

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 551.735.1+551.351.2(470.57)

doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.414-429

МИКРОФАЦИИ ТУЛЬСКОГО ГОРИЗОНТА ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСА НИЖНЕГО КАРБОНА РАЗРЕЗА «СИКАЗА 2» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Е.Н. Горожанина, Е.Ю. Башлыкова, Е.И. Кулагина
Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
г. Уфа, 450077, Россия

Аннотация

Каменноугольные отложения разрезов по р. Сикасе (Сиказе) на западе Южного Урала имеют большое геологическое значение и входят в перечень особо значимых объектов геопарка «Торатау» Республики Башкортостан. В статье приведена литофациальная характеристика карбонатных отложений тульского горизонта визейского яруса в разрезе «Сиказа 2» у р. Сикаси на основе микрофациального анализа карбонатных пород в шлифах из коллекции Музея геологии и полезных ископаемых Республики Башкортостан (г. Уфа). При микроописании известняков использована классификация Р. Данема, методика Е. Флюгеля. Выявленные нами текстурно-структурные особенности и своеобразие состава фаунистических остатков тульских отложений разреза «Сиказа 2» позволили выделить и подробно описать пять микрофаций известняков, сформировавшихся в условиях открытого шельфа. Последовательность данных микрофаций указывает на чередование отложений течений и волнений в начале тульского времени, а также постепенное обмеление и образование условий отмели мелководного шельфа к его концу.

Ключевые слова: тульский горизонт, микрофации, нижний карбон, Южный Урал, известняк, шельф

Введение

Разрезы каменноугольных отложений по р. Сикасе на западном склоне Южного Урала в урочище Кызылташ входят в список уникальных геологических объектов и в перечень объектов, представляющих особую научную значимость геопарка «Торатау», созданного на территории Республики Башкортостан (РБ) [1]. Два разреза, входящие в перечень, расположены в долине р. Сикаси юго-восточнее д. Макарово: 1) разрез «Сиказа 1» пограничных отложений девона и карбона и опорный разрез турнейского яруса; 2) разрез «Сиказа 2» верхневизейских и серпуховских отложений (рис. 1). В обоих разрезах представлены отложения тульского горизонта верхнего визе. Тульский горизонт в карбонатной фации прослеживается в разрезах от северо-востока РБ до р. Ик на юге, где представлен темно-серыми тонко- и среднеслоистыми известняками с желваками и линзами кремней, с колониальными кораллами *Litostrotion*, имеет мощность 20–108 м [1]. На юго-востоке РБ в Зилаирском синклинии тульский горизонт представлен терригенно-карбонатными породами иткуловской свиты –

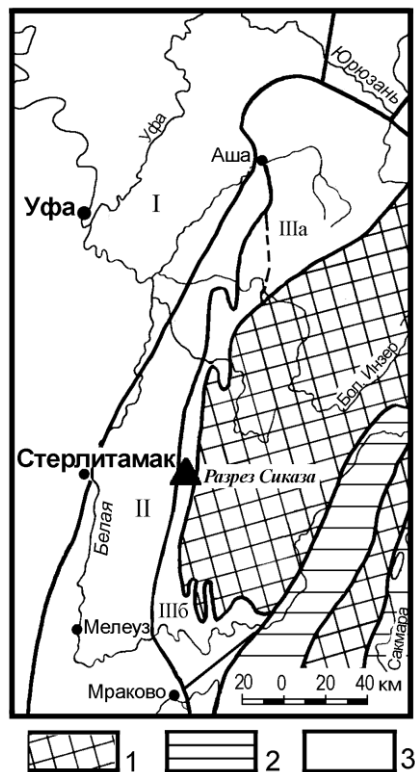


Рис. 1. Местонахождение разреза «Сиказа 2» на карте структурно-фациальных зон карбона Южного Урала [2]: 1 – допалеозойские и метаморфические комплексы пород; 2 – докаменноугольные палеозойские образования; 3 – каменноугольные и более молодые образования. Структурно-фациальные зоны: I – ВЕП, II – Предуральская; III – Западно-Уральская; районы: IIIa – Каратауский; IIIб – Зилимо-Зиганский

аргиллитами тонкослоистыми с редкими прослоями мелкозернистых и биокластовых разностей известняков, мощность горизонта около 120 м [3].

Стратотипический разрез тульского горизонта находится в Московской синеклизе в районе г. Тулы (Петровка) [4, 5]. В страторегии подразделяется на три подсвиты, отличающиеся по условиям осадконакопления [4]: 1) нижняя (щекинская) подсвита сложена аллювиальными и озерно-болотными песками, алевритами, часто углистыми глинами с пропластками угля; 2) средняя (богородитская подсвита) «представлена лагунными и мелководно-морскими отложениями, залегающими ингрессивно на нижнетульской (щекинской) подсвите, выполняя раннетульские палеодолины, а на палеоводоразделах – трансгрессивно на бобриковских или более древних отложениях» [5, с. 70]; 3) верхняя (ольховецкая) подсвита «представлена лагунными и мелководно-морскими отложениями» [5, с. 71].

Таким образом, тульский горизонт в стратотипической местности из-за различного фациального состава является сложным по своему строению. Нижняя аллювиально-угленосная часть разреза имеет эрозионный контакт с подстилающим бобриковским горизонтом; верхняя часть сложена преимущественно морскими

образованиями и залегает трансгрессивно на поверхности выравнивания после заполнения палеодолин бобриковскими-нижнетульскими отложениями [4–6].

Тульский горизонт на крайнем юго-востоке Восточно-Европейской платформы (ВЕП) и на западном склоне Южного Урала также отличается разнообразием фациального состава. На крайнем юго-востоке ВЕП тульский горизонт установлен в ряде скважин [7]. Он представлен мадстоунами-вакстоунами, мелкобио-кластовыми фораминиферовыми вакстоунами-пакстоунами, тонкослоистыми темно-серыми спонголитами, могут присутствовать пачки битуминозных известняков, мелкообломочные брекчии с литокластами комковато-сгустковых и коралловых известняков. В скважине 501 Вершиновская тульский горизонт (40 м) представлен известняками мелкобиокластовыми, спикуловыми, участками глинистыми [8].

Разрез по р. Сикасе интересен для изучения фациальных особенностей тульского горизонта, представленного в карбонатной фации. Настоящая статья посвящена литофациальной характеристике карбонатных отложений тульского горизонта визейского яруса в разрезе «Сиказа 2» (у поворота) на основе микрофациального анализа карбонатных пород в шлифах.

История исследований разрезов реки Сикаси (Сиказы)

Разрез карбона района р. Сикаси впервые изучен Д.В. Наливкиным [9]. Позднее были проведены более детальные исследования [10–12]. Геологический маршрут по долине р. Сикаси был описан Наливкиным в 1937 г. как «Стерлитамакское пересечение Южного Урала» к XVII Международному геологическому конгрессу [10].

