

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2025.3.26>

УДК 56:563.12

Микрофацции и фораминиферы тульских отложений (визейский ярус, нижний карбон) юго-востока Восточно-Европейской платформы и Южного Урала

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

В статье приводится характеристика микрофацций и комплексов фораминифер тульского горизонта визейского яруса по разрезам скважин Предуральская-106, Октябрьская-106 восточной части Волго-Уральского субрегиона и разреза Сиказа 2 западного склона Южного Урала. Возраст отложений соответствует фораминиферной зоне *Endothyranopsis compressa* – *Paraarchaediscus koktjubensis* России. На основе изучения микроструктур карбонатных пород выделены шесть микрофацций (МФ), отличающихся по компонентному составу и текстурам. Известняки относятся преимущественно к мелкозернистым полибиокластовым пакстоунам. Основными компонентами (зернами) являются остатки трубчатых водорослей, фораминифер, иглокожих (преимущественно криноидей), остракод, редко мшанок и брахиопод, а также кальцисферы, пелоиды и интракласты. Формирование отложений происходило в условиях открытого мелководного полого погружающегося шельфа рампового типа с различной гидродинамикой. Приводится анализ распределения микрофацций по разрезам и связь с ними комплексов фораминифер.

Ключевые слова: визейский ярус, тульский горизонт, микрофацции, фораминиферы, обстановки осадконакопления, шельф

Для цитирования: Башлыкова Е.Ю., Горожанина Е.Н., Кулагина Е.И. (2025). Микрофацции и фораминиферы тульских отложений (визейский ярус, нижний карбон) юго-востока Восточно-Европейской платформы и Южного Урала. *Георесурсы*, 27(3), с. 179–194. <https://doi.org/10.18599/grs.2025.3.26>

Введение

Тульский горизонт визейского яруса нижнего карбона широко распространен в Волго-Уральском субрегионе, где в его составе выделены шесть свит (Фортунатова и др., 2023). Стратотипический разрез тульского горизонта (Московская синеклиза, район г. Тулы) имеет сложное строение и включает три подсвиты с разными условиями осадконакопления (Махлина, Жулитова, 1984; Махлина и др., 1993). Поэтому корреляция тульских отложений Восточно-Европейской платформы (ВЕП) и Урала до сих пор остается сложным вопросом. Особую проблему вызывает сопоставление нижней части тульского горизонта, поскольку в стратотипе нижняя (щекинская) подсвита сложена аллювиальными и озерно-болотными песками без фаунистических остатков (Вдовенко, 2009). В качестве морского аналога нижней части тульского горизонта, который представлен на ВЕП континентальными отложениями, на западном склоне Среднего Урала выделен дружининский горизонт (Постоялко, Гарань, 1972),

сложенный известняками и известковистыми аргиллитами мощностью 6.2 м. М.В. Постоялко (1975) рассматривала дружининский горизонт как аналог нижней терригенной части тульского горизонта ВЕП, однако в стратиграфическую схему Урала он вошел как карбонатный аналог верхней части угленосного бобриковского горизонта (Стратиграфические схемы Урала..., 1993). Важно отметить, что комплекс фораминифер дружининского горизонта отличается от бобриковского и содержит некоторые виды, типичные для тульского горизонта ВЕП. В обобщающей публикации по характеристике стратонев ОСШ России (Alekseev et al., 2022) дружининский горизонт скоррелирован с верхней частью бобриковского и нижней частью тульского горизонта (рис. 1). Тем не менее, вопрос до конца не решен. Поэтому изучение микрофацций и фораминифер тульского горизонта ВЕП и западного склона Урала представляется актуальным для уточнения корреляции его фациальных аналогов. Характеристика микрофацций верхневизейских известняков и распределения в них фауны фораминифер дана в работах Е.Л. Зайцевой и К.В. Сахненко (Зайцева, Сахненко, 2018; Zaytseva, Sakhnenko, 2019), однако тульский горизонт микрофациями не охарактеризован.

Палеонтологическое обоснование тульского горизонта важно и для межрегиональной корреляции визейского яруса. В ОСШ России визейский ярус делится на два

* Ответственный автор: Елена Юрьевна Башлыкова
e-mail: duss_06@mail.ru

© 2025 Коллектив авторов

Статья находится в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution (CC BY) License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

подъяруса (Решение..., 1990; Стратиграфические схемы Урала..., 1993), и тульский горизонт начинается верхний подъярус. В стратотипическом регионе во Франко-Бельгийском бассейне визейский ярус включает три подразделения, а тульский горизонт коррелируется со средним – ливийским (Livian) подъярусом (Poty et al., 2006). Поэтому желательно привести подразделения России в соответствие с международным стандартом.

Изученные разрезы скважин расположены в Ижевско-Бузулукской и Предуральской структурно-фациальных областях (СФО) Волго-Уральского субрегиона (Фортунатова и др., 2023), где распространена озеркинская свита тульского горизонта (Фортунатова и др., 2023, рис. 31). Скважина Октябрьская-106 расположена в Оренбургской структурно-фациальной зоне (СФЗ) Ижевско-Бузулукской СФО в пределах Оренбургского палеосвода. Скважина Предуральская-106 находится восточнее, в Предуральской СФО, охватывающей территорию Предуральского прогиба.

Разрезы скважин имеют много общих черт с разрезами Южного Урала и представляют интерес для изучения смены фаций и фаунистических комплексов от платформенной части ВЕП к Уральскому бассейну. Разрез Сиказа 2 расположен в Зилимо-Зиганском районе Западно-Уральской зоны складчатости (Стратиграфические схемы Урала..., 1993).

Цель статьи – охарактеризовать микрофашии тульского горизонта с акцентом на связь их с комплексами фораминифер для корреляции и актуализации стратиграфических схем Урала и ВЕП. Задачи исследований включали: микрофациальный анализ тульских отложений в разрезах двух скважин из юго-восточной части ВЕП, уточнение палеонтологической характеристики тульского горизонта, сравнительный анализ со стратотипом озеркинской свиты ВЕП и с опорным разрезом Сиказа 2 на западном склоне Южного Урала.

Материал и методы

Материалом для исследований послужили коллекции шлифов:

- коллекция № 124, скв. Октябрьская-106 Оренбургской области, место хранения – ИГ УФИЦ РАН (26 шлифов);
- коллекция № 62, скв. Предуральская-106 Предуральской площади, место хранения – ООО «ГазпромДобычаОренбург» (52 шлифа); опись образцов и привязка к глубинам – из архива «ГазпромДобычаОренбург»;
- коллекция № 640, разрез Сиказа 2, место хранения – Музей геологии и полезных ископаемых Республики Башкортостан, г. Уфа (80 шлифов, сборы З.А. Синецкой и др., 1968–1974). Номера шлифов в коллекции обозначены буквами русского алфавита (48а–48т), которые заменены порядковыми номерами букв русского алфавита (от 48-1 до 48-20) как в публикации (Кулагина, 2022).

Микрофациальный анализ известняков проводился по образцам и шлифам. Фотографирование шлифов осуществлялось с помощью светового микроскопа «Биоптик СР-400». Основная задача микрофациального анализа – определение обстановки осадконакопления породы по признакам, определяемым в шлифах на основе детальной характеристики зерен, матрикса и цемента. Методика микрофациального анализа дана в работах Дж. Уилсона (Уилсон, 1980) и Э. Флюгеля (Flügel, 2010). Она включает выделение типов микрофаций по классификации Р. Данема (Dunham, 1962). Нумерация основных типов микрофаций проведена на основании характера смены типов фаций в разрезе и по латерали.

Характеристика разрезов

Скважина Предуральская-106. Местоположение – южная часть Предуральского краевого прогиба (Оренбургская область) (рис. 2). Скважина вскрыла девонские, каменноугольные и пермские отложения.

Ярус	млн. лет	Зоны фораминифер	Восточно-Европейская платформа	Урал		Франко-Бельгийский бассейн		
				Западный субрегион	Восточный субрегион			
Визейский	330.3	Endothyranopsis crassa - Archaediscus gigas	Веневский	Веневский	Богдановичский	MFZ 15	Cf6	Wamantian
			Михайловский	Михайловский	Аверинский	MFZ 14		
			Алексинский	Алексинский	Каменск-уральский	MFZ 15		
	346.7	Eoparastaffella simplex	Тульский	Тульский	Жуковский	MFZ 12	Cf5	Livian
				Дружининский	Устьгреховский	MFZ 11		
			Бобриковский	Илычский	Бурлинский	MFZ 10	Cf4 (часть)	Molmiacian
Радаевский	Пестерьковский	Обручевский	MFZ 9					

Рис. 1. Соотношение фораминиферовых зон России, горизонтов Восточно-Европейской платформы и Урала (Alekseev et al., 2022) и подразделений Франко-Бельгийского бассейна (Conil et al., 1991; Poty et al., 2006). Cf4-Cf6 – фораминиферовые зоны по (Conil et al., 1991); MFZ – миссисипская фораминиферозная зона по (Poty et al., 2006). Возраст в млн лет по <https://stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2024-12.pdf>

Визейские отложения выделяются в инт. 4236–4622 м (мощность 405 м). Нижневизейский подъярус (инт. 4602–4622 м) сложен темными углеродистыми слоистыми известняками (пакстоунами), содержащими остатки трубчатых водорослей, раковины остракод, фораминифер и редкие спикулы известковых губок, с прослоями черных аргиллитов. К верхнему визе относятся известняки и доломиты с многочисленными остатками фораминифер и водорослей.

Тулский горизонт (инт. 4517–4592 м по геолого-геофизическим данным) сложен водорослево-биокластовыми пакстоунами с прослоями доломитов. Нижняя граница горизонта определена по каротажному реперу бобриковско-радаевской пачки (данные из архива «ГазпромДобычаОренбург»). Верхняя граница проведена условно по кровле доломитовой пачки (инт. 4517–4521 м) без определяемых ископаемых остатков. Поскольку ниже этой пачки лежит неопробованный интервал (инт. 4521–4536 м), мощность тульского горизонта может варьировать в пределах 56–75 м (рис. 3).

Нижний интервал (4588–4590 м) содержит обедненный комплекс фораминифер в обр. 110: *Endothyra* sp., *Pseudoplanoendothyra undata* (Postoyalko, 1975), *Ps. cf. druzhininaensis* (Postoyalko, 1975), *Eoparastaffella* sp., обычные для нижневизейского подъяруса, в том числе для дружининского горизонта западного склона Урала и переходящие в тульский горизонт. Эта часть разреза бедна фораминиферами и отнесена к тульскому горизонту с определенной долей условности, по данным каротажной кривой. В вышележащем интервале (4570–4574 м) встречен зональный вид *Paraarchaesticus koktjubensis* (Rauser-Chernousova, 1948) (рис. 3), а в интервале 4551–4555 м определен второй зональный вид *Endothyranopsis compressa* (Rauser-Chernousova et Reitlinger, 1936).

Скважина Октябрьская-106. Местоположение – юго-восток ВЕП, зона сочленения с Предуральским прогибом, в 60–65 км северо-северо-восточнее г. Оренбурга и в 10 км южнее райцентра Октябрьское Оренбургской области. Скважина вскрыла девонские, каменноугольные

и пермские отложения. Нижневизейские отложения (инт. 3319–3337 м), представлены нормально-морскими терригенно-карбонатными и карбонатными фациями, охарактеризованы фораминиферами, остракодами и спорово-пыльцевыми комплексами (Кулагина и др., 1988). Отложения верхнего визе мощностью 289 м представлены фораминиферо-водорослевыми известняками и доломитами (Bashlykova, Kulagina, 2020).

Тулский горизонт (инт. 3253–3321 м) сложен микритовыми известняками. Нижняя граница проведена, как и в скв. Предуральская-106, выше радаевско-бобриковского каротажного репера, по основанию однородной известняковой толщи. Мощность горизонта 68 м (рис. 4).

