

ЗАГАЛЬНА ТА ІСТОРИЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 550.72:551.735.2 (477.6)

В. Дернов, магістр географії, вчитель
E-mail: slavianin2013@mail.ru
Македонівський навчально-виховний комплекс
вул. Ювілейна, сел. Македонівка, Луганська область, 92033, Україна

СТРОМАТОЛІТИ ІЗ БАШКИРСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.В. Огарем)

Вивчено унікальні кременисті строматоліти з вапняку G₂ моспинської світи верхнього башкиру Донбасу. В результаті детальних досліджень серед них виділено чотири морфотипи: пластовий, нодулевидний, стовпчастий не гіллястий та пластово-стовпчастий. Тут же встановлено згодом невеликі онколоти. Вивчені строматоліти за класифікацією, в основу якої покладено принципи ботанічної номенклатури, віднесено до класу стріолітів. В дану групу об'єднано строматоліти первинно кременистого складу.

Строматоліти, як правило, є індикаторами мілководних умов басейну, оскільки нормальний розвиток ціанобактерій можливий лише на невеликих глибинах. На мілководність умов утворення вапняку G₂ вказують також численні літо- та біофаціальні дані. Таким чином, вивчені біогенні структури утворилися в умовах верхньої частини субліторалі – за гарної аерації вод, на глибинах до 20 м. Широкий розвиток строматолітових споруд у вапняку різко контрастує з майже повною відсутністю в ньому коралів. Це свідчить про нестійку солоність води.

Частина палеоакваторії, де присутні кременисті строматоліти, відчувала періодичне значне, проте локальне, опріснення за рахунок проникнення великих об'ємів прісної води в морський басейн. Це відбувалося, можливо, на фоні порівняно значного випаровування. В результаті дії цих процесів вміст розчиненого кремнезему у водах різко підвищувався. Згодом, коли фактор опріснення вод припиняє діяти або/та концентрація кремнезему в воді падала за рахунок його зв'язування в строматолітових спорудах, ціанобактерії вже були не здатні осаджати SiO₂ і ріст строматолітів закінчувався.

Виникнення характерної шаруватої мікроструктури строматолітів пов'язане з фактором сезонності: світлі шари формувалися в умовах досить значної кількості опадів під час сезону дощів, а темні – протягом відносно сухої пори року.

Зважаючи на велике науково-просвітницьке значення та унікальність вивчених строматолітів, ми вважаємо, що деякі відслонення вапняку G₂ заслуговують набуття статусу природоохоронних об'єктів.

Ключові слова: строматоліти, кам'яновугільні відклади, Донецький басейн.

Постановка проблеми. Палеонтологічна вивченість кам'яновугільних відкладів Донецького басейну за рівнем є унікальною: починаючи з першої половини XIX століття кілька поколінь палеонтологів вивчали викопну фауну і флору карбону Донбасу. Виняткове багатство кам'яновугільного розрізу цього району залишками різноманітних морських та наземних організмів також мало значний вплив на розвиток палеонтологічних досліджень. Незважаючи на це, деякі групи організмів (голкошкіри, членистоногі, риби), окремі інтервали розрізу (наприклад, верхня частина араукаритової світи) та значні за площею частини Донецького басейну (Нагольний кряк) є все ще недостатньо дослідженими. Слід також зазначити, що вказаний район є зручним полігоном вивчення тафonomії та екології викопних фаун та флор. Можливість подібних досліджень забезпечує повнота та поліфаціальність розрізу, а також детальна літологічна, палеогеографічна та стратиграфічна вивченість кам'яновугільних відкладів.

В останній час спостерігається посилення зв'язків між окремими науками та розширення об'єктів їх дослідження. Зазначене в повній мірі стосується і палеонтології. Наприклад, в її структурі порівняно нещодавно виник напрямок, який дістав назву "бактеріальна палеонтологія" [16]. Перші здобутки цієї "малої науки" (за С.В. Мейеном), яка займається вивченням викопних бактерій та продуктів їх життєдіяльності, вже дозволили на новому підґрунті оцінити значення палеонтології для седиментології та інших геологічних наук [16]. Нажаль, кам'яновугільні відклади Донецького басейну є майже не дослідженими в цьому відношенні.

В ході вивчення середньокам'яновугільних відкладів, поширених в мікроріччі Великої Кам'янки та Вільхової (праві притоки Сіверського Дінця), нами знайдено утво-

рення, інтерпретовані як строматоліти – фосилізовані колонії ціанобактерій [12, 13]. Вони приурочені до вапняку G₂, який залягає у середній частині моспинської світи (зуївський горизонт, каляльський регіоарус – рис. 1). Строматоліти Донбасу майже не вивчені (наприклад, в узагальнюючих роботах, присвячених строматолітам верхнього палеозою колишнього СРСР [6, 20] немає жодної згадки про Донбас), тому отримані дані мають важливе наукове значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Строматоліти раніше відзначалися в кам'яновугільних відкладах Донбасу В.Є. Поляковою [15], яка вказала на присутність в серпуховських відкладах строматолітових споруд, приурочених до "фації строматолітових лагун". О.І. Берченко відзначала в турнейських відкладах Південного Донбасу дрібні "жовна" синьо-зелених водоростей, поширених серед відкладів мілководного морського басейну з порушеним сольовим режимом [2]. В.В. Огар в роботі [21] описав органогенні (в тому числі строматолітові) споруди карбону Донецького басейну.

Матеріал та методика. Вапняк G₂ вивчено по 12 відслоненням (Рис. 2), розташованих в околицях с. Македонівка Лутугинського району Луганської області. Дослідження проводилися нами протягом польових сезонів 2006-2016 рр. На біогенну природу прошарків кременів у вапняку звернув нашу увагу канд. геол.-мін. наук М.І. Удовиченко (Луганськ). Моспинська світа в районі досліджень представлена потужною (650-700 м) товщею циклічного перешарування пісковиків (близько 37 % розрізу), алевролітів (35,7 %), глинистих сланців (26 %) з рідкісними прошарками вапняків (0,9 %) та кам'яного вугілля (0,33 %). В південному та південно-східному напрямках відклади світи заміщуються переважно глинистими відкладами д'яківської серії.

