

Природа онколитов неопротерозоя Уринского поднятия (юг Сибирской платформы)

П.Н. Колосов^{1,*}, С.С. Рожин², К.С. Олёнова²

¹Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск

²Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

p_kolosov@diamond.ysn.ru

Аннотация. В отложениях неопротерозоя (рифья и венда) востока Сибирской платформы онколиты (микрофитолиты) распространены широко. Их природа оставалась недостаточно обоснованной фактическим материалом. В осадочных карбонатных породах неопротерозоя Уринского поднятия онколиты также широко распространены, и они оказались пригодными для выяснения их природы. Многие из них, например названные «*osagia tenuilamellata*», похожи на оолиты и другие карбонатные зерна хемогенного происхождения, от которых их нередко трудно отличить без детальных исследований природы. В онколитах неопротерозоя Уринского поднятия обнаружены шаровидные и нитевидные несомненные микроорганизмы, которые предположительно являются фотосинтезирующими железобактериями, цианобактериями и водорослями. Они представлены обызвествленными клетками, колониями и нитевидными формами и впервые указывают на органично-седиментационную природу онколитов неопротерозоя, а не хемогенную, как принято в некоторых публикациях. Полученные результаты могут быть использованы при выяснении фациальных условий осадконакопления, с которыми в разрезе неопротерозоя Предпатомского прогиба связано прогнозирование потенциальных карбонатных коллекторов нефти и газа.

Ключевые слова: онколиты, микроорганизмы, микрослои, карбонатные породы, неопротерозой, Уринское поднятие, Сибирская платформа.

Благодарности. Исследования выполнены по государственному заданию ИГАБМ СО РАН и при финансовой поддержке Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова.

Введение

Неприкрепленные концентрически-слоистые карбонатные зерна, образование которых происходит при участии микроорганизмов, Пиа (Pia) [1] обозначил термином “*oncolithi*” (онколиты). Природа онколитов (микрофитолитов) неопротерозоя Уринского поднятия недостаточно обоснована фактическим материалом. Поэтому целью настоящей статьи является выяснение данного вопроса. На Сибирской платформе широко распространен карбонатный тип разреза неопротерозоя, что связано с расцветом известковистых цианобактерий и водорослей, осаждающих карбонаты в стадию седиментации [2–4]. Во многих свитах он содержит онколиты. Некоторые из них трудно отличимы от оолитов [5]. Е.А. Рейтлингер [6], З.А. Журавлева [7] и другие исследователи некоторые формы (например, «*osagia tenuilamellata*»), не приводя доказательств участия в их образовании микроорганизмов, приняли за онколиты группы “*osagia*”. Термин «осагия» ввел

У. Твенхофел (Twenhofel) [8]: возникшие при участии микроорганизмов округлые желваки различных размеров с концентрической слоистостью.

Материал и методы исследования

Разрез неопротерозоя Уринского поднятия по р. Лена, на участке между д. Джерба и с. Мача – один из опорных в регионе, единственный наиболее полный, хорошо обнаженный и легкодоступный на юго-западе Якутии – крупном нефтегазоносном районе. Многие свиты в нем представлены известняками и доломитами, содержат, особенно каланчевская и ченчинская свиты, онколиты, пригодные для выяснения их природы (рис. 1).

Для выяснения природы неопротерозойских карбонатных онколитов Уринского поднятия авторами исследованы образцы (более 370), собранные в разные годы во время полевых экспедиций П.Н. Колосова. В Институте геологии алмаза и благородных металлов СО РАН из них

было изготовлено более 400 прозрачных шлифов и 53 аншлифа. Поиск, изучение и фотографирование онколитов и микроорганизмов произведены: в проходящем свете при помощи микроскопа Axioskop 4 при увеличениях 5, 10, 20 и 50 раз; стереоскопического микроскопа Olympus SZX 12, при увеличениях от 10 до 90 раз с фотографированием на цифровую фотокамеру Olympus C 5060 с матрицей 5.1 мегапикселей при комбинированном освещении; аншлифы и прозрачные шлифы без покровного стекла напылялись золотом и изучались при помощи сканирующего электронного микроскопа Jeol JSM – 6480LV в режиме высокого вакуума, ускоряющее напряжение 10 кВ, размер диафрагмы – 2, сигнал SEI, рабочее расстояние – 10 мм.

