разреза (обн.1), отмечаются прослой ракушняка (Лф1) штормовой природы что указывает на изменение условий в сторону обмеления, возможно, из-за смены тектонической обстановки. Вышележащие отложения фамена (в обн.2) представлены циклическим чередованием массивных, биотурбированных и комковатых известняками литофаций Лф3, Лф4 — фаций средней части шельфа. Они перекрываются темно-серыми плитчатыми известняками Лф5 пакстоунами с фораминиферами, формировавшимися в условиях более активной гидродинамики, возможно под действием течений в условиях уменьшения глубины моря.

В прогибах Камско-Кинельской системы, расположенных на платформе, фаменские отложения осевых зон прогибов представлены депрессионными фациями доманикового типа [Сюндюков, 1975; Лозин, 2015; Фортунатова и др., 2018]. В разрезе Мендым, в отличие от типичных доманиковых фаций, рассматриваемые франско-фаменские отложения представлены слабо битуминозными плитчатыми известняками, в разрезе отсутствуют кремнистые и глинистые прослои, нет типичных битуминозно-кремнисто-карбонатных ритмитов, глубоководная фауна представлена только гониатитами и конодонтами, отсутствуют радиолярии и спикулы кремнистых губок. Для известняков фаменской части разреза характерна интенсивная биотурбированность, наличие поверхностей твердого дна. Присутствие крупнораковинных прослоев и другие признаки штормового влияния указывают на глубину моря не более 50–70 м.

ВЫВОДЫ

Литологические и фациальные особенности карбонатных пород верхнего девона в разрезе Мендым, расположенного вблизи центральной части Инзеро-Усольского прогиба, указывают

на постепенную фаціальную смену условий осадконакопления. Обстановка глубоководной зоны шельфа (франский век) в конце франа — начале фамена сменяется условиями шельфа рампового типа со штормовым влиянием (глубина моря не более 50–70 м), затем в фамене — условиями средней зоны шельфа, где накапливаются интенсивно биотурбированные осадки. К концу фамена отложения формируются в условиях более активной гидродинамики, возможно, под действием течений в условиях уменьшения глубины моря.

Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИГ УФИЦ РАН по темам гос. заданий FMRS-2022–0010 и FMRS-2022–0015.

Список литературы:

Абрамова А. Н. Франский ярус западного склона Южного Урала. — Уфа: 1999. — 54 с. Препринт.

Горожанин В. М., Горожанина Е. Н., Заграновская Д. Е., Захарова О. А. О строении Камско-Кинельской системы прогибов // Известия вузов. Геология и разведка, — 2019. № 3. — С. 9–20.

Домрачев С. М. Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала. — Тр. ВНИГРИ, нов. сер. — Вып. 61, 1952. — С. 5–121.

Королюк И. К., Щекотова И. А., Меламуд Е. Л., Сидоров А. Д. Формации и тектоника Южного Приуралья // Проблемы изучения и тектонического анализа геологических формаций. — М.: Наука, 1983. — С. 81–91.

Лозин Е. В. Геология и нефтеносность Башкортостана. — Уфа: БашНИПИнефть, 2015. — 704 с.

Маслов В. А. Литология и фаціальная характеристика верхнедевонских карбонатных отложений западного склона Южного Урала // Вопросы геологии и нефтеносности девонских отложений западной Башкирии и смежных областей. — Уфа. 1958. — С. 83–88.

Мирчинк М. Ф., Хачатрян Р. О., Мкртчян О. М. Тектоника и происхождение Камско-Кинельской системы прогибов // Вопросы тектоники нефтеносных областей. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — С. 86–101.

Пазухин В. Н., Кулагина Е. И., Седаева К. М. Граница девона — карбона на западном склоне Южного Урала // Типовые разрезы карбона и потенциальные глобальные стратотипы: мат-лы Междунар. полевого совещ., Южноурал. сессия. — Уфа: Дизайн ПолиграфСервис — 2009. — С. 22–33.

Путеводитель геологической экскурсии по разрезам верхнего докембрия и палеозоя западного склона Южного Урала / Под ред. В. Н. Пучкова/. — Уфа, 1995. — 157 с.

Синицын И. И., Синицына З. А. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000 и объяснительная записка. Лист N 40 — XXI. — М.: Недра, 1968. — 82 с.

