

## ПАЛЕОБИОЛОГИЯ

## PALEOBIOLOGY

УДК 568.19(571.55)

DOI: 10.21209/2500-1701-2018-13-1-78-92

**София Михайловна Сеница<sup>1</sup>**,  
доктор геолого-минералогических наук, доцент,  
Институт природных ресурсов, экологии и криологии  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),  
e-mail: sinitsa-sm@rambler.ru

**Елена Станиславовна Вильмова<sup>2</sup>**,  
кандидат геолого-минералогических наук, доцент,  
Политехнический институт Северо-Восточного государственного университета  
(685000, Россия, г. Магадан, ул. Лукса, 4),  
e-mail: udokania@mail.ru

**Екатерина Сергеевна Вильмова<sup>3</sup>**,  
старший преподаватель,  
Читинский институт Байкальского государственного университета  
(672000, Россия, г. Чита, ул. Анохина, 56),  
e-mail: zvezdochka\_kiss\_@mail.ru

### Продуценты органогенных карбонатов докембрия и фанерозоя Забайкалья

В Забайкалье установлены разновозрастные морские и пресноводные органогенные карбонаты, для которых определены основные и второстепенные продуценты. Основная (первая) группа продуцентов создаёт карбонаты в результате своей жизнедеятельности, второстепенная (вторая) – при аккумуляции и цементации скелетных остатков (биокласт). Продуцентами карбонатов являются представители трёх царств: *Cyanobacteria* (цианобактерии), *Fauna* (*Zoo*) (животные) и *Flora* (*Phyta*) (растения). Основными продуцентами органогенных карбонатов докембрия Забайкалья являются цианобактерии, образующие автохтонные постройки – строматолиты и онколиты. В рифее совместно с цианобактериями продуцентами карбонатов становятся удокании, условно отнесённые к мягким книдариям и представленные в основном в виде биокласта колоний (сегментные типы скелетов). Начиная с кембрия, в палеозое продуцентами органогенных карбонатов стали археоциаты, книдарии, моллюски, членистоногие, мшанки, брахиоподы, большая часть которых присутствовала в карбонатах в виде биокласта. Выделяется 6 типов скелетов, которые различаются по их способности сопротивлению разрушению: чехловые (кораллы, трилобиты), сегментные (красные водоросли, археоциаты, удокании, морские лилии), ветвистые (кораллы, мшанки), камерные (двустворки, гастроподы, фораминиферы, ракообразные, брахиоподы, иглокожие), корковые (цианобактерии, водоросли, кораллы, мшанки) и массивные (цианобактерии, книдарии, некоторые мшанки). Особенностью карбонатов палеозоя Забайкалья является наличие специфических известняков-энкринитов, состоящих из члеников стеблей морских лилий (сегментная группа скелетов). Морской мезозой Забайкалья характеризуется незначительным карбо-

<sup>1</sup> С. М. Сеница – научный анализ материалов статьи, текст по продуцентам органогенных карбонатов фанерозоя Забайкалья.

<sup>2</sup> Ел. С. Вильмова – текст по продуцентам органогенных карбонатов докембрия.

<sup>3</sup> Ек. С. Вильмова – перевод на английский язык, фотографирование продуцентов органогенных карбонатов.

натообразованием. В захоронениях преобладает биокласт двустворок в рассеянном или линзовидном виде с редкими гастроподами (камерная группа скелетов), приуроченные к терригенным породам. В континентальных отложениях мезозоя региона продуцентами органогенных карбонатов становятся моллюски (двустворки и гастроподы) и остракоды (камерная группа скелетов).

**Ключевые слова:** продуценты, органогенные карбонаты, цианобактерии, удокании, археоциаты, квидарии, моллюски, членистоногие, мшанки, брахиоподы, типы скелетов

**Введение.** В Забайкалье установлены разновозрастные морские и пресноводные известняки, для которых определены основные и второстепенные продуценты. Основная (первая) группа продуцентов создаёт известняки в результате своей жизнедеятельности; второстепенная (вторая) – при аккумуляции и цементации скелетных остатков (биокласта) [14; 12]. Продуцентами карбонатов являются представители трёх царств: *Cyanobacteria*, *Flora (Phyta)* и *Fauna (Zoo)*, показанные в таблице. Основными продуцентами являются цианобактерии, водоросли, гидроидные и коралловые полипы, мшанки и брахиоподы, которые ведут прикрепленный образ жизни, создают прижизненные разнообразные постройки и успешно сопротивляются разрушению. К второстепенным продуцентам относятся простейшие (фораминиферы), археоциаты, удокании, моллюски, трилобиты, остракоды, морские лилии, относящиеся к неподвижному и подвижному бентосу, захороняются в основном в виде биокласта. Выделяются шесть типов биокласта или типов скелетов по их способности сопротивления разрушению: чехловые, сегментные, ветвистые, камерные, корковые, массивные [15].

*Чехловые* скелеты представлены тонкими фрагментами, скреплёнными органической тканью (кораллы, губки, трилобиты); *сегментные* скелеты состоят из минеральных частиц, соединённых органической тканью (членистые красные водоросли, археоциаты, удокании, морские лилии); *ветвистые* скелеты представлены ветвями разных размеров, структуры, морфологии, прочности различного характера и интенсивности биологического и механического разрушения (некоторые цианобактерии, кораллы, мшанки); *камерные* скелеты состоят из пустотелых и частично пустотелых форм, характеризующихся многообразием камер и многообразием разрушения (двустворки, гастроподы, фораминиферы, ракообразные, брахиоподы, иглокожие); *корковые* скелеты характерны для всех растений и животных, способных покрывать коркой свою поверхность, их постройки механически прочны (некоторые цианобактерии, водоросли, кораллы, мшанки); *массивные* скелеты, устойчивы к разрушению (цианобактерии, водоросли, кораллы, некоторые мшанки).

Таблица

Продуценты органогенных карбонатов

Название групп остатков	Морские	Озёрные
<b>Основные продуценты</b>		
<b>Царство <i>Cyanobacteria</i></b>		
Строматолиты	X	-
Микрофитолиты	X	-
<b>Царство растений <i>Flora (Phyta)</i></b>		
<i>Chlorophyta</i> (зелёные водоросли)	B	-
<i>Rhodophyta</i> (красные водоросли)	B	-
<b>Царство животных <i>Fauna (Zoo)</i></b>		
<i>Cnidaria (Hydrozoa)</i> (гидроидные полипы)	B	-
<i>Cnidaria (Anthozoa)</i> (коралловые полипы)	B	-
<i>Bryozoa</i> (мшанки)	X	-
<i>Brachiopoda</i> (брахиоподы)	X	-
<b>Второстепенные продуценты</b>		
<b>Царство животных <i>Fauna (Zoo)</i></b>		
<i>Protozoa</i> (простейшие) ( <i>Foraminifera</i> )	P	-
<i>Archaeocyatha</i> (археоциаты)	B	-
<i>Cnidaria ? Udokania</i> (удокании, кишечнополостные?)	B	-

Окончание табл.

