



## Раннеассельские цианобактерии и водоросли в органогенных постройках разреза «Писаный Камень» (р. Унья, Северный Урал)

Н. А. Матвеева<sup>1</sup>, Р. М. Иванова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; [nakaneva@geo.komisc.ru](mailto:nakaneva@geo.komisc.ru)

<sup>2</sup> Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия; [ivanovarm@igg.uran.ru](mailto:ivanovarm@igg.uran.ru)

В работе представлены результаты изучения остатков цианобактерий и известковых водорослей нижнепермских органогенных построек из разреза «Писаный Камень» на р. Унье (Северный Урал). Микроскопическое изучение позволило расширить таксономический состав раннепермских представителей цианобактерий и известковых водорослей в постройках: установлено 3 рода цианобактерий, 12 родов зеленых водорослей, 2 рода красных и 4 рода водорослей неясного систематического положения. Выявлено, что в формировании первой органогенной постройки в основном участвовали представители зеленых дазикаладовых водорослей, а во второй – анхикодиевых. Установленные таксоны известковых водорослей являются космополитными, поэтому могут иметь важное значение для корреляции нижнепермских западноуральских разрезов.

**Ключевые слова:** Северный Урал, скелетные холмы, ассельский ярус, цианобактерии, ископаемые водоросли

## Early Asselian cyanobacteria and algae in the organogenic buildups of the section «Pisanyi Kamen'» (Un'ya River, Northern Urals)

N. A. Matveeva<sup>1</sup>, R. M. Ivanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russia

<sup>2</sup> Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Yekaterinburg, Russia

The paper presents the results of the study of the remains of cyanobacteria and calcareous algae of the Lower Permian organogenic buildups from the "Pisanyi Kamen'" section at the Un'ya River (Northern Urals). The microscopic study allowed extending taxonomic composition of Early Permian cyanobacteria and algae in the buildups: 3 genera of cyanobacteria, 12 genera of green algae, 2 genera of red algae and 4 genera of unclear systematic position were identified. It was revealed that representatives of green algae of the families Dasycladaceae and Cyclocrinaceae mainly participated in the formation of the first organogenic buildup, and algae of the Anchicodiaceae family participated in the second buildup. The established Asselian taxa of calcareous algae are cosmopolitan, therefore they may be important for the correlation of the Lower Permian West Urals sections.

**Keywords:** Northern Urals, organogenic buildups, Lower Permian, cyanobacteria, ancient algae

### Введение

Каменноугольно-пермское время считается периодом господства зеленых водорослей среди известковой микрофлоры (Иванова, 1972, 2013; Чувашов, 1967; Чувашов, Анфимов, 1988) с одним из максимумов в раннепермском интервале (Chuvashov et al., 1993). Их богатство и разнообразие было предопределено позднепалеозойским мощным этапом рифообразования в Уральском палеобассейне с мелководно-морскими обстановками (Ископаемые..., 1975; Королук, 1975).

К настоящему времени известковые водоросли в основном используют при фациальном и палеоэкологическом анализе. Тем не менее исследования Б. И. Чувашова и В. П. Шуйского (1988), показали возможность зонального расчленения на основе водорослей в пределах одного бассейна седиментации.

Проведенное изучение каменноугольных водорослей Урала (Иванова, 2013) также показало, что альгофлора может конкурировать с другими ископаемыми организмами в биостратиграфическом расчленении.

За длительный период изучения пермских известковых водорослей Урала описаны их основные таксоны (Кордэ, 1951; Маслов, 1956; Чувашов, 1974; Кулик, 1978), проанализирована фациальная принадлежность, география распространения и биостратиграфическое значение (Чувашов, 1967, 1971; Чувашов, Анфимов, 1988; Чувашов, Шуйский, 1988; Chuvashov et al., 1993; Ископаемые..., 1975; Кулик, Королук, 1978). Результаты исследований основаны в большей степени на изучении разрезов Среднего и Южного Урала.

Наиболее полный разрез нижнепермских отложений на Северном Урале с органогенными постройками представлен в обнажении «Писаный Камень» (обн. 28,

**Для цитирования:** Матвеева Н. А., Иванова Р. М. Раннеассельские цианобактерии и водоросли в органогенных постройках разреза «Писаный Камень» (р. Унья, Северный Урал) // Вестник геонаук. 2024. 12(360). С. 26–36. DOI: 10.19110/geov.2024.12.3

**For citation:** Matveeva N. A., Ivanova R. M. Early Asselian cyanobacteria and algae in the organogenic buildups of the section «Pisanyi Kamen'» (Un'ya River, Northern Urals). Vestnik of Geosciences, 2024, 12(360), pp. 26–36, doi: 10.19110/geov.2024.12.3



нумерация по: Варсанофьева, 1933), расположенном на правом берегу в среднем течении р. Уньи, напротив о-ва Писаный (N 61.56026, E 58.16643) (рис. 1). Обнажение представляет собой скальные выходы, обрывающиеся в воду или находящиеся в залесенном береговом склоне протяженностью более 300 м (рис. 2, 3). Стратиграфически разрез наращивается сверху вниз по реке (с востока на запад). Породы массивные, их залегание можно проследить только по распределению ископаемых, согласно которому пласты стоят практически на головах под углами 85–90°. Изученный интервал разреза мощностью 138 м, по данным (Калашников, Михайлова, 1971), отвечает фузулинидовой зо-

не *Schwagerina vulgaris* — нижней части холодноложского горизонта ассельского яруса.

Впервые толщу с нижнепермскими рифогенными отложениями в разрезе «Писаный Камень» на р. Унье исследовала В. А. Варсанофьева (1933), позже эти же отложения описывала А. И. Равикович (1956). По результатам изучения брахиопод и фузулинид (Калашников, Михайлова, 1971) была установлена стратиграфическая приуроченность этой толщи к ассельскому ярусу. Позднее в разное время ее изучали А. И. Антошкина (2003), А. Н. Сандула (2005) и Е. С. Пономаренко (Пономаренко, 2015; Ponomarenko, 2021). В результате этих исследований в строении разреза

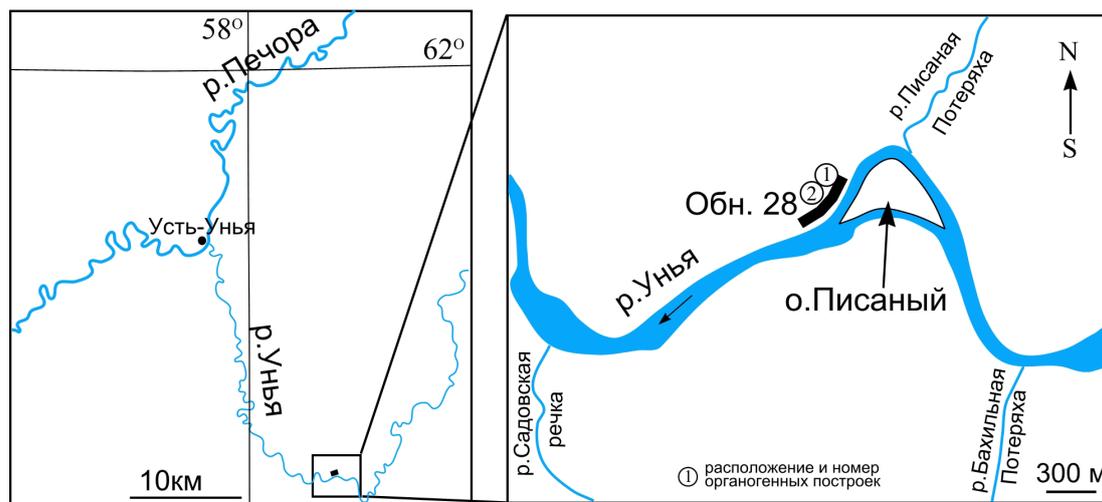


Рис. 1. Схема расположения разреза «Писаный Камень» (обн. 28) в бассейне р. Уньи

Fig. 1. Locality of the Pisaniy Kamen section (outcrop 28) in the Un'ya River basin

