



УДК 551.732.2:56(571.5)

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОСИНСКОГО ГОРИЗОНТА НИЖНЕГО КЕМБРИЯ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (БОЛЬШЕТИРСКАЯ СКВ. 7)

Д. А. Токарев^{1,2}, А. В. Плюснин³, А. А. Терлеев¹, Н. А. Иванова⁴, И. В. Вараксина¹, А. В. Липянина⁴

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия; ²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия; ³ООО «ИНК», Иркутск, Россия; ⁴Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Изучен разрез осинской подсвиты усольской свиты томмотского яруса нижнего кембрия, вскрытый Большеতিরской скв. 7 на юге Непско-Ботубинской антеклизы. В результате литолого-фациальных исследований выделено семь литологических типов пород, закономерно сменяющих друг друга по разрезу. Диагностированы фациальные обстановки рифового комплекса: баровая отмель, тыловая часть рифа, органогенная биогерменная постройка, бары тыловой части рифа, рифогенная постройка, ядро рифогенной постройки. В разрезе подсвиты вычленены три секвенсы четвертого порядка. Их границы фиксируют субэральные перерывы, представленные в керне седиментационными брекчиями и зонами карста. Наибольшее по амплитуде и продолжительности понижение уровня моря приурочено к границе второго и третьего секвенсов. Проведенный биостратиграфический анализ подтверждает нижнекембрийский возраст отложений. Обнаружены остатки известковых водорослей *Renalcis polymorphum*, *R. gelatinosum*, *R. granosum*, *Botomaella zelenovi*. Также найдена мелкораквинная фауна рода *Namacalathus* Grotzinger, Watters et Knoll., имеющая глобальное распространение в поздневендских (эдиакарских) отложениях в Намибии, Бразилии, Канаде, Омане, Испании, Китае, России и др.

Ключевые слова: кембрий, осинский горизонт, Восточная Сибирь, археоциаты, цианобактерии, органогенные постройки, секвенс-стратиграфический анализ.

NEW RESULTS OF INTEGRATED LITHOFACIES AND BIOSTRATIGRAPHICAL STUDY OF THE LOWER CAMBRIAN OSA HORIZON IN THE SOUTH OF THE SIBERIAN PLATFORM (BOLSHETIRSKAYA 7 WELL)

D. A. Tokarev^{1,2}, A. V. Plyusnin³, A. A. Terleev¹, N. A. Ivanova⁴, I. V. Varaksina¹, A. V. Lipyagina⁴

¹A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia; ²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia; ³ООО INK, Irkutsk, Russia; ⁴Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

The section of the Osa Subformation of the Usolka Formation of the Lower Cambrian Tommotian stage penetrated by the Bolshetirskaya 7 well in the south of the Nepa-Botuoba anticline has been studied. As a result of lithological-facies investigations, seven lithological types of rocks were identified, they are regularly replaced by each other along the section. Facies environments of the reef complex were detected: bar bank, rear part of the reef, organogenic bioherm buildup, reef rear bars, reef buildup, core of reef buildup. In the section of the subformation, three fourth-order sequences are identified. The sequence boundaries are fixed by subaerial hiatuses represented in the core by sedimentation breccias, karst zones. The largest lowering of sea level, in terms of amplitude and duration, is confined to the border of the second and third sequences. The conducted biostratigraphic analysis confirms the Lower Cambrian age. Remains of calcareous algae *Renalcis polymorphum*, *R. gelatinosum*, *R. granosum*, *Botomaella zelenovi* were found. Small shell fauna of the genus *Namacalathus* Grotzinger, Watters et Knoll. also was found. It has global distribution in the Lower Vendian (Ediacaran) deposits in Namibia, Brazil, Canada, Oman, Spain, China, Russia, etc.

Keywords: Cambrian, Osa Horizon, East Siberia, archaeocyatha, cyanobacteriae, organogenic buildups, sequence-stratigraphic analysis.

DOI 10.20403/2078-0575-2021-2-56-66

Детальный литолого-биостратиграфический анализ дает возможность изучить экологические сукцессии, вещественный состав осадочных образований, реконструировать обстановки осадконакопления и уточнить корреляцию в рамках региональной стратиграфической шкалы. Активные геолого-разведочные работы, проводимые в последнее время по всей Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, делают эти исследования особенно ак-

туальными, поскольку они позволяют установить закономерности образования ловушек углеводородов.

Объект и методы исследований

Объект изучения – карбонатные породы средней (осинской) подсвиты усольской свиты томмотского яруса нижнего кембрия, вскрытые Большеতিরской скв. 7 на юге Непско-Ботубинской антеклизы

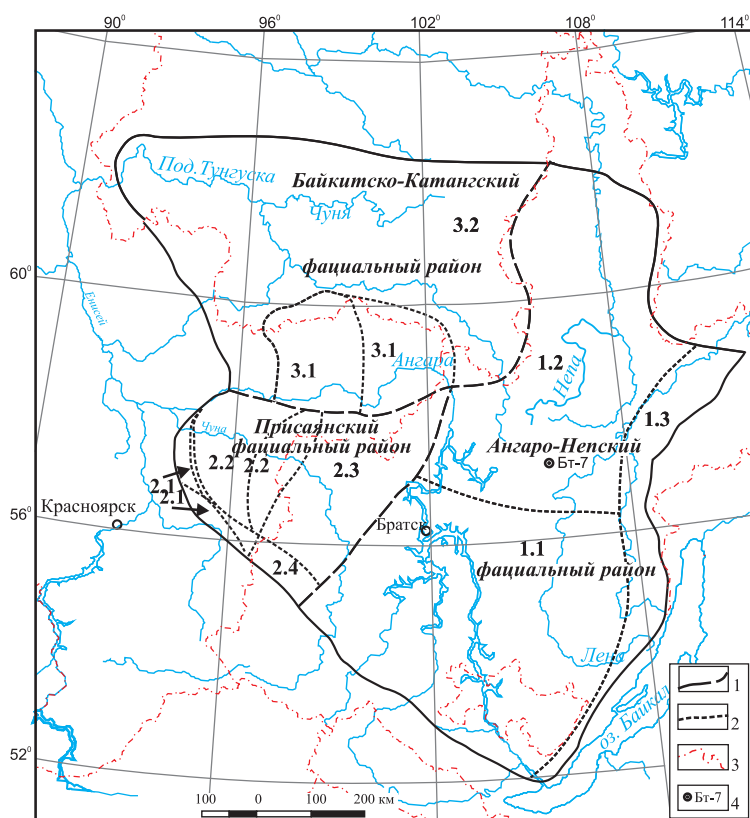


Рис. 1. Местоположение изученной Большеитирской скв. 7 на карте фациального районирования Иркутско-Байкитской области [9]

Границы: 1 – районов, 2 – зон, 3 – административные; 4 – местоположение изученной скважины; структурно-фациальные зоны: 1.1 – Ангарская, 1.2 – Непская, 1.3 – Приленская; 2.1 – Тасеевская, 2.2 – Богучанская, 2.3 – Ковинская, 2.4 – Тайнинская, 3.1 – Нижнеангарская, 3.2 – Байкитская

(на севере Иркутской области в 75 км севернее пос. Верхнемарково). Согласно фациальному районированию кембрийских отложений [9], территория исследований относится к Непской зоне Ангаро-Непского фациального района Непско-Ботуобинской антеклизы юга Сибирской платформы (рис. 1). Осинская подсвита (продуктивный горизонт) в скв. БТ-7 имеет толщину 117 м и почти в полном объеме охарактеризована керновым материалом, что позволило с высокой степенью достоверности провести литологические, биостратиграфические исследования, выполнить фациальные реконструкции и секвенс-стратиграфический анализ разреза.