С 60–70-х годов XX в. отложения нижнего карбона р. Сикаси изучались З.А. Сеницыной и И.И. Сеницыным. Ими были проведены исследования по стратиграфии и литологии каменноугольных и пермских (приуральских) отложений западного склона Южного Урала и Предуральского краевого прогиба. В 1964–1974 гг. изучен ряд разрезов, в том числе разрезы по правому берегу р. Сикаси от устья р. Кук-Караук вниз по течению до д. Макарово [13]. В одном из разрезов, в 0.5 км выше по течению р. Кук-Караук (разрез «Сиказа», обнажение 1 [14, 15]), представлен верхний фамен, турнейский ярус и верхневизейский подъярус в составе аналогов тульского (устылимского или куртымского) и алексинского (губашкинского) горизонтов. В нем детально изучен пограничный интервал девона и карбона [16–18]. В нижней части верхнего визе, в тульском горизонте В.Н. Пазухиным установлены конодонты зоны *Mestognathus beckmani* [15, 19]. Второй разрез расположен в 1.2 км юго-западнее, ниже по течению, на правом берегу р. Сикаси, на ее повороте с западного на северное направление (Обнажение 2 [14, 15]). Этот разрез получил полевое название «Сиказа у поворота». В нем представлены отложения верхнего визе от тульского до веневского горизонта включительно и низы серпуховского яруса. В нижнекаменноугольных отложениях З.А. Сеницыной выделены фораминиферовые зоны [15], позднее дана их краткая характеристика [20, 21]. Позже дано описание зональных комплексов фораминифер из разреза «Сиказа 2», уточнена зональная схема по фораминиферам и ее корреляция с бельгийским стандартом [22].

Материал и методы

В основу настоящей статьи положены коллекции Музея геологии и полезных ископаемых Республики Башкортостан г. Уфы (кол. № 640, сборы З.А. Сеницыной и др., 1968–1974 гг.). Послойное описание отложений тульского горизонта в разрезе «Сиказа 2» (у поворота) дано в работе З.А. Сеницыной, И.И. Сеницына [13]. Точки отбора образцов даны по оригинальным материалам отчетов, хранящихся в фондах Геологического управления г. Уфы. Микрофациальный анализ известняков из слоев 10–13 проводился по образцам и шлифам из коллекции З.А. Сеницыной (рис. 2). Всего описано 80 шлифов. При микроописании пород использована классификация Р. Данема [23], которая основана на соотношении илового и зернистого компонентов (матрикса и зерен), что отражает гидродинамику среды [24], по методике Е. Флюгеля [25]. Микрофациальный анализ применяется для характеристики литологических и фациальных особенностей карбонатных пород, методика его подробно описана в работах [25, 24]. Микрофациальный анализ карбонатных пород в шлифах включает характеристику зерен и матрикса, их соотношения, состав биокластики, выяснение диагностических критериев и признаков, указывающих на условия формирования осадка. На основе изучения текстурно-структурных особенностей и состава фаунистических остатков в тульских отложениях разреза «Сиказа 2» выделено пять микрофаций (мф) известняков, формировавшихся в условиях открытого шельфа.

Геологическое положение разрезов по р. Сикасе

Разрезы по р. Сикасе расположены в Западно-Уральской складчатой зоне, сложенной преимущественно палеозойскими отложениями шельфа и глубоководными отложениями пассивной окраины континента. Эта зона тянется узкой полосой вдоль границы Предуральского краевого прогиба и Уральских гор и представляет восточную окраину ВЕП, вовлеченную в зону деформаций перед фронтом позднепалеозойской коллизии континентов Балтики и Казахстана [26, 27]. Зона отличается развитием коробчатых и линейных складок, моноклиналиных структур и надвигов. Девонские отложения здесь залегают на подстилающих образованиях докембрия с перерывом и угловым несогласием [1]. Девонские и каменноугольные отложения в долине р. Сикаси юго-восточнее д. Макарово слагают асимметричную синклиналиную структуру, в ядре которой залегают серпуховские отложения, а западное крыло осложнено крупным Алатауским надвигом [19]. В визейском веке эта область представляла шельфовую пассивную окраину континента Балтики со спокойным тектоническим режимом. Образование Предуральского передового прогиба на фронте коллизии происходило в течение среднего и позднего карбона [26, 27], продвижение его в сторону платформы привело к смене шельфовых отложений фациями прогиба. Шельфовые карбонатные осадки были последовательно перекрыты депрессионными и флишевыми отложениями, а затем вовлечены в зону передовых складок Урала.

Визейские отложения в разрезах р. Сикаси с большим стратиграфическим перерывом (верхи турне, нижнее визе и, по всей видимости, самые низы тульского горизонта верхнего визе) залегают на известняках верхнего турне. Этот перерыв прослеживается на большей части территории Зилимо-Зиганского района