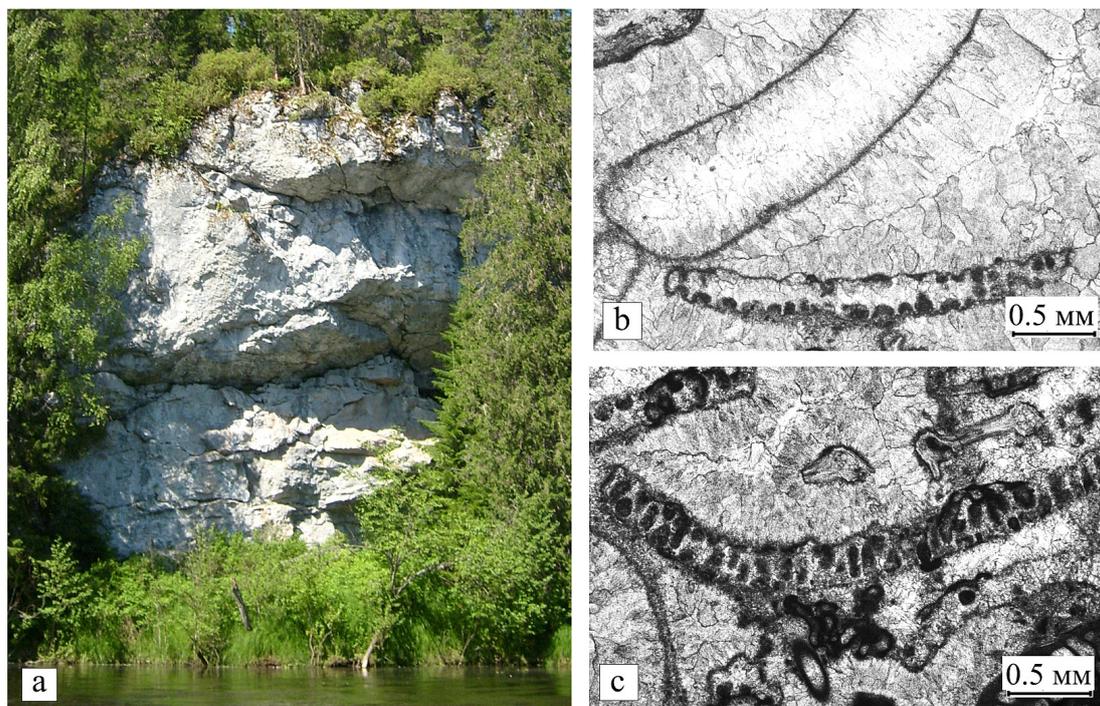


Рис. 2. Строение первой органогенной постройки в обн. 28 на р. Унье: а — общий вид; б — биоцементолит биогермный водорослевый; с — биоцементолит биокластовый

Fig. 2. Structure of the first organogenic buildup in outcrop 28 at the Un'ya River: a — overview; б — biohermic algal biocementolite; с — biocementolite bioclast



Рис. 3. Общий вид второй органогенной постройки в обн. 28 на р. Унье

Fig. 3. Overview of the second organogenic buildup in outcrop 28 at the Un'ya River

была выделена органогенная постройка, классифицированная как «скелетный холм» (Антошкина, 2003). Позднее Е. С. Пономаренко (2015) предложил свою модель строения, в которой один скелетный холм стратиграфически надстраивается над другим. Несмотря на продолжительную историю изучения разреза «Писаный Камень», остаются недостаточно исследованными остатки водорослей, которые имеют здесь порообразующее значение.

Ранее были описаны только зеленые водоросли *Anchicodium* и *Eugonophyllum*, которые определяли тип скелетных холмов как филлоидно-водорослевый (Пономаренко, Иванова, 2010). Проведенное таксономическое изучение остатков водорослей показало их более разнообразный состав, чем считалось ранее. Цель данной работы — описать впервые установленные комплексы цианобактерий и водорослей центральной части ассельских органогенных построек в разрезе «Писаный Камень» (обн. 28) на р. Унье и оценить возможность их корреляции с другими отложениями на Западном Урале.

### Материалы и методы

Материалом для статьи послужили образцы литологических пород, собранные во время полевых работ Е. С. Пономаренко и Н. А. Матвеевой в 2009 г. Описание органогенных построек приведено с использованием материалов полевого дневника Е. С. Пономаренко и по опубликованным данным (Пономаренко, 2015). Коллекция шлифов была любезно предоставлена Е. С. Пономаренко и хранится в лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Водоросли определялись по случайным сечениям в литологических шлифах (из каждого образца изготовлено по одному шлифу) под поляризационным микроскопом «ПОЛАМ Л-213М». Всего было просмотрено более 100 шлифов, из них в 80 были встречены остатки разнообразных известковых водорослей. Фотографирование производилось на микроскопе SOPTOPCX 40 Sunny Optical Technology (Group) Company Limited с цифровой камерой MC-20 в про-

грамме MCView. При определении водорослей авторы придерживались классификации (Иванова, 2013).

### Результаты исследований

#### Таксономический состав

В результате микроскопических исследований были установлены следующие таксономические единицы (таблица 1): три рода цианобактерий *Tubiphytes* Maslov, *Girvanella* Nicholson et Etheridge и *Ellesmerella* Mamet et Roux (фототаблица 1); 12 родов зеленых водорослей, относимых к четырем семействам: Beresellaceae Maslov et Kulik, Dasycladaceae (Kutzing) Stizenberger (фототаблица 1), Cyclocrinaceae Maslov (фототаблица 2), Anchicodiaceae Shuysky; два рода красных водорослей — *Suundukella* Tchuvashov et Anfimov, *Eflugelia* Vachard, а также 4 рода водорослей неясного систематического положения (фототаблица 3). Полный список новых представителей цианобактерий и известковых водорослей представлен на рис. 4.