Инт. 3319–3326 м был отнесен к бобриковскому горизонту по фораминиферам и остракодам (Кулагина и др. 1988). В обр. 184 (гл. 3326 м) определен комплекс фораминифер зоны *Uralodiscus rotundus* (рис. 4). В кровле этого интервала (обр. 182, инт. 3319–3321 м) исчезают обычные ранневизейские *Uralodiscus* и *Glomodiscus*, появляется *Archaediscus* sp. Богатый комплекс остракод, изученный Н.М. Кочетковой в обр. 182-183 (Кулагина и др., 1988) содержит виды, характерные для бобриковского горизонта Среднего Урала из разреза Дружинино, причем «некоторые из них ранее были известны в основном из тульского горизонта Восточно-Европейской платформы» (Кулагина и др., 1988, стр. 48). В связи с этим интервал 3319–3321 рассматривается нами как переходный от бобриковского к тульскому горизонту и отнесен к нижней части последнего. Тульский возраст обоснован фораминиферами в инт. 3285–3286 м (обр. 102-104) и в кровле горизонта на гл. 3255 (обр. 101), где встречены зональные виды тульского горизонта. Верхняя граница принимается нами предположительно на глубине 3252 (обр. 100) по появлению *Parastaffella concinna* Shlykova, 1951 (Bashlykova, Kulagina, 2020) ввиду отсутствия зонального вида.

Разрез Сиказа 2. Расположен в Западно-Уральской складчатой зоне, сложенной преимущественно палеозойскими отложениями шельфа и глубоководными отложениями пассивной окраины континента. Эта зона протягивается вдоль восточной границы Предуральского краевого прогиба и представляет деформированную восточную окраину ВЕП (Пучков, 2000). Визейские карбонатные отложения залегают на известняках кизеловского горизонта верхнего турне со стратиграфическим перерывом, охватывающем косьвинский горизонт верхнего турне, весь нижневизейский подъярус и, вероятно, самые низы тульского горизонта (Синицына, Синицын, 1975; Синицына, 1975). Мощность тульского горизонта составляет 31 м. Биостратиграфия верхневизейских карбонатных отложений р. Сикасы детально изучена (Синицына, 1975; Путеводитель..., 1984; Кулагина, Клименко, 2014; Kulagina, 2022), описаны микрофашии из разреза Сиказа 2 (Горожанина и др., 2021).

Разрез богат фораминиферами. Начиная со слоя 10а (рис. 5) встречаются зональные виды *Paraarchaesticus koktjubensis* и *Endothyranopsis compressa*, по которым обосновывается возраст тульского горизонта. Верхняя граница с алексинским горизонтом распознаются по комплексу фораминифер зоны *Ikensieformis proikensis* – *Archaediscus gigas* (Kulagina, 2022).



Рис. 2. Местоположение изученных разрезов

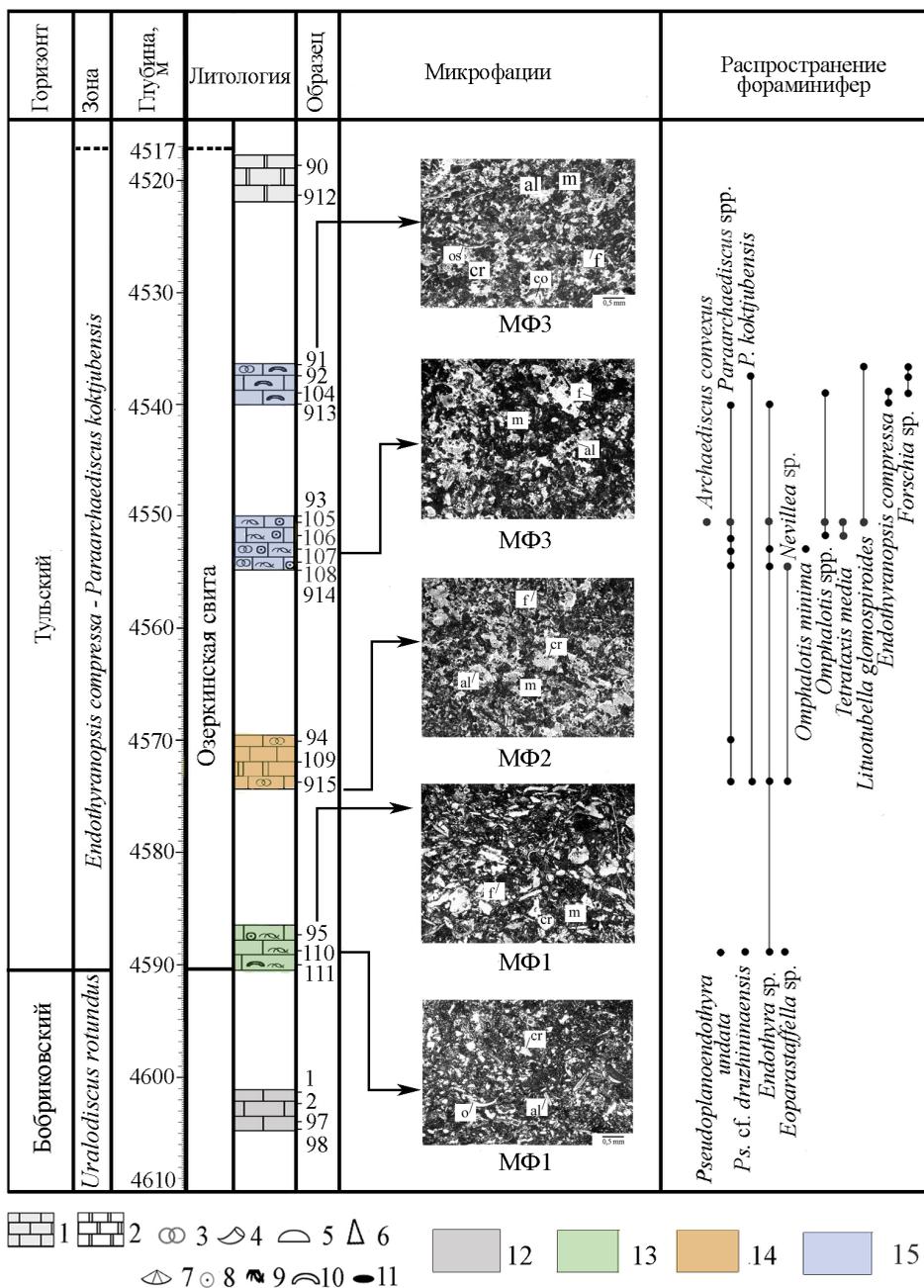


Рис. 3. Распространение микрофауны (МФ) и выборочных таксонов фораминифер в разрезе скважины Предуральская-106. Условные обозначения к рис. 3–5, 8: f – фораминиферы, al – водоросли, cr – криноидеи, os – остракоды, c – кальциферы, со – кортоиды, са – кальцит, sp – спикулы, m – матрикс, b – брахиоподы, br – мшанки; 1 – известняки, 2 – доломиты, 3 – фораминиферы, 4 – одиночные кораллы, 5 – колониальные кораллы, 6 – гастроподы, 7 – брахиоподы, 8 – криноидеи, 9 – водоросли, 10 – остракоды, 11 – линзы кремней; 12 – бобриковский горизонт, 13 – МФ1, 14 – МФ2, 15 – МФ3

Фораминиферы

Возраст тульского горизонта в скважинах востока ВЕП и на западном склоне Южного Урала в разрезе Сиказа обоснован комплексом фораминифер зоны *Endothyranopsis compressa* – *Paraarchaediscus koktjubensis* зональной фораминиферовой шкалы России (Постановление..., 2008). В изученных разрезах скважин, так же, как и в разрезе Сиказа 2 встречены зональные виды *Paraarchaediscus koktjubensis* (рис. 6, фиг. 3–6, 13, 15) и *Endothyranopsis compressa* (рис. 7, фиг. 20–23). Для тульского горизонта всех трех разрезов характерны многочисленные представители надсемейства *Archaeiscoidea* Cushman, 1928 и отряда *Endothyrida* Fursenko, 1958. Преобладают виды рода

Paraarchaediscus, реже рода *Archaeodiscus* (рис. 6, фиг. 10, 11, 17, 20), *Lituotubella glomospiroides* (рис. 7, фиг. 30–32), *Omphalotus* (рис. 7, фиг. 12, 17), *Tetrataxis* (рис. 7, фиг. 26), *Mediocris* (рис. 7–8, фиг. 18), *Globoendothyra* (рис. 7, фиг. 27–29). Редко встречаются представители родов *Forschia*, *Nevillea*, *Eoparastaffella*, *Parastaffella* (рис. 7, фиг. 6, 14).

Комплекс фораминифер скв. Предуральская-106 включает более 16 видов, относящихся к 12 родам: *Earlandia*, *Paraarchaediscus*, *Archaeodiscus*, *Forschia*, *Nevillea*, *Lituotubella*, *Endothyra*, *Omphalotus*, *Endothyranopsis*, *Pseudoplanoendothyra*, *Tetrataxis*, *Eoparastaffella*.

Комплекс фораминифер скв. Октябрьская-106 составляет 15 родов и 23 вида. Наибольшее видовое разнообразие

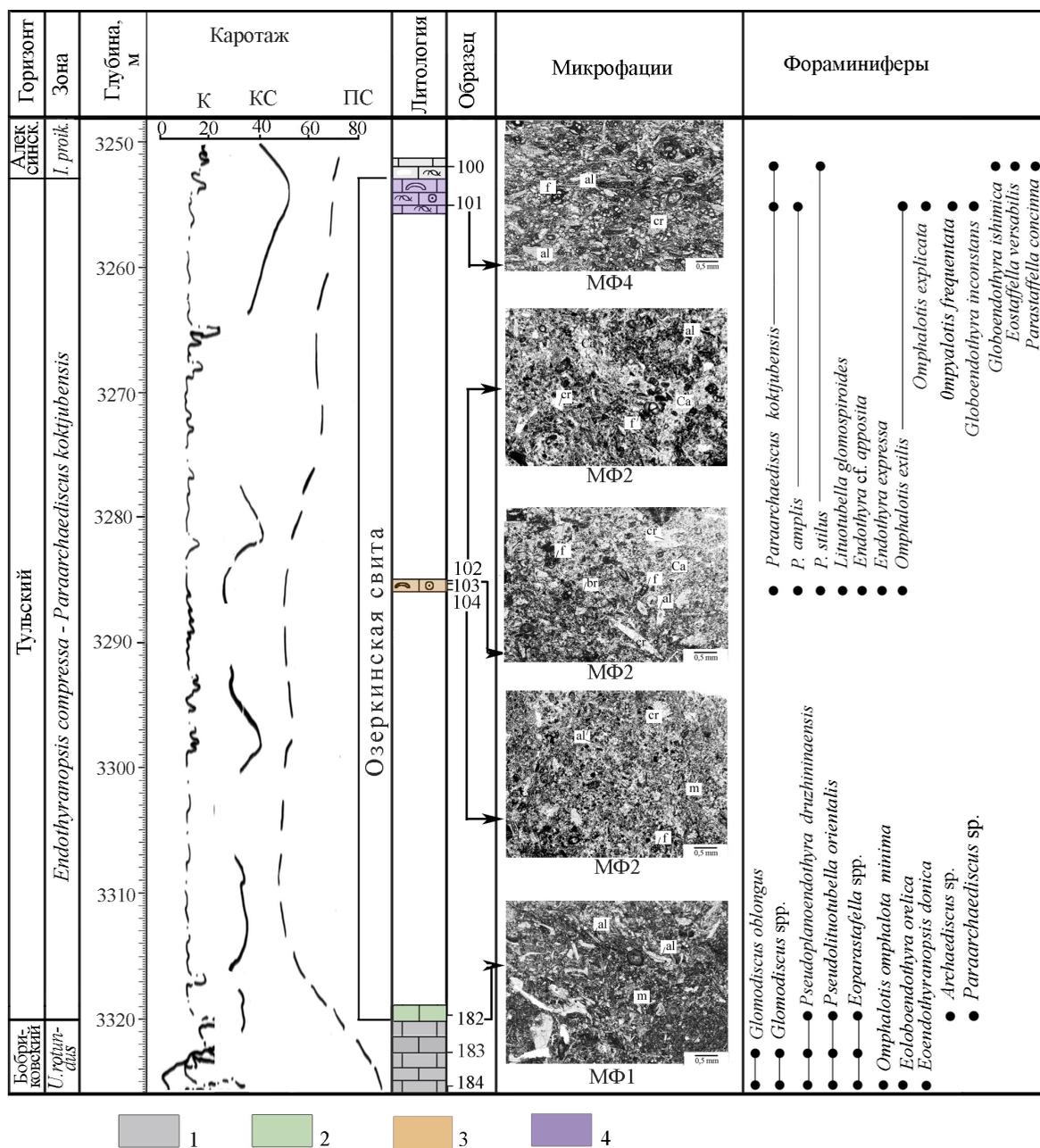


Рис. 4. Распространение микрофашии и выборочных таксонов фораминифер в разрезе скважины Октябрьская-106: 1 – бобриковский горизонт, 2 – MФ1, 3 – MФ2, 4 – MФ4

имеют представители родов *Paraarchaediscus*, *Omphalotis*, *Tetrataxis*.

