АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 41

В. П. МАСЛОВ

СТРОМАТОЛИТЫ

(ИХ ГЕНЕЗИС, МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ, СВЯЗЬ С ФАЦИЯМИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ОРДОВИКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 41

В. П. МАСЛОВ

СТРОМАТОЛИТЫ

(ИХ ГЕНЕЗИС, МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ, СВЯЗЬ С ФАЦИЯМИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ОРДОВИКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА—1960

Главный редактор
академик Н. С. Шатский

Ответственные редакторы
В. А. Вахрамеев и *К. К. Зеленов*

ВВЕДЕНИЕ

«Мы должны сомневаться до тех пор, пока факты не заставят нас отказаться от сомнения».

Пастер

Наиболее трудным вопросом при геологическом изучении немых свит и серий является определение возраста и сопоставление одновозрастных горизонтов. Поэтому уже около ста лет геологи обращали внимание на различные проблематические остатки организмов и в том числе на строматолиты и онколиты. Однако эти известковые отложения долгое время были загадочными и неясными в смысле значения их для целей стратиграфии. Можно ли пользоваться строматолитами для определения возраста пород и для выделения и сопоставления стратиграфических горизонтов — вот вопрос, поставленный давно и не получивший до сих пор ясного ответа.

В задачу настоящей работы входило, во-первых, выяснить этот вопрос и, во-вторых, показать на конкретном примере возможность или невозможность сопоставления горизонтов и стратиграфического расчленения пород при помощи строматолитов. Для этой цели была использована пестроцветная серия осадков, залегающая выше карбонатного кембрия и развитая на огромном пространстве Сибирской платформы. Эта серия бедна фаунистическими остатками, но местами их все же достаточно для того, чтобы датировать определенные литологические подразделения. Поэтому сбор и изучение строматолитов был тесно связан с детальным литологическим описанием разрезов.

Изучение строматолитов показало отчетливую зависимость их от условий осадкообразования. Поэтому полевые литологические исследования приобретают не менее важное значение, чем описание строматолитов в камеральных условиях.

Настоящая работа была проделана в течение полевых сезонов 1949—1953 гг. За это время был пройден ряд рек (низовья и верховья р. Ангары, р. Илим, р. Лена, низовья р. Нюи, р. Енисей и низовья р. Подкаменной Тунгуски с боковыми маршрутами). Исследованиями охвачены только главные участки распространения пестроцветных отложений (главным образом ордовика) на Сибирской платформе, но далеко не на всей ее территории. Кроме того, многие геологи передали мне образцы из других мест, но использовать их полностью не всегда представлялось возможным или ввиду неясности или малой точности стратиграфии района, или ввиду плохой сохранности самих строматолитов. В то же время многие образцы сильно расширили наше представление о составе строматолитов в разных частях геологического разреза.

Пользуясь случаем, приношу благодарность следующим лицам, пополнившим своими образцами мою коллекцию: А. А. Арсеньеву, Ю. К. Горецкому, Н. С. Зайцеву, В. А. Ивановой, Н. С. Ильиной, В. А. Комару, А. И. Левенко, И. В. Лучицкому, В. В. Меннеру, А. С. Новиковой, С. В. Обручеву, П. Е. Оффману, Е. В. Павловскому, П. Н. Репиной, С. В. Тихомирову, А. Н. Флоренсову и другим, а также всем участникам экспедиций и, в частности, Г. Г. Астровой, работавшей вместе со мной по р. Лене и Нюе. Выражаю также благодарность лицам, определявшим фаунистические остатки из ордовикских отложений: Г. Г. Астровой (мшанки), З. Г. Балашеву (головоногие), В. А. Ивановой (остракоды), О. И. Никифоровой (брахиоподы) и М. Н. Чугаевой (трилобиты), а также Н. А. Иванчин-Писаревой, просмотревшей работу в рукописи.

