



Вариативность морфологии юрских микробиальных построек Европейской России как отражение обстановок их формирования

Маленкина С.Ю.

Музей Землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, maleo@mail.ru

Юрские микробиальные постройки на территории г. Москвы впервые обнаружены автором в 2007 году при исследовании геологического разреза стройплощадки торгового комплекса (Цветной бульвар, 15). Позже они были выявлены и в других местах как в Москве, так за ее пределами (Подмосковье, Костромская и Ивановская обл.). Из большей их части в дальнейшем была собрана представительная коллекция с образцами из котлована «Москва-Сити», Цветного бульвара, Дорогомилово (стройплощадка театра «Мастерская П.Н. Фоменко») в Москве, а также из Подмосковья – обнажений близ с. Каменная Тяжина, в карьерах близ ст. Гжель, Малино, Пески, г. Домодедово и др. (Маленкина, 2019). К тому же, исследования различных конкреций из юрских разрезов Москвы, Московской, Костромской, Нижегородской и Оренбургской областей выявили, что они также являются микробиалитами. Сообщества бактерий и цианобактерий, создающие микробиальные карбонаты и другие осадки, формируют тонкие микробиальные пленки и маты и порождают определенные осадочные структуры. Микробиалиты – органоседиментационные структуры, являющиеся результатом взаимодействия микробов с окружающей средой и возникшие в результате процессов органоминерализации. Эти процессы приводят к структурам ранней литификации, которые могут быть подразделены на три главные категории микробиалитов: строматолиты (слоистые), тромболиты (сгустковые) и лейолиты (бесструктурные). Юрские микробиальные постройки Европейской России ранее практически не изучались в нашей стране, а имеющиеся литературные данные крайне скудны, хотя микробиалиты не так уж редки, но не были замечены и описаны ранее другими специалистами, что вероятно связано с недооценкой их значения.

Онколиты представлены желто-бурыми ооидами (от долей миллиметра до 2 мм) с тонкопереслаивающимися концентрически-

ми слоями (ламинами) карбонатного вещества, шамозита, гетита, гидрогетита с подчиненными количествами фосфата и кремнезема (т.н. железистые оолиты) и распространены в келловее–оксфорде. Онколиты считаются частным случаем строматолитов, как и у них, рост наслоений порождался чередованием низкоскоростной седиментации и нарастанием новой пленки мата (Riding, 2011). При этом превалировали процессы микробиально индуцированного и микробиально опосредованного осаждения, а не улавливания и связывания осадка. Форма ооидов чаще всего овальная, реже сферическая, нередко неправильная, присутствуют также их фрагменты, обросшие новыми ламинами. Слои разной толщины (2–20 мкм), часто неравномерные с неровными границами. В толстых ламинах иногда наблюдаются скопления кристаллов гетита. Онколиты, являясь продуктом неприкрепленных к дну бентосных микробиальных сообществ, формировались в крайне мелководных обстановках близ поверхности раздела вода/осадок в изменчивых окислительно-восстановительных условиях при достаточно активном гидродинамическом режиме и в процессе формирования вероятно перекачивались по дну (Collin et al, 2005). В них наблюдается переслаивание светлых карбонатных слоев осаждаемых цианобактериями, бурых железистых, отложенных железобактериями, а также шамозита, иногда фосфата и др., т.е. совершенно разных по составу и осаждавшихся в различных рН и Eh условиях. Это косвенно свидетельствует, что они могли формироваться одновременно в разных слоях (заняты различными бактериями) единого микробиального мата, а затем после перерыва и возобновления жизнедеятельности мата все это многократно повторялось.

Тромболитами, вероятно, можно считать многие из юрских фосфатных и карбонатно-фосфатных конкреций, часто с отсутствием отчетливо выраженных макрострук-