Результаты исследования

В Уринской зоне Предпатомского прогиба в каланчевской свите неопротерозоя наряду со сгустково-пузырчатыми формами микрофитоцитов обильны шаровидные онколиты с концентрической слоистостью и гладкой или редко-бугристой поверхностью. В верхней, преимущественно доломитовой части свиты они значительны по размерам (до 5–7 см в сечении). В других районах развития каланчевской свиты не наблюдается массового распространения подобных онколитов. Можно предположить, что в районе современного Уринского поднятия каланчевские отложения образовались в условиях значительной подвижности воды, явившейся причиной возникновения крупных концентрически-слоистых онколитов. Онколиты каланчевской свиты, в отличие от таковых в ченчинской свите, в слоях известняков и известковистых доломитов чаще несортированные, разного размера, наблюдаются

в одном образце. Это свидетельство, по-видимому, того, что такие слои образовались в гидродинамически активной среде осадконакопления, где происходило смешивание онколитов, образовавшихся в разных условиях.

В никольской свите имеются оолиты с хорошо выраженной периферической зоной и радиально-лучистой структурой, без доказательства принятые за микрофитоциты и названные [5, 6] соответственно «*radiosus*» (рис. 2, а) и «*asterosphaeroides*» (рис. 2, б).

Фашия онколитовых известняков присутствует во всех частях ченчинской свиты. Мощность пачек онколитовых серых известняков – до 10–20 м. В разрезах они переслаиваются со строматолитовыми известняками. Эти геологические тела иногда имеют линзовидную форму. По простиранию отмечены переходы онколитовых известняков в песчанистые косослоистые известняки. Онколиты ченчинской свиты Уринского поднятия преимущественно имеют диаметр 0,3–0,5 мм. Отличительной их особенностью является то, что они местами подвергнуты сильным вторичным изменениям. Нередко встречаются шаровидные или овальные карбонатные образования, центральная часть которых перекристаллизована, состоит из кристаллов размерами первых десяти миллиметров.

В ченчинской свите наряду с пластовыми строматолитами онколиты участвуют в формировании органогенных образований. В этих образованиях, сложенных известняками, помимо онколитов серого цвета, слабо выделяющихся во вмещающей породе, встречаются слои, представленные онколитами красноцветными, известково-железистыми. Они образовались при участии предположительно фотосинтезирующих

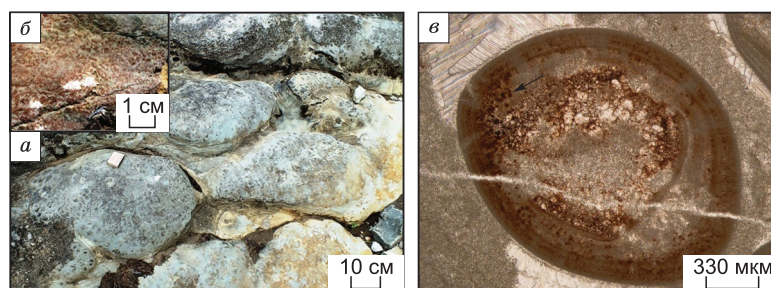


Рис. 1. Органогенные образования и онколиты ченчинской свиты:
а, б – органогенные образования, содержащие онколиты; в – онколит, содержащий железобактерии (указаны стрелкой).

Fig. 1. Organogenic formations and oncoliths of the Chenchinskaya suite:
а, б – organogenic formations containing oncoliths; в – oncolith containing iron bacteria (indicated by an arrow).