Название групп остатков	Морские	Озёрные
<i>Bivalvia</i> (двустворки)	Х-м	Х-п
<i>Gastropoda</i> (гастроподы)	Х-м	Х-п
<i>Trilobita</i> (трилобиты)	В	-
<i>Ostracoda</i> (остракоды)	В-м	В-п
<i>Crinoidea</i> (морские лилии)	В	-

Примечание. Х – характерные для данной среды; В – встречаются; Р – редки, м – морские; п – пресноводные

### Основные продуценты органогенных карбонатов

**1. Царство цианобактерий (*Cyanobacteria*). Цианобактерии** (бывшие синезелёные водоросли) – нитчатые одиночные или колониальные организмы, в клетках которых нет ядра и присутствует хлорофилл. Нити имеют четырёхслойную клеточную стенку и различные слизистые покровы. Выделяемая клетками слизь выполняет защитную функцию и является субстратом для накопления минеральных частиц. Наибольшее число видов цианобактерий отмечается для литоральной зоны моря. Нити ночью растут медленно и связывают ранее осаждённый минеральный осадок (светлый слой) и образуют одновременно органический тёмный слой. Такое сообщество получило название цианобактериального мата. Литифицированные маты в геологической истории Земли выделены в качестве *строматолитов* (водорослевая кожа, водорослевый ковёр), которые состоят из чередующихся светлых минеральных (обычно карбонатных) и тёмных (органогенных) слоев [1]. Карбонатный материал мог накапливаться в результате биологического выделения углекислого кальция вследствие жизнедеятельности цианобактерий или детритовым путём [1; 4; 8]. По способности сопротивляться разрушению цианобактерии относятся к массивным группам и успешно сопротивляются разрушению.

В карбонатах докембрия и раннего палеозоя Забайкалья определены прикреплённые пластовые, столбчатые и желваковые строматолиты [5; 12]:

– столбчатые неветвящиеся *Collumnaefacta*, *Glebulella*, *Kussiella*, *Linella* и др. (Удоканский прогиб, удоканский комплекс, бутунская свита, рифей; верхне-каларская серия, венд – ордовик; Георгиевка, георгиевская свита, венд);

– столбчатые ветвящиеся *Conophyton*, *Colonella* (Удоканский прогиб, удоканский комплекс, бутунская свита, рифей; Тайна, Боярчиха, рифей) (рис. 1);



Рис. 1. Продуцент цианобактериальных карбонатов – строматолит *Conophyton*

Fig. 1. Stromatolite *Conophyton* – the producer of cyanobacterial carbonates

– пластовые *Stratifera*, *Gongylina* (Удоканский прогиб, удоканский комплекс, бутунская свита, рифей; верхне-каларская серия, венд – ордовик; Георгиевка, георгиевская свита, нижний кембрий (рис. 2);



**Рис. 2.** Продуцент цианобактериальных карбонатов – строматолит *Stratifera*

**Fig. 2.** Stromatolite *Stratifera* – the producer of cyanobacterial carbonates

– желваковые *Colleiella*, *Paniscolenia*, *Nucleella* (Верхне-Каларский грабен, верхне-каларская серия, венд – ордовик; Георгиевка, георгиевская свита, венд – кембрий);

– желваково-столбчатые в виде желваков с отдельными столбиками *Tinnia* (Георгиевка, венд).

Доминантами среди перечисленных строматолитов являются первые три группы, остальные две сопутствующие.

В Забайкалье самые древние строматолитовые известняки известны в архейских карбонатах Малханского хребта (Энгорок; биостромы – *Stratifera* – *Gongylina*). В позднем протерозое (рифей) они достигают максимального развития, образуя практически все известные постройки и рифовые массивы (Удокан, Кличка, Тайна, Богоча и др.) – *Conophyton*, *Colonella*, *Stratifera*, *Gongylina*, *Kussiella* и др. [5; 10; 12]. К концу протерозоя в венде отмечается сокращение и обновление родового и видового состава ассоциаций цианобактерий (Георгиевка, Верхне-Каларский грабен) – *Collumnaefacta*, *Linella*, *Stratifera*, *Gongylina*, *Colleniella*, *Tinnia* и др. В отложениях кембрия и ордовика региона ещё отмечаются единичные постройки цианобактерий (Георгиевка, Верхне-Каларский грабен) – *Collumnaefacta*, *Stratifera*, *Gongylina*, *Paniscolenia*, а начиная с силура они становятся крайне редкими и присутствуют в маломощных биоаккумулятивных структурах (зун-шивеинская свита, девон; Зун-Шивея; тутхалтуйская свита, нижний карбон, Чиронское поле; ирамская свита, нижний карбон, левобережье р. Онон, г. Аца) [1; 5; 6]. Цианобактерии заселяют участки морей на глубинах 0–55 м, реже до 100 м. При разрушении постройки образуются строматолитовые брекчии, состоящие из обломочного материала (биокласта) в известковистом микрите. В ископаемом состоянии это обломочные известняки.

Кроме прикрепленных строматолитов, различаются особые подвижные постройки – *онколиты*, свободно перекатывающиеся под действием волн и течений. Онколиты характеризуются особой категорией строматолитовых текстур и имеют концентрическое слоистое строение.

Они, как и строматолиты, слагаются тёмными и светлыми слойками, которые окружают пузырчатое или сетчатое ядро. В последние годы онколиты объединились желваковыми сгустками в группу микрофитолитов [5].