Настоящая работа не претендует на окончательное решение вопроса о строматолитах и представляет собой лишь некоторый этап в изучении этих образований. Познание их требует больших затрат труда и энергии и приводит часто к неудачам и разочарованию. Однако обилие строматолитов во многих немых сериях заставляет еще и еще раз пытаться использовать их для целей стратиграфии при детальных исследованиях. Насколько настоящая работа подвинула вперед решение этого вопроса, будет судить читатель, но я не ошибусь, если скажу, что для изучения строматолитов потребуется еще много усилий, терпения и труда исследователя.

Глава I

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

Первые упоминания о строматолитах следует видеть в описании «плойчатых известняков», «слоистых конкреций» и т. д., принимавшихся за образования неорганического происхождения. Выражение «плойчатые известняки», под которыми иногда описывались строматолиты, сохраняется в терминологии некоторых геологов (М. К. Коровин и др.) до двадцатых годов настоящего столетия. Действительно, в вертикальном сечении при беглом осмотре некоторые строматолиты напоминают мелко смятые слои.

Поэтому при чтении старой литературы трудно определить, относится ли термин «плойчатые» известняки к строматолитам или собственно к смятым известнякам.

Мы начнем наш обзор литературы с того момента, когда строматолиты начали определяться как организмы и ввиду этого описываться и изучаться более подробно. В дальнейшем оказалось, что некоторые из этих «организмов» имеют неорганическое происхождение и поэтому должны быть исключены из строматолитов (*Archaeozoon*, *Rivularites*, *Stromatactis*, *Camasia* и т. п.).

В истории изучения строматолитов выделяются два периода. В первый — подготовительный период решался основной вопрос о принадлежности строматолитов к животному или растительному миру. В течение второго периода, продолжающегося до настоящего времени, изучались следующие основные вопросы: 1) способ образования строматолитов, 2) состав образующих их организмов, 3) фациальная приуроченность и 4) значение строматолитов для стратиграфии. В решении некоторых из этих вопросов значительную роль играло изучение современных близких или аналогичных образований, так называемых «известковых туфов» водорослевого происхождения. Сравнение подобных современных образований со строматолитами долго не производилось благодаря тому, что современные известковые осадки, образуемые водорослями, изучались ботаниками, которые особое внимание обращали на изучение самого организма, тогда как структура известковых образований выпадала у них из поля зрения. В то же время геологи описывали внешние формы и структуру строматолитов, не связывая их с некогда существовавшими организмами.

Поэтому большое значение сыграло изучение молодых (третичных и четвертичных) строматолитов, у которых могло быть выяснено взаимоотношение между формами известковых образований и создавшими их водорослями.

ПЕРВЫЙ ПЕРИОД
(до 1914 г.)

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

В конце XIX в. появились работы, описывающие строматолитовые структуры, как органические остатки. Их происхождение связывалось, главным образом, с животным миром. Одновременно появились статьи ботаников, в которых доказывалось существование современных известковых стяжений, образованных низшими водорослями (главным образом в пресных водах). Одним из первых, описавших строматолиты как остатки животных, является Холл (Hall, 1884), назвавший найденный им строматолит *Cryptozoon* («скрытоживотное» — термин сохраняющийся некоторыми исследователями до сих пор, несмотря на приставку zoon, говорящую о животном происхождении данного остатка). Из описавших современные пресноводные онколиты, т. е. желваки органического происхождения, можно упомянуть Мьюррея (Murray, 1895) и Пенхаллоу (Penhallow, 1896). До XX в. эти работы не увязывались между собой. Даже в XX в. в течение первых двух десятилетий строматолиты некоторыми палеонтологами принимались за скелеты животных.

После Холла *Cryptozoon* описывался разными исследователями (Краснопеева, 1936; Seely, 1905; Howchin, 1914, 1918; Gürich, 1922; Fenton, 1937_2, 1943; Hacquert, 1945; Clarke, 1924, и др.) то как слоистые стяжения лепешковидного габитуса с концентрическим строением, то как столбообразные стяжения с выпуклой то вверх, то вниз слоистостью (Hirmer, 1927).