Богатый комплекс фораминифер тульского горизонта разреза Сиказа 2 включает более 38 видов, относящихся к 24 родам (Kulagina, 2022). Помимо видов, определенных в скважинах встречены *Planoarchaediscus spirillinoides* (Rausser) (рис. 6, фиг. 12), *Lapparentidiscus* sp. В верхах зоны отмечены несколько экземпляров *Pojarkovella* sp.

Типы микрофашии и их распределение по разрезам

Известняки тульского горизонта в изученных разрезах скважин Октябрьская-106, Предуральская-106 и разреза Сиказа 2 характеризуются некоторыми общими свойствами. Основными компонентами (зернами) являются остатки трубчатых водорослей, фораминифер, иглокожих (преимущественно, криноидей), остракод, брахиопод, редко мшанок, а также кальцисферы, пелоиды и интракласты.

По количеству зерен и их соотношению с матриксом известняки относятся преимущественно к мелкозернистым полибиокластовым пакстоунам, в которых зерна имеют алевритовую размерность и соприкасаются друг с другом, межзерновой матрикс – микрзернистый или микритовый. Обломки криноидей и фрагменты трубчатых водорослей образованы монокристаллическим кальцитом, с характерными кальцитовыми каемками дорастания (до ромбической формы кристалла), образующими цемент пойкилитового типа. Тонкобиокластовый матрикс состоит из частиц пелитовой и тонкоалевритовой размерности в микрите, в некоторых микрофашиях матрикс комковато-сгустковый. В перекристаллизованных разностях матрикс замещен микроспаритовым цементом. Состав фаунистических остатков указывает на формирование отложений в условиях открытого шельфа.

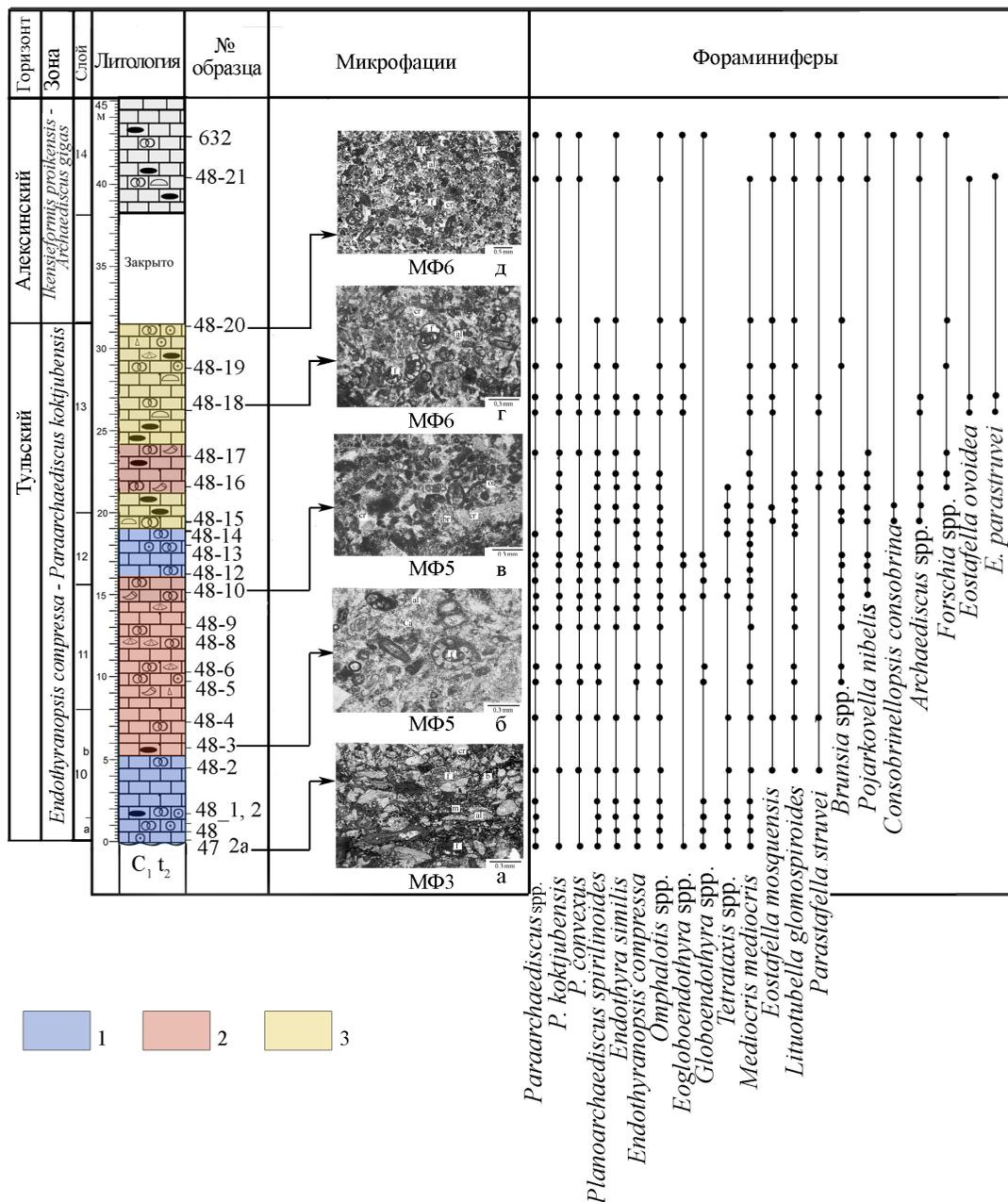


Рис. 5. Распространение микрофауны и выборочных таксонов фораминифер в разрезе Сиказа 2: 1 – МФ3, 2 – МФ5, 3 – МФ6. Стратиграфическая колонка по (Синицына, Синицын, 1975) с изменениями по (Kulagina, 2022)

На основе изучения текстурно-структурных особенностей, включающих размерность обломков, сортированность, их соотношение с матриксом, наличие микрослоистости и состава фаунистических остатков выделено шесть микрофауны известняков (МФ), которые пронумерованы в порядке увеличения зернистости и уменьшения содержания микритового матрикса, что отражает степень гидродинамического воздействия на осадок (рис. 8).

К МФ1 (рис. 8, фиг. 1, 2) отнесены тонкозернистые полибиокластовые пакстоуны-вакстоуны с беспорядочной текстурой, сложенные фрагментами трубчатых водорослей, криноидей, остракод и редкими фораминиферами. Особенностью МФ1 является преобладание микритового матрикса, незначительное количество фораминифер. Известняки МФ1 распространены в основании разреза тульского горизонта в скважинах Предуральская-106 и Октябрьская-106 (рис. 3, 4).

К данной микрофауны приурочен комплекс фораминифер, в котором представители родов *Earlandia*, *Pseudolituotubella*, *Pseudoplandoendothyra*, *Eoparastafella*, *Mediocris* встречаются в равных количественных соотношениях. Единичны раковины *Archaediscus*. Число фораминифер в шлифах небольшое: 10–15. Присутствие *Pseudolituotubella* свидетельствует об относительно благоприятных условиях для обитания фораминифер.

Известняки МФ2 (рис. 8, фиг. 3, 4) представлены криноидно-водорослевыми пакстоунами тонко-мелкозернистыми с беспорядочной текстурой, сложенными фрагментами трубчатых водорослей, криноидей (иногда микритизированных по краям – кортоидов), с кальцисферами и пелоидами в пелоидно-стуктовом матриксе, участками перекристаллизованным до микроспарита. Хаотичная структура, возможно, связана с биотурбированием.