тур, обнаруживающих лишь при микроскопическом изучении явные слои нарастания, но нечеткие и менее правильной формы, чем у строматолитов или онколитов. Ранее это считалось всего лишь признаком многостадийного роста конкреций. Кроме того, под микроскопом, в них обычно можно обнаружить сгустковые микроструктуры. При этом они могут быть двух типов: либо микробиально минерализованные (фосфатные или частично карбонатные), образованные только осаждением микритовые, либо содержащие терригенные зерна, глауконит, пелоиды, биокласты, и состоящие из неправильной формы сгустков и карманов между ними, переполненных терригенными зернами. Такие текстуры называют грубо агглютинированными и их структуру полагают возникающей в основном за счет улавливания крупных обломочных частиц внеклеточным полимерным матриксом и вертикальными нитями, которые могут включать в себя микроводоросли (Riding, 2011). В результате неравномерной агглютинации, микробиальной кальцификации, скелетных инкрустаций и эрозионных процессов образуется своеобразная текстура, когда внутри зернистого микробиально литифицированного матрикса существуют неправильные полости, заполненные сцементированным терригенным осадком. Сгустки могут быть неправильной формы или удлиненные, от миллиметровых до сантиметровых размеров. Среди исследованных нами конкреций, размерами от 3 до 15–20 см, встречаются как микробиально кальцифицированные и/или фосфатизированные, так и грубо агглютинированные. Первые характеризуются макроскопической пелитоморфной текстурой, со слабо заметной неоднородностью. Лишь под микроскопом заметна скрытокристаллическая сгустковая микроструктура, где сгустки подчеркнуты распределением тонкодисперсного органического вещества. Такие тонкозернистые структуры формируются гетеротрофной бактериальной кальцификацией (например, с помощью диссимиляционной сульфатредукции) внеклеточного матрикса и других клеточных продуктов (Riding, 2011). Для современных аналогов в Австралии (Шарк-Бей) и на Багамах типичны мелководные и крайне мелководные условия в зонах литорали и супралиторали. Тромболиты и лейолиты остаются в России самыми неизученными микробиалитами, хотя, возможно, и наиболее широко распространенными в мезозое.

Изученные юрские строматолитовые постройки Европейской России, относятся, согласно классификации (Раабен, 1989), к морфологическим типам желваковых и пла-

стовых строматолитов и приурочены к различным свитам среднего келловей–оксфорда (Маленкина, 2014). Постройки сложены тонкими чередующимися слоями известкового вещества (от микрона до 1–2 мм), иногда ожелезненного, пиритизированного, глауконита и фосфата, редко нацело фосфатны. Слойки четкие, разной толщины, волнистые, с выпуклыми вверх наслоениями, иногда распадающиеся на короткие микростолбики (диаметром 0,05–1 мм). Продуцентами являются преимущественно цианобактерии в сообществе с различными бактериями (изредка наблюдаются минерализованные чехлы нитей и остатки гликокаликса). Иногда в постройках присутствуют красные водоросли (соленопоровые), инкрустируя их, могут заполнять сверления или образуют самостоятельные микрожелвачки. Часть из этих строматолитов сформированы только синседиментационным микробиальным осаждением, в других же встречаются и терригенные зерна, фауна или ее фрагменты, захваченные и скрепленные растущим матом. Келловейские и нижнеоксфордские строматолиты – желваки, корки и пластовые постройки (от первых до 15–25 см), иногда соединяющиеся общими наслоениями, нередко повторяющимися палеорельеф дна. Первоначальным субстратом чаще всего служат карбонатные гальки, иногда макрофауна, затем строматолиты разрастались, распространяясь в дальнейшем на глинистое дно. Из-за нестабильности глины они нередко оползали и изгибались, единый покров разрывался. На постройках отмечаются серпулиды, двустворки, гастроподы, во вмещающем осадке встречаются остатки морских головоногих – аммонитов и белемнитов, что свидетельствует, что микробиалиты формировались в морских условиях, по характеру осадка – в нижней части литоральной зоны с периодически активной гидродинамикой и частично в сублиторальной зоне с более спокойными условиями (Рис. 1).

Среднеоксфордские постройки представлены бугристыми полусферами и желваками (10–25 см), на которых обычно наблюдаются серпулиды, крупные двустворки *Pinna* sp. и др., гастроподы *Bathrotomaria* sp., брахиоподы, морские ежи и стеногалинные корневые части стеблей *Cyclocrinus insignis* (Trautschold), что свидетельствует о том, что они образовывались в условиях нормальной солености (Рис. 1). Во вмещающем осадке обычны остатки аммонитов и белемнитов. Постройки, судя по характеру наслоений, захоронены в осадке не в первоначальном положении, а наклонены, либо перевернуты, иногда неоднократно, что говорит о мелководных условиях, с периодически активной гидродина-