В основу работы легла комплексная интерпретация обширного фактического материала: комплекс ГИС, детальное литолого-седиментологическое описание 99,5 м керна, секвенс-стратиграфический анализ, петрографический анализ 59 образцов и биостратиграфическое изучение палеонтологических остатков, отобранных из четырех точек наблюдения.

При литологических исследованиях применялись общепринятые классификации по вещественному составу, структурно-генетическим признакам карбонатных пород, изложенные в работах отечественных и зарубежных авторов [1, 5, 7, 8, 12, 16, 18].

Фациальные реконструкции осуществлялись на основе седиментационных моделей, разработанных известными специалистами в области карбонатного осадконакопления [2, 3, 13, 17, 22].

Для воссоздания эволюции бассейна применен секвенс-стратиграфический анализ, направленный на выявление признаков эвстатических изменений

уровня моря. При секвенс-стратиграфическом анализе разреза авторы руководствовались работами [6, 14, 21].

Литолого-фациальное строение осинского горизонта

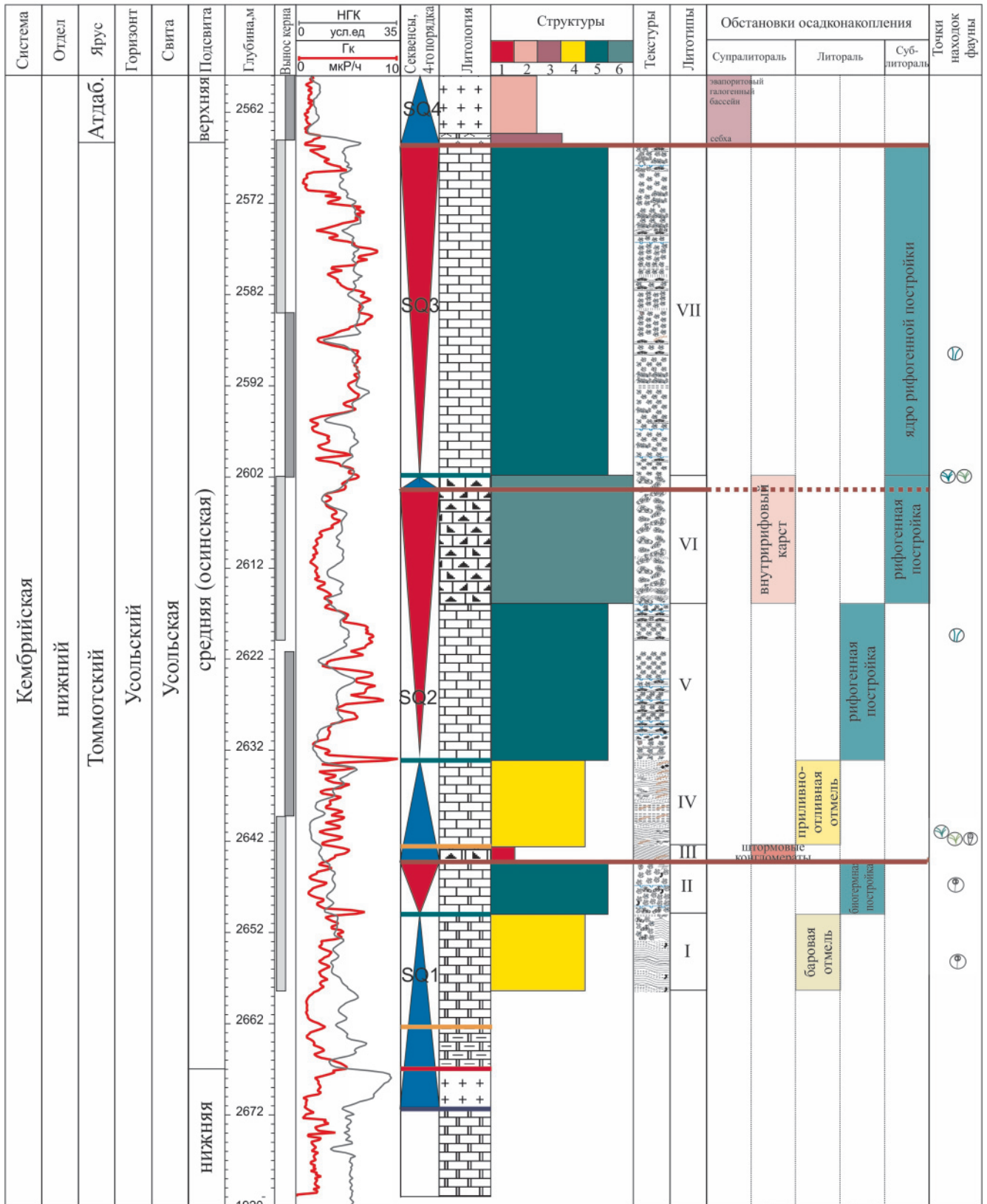
В изученном разрезе выделено семь литологических типов пород (литотипов), закономерно сменяющих друг друга по разрезу снизу вверх (рис. 2) и соответствующих различным фациальным обстановкам мелководного шельфа.

Литотип I. Доломиты известковистые до известняков доломитистых ангидритистые микрофитолитовые (грейнстоун). Породы коричнево-темно-коричневые, слабо волнисто-полого-слоистые, сложены микрофитолитами из группы катаграфий, пространство между которыми заполнено морским цементом типа Drusy mosaic и Granular mosaic, редко Radiaxial. Доломит, содержание которого варьирует от 12 до 70 %, замещает как цемент, так и микрофитолиты (рис. 3).

Интерпретация фаций: микрофитолитовые постройки барового типа в зоне нижней литорали.

Литотип II. Известняки доломитистые до доломитовых ангидритистые галитистые реликтово-микробияльные (баундстоун). Породы коричнево-темно-коричневые, волнисто-полого-слоистые и узорчатые, сложены цианобактериями группы Renalcis и др. с обильными фенестральными структурами, в разной степени доломитизированные (рис. 4).

Интерпретация фаций: микробияльные постройки, сформированные на обломочном (микро-



фитолитовом) карбонатном субстрате, предположительно одиночные и холмовидные, биогермного типа, периодически подвергавшиеся осушению. О регулярных субаэральных экспозициях свидетельствуют трещины синерезиса, выполненные галитом, а также рассеянная сульфатизация, интенсивная доломитизация и кавернозность.

Литотип III. Доломитовый плоскогалеchnый конгломерат (внутриформационный). Доломиты темно-коричневые, кослоистые, сложенные плоскими (от 1 до 5 см в длину) обломками микритовых и микрофитолитовых доломитов, погруженных в сильно битуминизированный доломитоглинистый матрикс. В верхней части слоя наблю-



Рис. 2. Литолого-стратиграфический разрез с точками палеонтологических находок

даются текстуры пластичного смятия и оползания (рис. 5).

Интерпретация фаций: «сбросовые» каналы течений, активизация которых происходила в периоды штормовых событий.