#### Распределение водорослей в органогенных постройках

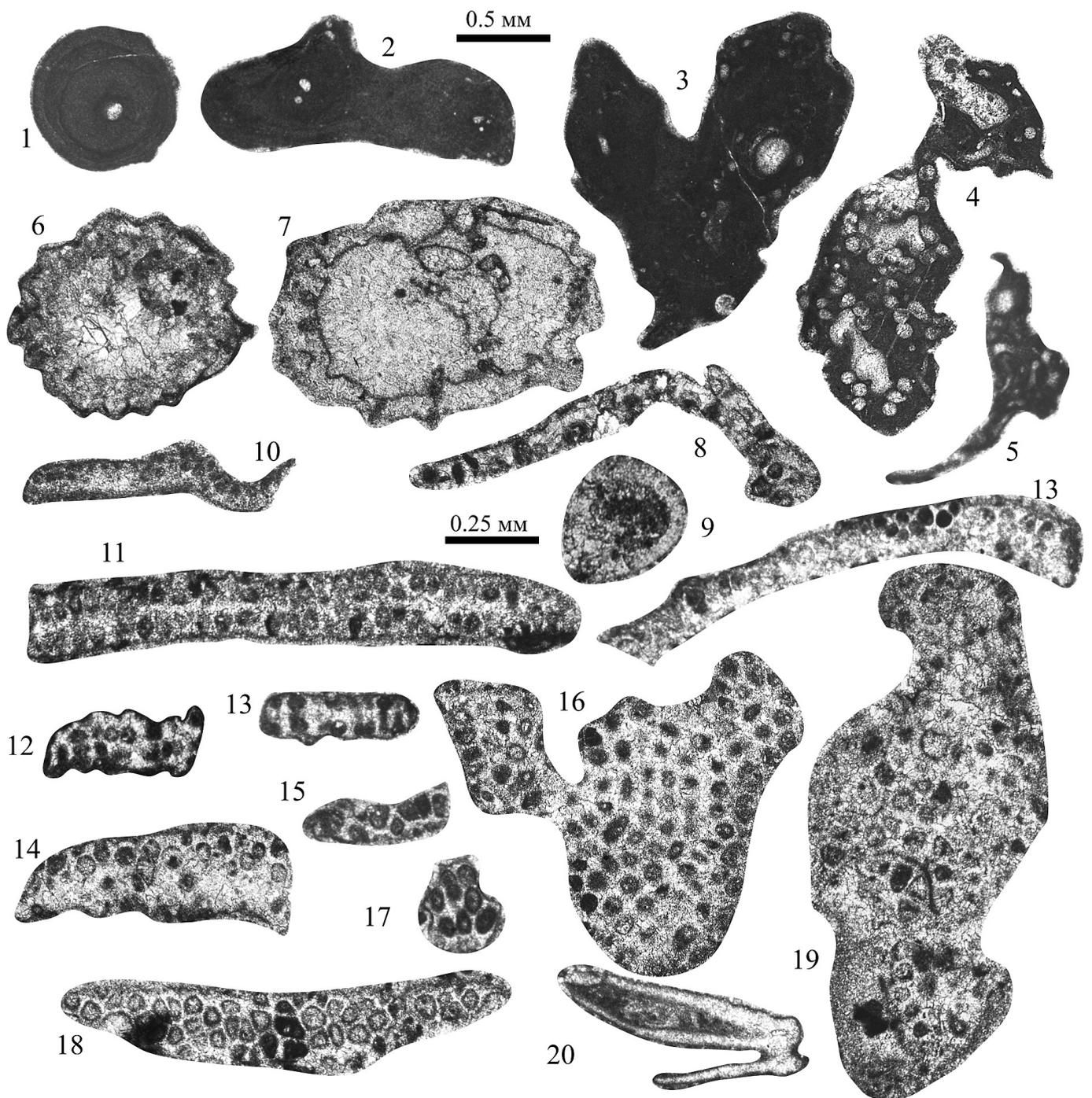
**Первая органогенная постройка.** Первая пачка (12 м) представлена светло-серыми массивными известняками, биокластовыми и стустковыми, переходящими в биоцементолиты мшанковые. В них распространены только единичные фрагменты цианобактерий *Tubiphytes* и *Ellesmerella* (рис. 4). В выше залегающей второй пачке (8.5 м), представленной биоцементолитами водорослевыми (рис. 2, b) и биокластовыми (рис. 2, c), появляются первые представители зеленых водорослей родов *Claracrusta*, *Globuliferoporella*, *Epimastopora*, *Pseudoepimastopora* и *Anchicodium*. Доминируют здесь цианобактерии *Tubiphytes*, дазикладовые водоросли *Globuliferoporella* и *Pseudoepimastopora*. Менее распространены *Epimastopora*, *Anchicodium* и *Eugonophyllum*.

Редко встречаются цианобактерии *Ellesmerella*, зеленые водоросли *Claracrusta*, *Gyroporella* и *Clavaporella*, *Vilvaella*, *Atractyliopsis*, *Neoanchicodium*, *Ivanovia* и красные *Eflugelia*. В водорослевых и биокластовых биоце-

**Таблица 1.** Таксономический состав альгофлоры в органогенных постройках из разреза «Писаный Камень» (обн. 28)  
**Table 1.** Taxonomic composition of algae flora in organogenic buildups from the «Pisany Kamen'» section (outcrop 28)

Цианобактерии Cyanophyta	Зеленые водоросли Chlorophyta				Красные водоросли Rodophyta	Водоросли неясного систематического положения Unclear systematic position
Proauloporales Luchinina, 1975	Siphonocladales (Blackman et Tansley) Oltm., 1904	Dasycladales Pascher, 1951			Kennellales Korde, 1973	
Girvanellaceae Luchinina, 1975	Beresellaceae Maslov et Kulik, 1956	Dasycladaceae (Kützing, 1843) Stizenberger, 1860			Ungdarellaceae Maslov, 1962	
	Donezellaea Termier et Vachard, 1975, traslat. Emend Shuysky, 1990	Dasyptorelleae Pia, 1920, emend Bassoullet et al., 1979	Gyroporella Pal, 1976, emend. Bassoullet et al., 1979	Aciculelleae Bassoullet et al., 1979	Petshoreae Tchuvashov, 1987	
<i>Tubiphytes</i> Maslov, 1956 <i>Girvanella</i> Nocholson et Etheridge, 1878 <i>Ellesmerella</i> Mamet et Roux, 1987	<i>Claraactusta</i> (?) Vachard, 1980	<i>Anthracosoporella</i> Pia, 1920	<i>Gyroporella</i> Gümbel, 1874 <i>Globuliferoporella</i> Tchuvashov, 1974	<i>Atractyllopsis</i> Pia, 1957	<i>Suaudukella</i> Tchuvashov et Anfimov, 2007	<i>Nuia</i> Maslov, 1954 <i>Koivaella</i> Tchuvashov, 1974 <i>Vilvaella</i> Tchuvashov, 1974 <i>Syvaella</i> Tchuvashov, 1974
						Siphonales Wille, 1884 (Blackman et Tansley), 1902
						Anchicodiaceae Shuysky, 1987
						Ivanoviaceae Shuysky, 1987
						<i>Eugonophyllum</i> Konishi et Wray, 1961 <i>Anchicodium</i> Johnson, 1946 <i>Neoanchicodium</i> Endo, 1954 <i>Ivanovia</i> Khvorova, 1946
						Cyclocrinaceae Maslov, 1956
						Cyclocrineae Pia, 1927, emend. Shuysky, 1987
						<i>Epimastopora</i> Pia, 1922 <i>Pseudoepipimastopora</i> Endo, 1960