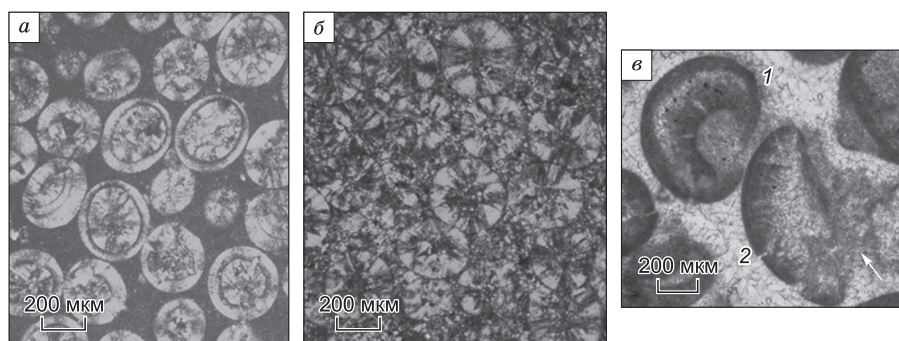


Рис. 2. Оолиты и онколиты:

a, б – оолиты никольской свиты; *в* – онколиты ченчинской свиты (*1* – на поверхности микрозернистого карбоната росли, вытягиваясь вверх, микроорганизмы, *2* – стрелкой указаны шаровидной формы микроорганизмы).

Fig. 2. Oolites and oncoliths: *a, б* – oolites of the Nikolskaya suite; *в* – oncoliths of the Chenchinskaya suite (*1* – microorganisms formed on the surface of microgranular carbonate, *2* – the arrow indicates the spherical microorganisms).

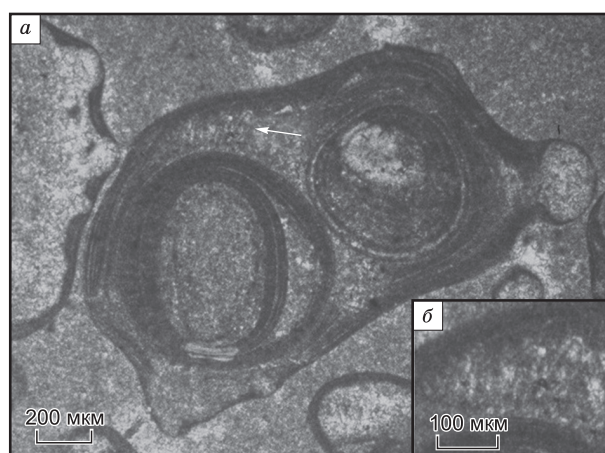


Рис. 3. Онколиты ченчинской свиты:

a – два онколита объединены в один крупный синтетический онколит. Стрелкой указаны нитевидные микроорганизмы, *б* – они же при большем увеличении.

Fig. 3. Oncoliths of the Chenchinskaya suite:

a – two oncoliths are combined into one large synthetic oncolith (the arrow indicates filamentous microorganisms); *б* – filamentous microorganisms.

железобактерий или цианобактерий. Известно, что некоторые цианобактерии способны концентрировать железо в слизи, окружающей клетки (см. рис. 1, *в*).

Онколиты ченчинской свиты образовывались и изменялись по-разному (рис. 2, 3). На это указывают факты, иллюстрируемые далее рисунками. *Факт 1-й* (см. рис. 2, *в, 1*): на плотной поверхности росли, вытягиваясь вверх, микроорганизмы, сформировалось мохнатое по внешнему виду образование. После на него поселились микрослоями другие микроорганизмы.

В результате онколит стал крупнее и был сорван с места движением воды. Внутренняя часть онколита и поверхность вытянутых вверх микроорганизмов подверглись изменениям, превратились в микрозернистый карбонат. *Факт 2-й* (см. рис. 2, *в, 2*): онколит первоначально сформировался как маленького размера строматолит. После в результате движения воды (волны в мелководье) был оторван (DS – detached structures по М. Шульжевски (Szullzewski) [9]), наклонен, и его подошва стала местом поселения шаровидных микроорганизмов. *Факт 3-й* (см. рис. 3, *a*): два онколита объединены в один крупный синтетический онколит.