Указывается присутствие извивающихся каналов, хотя изображений их не приводится. У Даусона (Dawson, 1897) на фотографии видна сгустковая структура, при которой поры могут образовать нечто вроде каналов. Им же и Мэттью (Matthew, 1907) описано другое образование — *Archaeozoon*, очень похожее на стилолиты.

Штейнманн (Steinmann, 1911) описал одну из форм строматолитов в перевернутом виде, как коралл под родовым названием *Gymnosolen*. Он описал днища и стенки, которых на самом деле не было. В дальнейшем это образование было отнесено к строматолитам. Несколько раньше Кальковский (Kalkowsky, 1908) и за ним Хаак (Haack, 1909) отнесли строматолиты к растительным образованиям. Первый из них описал столбчатые слоистые строматолиты, связав их образование с жизнедеятельностью мхов или миксомицетов. Он полагал, что распространение их очень велико, перечисляя ряд стран, где они были обнаружены (силур Готланда, девон Урала, пермь Англии и Германии, триас Англии, верхняя юра Германии, мел Прованса и Португалии, миоцен Оверни). Одновременно со строматолитами и независимо от вышеуказанных авторов описывались «известковые гальки, образованные водорослями» в современных осадках озер (Murray, 1895, Penhallow, 1896, Clarke, 1900) и рек (Tilden, 1910). В 1902 г. Форель (Forel) описал в Женевском озере настоящие строматолитовые известняки — «туфы», образованные синезелеными водорослями *Rivularia*, *Schizotrix*, *Phormidium*, *Calotrix* и др. Кроме галек и губчатых туфов, им были встречены полусферические подушки и корки до 12 мм толщиной. Эти ботанические описания и исследования не касались структуры известкового осадка и не увязывались с находками ископаемых строматолитов. Геологи же продолжали относить строматолитовые структуры к животным. Так, например, Гюрих (Gürich, 1906) описал микроструктуры, названные им спонгиостромидами, послужившие в дальнейшем для выделения искусственного семейства *Spongiostrpomideae*

Gurich. Краткий обзор микроструктур, выделенных этим автором, сделан в работе В. П. Маслова (1937_1).

К концу XIX в. относятся также описания образований, имеющих, по-видимому, неорганическое происхождение. Так называемый *Stromatactis*, описанный Дюпоном (Dupont, 1881, 1882, 1885), в дальнейшем был признан за кальцитовые инкрустации. Некоторые строматолиты принимались за губки (Salomon, 1908 — *Evinospongia*), что вполне естественно, так как под микроскопом некоторые структуры строматолитов трудно отличить от скелета известковой губки. Эта неопределенность в происхождении некоторых образований Германии остается до сих пор, несмотря на то, что Пиа (Pia, 1937) считает строматолитами остатки, описанные Брауком (Brauch, 1923), Корном (Korn, 1930), Фрейбергом (Freyberg, 1932) и Мегдефрау (Mägdefrau, 1933).

ВТОРОЙ ПЕРИОД

(с 1914 г. по настоящее время)

ГОСПОДСТВО ВОДОРОСЛЕВОЙ ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ, РАЗРАБОТКА ИХ СИСТЕМАТИКИ

Основательная монография Уолкотта (Walcott, 1914) послужила отправной точкой для более пристального изучения строматолитов. С другой стороны, геологи стали обращать внимание на строматолитовые структуры для целей стратиграфии, в результате чего появилась обширная «регистрирующая» литература, посвященная находкам разного рода строматолитов в древних немых сериях. Вышли работы общего характера, доказывающие как на современном, так и на ископаемом материале водорослевое происхождение строматолитов, а также сводки по ним. Продолжают встречаться высказывания о неорганическом происхождении этих образований, доказательства невозможности описания их, как органических остатков и непригодности, как стратиграфических указателей.