Сундюков А. З. Литология, фации и нефтегазосность карбонатных отложений Западной Башкирии (верхний девон, карбон, нижняя пермь). — М.: Наука, 1975. — 174 с.

Тяжева А. П. Стратиграфия девонских отложений западного склона Южного Урала. — «Девонские отложения Башкирии». Ч. 1. Стратиграфия. — М., Изд. АН СССР, 1961. — С. 5–130.

Фортунова Н. К., Зайцева Е. Л., Кононова Л. И., Баранова А. В., Бушуева М. А., Михеева А. И., Афанасьева М. С., Обуховская Т. Г. Литолого-фаціальная и биостратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины 1 Мелекесская (Мелекесская впадина, Волго-Уральская область) // Бюлл. МОИП. — 2018. Т. 93. № 5–6. С. 3–49.

Чувашов Б. И. История развития и биомическая характеристика позднедевонского бассейна на западном склоне среднего и южного Урала. — М.: Наука, 1968. — 132 с.

Юнусов М. А. Особенности строения Камско-Кинельской системы прогибов и их влияние на нефтегазосность карбонатных отложений девона и карбона Северной Башкирии // Геология и нефтегазосность карбонатных отложений девона и карбона Северного Прикамья и прилегающих районов. М.: Недра, 1965. — 147–150.

Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of Carbonate Rocks (ed. Ham W. E.): Tulsa. — AAPG — Memoir 1, 1962. — P. 108–121.

Flügel E. Microfacies of carbonate rocks. — Berlin: Springer-Verlag. — 2010. — 984 pp.

References:

Abramova A. N. Franskij jarus zapadnogo sklona Juzhnogo Urala [Fransian stage of the western slope of the Southern Urals]. Preprint. Ufa: 1999. 54 p. (in Russian)

Chuvashov B. I. Istorija razvitija i bionomicheskaja harakteristika pozdnedevonskogo bassejna na zapadnom sklone srednego i juzhnogo Urala [History of development and bionomic characteristics of the Late Devonian basin on the western slope of the Middle and southern Urals]. — M.: Nauka, 1968. — 132 p. (in Russian)

Domrachev S. M. Devon hrebta Karatau i prilegajushhh rajonov Juzhnogo Urala. [Devonian of the Karatau ridge and adjacent areas of the Southern Urals]. — Tr. VNIГRI, nov. ser. — Vyp. 61, 1952. — P. 5–121. (in Russian)

Dunham R. J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of Carbonate Rocks (ed. Ham W. E.): Tulsa. — AAPG — Memoir 1, 1962. — P. 108–121.

Flügel E. Microfacies of carbonate rocks. — Berlin: Springer-Verlag. — 2010. — 984 pp.

Fortunatova N. K., Zajceva E. L., Kononova L. I., Baranova A. V., Bushueva M. A., Miheeva A. I., Afanas'eva M. S., Obuhovskaja T. G. Litologo-facial'naja i biostratigraficheskaja harakteristika verhnedevoevskih otlozhenij opornoj skvazhiny 1 Melekesskaja [Melekesskaja vpadina, Volga-Ural'skaja oblast'] Lithological-facies and biostratigraphic characteristics of the Upper Devonian sediments of the reference well 1 Melekesskaya (Melekesskaya depression, Volga-Ural region) // Bulletin. MOIP. — 2018. T. 93. № 5–6. S. 3–49. (in Russian)

Gorozhanin V. M., Gorozhanina E. N., Zagranovskaja D. E., Zaharova O. A. O stroenii Kamsko-Kinel'skoj sistemy progibov

[On the structure of the Kamsko-Kinel system of throughs] // *Izvestija vuzov. Geologija i razvedka*, — 2019. №3. — P. 9–20. (in Russian)

Guide-book of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and PreUralian regions / Edited by V.N. Puchkov/. Ufa, 1995. 165 p.

