

И.И. Чайковский, Н.Г. Катаев
Горный институт УрО РАН, Пермь

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ МИКРОБИОЛИТОВ ИЗ УРЖУМСКИХ КРАСНОЦВЕТОВ ПЕРМСКОГО СВОДА

Описано проявление разнообразных микробиолитов, формировавшихся в приливно-отливной зоне мелководного пресноводного бассейна среднепермского возраста. Показано, что вариации их морфологии (лодочковидные, эллиптические и субсферические онколиты, куполовидные и стратиформные стромадолиты) обусловлены вариациями толщины водного слоя и формой затравки (фрагменты бактериальных матов, обломки пород).

Ключевые слова: онколиты, стромадолиты, строение, анатомия, изотопия C и O.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2026.200

Введение. Вблизи д. Реуны Нытвенского городского округа Пермского края (рис. 1) зафиксировано проявление микробиолитов разнообразной морфологии и размера. Оно находится в пределах Пермского свода Восточно-Европейской платформы в нижней части уржумской свиты (P2ur), сложенной красноцветными глинами и слабосвязанными известковистыми аргиллитами. Карбонатные микробиолиты, локализованные в слое с видимой мощностью около 1–2 м, представлены лодочковидными (1 группа), эллипсоидными (2 группа) и субсферическими (3 группа) онколитами, куполовидными (1 группа) и стратиформными (2 группа) стромадолитами и их обломками.

Морфология и анатомия микробиолитов. Лодочковидные онколиты (1 гр.) являются самыми распространенными и варьируют по длине от 5 до 70 мм. Они характеризуются наличием вогнутой поверхности, утолщенными краями и сглаженной формой (рис. 2а). Нахождение большинства «лодочек» с вогнутой поверхностью сверху позволяет предполагать, что это положение является первичным. В их строении фиксируется темный изогнутый слой мощностью менее 1 мм, сложенного кристаллическим кальцитом, служившего затравкой для последующих концентрических слоев. Мощность обрастающих сверху слоев существенно редуцирована, вплоть до их отсутствия. Наличие сросшихся «лодочек» различного размера говорит об их неоднократном зарождении.



Рис. 1. Положение изученного проявления микробиолитов на космическом снимке с вынесенными геологическими границами шешминской (P_{1ss}), белебеевской (P_{2bl}) и уржумской (P_{2ur}) свит

Эллиптические онколиты (2 гр.) встречаются несколько реже, а их длина составляет 2–8 см и более. Их поверхность нередко осложнена мелкой бугорчатостью, а в строении, кроме центрального изогнутого темного слоя-затравки, отмечены расположенные в верхней части постройки участки, сложенные обломочным материалом, дезинтегрированными и «отогнутыми» пакетами слоев (рис. 2б). Бугорчатая поверхность обусловлена наличием радиальных залеченных трещин, вызвавших блочный характер роста внешних слоев. Наличие в центральной части «ядра» характерного для лодочковидного онколита дает основание предполагать, что эллиптические образования являются продуктами их дорастания. Заполнение вогнутого пространства происходит как за счет поступления обломочного материала, так и обрастания слоев одинаковой мощности.

Субсферические онколиты (3 гр.) встречаются еще реже. Их размер варьирует от 3 до 9 см, а в центральной части присутствует комок известковой глины размером 0,5–3 см (рис. 2в). Поверхность крупных