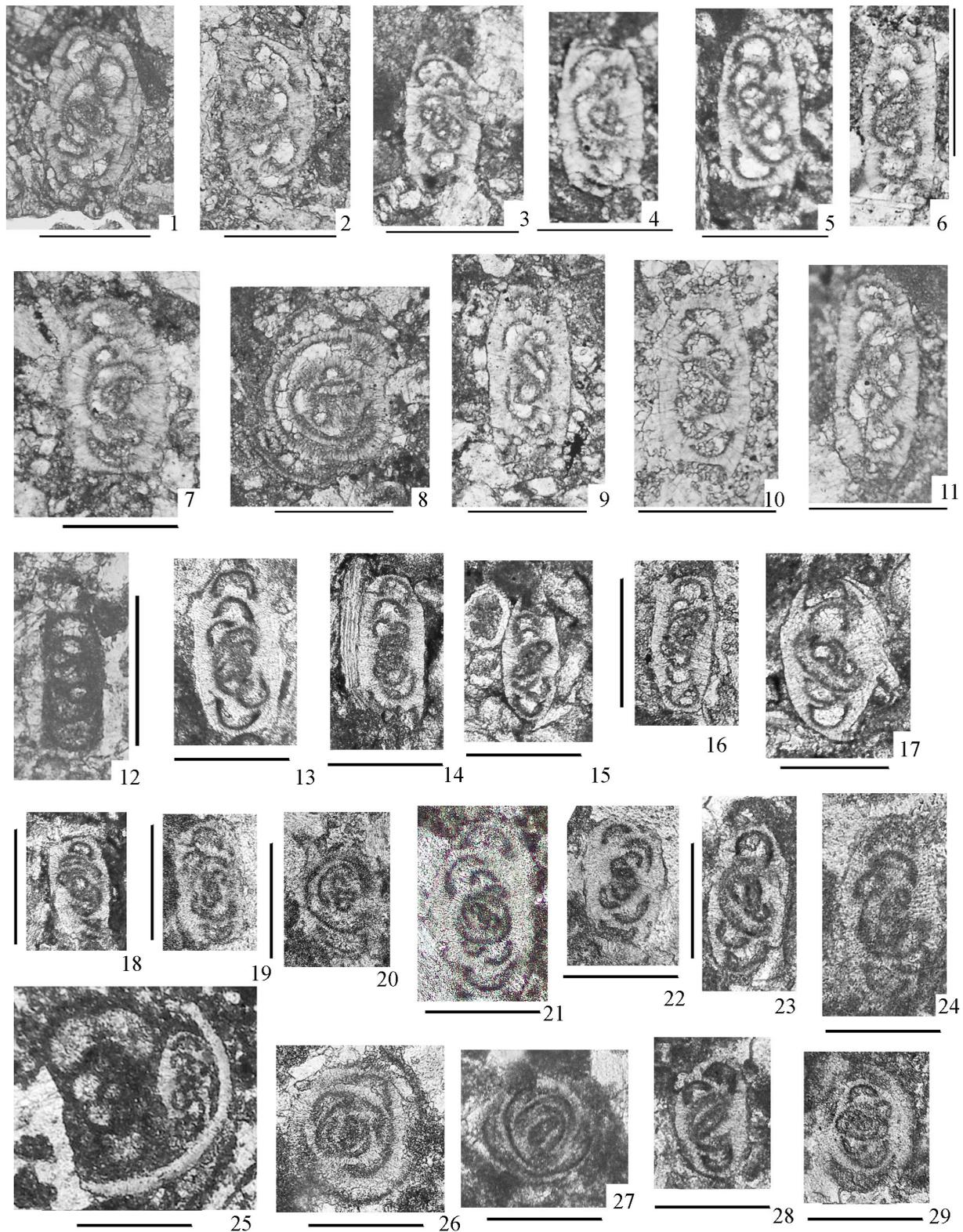


Рис. 6. Фораминиферы зоны *Endothyranopsis compressa* – *Paraarchæidiscus kocktjubensis* (сем. Archæidiscidae). Масштабный отрезок равен 0.2 мм (в скобках указан номер шлифа). 1-12 – разрез Сиказа 2; 13, 14, 15, 16 – скв. Октябрьская-106; 17-28 – скв. Предуральская-106. 26, 27 – медианные сечения, остальные аксиальные. 1, 2, 7, 8. *Paraarchæidiscus* sp.: – 1, 2 – обр. GM47(2), 7 – обр. GM47(1), 8 – обр. GM2a (6); 3-6, 13, 15, 28. *Paraarchæidiscus kocktjubensis* (Rauser-Chernousova, 1948): 3 – обр. GM47(2); 4 – обр. GM48-2(1), 5 – обр. GM2a(2), 6 – GM2(8); 13 – обр. 103(2); 15 – обр. 101(5); 28 – обр. 94(1); 9. *Paraarchæidiscus stilus eurus* (Conil and Longerstaey in Conil et al., 1980), обр. GM48-6(7); 10, 11. *Archæidiscus krestovnikovi* Rauser-Chernousova, 1948: 10 – GM48-3(2), 11 – GM2a (6); 12. *Planoarchæidiscus spirillinoides* (Rauser-Chernousova 1948), обр. GM2 (2); 14. *Paraarchæidiscus stilus* (Grozdilova et Lebedeva, 1953), обр. 101(3); 16. *Paraarchæidiscus vischerensis* (Grozdilova et Lebedeva, in Grozdilova, 1953), обр. 101(5); 17. *Archæidiscus mohae* Conil et Lys, 1964, обр. 101(5); 18. *Paraarchæidiscus pusillus* (Rauser-Chernousova, 1948), обр. 105(1); 19. *Paraarchæidiscus* sp., обр. 101(5); 20. *Archæidiscus convexus* Grozdilova et Lebedeva, 1953, обр. 105(1); 21, 22, 29. *Archæidiscus varsanofievae* Grozdilova et Lebedeva, 1954 21 – обр.105(1), 22 – обр. 105(2), 29 – обр.106(2); 23. *Paraarchæidiscus amplis* (Conil et Lys, 1964), обр.108(3); 24. *Paraarchæidiscus ninae* (Grozdilova et Lebedeva, 1954), обр. 915(1); 25. Биокластовый пакстоун с *Omphalotis* sp. и *Paraarchæidiscus* sp., обр. 105(1); 26, 27. *Paraarchæidiscus* sp.: 26 – обр. 105(3); 27 – обр. 94(1)

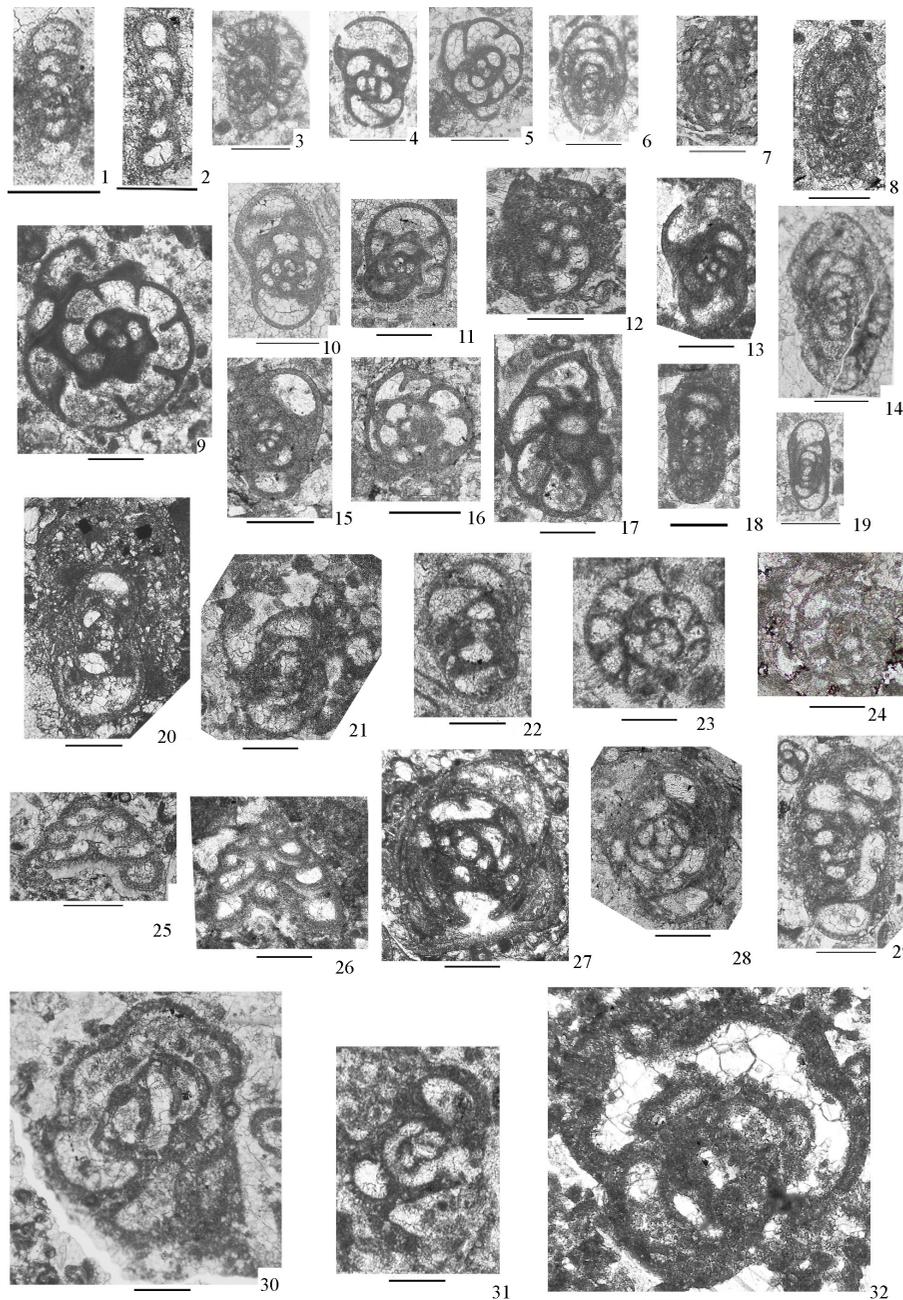


Рис. 7. Фораминиферы тульского горизонта зоны *Endothyranopsis compressa* – *Paraarchaediscus koktjubensis*. Масштабный отрезок равен 0.2 мм (в скобках указан номер шлифа). 1, 2, 8, 12, 13, 17, 18, 21, 23, 24, 26, 32 – скв. Предуральская-106; 3-6, 9, 10, 19, 20, 25, 29, 30 – разрез Сиказа 2; 7, 11, 14, 15, 22, 27, 28, 31 – скв. Октябрьская-106. 1. *Pseudoplanoendothyra undata* (Postoyalko, 1975), 1 – аксиальное сечение, обр. 110 (3); 2. *Pseudoplanoendothyra* cf. *druzhininaensis* (Postoyalko, 1975), медианное сечение обр.110(4); 3. *Pojarkovella nibelis* (Durkina, 1959), близкое к медианному сечение, обр. GM48-10(3); 4, 5. *Endothyra elegia* Malakhova, 1956: 4 – аксиальное сечение, обр. GM48-6(7); 5 – медианное сечение, обр. GM48-3(b); 6. *Parastaffella candida* Ganelina, 1956, аксиальное сечение, обр. GM48-4(3); 7, 8. *Eoparastaffella* sp., аксиальные сечения: 7 – обр. 101(5); 8 – обр.110(3); 9, 11. *Omphalotis chariessa* (Conil and Lys, 1964), медианные сечения: 9 – обр. GM48-6(4); 11 – обр. 104(2); 10. *Omphalotis explicata* (Ganelina, 1956), аксиальное сечение, обр. GM48-3(3); 12. *Omphalotis* sp., сечение близкое к медианному, обр. 94(1); 13, 15, 16. *Omphalotis exilis* (Rausser-Chernousova, 1948): 13, 15 – аксиальные сечения, 13 – обр. 107 (1); 15 – обр. 101(3); 16 – медианное сечение, обр. 101(3); 14. *Parastaffella* ex gr. *struvei* (Moeller, 1979), аксиальное сечение, обр. GM48-3(3); 17. *Omphalotis* sp., близкое к медианному сечение, обр.104 (5); 18. *Mediocris mediocris* (Vissarionova 1948), аксиальное сечение, обр. 94(1); 19. *Eostaffella versabilis* Orlova, 1955, обр. GM48-3(1); 20-23; *Endothyranopsis compressa* (Rausser-Chernousova and Reitlinger in Rausser-Chernousova and others, 1936), аксиальные сечения: 20 – обр. GM2a (2); 21 – обр.104(5); 22 – обр. 104 (2); медианное сечение, 23 – обр. 913(1); 24. *Endothyranopsis* sp., медианное сечение, обр. 92(3); 25. *Tetrataxis paraminima* Vissarionova, 1948, аксиальное сечение, обр. GM48-3(2); 26. *Tetrataxis media* Vissarionova, 1948, аксиальное сечение, обр. 105 (2); 27, 28. *Globoendothyra inconstans* (Grozdilova et Lebedeva, 1953), медианные сечения; 27 – обр.101(3); 28 – обр. 101(2); 29. *Globoendothyra* cf. *ishimica* Rausser-Chernousova, 1948, скошенное сечение, обр., GM48-3(1); 30-32. *Lituotubella glomspiroides* Rausser-Chernousova, 1948, медианные сечения: 30 – обр. GM48-10(1); 31 – аксиальное сечение, обр. 103(1); 32 – обр. 91(1)