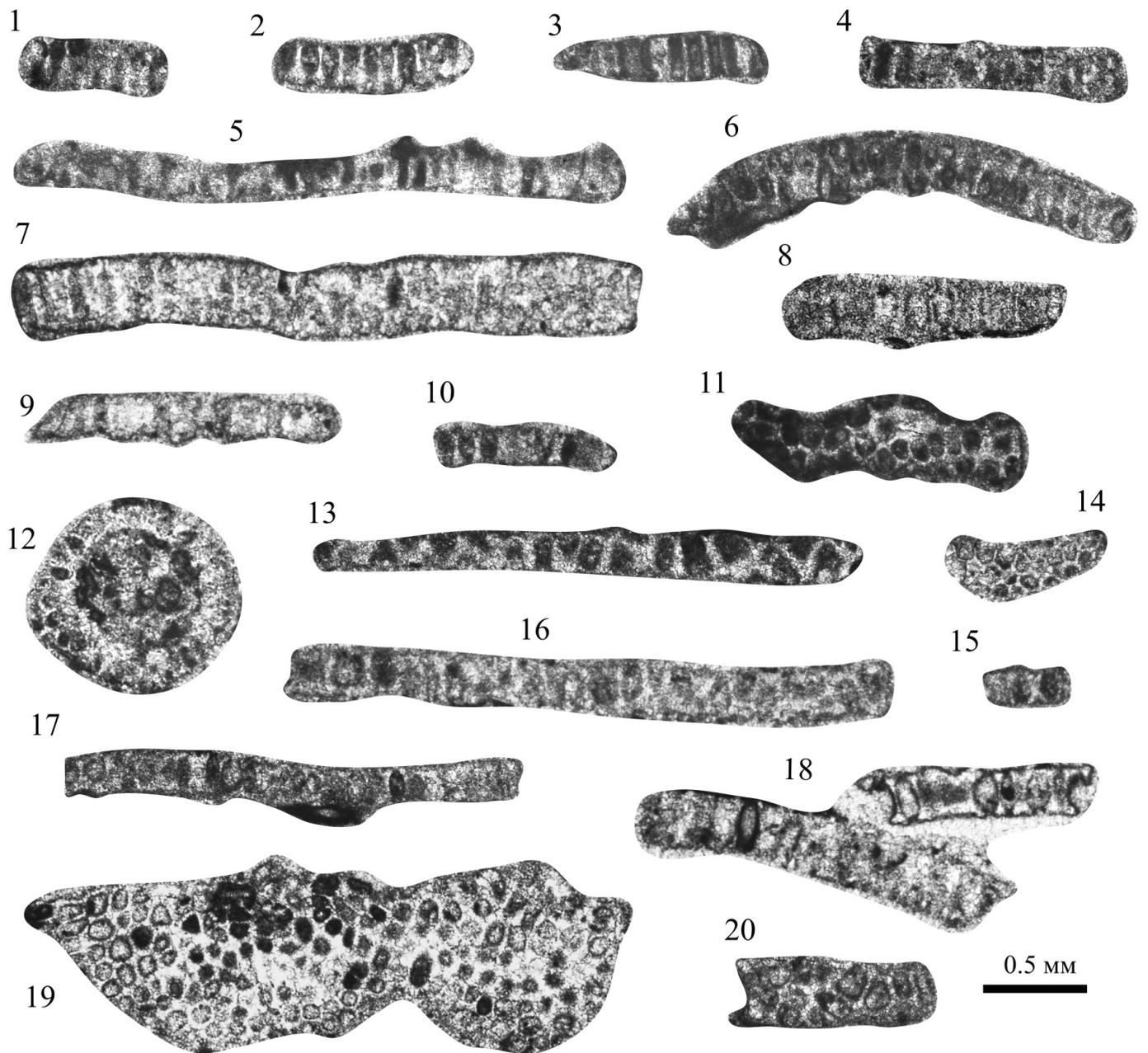
*Примечание:* сиреневый — порядок; зеленый — семейство; оранжевый — триба; голубой — род.  
*Note:* lilac — order; green — family; orange — tribe; blue — genus.



**Фототаблица 1.** Раннеассельские цианобактерии и зеленые водоросли семейства Dasycladaceae из разреза «Писаний Камень» (обн. 28). Масштабная линейка 0.5 мм, для фиг. 9 — 0.25 мм

**Phototable 1.** Early Asselian cyanobacteria and green algae of the family Dasycladaceae from the section «Pisanyi Kamen» (outcrop 28). Scale ruler 0.5 mm, Fig. 9 — scale ruler 0.25 mm

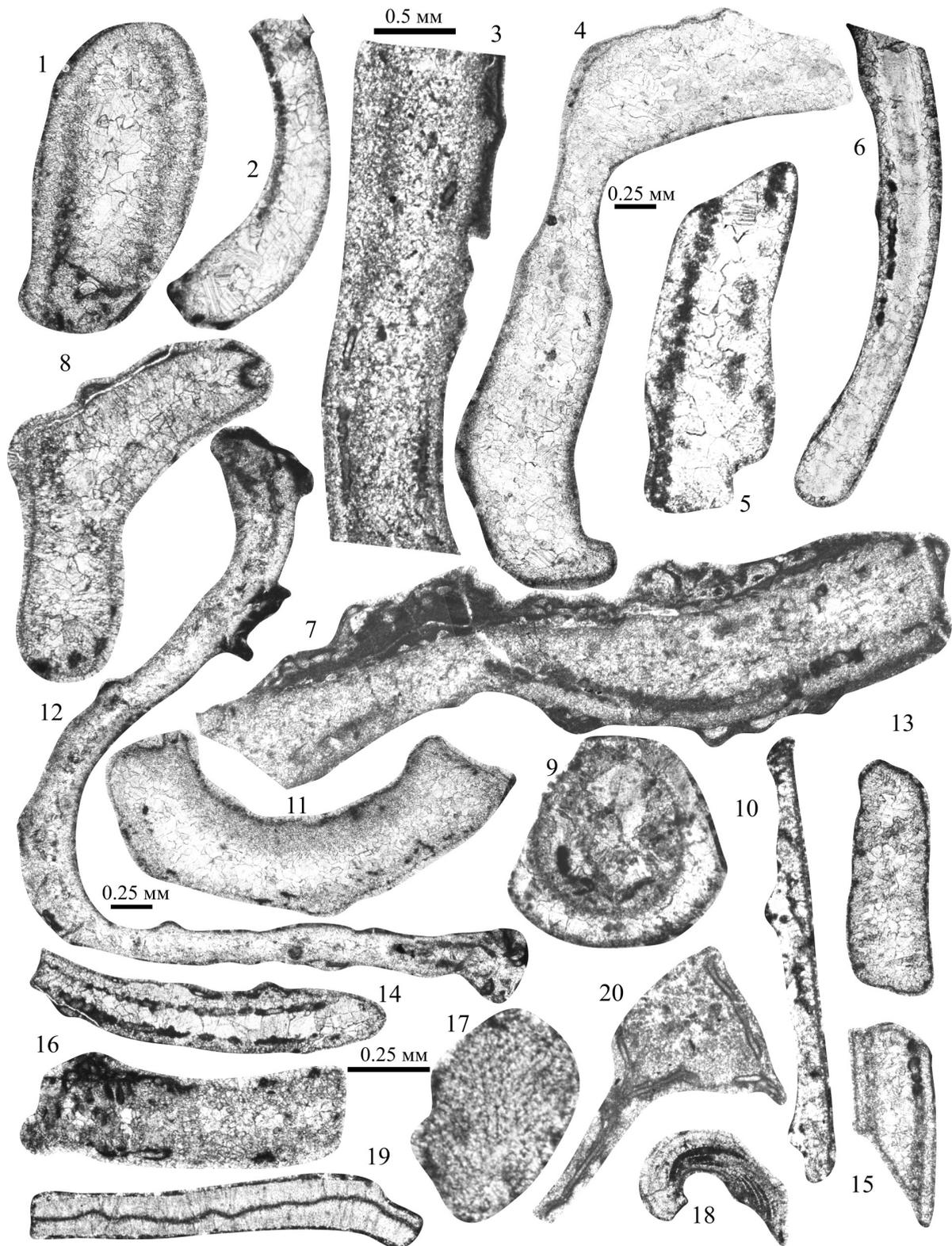
**Fig. 1, 2.** *Tubiphytes obscures shamovella* Rauser: 1 — sample 28/138, thin section; 2 — sample 28/134, thin section. **Fig. 3.** *Tubiphytes obscures obscures* Maslov, sample 28/134, thin section. **Fig. 4, 5.** *Ellesmerella permica* (Pia): 4 — sample 28/136, thin section; 5 — sample 28/137, thin section. **Fig. 6.** *Gyroporella* sp., sample 28/89, thin section. **Fig. 7.** *Gyroporella clavata* Tchuvashev, sample 28/142, thin section. **Fig. 8.** *Gyroporella* ex. gr. *clavata* Tchuvashev, sample 28/109, thin section. **Fig. 9.** *Anthracoporella spectabilis* Pia, sample 28/113, thin section, cross section. **Fig. 10.** *Globuliferoporella ilimensis* Tchuvashev, sample 28/127, thin section. **Fig. 11–13.** *Globuliferoporella symetrica* (Johnson): 11 — sample 28/142, thin section; 12 — sample 28/136, thin section; 13 — sample 28/89, thin section. **Fig. 14, 15, 17.** *Globuliferoporella* cf. *angulate* Tchuvashev: 14 — sample 28/137, thin section; 15, 17 — sample 28/85, thin section. **Fig. 16.** *Globuliferoporella angulata* Tchuvashev, sample 28/128, thin section, tangential slice. **Fig. 18, 19.** *Atractyloopsis carnica* E. Flügel, tangential slice: 18 — sample 28/142, thin section; 19 — sample 28/137, thin section. **Fig. 20.** *Clavaporella* (?) sp., sample 28/100, thin section