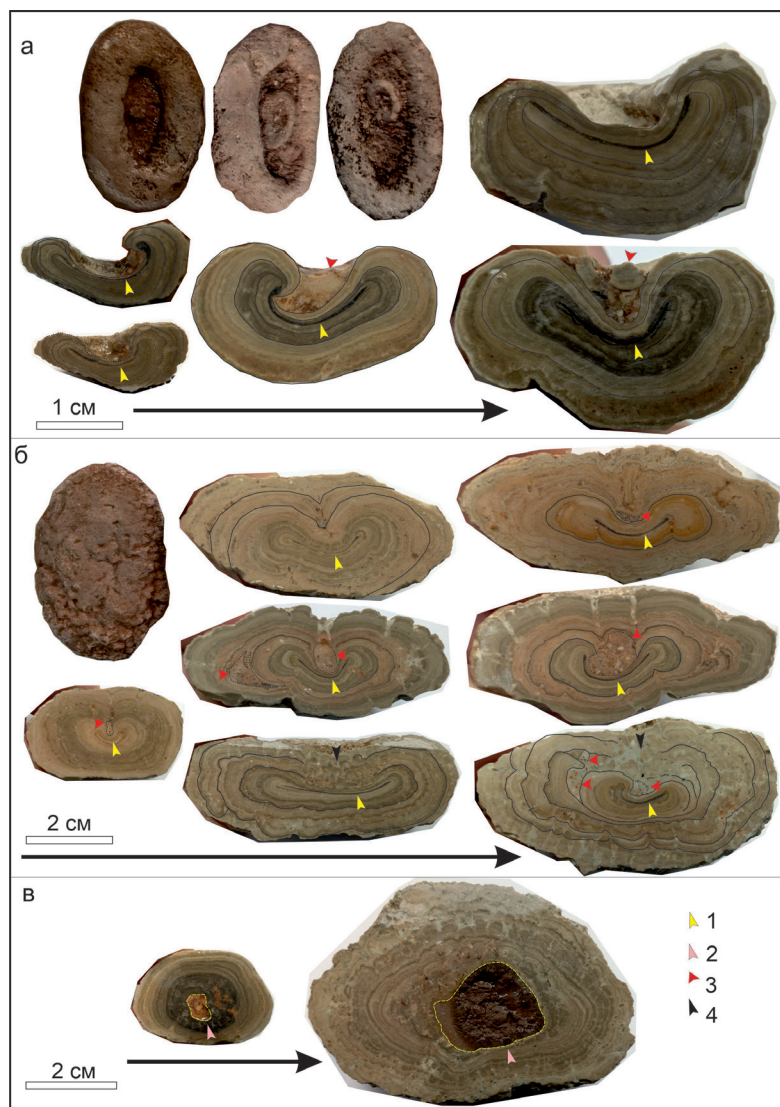


Рис. 2. Морфология и строение онколитов лодочковидной (а), эллиптической (б) и субсферической (в) формы. Мелкими стрелками показаны элементы анатомии: 1 – слой-зародыши; 2 – ядро сложенное известковой глиной; 3 – участки сложенные обломочным материалом; 4 – участки дезинтеграции и «отгиба» слоевых пакетов. Черными стрелками показано направление увеличения размера, черными линиями прослежены отдельные слойки

индивидов осложнена бугорчатостью связанной с блочным ростом верхних слоев.

Куполовидные строматолиты (1 гр.) размером 4–20 см нараста-ли на выступы глинистого дна или отдельные онколиты. Для них от-мечено наличие рассеянных обломков псаммитовой размерности и не-выдержанность отдельных слоев. Стратиформные строматолиты (2 гр.) мощностью до десятков сантиметров характеризуются фестончатым строением и невыдержанной мощностью слоев. В некоторых построй-ках отмечены несколько горизонтов, которые содержат лодочковидные онколиты.