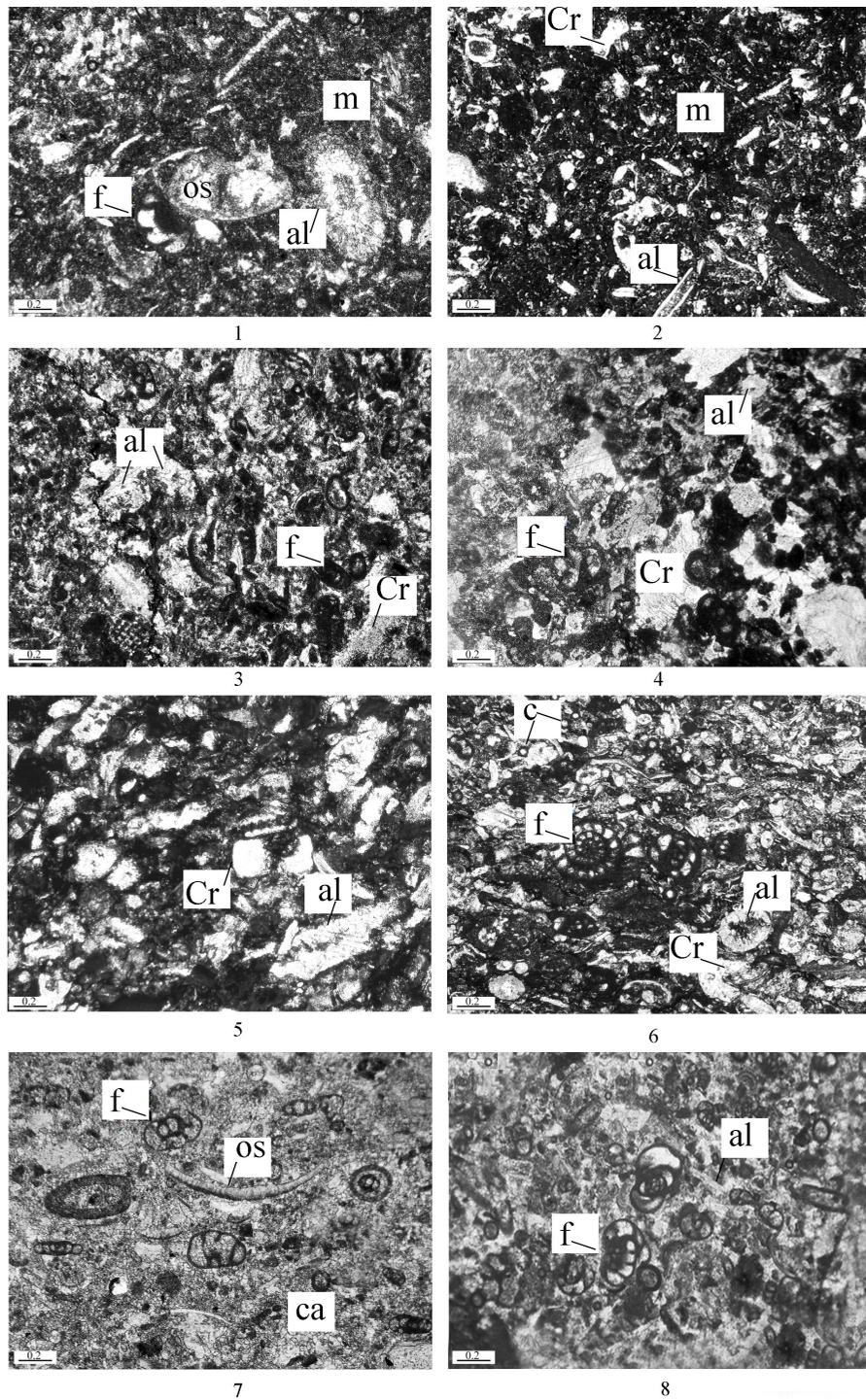


Рис. 8. Микрофации известняков тульского горизонта (микрофотографии шлифов, николи параллельны, масштабный отрезок 0.2 мм). 1, 2 – МФ1 – полибиокластовый пак-вакстоун тонкозернистый с беспорядочной текстурой, сложен фрагментами трубчатых водорослей, криноидей, с редкими фораминиферами в микритовом матриксе, нижняя часть тульского горизонта: 1 – скв. Октябрьская-106, обр. 182; 2 – скв. Предуральская-106, обр. 110; 3, 4 – МФ2 – криноидно-водорослевый пак-вакстоун тонко-мелкозернистый с беспорядочной текстурой, сложен фрагментами водорослей, криноидей, остракод в пелоидно-стуктовом матриксе: 3 – скв. Октябрьская-106, обр. 103; 4 – скв. Предуральская-106, обр. 94; 5 – МФ3 – полибиокластовый пакстоун мелкозернистый со слоистой текстурой, подчеркнутой субпараллельно ориентированными фрагментами водорослей, с остатками криноидей, разрез Сиказа 2, слой 10а, обр. 2а; 6 – МФ4 – пакстоун водорослево-фораминиферный, мелкозернистый со слоистой текстурой, подчеркнутой субпараллельно ориентированными фрагментами водорослей, и многочисленными фораминиферами, встречаются кальцисферы, фрагменты иглокожих и водорослей, скв. Октябрьская-106, обр. 101; 7 – МФ5 – пакстоун биокластово-фораминиферный, тонко-мелкозернистый с элементами слоистости, подчеркнутой субпараллельной ориентировкой зерен, с тонкобиокластовым и стуктовым матриксом, перекристаллизованном до микроспарита, встречаются обломки криноидей-кортоидов, водорослей, брахиопод, остракод, разрез Сиказа 2, слой 10б, обр. 48-в-6; 8 – МФ6 – пакстоун биокластово-фораминиферный, с беспорядочной текстурой, с пелоидно-стуктовым матриксом, участками перекристаллизованном до микроспарита, встречаются фрагменты трубчатых водорослей, криноидей, брахиопод, разрез Сиказа 2, слой 13, обр. 48-18

В некоторых шлифах наблюдается более светлые жилиобразные участки, выполненные микроспаритом с редкими включениями тонкой биокластик, которые можно отнести к остаткам ходов илоедов. Фрагменты водорослей и криноидей, сложенные монокристаллическим кальцитом, имеют светлые пойкилитовые каемки дорастания. Особенностью этой микрофауны является преобладание водорослевой биокластик, совместное нахождение фрагментов водорослей и криноидей, присутствие комковато-сгусткового матрикса, многочисленные фораминиферы. Членики криноидей равномерно распределены между водорослями, находятся в рассеянном виде. Известняки МФ2 слагают среднюю часть разреза тульского горизонта в скв. Предуральская-106, и в скв. Октябрьская-106 (рис. 3, 4).

Фораминиферы представлены в довольно большом количестве, до 45 – 60 экз. в шлифе, но это в основном раковины мелких размеров родов *Earlandia*, *Endothyra*, *Mediocris*, *Paraarchaediscus*, редкие *Lituotubella* (рис. 7, фиг. 31). По преобладающим таксонам фораминиферовую биофауна можно назвать эндотиро-медиокрисовой. Представители рода *Paraarchaediscus* составляют не более 10% общего числа раковин фораминифер в шлифе.

Общей особенностью МФ1 и МФ2, распространенных в разрезах скважин Предуральская-106 и Октябрьская-106 в основании и в средней части тульского горизонта и не представленных в разрезе Сиказа 2, является присутствие значительного количества микритового и пеллоидно-комковатого матрикса.

МФ3 (рис. 8, фиг. 5) представлена полибиокластовым пакстоуном мелкозернистым со слоистой текстурой, подчеркнутой субпараллельно ориентированными фрагментами водорослей, что отражает действие донных течений. Микрофауна отличается слоистой текстурой и преобладание трубчатых водорослей среди биокластов, матрикс, сложенный биокластикой пеллитовой и тонкоалевритовой размерности. Известняки МФ3 встречены в основании разреза Сиказа 2 (рис. 5, слой 10а, обр. 2а). Ранее (Горожанина и др., 2021) эта микрофауна выделялась как мф1. К той же микрофауны водорослевых пакстоунов с элементами слоистости относятся известняки из верхов тульского горизонта скв. Предуральская-106 (рис. 3, обр. 105-107).

Фораминиферы встречаются по 25–50 экз. в шлифе. Характерны представители *Paraarchaediscus* – около 30% (рис. 6, фиг. 5, 11, 18, 25), *Omphalotis* (рис. 7, фиг. 13), *Endothyranopsis* (рис. 7, фиг. 20), *Globoendothyra*, *Mediocris*, *Tetrataxis* (рис. 7, фиг. 26).

К МФ4 (рис. 8, фиг. 6) отнесены водорослево-фораминиферовые пакстоуны мелкозернистые со слоистой текстурой, подчеркнутой субпараллельно ориентированными фрагментами водорослей (*Kamaena* и *Isinella*), и многочисленными фораминиферами, встречаются кальциферы, фрагменты иглокожих и водорослей с каемками новообразованного кальцита, матрикс микритовый и тонкобиокластовый (рис. 4, обр. 101). Общее количество фораминифер в шлифе – 100–110 экз. Из фораминифер преобладают раковины *Omphalotis* небольших размеров (0.4 мм) которые составляют более 50% фауны. Эти раковины хорошо идентифицируются в шлифе по строению стенки, состоящей из трех слоев: тонкопористого в центре, и двух темных, плотных волосовидных слоев

по краям (рис. 7, фиг. 15, 16). Встречаются редкие крупные раковины рода *Globoendothyra* (рис. 7, фиг. 27, 28), заметно отличимые по многослойному строению стенки. Редко встречаются фораминиферы родов *Parastaffella* и *Paraarchaediscus* (рис. 6, фиг. 14–16). МФ4 представлена только в скважине Октябрьская-106.

МФ5 и МФ6 распространены в разрезе Сиказа 2 в средней и верхней части тульского горизонта (рис. 5). Ранее (Горожанина и др., 2021) в разрезе Сиказа 2 снизу вверх по разрезу было выделено 5 микрофауны. В данной работе МФ5 соответствует микрофауны мф2 и мф3, МФ6 соответствует микрофауны мф4 и мф5. В скважинах Предуральская-106 и Октябрьская-106 эти микрофауны не установлены.

Известняки МФ5 (рис. 8, фиг. 7) представлены тонко-мелкозернистыми биокластово-фораминиферовыми пакстоунами, с элементами слоистости, обусловленной субпараллельным положением отдельных биокластов, встречаются обломки криноидей-кортоидов, водорослей, брахиопод, остракод (рис. 5, слой 10б, обр. 48-3, 48-6). Особенностью является смешанный состав биокластик, пеллоидно-микроспаритовый цемент, как слоистая, так и беспорядочная текстура, биотурбация. Биотурбированные участки представлены более светлым и тонкозернистым известняком, сложенным тонкой биокластикой и мелкими раковинами фораминифер в микроспаритовом матриксе (Горожанина и др., 2021).

Фауна содержит богатейший комплекс фораминифер хорошей сохранности, до 150 экз. в шлифе. Характерны представители родов *Archaediscus* (рис. 6, фиг. 10), *Pojarkovella* (рис. 7, фиг. 3), *Brunsia*, *Forschia*; отряда *Palaeotextulariida* Hohenegger et Piller, 1975, например род *Consobrinellopsis*. По количеству видов многочисленны фораминиферы родов: *Paraarchaediscus*, *Endothyranopsis*, *Globoendothyra* (рис. 7, фиг. 29), *Omphalotis* (рис. 7, фиг. 9, 10). По количеству экземпляров преобладают представители мелких эндотирид – около 43%, ирландиид – около 40%, архидисцид – 14%. Крупные раковины рода *Lituotubella* встречаются до 5 экз. в шлифе (рис. 7, фиг. 30).

К микрофауны МФ6 (рис. 8, фиг. 8) относятся пакстоуны и пак-грейнстоуны биокластово-фораминиферовые с беспорядочной текстурой, микритовым матриксом, участками перекристаллизованным до микроспарита, встречаются фрагменты трубчатых водорослей, криноидей, брахиопод, фораминиферы (рис. 5, слой 13, обр. 48-18).

Фораминиферы многочисленны, количество варьируется от 50 до 120 экз. в шлифе. По сравнению с МФ5, раковины обладают худшей сохранностью, возрастает количество видов *Eostaffella*. По числу экземпляров – около 40% в шлифе – преобладают фораминиферы рода *Earlandia*, около 18% представители эндотирид, которые, по сравнению с МФ5 имеют более крупные размеры. Раковины фораминифер отряда *Palaeotextulariida* занимают около 11% от определяемого количества экземпляров в шлифе. Значительно реже, по сравнению с МФ3, встречаются фораминиферы родов *Paraarchaediscus*, *Planoarchaediscus*.

Наиболее богатые и информативные комплексы фораминифер приурочены к МФ5 и МФ6 разреза Сиказа 2, МФ4 скв. Октябрьская-106, представленные пакстоунами (рис. 5, 4).

Обстановки осадконакопления

Особенности строения и состава микрофацций указывают на их формирование в условиях открытого карбонатного шельфа. Это подтверждается присутствием остатков фауны открытого моря – криноидей, брахиопод, зеленых водорослей, фораминифер, а также крупных фрагментов кораллов, наблюдаемых в обнажении разреза Сиказа 2 (Горожанина и др., 2021). В шлифах из разреза Сиказа 2 наблюдаются фрагменты мшанок. Выделенные микрофацции отражают изменение гидродинамических условий на полого погружающемся шельфе – рампе (Flügel, 2010) (рис. 9).

Вакстоуны МФ1 накапливались в относительно тиховодной глубоководной зоне открытого шельфа, куда с мелководных зон под действием донных течений сносились биокласты, представленные преимущественно фрагментами трубчатых водорослей (*Kamaena* и *Isinella*) и криноидей.

Криноидно-водорослевые пакстоуны МФ2 представляют собой агрегат водорослей и члеников криноидей, характеризуются преобладанием остатков водорослей и небольшим количеством фораминифер, содержат кальциферы и пелоиды. Отмечаются следы биотурбирования, что характерно для осадков среднего шельфа-рампы (Flügel, 2010; Горожанина и др., 2021). Они могли формироваться в обстановке открытого шельфа с многочисленными водорослевыми и криноидными поселениями в относительно тиховодной обстановке

Полибиокластово-водорослевые пакстоуны МФ3 с фораминиферами, криноидеями, интракластами, пелоидами соответствуют фациям открытого мелководья с криноидно-водорослевыми поселениями и действием донных течений.