Литотип IV. Доломиты известковые до известняков доломитистых кристаллические, реликтово-мелкообломочные (грейнстоун), послойно седиментационные конгломераты и конглобрекчии. Породы от коричневато-серых до темно-коричневых, преимущественно с реликтами мелкозернистой (мелкообломочной) структуры, тонко-параллельно-слоистые, однонаправленно-косослоистые

(рис. 6). Отмечаются участки с нарушением слоистости в виде пластичной деформации и структур внедрения осадка, трещинами усыхания, слабым брекчированием литифицированных слоев. Присутствуют прослои крупноинтракластических пород. В верхней части среди грейнстоунов часто встречаются желваковидные строматолиты в виде сферических микропостроек диаметром 10–15 см.

Интерпретация фаций: приливно-отливная равнина, в пределах которой развивались мелкие барово-отмельные тела, периодически подвергавшиеся экспозиции, о чем свидетельствуют трещины усыхания и синседиментационная желваковая

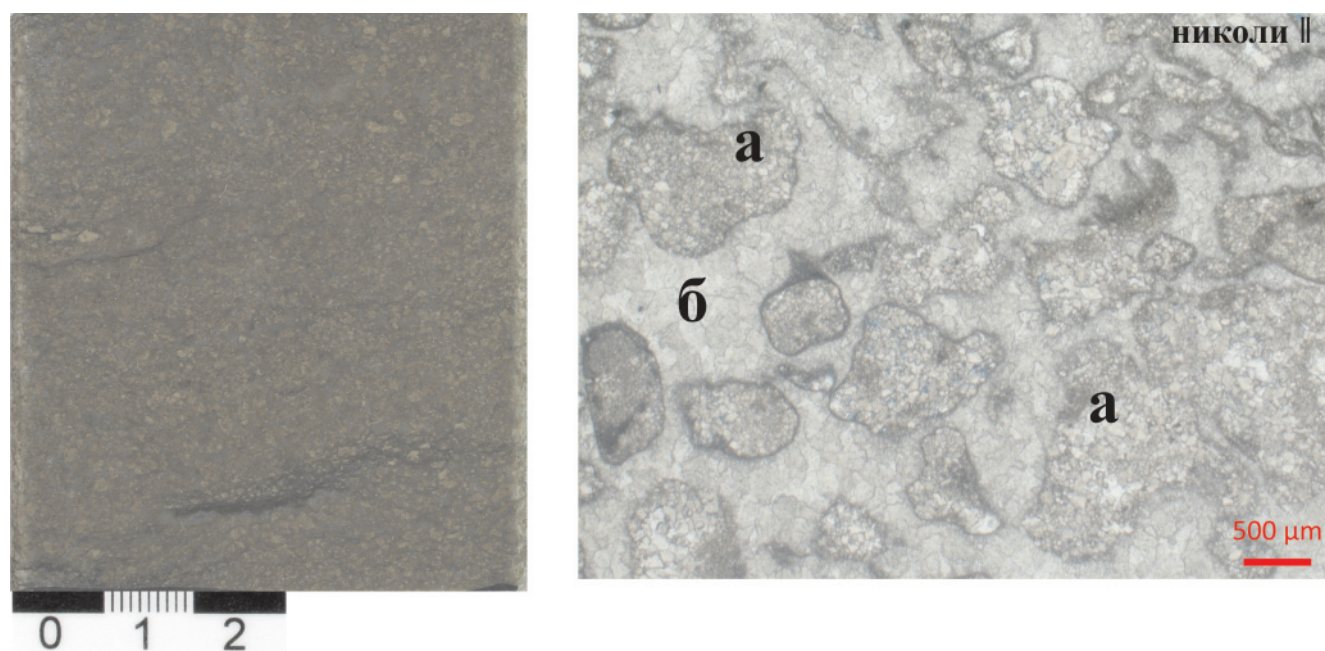


Рис. 3. Литотип I – микрофитолитовые грейнстоуны. Доломит известковистый (а – доломитизированные микрофитолиты группы катаграфий Hieroglyphites, Nubecularites; б – цемент типа Drusy mosaic)

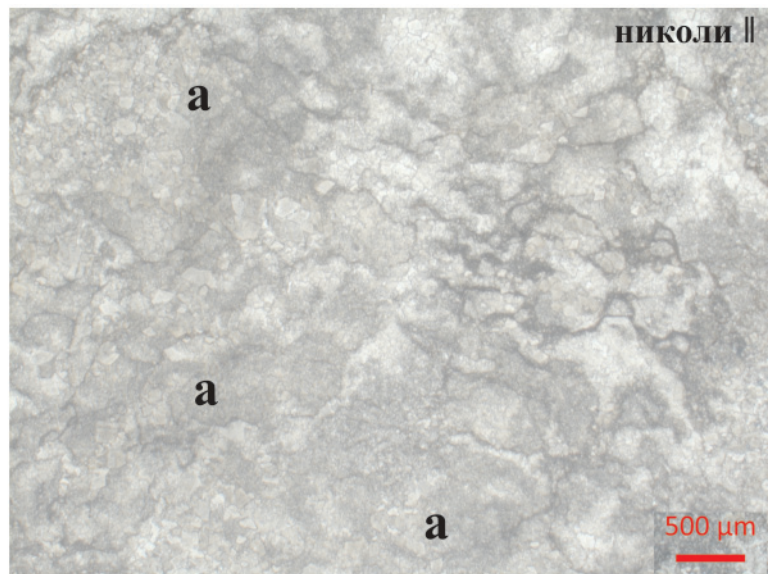


Рис. 4. Литотип II – реликтово-микробиальный баундстоун. Доломит известковый (а – доломитизированные реликты цианобактерий)

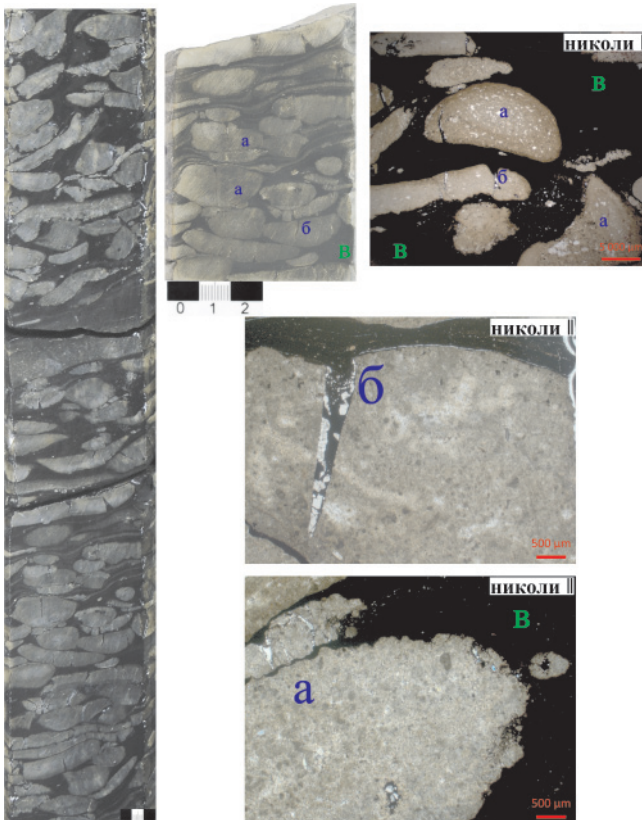


Рис. 5. Литотип III – плоскогалеchnый конгломерат: а – обломки (литокласты) доломитов мелкообломочных, микрофитолитовых с раковинным детритом; б – трещины растрескивания обломков, по стенкам трещин – кальцит; в – карбонатно-глинисто-битуминозный матрикс

сульфатизация. Эпизодически происходила активизация приливов и/или мелких штормовых событий с образованием прослоев конгломератов и конглобрекций.