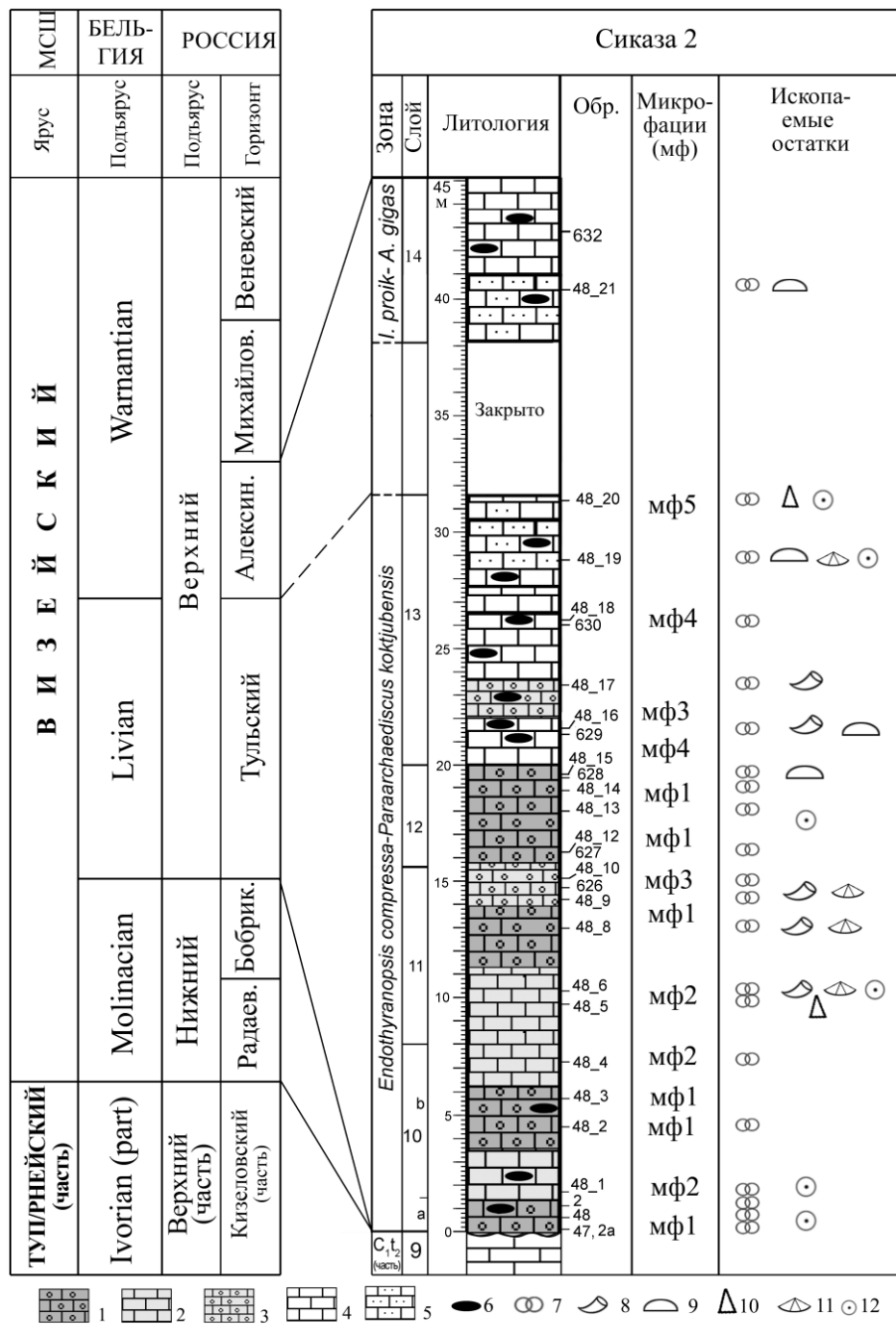


Рис. 2. Литостратиграфическая колонка отложений тульского горизонта верхнего визея разреза «Сиказа 2» (у поворота), составлена по материалам З.А. Сеницыной, И.И. Сеницына [13], по которым дана нумерация слоев. Номера образцов – по фоновым отчетам. Условные обозначения: 1 – пакстоуны биокластово-криноидные (мф1); 2 – пакстоуны-грейнстоуны биокластово-фораминиферовые (мф2); 3 – пакстоуны полибиокластовые (мф3); 4 – грейнстоуны пелоидно-фораминиферовые (мф4); 5 – грейнстоуны биокластово-фораминиферовые (мф5); 6 – желваки и линзы кремней, 7 – фораминиферы, 8 – одиночные кораллы; 9 – колониальные кораллы, 10 – гастроподы, 11 – брахиоподы; 12 – криноидеи

Южного Урала. Нижневизейские отложения известны лишь в погруженных районах Камско-Кинельской системы прогибов, в частности в Инзеро-Усольском прогибе [28] в области развития отложений алатауской свиты, севернее р. Сикаси [29]. Стратиграфический перерыв в разрезах «Сиказа 1» и «Сиказа 2», по мнению З.А. Сеницыной, связан с перерывом в осадконакоплении, поскольку тульский горизонт в разрезе «Сиказа 1» с небольшим размывом залегает на косьвинском горизонте [30]. По мнению О.Л. Эйнора, отсутствие нижневизейских отложений связано с их размывом [30, с. 43; 15, с. 32].

Разрез «Сиказа 2» описан З.А. Сеницыной и И.И. Сеницыным [13] на восточном борту синклинали в 4.3 км к югу от д. Макарово, где породы имеют восточное падение, наращение идет с запада на восток. Разрез известен по описанию в путеводителях экскурсий как Обнажение 2 [15, 30], хотя он не представляет единого обнажения, а состоит из отдельных обнажений, разделенных закрытыми участками. В разрезе присутствуют мощные пачки доломитов. Литологически карбонаты представлены толстослоистыми мелко- и среднезернистыми известняками, участками доломитизированными и перекристаллизованными, и доломитами.

Для визейских отложений западного склона Южного Урала приняты горизонты региональной схемы Русской платформы [31]. В соответствии со Стратиграфическими схемами тульский горизонт лежит в основании верхнего подъяруса визейского яруса. Однако в типовом регионе в Бельгии визейский ярус делится на три части (см., например, [32]). По корреляции с Бельгийским стандартом тульский горизонт примерно сопоставляется со средним визе (Livian) [22, 33].

Характеристика микрофаций

В разрезе «Сиказа 2» породы тульского горизонта представлены известняками темно-серыми толстослоистыми, преимущественно мелкозернистыми – пакстоунами и грейнстоунами с ископаемыми остатками криноидей, фораминифер, разнообразных водорослей, мшанок, кораллов, остракод, брахиопод, местами с линзами черных кремней.

При описании шлифов по методике Э. Флюгеля [25] нами выделено пять микрофаций (мф), отражающих изменение гидродинамических условий на полого погружающемся шельфе – рампе. Основными типами микрофаций являются биокластово-криноидные пакстоуны и биокластово-фораминиферовые грейнстоуны с микропаритовым цементом (рис. 3).

Микрофация 1 (мф1) представлена пакстоунами мелко-среднезернистыми биокластово-криноидными (обр. 2а, 48_2б, 48_8ж, 48_12к, 48_13л, 48_14м) с микрозернистым матриксом типа заполнения пор, который состоит из частиц пелитовой и тонкоалевритовой размерности, и представляет собой продукты разрушения, истирания карбонатных частиц а также отмирания и разложения органических остатков (вероятно, водорослей), отмечается субпараллельная ориентировка удлиненных биокластов, что указывает на влияние течений. Обломки криноидей преобладают, встречаются обломки других иглокожих, а также кораллов, мшанок, остракоды, брахиоподы, водоросли трубчатые и пористые, встречаются многокамерные и двухкамерные фораминиферы (*Earlandia*), кораллы. Особенностью является присутствие оббитых и корродированных обломков криноидей (рис. 3, а, б).