Микрофацции МФ4 с многочисленными фораминиферами рода *Omphalotis* из верхней части разреза скв. Октябрьская-106 свидетельствуют об обстановке мелководного шельфа с действием течений.

Обстановки формирования известняков МФ5, с раковинами *Earlandia* и *Endothyrida*, МФ6 с преобладанием *Endothyrida*, из разреза Сиказа 2 описаны как подвижное мелководье. Мелководность подчеркивает присутствие кортоидов, представленных обломками криноидей с микритовыми каемками, указывающими на мелководность, пелоидов и водорослей (Горожанина и др., 2021).

Смена фациальных условий осадконакопления от МФ1 к МФ6 указывает на регрессивную тенденцию изменения уровня моря к концу тульского времени. При этом более глубоководные/тиховодные условия отмечаются для известняков МФ1, МФ2 из основания тульского горизонта в скв. Предуральская-106 и Октябрьская-106. В разрезе Сиказа 2 в нижней части тульского горизонта залегают известняки МФ3, которые также наблюдаются в верхней части разреза скв. Предуральская-106. Они формировались в условиях среднего рампы с действием течений. Выше в разрезе Сиказа 2 залегают известняки МФ5 и МФ6 с многочисленными представителями *Endothyrida*, формировавшиеся в условиях волнового воздействия. В разрезах скважин, расположенных западнее, эти микрофацции не встречены. Особенностью разреза тульского горизонта в скважине Октябрьская-106 является присутствие известняков МФ4 с обильными фораминиферами *Omphalotis* и водорослями, вероятно, формировавшихся в зоне мелководья с действием течений. В других разрезах известняки этой микрофацции не установлены.

Обсуждение результатов

В раннем карбоне, начиная с тульского времени позднего визе, накопление однообразных толщ мелководных карбонатов происходило на обширной территории, от западного крыла Московской синеклизы до Урала, в обстановке эпикратонной карбонатной платформы (Махлина и др., 1993; Горожанина, 2010).

На территории юго-востока ВЕП тульскому горизонту отвечает озеркинская свита, стратотип которой принят в скв. Бузулукская-1 (Фортунатова и др., 2023). Озеркинская свита в стратотипе делится на три пачки: нижняя часть представлена глинами, песчаниками и алевролитами с редкими прослоями карбонатов, средняя сложена органогенно-детритовыми известняками с фораминиферами, остатками водорослей и криноидей, а верхняя часть – переслаиванием известняков глинистых и органогенно-детритовых, неравномерно доломитизированных. Изученные разрезы отличаются однотипным строением и карбонатным составом. В скважине Октябрьская-106 тульский горизонт, судя по характеру каротажных кривых, сложен известняками. В отличие от разрезов скважин в разрезе западного склона Урала по р. Сикасе тульский горизонт залегают с большим перерывом на известняках

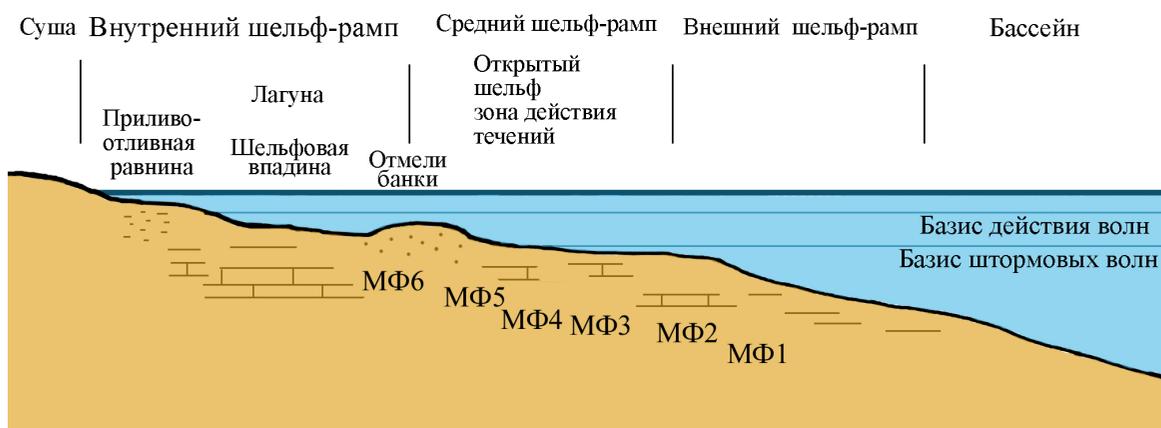


Рис. 9. Модель строения шельфа рампового типа по (Flügel, 2010) с распределением микрофацций (МФ) известняков изученных разрезов

верхнего турне. Вероятно поэтому мощность тульского горизонта в разрезе Сиказа 2 по сравнению с разрезами скважин сокращена (рис. 10). Стратиграфический перерыв в разрезах р. Сикаси, по мнению З.А. Синицыной (1975), связан с перерывом в осадконакоплении. Возможно, он соответствует регрессии Уральского бассейна, связанной с глобальным похолоданием в раннем визе (Wright, Vanstone, 2001; Силантьев и др., 2023). Однако, О.Л. Эйно́р (Путеводитель...1975, с. 32) объяснял отсутствие нижневизейских отложений их размывом.

В разрезе скважины Предуральская-106 тульский горизонт залегает на битуминозных известняках бобриковского горизонта с многочисленными остатками спикул известковых губок (рис. 3), что свидетельствует о формировании их в более глубоководной зоне. В отличие от стратотипа озеркинской свиты тульский горизонт в основании сложен здесь мелкозернистыми известняками с прослоями вторичных кристаллических доломитов МФ1. Эта самая нижняя часть тульского горизонта в скв. Предуральская-106 (инт. 4588–4592 м) содержит бедный комплекс фораминифер и включает виды *Pseudoplanoendothyra undata*, *P. cf. druzhininaensis*, описанные из ильчского и дружининского горизонтов западного субрегиона Урала (Постоялко, 1975). Тот факт, что перечисленные таксоны встречены в известняках выше радаевско-бобриковского репера, и соответствуют тульскому горизонту, не противоречит корреляции дружининского горизонта с нижнетульскими отложениями, предложенной М.В. Постоялко (1975). Вероятно, этому же уровню соответствует переходный интервал 3318–3320 м от бобриковского к тульскому горизонту в скв. Октябрьская-106, содержащий обедненный комплекс фораминифер (обр. 182), также приуроченной к МФ1. Этот стратиграфический интервал отсутствует в разрезе Сиказа 2.

Анализ комплексов фораминифер средней части тульского горизонта в скважинах Предуральская-106 и Октябрьская-106, показывает, что, несмотря на неполный отбор керн, нахождение зональных и характерных видов позволяет сопоставить их с комплексами средней части озеркинской свиты в ее стратотипе скв. Бузулукская-1 (Зайцева, Сахненко, 2018; Фортунатова и др., 2023), а также с комплексом опорного разреза верхнего визе Сиказа 2 (Кулагина, 2022). Рассматриваемые комплексы сходны по основному составу, хотя в изученных нами разрезах чаще встречается *Paraarchaediscus koktjubensis*, тогда как в стратотипе озеркинской свиты отмечается присутствие *Archaediscus krestovnikovii*. Наиболее информативные комплексы фораминифер приурочены к пакстоунам и пакстоунам-грейнстоунам МФ5 и МФ6, накапливавшимися в условиях подвижного мелководья.

Верхняя часть озеркинской свиты в стратотипе содержит доломитизированные известняки с брахиоподами (Фортунатова и др., 2023). Вероятно, этой части соответствует инт. 4517–4521 м в скв. Предуральская-106, представленный доломитами.

Микрофаунальный анализ известняков тульского горизонта, вскрытых в скважинах Предуральской-106 и Октябрьской-106, показал, что они сходны по составу и по мощности (68–73 м) (рис. 3, 4). Отложения отнесены к микрофаунам МФ1 и МФ2. Преимущественно

водорослевый состав биокластов присутствие пелоидов и кальцисфер указывает на относительно тиховодные условия седиментации.

Известняки МФ3 из скв. Предуральской-106 сопоставимы по микрофаунальным особенностям с известняками из нижней части тульского горизонта разреза Сиказа 2. Известняки МФ4, МФ5 и МФ6 характеризуются присутствием значительного количества фораминифер, имеют зернистую структуру пакстоунов, что указывает на условия подвижного мелководья. В разрезах скважин микрофауны МФ5 и МФ6 не установлены. Возможно, это связано с позицией разрезов скважин в более глубоководной и тиховодной зоне шельфа.

Выделенные микрофауны имеют признаки формирования карбонатных отложений в условиях открытого шельфа рампового типа с глубиной моря 20–50 м. На это указывают следующие особенности пород: состав фаунистических остатков, характерных для морских обстановок открытого шельфа: криноидей, фораминифер, трубчатых зеленых водорослей, кораллов, редко – мшанок и брахиопод; тонко и мелкозернистая структура отложений, сложенных сортированными биокластами, тонкая слоистость и субпараллельная ориентировка удлиненных зерен, указывающая на действие волн и течений. Факторами, влияющими на осадок в зоне среднего рампа, являются биотурбирование и штормовая активность (Flügel, 2010). На снос биокластов с мелководья штормами и донными течениями указывает присутствие обломков криноидей-кортоидов, часто более крупного размера по сравнению с вмещающим тонкобиокластовым матриком.

Заключение

Микрофаунальный анализ известняков тульского горизонта из разных разрезов позволил провести их детальное сравнение по составу и структурным особенностям пород, уточнить условия образования.

Комплексы фораминифер, определенные в скв. Предуральская-106 в инт. 4536–4574 м (38 м), в скв. Октябрьская-106 в инт. 3255–3286 м (31 м), и слои 10–13 разреза Сиказа 2 (31.5 м) отвечают фораминиферной зоне *Endothyranopsis compressa* – *Paraarchaediscus koktjubensis*. Помимо известняков, содержащих фораминиферы данной зоны, к тульскому горизонту условно отнесены неопробованные интервалы или интервалы, сложенные доломитами без микрофауны. В скв. Предуральская-106 к тульскому горизонту по данным каротажа также отнесен интервал с нижневизейским, вероятно, дружининским комплексом фораминифер.

Изученные карбонатные отложения тульского горизонта являются возрастным аналогом озеркинской свиты. Вопрос о составе и территориальном распространении озеркинской свиты требует доизучения на других площадях.

Преимущественно терригенное осадконакопление в начале тульского времени на территории ВЕП сменяется условиями мелководного карбонатного шельфа с широким развитием водорослей, фораминифер, криноидей, остракод, брахиопод, мшанок и кораллов. С запада на восток отмечается увеличение карбонатной седиментации.