Они образовались предположительно разными микроорганизмами: левая форма – весьма тонкими нитевидными, а правая – клетками или колониями по размерам крупнее, создавшими микрослои, прилегающие друг к другу не столь плотно, как у онколита слева. Здесь же показываем (см. рис. 3, *б*) нитчатой формы микроорганизмы, которые участвовали в образовании онколита, расположенного на снимке слева. Они росли и вне онколита. Предположительно из них состоят микрослои, охватывающие оба онколита.

В ченчинской свите присутствуют онколиты, внешне похожие на оолиты. Изучение на СЭМ внутреннего строения темных, радиально расположенных образований одного из таких онколитов (рис. 4, *a*) показало, что эти образования – органогенного происхождения: округлой формы клетки микроорганизмов расположены по-разному, в том числе в ряд, поднимающийся вверх (рис. 4, *б*).

Онколиты – органогенно-седиментационные, преимущественно округлой или овальной формы образования; на минеральные хомогенные зерна или на оолиты селятся микроорганизмы (цианобактерии и/или водоросли, возможно, низшие водные грибы), создавая сравнительно расплывчатые, волнистые наружные concentрические микрослои (концентры). В неизмененных онколитах эти микрослои обычно более расплывчатые по сравнению с таковыми у оолитов. Итак, нами обнаружены остатки жизни в онколитах каланчевской и ченчинской свит (рис. 1, в, 2, в, 3, б, 4). Они комковатые в виде клеток или колоний, а также в форме нитевидных, разветвленных микрофоссилий = микроорганизмов. Обнаружение в онколитах неопротерозоя систематически идентифицируемых остатков жизни, не относящихся к бактериям, указывает, что не следует однозначно предполагать формирование онколитов только при участии особых бактериальных сообществ, имевших облик плавающих в толще воды шаров, оболочка которых представляла собой мат.

Заключение

Онколиты неопротерозоя Уринского поднятия сложены чередующимися темными и светлыми concentрическими наслоениями различной толщины. Темные наслоения образованы в результате биохимического осаждения пелитоморфного карбоната, что связано с жизнедеятельностью микроорганизмов. На это указывают наши находки обызвествленных остатков микроорганизмов в онколитах, а также отсутствие в слоях терригенных примесей некарбонатных минералов. Зерна кварца нередко присутствуют в ядрах онколитов. Если раньше лишь предполагали органогенное происхождение онколитов неопротерозоя, то по материалам Уринского поднятия на основе выявления в них остатков микроорганизмов, представленных обызвествленными клетками, колониями и нитевидными формами, впервые наиболее полно обоснована органогенно-седиментационная природа онколитов. Имеются онколиты, морфологически похожие на оолиты и пизолиты, от которых принципиально отличаются тем, что они сформировались при участии микроорганизмов.

Изложенные в статье результаты имеют большое практическое значение, так как с фациями онколитовых (микрофитолитовых) карбонатных пород связаны коллекторы нефти и газа. Например,

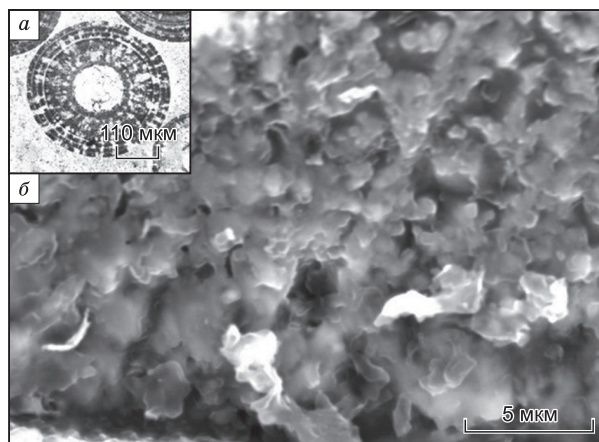


Рис. 4. Онколит в ченчинской свите: *а* – общий вид; *б* – комковатой формы клетки и колонии микроорганизмов. В центре снимка они расположены в ряд, поднимающийся вверх. Снимок *б* сделан на СЭМ.