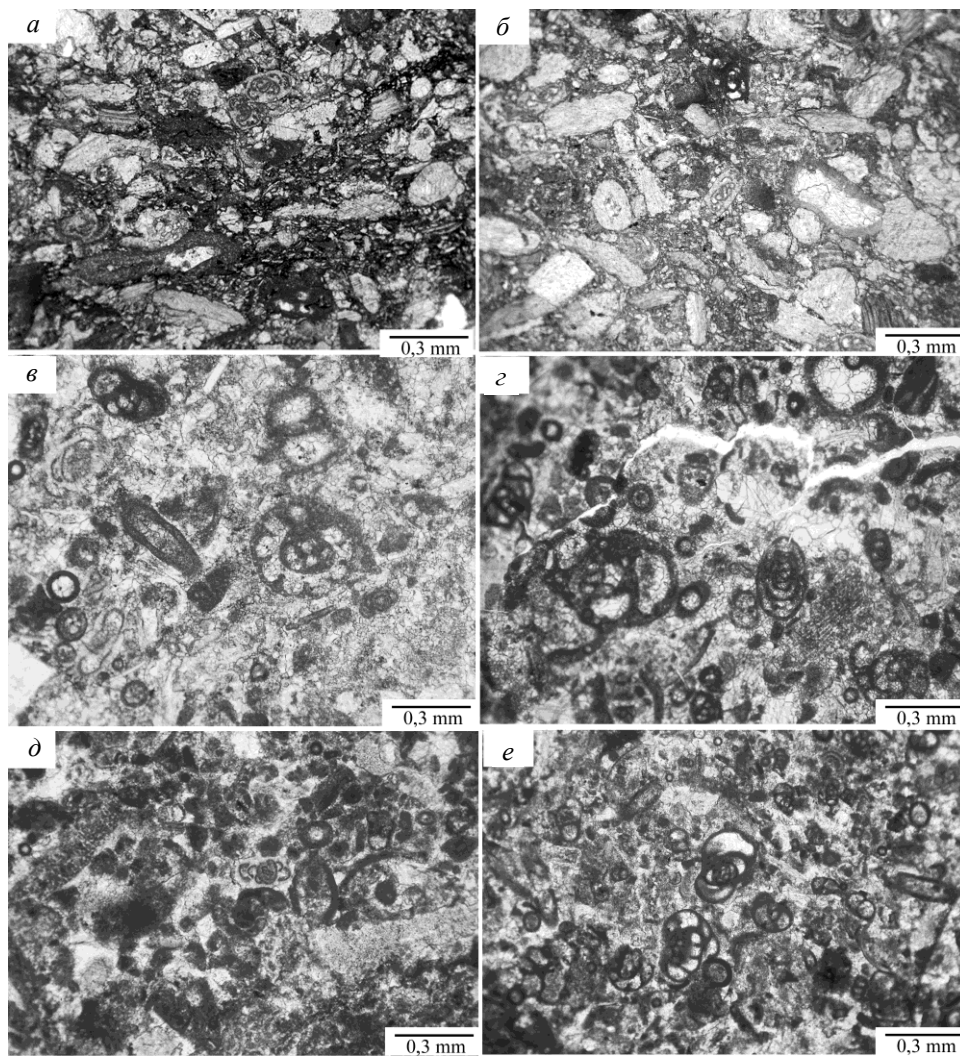


Рис. 3. Микрофации известняков тульского горизонта разреза «Сиказа 2» (микрофотографии шлифов, николи параллельны, линейка 0,3 мм): *а* – пакстоун мелко-среднезернистый биокластово-криноидный (криноидеи преобладают) с фораминиферами, остракодами, обломками раковин брахиопод, фрагментами трубчатых водорослей, с оббитыми и корродированными обломками криноидей, участками субпараллельно ориентированными – результат действия течений, матрице микритовый или мелкозернистый состоит из частиц пелитовой и тонко- и мелкоалевритовой размерности; слой 10а, обр. 2а, шл. 2а (мф1); *б* – пакстоун среднезернистый биокластово-криноидный (криноидеи преобладают) с фораминиферами, остракодами, обломками раковин брахиопод, фрагментами трубчатых водорослей, с обломками криноидей с микритовой каемкой – кортоидами (слева); слой 10а, обр. 47, шл. 47-1 (мф1); *в* – пакстоун-грейнстоун тонко-мелкозернистый биокластово-фораминиферовый (фораминиферы преобладают), биотурбированный участок (норка или след зарывания), сложен тонкой биокластикой и мелкими раковинами фораминифер в более светлом микроспаритовом цементе, встречаются обломки криноидей, водорослей, брахиопод, остракод; слой 10б, обр. 48_3, шл. 48в (мф2); *г* – пакстоун-грейнстоун мелкозернистый биокластово-фораминиферовый (фораминиферы преобладают), с кортоидами – обломками криноидей с микритовой каемкой (вверху слева) и пелоидами в микроспаритовом цементе, встречаются обломки криноидей, водорослей,

брахиопод, остракод; слой 10б, обр. 48_4, шл. 48г (мф2); *д* – пакстоун мелко-среднезернистый полибиокластовый с криноидеями и фораминиферами, с пелоидно-сгустковым матриксом, участками перекристаллизованным до микроспарита, встречаются обломки брахиопод, трубчатых водорослей, криноидей – кортоидов, раковин остракод; слой 11, обр. 48_10, шл. 48и (мф3); *е* – грейнстоун мелко-среднезернистый пелоидно-фораминиферовый (фораминиферы преобладают) с микроспаритовым цементом, встречаются фрагменты трубчатых водорослей, криноидей, брахиопод; слой 13, обр. 48_18, шл. 48р (мф4)

Микрофация 2 (мф2) сложена пакстоунами-грейнстоунами тонко-мелкозернистыми биокластово-фораминиферовыми (обр. 48_3, 48_4, 48_5, 48_6) с микроспаритовым (микроспаритовым) цементом, среди биокластики преобладают фораминиферы, часто встречаются фораминиферы рода *Earlandia*, встречаются остракоды, мшанки, трубчатые водоросли, присутствуют криноидеи – кортоиды (с микритовой каемкой), пелоиды, микритовые интракласты (рис. 3, в, з).

Микрофация 3 (мф3) образует прослой мелко-среднезернистых полибиокластовых пакстоунов (мф3) с фораминиферами и криноидеями в перекристаллизованном пелоидно-сгустковом матриксе, участками замещенном микроспаритом (рис. 3, д).

Микрофация 4 (мф4) представлена пелоидно-фораминиферовыми грейнстоунами (обр. 48_15, 628), сложенными раковинами фораминифер и мелкими пелоидами, сцементированными микроспаритом, встречаются обломки криноидей, остракод, мшанок, брахиопод, местами вокруг обломков криноидей наблюдается пойкилитовый цемент. От известняков мф2 они отличаются преобладанием многокамерных фораминифер (обр. 48_18, рис. 3, е).

Микрофация 5 (мф5) представлена мелко-среднезернистыми сортированными криноидно-фораминиферовыми грейнстоунами (обр. 48_18, рис. 3, е). От грейнстоунов мф4 они отличаются лучшей сортировкой зерен по размеру, присутствием наряду с фораминиферами обломков криноидей и другой биокластики, меньшим количеством пелоидов.

По разрезу фации распределены следующим образом. Слой 10 сложен известняками мф1 и мф2. Для них характерны следы биотурбирования осадка: ходы сверления и ямки в илово-зернистых криноидных известняках (мф1) заполнены тонкозернистым фораминиферовым грейнстоуном (мф2). Биотурбированные участки представлены более светлым и тонкозернистым известняком, сложенным тонкой биокластикой и мелкими раковинами фораминифер в пелоидно-микроспаритовом матриксе (рис. 3, в). В слое 11, среди прослоев, представленных фораминиферовыми грейнстоунами (мф2), встречен прослой водорослевого известняка – пакстоуна (обр. 48_9), сложенного скоплением трубчатых водорослей. В верхней части слоя 11 (обр. 48_10, 626) появляются прослой мелко-среднезернистых полибиокластовых пакстоунов мф3 (рис. 3, д).

Слой 12 сложен мелкозернистыми биокластово-криноидными пакстоунами (мф1) с обломками криноидей, брахиопод, водорослей (конинкопор), раковинами фораминифер в микритовом матриксе, встречаются обломки кораллов, отмечается субпараллельная ориентировка удлиненных фрагментов (обр. 48_12, 48_13, 48_14). Отложения формировались в условиях действия донных течений. Вверху слоя 12 появляются прослой пелоидно-фораминиферовых грейнстоунов мф4 (обр. 48_15, 628). Слой 13 сложен мелкозернистыми пелоидно-

фораминиферовыми грейнстоунами мф4 (обр. 48_18, рис. 3, е). Отмечается окремнение раковин брахиопод и члеников криноидей. В верхней части слоя 13 отложения представлены мелко-среднезернистыми сортированными криноидно-фораминиферовыми грейнстоунами мф5. Отложения представляют собой намывные карбонатные пески отмели (обр. 48_19, 48_20).

Обсуждение

На обстановку открытого шельфа с активной гидродинамикой указывает состав фауны открытого моря (криноидеи и другие иглокожие, фораминиферы, брахиоподы, кораллы, мшанки), а также зернистость осадка, сортировка, обработанность биокластики. Особенности отложений являются преимущественно алевритовый размер карбонатных зерен, чередование пакстоунов и грейнстоунов, биотурбированность, присутствие пакстоунов с элементами слоистости, отсутствие иловых осадков – вакстоунов и мадстоунов. Тонкая и мелкая зернистость осадка указывает на дальний перенос мелководной биокластики (пелоидов, кортоидов, водорослей, интракластов).