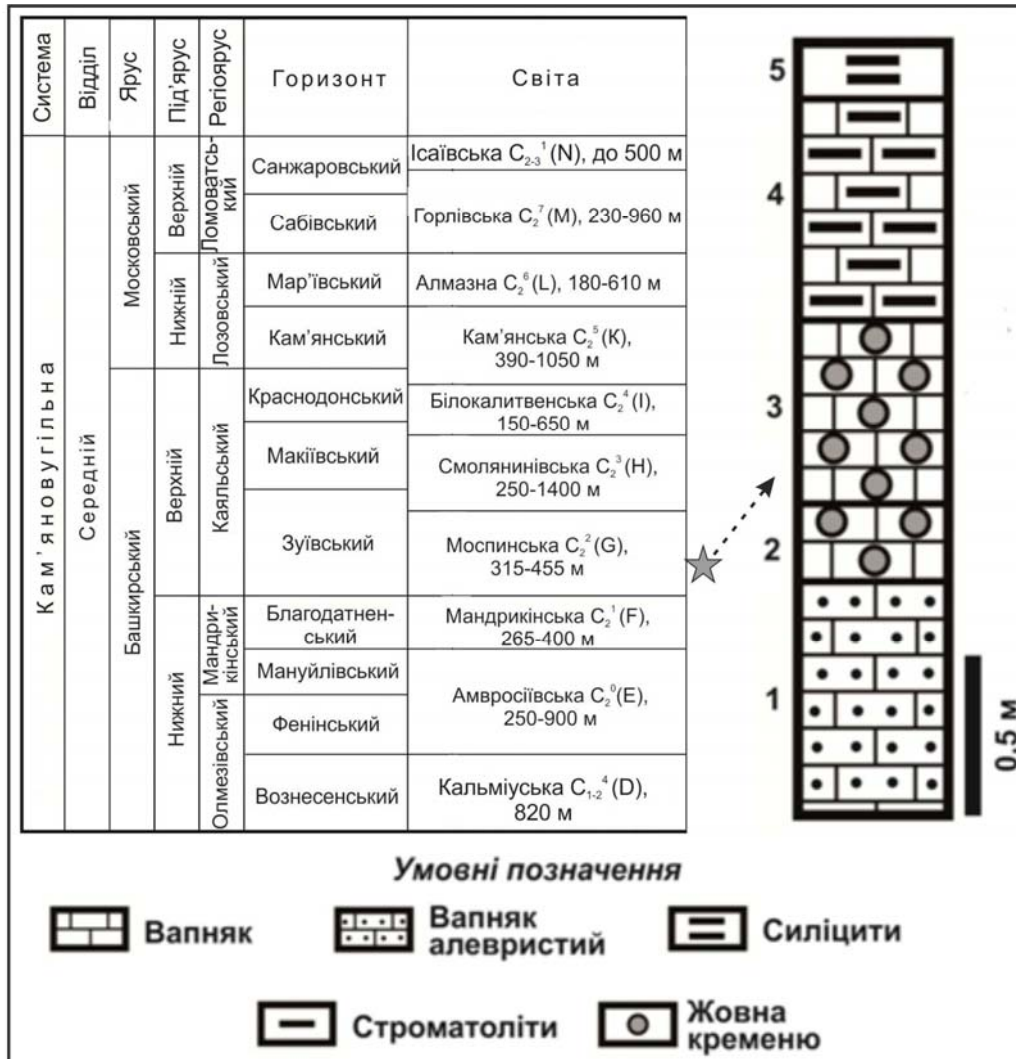


Рис. 1. Стратиграфічне положення та будова вапняку G2 біля с. Македонівка

Викладення основного матеріалу. Нижче описуємо розріз вапняного шару G2 по місцезнаходженню № 12, де він представлений найкраще (знизу догори):

1. Вапняк коричнево-жовтий, сильно забруднений алевритовим матеріалом (місцями вапняк заміщується вапнистим алевролітом), плитчастий, злегка біотурбований, горизонтально- та хвилястощаруватий. Спостерігаються скупченнями слюди на поверхнях нашарування. Відзначено рештки брахіопод, цефалопод, криноїдей, які інколи утворюють невеликі скупчення. Також присутні іхрофосилії (*Zoophycos isp.*, *Nereites isp.*, мікропроліти та ін.). У верхній частині шару вапняк набуває темно-сірого кольору. Контакти поступові. Товщина – 0,7 м.

2. Вапняк жовтий та жовтувато-бурий, міцний, при ударі молотком розсипається на кутасті гострі уламки. Дуже рідко зустрічаються дрібні (до 30 мм) жовна чорного халцедону та гнізда білого кальциту. Встановлено рештки беззамкових і замкових брахіопод, гастропод, цефалопод та криноїдей. Верхній контакт поступовий. Товщина – 0,15-0,30 м.

3. Вапняк жовтувато-сірий, товстоплитчастий, слабо алевритистий, місцями злегка окременілий. Знайдено фрагменти колоній моховаток, черепашки брахіопод та рідкісні членики криноїдей. Скам'янілості зустрічається у вигляді невеликих скупчень на поверхнях нашарування. Відмічено рідкісні іхрофосилії *Zoophycos isp.* Верхній контакт поступовий. Товщина – 0,55 м.

4. Вапняк темно-сірий (Рис. 3, фіг. 1), майже чорний, товстоплитчастий, щільний. Спостерігаються численні строматолітові споруди (особливо у верхній частині шару). У вигляді окремих гнізд в невеликих заглибинах в тілі строматолітових споруд та між ними трапляються скупчення колоній моховаток, черепашок брахіопод, гастропод, цефалопод та члеників криноїдей. Розсіяно, окрім вище згаданих, зустрічаються залишки коралів, пелеципод і риб. Фосилії інколи утворюють валики, намиті хвилями. Дуже рідко спостерігаються невеликі брахіоподові банки, утворені черепашками продуктид. Верхній контакт порівняно різкий, дуже нерівний (інколи він досить "розпливчастий"). Товщина – 0,7 м.