Литотип V. Известняки доломитистые до доломитовых галитистые микробиальные, в том числе и строматолитовые (баундстоун). Породы

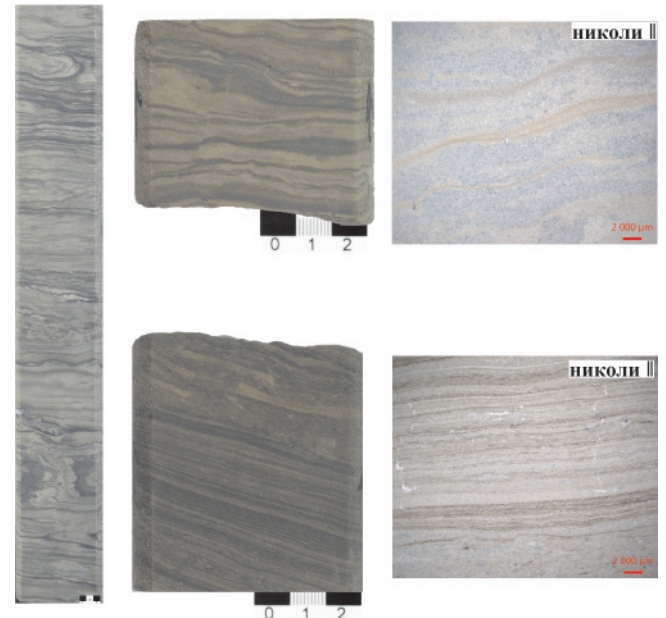
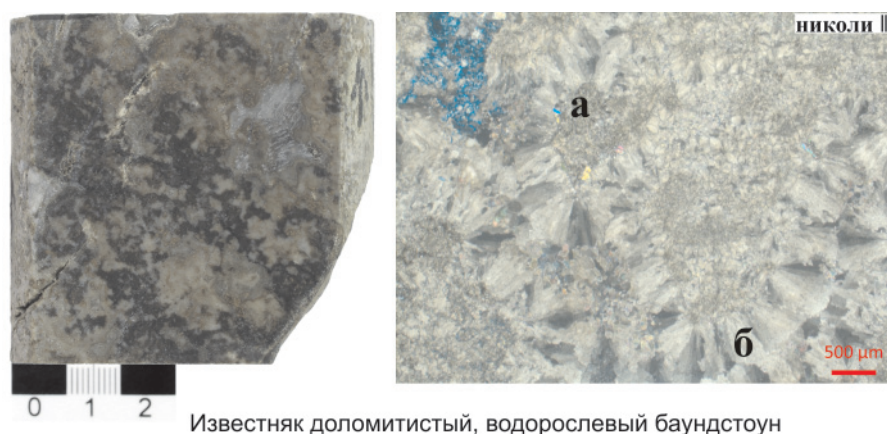


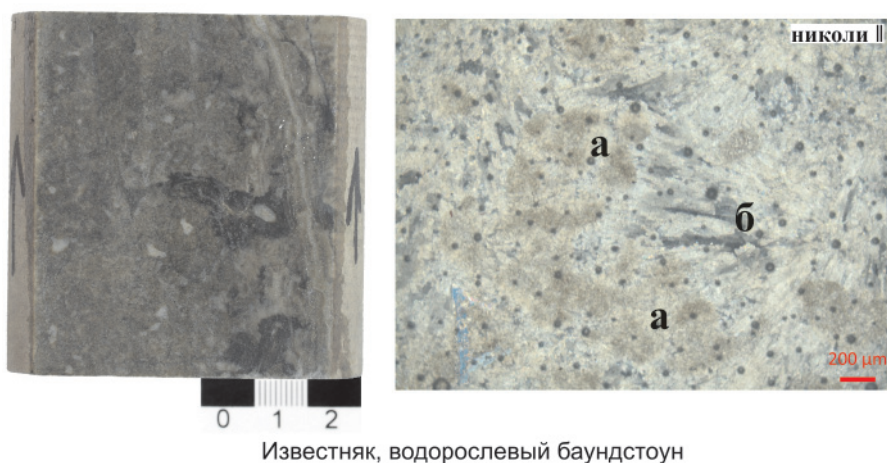
Рис. 6. Литотип IV – мелкообломочные грейнстоуны (реликтовые слоистые грейнстоуны)

серо-коричневые, коричневые, темно-коричневые, сложены различными цианобактериальными образованиями, формирующими серию мелкомасштабных построек биогермного типа. Основную роль в биогермах играют колонии *Renalcis* и *Botomaella*, в меньшей степени развиты столбчатобугорчатые, шаровидные и пластовые строматолиты. Последние приурочены к прикровельным частям построек, которые в целом имеют сходное строение. Отличия выражаются в распределении цианобактериальных образований различной морфологии, размера и количества фенестральных пустот, интенсивности доломитизации и выщелачивания (рис. 7).

Интерпретация фаций: рифогенная постройка, состоящая из последовательно нарастающих друг



Известняк доломитистый, водорослевый баундстоун



Известняк, водорослевый баундстоун

Рис. 7. Литотип V и VII – водорослевые баундстоуны (а – реликты колоний пузыревидных цианобактерий (типа *Renalcis*), б – Radial cement)

на друга биогермов видимой толщиной от 0,5–0,7 м до 1,7 м.

Литотип VI. Карстовая щебеночно-глыбовая брекчия известняков доломитистых галитистых микробиальных (литотипы V и VII). Породы представлены закарстованными биогермными водорослевыми известняками, интенсивно разбитыми трещинами и щелевидными каверновыми полостями (протяженностью до 30 см) на отдельные блоки. Стенки каверн инкрустированы кальцитом и доломитом, а центральные части заполнены галитом. Брекчиевые обломки угловатые, сгруженные, неориентированные (рис. 8).

Интерпретация фаций: седиментационная карстовая брекчия с элементами обрушения по микробиальным биогермным постройкам, аналогичным литотипам V и VII.

Литотип VII. Известняки галитистые микробиальные, в том числе и строматолитовые (баундстоун). Породы серые, темно-серые с коричневатым оттенком, послойно до темно-коричневых, почти черных, аналогичные литотипу V, но значительно менее доломитизированные.

Интерпретация фаций: рифогенный массив, состоящий из последовательно нарастающих друг на друга биогермов.

Секвенс-стратиграфическая последовательность

В разрезе осинской подсвиты выделены три секвенса четвертого порядка. В нижней части верх-

неусольской подсвиты, охарактеризованной керном, выделен четвертый секвенс (см. рис. 2).

Секвенс первый SQ1. Подошва секвенса проходит по подошве солей, несогласно перекрывающих нижележащие доломиты нижней подсвиты усольской свиты. Она отчетливо выделяется по ГИС резким понижением показаний гамма-каротажа (ГК) и ростом значений нейтронного каротажа (НК). Данный интервал керном не охарактеризован, в связи с чем представление о строении основывается на изучении образцов, отобранных с этого уровня в соседних скважинах. Соли приурочены к системному тракту стадии падения уровня моря (FSST), в подошве ограничены базальной поверхностью форсированной регрессии. Вышележащие доломиты глинистые, неравномерно сульфатизированные брекчиевидные приурочены к тракту низкого стояния уровня моря (LST), в подошве ограничены секвенс-стратиграфической границей.