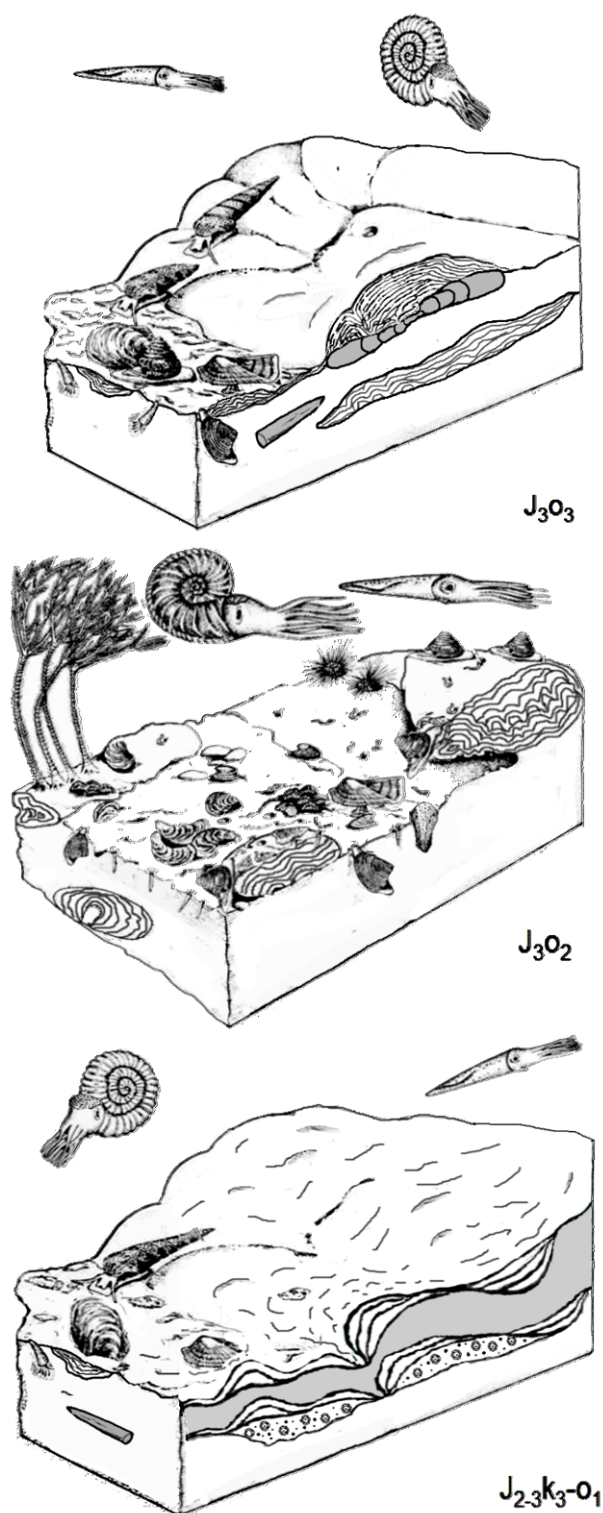


Рис. 1. Обстановки формирования микробных построек, типичные для различных временных интервалов

микой. По классификации (Riding, 2011) часть из них относится к микритовым, часть к пелоидным и агглютированным строматолитам. Анализируя морфологию построек и особенности вмещающих отложений, можно предположить, что они образовались в

литеральной зоне с изменчивой гидродинамикой бассейна на неровном нестабильном субстрате.

Верхнеоксфордские строматолиты представляют собой своеобразные комплексы отдельных желваков не очень больших размеров и пластовых образований (мощностью 0,05–0,2 м) в значительной степени глауконитовых по составу, залегающих прямо на глине, либо на остатках макрофауны (желваки), протягивающиеся не прерываясь десятки метров. На них и в осадках отмечаются многочисленные остатки гастропод, двустворок, брахиопод, аммонитов и белемнитов (Рис. 1), что дополнительно свидетельствует о фотической зоне их формирования. Весь комплекс – «зеленый прослой» (0,05–0,2 м) – является региональным стратиграфическим репером для всей Московской синеклизы. Данные строматолиты относятся к микритовым строматолитам по классификации Р. Райдинга и формировались в преимущественно тиховодной обстановке почти нулевой седиментации в слабо восстановительной среде, что подтверждается их глауконитовым составом с небольшой примесью карбоната. Вероятно, они отлагались в дистальных частях сублиторали.