**Фототаблица 2.** Раннеассельские зеленые водоросли семейства Cyclocrinaceae из разреза «Писанный Камень» (обн. 28).  
Масштабная линейка 0.5 мм

**Phototable 2.** Early Asselian green algae of the family Cyclocrinaceae from the Pisanyi Kamen section (outcrop 28). Scale ruler 0.5 mm

**Fig. 1.** *Epimastopora* sp., sample 28/85, thin section. **Fig. 2–4.** *Epimastopora pia* Bilgütay: 2, 4 – sample 28/134, thin section; 3 – sample 28/118, thin section. **Fig. 5.** *Epimastopora* cf. *alpine* Kochansky et Herak, sample 28/138, thin section. **Fig. 6.** *Epimastopora alpine* Kochansky et Herak, sample 28/89, thin section. **Fig. 7–10.** *Epimastopora* cf. *flügeli* Kullk: 7, 9 – sample 28/138a, thin section; 8 – sample 28/140, thin section; 10 – sample 28/134, thin section. **Fig. 11–14.** *Epimastopora* aff. *rolloensis* Ràcz: 11 – sample 28/110, thin section; 12 – sample 28/78, thin section, cross section; 13 – sample 28/144, thin section; 14 – sample 28/137, thin section. **Fig. 15.** *Pseudoepimastopora* sp., sample 28/136, thin section. **Fig. 16–20.** *Pseudoepimastopora likana* (Kochansky et Herak): 16, 17, 20 – sample 28/134, thin section; 18 – sample 28/142, thin section; 19 – sample 28/138a, thin section



**Фотогтаблица 3.** Раннеассельские зеленые водоросли семейства Anchicodiaceae, красные водоросли и incertae sedis из разреза «Писаный Камень» (обн. 28). Масштабная линейка 0.5 мм, для фиг. 4, 11, 12, 17 — 0.25 мм

**Phototable 3.** Early Asselian green algae of the family Anchicodiaceae, red algae and incertae sedis from the section «Pisanyi Kamen» (28 outcrop). The scale ruler is 0.5 mm, for fig.4, 11, 12, 17 the scale ruler is 0.25 mm

**Fig. 1.** *Eugonophyllum* sp., sample 28/108, thin section. **Fig. 2, 3.** *Eugonophyllum johnsoni* Konishi et Wray: 2 — sample 28/65, thin section; 3 — sample 28/105, thin section. **Fig. 4, 11, 13.** *Anchicodium funile* Johnson: 4 — sample 28/110, thin section; 11 — sample 28/144, thin section; 13 — sample 28/108, thin section. **Fig. 5–7.** *Eugonophyllum konishii* Kulik: 5 — sample 28/78, thin section; 6 — sample 28/110, thin section; 7 — attached foraminifera *Tolypammina* and small fragments of algae *Clara crusta* are observed, sample 28/127, thin section. **Fig. 8.** *Anchicodium* sp., sample 28/69, thin section. **Fig. 9, 10.** *Anchicodium* ex. gr. *funile* Johnson, sample 28/78 thin section. **Fig. 12.** *Anchicodium* cf. *sindbadi* Elliott, sample 28/69, thin section. **Fig. 14, 15.** *Neoanchicodium catenoides* Endo: 14 — sample 28/71, thin section; 15 — sample 28/89, thin section. **Fig. 16.** *Ivanovia* cf. *tenuissima* Khvorova, sample 28/137, thin section. **Fig. 17.** *Suundukella mirabilis* Tchuvashev et Anfimov, sample 28/72, thin section. **Fig. 18.** *Eflugelia johnsoni* (Flügel), sample 28/134, thin section. **Fig. 19.** *Nuia* Maslov, 1954, sample 28/78, thin section. **Fig. 20.** *Koivaella permienis* Tchuvashev, sample 28/115, thin section