Трансгрессивная поверхность проведена в подошве приливно-отливного комплекса по смене проградационного пакета парасеквенсов на ретроградационный. Отложения трансгрессивного тракта (TST) представлены фациями баровой отмели (литотип I).

Поверхность максимального затопления может быть проведена по пику кривой ГК по смене ретроградационного на агградационно-проградационный пакет парасеквенсов. Отложения тракта высокого стояния уровня моря (HST) представлены

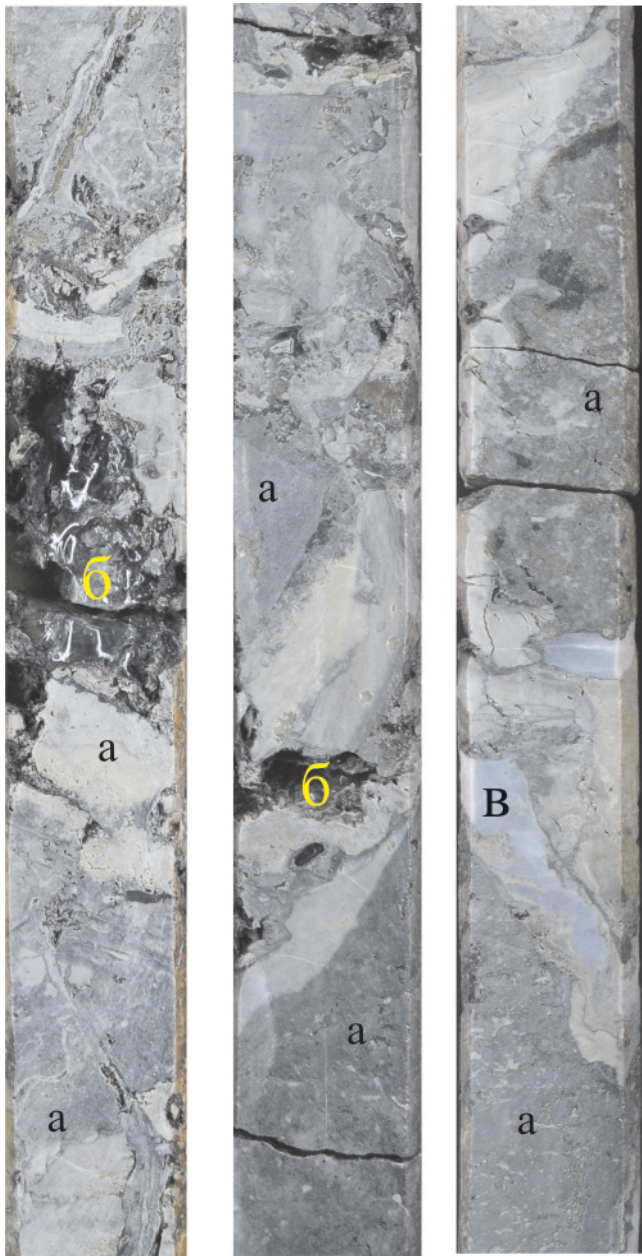


Рис. 8. Литотип VI – карстовая щебеночно-глыбовая брекчия (а – обломки известняков угловатые, не ориентированные; б – каверны, заполненные галитом; в – ангидрит)

условиях. Далее при начальном подъеме относительного уровня моря (ОУМ) за счет притока свежей морской воды происходило постепенное рассолование. Изучаемая территория представляла собой крайне мелководный морской бассейн, в котором даже незначительные колебания ОУМ приводили к субаэральной экспозиции берегов, в результате чего происходил активный снос пелоидно-шламового и пелоидного карбонатного материала в его центральную часть. Формирование отложений происходило в мелководных подприливных условиях, временами сменяющихся на супралиторальные. Продолжающееся опускание края платформы и, вероятно, покрытие водой источников сноса привели к кратковременному существованию приливно-отливных условий и накоплению обломочных карбонатов трансгрессивного системного тракта. Продолжение подъема ОУМ и прогибание дна бассейна в этих условиях способствовали формированию органогенных построек в период высокого стояния уровня моря.

Секвенс второй SQ2. Подошва секвенса проходит по слабо закарстованной поверхности микробильных карбонатов тракта высокого стояния уровня моря SQ1. Она отчетливо выделяется по керну и диагностируется по ГИС на основании повышения значений ГК и понижения значений НК. Отложения LST представлены доломитами плоскогалечными (литотип III).

Трансгрессивная поверхность может быть проведена в подошве приливно-отливного комплекса по смене проградационного пакета парасеквенсов на ретроградационный. Трансгрессивный тракт в разрезе скважины представлен отложениями приливно-отливной отмели. В керне диагностированы отдельные баровые тела (литотип IV).

Поверхность максимального затопления может быть проведена по пику кривой ГК и смене ретроградационного пакета парасеквенсов на агградационно-проградационный. На этапе высокого HST формировались довольно мощные микробильные

одиночными органогенными постройками (литотип II) холмовидного, биогермного типа. Мощность секвенса 27 м.

В первый цикл седиментации на этапе форсированной регрессии происходило активное испарение и выпадение солей в супралиторальных