Пакстоуны мф1 представляют собой отложения течений, они сложены преимущественно оббитой и корродированной биокластикой, снесенной с мелководной зоны шельфа в более тиховодную зону, на что указывает присутствие характерных зерен – кортоидов [25]. Отмечается сочетание фрагментов фауны открытого моря (криноидеи, фораминиферы, брахиоподы, кораллы, мшанки) и ископаемых остатков, типичных для мелководных ограниченных условий существования (водоросли, остракоды) а также специфических зерен (пелоиды, кортоиды). Субпараллельная ориентировка удлиненных фрагментов фауны указывает на влияние течений. Грейнстоуны мф2 сложены раковинами фораминифер с примесью тонкой биокластики – обломков криноидей, водорослей, остракод, сцементированных микроспаритом, среди биокластики преобладают фораминиферы, часто встречаются фораминиферы рода *Earlandia*. Зернистый характер осадка свидетельствует о его формировании в условиях волновой активности. Отмечается биотурбирование отложений, что способствовало перемешиванию зернистого и илового осадков. Чередование илово-зернистых известняков – пакстоунов с более крупной биокластикой криноидей, брахиопод, водорослей и тонкозернистых фораминиферовых грейнстоунов указывает на циклическую смену гидродинамических условий. Отложения нижней части тульского горизонта (слои 10–12) формировались в условиях открытого шельфа с периодическим действием волн и течений. Пакстоуны мф3 полибиокластового состава с пелоидно-сгустковым матриксом формировались в условиях открытого шельфа с умеренной волновой активностью. Вышележащие отложения слоя 13 представлены более зернистыми осадками. Грейнстоуны мф4 и мф5 характеризуются обилием фораминифер, сортированностью и отмытостью. Они формировались в условиях активного волнового влияния на отмелях открытого шельфа.

Следуя характеристике строения шельфа по [25], выделенные микрофации соответствуют фациям средней и внутренней зон шельфа наклонного типа – рампа. Микрофации мф1 и мф2 соответствуют микрофациям RMF7 (биокластовые пакстоуны с многочисленными криноидеями и другой биокластикой, часто корродированной и оббитой) и RMF8 (биотурбированные полибиокластовые

пакстоуны и грейнстоуны с интракластами, ооидами и пелоидами). Пакстоуны мф3 соответствуют RMF14 (полибиокластовые пакстоуны около-отмельной зоны со скелетными зернами, интракластами, пелоидами, ооидами). Грейнстоуны мф4 и мф5 соответствуют фациям отмели внутреннего рампа – RMF26 (среднезернистые грейнстоуны и пакстоуны с разнообразной биокластикой) и RMF27 (биокластовые грейнстоуны и пакстоуны, преимущественно с фораминиферами и криноидеями).

Распределение типов микрофаций снизу-вверх по разрезу (см. рис. 2) указывает на постепенную смену гидродинамических условий карбонатного осадконакопления. В начале тульского века карбонатные осадки алевритовой и мелкопесчаной размерности формировались в зоне перехода от среднего рампа (ниже волнового влияния) к внутренней более мелководной зоне (зона волнового влияния). Формирование осадка происходило под действием волн и течений, циклично сменявших друг друга. К концу тульского века карбонатный алевритовый материал отлагался в виде отмелей в зоне волнового влияния на мелководном открытом шельфе.

Заключение

В результате изучения карбонатных пород методом микрофациального анализа в шлифах в тульском горизонте разреза «Сиказа 2» установлено пять микрофаций. В нижней части тульского горизонта преобладают биокластово-криноидные пакстоуны (мф1) и биокластово-фораминиферовые пакстоуны-грейнстоуны (мф2), формировавшиеся в условиях открытого мелководного шельфа под действием волн (мф2) и течений (мф1). По классификации [25] они соответствуют фациям переходной зоны от среднего к внутреннему шельфу рампового типа и микрофациям RMF7 и RMF 8.

Верхняя часть разреза тульского горизонта сложена преимущественно мелкозернистыми пелоидно-фораминиферовыми пакстоунами и грейнстоунами (мф3, мф4) и криноидно-фораминиферовыми грейнстоунами (мф5) зоны отмели открытого шельфа. Они соответствуют микрофациям RMF14, RMF26, RMF27 мелководного открытого шельфа. Последовательность микрофаций указывает на чередование отложений течений и волнений в начале тульского времени и на постепенное обмеление и образование условий отмели мелководного шельфа к его концу.

Полученные данные позволили установить условия формирования карбонатных отложений в середине визейского века и уточнить основные факторы воздействия на карбонатные осадки.

Благодарности. Работа выполнена по теме госзадания Института геологии УФИЦ РАН (проект № 0246-2019-0118).

Авторы благодарны рецензенту – старшему научному сотруднику ИГГ УрО РАН Т.И. Степановой за ценные замечания.

Литература

1. Кулагина Е.И., Артюшкова О.В., Клименко Т.В., Тагариева Р.Ч. Девон и карбон западного склона Южного Урала: стратиграфический обзор // Геол. вестн. – 2019. – № 3. – С. 103–142. – doi: 10.31084/2619-0087/2019-3-8.
2. Пазухин В.Н., Кулагина Е.И. Стратиграфия карбона Зилаирского синклиниория (Южный Урал) // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 2014. – Т. 89., Вып. 6. – С. 19–44.
3. IV Уральское межведомственное стратиграфическое совещание (20 апр. 1990 г.). Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой) / Редкол.: Н.Я. Анцыгин, Б.И. Чувашов, К.К. Золотов и др. – Екатеринбург: Урал. геол.-съемоч. экспедиция, 1993. – 152 л. схем.
4. Махлина М.Х., Жулитова В.Е. О детальном расчленении тульского горизонта в страторегионе // Изв. Вузов. Геология и разведка. – 1984. – № 12. – С. 3–11.
5. Махлина М.Х., Вдовенко М.В., Алексеев А.С., Бывшева Т.В., Донакова Д.М., Жулитова В.Е., Кононова Л.И., Умнова Н.М., Шик Е.М. Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы. – М.: Наука, 1993. – 221 с.
6. Вдовенко М.В. Тульский горизонт нижнего карбона и его аналоги в стратиграфической схеме Восточной Украины // Сб. науч. тр. Ин-та геол. наук Украины. – 2009. – С. 43–50.
7. Кулагина Е.И., Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Филимонова Т.В. Биостратиграфия и литофации верхневизейских и серпуховских отложений юго-востока Восточно-Европейской платформы. // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2019 – Т. 27, № 6. – С. 3–28. – doi: 10.31857/S0869-592X2763-28.
8. Карнаухов С.М., Галимов А.Г., Сафонов А.О., Пиманова З.В., Никулина О.П., Панфилова В.Б., Маркова Т.Н. Стратиграфическое расчленение и литолого-фациальные особенности подсоловых отложений в разрезе параметрической скважины 501 Вершининской площади (Оренбургская область) // Фанерозой Волго-Уральской, Прикаспийской и Северо-Каспийской нефтегазоносных провинций: стратиграфия, литология, палеонтология: Материалы II науч.-практ. стратиграф. конф. 6–9 дек. 2004 г. – Саратов: Науч. кн., 2004. – С. 48–49.
9. Наливкин Д.В. О геологическом строении Южного Урала // Зап. Горн. ин-та. – 1926. – Т. 7. – С. 71–95.
10. Наливкин Д.В. Стерлитамакское пересечение Южного Урала // Международный геологический конгресс. XVII сессия. Пермская экскурсия. Южный маршрут. – Л.; М.: Госгеолиздат, 1937. – С. 93–116.
11. Наливкин Д.В. Турнейский ярус Стерлитамакского района // Палеонтология и стратиграфия. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1945. – Сб. 4. – С. 11–23.
12. Крылова А.К. Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений районов рек Сиказы и Большой Сикашты // Геология и геохимия: Докл. и ст. Сб. 2. – Л.: Гос. науч.-техн. изд-во нефт. и горн.-топл. лит., 1958. – С. 120–147.
13. Синицына З.А., Синицын И.И. Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений района р. Сиказы на западном склоне Южного Урала. // Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и восточной окраины Русской платформы / Под ред. Б.М. Юсупова и др. – Уфа: БФАН СССР, 1975. – С. 40–57.
14. Sinitsyna Z.A. The Lower Carboniferous sequence along the Sikaza River // Field Excursion Guidebook for the Carboniferous Sections of South Urals (Bashkiria): VIII Int. Congr. on Carboniferous Stratigraphy and Geology, 1975. / Ed. A.Ya. Vissarionova. – Moscow: Nauka, 1975. – P. 114–129.