В карбонатах докембрия и нижнего палеозоя Забайкалья определены следующие микрофитолиты:

– *Osagia* – овалы с концентрической структурой (Удоканский прогиб, удоканский комплекс, бутунская свита, рифей; верхне-каларская серия, венд – ордовик (рис. 3);

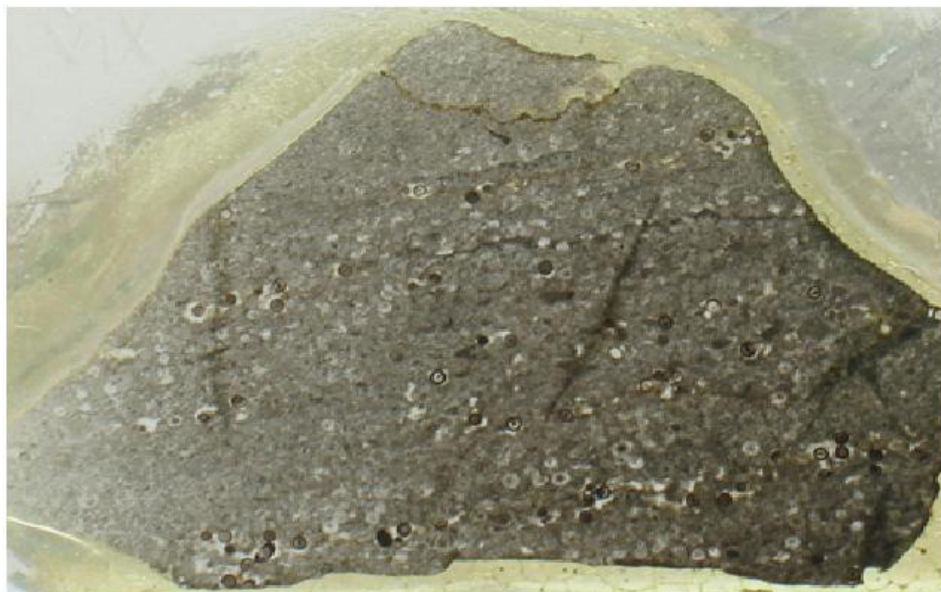


Рис. 3. Продуцент цианобактериальных карбонатов – микрофитолит *Osagia*

Fig. 3. Microphytolite *Osagia* – the producer of cyanobacterial carbonates

- *Glomus* – крупные овалы (до 5 см) с узкими светлыми и широкими тёмными слоями (нижний кембрий, георгиевская свита, Георгиевка);
- *Asterosphaeroides* – мелкие округлые желвачки с радиально-лучистой структурой, идущей от центра (Верхне-Каларский грабен, верхне-каларская серия, венд – ордовик);
- *Radiosus* – мелкие округлые желвачки с нечёткой концентрической скульптурой и радиальными рёбрами по периферии (Верхне-Каларский грабен, венд – ордовик);
- *Vesicularites* – неправильно овалы тёмные сгустки пузырьчатой структуры (Георгиевка, георгиевская свита, венд – нижний кембрий);
- *Vermiculites* – «рваные» тельца с тёмной оболочкой (Георгиевка, георгиевская свита, венд – нижний кембрий);
- *Volvatella* – овалы тельца с тремя слоями во внешней зоне (Георгиевка, георгиевская свита, венд – нижний кембрий);
- *Ambigolamellatus* – мелкие овалы желвачки с тёмной оболочкой (Верхне-Каларский грабен, верхне-каларская серия, венд – ордовик; Почекуй, рифей – венд);
- *Nubecularites* – расплывчатые нечётко ограниченные тёмные сгустки (Георгиевка, георгиевская свита, венд – нижний кембрий).

Микрофитолиты слагают массивные микрофитолитовые известняки и доломиты и присутствуют в виде пластовых захоронений или в линзовидных стяжениях (аккати) (венд – ордовик; Верхне-Каларский грабен, Берёзовский прогиб, Георгиевка, венд – нижний кембрий; Почекуй, венд и др.) и успешно сопротивляются разрушению.

**2. Царство растений (*Flora, Phyta*). Водоросли** как продуценты органических карбонатов в Забайкалье в ископаемом состоянии редки. Первые их остатки известны в удоканиевых известняках г. Кличка (рифей), где определены талломы **зелёных (*Chlorophyta*) муточчатых сифоней (*Dasycladaceae; Chlorophyta*)**. Дазикладацеи состоят из центральной оси (сифона), от которого отходят боковые ответвления. Слоевидно расчленены перегородками на сегменты. Боковые ветви располагаются муточчато. Ветви обызвествляются [7; 17]. Сифоней являются сопутствующими продуцентами удоканиевых карбонатов Кличкинского разреза (рифей). Они слагают группу сегментных скелетов.

Остатки **красных водорослей (*Rhodophyta*)** представлены единичными ветвящимися слоевищами *Epiphyton* в кембрийских карбонатах (Георгиевка, георгиевская свита, нижний

кембрий). Это многоклеточные одиночные или колониальные организмы с кустистым или ветвящимся нитчатым слоевищем. Кустики крепились к субстрату при помощи слизи.

Длинные кусты характерны для больших глубин, короткие – для прибрежной зоны [7; 16] (рис. 4).



**Рис. 4.** Водорослевый карбонат

**Fig. 4.** Algal carbonate

В органогенных известняках аргалейской свиты (конец девона – начало карбона, слой Этрэн; левобережье Онона, хребет Аргалей) обнаружены массивные полусферические, грушевидные слоевища багрянок *Solenopora*. Слоевища представлены плотно сжатыми нитями высоких узких клеток [16].

В карбонатных известняках Тасырхоя определены веретенообразные слоевища с концентрическими инкрустированными кальцитом нитями (*Mametella*) [9; 16]. Талломы обызвествляются. Стенки всех клеток сложены пелитоморфным кальцитом.

Остатки красных водорослей встречаются в виде сопутствующих продуцентов в кембрийских, девонских и каменноугольных водорослево-археоциатовых, водорослево-мшанковых, водорослево-коралловых и других карбонатах (георгиевская свита, нижний кембрий, Георгиевка; макаровская свита, девон, Боржигантай; аргалейская свита, девон – карбон, слой Этрэн, хребет Аргалей; чиронская серия, карбон, Чиронское поле, Улястуй – Хотехим; ирамская свита, нижний карбон, левобережье р. Онон, г. Аца. Красные водоросли слагают сегментную группу скелетов.

**3. Царство Fauna (Zoo). Гидроидные полипы** относятся к основным продуцентам органогенных карбонатов, присутствуют в виде небольших колоний рода *Chaetetes* (девон, Богдатка; тутхалтуйская свита, нижний карбон, Берея, Улястуй-Хотехим, Чиронское поле). Скелет хететесов состоит из тонких призматических, многоугольных в поперечном сечении кораллитов, слагающих прикрепленные массивные полусферические, желваковые и пластинчатые постройки, устойчивые к разрушению [8; 15].

**Anthozoa (коралловые полипы; табуляты)** исключительно палеозойские колониальные организмы, образующие в Забайкалье своеобразные водорослево-мшанковые биостромы с доминантами мшанками, одиночными ругозами, морскими лилиями. К сопутствующим организмам относятся простейшие фораминиферы, брахиоподы, двустворки. Мощности биостромов – доли метра. Образование данных структур происходило с остановками при волновой и штормовой абразии. Такая неустойчивость карбонатообразования подтверждается линзовидным характером структур. В ископаемом состоянии чаще всего встречаются колонии табулят совместно с четырёхлучевыми кораллами (ругозы, *Lindstroemia*, *Embolophyllum* и др.).