Находки фауны в керне Большетирской скв. 7

Фиг. 1. *Nochoroicyathus* sp., поперечное сечение кубка, шл. БТ 7Р 2642,90

Фиг. 2. *Nochoroicyathus* sp. поперечное сечение кубка, шл. БТ 7Р 2642,90

Фиг. 3. *Namacalathus*, продольное сечение, шл. БТ 7Р 2647,94

Фиг. 4. *Namacalathus* продольное сечение, шл. БТ 7Р 2655,06

Фиг. 5. *Namacalathus* продольное сечение, шл. БТ 7Р 2647,94

Фиг. 6. *Renalcis polymorphum*, шл. БТ 7Р 2642,26

Фиг. 7. *Renalcis gelatinosum*, шл. БТ 7Р 2642,90

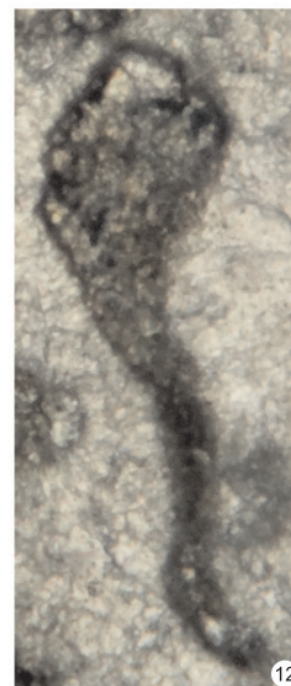
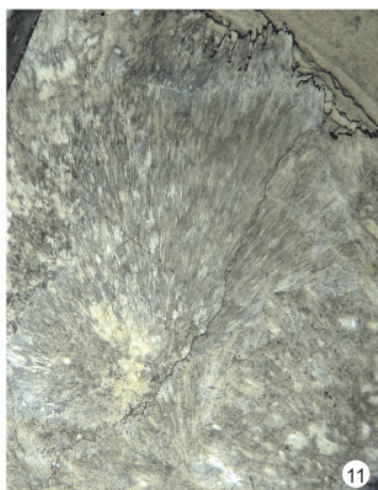
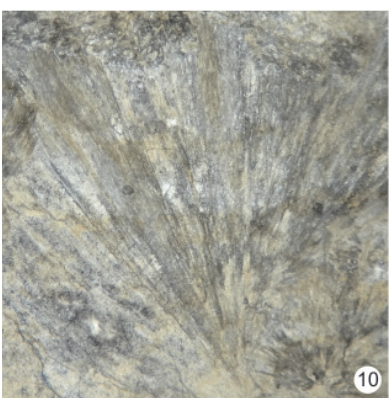
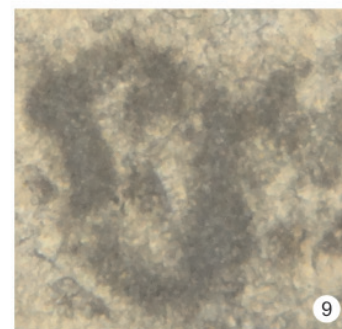
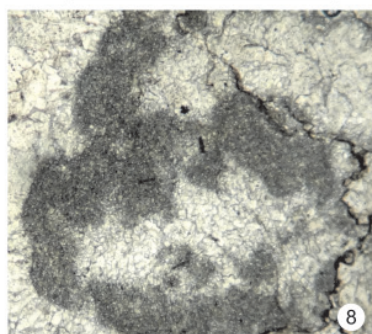
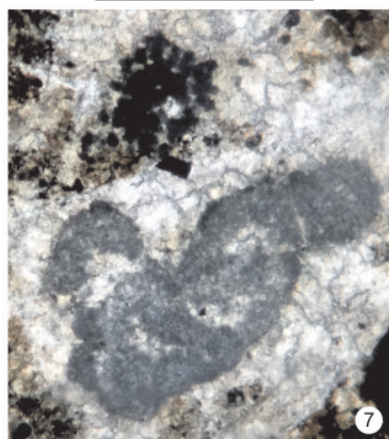
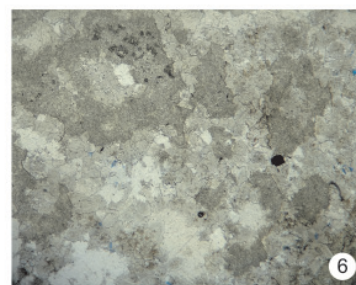
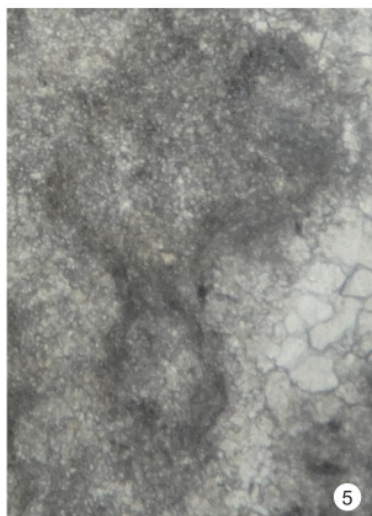
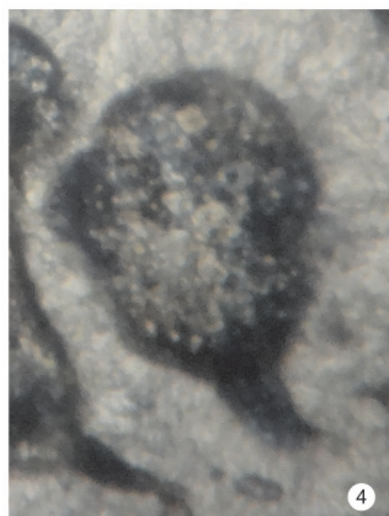
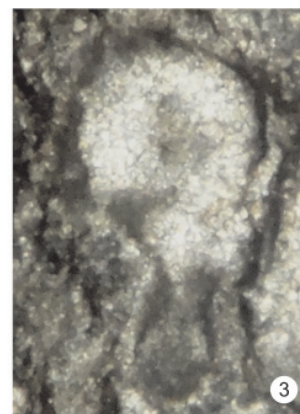
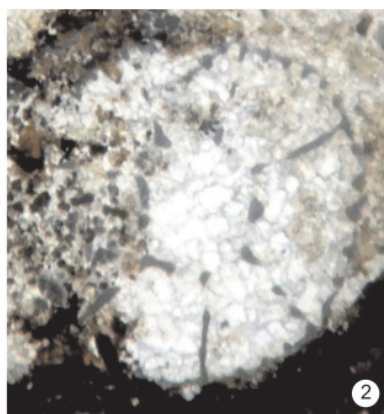
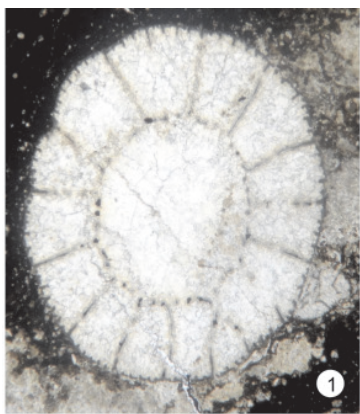
Фиг. 8. *Renalcis polymorphum*, шл. БТ 7Р 2600,13

Фиг. 9. *Renalcis granosum*, шл. БТ 7Р 2600,13

Фиг. 10. *Botomaella zelenovi*, шл. БТ 7Р 2589,22

Фиг. 11. *Botomaella zelenovi*, шл. БТ 7Р 2619,37

Фиг. 12. *Namacalathus* продольное сечение, шл. БТ 7Р 2655,06





постройки (литотип V), последовательно нараставшие друг на друга, эпизодически выходявшие под уровень субаэральной экспозиции. Мощность секвенса 40 м.

Второй цикл формирования отложений начался с понижения ОУМ. Произошла смена условий осадконакопления с подприливных на супралиторальные. Это привело к частичной переработке ранее накопленных осадков в условиях субаэральной экспозиции. На трансгрессивном этапе формируется приливо-отливная отмель, постепенно заселяемая строматолитами. Дальнейшее расширение морского бассейна и перекрытие водным слоем областей сноса в условиях высокого положения ОУМ привели к образованию обширной мелководной зоны, где развивались цианобактериальные образования. Их накопление в результате быстрого роста, превышающего темп погружения дна бассейна, способствовало заполнению пространства аккомодации и частому их выходу в субаэральные условия. Этим обмелением заканчивается второй цикл седиментации.

Секвенс третий SQ3. Подошва секвенса проходит по карстовой полости, развитой в органогенных карбонатах тракта высокого стояния уровня моря SQ2. Она отчетливо выделяется по керну и диагностируется по ГИС по первому резкому повышению показателей ГК и НГК. Отложения тракта низкого стояния уровня моря и трансгрессивный тракт без разделения представлены карстовой щебеночно-глыбовой брекчией (литотип VI), которая образовалась в период осушения и развития карста нижежащих водорослевых известняков тракта высокого стояния уровня моря SQ2.

Поверхность максимального затопления может быть проведена по пику кривой ГК и смене ретроградационного пакета парасеквенсов на агградационно-проградационный. Последующая относительно быстрая трансгрессия привела к агградации рифа с незначительной проградацией на этапе высокого стояния уровня моря. В этот период сформировалась центральная часть рифа (литотип VII). Мощность секвенса 38 м.