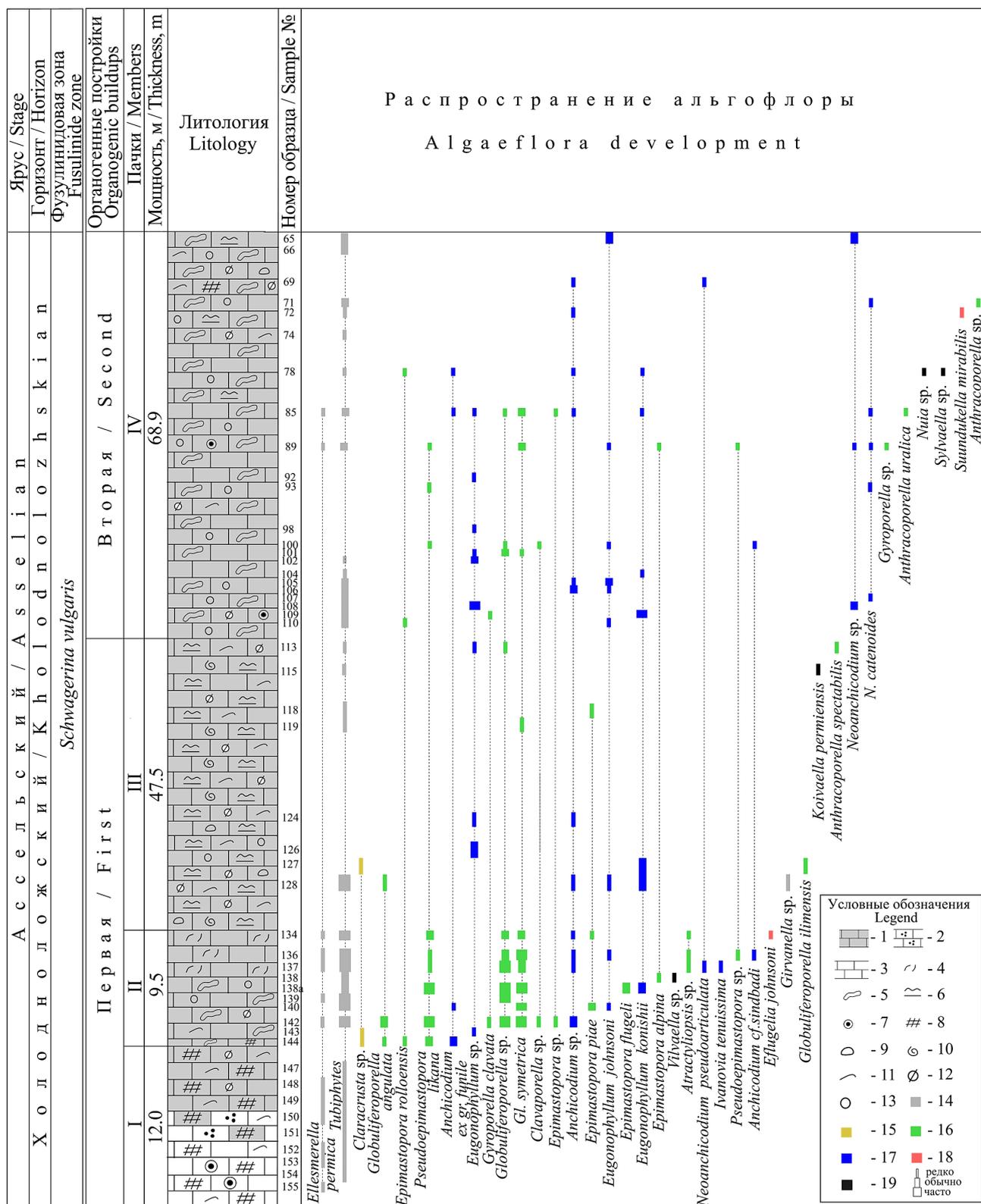


Рис. 4. Распространение цианобактерий и водорослей в центральной части органогенных построек разреза «Писаный Камень» (обн. 28). 1—3 — типы известняков:

1 — биоцементолиты, 2 — сгустковые, 3 — биокластовые; 4—19 — органические остатки: 4 — биокласты, 5 — водоросли, 6 — палеоаплизины, 7 — криноиды, 8 — мшанки, 9 — остракоды, 10 — гониатиты, 11 — брахиоподы, 12 — фузулиниды, 13 — мелкие фораминиферы, 14 — цианобактерии, 15 — зеленые водоросли порядка Siphonocladales, 16 — зеленые водоросли порядка Dasycladales, 17 — зеленые водоросли порядка Siphonales, 18 — красные водоросли, 19 — водоросли неясного систематического порядка

Fig. 4. Distribution of cyanobacteria and algae in the central part of the organogenic buildups of the section Pisanyi Kamen (outcrop 28).

1—3 — types of limestones: 1 — biocementolites, 2 — clotty, 3 — bioclastic; 4—19 — organic remains: 4 — bioclasts, 5 — algae, 6 — Palaeoaplysina, 7 — crinoids, 8 — bryozoans, 9 — ostracods, 10 — goniatites, 11 — brachiopods, 12 — fusulinides, 13 — small foraminifera, 14 — cyanobacteria, 15 — green algae of the order Siphonocladales, 16 — green algae of the order Dasycladales, 17 — green algae of the order Siphonales, 18 — red algae, 19 — incertae sedis

ментолитах характерны крупные обломки дазикладовых и реже крупные пластины кодиевых водорослей. Разрез первой постройки завершается мощной третьей пачкой (47.5 м) массивных палеоаплизиновых биоцементолитов; примечательно, что в них резко сокращается численность водорослей. Чаще всего встречаются тубифитесы и анхикодиевые *Eugonophyllum*, редко — *Claracrusta*, *Globuliferoporella*, *Epimastopora*, *Anchicodium*. Появляются единичные цианобактерии *Girvanella*, новые представители *Globuliferoporella*, *Anthracoportella* и проблематичные *Koivaella*. Важно отметить, что кодиевые здесь представлены крупными обломками, в отличие от дазикладовых, которые раздроблены на мелкие фрагменты.

Вторая органогенная постройка представлена мощной четвертой пачкой (68.9 м) также светло-серых массивных биогермных водорослевых биоцементолитов, в верхней части которой встречены редкие палеоаплизинины. Здесь широко развиты цианобактерии *Tubiphytes* и зеленые анхикодиевые *Eugonophyllum*, *Anchicodium*, *Neoanchicodium*. Менее распространены цианобактерии *Ellesmerella*, дазикладовые *Globuliferoporella*, *Epimastopora*, *Pseudoepimastopora*, *Gyroporella*, *Clavaporella*, *Anthracoportella*. В единичных экземплярах появляются красные водоросли *Suundukella*, проблематичные *Nuia* и *Sylvaella*. Заметим, что здесь, в отличие от первой постройки, анхикодиевые водоросли представлены крупными обломками, дазикладовые, напротив, раздроблены на мелкие фрагменты.

Таким образом, в формировании первой органогенной постройки в основном участвовали представители зеленых дазикладиевых водорослей, а во второй постройке доминируют виды анхикодиевых водорослей. В целом в видовом разнообразии преобладают зеленые дазикладовые водоросли родов *Epimastopora* и *Globuliferoporella*. Реже наблюдаются представители родов *Anthracoportella*, *Eugonophyllum*, *Anchicodium* и *Neoanchicodium*. Остальные рода встречаются единичными видами.

Смена во времени доминирующего комплекса зеленых водорослей происходит при изменении условий среды обитания. Возможные причины таких изменений были рассмотрены ранее в работах (Пономаренко, 2015; Ponomarenko, 2021) и, вероятно всего, обусловлены колебанием уровня моря и гидродинамики водной среды. На беспокойный гидродинамический режим также может указывать сильная раздробленность дазикладовых водорослей. Для всестороннего понимания механизмов таких изменений требуются более детальные литолого-геохимические исследования, которые будут рассмотрены в следующих работах.