Перейдем к обзору литературы второго периода — с 1914 по 1930 г. и далее по десятилетиям и по странам.

Прежде всего остановимся на работе Уолкотта (Walcott, 1914), описавшего ряд органических остатков докембрия. Он считал, что нашел ряд сферических клеток, расположенных в виде цепочки в строматолите *Camasia*, которую он сравнивает с нитями современных сине-зеленых водорослей. Последующие исследователи, пересматривавшие через тридцать лет материал Уолкотта, доказали, что *Camasia* — механическое образование. «Клетки» Уолкотта, быть может, и являются остатками от водорослей, но сферическая их форма не может служить доказательством их водорослевого происхождения, так как микросферы химического происхождения являются обычными в осадочных породах. Уолкотт описал ряд строматолитов, выделив несколько «родов», в дальнейшем сохранивших свои названия. Так «род» *Collenia* оказался очень распространенным и включил в себя почти все структуры с волнистой и выпуклой вверх слоистостью, которую многие геологи принимали за своеобразные «плойчатые» структуры известняков. Некоторые другие «роды» Уолкотта также сохраняют свое значение до сих пор. Так *Newlandia*, найденная в большом числе в докембрии Западной Сибири, нигде в более поздних осадках не встречалась. Закономерная довольно грубая концентрически-радиальная структура этого образования отличает его от остальных строматолитов водорослевого происхождения. Значительно позже В. П. Маслов (1945) высказался за животное происхождение *Newlandia*.

Уолкотовская форма *Greysonia* в дальнейшем была взята под сомнение и некоторыми исследователями отнесена к трещинам высыхания (?) и

ходам червей. По-видимому, цилиндрические или трубчатые формы в материале Уолкотта (*Greysonia* и *Copperia*) являются остатками различного и большей частью животного происхождения. За этими исключениями, которые неизбежны при таких исследованиях, работа Уолкотта послужила основой для дальнейших исследований строматолитов. Эти образования большинством исследователей стали считаться водорослевыми структурами и даже прямо называться «водорослями». Но, как увидим ниже, еще встречались авторы, которые сомневались в органическом происхождении строматолитов и дискуссия в этой области продолжалась значительное время.

На территории СССР с 1914 по 1930 г. были найдены строматолиты в двух местах.

Н. Н. Яковлев и А. Н. Рябинин (1916) описали из пермских отложений Урала микроструктуры, описанные ранее Гюрихом и отнесенные ими к роду *Malacostroma*. В. П. Виттенбург и Н. И. Яковлев (1922) описали образование под родовым названием *Gymnosolen* с острова Кильдина и считали его остатками полипняков, как и *Malacostroma*. По характеру окремнелых слоев это образование несомненно относится к столбчатой форме строматолита типа *Collenia*.

В Китае в синийской формации был найден и описан Тиеном (Tien, 1923) ряд строматолитов под общим названием Collenia. Однако, судя по описанию, не сопровождаемому иллюстрациями, к этому типу относится только часть найденных образований, а часть (*Coll. cylindrica*) следует отнести к другим типам строматолитов. Например, *Coll. circulata* Tien., возможно, близка к *Newlandia* Уолкотта. Отсутствие иллюстраций и схематичность описаний не позволяют различать выделенные «виды», что сильно снижает ценность работы.

В Северной Америке был сделан ряд находок строматолитов, главным образом в протерозое (Канада — Moore, 1918, Rutherford, 1929; США — Grout a. Broderick, 1919, Clarke, 1924, Bain, 1927). Твенхофел (Twenhofel, 1919) описал из карбона и протерозоя США онколиты (желваки, свободно лежавшие на дне) и выделил два «рода» *Ottonosia* и *Osagia*.