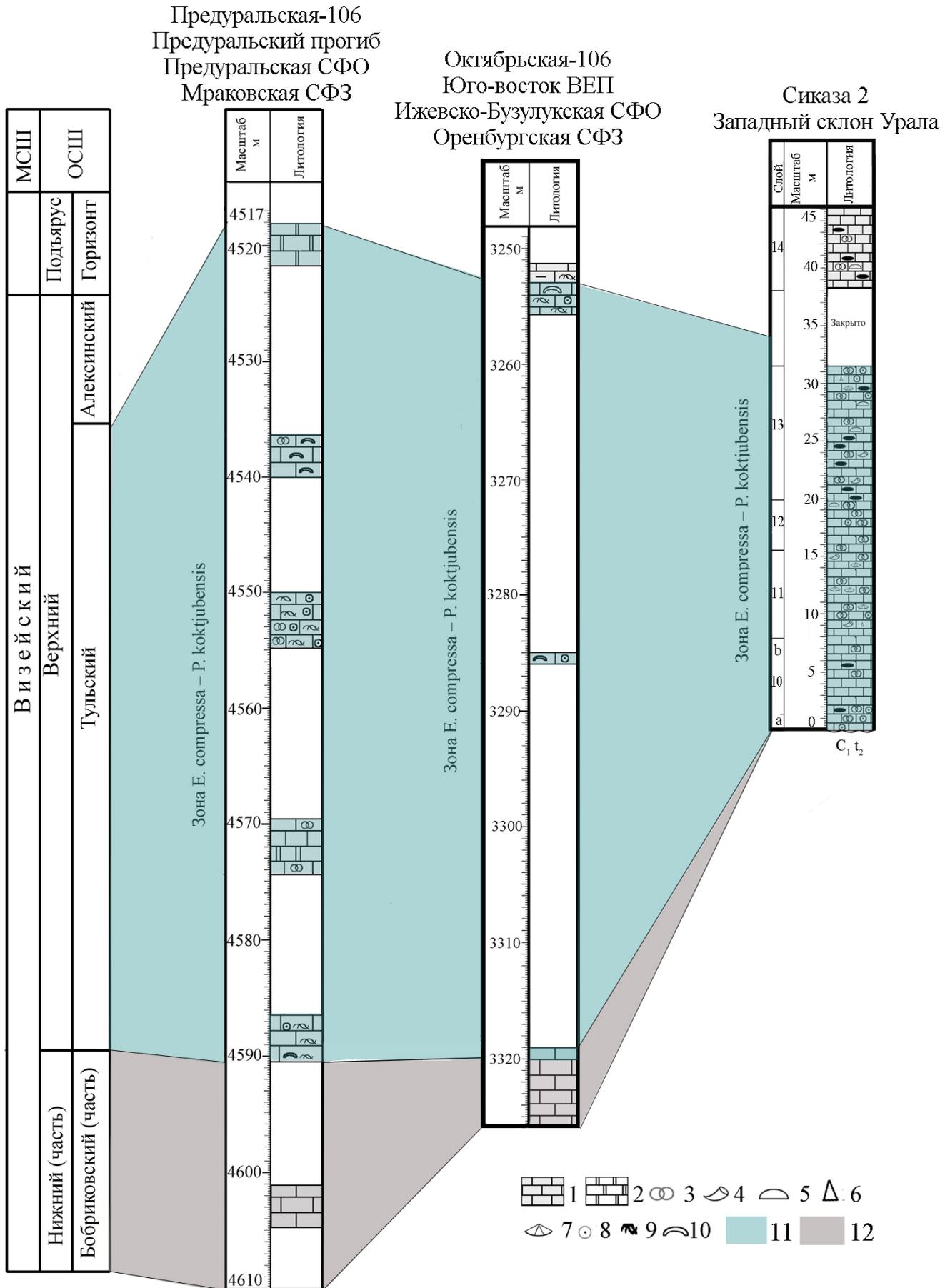


Рис. 10. Корреляция разрезов тульского горизонта скважин Предуральская-106, Октябрьская-106, разреза Сиказа 2. Условные обозначения: 1 – известняки, 2 – доломиты, 3 – фораминиферы, 4 – одиночные кораллы, 5 – колониальные кораллы, 6 – гастроподы, 7 – брахиоподы, 8 – криноидеи, 9 – водоросли, 10 – остракоды, 11 – тульский горизонт, 12 – бобриковский горизонт

Микрофашии, установленные в карбонатных отложениях двух скважин Волго-Уральского субрегиона (Предуральская-106 и Октябрьская-106), представлены тонкозернистыми пакстоунами и вакстоунами и указывают на относительно тиховодные и, вероятно, мелководные обстановки карбонатного шельфа.

Нижнетульские отложения в изученных разрезах являются относительно более глубоководными и тиховодными (сложены биокластово-водорослевыми вакстоунами и пакстоунами), а отложения верхней части тульского горизонта, представленные мелкозернистыми пакстоунами с большим количеством фораминифер, формировались в условиях более активной гидродинамики. Карбонатонакопление в тульское время на западном склоне Южного Урала и прилегающей территории восточной окраины ВЕП, по-видимому, происходило в условиях карбонатной платформы наклонного типа или полого погружающегося шельфа (рампа). Тульские отложения в изученных разрезах соответствуют фациям средней зоны карбонатного шельфа рампового типа.

Финансирование/Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания ИГ УФИЦ РАН FMRS-2025-0013.

Авторы выражают благодарность рецензентам за ценные замечания и предложения, которые способствовали улучшению работы.

Литература

Вдовенко М.В. (2009). Тульский горизонт нижнего карбона и его аналоги в стратиграфической схеме Восточной Украины. *Сборник научных трудов Ин-та геол. наук Украины*, с. 43–50.

Горожанина Е.Н. (2010). Типы карбонатных платформ Южного Урала и Приуралья, их связь с нефтегазоносностью. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Мат. 8-й Межрегион. научно-практ. конф.* Уфа, 17–18 ноября. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, с. 188–191.

Горожанина Е.Н., Башлыкова Е.Ю., Кулагина Е.И. (2021). Микрофашии тульского горизонта визейского яруса нижнего карбона разреза «Сиказа 2» (Южный Урал). *Ученые записки Казанского университета, серия «Естественные науки»*, 163(3), с. 414–429. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2021.3.414-429>

Зайцева Е.Л., Сахненко К.В. (2018). Фациальные Особенности распределения поздневизейских фораминифер Волго-Уральской Области. *Труды XVII Всероссийского микрорепалеонтологического совещания «Современная микрорепалеонтология – проблемы и перспективы»*, Казань, 24–29 сентября 2018 г. М.: ПИН РАН, с. 44–48.

Кулагина Е.И., Кочеткова Н.М., Бывшева Т.В. (1988). К палеонтологической характеристике нижне-средневизейских отложений Оренбуржья. *Биостратиграфия девона и карбона Урала*. Уфа: БФАН СССР, с. 42–58.

Кулагина Е.И., Клименко Т.В. (2014). Комплексы фораминифер верхневизейского подъяруса бассейна реки Сиказы на Западном склоне Южного Урала. *Геологический сборник*, 11, с. 48–57.

Махлина М.Х., Жулитова В.Е. (1984). О детальном расчленении тульского горизонта в страто-регионе. *Известия вузов. Геология и разведка*, 12, с. 3–11.

Махлина М.Х., Вдовенко М.В., Алексеев А.С., Бывшева Т.В., Донакова Д.М., Жули-това В.Е., Кононова Л.И., Умнова Н.М., Шик Е.М. (1993). Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы. М.: Наука, 221 с.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. (2008). Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Вып. 38. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 131 с.

Постоялко М. В., Гарань И.М. (1972). Фауна пестерьковского горизонта нижнего визе западного склона Среднего Урала. *Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Урала*, 197, с. 3–19. (Тр. ИГиГ УНЦ СССР; Вып. 101).

Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия). (1975). М.: Наука, 183 с.

Путеводитель по Южному Уралу. Экскурсия 047. (1984). Верхний палеозой Южного Урала. 27-й Межд. геол. конгресс. М.: Наука, 136 с.

Пучков В.Н. (2000). Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 146 с.

Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными, стратиграфическими схемами. Ленинград, 1988 г. Каменноугольная система. (1990). Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 41 с.

Силантьев В.В., Валидов М.Ф., Мифтахутдинова Д.Н., Нурғалиева Н.Г., Королёв Э.А., Ганиев Б.Г., Лутфуллин А.А., Шуматбаев К.Д., Хабипов Р.М., Судаков В.А., Ахмадуллина Ю.А., Голод К.А. Леонтьев А.А., Шамсиев Р.Р., Никонорова Д.А., Крикун С.С., Нойкин М.В., Абдуллина Э.А. (2023). Визейские терригенные отложения Южно-Татарского свода (Волго-Уральская нефтегазоносная провинция) – разнофациальное заполнение закарстованной поверхности турнейской изолированной карбонатной платформы. *Георесурсы*, 25(4), с. 3–28. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.4.1>

Синицына З.А., Синицын И.И. (1975). Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений района р. Сиказы на западном склоне Южного Урала. *Стратиграфия и геология карбона Южного Урала и восточной окраины Русской платформы*. Уфа: БФАН СССР, с. 40–57.

Синицына З.А. (1975). Разрез нижнего карбона на р. Сиказа. Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия). *III Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона*. М.: Наука, с. 32–45.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). (1993). Екатеринбург: Урал. геол.-съемоч. экспедиция, 152 с.

Уилсон Дж.Л. (1980). Карбонатные фации в геологической истории. М.: Недра, 463 с.

Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Бушуева М.А., Ермолова Т.Е., Михеева А.И., Ступак А.А., Баранова А.В., Кононова Л.И., Мамонтов Д.А., Харченко С.И., Авдеева А.А., Канев А.С., Евдокимов Н.В., Гончаров Е.О., Зорин А.Б., Белоусов Г.А., Городков А.Б., Шишкина Т.Ю., Володина А.Г., Холмянская Н.Ю., Кравченко М.С., Афанасьева М.С., Евдокимова И. (2023). Стратиграфия нижнего карбона Волго-Уральского субрегиона (материалы к актуализации стратиграфической схемы). М.: ВНИГНИ, 288 с.

Aleksseev A.S., Nikolaeva S.V., Goreva N.V., Donova N.B., Kossova O.L., Kulagina E.I., Kucheva N.A., Kurilenko A.V., Kutugin R.V., Popeko L. I. and Stepanova T.I. (2022). Russian regional Carboniferous stratigraphy. In: Lucas, S. G., Schneider, J. W., Wang, X. and Nikolaeva, S. (eds). *The Carboniferous Timescale. Geological Society, London, Special Publications*, 512(1), pp. 49–117. <https://doi.org/10.1144/sp512-2021-134>

Bashlykova E.Yu., Kulagina E.I. (2020). Late Viséan Foraminiferal Assemblages of the 106 Oktyabrskaya Borehole, South-East of the East European Platform. *Proc. Kazan Golovkinsky Young Scientists' Stratigraphic Meeting, 2020. Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources*. October 26-30, Kazan, Russia. Kazan: KPFU, pp. 9–13. http://dx.doi.org/10.26352/E922_KAZAN2020

Conil R., Groessens E., Laloux M., Poty E., Tournier F. (1991). Carboniferous guide foraminifera, corals and conodonts in the Franco-Belgian and Campine basins: their potential for widespread correlation. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, 130, pp. 15–30.

Cózar P., Vachard D., Izart A., Said I., Somerville I., Rodríguez S., Coronado I., El Houicha M., Ouarhache D. (2020). Lower-middle Viséan transgressive carbonates in Morocco: Palaeobiogeographic insights. *Journal of African Earth Sciences*, 168, pp. 1–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103850>

Dunham R.J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Classification of Carbonate Rocks. *A Symposium. Am. Assoc. Pet. Geol. Mem.* 1. Tulsa; Oklahoma: AAPG, pp. 108–121. <https://doi.org/10.1306/M1357>

Flügel E. (2010). *Microfacies of Carbonate Rocks*. Berlin: Springer, 984 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-03796-2>

Guidebook of Excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian Sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian Regions. (1995). 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, 165 p.