### Обсуждение результатов

Анализ полученных авторами данных меняет представление о характеристике скелетных холмов. Определено, что в первой постройке преобладали представители дазикладовых водорослей, во второй — анхикодиевых.

При сравнении комплексов водорослей из ассельских массивных биогермных известняков Северного (обн. 28, р. Унья) и Среднего Урала (рр. Чусовая (обн. 61), Язьва (обн. 520), Косьва (обн. 205), Березовая (обн. 457))

(Чувашов, 1974) обнаружены общие виды: *Anthracoportella uralica* Tchuvashov, *A. spectabilis* Pia, *Gyroporella clavata* Tchuvashov, *Globuliferoporella angulata* Tchuvashov, *Gl. symmetrica* (Johnson), *Epimastopora piae* Bilgütay, *E. rolloensis* Rácz, *Pseudoepimastopora likana* (Kochansky et Herak), *Eugonophyllum johnsoni* Konishi et Wray, *Anchicodium funile* Johnson, *A. sindbadi* Elliott, *Ivanovia tenuissima* Khvorova, *Eflügelia johnsoni* (Flügel). В биокластовых разностях биогермных известняков Среднего Урала (р. Чигишан (обн. 88), обн. 480, 89, 99, 299) также встречены перечисленные общие таксоны. Отличительной особенностью среднеуральского комплекса является повышенное количество красных водорослей, в то время как в североуральском разрезе встречаются только их единичные экземпляры.

Изученные постройки по составу водорослей наиболее близки к представителям нижнепермских шиханов Куштау (Иванова, Кулагина, 2023) и Шахтау (Кулик, 1978) на Южном Урале. Среди них выделяются следующие ассельские общие рода и виды: *Tubiphytes* Maslov, *Anthracoportella spectabilis* Pia, *Gyroporella* sp., *Globuliferoporella symmetrica* (Johnson), *Epimastopora flügelii* Kulik, *E. alpina* Kochansky et Herak, *Pseudoepimastopora likana* (Kochansky et Herak), *Eugonophyllum konishii* Kulik, *E. johnsoni* Konishi et Wray, *Neoanchicodium catenoides* Endo. Эндемичный род *Mizzia*, который, согласно данным (Иванова, Кулагина, 2023; Кулик, 1978), довольно широко распространен в ассельских биогермах Южного Урала, не был обнаружен в наших образцах.

В результате проведенного сравнительного анализа были выявлены следующие общие таксоны: *Anthracoportella spectabilis* Pia, *Epimastopora flügelii* Kulik, *E. alpina* Kochansky et Herak, *Gyroporella clavata* Tchuvashov, *Globuliferoporella angulata* Tchuvashov, которые встречаются в ассельских породах Северного, Среднего и Южного Урала. Следовательно, перечисленные виды зеленых водорослей являются космополитными, но поскольку они встречаются и в вышележащих сакмарских отложениях на Южном Урале (Кулик, 1978; Иванова, Кулагина, 2023), то на данный момент можно говорить о возможном их корреляционном потенциале в других западноуральских разрезах на уровне нижнего отдела перми. Несомненно, этот важный факт подлежит дальнейшему уточнению.

### Выводы

Микроскопическое изучение остатков цианобактерий и известковых водорослей в породах из центральной части скелетных холмов в разрезе «Писаный Камень» позволило расширить их таксономический состав, определив среди них представителей трех родов цианобактерий, 12 родов зеленых водорослей трех семейств: *Dasycladaceae*, *Cyclocrinaceae*, *Anchicodiaceae*, двух родов красных водорослей и 4 рода водорослей неясного систематического положения.

Установлено преобладание дазикладовых водорослей в первой постройке и анхикодиевых во второй. Данная перестройка в альгологическом сообществе свидетельствует об изменении условий окружающей среды, а именно колебаниях уровня моря и усилении гидродинамики водной среды.

Выделенные водорослевые таксоны в изученном разрезе являются космополитными, и их можно ис-



пользовать для корреляции с другими нижнепермскими западноуральскими разрезами.

Авторы благодарят к. г.-м. н. Е. С. Пономаренко за материал, предоставленный для изучения, д. г.-м. н. А. И. Антошкину, к. г.-м. н. Е. С. Пономаренко и к. г.-м. н. В. А. Матвеева за консультации и рекомендации при написании этой статьи, а также рецензентов за конструктивные замечания и советы, которые способствовали улучшению статьи.

Исследования проводились в рамках государственного задания ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (№ ГР 122040 600013-9) и ИГТ УрО РАН (№ ГР 123011800010-5).