Junusov M.A. Osobennosti stroenija Kamsko-Kinel'skoj sistemy progibov i ih vlijanie na neftegazonosnost' karbonatnyh otlozhenij devona i karbona Severnoj Bashkirii // *Geologija i neftegazonosnost' karbonatnyh otlozhenij devona i karbona Severnogo Prikam'ja i prilegajushhijh rajonov* [Features of the structure of the Kama-Kinel system of throughs and their influence on the oil and gas content of carbonate deposits of the Devon and Carboniferous of Northern Bashkiria/Geology and oil and gas content of carbonate deposits of the Devon and Carboniferous of Northern Kama region and adjacent areas]. M.: Nedra, 1965. — 147–150. (in Russian)

Koroljuk I.K., Shhekotova I.A., Melamud E.L., Sidorov A.D. Formacii i tektonika Juzhnogo Priural'ja // *Problemy izuchenija i tektonicheskogo analiza geologicheskijh formacij*. [Formation and tectonics of the southern Urals // problems of study and tectonic analysis of geological formations]. — M.: Nauka, 1983. — p.81–91. (in Russian)

Lozin E.V. Geologija i neftenosnost' Bashkortostana [Geology and oil resources of Bashkortostan]. — Ufa: BashNIPIneft', 2015. — 704 p. (in Russian)

Maslov V.A. Litologija i facial'naja harakteristika verhnedevoevskijh karbonatnyh otlozhenij zapadnogo sklona Juzhnogo Urala // *Voprosy geologii i neftenosnosti devonskijh otlozhenij zapadnoj Bashkirii i smezhnyh oblastej* [Lithology and facies characteristics of Upper Devonian carbonate deposits of the western slope of the Southern Urals // Issues of geology

and oil content of Devonian deposits of Western Bashkiria and adjacent regions]. Ufa. 1958. P.83–88. (in Russian)

Mirchink M.F., Hachatrjan R.O., Mkrtychjan O.M. Tektonika i proishozhdenie Kamsko-Kinel'skoj sistemy progibov [Tectonics and the origin of the Kamsko-Kinel system of throughs] // *Voprosy tektoniki neftenosnyh oblastej*. M.: Izd-vo AN SSSR, 1962. P.86–101. (in Russian)

Pazuhin V.N., Kulagina E.I., Sedaeva K.M. Granica devona — karbona na zapadnom sklone Juzhnogo Urala // *Tipovye razrezy karbona i potencial'nye global'nye stratotipy* [The Devonian — Carboniferous boundary on the western slope of the Southern Urals // Typical carboniferous sections and potential global stratotypes]: mat-ly Mezhdunar. polevogo soveshch., Juzhnoural. sessija. Ufa: Dizajn PoligrafServis, 2009. P. 22–33. (in Russian)

Sinicyn I.I., Sinicyna Z.A. Geologicheskaja karta SSSR masshtaba 1:200000 i ob#jasnitel'naja zapiska. [Geological map of the USSR scale 1:200000 and explanatory note] List N 40 — XXI. M.: Nedra, 1968. 82 p. (in Russian)

Sjundjukov A.Z. Litologija, facii i neftegazonosnost' karbonatnyh otlozhenij Zapadnoj Bashkirii (verhnij devon, karbon, nizhnjaja perm') [Lithology, facies and oil and gas content of carbonate deposits of Western Bashkiria (Upper Devonian, Carboniferous, Lower Permian)]. M.: Nauka, 1975. 174 p. (in Russian)

Tjazheva A.P. Stratigrafija devonskijh otlozhenij zapadnogo sklona Juzhnogo Urala. — «Devonskie otlozhenija Bashkirii». Ch. 1. Stratigrafija. [Stratigraphy of Devonian deposits of the western slope of the Southern Urals. “Devonian deposits of Bashkiria”]. Part 1. Stratigraphy. M., Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961] M., Izd. AN SSSR, 1961. P. 5–130. (in Russian)

Сведения об авторах:

Горожанина Елена Николаевна, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН). gorozhanin@ufaras.ru

Горожанин Валерий Михайлович, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН). gorozhanin@ufaras.ru

About the authors:

Gorozhanina Elena Nickolaevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. gorozhanin@ufaras.ru

Gorozhanin Valery Michailovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. gorozhanin@ufaras.ru

Статья поступила в редакцию 02.03.2022; одобрена после рецензирования 04.03.2022; принята к публикации 23.03.2022

The article was submitted 02.03.2022; approved after reviewing 04.03.2022; accepted for publication 23.03.2022