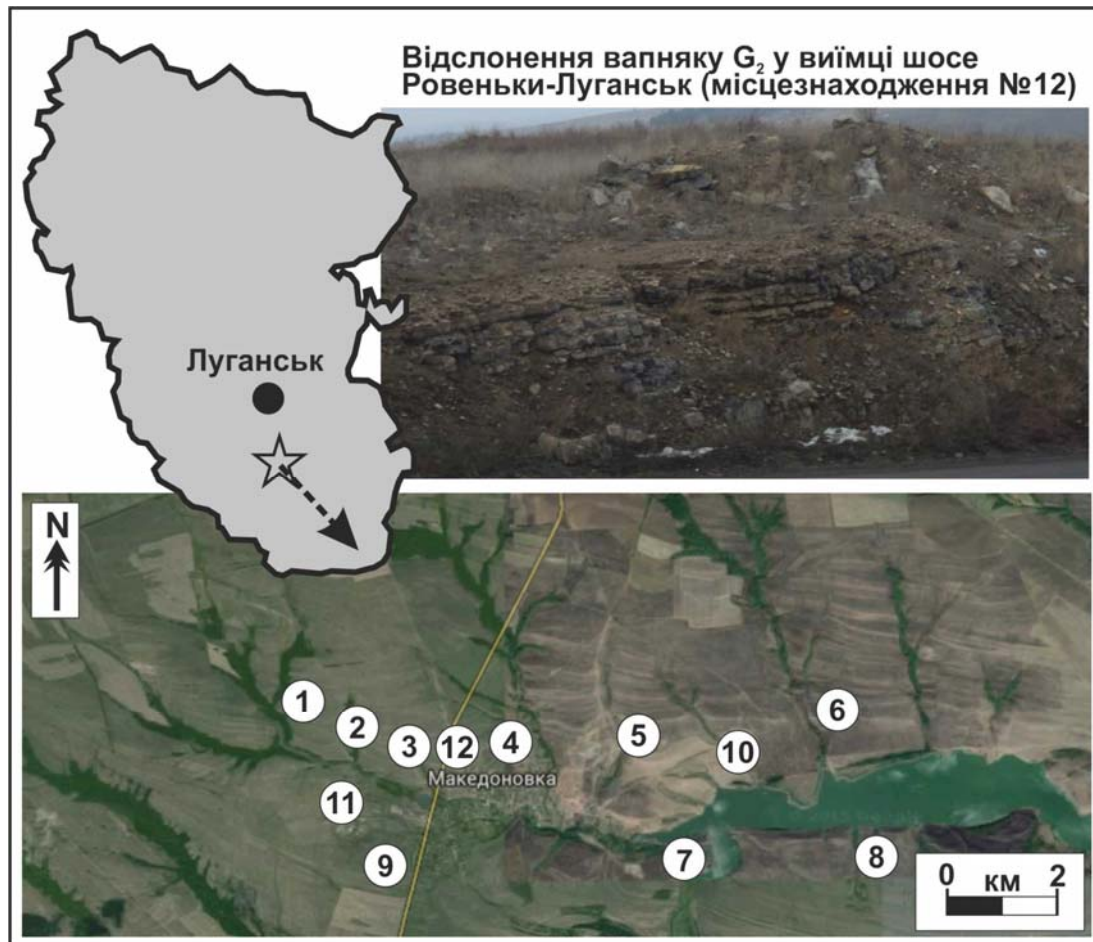


Рис. 2. Географічне положення району досліджень, розташування вивчених відслонень (космічний знімок з ресурсу Google Maps) та фото місцезнаходження № 12 (нумерація відслонень відповідає їх номерам в тексті)

5. Силіцити чорні, при вивітрюванні – жовто-коричневі та сірувато-жовті, міцні. В деяких місцях розрізняється характерна строматолітова мікросхарувата структура. Спостерігаються тонкі невитримані прожилки кварцу та проблематичні фосилії у вигляді ниток та смужок, довжиною до 30 мм. Рештки макрофауни зустрічаються дуже рідко (знайдено одну рогозу та черепашки замкових брахіопод). Карбонат кальцію скелетних рештків заміщено кремнеземом. Верхній контакт різкий, хоча інколи перехід силіцитів у вищезалігаючі кременисті пісковики досить поступовий. Локально (наприклад, в західній частині місцезнаходження № 12) дані силіцити відсутні і вищезалігаючі пісковики пластуються безпосередньо на вапняку. Товщина – 0,20-0,25 м.

Перекриваються силіцити пісковиком. Внизу він бурувато- та жовтувато-сірий, дрібнозернистий, міцний, кременистий, із рештками брахіопод, риб, моховаток та фітофосиліями (товщина – 0,3 м). У верхній частині пісковик бурувато-жовтий та сірий, тонкозернистий, алевристий, тонкоплитчастий, горизонтальношаруватий, слабо біотурбований, слюдистий, з ядрами черепашок гастропод (товщина – 0,5 м). На деяких місцезнаходженнях пісковик стає бурувато-сірим, тонкозернистим, алевристим, плитчастим, з рідкісними скупченнями на площинах нашарування фрагментів стебел криноїдей та черепашок пелеципод. У всій товщі відзначено іхнофосилії *Zoophycos ispr.* На місцезнаходженні № 9 пісковик заміщується світло-сірим карбонатним пісковиком/піщаним вапняком із рідкісними залишками брахіопод,

членами криноїдей та іхнофосиліями *Zoophycos ispr.* Пісковики та силіцити мають поступовий контакт.

Підстеляється вапняк пісковиком жовтувато-бурим та сірим, слюдистим, плитчастим, хвилясто- та горизонтальношаруватим, в нижній частині – інтенсивно біотурбованим. У вигляді невеликих скупчень на поверхнях нашарування несуттєво біотурбованих прошарків пісковика рідко спостерігаються рештки брахіопод, пелеципод та гастропод. В біотурбованих пісковиках макрофауна майже не зустрічається. Верхній контакт поступовий. Товщина – 1,0-1,2 м.

Дещо нижче вапнякового шару залягають алевроліти та глинисті сланці із рештками амоноїдей родів *Gastrioceras Hyatt, 1884* та *Branneroceras Plummer et Scott, 1937*, що чітко вказують на приналежність відкладів моспінської світи до пізньобашкирської амоноїдної генозони *Branneroceras–Gastrioceras*.

Строматоліти відзначені не на всіх вивчених відслоненнях вапняку G2. На місцезнаходженні № 9 строматоліти не встановлені. На місцезнаходженні № 11 знайдено рідкісні строматолітові споруди, що неконтрастно проявлені на фоні породи. На сході території досліджень (в районі с. Паліївка, Лутугинський район) строматоліти в складі вапнякового шару не встановлені, хоча на місцезнаходженні № 7 у вапняку спостерігаються невеликі строматоліти та силіцити (шар № 5). Вони ж відзначені на місцезнаходженнях 5 та 10. Тут будова верхньої частини вапнякового шару дещо відрізняється від вищеописаного розрізу, тому ми зупинимося детально на її описі (знизу догори):

А. Вапняк сірий, міцний. Спостерігаються дрібні (до 0,07 м) строматоліти. Видима товщина – 0,2 м.

В. Вапняк з численними строматолітовими спорудами. Товщина – 0,6 м.

С. Вапняк сірий, міцний, без строматолітів. Товщина – 0,1-0,2 м.

Д. Пластовий строматоліт, представлений сіривато-жовтим кременем. Спостерігається чітка стрічкова мікроструктура. Верхній контакт досить рівний; нижній – дуже нерівний. Товщина – 0,15 м.

Е. Вапняк з дрібними рідкісними нодулевидними строматолітами, розміром до 0,05 м; контакт з силіцитами нерівний. Товщина – 0,1 м.

Ф. Силіцити бурувато-сірі, жовтувато-сірі та жовтувато-коричневі. Нижня частина шару, очевидно, менш кремнеземиста, так як легше піддається денудації. Товщина – 0,3 м.

Силіцити шару F відповідають шарові № 5 розрізу по місцезнаходженню № 12. Шари А-Е є аналогами шару № 4 вищезазначеного місцезнаходження.

На заході району досліджень (околиці сел. Червона Поляна, Антрацитівський район) гарних відслонень вапняку не виявлено, хоча на старому ріллі в 6 км західніше окраїни с. Македонівка, а також на ґрунтовій дорозі, що веде в сел. Червона Поляна з шосе Ровеньки-Луганськ нами відзначалися великі брили вапняку G2 з прошарками і лінзами темних кременів. На місцезнаходженні № 1 у вапняку строматоліти зустрічаються порівняно часто. На півночі вивченої території (в 2 км північніше місцезнаходження № 4) по висипкам встановлено, що вапняк містить рідкісні строматоліти, які неоконтрастно виділяються на породі. Втім, брили вапняку могли бути привезені сюди в ході будівництва шосе Ровеньки-Луганськ. На відслоненнях 3-5 та 12 відзначено різні морфотипи строматолітів. Тут вони інколи складають до 40-60 % об'єму породи шару № 4. В опорному розрізі моспінської світи по балці Рудяній в околицях с. Іллірія (в 30 км на північний захід від с. Македонівка) вапняк G2 відсутній. По балці Кручик – стратотипові зуйвського горизонту (околиці с. Грабове, Шахтарський район Донецької області), у жодному вапняку строматоліти не встановлені [14]. Таким чином, строматоліти у вапняку G2 характерні лише для обмеженого району у верхів'ях Великої Кам'янки.