Fig. 4. Oncolith in the Chenchinskaya suite: *a* – general view; *b* – lumpy cells and colonies of microorganisms. In the center of the picture, they are arranged in a row that goes up. Image *b* was taken with SEM.

постседиментационные преобразования этих пород в сторону Березовского прогиба и Вилучанско-Ыгыатинской структурно-фациальной зоны усиливаются, что повышает их коллекторские свойства [10].

Литература

1. *Pia J.* Die Erhaltung der fossilen Pflanzen. I Abt. Thalophyta // Hirmer M. Handbuch der Paläobotanik. 1. München, Berlin, 1927. 136 p.
2. *Колосов П.Н.* Органические остатки верхнего докембрия юга Якутии // Стратиграфия и палеонтология протерозоя и кембрия востока Сибирской платформы. Якутск: Кн. изд-во, 1970. С. 57–70 и палеонтол. табл. I–V.
3. *Колосов П.Н.* Древние нефтегазоносные толщи юго-востока Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1977. 89 с.
4. *Колосов П.Н.* Верхнедокембрийские палеоаллогические остатки Сибирской платформы. М.: Наука, 1982. 96 с.
5. *Маслов В.П.* Принципы номенклатуры и систематики строматолитов // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1955. № 4. С. 105–112.
6. *Рейтлингер Е.А.* Атлас микроскопических органических остатков и проблематика древних толщ Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 61 с.
7. *Журавлева З.А.* Онколиты и катаграфии рифея и нижнего кембрия Сибири и их стратиграфическое значение (Труды ГИН АН СССР, вып. 114). М.: Наука, 1964. 75 с.

8. *Twenhofel W.H.* Pre-Cambrian and Carboniferous algal deposits // *Amer. J. Sci.* 1919. Vol. 48, No. 4. P. 339–345.

9. *Szullzewski M.* Klasyfikacja onkolitow // *Roczn. Polskie-go towarz, Geol.* 1966. Vol. 36, No. 3. P. 325–326.

10. *Колосов П.Н.* Органогенные породы и потенциальные коллекторы нефти и газа в неопротерозоя Предпатомского прогиба // *Отечественная геология.* 2011. № 5. С. 43–49.

Поступила в редакцию 02.09.2020

Принята к публикации 28.10.2020

Об авторах

КОЛОСОВ Петр Николаевич, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 39, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-8690-9308>, p_kolosov@diamond.ysn.ru;

РОЖИН Степан Степанович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент СВФУ им. М.К. Аммосова, 677000, Якутск, ул. Курашова, 19, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-4290-3078> e-mail: roshin-stepan@rambler.ru

ОЛЁНОВА Кира Сергеевна, студентка, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 677000, Якутск, ул. Курашова, 19, Россия.

Информация для цитирования

Колосов П.Н., Рожин С.С., Олёнова К.С. Природа онколитов неопротерозоя Уринского поднятия (юг Сибирской платформы) // *Природные ресурсы Арктики и Субарктики.* 2021. Т. 26, № 1. С. 32–37. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2021-26-1-3>

DOI 10.31242/2618-9712-2020-26-1-3

Nature of the Neoproterozoic oncolites of the Urinsk Uplift (the southern part of the Siberian Platform)