По изменению состава вмещающих осадков за рассматриваемый период (келловей–оксфорд), можно заключить, что происходило очень медленное погружение территории, что способствовало росту биогермов и лишь в конце позднего оксфорда, вероятно, глубина увеличилась настолько, что все приподнятые участки дна оказались ниже фотической зоны и строматолитообразование прекратилось. Это подтверждается также общим нарастанием трансгрессивных тенденций в это время на Восточно-Европейской платформе.

Особым случаем являются фосфатные киммериджские столбчатые строматолиты долины р. Сухой Песчанки (недалеко от Соль-Илецка) – первые диагностированные и описанные в 1989 г. В.Н. Силантьевым отечественные юрские строматолиты (Силантьев, 1989). Они достаточно подробно охарактеризованы нами на одном из предыдущих совещаний (Малёнкина, 2011), поэтому рассмотрим лишь связь их морфологии с палеогеографией. Киммериджские столбчатые строматолиты, вероятно, возникли на границе литеральной и сублитеральной зон в условиях периодически активной гидродинамики, с существенными поставками терригенного осадочного материала, возможно, в том числе эолового происхождения (присутствие мелких остроугольных обломков), поступавшего в бассейн и отлагавшегося одновременно с нарастанием строматолитов. Он обуславливал разоб-

шение строматолитовых построек, их столбообразную форму, что давало возможность сосуществовать излишнему кластическому материалу с постройками в промежутки между ними. Все столбики первоначально сформированы на крупных ядрах макрофауны, предопределивших их изначально куполообразную форму и возможно обеспечивших им питательную среду на раннем этапе.

Все изложенное иллюстрирует прямую связь морфологии описанных юрских микробных построек с палеогеографическими условиями их образования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 18-05-01070.

Литература

Маленкина С.Ю. Проблема фосфатизации юрских строматолитов // В.А. Захаров (отв. ред.). Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Четвертое Всероссийское совещание: научные материалы. Санкт-Петербург: ООО «Издательство ЛЕМА», 2011. С. 157–162.

Маленкина С.Ю. Юрские микробные постройки Русской Плиты: органоминерализация

и породообразующие организмы // Водоросли в эволюции биосферы. Серия «Геобиологические системы в прошлом». М.: ПИН РАН. 2014. С. 170–186.

Маленкина С.Ю. Уникальная коллекция юрских строматолитов Европейской России как потенциал для экспозиции в Музее земледелия МГУ // Е.П. Дубинин (ред.). Наука в вузовском музее: Материалы ежегодной Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва, 12–14 ноября 2019 г. М.: Макс-Пресс. С.77–81.

Раабен М.Е. Строматолиты // А.Ю. Розанов (ред.). Бактериальная палеонтология. М.: ПИН РАН, 2002. С. 52–58.

Силантьев В.Н. Фосфатные столбчатые строматолиты из верхней юры Оренбургского Приуралья // Доклады АН СССР. М. 1989. Т. 308. № 5. С. 1197–1199.

Collin P., Loreau J., Courville P. Depositional environments and iron ooid formation in condensed sections (Callovian–Oxfordian, south-eastern Paris basin, France) // *Sedimentology*. 2005. V. 52. № 5. P. 969–985.

Riding R. Microbialites, stromatolites, and thrombolites // *Encyclopedia of Geobiology*. *Encycl. of Earth Science Series*. Springer. Heidelberg: 2011. P. 635–654.

Morphological variability of the Jurassic microbial buildings of European Russia as a reflection of the environment of their formation

Malenkina S.Yu.

Lomonosov Moscow State University Earth Science Museum, Moscow, maleo@mail.ru

The article is devoted to microbial structures recognized in the Jurassic of European Russia. Based on the extensive collection of the author; these structures were examined macroscopically, in thin sections and under SEM. Their diverse morphology, faunal remains found inside and around, and also the composition of the host sediments are briefly outlined, also, we partly discuss the producers and structure of the algo-bacterial benthic communities that built them. All this made it possible to reconstruct the environment and get an idea of the palaeoecosystems that existed that time. The paper illustrates the direct relationship between the morphology of the described Jurassic microbial structures and the environmental settings.