15. Путеводитель по Южному Уралу. Экскурсия 047. «Верхний палеозой Южного Урала»: 27-й Междунар. геол. конгресс / Под ред. О.Л. Эйнора. – М.: Наука, 1984. – 136 с.
16. Кононова Л.И., Литина О.А. Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала // Вопр. микропалеонтологии. – М.: Наука, 1971. – Вып. 14. – С. 39–69.
17. Кочеткова Н.М., Лутфуллин Я.Л., Пазухин В.Н. Схема стратиграфии и корреляции нижнекаменноугольных отложений Южного Урала: Сер. препринтов «Научные рекомендации – народному хозяйству». – Уфа, 1981. – 56 с.
18. Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.И., Авхимович В.И. Граница девона и карбона на Южном Урале // Граница девона и карбона на территории СССР: Материалы. Всесоюз. совещания / Под ред. В.К. Голубцова. – Минск: Наука и техника, 1988. – С. 157–166.
19. Guidebook of Excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian Sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian Regions / Comp. by: V.L. Kozlov, Z.A. Sinitsyna, E.I. Kulagina, V.N. Pazukhin, V.N. Puchkov, N.M. Kochetkova, A.N. Abramova, T.V. Klimenko, N.D. Sergeeva; Ed. by V.N. Puchkov. – Ufa, 1995. – 165 p.
20. Синицына З.А., Кулагина Е.И., Клименко Т.В. Визейский ярус западного склона Южного Урала // Биостратиграфия и нефтегазоносность палеозоя Башкирского Приуралья: Сб. науч. тр. – Уфа: БашНИПИнефть, 1997. – Вып. 93. – С. 21–31.
21. Кулагина Е.И., Клименко Т.В. Комплексы фораминифер верхневизейского подъяруса бассейна реки Сиказы на западном склоне Южного Урала // Геол. сб. – Уфа: Дизайн-ПолиграфСервис, 2014. – № 11. – С. 48–57.
22. Kulagina E. Foraminiferal sequence of the middle-upper Viséan (Mississippian) of the Sikasya River Valley in the South Urals and correlation with the Belgian standard. // Paläontologische Gesellschaft. – 2021. – doi: 10.1007/s12542-021-00556-9.
23. Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of Carbonate Rocks – A Symposium: Am. Assoc. Pet. Geol. Mem. 1 / Ed. by W.E. Ham. – Tulsa; Oklahoma: AAPG, 1962. – P. 108–121.
24. Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории. – М.: Недра, 1980. – 463 с.
25. Flügel E. Microfacies of Carbonate Rocks. – Berlin: Springer, 2010. – 984 p.
26. Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. – Уфа: Даурия, 2000. – 146 с.
27. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280 с.
28. Юнусов М.А. Особенности строения Камско-Кинельской системы прогибов и их влияние на нефтеносность карбонатных отложений девона и карбона северной Башкирии // Геология и нефтегазоносность карбонатных отложений девона и карбона Пермского Прикамья и прилегающих регионов. – М.: Недра, 1965. – С. 147–150.
29. Синицына З.А. К вопросу о возрасте алатауской свиты на западном склоне Южного Урала // Стратиграфия и палеонтология. – Уфа: БФАН СССР, 1974. – С. 58–63.
30. Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия), 1975 / Под ред. А.Я. Виссарионовой. – М.: Наука, 1975. – 183 с.
31. Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными, стратиграфическими схемами. Ленинград, 1988 г. Каменноугольная система / Под ред. А.Х. Кагарманова, Л.М. Донаковой. – Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1990. – 41 с. + схемы.

32. *Conil R., Longerstaey P.J., Ramsbottom W.H.C.* Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de Grand-Bretagne // Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain. – 1980. – V. 30. – P. 1–187.
33. *Cózar P., Vachard D., Somerville I., Izart A., Coronado I.* The lower–middle Viséan boundary interval in the Palaeotethys: Refinements for the foraminiferal zonal schemes // Geol. Mag. – 2019. – V. 157, No 3. – P. 513–526. – doi: 10.1017/S001675681900102X.

Поступила в редакцию
02.08.2021

Горожанина Елена Николаевна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН
ул. Карла Маркса, д. 16/2, г. Уфа, 450077, Россия
E-mail: *YGorozhanina@yandex.ru*

Башлыкова Елена Юрьевна, аспирант

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН
ул. Карла Маркса, д. 16/2, г. Уфа, 450077, Россия
E-mail: *duss_06@mail.ru*

Кулагина Елена Ивановна, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН
ул. Карла Маркса, д. 16/2, г. Уфа, 450077, Россия
E-mail: *kulagina@ufaras.ru*

ISSN 2542-064X (Print)
ISSN 2500-218X (Online)

UCHENYE ZAPISKI KAZANSKOGO UNIVERSITETA. SERIYA ESTESTVENNYE NAUKI
(Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series)

2021, vol. 163, no. 3, pp. 414–429

ORIGINAL ARTICLE

doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.414-429

**Microfacies of the Tulian Horizon (Visean Stage, Lower Carboniferous)
of the Sikaza 2 Section (Southern Urals, Russia)**

E.N. Gorozhanina^{}, E.Yu. Bashlykova^{**}, E.I. Kulagina^{***}*

Institute of Geology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, 450077 Russia
E-mail: **kulagina@ufaras.ru, **duss_06@mail.ru, ***YGorozhanina@yandex.ru*

Received August 2, 2021

Abstract

The Carboniferous deposits of the Sikasi (Sikaze) River sections in the western part of the Southern Urals are of great geological importance and included in the list of particularly significant sites of the Toratau Geopark of the Republic of Bashkortostan. In this article, a lithofacies description of the carbonate deposits of the Tulian Horizon of the Visean Stage in the Sikaza 2 section near the Sikasi River was performed based on the microfacies analysis of carbonate rock sections of the samples from the collection of the Museum of Geology and Mineral Resources of the Republic of Bashkortostan (Ufa, Russia). Micro-description of limestones was carried out with the help of R. Dunham's classification, E. Flügel's methodology. The revealed textural and structural features and the composition of faunal remains in the Tulian deposits of the Sikaza 2 section allowed us to identify and describe in detail five microfacies of limestones that developed under the open-shelf conditions. The sequence of these micro-

facies indicates the alternation of sediments of currents and waves in the early Tulian time, which was followed by the gradual shallowing and formation of the shallow-shelf conditions by its end.

Keywords: Tulian Horizon, microfacies, Lower Carboniferous, Southern Urals, limestones, shelf

Acknowledgments. The study was performed as part of the state assignment to the Institute of Geology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences (project no. 0246-2019-0118).

We are grateful to the reviewer, T.I. Stepanova (Leading Research Fellow, Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences) for helpful comments.

Figure Captions

Fig. 1. Location of the Sykaza 2 section on the map of the structural-facies zones of the Carboniferous of the Southern Urals [2]: 1 – pre-Paleozoic and metamorphic rock complexes; 2 – pre-Carboniferous Paleozoic formations; 3 – Carboniferous and younger formations. Structural-facies zones: I – EEP, II – Pre-Ural; III – West Ural; districts: IIIa – Karatau; IIIb – Zilimo-Zigansky.