Блэкуельдер (Blackwelder, 1915) нашел в среднекембрийских известняках Северной Америки хорошо отпрепарированные биогермы (наросты) строматолитов, которые он называет «рифом». Эти образования очень сходны со вздутиями строматолитового происхождения из ордовикских отложений Сибирской платформы. Единственно, с чем нельзя согласиться, — это с предложением Блэкуельдера об исчезнувшей микроструктуре строматолитов. Последние такой «тонкой» структуры могли вовсе не иметь, что следует из наблюдений над современными, четвертичными и третичными строматолитами.

Уайтом (White, 1926, 1930) были описаны как водорослевые структуры (*Rivularites*) образования, оказавшиеся знаками ряби.

В Африке, в немых отложениях, относимых к кембрию — протерозою, начиная с 1921 г., геологи находят строматолиты (Dorlodot, 1921; Gürich, 1922; Polinard, 1928; Babet, 1929). В пермских отложениях Мадагаскара Бриэр (Briere, 1923) описал, иногда в перевернутом виде, явные строматолиты, полагая, что они являются конкрециями минерального происхождения.

В Австралии в кембрийских и частично в докембрийских отложениях были найдены строматолиты без специальных описаний (Howchin, 1918; Mawson, 1925, 1929; Madigan, 1926).

В Европе в каменноугольных и пермских отложениях были найдены строматолиты, детально не описанные (пермь Англии — Holtedahl, 1921; карбон Англии — Reynolds, 1921, 1; 2; Бельгии — Kai-

s i n, 1925). Вальтер (Walhter, 1921) и Браух (Brauch, 1923) из перми Германии описали проблематический строматолит *Stromaria*.

В юре Швейцарии Берхемер (*Berckhemer*, 1923) описал строматолитовые корки и скопления микрожелвачков, похожих на доломитовые округлые зерна, и отнес эти образования к строматолитам Кальковского, не давая им особых названий. В кембрийских отложениях Бельгии Биго (Bigot, 1926, 1929) описал строматолиты, в которых особую важную роль играли сферические «клетки», определенные им как *Chlorellopsis* R e i s и отнесенные к зеленым водорослям.

Рейс (Reis, 1923) описал ряд строматолитовых известковых выростов из третичных отложений Германии и нашел в них ряд форм сине-зеленых и зеленых водорослей в виде пустот разной формы.

Из описаний Рейса отчетливо вытекает, что один и тот же строматолит (стяжение) образован несколькими родами синезеленых водорослей.

Такого же типа работа по третичным пресноводным строматолитам США была проведена Брэдли (Bradley, 1923). Этот же автор пытался культивировать в лабораторных условиях известь отлагающие синезеленые водоросли с целью получения известковых оолитов (B r a d l e y, 1929). К сожалению, им было уделено недостаточное внимание изучению структур известковых корок, что было сделано Рейсом. Брэдли описывает из свиты Грин Ривер в Колорадо и Утахо «рифы» и пласты пресноводных водорослевых известняков.

Геолого-морфологические наблюдения над современными «бисквитами» или лепешками произвел Маусон (Mawson, 1929_1). В дальнейшем его фотографии и описания известковых онколитов, растущих в периодически высыхающих лужах побережья Австралии, приводились в учебниках и сводках.

Из исследований, посвященных современным синезеленым известь-отлагающим водорослям, мы остановимся лишь на работе Магдебурга (Magdeburg, 1929—1932), интересной в том отношении, что им были изучены известковые инкрустации и наросты в пещерах. Сине-зеленые водоросли и бактерии, встреченные в этих наростах, обходились почти без света. В известковых туфах найдены симбиозы разных водорослей и бактерий.

В период с 1914 по 1930 г. вышло несколько сводных работ. Из них работа Дахновского — Стокса и Аллисона (Dachnowski — Stockes a. Allison, 1928) не имеет никакого значения, кроме сводки американской литературы. Глок (Glock, 1923) остановился на породообразовательном значении водорослей и на климатических указателях.

Фрич (Fritsch, 1929) в своей сводке по современным водорослям описывает желваки (онколиты), образовавшиеся в ручьях сине-зелеными водорослями. Грэбо (Grabau, 1924) приводит в своей сводке также ряд уже известных фактов участия водорослей в образовании онколитов и строматолитов.