**Табуляты** – вымершие колониальные кораллы с цилиндрическими, трубчатыми, призматическими кораллитами, которые, срастаясь, образуют кустистые, цепочечные, стелющиеся, массивные и другие колонии и являются основными продуцентами коралловых известняков. Первые единичные табуляты известны в известняках ордовика Верхне-Каларского грабена – *Cryptolichenaria*, а в девонских и каменноугольных карбонатах Чиронского поля табуляты совместно с одиночными кораллами ругозами, мшанками и брахиоподами образуют биостромы, биогермы и желваки. Табуляты представлены: *Bifossularia* (*Caninia*., *Clinophyllum*, *Sinopora*, *Cladochonus* (тутхалтуйская свита, нижний карбон, Берея); *Aulocystella*, *Remesia*, *Amplexus* (тутхалтуйская свита, нижний карбон, Тутхалтуй); *Adetopora*, *Neomultithesopora*, *Sinopora*, (*Remesia*), *Amplexus*, *Sarbinia*, *Clinophyllum* (водорослево-мшанковый биостром, аргалейская свита, конец девона – начало карбона, слои Этрэн, хребет Аргалей); *Sarbinia*, *Sinopora* (*Remesia*) (макаровская свита, девон, Боржигантай) (определение кораллов проведено Г. Д. Исаевым, 2014 г.) (рис. 5, 6).



**Рис. 5.** Продуценты коралловых карбонатов *Sarbinia*

**Fig. 5.** *Sarbinia* – the producer of coral carbonates



**Рис. 6.** Продуценты коралловых известняков ругозы *Clinophyllum*

**Fig. 6.** Rugose *Clinophyllum* – the producers of coral limestones

Книдарии представлены ветвистыми, корковыми и массивными группами биокластов и размеры обломков при разрушении зависят от первоначальных размеров ветвей, их структуры и состава.

**4. Царство Fauna (Zoo). Мшанки (Bryozoa)** колониальные бентосные, в основном неподвижные морские животные. Различаются известковые кустистые, массивные, сетчатые, плёночные колонии, состоящие из различных по морфологии и функциям микроскопических особей (зооиды). Первые мшанки в Забайкалье определены в отложениях ордовика верхне-каларской серии Верхне-Каларского грабена: *Arthoclema*, *Stigmatella* и представлены фрагментами колоний. В палеозое региона они являются доминантами среди беспозвоночных животных и совместно с водорослями, кораллами, криноидеями образуют мшанково-коралловые, водорослево-мшанковые биостромы (аргалея свита, конец девона – начало карбона, слои Этрэн, хребет Аргалей): *Penniretepora* sp.; мшанково-цианофитные симбиогермы (тутхалтуйская свита, нижний карбон, п. Берея, Чиронское поле): *Bashkirella*, *Fenestella*, *Penniretepora* sp. (определение Андрея Эрнста, университет, г. Гамбург; 2014 г.) (рис. 7). Мшанки могут покрывать коркой всю свою поверхность, и разрушение их построек зависит от разрушения корок других организмов. Кроме корковых скелетов, большая часть мшанок относится к группе ветвистых скелетов, состоящих из разных по размерам веток и фрагментов сеток, слагающих биокласт органогенных известняков.

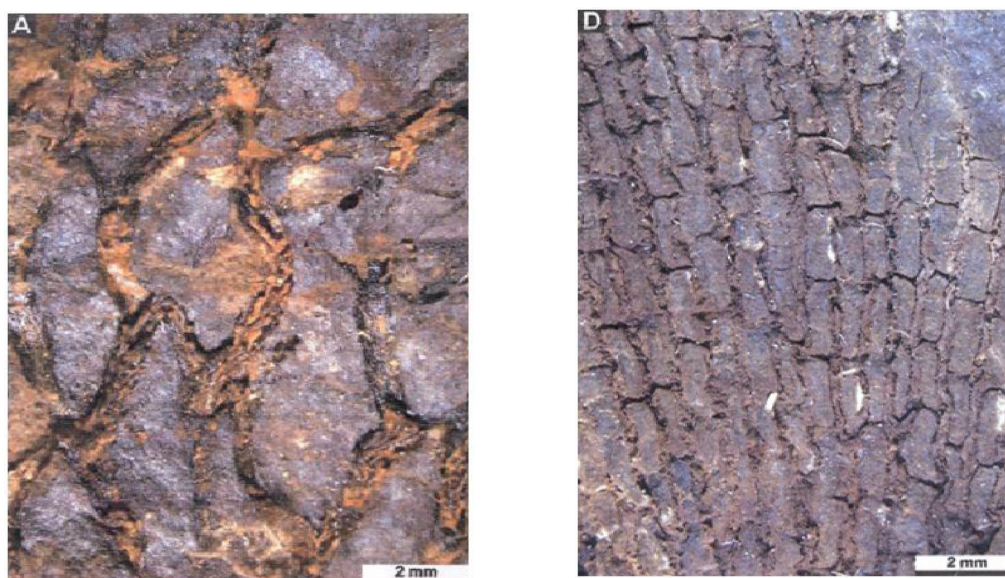


Рис. 7. Продуценты мшанковых карбонатов *Bashkirella-Fenestella*

Fig. 7. *Bashkirella-Fenestella* – the producers of bryozoan carbonates

**5. Царство Fauna (Zoo). Брахиоподы (Brachiopoda).** Брахиоподы – морские одиночные животные, тело которых покрыто двумя створками. Кембрийские и ордовикские брахиоподы характеризуются хитиновой и хитиново-фосфатной раковиной, а раковины брахиопод силура, девона, карбона и перми – известковистые. Брахиоподы – бентосные животные, прикреплялись ножкой или цементировались к субстрату, реже свободно лежали. Обычно поселялись группами, образуя банки, и участвовали в рифостроении. Первые брахиоподы известны из кембрийских отложений Георгиевки – *Bicia*, *Magnicanalis* (георгиевская свита, нижний кембрий), где образуют ракушечные мостовые или единичные рассеянные захоронения [10], а также из кембрийских отложений р. Чепы Верхне-Каларского грабена – *Kutorgina* [11]. Брахиоподовые известняки установлены в разрезах ордовика, силура, девона и карбона Забайкалья – *Obolus*, *Lingunella*, *Apheorthis*, *Finkelburgia* (верхне-каларская серия, ордовик, Верхне-Каларский грабен), *Dolerorthis*, *Isorthis*, *Leptostrophia*, *Leptaena* и др. (силур, Верхний Амур), *Euspirifer*, *Leptogonia*, *Reeftonia*, *Chonetes*, *Fimbrispirifer* и др. (девон, Верхний Амур), *Syringothyris*, *Schizophoria*, *Chonetes* и др. (нижний карбон, Верхний Амур), *Cyrtospirifer*, *Sphenospira julii* и др. (конец девона – начало карбона, слои Этрэн, Аргалей, левобережье Онона), *Tomior-*



*sis*, *Syringothyris*, *Crurithyris* и др. (карбон, чиронская серия, Чиронское поле, Берея, Шазагайтуй, Хара-Шибирь, Хосоту-Ундэр и др.) (рис. 8).