Строматоліти зустрічаються виключно у шарі № 4, де представлені, за класифікацією запропонованою в роботі [16], пластовим, нодулевидним (рос. "желваковым"), стовпчастим не гіллястим та стовпчато-пластовим типами. Складені строматоліти чорними кременем, проте зустрічаються ділянки більш або менш збагачені кремнеземом. Часто окремі шари строматоліту, що, як правило, забарвлені в більш світлі тони (бурувато-сірі, жовтувато-сірі) слабо реагують з соляною кислотою, тобто містять в своєму складі карбонат каль-

цію. Такі шари гарно вирізняються на звітреній поверхні строматоліту завдяки частим дрібним порам, що виникли, внаслідок розчинення CaCO₃. На фоні вапняку, як правило, виділяється лише найбільш мінералізована осьова (для стовпчастих споруд) та серцевинна (для нодулевидних та пластових) частини строматоліту. Периферійні частини строматолітів, як правило, мають вигляд своєрідного ореолу, що оточує серцевину споруди. Ця обставина створює враження нечіткої межі строматоліту та вапняку.

Мікроструктура (Рис. 3, фіг. 7, 10, 11) строматолітів представлена стрічковим типом, утвореним чергуванням світлих (у звітреному стані – світло-сірих, жовтувато-сірих, брудно-білих та світло-сірих) і чорних та темно-сірих шарів, товщиною 0,5-7 мм та 0,2-0,4 мм відповідно. Темні шари, вірогідно, збагачені органічною речовиною, в той час як світлі – майже виключно мінеральні. Мікроструктура спостерігається лише на досить звітрених ділянках строматолітів. На свіжому зламі вона майже не проглядається. Проте, навіть в межах одного приблизно рівномірно звітреного строматоліту вона спостерігається не скрізь – на деяких ділянках її не видно. Відзначимо, що найбільш чітка мікроструктура спостерігається в строматолітах, що залягають в верхній частині шару № 4; в строматолітах нижньої та середньої частини вказаного шару, як правило, мікроструктура не спостерігається навіть на сильно звітрених зразках.

В тілі строматолітових споруд інколи зустрічаються залишки морської фауни (фрагменти черепашок брахіопод, членики стебел криноїдей та ін.), захоплені з осаду в процесі росту ціанобактеріальних матів. В деяких випадках органічні рештки безпосередньо впливали на ріст та морфологію ціанобактеріальних матів. Наприклад, характерна кільцеподібна форма одного зі строматолітів виникла внаслідок обмежувальної ролі стулки черепашки брахіоподи, яка тісно прилягала до ціанобактеріального мату. На контактні нижньої поверхні строматолітів та вапняку часто спостерігаються скупчення дрібного мушлевого детриту. В одному випадку, в центральній частині сильно звітреного стовпчастого строматоліту, нами спостерігалась округла в поперечному перетині трубочка, діаметром 4 мм і довжиною 40 мм. Вона перетинає строматоліт від нижньої поверхні до верхньої перпендикулярно відносно площини накопичення осаду. Судячи з усього, вона є найбільш мінералізованою осьовою частиною строматоліту, яка не зруйнувалася під дією ерозії, на відміну від сусідніх частин споруди. Крім того, вертикальна жилка темного халцедону (?), потужністю 3 мм і видимою протяжністю 45 мм була знайдена нами в осьовій частині невеликого стовпчастого строматоліту. Інколи в тілі малопотужних пластових строматолітів спостерігаються різкі депресії, які, очевидно, повторюють незначні нерівності морського дна.