Пиа (Hirmer, 1927) в своей классификации водорослей относит строматолиты и онколиты к группе *Spongiostromata*, оговариваясь, что они не имеют никакой ясной органической структуры и являются формами роста. К строматолитам им отнесены «роды» *Weedia* W a l c o t t, *Spongiostroma* G ü r i c h, *Collenia* W a l c., *Cryptozoon* H a l l, *Archaeozoon* M a t t h e w, *Gymnosolen* S t e i n m. Как видим, он исключил из водорослей такие формы Уолкотта, как *Greysonia*, *Copperia*, *Camasia*, *Newlandia* и др. К онколитам он отнес: *Pycnostroma* G u r i c h, *Spongiostroma* R o t h p l e t s, *Osagia* T w e n h., *Ottonosia* T w e n h, *Wingia* S e e l y.

Классификация, предложенная Пиа, не имеет под собой принципиальной основы. Отдельные морфологические формы типа *Collenia*, описан-

ные под разными названиями, объединены им в одну группу без учета их систематического взаимоотношения.

В другой сводке Пиа (Pia, 1926) в разделе сине-зеленых водорослей касается их значения, как современных породообразователей. Кроме того, он упоминает «роды» *Colenia* и *Cryptozoon*, указывая, что они относятся к определенной растительной форме водорослей, которые, возможно, образованы несколькими видами совместно.

Десятилетие с 1930 по 1940 г. характеризуется накоплением большого фактического материала. Среди палеозойских отложений СССР геологи стали находить и описывать многочисленные строматолитовые образования, что повлекло за собой попытки воспользоваться этими остатками для целей стратиграфии и фациального анализа. Наконец, в развернувшейся дискуссии и в исследованиях современных водорослевых известковых отложений была доказана водорослевая природа этих образований.

С. В. Обручев (1933), исследуя породы кембрия и ордовика Сибири, упоминает и описывает «водоросли» — строматолитовые постройки. Им установлены целые горизонты строматолитов и подчеркнуто их большое породообразующее значение. Собранный С. В. Обручевым материал в дальнейшем был обработан В. П. Масловым.

Н. Н. Яковлев (1934) кратко описал строматолит под названием *Gymnosolen* из нижнего кембрия Восточной Сибири, похожий на описанный им же *Gymnosolen* с о. Кильдина (Виттенбург и Яковлев, 1922).

А. Н. Рябинин (1935, 1937) из каменноугольных отложений Ленинградской области и из силура Тувы и Монголии описал строматолитовые структуры, которые он относил к образованиям, созданным жизнедеятельностью сине-зеленых водорослей. В древних отложениях Южного Урала Н. Н. Дингельштедт (1935) и одновременно Э. И. Фалькова и О. П. Горяинова (1937) нашли ряд строматолитов типа *Collenia*.

В Западной Сибири П. С. Краснопеева (1933, 1936, 1937) описала ряд строматолитов из докембрийских пород. Ею определены *Newlandia*, *Collenia*, *Archaeozoon* (1933), *Cryptozoon* (1936), *Osagia* (1937) и описаны новые «роды» *Saralinskya* (1933) и *Pseudoconus* (1937). Критика ее работ будет дана ниже при обзоре принципов методики изучения и классификации строматолитов. Эти работы являются первыми в серии статей П. С. Краснопеевой по строматолитам, преимущественно протерозоя Западной Сибири, очень богатого этими образованиями. Несмотря на ряд спорных положений, указанным автором много сделано в выявлении различных форм строматолитов. Очень снижают уровень работ плохие, неясные изображения.