Kulagina E. (2022). 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*, 96(3), pp. 495–516. <https://doi.org/10.1007/s12542-021-00556-9>

Poty E., Devuyt F.-X., Hance L. (2006). Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonation of Belgium and Northern France: a tool for Eurasian correlations. *Geological Magazine*, 143, pp. 829–857. <https://doi.org/10.1017/S0016756806002457>

Wright V.P., Vanstone S.D. (2001). Onset of Late Palaeozoic glacioeustasy and the evolving climates of low latitude areas: a synthesis of current understanding. *Journal of the Geological Society*, 276, pp. 579–582. <https://doi.org/10.1144/jgs.158.4.579/>

Zaytseva E.L., and Sakhenko K.V. (2019). Facial Features of the Distribution of Late Viséan Foraminifers in the Volga–Ural Region. *Paleontological Journal*, 53(9), pp. 961–965. <https://doi.org/10.1134/S0031030119090193>

Сведения об авторах

Елена Юрьевна Башлыкова – младший научный сотрудник, Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Россия, 450077, Уфа, ул. Карла Маркса, д. 16/2

e-mail: duss_06@mail.ru

Елена Николаевна Горозжанина – кандидат геол.-минерал. наук, старший научный сотрудник, Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Россия, 450077, Уфа, ул. Карла Маркса, д. 16/2

e-mail: ygorozhanina@yandex.ru

Елена Ивановна Кулагина – доктор геол.-минерал. наук, главный научный сотрудник, Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Россия, 450077, Уфа, ул. Карла Маркса, д. 16/2

e-mail: kulagina@ufaras.ru

Статья поступила в редакцию 07.12.2024;

Принята к публикации 02.07.2025;

Опубликована 20.09.2025

IN ENGLISH

ORIGINAL ARTICLE

Microfacies and foraminifers of the Tullian horizon (the Viséan substage, Lower Carboniferous) of the southeast of the East European platform and the Southern Urals

E.Yu. Bashlykova*, E.N. Gorozhanina, E.I. Kulagina

Institute of Geology of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

*Corresponding author: Elena Yu. Bashlykova, e-mail: duss_06@mail.ru

Abstract. The article presents the characteristics of microfacies and foraminiferal complexes of the Tullian horizon of the Viséan substage in sections of the Preduralskaya-106 and Oktyabrskaya-106 boreholes in the Eastern part of the Volga-Ural region and the Sikaza 2 section of the western slope of the Southern Urals. The age of the deposits corresponds to the foraminiferal zone *Endothyranopsis compressa* – *Paraarchaediscus koktjubensis* of Russia. Based on the study of the microstructures of carbonate rocks, six microfacies (MF) are distinguished, differing in component composition and textures. Limestones are mainly fine-grained polybioclastic packstones. The main components (grains) are the remains of tubular algae, foraminifers, echinoderms (mainly crinoids), ostracods, brachiopods, rarely bryozoans, as well as calcispheres, peloids and intraclasts. The deposits were formed in the conditions of an open shallow shelf of the ramp type with different hydrodynamics. An analysis of the distribution of microfacies in sections and the relationship of foraminifer complexes with them is given.

Keywords: the Viséan substage, the Tullian horizon, microfacies, foraminifera, sedimentation environments, shelf

Acknowledgements

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Geology of the Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences FMRS-2025-0013.

The authors express their gratitude to the reviewers for valuable comments and suggestions that contributed to the improvement of the work.

Recommended citation: Bashlykova E.Yu., Gorozhanina E.N., Kulagina E.I. (2025). Microfacies and foraminifers of the Tullian horizon (the Viséan substage, Lower Carboniferous) of the southeast of the East European platform and the Southern Urals. *Georesursy = Georesources*, 27(3), pp. 179–194. <https://doi.org/10.18599/grs.2025.3.26>

References

- Aleksseev A.S., Nikolaeva S.V., Goreva N.V., Donova N.B., Kossovaya O.L., Kulagina E.I., Kucheva N.A., Kurilenko A.V., Kutugin R.V., Popeko L. I. and Stepanova T.I. (2022). Russian regional Carboniferous stratigraphy. In: Lucas, S. G., Schneider, J. W., Wang, X. and Nikolaeva, S. (eds). *The Carboniferous Timescale. Geological Society, London, Special Publications*, 512(1), pp. 49–117. <https://doi.org/10.1144/sp512-2021-134>
- Bashlykova E.Yu., Kulagina E.I. (2020). Late Viséan Foraminiferal Assemblages of the 106 Oktyabrskaya Borehole, South-East of the East European Platform. *Proc. Kazan Golovkinsky Young Scientists' Stratigraphic Meeting, 2020. Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources*. October 26-30, Kazan, Russia. Kazan: KPFU, pp. 9–13. http://dx.doi.org/10.26352/E922_KAZAN2020
- Conil R., Groessens E., Laloux M., Poty E., Tournier F. (1991). Carboniferous guide foraminifera, corals and conodonts in the Franco-Belgian and Campine basins: their potential for widespread correlation. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, 130, pp. 15–30.
- Cózar P., Vachard D., Izart A., Said I., Somerville I., Rodríguez S., Coronado I., El Houicha M., Ouarhache D. (2020). Lower-middle Viséan transgressive carbonates in Morocco: Palaeobiogeographic insights. *Journal of African Earth Sciences*, 168, pp. 1–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103850>
- Dunham R.J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of Carbonate Rocks. A Symposium. Am. Assoc. Pet. Geol. Mem. 1*. Tulsa; Oklahoma: AAPG, pp. 108–121. <https://doi.org/10.1306/M1357>
- Flügel E. (2010). *Microfacies of Carbonate Rocks*. Berlin: Springer, 984 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-03796-2>

- Fortunatova N.K., Zaitseva E.L., Bushueva M.A., Ermolova T.E., Mikheeva A.I., Stupak A.A., Baranova A.V., Kononova L.I., Mamontov D.A., Kharchenko S.I., Avdeeva A.A., Kanev A.S., Evdokimov N.V., Goncharov E.O., Zorin A.B., Belousov G.A., Gorodkov A.B., Shishkina T.Yu., Volodina A.G., Kholmianskaya N.Yu., Kravchenko M.S., Afanasyeva M.S., Evdokimova I. (2023). Stratigraphy of the lower Carboniferous of the Volga-Ural subregion (materials for updating the stratigraphic scheme). Moscow: VNIGNI, 288 p. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N. (2010). Types of carbonate platforms of the Southern Urals and the Urals, their connection with oil and gas potential. *Geology, minerals and problems of geocology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories: Proc. 8th Interregional Sci. and Pract. Conf.* Ufa, November 17-18. Ufa: Designpoligrafservice, pp. 188–191. (In Russ.)
- Gorozhanina E.N., Bashlykova E.Yu., Kulagina E.I. (2021). Microfacies of the Tullian Horizon (Viséan Stage, Lower Carboniferous) of the Sikaza 2 section (Southern Urals, Russia). *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennyye Nauki*, 163(3), pp. 414–429. (In Russ.) doi: 10.26907/2542-064X.2021.3.414-429
- Guidebook to the carboniferous sections of the Southern Urals (Bashkiria). (1975). Moscow: Nauka, 183 p. (In Russ.)
- Guidebook to the Southern Urals. Excursion 047. (1984). Upper Paleozoic of the Southern Urals. *27th International. Geol. Congress.* Moscow: Nauka, 136 p. (In Russ.)
- Guidebook of Excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian Sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian Regions. (1995). 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, 165 p.
- Kulagina E.I., Kochetkova N.M., Byvsheva T.V. (1988). On the paleontological characteristics of the Lower-Middle Viséan deposits of the Orenburg region. *Biostratigraphy of the Devonian and Carboniferous of the Urals*. Ufa: BFAN USSR, pp. 42–58. (In Russ.)
- Kulagina E.I., Klimenko T.V. (2014). Foraminifera complexes of the Upper Viséan sublayer of the Cikaza River basin on the Western slope of the Southern Urals. *Geologicheskii sbornik*, 11, pp. 48–57. (In Russ.)
- Kulagina E. (2022). Foraminiferal sequence of the middle-upper Viséan (Mississippian) of the Sikasya River Valley in the South Urals and correlation with the Belgian standard. *Palaontologische Gesellschaft*, 96(3), pp. 495–516. <https://doi.org/10.1007/s12542-021-00556-9>
- Makhlina M.H., Zhulitova V.E. (1984). On the detailed dissection of the Tullian horizon in the strato-region. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 12, pp. 3–11. (In Russ.)
- Makhlina M.H., Vdovenko M.V., Alekseev A.S., Exsheva T.V., Donakova D.M., Zhulitova V.E., Kononova L.I., Umnova N.M., Shik E.M. (1993). The lower Carboniferous of the Moscow syncline and Voronezh anteclise. Moscow: Nauka, 221 p. (In Russ.)
- Postoyalko M. V., Garan I.M. (1972). Fauna of the Pesterkovsky horizon of the lower visé of the western slope of the Middle Urals. *Stratigraphy and foraminifera of the Lower Carboniferous of the Urals*, 197, pp. 3–19. (In Russ.)
- Poty E., Devuyt F.-X., Hance L. (2006). Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonations of Belgium and Northern France: a tool for Eurasian correlations. *Geological Magazine*, 143, pp. 829–857. <https://doi.org/10.1017/S0016756806002457>
- Puchkov V.N. (2000). Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals. Ufa: Dauria, 146 p. (In Russ.)
- Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing committees. (2008). The state of study of Precambrian and Phanerozoic stratigraphy in Russia. Tasks of further research, is. 38. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 131 p. (In Russ.)
- Silantyev V.V., Validov M.F., Miftakhutdinova D.N., Nurgalieva N.G., Korolev E.A., Ganiev B.G., Lutfullin A.A., Shumatbayev K.D., Khabipov R.M., Sudakov V.A., Akhmadullina Yu.A., Golod K.A. Leontiev A.A., Shamsiev R.R., Nikonorova D.A., Krikun S.S., Noikin M.V., Abdullina E.A. (2023). Viséan terrigenous sediments of the South Tatar Arch (Volga-Urals oil and gas bearing province) – multifacial filling of the karst surface of the Tournaisian isolated carbonate platform. *Georesursy = Georesources*, 25(4), pp. 3–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18599/grs.2023.4.1>
- Sinitsyna Z.A., Sinitsyn I.I. (1975). Stratigraphy of the Lower carboniferous deposits of the Sikaza river area on the western slope of the Southern Urals. *Stratigraphy and geology of the carboniferous of the Southern Urals and the eastern margin of the Russian Platform*. Ufa: BFAN USSR, pp. 40–57. (In Russ.)
- Sinitsyna Z.A. (1975). Section of the lower Carboniferous on the Sikaza river. Guide to the carboniferous sections of the Southern Urals (Bashkiria). *VIII International Congress on Stratigraphy and Geology of Carboniferous*. Moscow: Nauka, pp. 32–45. (In Russ.)
- Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic) (1993). Yekaterinburg: Ural. geol.- filming. expedition, 152 p. (In Russ.)
- The decision of the Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on the Middle and Upper Paleozoic of the Russian Platform with regional stratigraphic schemes. Leningrad. 1988 (1990). The carboniferous system. Leningrad: VSEGEI Publishing House, 41 p. (In Russ.)
- Vdovenko M.V. (2009). The Tullian horizon of the Lower Carboniferous and its analogues in the stratigraphic scheme of Eastern Ukraine. *Collection of scientific papers of the Institute of Geological Sciences of Ukraine*, pp. 43–50. (In Russ.)
- Wilson J.L. (1980). The carbonate facies in the geological history. Moscow: Nedra, 463 p.
- Wright V.P., Vanstone S.D. (2001). Onset of Late Palaeozoic glacioeustasy and the evolving climates of low latitude areas: a synthesis of current understanding. *Journal of the Geological Society*, 276, pp. 579–582. <https://doi.org/10.1144/jgs.158.4.579/>
- Zaitseva E.L., Sakhnenko K.V. (2018). Facies Features of The Distribution Of Late Viséan Foraminifera Of The Volga-Ural Region. *Proc. XVII All-Russian Micropaleontological Meeting “Modern micropaleontology - problems and prospects”*, Kazan, September 24–29, 2018. Moscow: PIN RAS, pp. 44–48. (In Russ.)
- Zaitseva E.L., and Sakhnenko K.V. (2019). Facial Features of the Distribution of Late Viséan Foraminifera in the Volga-Ural Region. *Paleontological Journal*, 53(9), pp. 961–965. <https://doi.org/10.1134/S0031030119090193>

About the Authors

Elena Yu. Bashlykova – Junior Researcher, Institute of Geology of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

16/2, Karl Marks st., Ufa, 450077, Ufa, Russian Federation
e-mail: duss_06@mail.ru

Elena N. Gorozhanina – Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, Institute of Geology of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

16/2, Karl Marks st., Ufa, 450077, Ufa, Russian Federation
e-mail: ygorozhanina@yandex.ru

Elena I. Kulagina – Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), Chief Researcher, Institute of Geology of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

16/2, Karl Marks st., Ufa, 450077, Ufa, Russian Federation
e-mail: kulagina@ufaras.ru

Manuscript received 7 December 2024;
Accepted 2 July 2025; Published 20 September 2025

© 2025 The Authors. This article is published in open access under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)