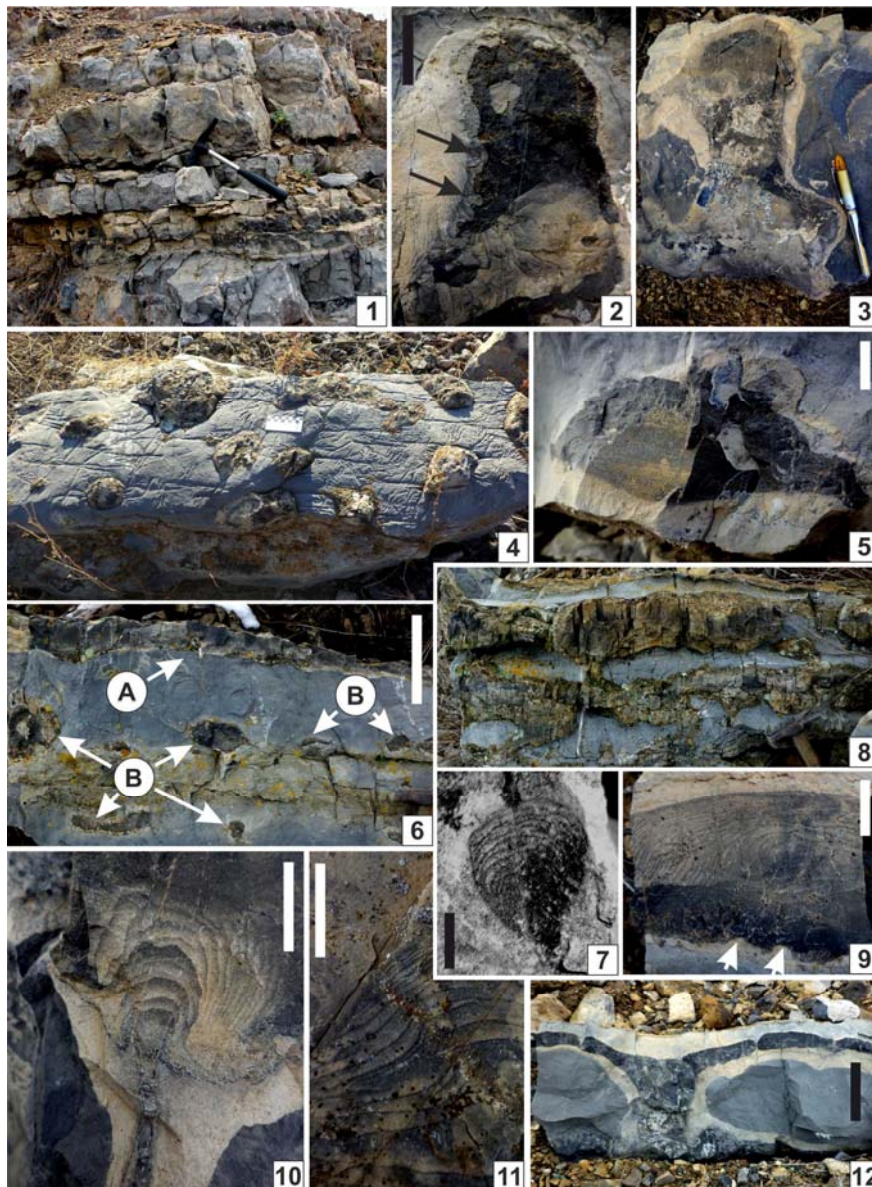


Рис. 3. Вапняк G2 та морфологічні особливості строматолітів

Фіг. 1. Вапняки шару № 4: місцезнаходження № 12. Фіг. 2. Стовпчастий не гіллястий строматоліт, стрілками показано виїмки та "кишені" на боковій поверхні строматоліту: місцезнаходження № 12, довжина відрізка – 4 см. Фіг. 3. Стовпчастий не гіллястий строматоліт: місцезнаходження № 12. Фіг. 4. Верхня поверхня сильно звітреного блоку вапняку G2 з порівняно великими нодулевидними строматолітами: місцезнаходження № 12, довжина лінійки – 10 см. Фіг. 5. Нодулевидний строматоліт: місцезнаходження № 12, довжина відрізка – 2 см. Фіг. 6. Строматоліти на боковій поверхні блоку вапняку G2 (шар № 4): пластовий строматоліт (А) та нодулевидні строматоліти (В), місцезнаходження № 3, довжина відрізка – 15 см. Фіг. 7. Онколіт (?): місцезнаходження № 4, довжина відрізка – 1 см. Фіг. 8. Строматоліт на боковій поверхні сильно звітреного вапняку (шар № 4): місцезнаходження № 12. Фіг. 9. Деталь будови нодулевидного строматоліту, стрілками вказані виїмки та "кишені" на поверхні споруди: місцезнаходження № 12, довжина відрізка – 2 см. Фіг. 10, 11. Деталі будови строматолітів: місцезнаходження № 12, довжина відрізків на всіх фігурах – 1 см. Фіг. 12. Пластово-стовпчастий строматоліт: місцезнаходження № 12, довжина відрізка – 5 см.

Як відзначає І.М. Крилов [7], переважна більшість строматолітів (90-95 %) складена карбонатними мінералами. Окрім них відомі строматоліти фосфатного, сульфідного, сульфатного складу, а також утворені оксидами і гідроксидами заліза та кремнеземом. Таким чином, зважаючи на кременистий склад строматолітів, можемо стверджувати, що виявлені нами біогенні утворення є досить рідкісним геологічним явищем. Вивчені строматоліти за класифікацією, в основу якої покладено принципи ботанічної номенклатури, повинні бути віднесені до класу стіріолітів [11]. В дану групу об'єднано строматолітофітини (розглядаються у ранзі підряду) первинно кременистого складу. Термін "стіріоліт" вперше використав М. Уолтер для водоростево-бакте-

ріальних кременистих споруд з термальних джерел та гейзерів національного парку Йеллоустоун (США) [18]. Подібні утворення досить поширені в докембрійських відкладах Канади, Австралії, Китаю, Карелії та інших регіонів [18]. Відомі також стіріоліти, приурочені до напрочуд глибоководних океанічних областей (наприклад, споруди в зоні дії "чорних курців") [18]. Як буде показано нижче, опираючись на результати проведених досліджень, можемо стверджувати, що строматоліти первинно кременистого складу можуть утворюватися не тільки в зоні розвантаження гідротерм.

Розглянемо вивчені споруди. Пластові строматоліти (Рис. 3, фіг. 6, 8) поширені у верхах шару № 4. В найвищій його частині спостерігається досить потужна

пластова строматолітова споруда товщиною 0,15-0,25 м і протяжністю як мінімум 6 км (місцезнаходження № 1 – крайня західна точка, де зафіксовано цей шар, а № 5 – східна). Нижче неї пластові строматоліти мають скромніші габарити – протяжність до перших сотень метрів, частіше десятки метрів, при потужності декілька сантиметрів. В деяких місцях (місцезнаходження № 12), згадана строматолітова споруда, судячи з усього, розщеплюється на декілька пластових строматолітів. Верхня поверхня пластових строматолітів горбаста та гребінчаста.

Нодулевидні строматоліти представляють собою еліпсоїдальні та округлі в перпендикулярному перетині тіла (Рис. 3, фіг. 4-6, 9; рис. 4). Загальна їх форма – бульбоподібна, субсферична, куполовидна, інколи лінзовидна. Розміри: діаметр 3-30 см, висота 1-20 см.

Стовпчасті не гіллясті строматоліти (Рис. 3, фіг. 2, 3; рис. 4) поширені у верхній третині шару № 4. Вони мають форму високих тупоконічних споруд, "веж" з округлою вершиною та ін. Поперечний перетин їх округлий. Стінки немає. В їх основі, як правило, залягає пластовий строматоліт.

Пластово-стовпчасті строматоліти (Рис. 3, фіг. 12; рис. 4) можна описати як поєднання двох пластових строматолітів з тонкою перетинкою у вигляді стовпчастої строматолітової споруди. Висота їх – 8-30 см. Виникнення такого типу споруд може бути пов'язане з характером динаміки водного середовища. Як відомо, різні типи строматолітів формуються за конкретної активності водної маси [9,18]. Утворення пластово-стовпчастих строматолітів могло бути викликане різкою зміною гідродинамічних умов. Споруди описаної форми зустрічаються групами на одному рівні в товщі вапняку.

В деяких частинах шару № 4 знайдено утворення, схожі на онколіти (Рис. 3, фіг. 7). Вони сферичної форми, мають невеликі розміри (до 2 см) та чітку концентричну структуру; зустрічаються у вапняку G2 дуже рідко. Відзначимо, що дані утворення можуть також бути горизонтальними зламами невеликих стовпчастих строматолітів.

На верхній поверхні серцевини деяких жовноподібних строматолітів та на бокових сторонах стовпчастих спостерігаються невеликі "кишені" та виїмки (Рис. 3, фіг. 2, 9), природа яких не з'ясована.

Строматолітові споруди поширені у товщі вапняку наступним чином. В самому низу шару № 4 знайдені лише невеликі нодулевидні строматоліти. Вище з'являються невитримані по простяганню пластові та невисокі стовпчасті та пластово-стовпчасті строматоліти. В найвищій частині шару, як вже вказувалося, спостерігається витримана як мінімум на 6 км пластова строматолітова споруда (по суті – строматолітовий біостром), потужністю 0,15-0,25 м. Ще вище спостерігається шар чорних силіцитів, інтерпретованих нами також як строматолітовий біостром. В цілому, слід відмітити, що строматоліти на найкращих відслоненнях вапняку (місцезнаходження № 12 та 10) переважно сконцентровані в три прошарки, найвищим з яких є вже згадана витримана на кілометри пластова строматолітова споруда.