**Рис. 8.** Продуценты брахоподовых карбонатов *Spirife* (*Spirifer*)

**Fig. 8.** *Spirife* (*Spirifer*) – the producers of brachiopodal carbonates

В пермских, триасовых и юрских морских отложениях региона брахиоподы встречаются в виде единичных створок или раковин, образуя гнездовые захоронения: *Rhynchonella* (триас, нижняя юра, Кулинда Тургинская, Маректа, Сухая Антия, Таменге); *Spiriferina*, *Terebratula*, *Salgirella*, *Rhynchonella* (нижняя юра, Таменге). Особенностью местонахождений брахиопод является крайне редкий биокласт раковин и створок и доминирование скоплений и банок. Наиболее устойчивыми к разрушению являются камерные скелеты, состоящие из дугообразных пустотелых раковин.

### Второстепенные продуценты органогенных карбонатов

**1. Царство Fauna (Zoo).** Остатки фораминифер (*Protozoa, Foraminifera*) встречаются в виде сопутствующей фауны в водорослево-мшанковых биостромах (аргалеяская свита, конец девона – начало карбона, хребет Аргалей), в известняках нижнего карбона (тутхалтуйская свита, Тутхалтуй, Улястуй-Хотехим; уртуйская свита, Тасырхой, Уртуй) и представлены известковыми плоско-спиральными, спирально-винтовыми, разнорядными и другими раковинами *Endothyra*, *Omphalotis*, *Climacammina*, *Tetrataxis* и др. [9]. Оседая на дно после гибели, фораминиферы слагают с сопутствующими другими остатками планктонных или бентосных организмов различные карбонатные осадки (известняки, мергели) [8]. Пустотелые и частично пустотелые раковины фораминифер отнесены к группе камерных скелетов, для которых отмечается сохранность камер раковин и многообразие типов разрушения с образованием биокласта.

**2. Царство (Fauna, Zoo).** Первыми животными, образующими органогенные карбонаты в палеозое в Забайкалье, являются *археоциаты* – раннекембрийские прикрепленные известковистые одиночные или колониальные организмы [10; 11]. Скелет одиночных археоциат – кубок, состоящий из одной или двух известковистых пористых карбонатных стенок. Форма кубков одиночных археоциат коническая, цилиндрическая, мешковидная, блюдцеобразная. В строении скелета отмечаются вертикальные (септы и тении) и горизонтальные (днища) перегородки. В захоронениях обычен биокласт в виде поперечных и реже продольных сечений кубков [8]. Богатые и разнообразные комплексы археоциат установлены в разрезах георгиевской свиты нижнего кембрия Георгиевки, Ширы, Мостовки, Кучугурной (*Archaeolynthus*, *Tumulioolynthus* и др.) (рис. 9).



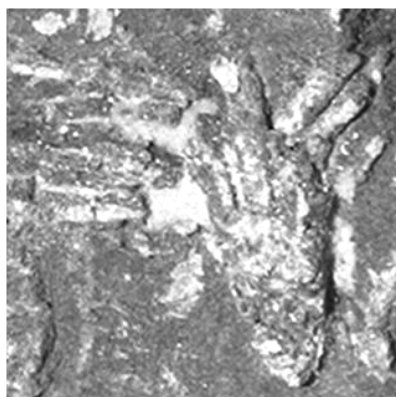
**Рис. 9.** Археоцатовый известняк

**Fig. 9.** Archaeocyathan limestone

В разрезах нижнего кембрия Георгиевки археоциаты сосуществуют с цианобактериями (*Glomus*, *Stratifera*) и красными известковистыми водорослями (*Epiphyton*) (Георгиевка, Шира, Мостовка, Чепя), составляя основу массивных цианобактериально-водорослево-археоциатовых известняков [11]. По сопротивлению разрушению археоциаты относятся к сегментной группе скелетов.

Условно к *книдариям* (*кишечнополостные*) относятся *удокании*, встречающиеся часто внутри цианобактериальных построек рифея [2; 3; 10; 11; 13].

**Удокании (*Udokania*)** представлены трубчатыми цилиндрическими и призматическими формами с продольными или поперечными рёбрами, слагающими ветвистые, кустистые, розеткообразные, массивные постройки. Поперечное сечение удоканий овальное (*Udokania leitesii*), субквадратное (*Udokania problematica*) и цветкообразное (*Udokania terleevi*). В центре трубочек выделяется ось, внешняя и внутренняя стенки и горизонтальные перегородки. Трубки мягко перекрывают друг друга и замещены вторичными образованиями кальцита, тюрингита, флюорита, альбита, слюд, образуя псевдоморфозы. В захоронениях обычен биокласт колоний удоканий. Удоканиевые карбонаты известны в бутунской свите удоканского комплекса Удоканского прогиба (рифей), в нортуйской свите г. Кличка и в кокталгинской свите пади Богоча (рифей) (рис. 10).



**Рис. 10.** Удоканиевый известняк

**Fig. 10.** Udokania limestone

По способности к сопротивлению разрушения археоциаты относятся к сегментной группе скелетов, размеры обломков биокласта которых зависят от размеров кубков археоциат и интенсивности биологического и механического разрушения.

**Моллюски (*Mollusca*;** двустворки, моноплакофоры, гастроподы, лопатоногие) встречаются как сопутствующая фауна в виде биокластов, образуя обломочные карбонаты.

**Двустворки (*Bivalvia*)** являются обитателями морских и пресных водоёмов. Их тело защищают две известковистые створки. После гибели животного раковина распадается, и при этом быстрее будут разрушаться и переноситься тонкостенные плоские формы. На пляжах происходит селекция створок, которые скапливаются выпуклой стороной вверх, образуя плотную «ракушечную мостовую». Если створки ориентированы иначе, то начинается их перекатывание, ломание и образование биокласта. Это начало формирования обломочного детритового известняка с *Dzabchanella*, *Meopergma*, *Yocheleionella* (георгиевская свита, нижний кембрий, Георгиевка [10; 12], *Tolmachovia* (воротнинская свита, ордовик, Верхне-Каларский грабен), *Polidevcia*, *Aviculopecten*, *Nuculopsis*, *Lithophaga* и др. (гутайская свита, карбон, с. Гутай; чиронская серия, карбон – пермь, Хара-Шибирь); *Kolymia*, *Polidevcia*, *Dacryomya*, *Maitaia* (борзинская серия, верхняя пермь, Борзя – Биликтуй).