Такие же исследования, посвященные строматолитам, были опубликованы мной (Маслов, $1936_{1,2}$, $1937_{1,2}$, 1938, $1939_{1,2,3}$), а также работы сводного характера (Маслов 1935, 1937_3). Эти работы начались с описания *Collenia uralica* из перми Урала. В следующей работе из силурийских и кембрийских отложений Восточной Сибири (Маслов 1937_1) описываются строматолиты и онколиты типов: *Collenia*, *Copperia*, *Greysonia*, *Osagia*, *Picnostroma* и *Katangasia*. В этой работе сделана попытка увязать обнаруженные микроструктуры с микроструктурами Гюриха и дана их оценка для диагностики строматолитов. При классификации последних применен принцип способа построения и роста строматолита. Волнистые и выпуклые вверх слоистые образования отнесены к типу *Collenia*, включая ранее описанные *Cryptozoon* и *Gymnosolen*. Эта работа послужила основой для последующих исследований, но всего на полтора десятка лет. В ней дана первая литературная сводка по строматолитам на русском языке и показано распространение строматолитов в Восточной Сибири.

В последующей статье (Маслов, 1937_2), являющейся как бы продолжением предыдущей работы, описано несколько новых «видов» коллений (*Collenia asiatica*, *C. buriatica*, *C. baicalica*, *C. tungusica* sp.), новый «род» *Conophyton*, новый «вид» *Ottonosia* и новый микроонколит *Nubecularites* с двумя формами.

В выводах подчеркивается широкое развитие строматолитов кембрия и ордовика по всей Сибирской платформе. Особенно богатой строматолитами оказалась усть-кутская свита ордовика.

В работе, посвященной строматолитам типа *Conophyton* (Маслов, 1938), на основании находок микроскопических трубочек и «клеток» в слоях строматолита и положения его на дне водоема, доказывается принадлежность его к остаткам организмов.

Предполагая, что формы строматолитов зависят от организмов, их составляющих, я (Маслов, 1939_1) пытался установить гипотетическую связь форм коллений в их историческом развитии, показав усложнение строматолита типа *Collenia* со временем. Однако мной не был учтен фациальный фактор, без которого оценка подобных схем невозможна.

Постоянные вопросы геологов о возрасте пород, включающих строматолиты, заставили меня сделать попытку стратиграфической корреляции при помощи этих ископаемых (Маслов, 1939_3), приведшую к параллелизации миньярской, инзерской и катавской свит Урала с нижним кембрием Восточной Сибири; ямантаусской свиты с породами синия Китая; верхнеавзянской свиты с протерозоем Байкала.

Из этой серии работ упомянем также сводку материалов по геологическому значению водорослей, вообще, и строматолитов, в частности (Маслов, 1935), и описание структур строматолитов для целей литологических исследований (Маслов, 1937_3).

В тот же период в отечественной литературе появились исследования и сводки, касающиеся современных известьотлагающих водорослей. Из них работа Н. Н. Воронихина (1932) о пресноводных водорослях Крыма дает очень много для понимания способа и механизма отложения извести низшими водорослями и степени участия разных форм в карбонатоосаждении. Основные данные этой работы, интересные для геологов, приведены мной в особой статье (Маслов, 1950).

Капитальная сводка по синезеленым водорослям, принадлежащая А. А. Еленкину (1936), касается также и процессов отложения извести этими водорослями.

Ю. Пиа (Pia, 1932) из девонских отложений СССР описал *Pycnostroma*, строматолит или онколит, относившийся одними авторами к строматолитам, а другими — к онколитам.

В Китае появились очень беглые описания коллений (Kao, C. a. P, Hsung, 1939, Yang, 1935) из докембрийских отложений. В работе Янга приведено изображение строматолита из альгонских мраморов, отнесенного им к *Gymnosolen sinensis* и представленного косым перевернутым срезом. Это тоже колления столбчатого типа.

Из докембрийских и кембрийских отложений Маньчжурии Эндо и Рессер (Endo, Resser, 1938) описали три коллении, которые они отнесли к одной форме типа конофитона, названной ими также коллением.