Обговорення результатів. Сучасні ціанобактерії існують в морських та прісних басейнах на глибинах до 150 м (переважно 0-20 м), займаючи при цьому найбільш непридатні для життя екологічні ніші. Вони можуть переносити екстремальні температури, значну солоність та, навпаки, опрісненість вод. Деякі ціанобактерії живуть у ґрунті [10, 16, 18].

Строматоліти, як правило, є індикаторами мілководних умов басейну, оскільки нормальний розвиток ціанобактерій можливий лише на невеликих глибинах [18]. На мілководність умов утворення вапняку G2 вказують також знаки хвиль, фрагментарність органічних залишків та ін. Таким чином, опираючись на дані літо- та біофаціального аналізу, можемо стверджувати, що описані нами строматоліти утворилися в умовах верхньої частини субліторалі – за гарної аерації вод, на глибинах до 20 м.

Широкий розвиток строматолітових споруд у вапняку G2 різко контрастує з майже повною відсутністю в ньому коралів (в результаті тривалих багаточасових пошуків, нами знайдено залишки всього шести екземплярів ругоз). Це свідчить про несприятливі умови існування коральної фауни. Найвірогіднішою причиною, що зробила майже неможливим розвиток коралів була, як ми гадаємо, нестійка солоність води. Додатково на це вказує приуроченість більшості сучасних строматолітів саме до водойм з порушеним сольовим режимом [16], а також присутність беззамкових брахіопод і збіднений комплекс нормально-морської фауни: замкових брахіопод, цефалопод та криноїдей.

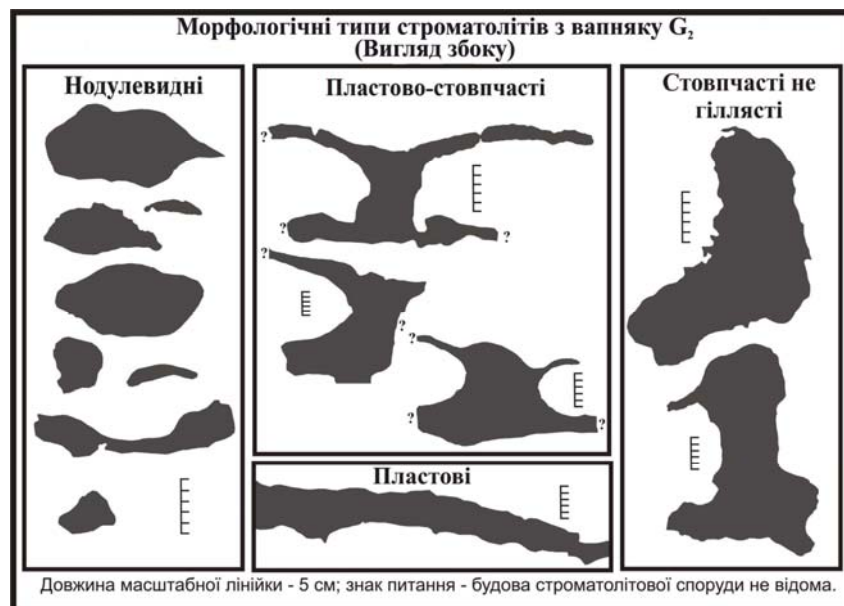


Рис. 4. Морфотипи строматолітів

За даними академіка М.М. Страхова [17], для біогенного осадження кремнезему з морської води, потрібно аби його концентрація була значно більшою рівня насичення (100-120 мг/л). Виникає закономірне питання: де джерело кремнезему, що складає строматоліти? Слід відкинути гідротерми як потенційних поставників кремнезему, так як будь-яких слідів їх дії не виявлено. Апвелінг як механізм збагачення вод SiO₂ неприйнятний, оскільки ряд характерних рис, притаманних відкладам, що утворилися таких умовах (багатство біоценозів і, відповідно, ориктоценозів, збагаченість осадів органічною речовиною та ін.), у вапняку відсутні. Відомо, що кількість кремнезему в прісних водах сучасних водойм значно вище, ніж в морських (10-20 мг/л проти 0,5-2 мг/л) [1, 3, 17]. Залишається припустити, що частина палеоакваторії, де присутні кременісті строматоліти, відчувала періодичне значне, проте локальне, опріснення за рахунок проникнення великих об'ємів прісної води в морський басейн. Це відбувалося, можливо, на фоні порівняно значного випаровування. В результаті дії цих процесів вміст розчиненого кремнезему у водах різко підвищувався. Згодом, коли фактор опріснення вод припливав діяти або/та концентрація кремнезему в воді падала за рахунок його зв'язування в строматолітових спорудах, ціанобактерії вже були не здатні осаджати SiO₂ і ріст строматолітів закінчувався. Таким чином, в результаті трансгресії, яка, внаслідок коливального характеру тектонічних рухів, розгорталась стрибкоподібно (етапи її розвитку чітко фіксуються прошарками строматолітових споруд, які маркують короткочасні перерви в седиментації), виникли умови, коли під час відносного затухання низхідних рухів, з прилягаючої суші постачалися великі об'єми прісних вод. Важливим фактором розвитку ціанобактеріальних матів було уповільнення темпів накопичення осадів. В зв'язку з цим спостереженням, слід зазначити, що в районах з більш глибоководними умовами накопичення осадів і більш низькими швидкостями седиментації, розташованими на південь та південний схід від території досліджень, у вапняку G2 та породах, що його заміщують, судячи з усього, слід очікувати присутність прихованих короткочасних перерв.

Особливості вертикального розповсюдження строматолітів, а саме переважно їх групування в три прошарки, може свідчити про три епізоди суттєвого опріснення вод, пов'язаних з ритмічністю невстановленої тривалості. Характер поширення строматолітів конкретних морфотипів в розрізі можна пояснити поступовим розгортанням умов, сприятливих для розвитку ціанобактеріальних спільнот. Часта відсутність чіткої мікроструктури в строматолітах нижньої частини шару № 4 також свідчить про мало сприятливі умови існування ціанобактеріальних спільнот під час накопичення осадів вказаної частини вапняку. Поступовий контакт між шарами вапняку свідчить про поступовий характер зміни умов накопичення осадів. Чорні силіцити шару № 5, очевидно, відповідають кульмінаційному моменту трансгресії і відображають найзначніше опріснення води. Вони є дуже витриманими по площі і відзначені нами майже на всіх вивчених місцезнаходженнях (окрім № 9 та частково 12). Описаний шар, є нічим іншим, як строматолітовим біостромом, що лише місцями зберіг чітку мікроструктуру. Кременістий пісковик, що перекриває вапняк вже знаменує початок регресії, причому кременістість та особливості фауни (переважання в ориктоценозі евригалінних беззамкових брахіопод та хонетид) свідчать також про понижену солоність вод басейну.

Вважається, що виникнення характерної шаруватої мікроструктури строматолітів пов'язане з фактором се-

зонності [5, 12]. Таким чином, приймаючи дане твердження, можемо припустити, що світлі шари строматолітів формувалися в умовах досить значної кількості опадів під час сезону дощів, а темні – протягом відносно сухої пори року.