P.N. Kolosov^{1,*}, S.S. Rozhin², K.S. Olyenova²

¹*Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia*

²*M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia*

*p_kolosov@diamond.ysn.ru

Abstract. *Oncolites are widely distributed in the Neoproterozoic (Riphean and Vendian) deposits of Eastern Siberia. Their nature remained insufficiently substantiated by the factual material. Oncolites are also widely distributed in the Neoproterozoic sedimentary carbonate rocks of the Urinsk Uplift; they have been proved suitable for the identification of their nature. Many of these rocks (such as osagia tenuilamelata) are similar to oolites and other carbonate grains of chemogenic origin and are often difficult to distinguish without detailed studies of their nature. In the Neoproterozoic oncolites of the Urinsk Uplift, spherical and filamentous unquestionable microorganisms were found, which are presumably photosynthesizing iron bacteria, cyanobacteria and algae. They are represented by calcified cells, colonies and filamentous forms, and provide the first indication of the organogenic-sedimentary nature of the Neoproterozoic oncolites, rather than chemogenic, as accepted in some publications. The results obtained can be used to clarify the environmental conditions of sedimentation, which are associated with the prediction of potential carbonate reservoirs of oil and gas in the Neoproterozoic section of the Predpatomsk depression.*

Key words: oncolites, microorganisms, microlayers, carbonate rocks, Neoproterozoic, Urinsk Uplift, Siberian Platform.

Acknowledgements. *The research was carried out within the State Assignment for DPMGI SB RAS and with the financial support from M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.*

References

1. *Pia J.* Die Erhaltung der fossilen Pflanzen. I Abt. Thalophyta // Hirmer M. Handbuch der Paläobotanik. 1. München, Berlin, 1927. 136 p.
2. *Kolosov P.N.* Organicheskie ostatki verhnego dokembriya yuga YAkutii // Stratigrafiya i paleontologiya proterozoya i kembriya vostoka Sibirskoj platformy. Yakutsk: Kn. izd-vo, 1970. P. 57–70 i paleontol. tabl. I–V.
3. *Kolosov P.N.* Drevnie neftegazonosnye tolshchi yugo-vostoka Sibirskoj platformy. Novosibirsk: Nauka, 1977. 89 p.
4. *Kolosov P.N.* Verhnedokembrijskie paleoal'gologicheskie ostatki Sibirskoj platformy. M.: Nauka, 1982. 96 p.
5. *Maslov V.P.* Principy nomenklatury i sistematiki stroma-tolitov // Izves. AN CSSP. Ser. geol. 1955. No. 4. P. 105–112.
6. *Rejtlinger E.A.* Atlas mikroskopicheskikh organicheskikh ostatkov i problematika drevnih tolshch Sibiri. M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. 61 p.
7. *Zhuravleva Z.A.* Onkolity i katagrafiy rifeya i nizhnego kembriya Sibiri i ih stratigraficheskoe znachenie (Trudy GIN AN SSSR, vyp. 114). M.: Nauka, 1964. 75 p.
8. *Twenhofel W.H.* Pre-Cambrian and Carboniferous algal deposits // Amer. J. Sci. 1919. Vol. 48, No. 4. P. 339–345.
9. *Szullzewski M.* Klassyfikacja onkolitow // Roczn. Polskie-go towarz, Geol. 1966. Vol. 36, No. 3. P. 325–326.
10. *Kolosov P.N.* Organogennyye porody i potencial'nye kollektory nefti i gaza v neoproterozoya Predpatomskogo progiba // Otechestvennaya geologiya. 2011. No. 5. P. 43–49.

About the authors

KOLOSOV Petr Nikolaevich, Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), head of laboratory, Diamond and Precious Metal Geology Institute SB RAS, 39 Lenina pr., Yakutsk 677000, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-8690-9308>, p_kolosov@diamond.ysn.ru.

ROZHIN Stepan Stepanovich, Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), associate professor, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, 19 Kurashova st., Yakutsk 677000, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-4290-3078>, e-mail: roshin-stepan@rambler.ru

OLYENEVA Kira Sergeevna, student, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, 19 Kurashova st., Yakutsk 677000, Russia

Citation

Kolosov P.N., Rozhin S.S., Olyenova K.S. Nature of the Neoproterozoic oncolites of the Urinsk uplift (the southern part of the Siberian Platform) // Arctic and Subarctic Natural Resources. 2021. Vol. 26, No. 1. pp. 32–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2021-26-1-3>