## Литература / References

- Антошкина А. И. Рифообразование в палеозое (на примере севера Урала и сопредельных территорий). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 303 с.  
Antoshkina A. I. Formation of the reefs in the Palaeozoic (northern part of the Urals and adjacent areas). Yekaterinburg: UB RAS, 2003, 303 pp. (in Russian)
- Варсановьева В. А. Предварительный отчет о работах 1927 г. в западной части юго-восточной четверти 121 листа // Тр. Всесоюз. геол.-разв. объедин., вып. 289А, 1933. С. 1—44.  
Varsanofieva V. A. Preliminary report on the geological investigation of the south-eastern part of the 124-th sheet of the general geological map of USSR (the basin of the Unia River). Proc. of the United Geological and Prospecting Service of the USSR, 289, 1933, pp. 1—44. (in Russian)
- Иванова Р. М. Фациальные сообщества фораминифер и водорослей визейского бассейна на восточном склоне Южного Урала // Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Урала. Свердловск, 1972. С. 20—35.  
Ivanova R. M. Facies communities of foraminifera and algae of the Visean basin on the eastern slope of the Southern Urals. Stratigraphy and foraminifera of the Lower Carboniferous of the Urals. Sverdlovsk, 1972, pp. 20—35 (in Russian)
- Иванова Р. М. Известковые водоросли карбона Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 244 с.  
Ivanova R. M. (2013). Carboniferous calcareous algae of the Urals. Ural Branch of RAS Publ., Yekaterinburg, 244 p. (In Russian)
- Иванова Р. М., Кулагина Е. И. Водоросли пермского шихана Куштау // Геологический вестник. 2023. № 2. С. 53—65. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-2-4  
Ivanova R. M., Kulagina E. I. Algae of the Permian shikhan Kushtau. Geologicheskyy vestnik, 2023, No. 2, pp. 53—65. (in Russian)
- Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность / И. К. Королюк, М. В. Михайлова, А. И. Равикович и др. М.: Наука, 1975. 236 с.  
Fossil organogenic structures, reefs, methods of their study and oil and gas potential. I. K. Korolyuk, M. V. Mikhailova, A. I. Ravikovich et al. Moscow: Nauka, 1975, 236 p. (in Russian)
- Калашников Н. В., Михайлова З. П. К стратиграфии верхнего карбона р. Уньи // Геология северо-востока европейской части СССР и севера Урала. Сыктывкар, 1971. С. 61—65. (Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР. Вып. 14).  
Kalashnikov N. V., Mikhailova Z. P. To stratigraphy of Upper Carboniferous of the Un'ya River. Geology of the North-Eastern Part of the European part of USSR, 14, 1971, pp. 55—65. (In Russian)
- Кордэ К. Б. Новые роды и виды известковых водорослей из каменноугольных отложений Северного Урала // Тр. МОИП, Сер. геол. Т. I. 1951. С. 175—182.  
Korde K. B. New genera and species of calcareous algae from coal deposits of the Northern Urals. Proc. MOIP, ser. geol., V. I, 1951, pp. 175—182. (in Russian)
- Королюк И. К. Органогенные постройки и рифовые формации палеозоя западного склона Южного Урала и Приуралья // Литология и палеогеография биогермных массивов. М.: Наука, 1975. С. 108—123.  
Korolyuk I. K. Organogenic structures and reef formations of Paleozoia of the western slope of the Southern Urals and the Urals. Lithology and paleogeography of bioherm massifs. Moscow: Nauka, 1975, pp. 108—123. (in Russian)
- Кулик Е. Л. Известковые зеленые (сифоновые) водоросли ассельского и сакмарского ярусов биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии, вып. 21. М.: Наука, 1978. С. 182—215.  
Kulik E. L. Calcareous green (siphonal) algae of the Asselian and Sakmarian stages of the Shakhtau bioherm massif (Bashkiria). Paleontology, 21, Moscow: Nauka, 1978, pp. 183—215. (in Russian)
- Кулик Е. Л., Королюк И. К., Раузер-Черноусова Д. М. К вопросу стратиграфического и фациального значения ассельских и сакмарских известковых водорослей (по материалам из биогермного массива Шахтау, Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии. М.: Наука, 1978. Вып. 21. С. 216—233.  
Kulik E. L. Korolyuk I. K., Rauser-Chernousova D. M. On the issue of stratigraphic and facies importance of Asselian and Sakmarian calcareous algae (based on materials from the Shakhtau bioherm massif, Bashkiria). micropaleontology, 21. Moscow: Nauka, 1978, pp. 216—233. (in Russian)
- Маслов В. П. Ископаемые известковые водоросли СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 300 с. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 160). Maslov V. P. Fossil calcareous algae of the USSR. Moscow: USSR AS, 1956, 300 p. (Proc. GIN USSR AS, 160). (in Russian)
- Пономаренко Е. С., Иванова Р. М. Генезис «червячковых известняков» в нижнепермской органогенной постройке Писаний Камень на р. Унье (Северный Урал) // Рифы и карбонатные псефитолиты: Материалы Всерос. литологического совещания. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 142—144.  
Ponomarenko E. S., Ivanova R. M. The genesis of a «worm-like limestones» in the Lower Permian organic buildups Pisanyi Kamen' at the Un'ya River (Northern Urals). Reefs and Carbonate Psefitoliths. Proceedings of All-Russian Lithologic conference. Syktyvkar, 2010, pp. 142—144 (in Russian)
- Пономаренко Е. С. Верхнекаменноугольно-нижнепермские карбонатные отложения западного склона Северного Урала. Сыктывкар: Геопринт, 2015. 177 с.  
Ponomarenko E. S. Upper Carboniferous-Lower Permian carbonate deposits of the western slope of the Northern Urals. Syktyvkar: Geoprint, 2015, 177 p. (in Russian)
- Равикович А. И. К характеристике биогермных фаций верхнего палеозоя в бассейне верхней Печоры (р. Унья)



- // Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1956. Т. XXXI (2). С. 36–59. Ravikovich A. I. To character of biohermal facies of the Upper Paleozoic in the Verkhnyaya Pechora River basin (Un'ya River). Bulletin of Moscow Society of Naturalists Geological Series, 31, 1956, pp. 37–59. (in Russian)
- Сандула А. Н. Нижнепермский рифогенный массив Писаный Камень (р. Унья, Северный Урал) // Геология рифов: Материалы междунар. совещ. Сыктывкар, Геопринт: 2005. С. 145–147.
- Sandula A. N. The Lower Permian Reefogenous massif «Pisaniy Kamen'» (Un'ya River, Northern Urals). Geology of reefs: Proceedings of the international symposium. Syktvykar: Geoprint, 2005, pp. 145–147. (In Russian)
- Чувашов Б. И. Водоросли девона, карбона и нижней перми Среднего и Южного Урала, их экология и стратиграфическое значение // Ископаемые водоросли СССР. М.: Наука, 1967. С. 125–130.
- Chuvashov B. I. Algae of the Devonian, Carboniferous and Lower Permian of the Middle and Southern Urals, their ecology and stratigraphic significance. Fossil algae of the USSR. Moscow: Nauka, 1967, pp. 125–130. (in Russian)
- Чувашов Б. И. Новый род позднепалеозойских красных водорослей // Палеонтологический журнал. 1971. № 2. С. 85–89.
- Chuvashov B. I. A new genus of Late Paleozoic red algae. Paleontological Journal, 1971, No. 2, pp. 85–89. (in Russian)
- Чувашов Б. И. Пермские известковые водоросли Урала // Водоросли, брахиоподы и миоспоры из пермских отложений западного Урала: Сборник по вопросам стратиграфии. № 20. Свердловск: УНЦ РАН, 1974. С. 3–76 (Труды Института геологии и геохимии Уральского научного центра АН СССР. Вып. 109).
- Chuvashov B. I. Permian calcareous algae of the Urals. Algae, brachiopods and myospores from the Permian deposits of the western Urals. Collection of articles on stratigraphy No. 20. Sverdlovsk: USC RAS, 1974, pp. 3–76 (Proc. of Institute geology and geochemistry of USC USSR AS, 109) (in Russian)
- Чувашов Б. И., Анфимов А. Л. Новые известковые водоросли среднего карбона — нижней перми Урала и Приуралья // Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ. Новосибирск: Наука, 1988. С. 54–70.
- Chuvashov B. I., Anfimov A. L. New calcareous algae of the middle carboniferous–Lower Permian of the Urals and the Urals. Calcareous algae and stromatolites (taxonomy, biostratigraphy, facies analysis). Novosibirsk: Nauka, 1988, pp. 54–70. (in Russian)
- Чувашов Б. И., Шуйский В. П. Стратиграфические и фациальные комплексы известковых водорослей палеозоя Урала // Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фациальный анализ). Новосибирск: Наука, 1988. С. 98–125.
- Chuvashov B. I., Shuysky V. P. Stratigraphic and facies assemblages of calcareous algae of the Paleozoic of the Urals. Calcareous algae and stromatolites (systematics, biostratigraphy, facies analysis). Novosibirsk: Nauka, 1988, pp. 98–125. (in Russian)
- Чувашов Б. И., Шуйский В. П., Иванова Р. М. Стратиграфические и фациальные комплексы известковых водорослей палеозоя Урала, in: Barattolo F., De Castro P., Parente M. (eds), Studies on fossil benthic algae. Boll. Soc. Paleont. Ital., 1993. Spec. Vol. 1, pp. 93–119.
- Ponomarenko E. S. Palaeoecological features of Lower Asselian (Lower Permian) carbonate skeletal mounds in the Pisaniy Kamen' section (Un'ya River, Northern Urals). Depositional Rec. 2021, 7. pp. 311–332. <https://doi.org/10.1002/dep2.141>

Поступила в редакцию / Received 31.10.2024