В мезозойских морях региона крайне редки прослойки и линзы органогенных карбонатов, продуцентами которых являются в основном моллюски. Так, в триасовых отложениях региона доминируют двустворки монотисы, образующие часто «ракушечные мостовые» (верхний триас, Арета, Байн-Цаган, Верхний Стан, Маяки и др.). Нижнеюрские морские отложения региона охарактеризованы разобщёнными одиночными створками и раковинами двустворок: *Galinia*, *Zabaikaloperna*, *Oxytoma* и др. (Талангуй, Верхнее и Нижнее Гирюнино, Крутая; Боржигантай, Газимурские Кавыкучи, Кулинда Тургинская, Ларионково, Серный Ильдикан и др.). В морских средне- и верхнеюрских отложениях захороняются единичные двустворки: *Aguilerella*, *Cypriena*, *Ostrea*, *Leda*, *Astarte*, *Tancredia* и др. (Покая, Шаранай); *Trigonia*, *Ostrea*, *Pecten*, *Tancredia* (усманковская свита, верхняя юра) [12]. По сопротивлению разрушению скелеты двустворок относятся к камерной группе.

Юрские континентальные отложения региона охарактеризованы отдельными разобщёнными створками и закрытыми раковинами двустворок *Muskulopsis*, *Corbicula*, *Arguniella*, *Sibiriconcha*, *Ferganiconcha*, *Tutuella* и др. (ундино-даинская серия, верхняя юра, Унда, Дая, Савина, Большой Коруй), образующими гнездовые, пластовые и рассеянные захоронения. Редки «ракушечные мостовые», чаще встречаются линзы биокласта раковин и створок.

**Гастроподы (*Gastropoda*)** в морских палеозойских отложениях Забайкалья крайне редки и присутствуют в единичном виде. Первые гастроподы определены в кембрийских отложениях георгиевской свиты (Георгиевка) – *Pelagiella*, *Ilanella*, редки раковины гастропод *Bucania* в воротнинской свите (ордовик, Верхне-Каларский грабен), единичные раковины присутствуют среди двустворок в юрских отложениях – *Pleurotomaria* (Верхний Амур, Цугол), *Ditremaria* (Гирюнино).

В юрских и нижнемеловых континентальных отложениях Забайкалья гастроподы являются основными продуцентами известняков-ракушечников: *Viviparus*, *Galba*, *Probaikalia*, *Valvata*, *Radix*, *Hydrobia*, *Lymnaea* и др. (верхняя юра – нижний мел, Васильевский Хутор, Конда, Мокрая Турбуя, Мыгжа, Серебрянка, Слюнда, Турга, Церен-Гарда, Цокто-Хангил, Юмурчен). Биокласт редок.

Двустворки и гастроподы по способности сопротивления разрушению выделяются в группу камерных скелетов, представленных пустотелыми или частично пустотелыми формами. Камеры сохраняются после гибели животного и разрушаются в зависимости от размеров, формы, микроструктуры исходного материала.

**Трилобиты (*Trilobita*)** – вымершие палеозойские членистоногие, тело которых покрыто хитиновым панцирем, который пропитан карбонатом и фосфатом кальция. Развитие трилобитов идёт путём линьки и в захоронениях часто присутствуют фрагменты линек панцирей в виде сегментов туловища, щёк, хвостовых щитков, плевр (биокласт). Целые панцири редки. Обломки панцирей цементируются пелитоморфным карбонатом или микрофитолитовым матом. В Забайкалье трилобитовые обломочные известняки установлены в отложениях верхне-каларской серии одноимённого грабена: *Elganellus*, *Bulaiaspis*, *Namanoia* и др. (кембрий); *Dolgeulota*, *Dicertocephalina*, *Ijacephalus* (ордовик). Трилобитовые известняки георгиевской свиты (Георгиевка) слагаются фрагментами панцирей и стадиями их линек: *Sajanaspis*, *Redlia*

*chia*, *Proerbia* и др. [10]. В известняках и алевролитах остальных систем палеозоя региона, начиная с силура по пермь, трилобиты редки и встречаются в единичных экземплярах: *Pacificophacops*, *Flabellipyge* (ранний девон, Верхний Амур), *Pacificophacops* (ранний – средний девон, Верхний Амур); *Phacops* (девон, Большая Кулинда); *Phacops*, *Proetus* (ранний карбон, Уртуй). Биокласт панцирей трилобитов относится к чехловой группе, где их тонкие фрагменты скреплены разрушающейся органогенной тканью.

**Остракоды (*Ostracoda*)** – микроскопические ракушковые рачки, тело которых защищено известковистой раковиной. В морских отложениях палеозоя и мезозоя Забайкалья остракоды единичны и совместно с другой бентосной фауной слагают органогенные известняки. Первые ископаемые остракоды известны в морских кембрийских отложениях – *Bradoria* (георгиевская свита, нижний кембрий, Георгиевка) и в ордовикских отложениях верхне-каларской серии – *Tetradella* (ордовик, Верхне-Каларский грабен) [10; 11].

В континентальных отложениях верхней юры и нижнего мела региона остракоды образуют остракодовые известняки-ракушники и встречаются в основном в виде биокласта – *Darwinula*, *Cypridea*, *Daurina*, *Torinina*, *Mantelliana*, *Mongolianella* и др. (верхняя юра – нижний мел, Тургино-Харанорская впадина, р. Турга; Западно- и Восточно-Урулюнгуевские впадины, Васильевский Хутор; Южно-Аргунская впадина, Церен, Тунгусский Торум, Гарда; Елизаветинская впадина, Семен; Ононская впадина, Мангут, Ульхун-Партия, Нарасун и др.). Остракоды относятся к группе камерных скелетов и характеризуются как многообразием пустотелых форм, так и многообразием типов разрушения.

**Crinoidea (морские лилии)** состоят из известковистых чашечек, членистых рук и стебля. Чашечка и руки крайне редки в захоронениях. Стебель представлен подвижно сочленёнными члениками, массовое скопление которых приводит к образованию специфических криноидных известняков-энкринитов: *Dentiferoocrinus*, *Exaesiocrinus* (омутнинская свита, силур, Верхний Амур); *Scyphocrinites*, *Mediocrinus*, *Tolenicrinus*, *Costatocrinus* и др. (макаровская свита, девон); *Asperocrinus* (благодатская свита, девон, Благодатка); *Bicostulatocrinus*, *Platycrinites* и др. (конец девона – начало карбона, слои Этрен, Аргалей); *Burovicrinus*, *Platycrinites*, *Pentaridica* и др. (карбон, Гутай, Дарасун и др.) [12]. Криноидеи относятся к группе сегментных скелетов по сопротивлению разрушения.