Третий цикл седиментации также начинается с тракта низкого положения ОУМ. Первыми обмелению и частичному осушению могли подвергнуться краевые и более рельефно выраженные части бассейна. В результате последующей трансгрессии, повышения уровня моря возникли благоприятные условия для формирования ядра рифа.

Секвенс четвертый SQ4 относится к верхнеусольской подсвете. Его подошва проведена по закарстованной поверхности органогенных образований тракта высокого стояния уровня моря SQ3. Здесь выделяется стратиграфическое несогласие, разделяющее галогенно-сульфатно-карбонатный и последующий карбонатно-сульфатно-галогенный этапы осадконакопления. Керном охарактеризованы только отложения тракта низкого стояния уровня

моря, сформированные в супралиторальных условиях (ангидриты и каменная соль). Наблюдаемая мощность 1,8 м.

Перед следующим этапом осадконакопления произошла существенная перестройка осадочного бассейна, регрессия морского бассейна на переходе к главной стадии усольского соленакопления.

Анализ мощности прокастованных пород может на качественном уровне свидетельствовать об амплитуде понижения уровня моря, а извилистость карстовых каналов и полостей может указать на продолжительность субаэральной экспозиции. Между первым и вторым секвенсами фиксируется малоамплитудное и кратковременное понижение уровня моря, где мощность литотипа III составляет 1,5 м. Наибольшая амплитуда понижения уровня и продолжительность субаэральной экспозиции фиксируется на границе второго и третьего секвенсов, где мощность внутририфового карста (литотип VI) составляет около 15 м. К границе третьего и четвертого секвенса приурочена слабо закарстованная поверхность литотипа VII мощностью 1 м.

Биостратиграфическая характеристика

В изученном разрезе осинской подсветы находки археоциат рода *Nochoroicyathus* Zhur. (см. таблицу, фиг. 1, 2), несомненно, свидетельствуют о нижнекембрийском возрасте. Остатки известковых водорослей *Renalcis polymorphum* (фиг. 6, 8), *R. gelatinosum* (фиг. 7), *R. granosum* (фиг. 9), *Botomaella zelenovi* (фиг. 10) также хорошо известны в отложениях нижнекембрийского возраста на Сибирской платформе и ее складчатом обрамлении.

Совместно с описанной биотой встречена мелкораквинная фауна: бокаловидные кубки, состоящие из стебелька, переходящего в широкую сфероидальную (см. таблицу, фиг. 3–5), иногда пирамидальную (фиг. 12) чашу; в верхней части кубка иногда наблюдается выемка, соответствующая устьевому отверстию. По морфологическим признакам и размерам (высота до 1000 мк, ширина до 500 мк) они относятся к роду *Namacalathus* Grotzinger, Watters et Knoll, выделенному в 2000 г.

При обосновании возраста анализируемых осадочных образований, вскрытых Большетирской скв. 7, нужно отметить, что представители указанного рода имеют глобальное распространение в поздневендских (эдиакарских) отложениях в Намибии, Бразилии, Канаде, Омане, Испании, Китае, России и других странах. Возраст осадков, содержащих эти фоссилии, определен U-Pb-датировками по циркону из вулканических туфов в Намибии и Омане от $547 \pm 0,31$ до $542,37 \pm 0,28$ млн лет, что отвечает позднему венду [11, 15, 19, 20]. Большое значение сведений о новых находках палеонтологических объектов определяется еще и тем, что ранее органические остатки, аналогичные рассмотренным, прекрасной сохранности обнаружены в котоджинской



и райгинской свитах верхнего венда скв. Восток-3 в Предъенисейской субпровинции [11], в успунской свите Сибирской платформы, вскрытой Чайкинской параметрической скв. 279 [10], анастасинской свите Восточного Саяна, таржувской свите Кузнецкого Алатау, белкинской свите Горной Шории [15]. Цианобактерии родов *Renalcis Korde*, *Botomaella Voropova* широко развиты как в поздневендских, так и в нижнекембрийских отложениях Сибирской платформы, Алтае-Саянской складчатой области и других регионов мира [4].

Выводы

Литолого-фациальные исследования позволили определить семь литологических типов пород, характеризующих различные обстановки мелководного шельфа осинского палеобассейна: от приливо-отливных карбонатных отмелей литорали до органогенной постройки на сублиторали. В строении разреза выделены три секвенса четвертого порядка. Активный рост микробиальных построек приводил к быстрому заполнению пространства аккомодации, вследствие чего постройки выходили под субаэральные экспозиции. Наибольшее по амплитуде и продолжительности понижение уровня моря установлено на границе между вторым и третьем секвенсами. На этом уровне можно прогнозировать высокоемкие коллекторы, связанные с зонами внутририфового карста.

В нижнем кембрии цианобактерии и археоцитаты являлись основными эдификаторами в органогенных постройках (биостромы, биогермы, биогермные массивы, рифогенные образования). Биостратиграфический анализ подтверждает нижнекембрийский возраст разреза. Обнаружены остатки известковых водорослей *Renalcis polymorphum*, *R. gelatinosum*, *R. granosum*, *Botomaella zelenovi*. Впервые на нижнекембрийском уровне (томмотский ярус) в ассоциации с совместными находками с археоцитат обнаружена мелкораквинная фауна *Namacalathus Grotzinger, Watters et Knoll*.

Разрез осинского горизонта в Большетирской скв. 7 может использоваться в качестве типового при изучении нижнекембрийских рифовых массивов Непско-Ботубинской НГО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вишняков С. Г.** Генетические типы доломитовых пород северо-западной окраины Русской платформы // Тр. ГИН АН СССР. – 1956. – Вып. 4. – С. 209–225.
2. **Древние** карбонатные толщи Восточной Сибири и их нефтегазоносность / Л. Н. Илюхин, О. В. Постникова, В. В. Бакина и др. – М.: Научный мир, 2000. – 104 с.
3. **Жемчугова В. А.** Практическое применение резервуарной седиментологии при моделировании углеводородных систем. – М.: РГУНГ им. И. М. Губкина, 2014. – 342 с.

4. **Известковые** водоросли и строматолиты: Систематика, биостратиграфия, фациальный анализ: сб. науч. тр. ИГиГ СО АН СССР / отв. ред. В. Н. Дубатов, Т. А. Москаленко. – Новосибирск: Наука, 1988. – 228 с.

5. **Киркинская В. Н., Смахов Е. М.** Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа. – Л.: Недра, 1981. – 255 с.

6. **Ковалевский О. П., Маргулис Л. С.** Дополнение 1. Секвенс-стратиграфические подразделения // Дополнения к стратиграфическому кодексу России. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. – С. 59–66.

7. **Кузнецов В. Г.** Литология. Основы общей (теоретической) литологии. – М.: Научный мир, 2011. – 360 с.

8. **Маслов А. В.** Осадочные породы: методы изучения и интерпретация полученных данных. – Екатеринбург: УГГУ, 2005. – 289 с.

9. **Мельников Н. В.** Венд-кембрийский солеродный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.

10. **Особенности** строения разреза вендско-нижнекембрийских отложения Сибирской платформы, вскрытых Чайкинской параметрической скважиной 279 / Г. Г. Шемин, А. А. Терлеев, А. А. Постников и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2011. – № 4 (8). – С. 21–29.