Висновки. В результаті проведених досліджень вивчено кременісті строматоліти у вапняку G2 моспінської світи Донбасу. Умовами, що спровокували утворення строматолітів були: зменшення активності водної маси, уповільнення темпів седиментації, а також епізоди короткочасного опріснення морських вод, що розвинулися на фоні прогресуючої трансгресії.

Зважаючи на велике науково-просвітницьке значення та унікальність вивчених строматолітів, ми вважаємо, що відслонення вапняку G2 заслуговує набув статусу природоохоронного об'єкту. В його якості може бути виділено місцезнаходження № 12. Крім того, на нашу думку, цікаво було б дослідити вищеописані біогенні споруди з допомогою СЕМ, так як саме кременісті строматоліти, завдяки дуже швидким темпам мінералізації ціанобактеріальних матів, дозволяють отримати для вивчення залишки цінної унікальної збереженості [4, 8, 19].

Подяки. В ході польових досліджень та при підготовці даної роботи значну допомогу надав канд. геол.-мін. наук М.І Удовиченко (Луганськ), за що я йому щиро вдячний. За критичні зауваження щодо результатів дослідження та тексту статті дякую докт. геол. наук В.В. Огару (Київ).

Список використаних джерел

1. Айлер Р. Химия кремнезема. Т. 2. / Р. Айлер – М.: Мир, 1982. – 712 с.
2. Берченко О.И. О фацциальной приуроченности известковых водорослей в турнейских отложениях Донбасса / О.И. Берченко // Геологический журнал. – 1976. – Т. 36. – Вып. 5. – С. 96-104.
3. Волохин Ю.Б. Мезозойское и кайнозойское кремнеземакпление в окраинных бассейнах Востока Азии / Ю.Б. Волохин. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – 434 с.
4. Гордова В.С. Основы биосилификации (обзор литературы) / В.С. Гордова, С.П. Сапожников, В.Е. Сергеева, П.Б. Карышев // Вестн. Чувашского ун-та. – 2013. – № 3. – С. 401-409.
5. Крылов И.Н. На заре жизни / И.Н. Крылов. – М.: Наука, 1972. – 106 с.
6. Крылов И.Н. Строматолиты рифа и фанерозоя СССР / И.Н. Крылов. – М.: Наука, 1975. – 245 с.
7. Крылов И.Н. Строматолиты (природа и принципы классификации) / И.Н. Крылов // Известковые водоросли и строматолиты. Систематика, биостратиграфия, фациальный анализ. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 132-140.
8. Крылов И.Н. Окремнение: вечные препараты / И.Н. Крылов, В.К. Орлеанский, Н.С. Тихомирова // Природа. – 1989. – № 4. – С. 73-78.
9. Литвинова Т.В. Взаимодействие биотических и абиотических событий в процессе формирования строматолитовых рифов / Т.В. Литвинова // Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. – 2014. – № 3. – С. 154-160.
10. Лучинина В.А. Синезеленые водоросли (Cyanobacteria) / В.А. Лучинина // Ископаемые известковые водоросли. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 12-38.
11. Макарихин В.В. Классификация фитогенных построек / В.В. Макарихин, П.В. Медведев // Проблемы систематики и эволюция органического мира. Тез. докл. XLIII сессии ВПО. – 1997. – С. 42-43.
12. Маслов В.П. Строматолиты (их генезис, метод изучения, связь с фациями и геологическое значение на примере ордовика Сибирской платформы) / В.П. Маслов. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 188 с.
13. Орлеанский В.К. Строматолиты – живые буквы каменной летописи Земли / В.К. Орлеанский, М.Е. Раабен // Природа. – 1998. – № 11. – С. 68-85.
14. Полетаев В.И. Стратотипы региональных стратиграфических подразделов карбону і нижньої пермі Доно-Дніпровського прогину / В.И. Полетаев, М.В. Вдовенко, О.К. Щоголев та ін. – К.: Логос, 2011. – 236 с.
15. Полякова В.Е. Влияние абиотических и биотических факторов на состав и облик позднесерпуховских кораллов Донецкого бассейна / В.Е. Полякова // Палеонтология и реконструкция геологической истории палеобассейнов. – Л.: Наука, 1987. – С. 83-88.
16. Раабен М.Е. Строматолиты / М.Е. Раабен // Бактериальная палеонтология. – М.: ПИН РАН, 2002. – С. 52-58.
17. Страхов Н.М. О некоторых вопросах геохимии кремнезема / Н.М. Страхов // Геохимия кремнезема. – М.: Наука, 1966. – С. 5-8.
18. Титоренко Т.Н. Палеонтология докембрия. Фитолиты (строматолиты и микрофитолиты) / Т.Н. Титоренко, С.А. Анисимова, А.Ю. Анисимов – Иркутск: Изд. ИГУ. – 2012. – 117 с.

19. Ушатинская Г.Т. Процесс окремнения / Г.Т. Ушатинская // Бактериальная палеонтология. – М.: ПИН РАН, 2002. – С. 66-67.

20. Строматолиты и онколиты девона, карбона и перми / Б.И. Чувашов // Известковые водоросли и строматолиты. Систематика, биостратиграфия, фациальный анализ. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 158-174.

21. Ogar V.V. Carboniferous buildups in the Donets Basin (Ukraine) / V.V. Ogar // *Geologica Belgica*. – 2012. – Vol. 15. – No. 4. – P. 340-349.

References

1. Ailer, R. (1982). The chemistry of silica. Moscow, Mir, 712 p. [in Russian].

2. Berchenko, O.I. (1976). On facies attachment of calcareous algae in the Tournaisian sediments of Donets Basin. *Journal of Geology*, 36 (5), 96-104. [in Russian].

3. Volohin, Yu.B. (2013). Mesozoic and Cenozoic silica accumulation in marginal basins of East Asia. Vladivostok, Dal'nauka, 434 p. [in Russian].

4. Gordova, V.S., Sapozhnikov, S.P., Sergeeva, V.E., Karyshev, P.B. (2013). The basics of biosilicification (literature review). *Bulletin of Chuvash State University*, 3, 401-409. [in Russian].

5. Krylov, I.N. (1972). At the dawn of life. Moscow, Nauka, 106 p. [in Russian].

6. Krylov, I.N. (1975). Stromatolites of Riphean and Phanerozoic of the USSR. Moscow, Nauka, 245 p. [in Russian].

7. Krylov, I.N. (1988). Stromatolites (the nature and classification principles). *Calcareous algae and stromatolites. Systematics, biostratigraphy, facies analysis*. Novosibirsk, Nauka, 132-140. [in Russian].

8. Krylov, I.N., Orleanskij, V.K., Tihomirova, N.S. (1989). Silicification: timeless preparations. *Priroda*, 4, 73-78. [in Russian].

9. Litvinova, T.V. (2014). Interaction of biotic and abiotic events in the formation of stromatolitic reefs. *Development of Life during abiotic changes in the Earth*, 3, 154-160. [in Russian].