### Выводы

1. Начиная с докембрия и вплоть до начала палеозоя основными продуцентами органогенных карбонатов в Забайкалье являлись цианобактерии. Кроме цианобактерий, в рифее отмечается появление первых животных удоканий, слагающих в основном карбонатные пластовые постройки (сегментные скелеты).

2. В кембрии основными продуцентами карбонатов по-прежнему остаются цианобактерии, и к ним присоединяются водоросли, археоциаты и брахиоподы. Водоросли и брахиоподы слагают автохтонные захоронения (постройки и банки). Биокласт брахиопод редок (камерные типы скелетов). Кубки археоциат распадаются по горизонтальным днищам и образуют биокласт из разных по размерам поперечных сечений кубков (группа сегментных скелетов).

3. В течение палеозоя, начиная с ордовика, в регионе основными продуцентами органогенных карбонатов становятся кораллы, мшанки и брахиоподы, образующие различные прикреплённые постройки и банки. Эти организмы, а также сопутствующие простейшие, моллюски и ракообразные представлены шестью типами скелетов по их способности сопротивления разрушению и образованию биокласта: чехловые, сегментные, ветвистые, камерные, корковые, массивные.

4. Особенностью карбонатов палеозоя Забайкалья является наличие специфических известняков-энкринитов, состоящих из члеников стеблей морских лилий (сегментная группа скелетов).

5. Морской мезозой Забайкалья характеризуется незначительным карбонатообразованием. Преобладает в захоронениях биокласт двустворок (камерная группа скелетов), редки гастроподы и брахиоподы, которые встречаются в рассеянном виде или образуют линзовидные захоронения.

6. В континентальных отложениях мезозоя региона продуцентами органогенных карбонатов становятся моллюски и остракоды (камерная группа скелетов).

Таким образом, основными продуцентами органогенных карбонатов в докембрии Забайкалья являются цианобактерии (массивный тип скелетов) и второстепенными – удоканиями, ус-

ловно относящиеся к кишечнополостным (сегментный тип скелетов). К основным продуцентам органогенных карбонатов фанерозоя региона отнесены животные: кораллы, мшанки, брахиоподы (ветвистые, корковые типы скелетов) и к второстепенным – археоциаты, моллюски, трилобиты, остракоды, морские лилии (камерный, корковый и массивный типы скелетов).

#### Список литературы

1. Бактериальная палеонтология. М.: Наука, 2002. 188 с.
2. Вильмова Ел. С. Возможная реконструкция колоний удоканий из протерозойских отложений Южного Забайкалья // Актуальные проблемы наук о Земле: вузовский сб. науч. тр. Чита, 1990. С. 33–38.
3. Вильмова Ел. С. Докембрий и нижний палеозой Кодаро-Удоканского прогиба Северного Забайкалья: проблемы биостратиграфии: автореф. ... канд. геол.-минерал. наук: 04.00.01. Магадан, 1995. 16 с.
4. Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А., Унруг Р. Седиментология. М.: Недра, 1980. 646 с.
5. Дольник Т. А. Строматолиты и микрофитолиты в стратиграфии рифея и венда складчатого обрамления юга Сибирской платформы. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 319 с.
6. Крылов И. Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.
7. Лучинина В. А. Синезелёные водоросли (*Cyanobacteria*) // Ископаемые известковистые водоросли. Новосибирск: Наука: СО РАН, 1987. С. 12–38.
8. Михайлова И. А., Бондаренко О. Б. Палеонтология. М.: МГУ, 2006. 592 с.
9. Раитина Н. И. Первые конодонты уртуйской свиты // Геология и полезные ископаемые Читинской области. Чита, 2000. С. 156–159.
10. Сеница С. М., Вильмова Ел. С., Туранова Т. К. Протерозойские экосистемы удоканского комплекса // Удокан. Геология. Рудогенез. Условия освоения. Новосибирск: Наука, 2003. С. 26–42.
11. Сеница С. М. Георгиевский геологический парк Забайкалья // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия, Китай, Монголия. Чита, 2011. С. 156–162.
12. Сеница С. М., Вильмова Ел. С. Удокан – первый национальный геологический парк Забайкалья // Вторая науч.-техн. конф. Горного ин-та. Чита, 1999. С. 32–38.
13. Сеница С. М., Вильмова Ел. С. Постройки органогенных карбонатов докембрия и фанерозоя Забайкалья // Вестник ЗабГУ. 2013. № 2. С. 49–55.
14. Саютина Т. А., Вильмова Ел. С. К вопросу о природе удоканий из докембрийских отложений удоканского комплекса // Палеонтологический журнал. 1990. № 1. С. 100–104.
15. Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков. М.; Л.: Объед. науч.-техн. изд-во НКТП СССР, 1936. 916 с.
16. Уилсон Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории. М.: Недра, 1980. 463 с.
17. Чувашов Б. И. Красные водоросли (*Rhodophyta*) // Ископаемые известковистые водоросли. Новосибирск: Наука, СО РАН, 1987. С. 109–139.
18. Шуйский В. П. Зелёные водоросли (*Chlorophyta*) // Ископаемые известковистые водоросли. Новосибирск: Наука: СО РАН, 1987. С. 38–109.

Статья поступила в редакцию 12.01.2018; принята к публикации 30.01.2018

#### Библиографическое описание статьи

Сеница С. М., Вильмова Ел. С., Вильмова Ек. С. Продуценты органогенных карбонатов докембрия и фанерозоя Забайкалья // Учёные записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2018. Т. 13, № 1. С. 78–92. DOI: 10.21209/2500-1701-2018-13-1-78-92.