Fig. 2. The lithostratigraphic column of deposits of the Tulian Horizon (Upper Visayan) in the Sikaza 2 section (at the turn). Compiled from the materials after Z.A. Sinitsina and I.I. Sinitsyn (1975), according to which the numbering of the layers is given. Sample numbers are based on stock reports. Symbols: 1 – bioclast-crinoid packstones (mf1); 2 – bioclast-foraminifera packstones (mf2); 3 – polybioclast packstones (mf3); 4 – peloid-foraminifera grainstones (mf4); 5 – bioclast-foraminifera grainstones (mf5); 6 – flint nodules and lenses, 7 – foraminifera, 8 – single corals; 9 – colonial corals, 10 – gastropods, 11 – brachiopods; 12 – crinoids.

Fig. 3. Microfacies of limestones of the Tulian Horizon in the Sikaza 2 section (microphotographs of sections, nichols parallel, scale bar 0.3 mm): *a* – a fine-medium-grained bioclastic-crinoidal (crinoids predominate) packstone with foraminifera, ostracods, fragments of brachiopod shells, fragments of tubular algae, with broken and corroded fragments of crinoids, subparallel-oriented areas – the result of the action of currents, the matrix is micrite or silt consists of particles of pelitic and fine-silt dimensions; layer 10a, samp. 2a, thin sec. 2a (mf1); *b* – a medium-grained bioclastic-crinoidal (crinoids predominate) packstone with foraminifera, ostracods, fragments of brachiopod shells, fragments of tubular algae, with fragments of crinoids with a micrite border – cortoids (left), layer 10a, samp. 47, thin sec. 47-1 (mf1); *c* – fine-grained bioclastic-foraminifera (foraminifera predominate) packstone-grainstone, a bioturbated area (mink or burrowing trace), composed of thin bioclastic and small foraminifera shells in lighter microsparite cement, fragments of crinoids, algae, brachiopods, ostracods; layer 10b, samp. 48_3, thin sec. 48b (mf2); *d* – fine-grained bioclast-foraminifera (foraminifera predominate) packstone-grainstone, with cortoids – fragments of crinoids with a micrite border (top left), and peloids in microsparite cement, fragments of crinoids, algae, brachiopods, ostracods, layer 10b, samp. 48_4, thin sec. 48g (mf2); *e* – fine-medium-grained polybioclastic packstone with crinoids and foraminifera, with a peloid-clotted matrix, recrystallized to microsparite, fragments of brachiopods, tubular algae, crinoids – cortoids, ostracod shells are found; layer 11, samp. 48_10, thin sec. 48i (mf3); *f* – fine-medium-grained peloid-foraminifera (foraminifera predominate) grainstone with microsparite cement, fragments of tubular algae, crinoids, brachiopods are found; layer 13, samp. 48_18, thin sec. 48r (mf4).

References

1. Kulagina E.I., Artyushkova O.V., Klimenko T.V., Tagarieva R.Ch. Devonian and Carboniferous of the western slope of the Southern Urals: A stratigraphic review. *Geol. Vestn.*, 2019, no. 3, pp. 103–142. doi: 10.31084/2619-0087/2019-3-8.
2. Pazukhin V.N., Kulagina E.I. Carboniferous stratigraphy of Zilair synclinorium (Southern Urals). *Byull. MOIP. Otd. Geol.*, 2014, vol. 89, no. 6, pp. 19–44. (In Russian)
3. *IV Ural'skoe mezhdvostvennoe stratigraficheskoe soveshchanie (20 apr. 1990 g.). Stratigraficheskie skhemy Urala (dokembrii, paleozoi)* [The IV Ural Interdepartmental Stratigraphic Meeting (Apr. 20, 1990). Stratigraphic Schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Antsygin N.Ya., Chuvashov B.I., Zoloev K.K. (Eds.). Yekaterinburg, 1993. 152 scheme sh. (In Russian)
4. Makhlina M.H., Zhulitova V.E. On the detailed splitting of the Tulian Horizon in the stratigraphic region. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved., Geol. Razved.*, 1984, no. 12, pp. 3–11. (In Russian)
5. Makhlina M.Kh., Vdovenko M.V., Alekseev A.S., Byvsheva T.V., Donakova L.M., Zhulitova V.E., Kononova L.I., Umnova N.I., Shik E.M. *Nizhnii karbon Moskovskoi sineklizy i Voronezhskoi*