10. Luchinina, V.A. (1987). Blue-green algae (Cyanobacteria). Fossil calcareous algae, Novosibirsk, Nauka, 12-38. [in Russian].

11. Makarihin, V.V., Medvedev, P.V. (1997). Classification of phytogenic buildings. The problems of systematics and evolution of the organic world. Abstracts of XLIII session of Russian Paleontological Society, 1997, 42-43. [in Russian].

12. Maslov, V.P. (1960). Stromatolites (their genesis, studying method, link with facies and geological importance of the example of the Ordovician of the Siberian Platform). Moscow, Ed. of USSR AS, 188 p. [in Russian].

13. Orleanskij, V.K., Raaben, M.E. (1998). Stromatolites – the living letters of the Earth stone chronicles. *Priroda*, 11, 68-85. [in Russian].

14. Polietaiiev, V.I., Vdovenko, M.V., Shchokoliev, O.K., Boiarina, N.I., Makarov, I.A. (2011). Stratotypes of regional stratigraphic units of Carboniferous and Lower Permian of Don-Dnieper trough. Kyiv, Logos, 236 p. [in Ukrainian].

15. Polyakova, V.E. (1987). The influence of abiotic and biotic factors on the composition and external view of Late Serpukhovian corals of Donets Basin. *Paleontology and reconstruction geological history of ancient basins*, Leningrad, Nauka, 83-88. [in Russian].

16. Raaben, M.E. (2002). Stromatolites. Bacterial palaeontology. Moscow, Paleontological Institute of RAS, 52-58. [in Russian].

17. Strahov, N.M. (1966). On some questions of silica geochemistry. *Geochemistry of silica*, Moscow, Nauka, 5-8. [in Russian].

18. Titorenko, T.N., Anisimova, S.A., Anisimov, A.Yu. (2012). Precambrian paleontology. Phytoliths (stromatolites and microphytolites). Irkutsk, Ed. University of Irkutsk, 117 p. [in Russian].

19. Ushatinskaja, G.T. (2002). The process of silicification. Bacterial palaeontology. Moscow, Paleontological Institute of RAS, 66-67. [in Russian].

20. Chuvashov, B.I. (1988). Stromatolites and oncolites of Devonian, Carboniferous and Permian. *Calcareous algae and stromatolites. Systematics, biostratigraphy, facies analysis*. Novosibirsk, Nauka, 158-174. [in Russian].

21. Ogar, V.V. (2012). Carboniferous buildups in the Donets Basin (Ukraine). *Geologica Belgica*, 15 (4), 340-349. <http://popups.ulg.ac.be/1374-8505/index.php?id=3821>

Надійшла до редколегії 25.10.16

V. Dernov, Master of geography, Teacher

E-mail: slavianin2013@mail.ru

School of Makedonivka, Yuvileyna Str., Makedonivka village, Luhans'k Region, 92033, Ukraine

STROMATOLITES FROM BASHKIRIAN DEPOSITS OF DONETS BASIN

The paper is dedicated to the research of unique siliceous stromatolites from limestone G2 (Mospin'ska suite, Upper Bashkirian) of Donets Basin. These biogenic structures exhibit four (lamellar, hemispheroidal, not branching columnar and stratified columnar) morphotypes. In addition, supposedly, small oncolites were identified. According to principles of botanical nomenclature classification, stromatolites must be classified as stiriolites. Stromatolites of primarily siliceous composition form a distinctive group.

Stromatolites, as a rule, are indicators of the shallow basin conditions, as the normal development of cyanobacteria is only possible in shallow bodies of water. Numerous lithofacies indicate shallow water formation conditions of limestone G2. Thus, the examined stromatolites were formed on the upper part of the subtidal zone – with good aeration of waters, at depths up to 20m or less. The extensive development of stromatolites in limestone stands in stark contrast to the almost complete absence of corals in it. This fact indicates an unstable salinity.

Part of paleo water area, where siliceous stromatolites are found, had great but local desalination due to the penetration of large amounts of fresh water in the saltwater sea basin. It must have taken place because of significant evaporation. As a result of these processes, concentration of dissolved silica in water sharply increased. Later, when the factor of desalination of water ceased to operate and/or the concentration of silica in the water fell by its binding in the stromatolite structures, cyanobacteria were not able to precipitate SiO₂ and stromatolites growth stopped.

The origin of the lamellar microstructure of stromatolites is due to seasonal factor: light layers stromatolites were formed under the conditions of sufficiently large amount of precipitation during the rainy season, and the dark ones – in relatively dry seasons.

Taking into account large scientific and educational value and uniqueness of examined stromatolites, we think, that some of the outcrops of limestone G2 must acquire status of environmentally protected sites.

Keywords: stromatolites, Carboniferous deposits, Donets Basin.

V. Дернов, магистр географии, учитель

E-mail: slavianin2013@mail.ru

Македоновский учебно-воспитательный комплекс, ул. Юбилейная, с. Македоновка, Луганская область, 92033, Украина

СТРОМАТОЛИТЫ ИЗ БАШКИРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БАСЕЙНА

Изучены уникальные кремнистые строматолиты из известняка G2 моспинской свиты верхнего башкира Донбасса. Среди них выделено четыре морфотипа: пластовый, желваковидный, столбчатый не ветвистый и пластово-столбчатый. Кроме того, установлены предположительно небольшие онколиты. Изученные строматолиты по классификации, основанной на принципах ботанической номенклатуры, должны быть отнесены к классу стиролитов. В данную группу объединены строматолиты перечисленного кремнистого состава.

Строматолиты, как правило, являются индикаторами мелководных условий бассейна, поскольку нормальное развитие цианобактерий возможно только на небольших глубинах. На мелководности условий образования известняка G2 указывают также многочисленные лито- и биофациальные сведения. Таким образом, изученные строматолиты образовались в условиях верхней части сублиторали – при хорошей аэрации вод, на глубинах до 20 м. Широкое развитие строматолитов в известняке резко контрастирует с практически полным отсутствием в нем кораллов. Этот факт свидетельствует о нестабильной солёности воды.

Часть палеоакватории, где присутствуют кремнистые строматолиты, ощущала значительное, но локальное опреснение за счет проникновения больших объемов пресной воды в морской бассейн. Это происходило, возможно, на фоне значительного испарения. В результате действия этих процессов содержание растворенного кремнезема в водах резко возрастало. В дальнейшем, когда фактор опреснения вод прекращал действовать и/или концентрация кремнезема в воде падала за счет его связывания в строматолитовых сооружениях, цианобактерии уже были не способны осаживать SiO₂ и рост строматолитов прекращался.

Возникновение характерной слоистой микроструктуры строматолитов связано с фактором сезонности: светлые слои формировались в условиях достаточно большого количества осадков во время дождливого сезона, а темные – на протяжении относительно сухого времени года.

Ввиду большого научно-просветительского значения и уникальности изученных строматолитов, мы считаем, что некоторые обнажения известняка G2 заслуживают статуса природоохранного объекта.

Ключевые слова: строматолиты, каменноугольные отложения, Донецкий бассейн.