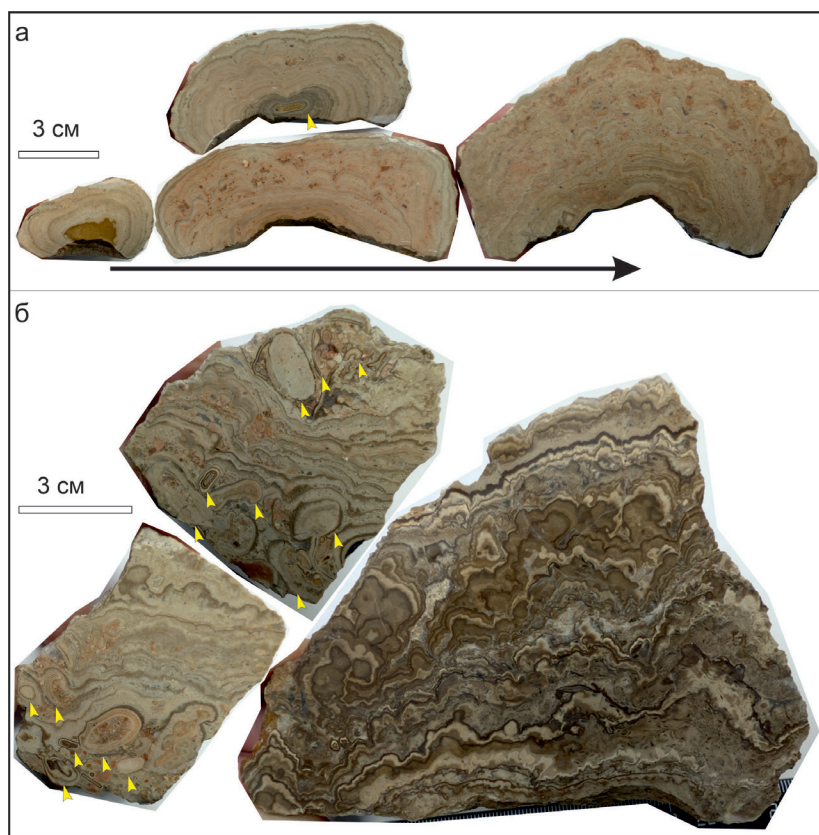


Рис. 3. Морфология и строение куполовидных (а) и стратиформных (б) строматолитов. Мелкими желтыми стрелками показаны включения онколитов, крупной черной – увеличение размера

Соотношение сторон и пространственная ориентировка микробиолитов. Измерение длинной и средней сторон микробиолитов показало, что все карбонатные образования являются в той или иной мере вытянутыми, особенно это касается лодочковидных онколитов, которые по соотношению сторон могут приближаться к величине 1:2. Отклонение от изометричной формы свидетельствует об анизотропии минералообразующей среды (рис.4).

Дешифрирование фотографии одного из участков проявления и построение роз-диаграмм ориентировки длиной оси показали, что онколиты характеризуются упорядоченным положением в пространстве и ориентированы преимущественно в двух взаимно-перпендикулярных направлениях (рис. 5). Предполагается, что они отражают направление ветра и волн поперек и вдоль береговой линии.

Изотопный анализ микробиолитов. Изотопный анализ углерода и кислорода онколитов и строматолитов (табл.) показывает, что они близки составу онколитов шешминской свиты Соликамской впадины, которые также связаны с континентальными образованиями. И те и другие формировались в пресноводных водоемах (рис 6).