**Sofia M. Sinitsa<sup>1</sup>,**

*Doctor of Geology and Mineralogy, Associate Professor,  
Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,  
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences  
(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),  
e-mail: sinitsa-sm@rambler.ru*

**Elena S. Vil'mova<sup>2</sup>,**

*Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor,  
Polytechnic Institute of Northeastern State University  
(4 Lux st., Magadan, 685000, Russia),  
e-mail: udokania@mail.ru*

**Ekaterina S. Vil'mova<sup>3</sup>,**

*Senior Lecturer,  
Chita Institute of Baikal State University  
(56 Anokhina st., Chita, 672000, Russia),  
e-mail: zvezdochka\_kiss\_@mail.ru*

### **Organogenic Carbonate Producers of Precambrian and Phanerozoic of Transbaikalia**

Marine and freshwater organogenic carbonates of different ages have been identified in Transbaikalia, both principal and secondary producers have been determined for them. The principal (first) group of producers creates carbonates as a result of their vital activity, the secondary one – with the accumulation and grouting process of skeletal remains (bioclast). The carbonate producers are the representatives of three kingdoms: *Cyanobacteria*, *Fauna (Zoo) (animals)* and *Flora (Phyta) (plants)*. The principal producers of organogenic carbonates of Precambrian Transbaikalia are Cyanobacteria, which form such autochthonous structures as stromatolites and oncolites. In the Riphean, along with cyanobacteria, the producers of carbonates are Udokanii that are conventionally referred to as soft cnidarians and represented mainly in the form of a bioclast of colonies (segmented types of skeletons). From the Cambrian onwards, in the Paleozoic, archaeocyatha, cnidarians, mollusks, arthropods, bryozoans, brachiopods, the most part of which is presented in the carbonates in the form of bioclast, have become the producers of organogenic carbonates. There are 6 types of skeletons, which differ in their ability to resist the destruction: covered shells (corals, trilobites), segmental (red algae, archaeocyatha, Udokania, crinoids), branching (corals, bryozoans), chambered (myarians, gastropods, foraminifers, crustaceans, brachiopods, echinoderms), crusted (cyanobacteria, algae, corals, bryozoans) and massive ones (cyanobacteria, cnidarians, some kind of bryozoans). The feature of the Paleozoic carbonates of Transbaikalia is the presence of specific limestone-encrinites consisting of the segments of crinoid columns (segmented group of skeletons). The marine Mesozoic of Transbaikalia is characterized by a slight carbonate formation. In burial places, bioclasts of bivalves predominate in a diffuse or lenticular form with rare gastropods (chamber group of skeletons) confined to terrigenous rocks. Molluscs (myarians and gastropods) and ostracods (chambered group of skeletons) have become the producers of organogenic carbonates in the continental deposits of the Mesozoic in the region.

**Keywords:** producers, organogenic carbonates, cyanobacteria, Udokania, archaeocyatha, cnidarians, mollusks, arthropods, bryozoans, brachiopods, types of skeletons

### **References**

1. Bakterial'naya paleontologiya. M.: Nauka, 2002. 188 s.
2. Vil'mova El. S. Vozmozhnaya rekonstruktsiya kolonii udokanii iz proterozoiskikh otlozhenii Yuzhnogo Zabaikal'ya // Aktual'nye problemy nauk o Zemle: vuzovskii sb. nauch. tr. Chita, 1990. S. 33–38.
3. Vil'mova El. S. Dokembrii i nizhnii paleozoi Kodaro-Udokanskogo progiba Severnogo Zabaikal'ya: problemy biostratigrafii: avtoref. ... kand. geol.-mineral. nauk: 04.00.01. Magadan, 1995. 16 s.
4. Gradzin'skii R., Kostetskaya A., Radomskii A., Unrug R. Sedimentologiya. M.: Nedra, 1980. 646 s.
5. Dol'nik T. A. Stromatolity i mikrofitolity v stratigrafii rifeya i venda skladchatogo obramleniya yuga Sibirskoi platformy. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2000. 319 s.
6. Krylov I. N. Stromatolity rifeya i fanerozoya SSSR. M.: Nauka, 1975. 243 s.

<sup>1</sup> S. M. Sinitsa analyses the materials of the article, writes about the producers of organogenic carbonates of the Phanerozoic of Transbaikalia.

<sup>2</sup> El. S. Vil'mova writes about the producers of organogenic carbonates of the Precambrian.

<sup>3</sup> Ek. S. Vil'mova translates the article into English, takes photos of the producers of organogenic carbonates.

7. Luchinina V. A. Sinezelenye vodorosli (*Cyanobacteria*) // Iskopaemye izvestkovistyе vodorosli. Novosibirsk: Nauka: SO RAN, 1987. S. 12–38.
8. Mikhailova I. A., Bondarenko O. B. Paleontologiya. M.: MGU, 2006. 592 s.
9. Raitina N. I. Pervye konodonty urtuisikoі svity // Geologiya i poleznye iskopaemye Chitinskoі oblasti. Chita, 2000. S. 156–159.
10. Sinitsa S. M., Vil'mova El. S., Turanova T. K. Proterozoiskie ekosistemy udokanskogo kompleksa // Udokan. Geologiya. Rudogenez. Usloviya osvoeniya. Novosibirsk: Nauka, 2003. S. 26–42.
11. Sinitsa S. M. Georgievskii geologicheskii park Zabaikal'ya // Prirodookhrannoe sotrudnichestvo v transgranichnykh ekologicheskikh regionakh: Rossiya, Kitai, Mongoliya. Chita, 2011. S. 156–162.
12. Sinitsa S. M., Vil'mova El. S. Udokan – pervyi natsional'nyi geologicheskii park Zabaikal'ya // Vtoraya nauch.-tekhn. konf. Gornogo in-ta. Chita, 1999. S. 32–38.
13. Sinitsa S. M., Vil'mova El. S. Postroiки organogennykh karbonatov dokembriya i fanerozoya Zabaikal'ya // Vestnik ZabGU. 2013. № 2. S. 49–55.
14. Sayutina T. A., Vil'mova El. S. K voprosu o prirode udokanii iz dokembriiskikh otlozhenii udokanskogo kompleksa // Paleontologicheskii zhurnal. 1990. № 1. S. 100–104.
15. Tvenkhofel U. Kh. Uchenie ob obrazovanii osadkov. M.; L.: Ob"ed. nauch.-tekhn. izd-vo NKTP SSSR, 1936. 916 s.
16. Uilson Dzh. L. Karbonatnye fatsii v geologicheskoi istorii. M.: Nedra, 1980. 463 s.
17. Chuvashov B. I. Krasnye vodorosli (*Rhodophyta*) // Iskopaemye izvestkovistyе vodorosli. Novosibirsk: Nauka, SO RAN, 1987. S. 109–139.
18. Shuiskii V. P. Zelenye vodorosli (*Chlorophyta*) // Iskopaemye izvestkovistyе vodorosli. Novosibirsk: Nauka: SO RAN, 1987. S. 38–109.

Received: January 12, 2018; accepted for publication: January 30, 2018

**Reference to the article**

**Sinitsa S. M., Vil'mova El. S., Vil'mova Ek. S.** Organogenic Carbonate Producers of Precambrian and Phanerozoic of Transbaikalia // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2018. Vol. 13, No. 1. PP. 78–92. DOI: 10.21209/2500-1701-2018-13-1-78–92.