11. **Разрез** переходных венд-кембрийских отложений восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы (по результатам бурения параметрической скважины Восток-3) / А. Э. Конторович, А. И. Варламов, Д. В. Гражданкин и др. // Геология и геофизика. – 2008. – № 12. – С. 1238–1247.

12. **Теодорович Г. И.** Аутигенные минералы осадочных пород. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 572 с.

13. **Уилсон Дж. Л.** Карбонатные фации в геологической истории. – М.: Недра, 1980. – 463 с.

14. **Catuneanu O.** Principles of sequence stratigraphy. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 375 p.

15. **Cloudina–Namacalathus–Kolophyton** association in the Vendian of Altai-Sayan Foldbelt (Siberia) / A. A. Terleev, A. A. Postnikov, D. A. Tokarev et al. // Neoproterozoic sedimentary basins. stratigraphy, geodynamics and petroleum potential: Intern. conf. – Novosibirsk: IPGG SB RAS, 2011. – P. 96–98.

16. **Danham R. J.** Classification of carbonate rocks according to depositional texture Classification of carbonate rocks // Simp. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. – 1962. – Vol. 1. – P. 108–121.

17. **Einsele G.** Sedimentary basins: Evolution, facies, and sediment budget. – Berlin: Springer-Verlag, 2000. – 792 p.

18. **Flügel E.** Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag Inc., 2004. – 976 p.

19. **Grotzinger J. P., Watters W. A., Knoll A. H.** Calicified metazoonas in thrombolite-stromatolite reefs in



the terminal Proterozoic Nama Group, Namibia // *Paleobiology*. – 2000. – Vol. 26. – P. 334–359.

20. Hofmann H. J., Mountjoy E. W. Namacalathus–Cloudina assemblage in Neoproterozoic Miette Group (Byng Formation), British Columbia: Canadas oldest shelly fossils // *Geology*. – 2001. – Vol. 29. – P. 1091–1094.

21. Sequence Stratigraphy: methodology and nomenclature // *Newsletters on Stratigraphy*. – 2011. – Vol. 44, no. 3. – P. 173–245.

22. Stanley G. The History and Sedimentology of Ancient Reef Systems. – New York, 2001. – 458 p.

REFERENCES

1. Vishnyakov S.G. [Genetic types of dolomitic rocks in the north-western margin of the Russian Platform]. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*, 1956, iss. 4, pp. 209–225. (In Russ.).

2. Kuznetsov V.G., Ilyukhin L.N., Postnikova O.V., et al. *Drevniye karbonatnyye tolshchi Vostochnoy Sibiri i ikh neftegazonosnost* [Ancient carbonate rocks of Eastern Siberia and their oil-and-gas bearing capacity]. Moscow, Nauchnyy Mir Publ., 2000. 104 p. (In Russ.).

3. Zhemchugova V.A. *Prakticheskoye primeneniye rezervuarnoy sedimentologii pri modelirovaniy uglevodorodnykh system* [Practical application of reservoir sedimentology in modeling of hydrocarbon systems]. Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas Publ., 2014. 342 p. (In Russ.).

4. Dubatolov V.N., Moskalenko T.A., eds. *Izvestkovyye vodorosli i stromatolity: sistematika, biostratigrafiya, fatsialnyy analiz* [Calcareous algae and stromatolites: systematics, biostratigraphy, facies analysis]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1988. 228 p. (In Russ.).

5. Kirkinskaya V.N., Smekhov E.M. *Karbonatnyye porody – kollektory nefti i gaza* [Carbonate rocks-petroleum and gas reservoirs]. Leningrad, Nedra Publ., 1981. 255 p. (In Russ.).

6. Kovalevskiy O.P., Margulis L.S. [Additions 1. Sequence-stratigraphic subdivisions]. *Dopolneniya k stratigraficheskomu kodeksu Rossii* [Additions to the Stratigraphic Code of Russia]. Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2000, pp. 59–66. (In Russ.).

7. Kuznetsov V.G. *Litologiya – osnovy obshchey (teoreticheskoy) litologii* [Lithology – basic principles for general (theoretical) lithology]. Moscow, Nauchnyy Mir Publ., 2011. 360 p. (In Russ.).

8. Maslov A.V. *Osadochnyye porody: metody izucheniya i interpretatsiya poluchennykh dannykh* [Sedimentary rocks: research methods and interpretation of acquired data]. Ekaterinburg, UGGU Publ., 2005. 289 p. (In Russ.).

9. Melnikov N.V. *Vend-kembriyskiy solerodnyy basseyn Sibirskoy platformy (Stratigrafiya, istoriya razvitiya)* [Vendian-Cambrian salt basin of the Siberian Platform (Stratigraphy, history of development)]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2009. 148 p. (In Russ.).

10. Shemin G.G., Terleev A.A., Postnikov A.A., et al. [Structure features of the Vendian-Lower Cambrian section on the Siberian Platform, intersected by Chaykinskaya 279 parametric well]. *Geologiya i mineralno-syryevyye resursy Sibiri – Geology and Mineral Resources of Siberia*, 2011, no. 4 (8), pp. 21–29. (In Russ.).

11. Kontorovich A.E., Varlamov A.I., Grazhdankin D.V., et al. [A section of Vendian in the east of West Siberian Plate (based on data from the borehole Vostok 3)]. *Russian Geology and Geophysics*, 2008, no. 12, pp. 932–939.

12. Teodorovich G.I. *Autigennyye mineraly osadochnykh porod* [Authigenic minerals of sedimentary rocks]. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1958. 572 p. (In Russ.).

13. Wilson J.L. *Karbonatnyye fatsii v geologicheskoy istorii* [Carbonate facies in geological history]. Moscow, Nedra Publ., 1980. 463 p. (In Russ.).

14. Catuneanu O. Principles of sequence stratigraphy. Amsterdam, Elsevier, 2006. 375 p.

15. Terleev A.A., Postnikov A.A., Tokarev D.A., et al. Cloudina–Namacalathus–Kolophyton association in the Vendian of Altai-Sayan Foldbelt (Siberia). *Neoproterozoic sedimentary basins. stratigraphy, geodynamics and petroleum potential: Intern. conf.* Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ., 2011, pp. 96–98.

16. Danham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture Classification of carbonate rocks. *Simp. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1962, vol. 1, pp. 108–121.

17. Einsele G. Sedimentary basins: Evolution, facies, and sediment budget. Berlin, Springer-Verlag, 2000. 792 p.

18. Flugel E. Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Berlin, Heidelberg, New York. Springer-Verlag Inc., 2004. 976 p.

19. Grotzinger J.P., Watters W.A., Knoll A.H. Calcified metazonas in thrombolite-stromatolite reefs in the terminal Proterozoic Nama Group, Namibia. *Paleobiology*, 2000, vol. 26, pp. 334–359.

20. Hofmann H.J., Mountjoy E.W. Namacalathus–Cloudina assemblage in Neoproterozoic Miette Group (Byng Formation), British Columbia: Canadas oldest shelly fossils. *Geology*, 2001, vol. 29, pp. 1091–1094.

21. Sequence Stratigraphy: methodology and nomenclature. *Newsletters on Stratigraphy*, 2011, vol. 44, no. 3, pp. 173–245.

22. Stanley G. The History and Sedimentology of Ancient Reef Systems. New York, 2001. 458 p.

© Д. А. Токарев, А. В. Плюсин, А. А. Терлеев, Н. А. Иванова, И. В. Вараксина, А. В. Липянина, 2021