Анализы проводились в ЦКП «Геонаука» Института геологии

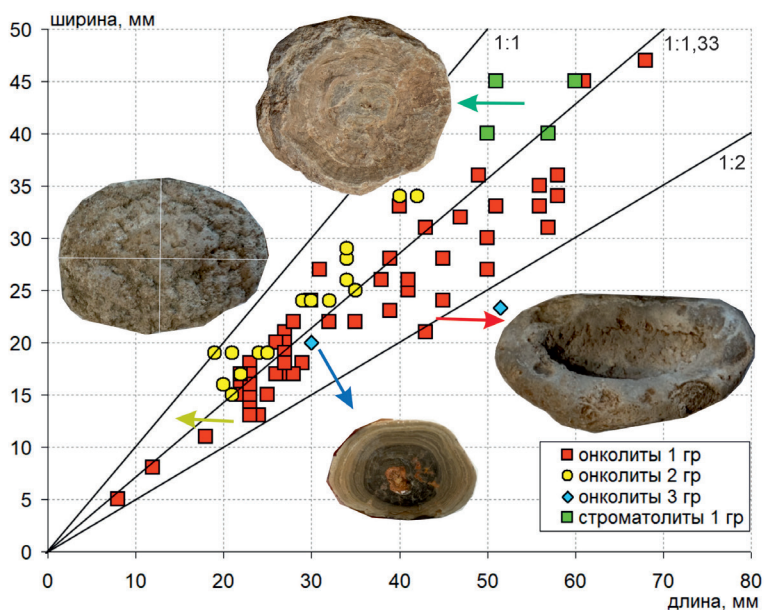


Рис. 4. Соотношение длинной и средней сторон микробиолитов

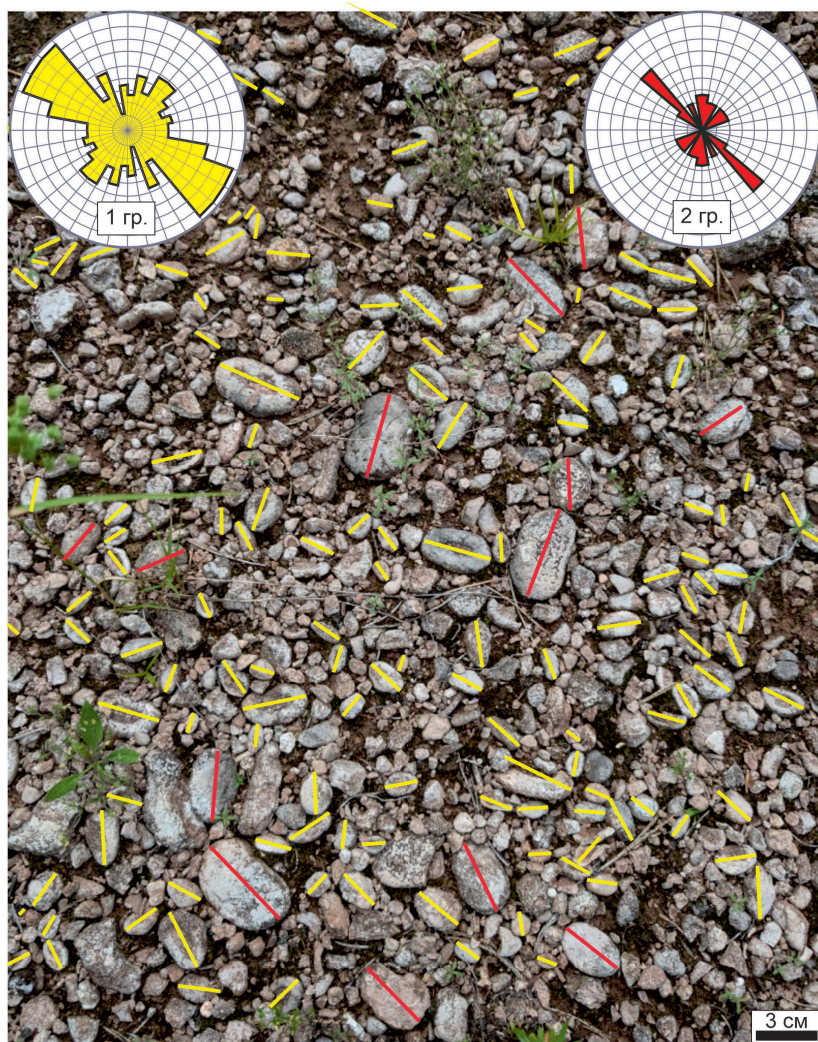


Рис. 5. Фрагмент проявления микробиолитов и ориентировки длинных осей лодчовидных (желтые, 1 гр.) и эллиптических (красные, 2 гр.) онколитов и соответствующие им розы диаграммы

Коми НЦ УрО РАН на масс-спектрометре DELTA V Advantage, аналитик И.В. Смолева

Анализ полученных данных позволяет предложить следующую модель формирования уржумских микробиолитов (рис. 7).

Таблица

Изотопный анализ кислорода и углерода карбонатов

	$\delta^{18}\text{O}$, V-PDB	$\delta^{13}\text{C}$, V-PDB
Онколиты	-11,68	-2,3
Строматолиты	-13,29	-2,06

Наличие тонкого изогнутого темного кальцитового слоя, выступающего в качестве затравки лодочковидных и эллиптических онколитов, дает основание предполагать, что он представляет собой минерализованные фрагменты бактериальных матов, высохших на поверхности глинистого осадка. Такие микробно-индуцированные осадочные структуры мощностью около 1 мм в настоящее время формируются в приливо-отливных мелководных зонах (Bose, Chafet, 2009).

Обрастание лодочковидных онколитов 1 группы преимущественно с нижней стороны свидетельствует о том, что их рост происходил в слое воды не превышающем высоты их краев, то есть 0,5–1 см. Их более вытянутая по отношению к другим микробиолитам форма, свидетельствует о том, что они активно подвергались влиянию ветра и ряби на поверхности воды, которые определялись двумя взаимно перпендикулярными направлениями, вероятно вдоль и поперек береговой линии.