- anteklizy* [Lower Carboniferous of the Moscow Syncline and Voronezh Antecline]. Moscow, Nauka, 1993. 221 p. (In Russian)
6. Vdovenko M.V. Tulian Horizon of the Lower Carboniferous and its analogues in the stratigraphic scheme of Eastern Ukraine. In: *Sb. Nauch. Tr. In-Ta Geol. Nauk Ukrainy* [Collected Scientific Works of the Institute of Geological Sciences], 2009, pp. 43–50. (In Russian)
 7. Kulagina E.I., Gorozhanina E.N., Gorozhanin V.M., Filimonova T.V. Upper Viséan and Serpu-khovian biostratigraphy and lithofacies of the southeast of the East European Platform. *Stratigr. Geol. Correl.*, 2019, vol. 27, no. 6, pp. 613–637. doi: 10.1134/S0869593819060030.
 8. Karnauhov S.M., Galimov A.G., Safonov A.O., Pimanova Z.V., Nikulina O.P., Panfilova V.B., Mar-kova T.N. Stratigraphic subdivision and lithological–facies features of the subsalt deposits in the section of the 501 stratigraphic well (Vershinovka area, Orenburg Region). *Fanerozoi Volgo-Ural'skoi, Pri-kaspiiskoi i Severo-Kaspiiskoi neftegazonosnykh provintsii: stratigrafiya, litologiya, paleontologiya: Materialy II nauch.-prakt. stratigraf. konf. 6–9 dek. 2004 g.* [The Phanerozoic of Volga–Ural, Cis-Caspian, and North Caucasus Petroleum Provinces: Stratigraphy, Lithology, Paleontology: Proc. II Sci.-Pract. Stratigr. Conf. Dec. 6–9, 2004]. Saratov, Nauchn. Kniga, 2004, pp. 48–49. (In Russian)
 9. Nalivkin D.V. On the geological structure of the Southern Urals. *Zap. Gorn. Inst.*, 1926, vol. 7, pp. 71–95. (In Russian)
 10. Nalivkin D.V. The Sterlitamak Intersection of the Southern Urals. *Mezhdunarodnyi geologicheskii congress. XVII sessiya. Permskaya ekskursiya. Yuzhnyi marshrut* [Proc. Int. Geol. Congr. XVII Sess. Excursion: Southern Itinerary]. Leningrad, Moscow, Gosgeolizdat, 1937, pp. 93–116. (In Russian)
 11. Nalivkin D.V. The Tournaisian of the Sterlitamak Region. In: *Paleontologiya i stratigrafiya* [Paleon-tology and Stratigraphy]. Leningrad, Izd. VSEGEI, 1945, no. 4, pp. 11–23. (In Russian)
 12. Krylova A.K. Stratigraphy of the Lower Carboniferous deposits in the areas of the Sikaza and Bol-shaya Sikashta Rivers. In: *Geologiya i geokhimiya* [Geology and Geochemistry]. Leningrad, Gos. Nauchno-Tekh. Izd. Neft. Gorn.-Topl. Lit., 1958, no. 2, pp. 120–147. (In Russian)
 13. Sinitsyna Z.A., Sinitsyn I.I. Stratigraphy of the Lower Carboniferous deposits in the Sikaza River area on the western slope of the Southern Urals. In: *Stratigrafiya i geologiya karbona Yuzhnogo Urala i vostochnoi okrainy Russkoi platformy* [Stratigraphy and Geology of the Carboniferous Deposits of the Southern Urals and the Eastern Margins of the Russian Platform]. Yusupov B.M. et al. (Eds.). Ufa, BFAN SSSR, 1975, pp. 40–57. (In Russian)
 14. Sinitsyna Z.A. The Lower Carboniferous sequence along the Sikaza River. *Field Excursion Guide-book for the Carboniferous Sections of South Urals (Bashkiria): VIII Int. Congr. on Carboniferous Stratigraphy and Geology, 1975*. Vissarionova A.Ya. (Ed.). Moscow, Nauka, 1975, pp. 114–129.
 15. Einor O.L. (Ed.) *Putevoditel' po Yuzhnomu Uralu. Ekskursiya 047. "Verkhniy paleozoi Yuzhnogo Urala": 27-i Mezhdunar. geol kongress* [Guidebook for the Southern Urals. Excursion 047. "Upper Paleozoic of the Southern Urals": Proc. 27 Int. Geol. Congr.]. Moscow, Nauka, 1984. 136 p. (In Russian)
 16. Kononova L.I., Lipina O.A. The correlation of the Upper Famennian and Lower Tournaisian zonal schemes on foraminifera and conodonts in the western slope of the Southern Urals. *Vopr. Mikro-paleontol.*, 1971, no. 14, pp. 39–69. (In Russian)
 17. Kochetkova N.M., Lutfullin Ya.L., Pazukhin V.N. The scheme of stratigraphy and correlation of the Lower Carboniferous deposits of the Southern Urals. *Preprint. Ser.: Scientific Advice to National Economy*. Ufa, 1981. 56 p. (In Russian)
 18. Kochetkova N.M., Reitlinger E.A., Pazukhin V.N., Avkhimovich V.I. The Devonian–Carbonife-rous boundary in the Southern Urals. *Granitsa Devona i Karbona na territorii SSSR: Materialy Vsesoyuz. Soveshchaniya* [The Devonian–Carboniferous Boundary at the territory of the USSR: Proc. All-Union Conf.]. Minsk, Nauka Tekh., 1988, pp. 157–166. (In Russian)
 19. Kozlov V.I., Sinitsyna Z.A., Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Puchkov V.N., Kochetkova N.M., Abramova A.N., Klimenko T.V., Sergeeva N.D. *Guidebook of Excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian Sections of the Western Slope of the Southern Urals and Preuralian Regions*. Puchkov V.N. (Ed.). Ufa, 1995. 165 p.
 20. Sinitsyna Z.A., Kulagina E.I., Klimenko T.V. The Viséan Stage of the western slope of the Southern Urals. In: *Biostratigrafiya i neftegazonosnost' paleozoya Bashkirskogo Priural'ya* [Paleozoic Bio-stratigraphy and Oil and Gas Potential of the Bashkir Cis-Urals]. Ufa, BashNIPIneft', 1997, no. 93, pp. 21–31. (In Russian)

21. Kulagina E.I., Klimenko T.V. Complexes of the Upper Visean foraminifera of the Sikaza River basin on the western slope of the Southern Urals. *Geol. Sb.*, 2014, no. 11, pp. 48–57. (In Russian)
22. Kulagina E. Foraminiferal sequence of the middle-upper Viséan (Mississippian) of the Sikasya River Valley in the South Urals and correlation with the Belgian standard. *Paläontol. Ges.*, 2021. doi: 10.1007/s12542-021-00556-9.
23. Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: *Classification of Carbonate Rocks – A Symposium: Am. Assoc. Pet. Geol. Mem. 1*. Ham W. E. (Ed.). Tulsa, Okla., AAPG, 1962, pp. 108–121.
24. Wilson J.L. *Karbonatnye fatsii v geologicheskoi istorii* [Carbonate Facies in Geologic History]. Moscow, Nedra, 1980. 463 p. (In Russian)
25. Flügel E. *Microfacies of Carbonate Rocks*. Berlin, Springer, 2010. 984 p.
26. Puchkov V.N. *Paleogeodinamika Yuzhnogo i Srednego Urala* [Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals]. Ufa, Dauriya, 2000. 146 p. (In Russian)
27. Puchkov V.N. *Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii)* [Geology of the Urals and Cis-Urals (Current Problems of Stratigraphy, Tectonics, Geodynamics and Metallogeny)]. Ufa, DizainPoligrafServis, 2010. 280 p. (In Russian)
28. Yunusov M.A. Structural characteristics the Kama-Kinel downfold system and their influence on the oil-bearing capacity of the Devonian and Carboniferous carbonate deposits of Northern Bashkiria. In: *Geologiya i neftegazonosnost' karbonatnykh otlozhenii devona i karbona Permskogo Prikam'ya i prilegayushchikh regionov* [Geology and Oil and Gas Potential of the Carbonate Deposits of the Devonian and Carboniferous of the Perm Kama Region and Adjacent Regions]. Moscow, Nedra, 1965, pp. 147–150. (In Russian)
29. Sinitsyna Z.A. On the age of the Alatau Formation on the western slope of the Southern Urals. In: *Stratigrafiya i paleontologiya* [Stratigraphy and Paleontology]. Ufa, BFAN SSSR, 1974, pp. 58–63. (In Russian)
30. *Putevoditel' ekskursii po razrezam karbona Yuzhnogo Urala (Bashkiriya), 1975* [Guidebook for the Carboniferous Sections of the Southern Urals (Bashkiria), 1975]. Vissarionova A.Ya. (Ed.). Moscow, Nauka, 1975. 183 p. (In Russian)
31. *Reshenie Mezhdvostvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po srednemy i verkhnemu paleozoyu Russkoi platformy s regional'nymi, stratigraficheskimi skhemami. Leningrad, 1988 g. Kamennougol'naya sistema* [Decision of the Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on the Middle and Upper Paleozoic of the Russian Platform with Regional Stratigraphic Schemes. Leningrad, 1988. Carboniferous System]. Kagarmanov A.Kh., Donakova L.M. (Eds.). Leningrad, Izd. VSEGEI, 1990. 41 p. + schemes. (In Russian)
32. Conil R., Longierstaey P.J., Ramsbottom W.H.C. Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de Grand-Bretagne. *Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain*, 1980, vol. 30, pp. 1–187. (In French)
33. Cózar P., Vachard D., Somerville I., Izart A., Coronado I. The lower-middle Viséan boundary interval in the palaeotethys: Refinements for the foraminiferal zonal schemes. *Geol. Mag.*, 2019, vol. 157, no. 3, pp. 513–526. doi: 10.1017/S001675681900102X.

Для цитирования: Горожанина Е.Н., Башлыкова Е.Ю., Кулагина Е.И. Микрофации тульского горизонта визейского яруса нижнего карбона разреза «Сиказа 2» (Южный Урал) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2021. – Т. 163, кн. 3. – С. 414–429. – doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.414-429.

For citation: Gorozhanina E.N., Bashlykova E.Yu., Kulagina E.I. Microfacies of the Tullian Horizon (Visean Stage, Lower Carboniferous) of the Sikaza 2 section (Southern Urals, Russia). *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2021, vol. 163, no. 3, pp. 414–429. doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.414-429. (In Russian)