Эллиптические онколиты 2 группы являются формой обрастания лодочковидных в более глубоком (1–5 см) слое воды, что объясняет заполнение вогнутости обломочным материалом. Однако деградация и отслоение слоевых пакетов в верхней части онколитов, а также бугорчатая поверхность, приводящая к последующему блочному росту, говорят

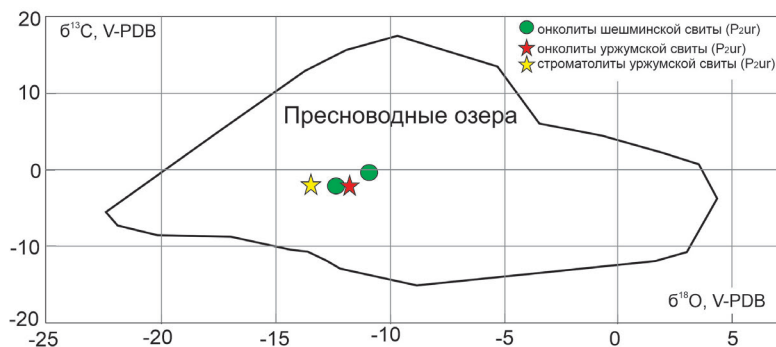


Рис. 6. Изотопный состав С и О исследованных карбонатов. Поле составов карбонатов пресноводных озер по (Horton, Oze, 2012)

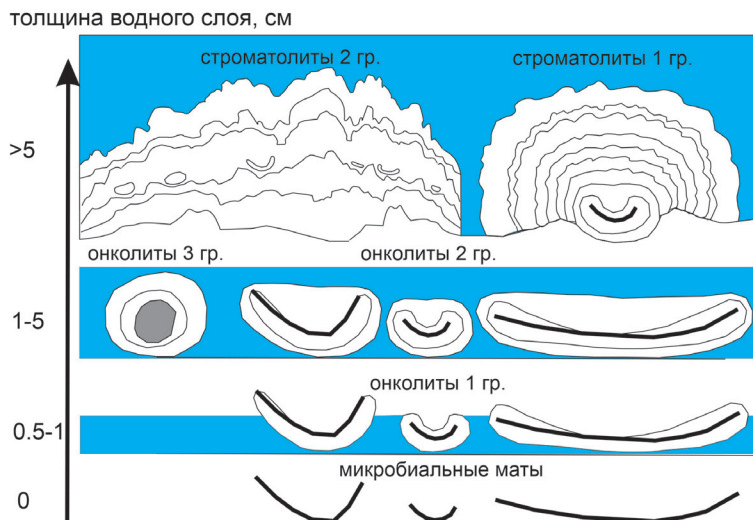


Рис. 7. Модель формирования микробиолитов в красноцветах уржумского яруса о периодическом высыхании и фрагментации поверхностной цианобактериальной оболочки. Субсферические онколиты 3 группы формируются примерно в таком же слое воды, но за счет обрастания относительно литифицированных обломков известковой глины. Они также подвергались периодическому «высыханию» с растрескиванием органической пленки и последующим блочным ростом.

Наибольшие глубины (более 5 см) предполагаются для строматолитов, которые различаются только за счет локального зарождения на выступах дна и онколитах (куполовидные) или равномерного слоисто-фестончатого обрастания больших участков дна. Их рост также периодически осложнялся обмелением и появлением новых генераций онколитов.

Таким образом, наблюдаемое морфологическое разнообразие микробиолитов обусловлено фациальными условиями, существовавшими в периодически (сезонно) пересыхаемой мелководной зоне пресноводного континентального бассейна.

Авторы выражают благодарность инженеру лаборатории ГМПИ Горного института УрО РАН Т.В. Федорову, за подготовку полированных препаратов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания (рег. номер НИОКТР 124020500052-9).

Библиографический список

Bose S., Chafet H.S. Topographic control on distribution of modern microbially induced sedimentary structures (MISS): A case study from Texas coast // Sedimentary Geology, 213. 2009. p. 136–149.

Horton T.W., Oze C. Are two elements better than one? Dual isotope-ratio detrending of evaporative effects on lake carbonate paleoelevation proxies. // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. Vol. 13, № 1 22, 2012. p. 1–15.

**MORPHOLOGY AND ANATOMY OF MICROBIOLITES FROM
THE URZHUMIAN REDBEDS OF THE PERMIAN ARCH**

I.I. Chaikovskiy, N.G. Kataev

Mining Institute UB RAS, Perm

ilya@mi-perm.ru

The article describes the occurrence of diverse microbiolites formed in the intertidal zone of a shallow freshwater basin of Middle Permian age. It is shown that variations in their morphology (boat-shaped, elliptical, and subspherical oncolites, dome-shaped and stratiform stromatolites) are due to variations in the thickness of the water layer and the shape of the seed (fragments of bacterial mats, rock fragments).

Keywords: oncolites, stromatolites, structure, anatomy, C and O isotopes.