Африка. Ряд статей был посвящен строматолитам из немых свит протерозоя — кембрия без особых названий и обычно с описаниями только макроскопических признаков (Dietrich, 1932, 1933; Menchikoff, 1933; Young, 1933, 1935; Monod, 1936, 1937, Jacquet, 1937, Du Toit, 1939). В некоторых статьях определяются или упоминаются коллении (Hubert, 1933, Schuster, $1933_{1,2}$). Ионг сравнивает строматолиты с водорослевыми известковыми структурами, наблюдавшимися на Багамской банке Блэком, на чем мы остановимся несколько ниже.

Ионг полагал, что отложение извести и создание конкреций происходило химическим путем благодаря изменению кислотности водного раствора. Это не совсем согласуется с наблюдениями ботаников (Воронихин, Еленкин, Tilden, Fritsch и др.), установившими среди водорослей формы пассивные, не участвующие или почти не участвующие в осаждении известкового осадка, и формы активные, не только выделяющие известь, но и инкрустирующие свои слоевища.

На Мадагаскаре в пермских отложениях также были встречены строматолиты (Besairie, 1930, 1932; Savornin, 1932).

Заметка Ашли (Aschley, 1937), основанная на воззрениях других авторов на возраст серии Кунделунгу в Африке и на находке похожих на *Lyngbya* нитей, не имеет под собой реальных фактов и не содержит описаний строматолитов.

В Западной Европе появился ряд работ, посвященных строматолитам или похожим на них образованиям, найденным в разных системах.

В Германии из пермских отложений были описаны «мшанки» или «губки» *Stromaria* (Mägdefrau, 1933, Korn, 1930), образования недостаточно ясные в смысле их происхождения. Это лепешки и выросты, которые Мэгдефрау без особых оснований сравнивает с багрянками и желваками синезеленых водорослей.

Во Франции онколиты были описаны из пород разного возраста: из кайнозоя (Milon, 1932), юры (Dangeard, 1930, 1931), карбона (Jodot, 1930). Лекомт (Lecompte, 1937) из девона описывает крустификационные структуры, под термином *Stromatactis*, имеющие вид корочек, обволакивающих мшанки или табуляты, и высказывается об их водорослевом происхождении. Под этим термином еще ранее описывались те же образования Дюпоном (Duqont, 1881, 1885). Возможно, что в данном случае мы имеем дело с неорганическими отложениями.

В Бельгии в палеозое описываются строматолиты (Maillieux, Demanet, 1930; Derville, $1930_{1,2}$), при этом Derville из карбона описывает под названием *Corydopodium laminare* и *C. pruvosti* микроструктуры, близкие к гюриховским. Им, как и Гюрихом, встречены «палочки» (*bâtonnets*), отнесенные к копролитам.

В Англии коллениеподобные строматолиты были встречены в карбоне (Miller a. Turner, 1931) и протерозое (Garwood, 1930).

В Скандинавии (Швеция и Норвегия) был сделан ряд находок строматолитов, которым посвящено несколько статей Хоега (Hoeg, 1929, $1931_{1\ 2}$, 1932, 1934). Хоег (1932) описывает корки и натеки на скалах, как четвертичные строматолиты, оговариваясь, что они сильно отличаются от обычных типов строматолитов. Это корки темного твердого слоистого известняка с волнистой поверхностью, острыми складками или заостренными вверх полуконусами. Они обладают полушаровидной слоистостью, отдельные слои которой достигают 0,1—0,2 мм толщины. Под микроскопом местами видно кустообразное расположение темных зерен, наблюдаемое у строматолитов. Возраст их определяется как послеледниковый. А. Х. Вестергард (Westergard, 1933) описал такие же образования со следами ледниковой штриховки.

С данными этих статей совершенно не согласуется статья А. Хаддинга (Hadding, 1939), утверждающего, что описанные Хоегом образования (названные первым автором «тейхолитом») имеют не четвертичный, а силурийский возраст.

В США за тот же период появилась серия статей, посвященных иногда подробным описаниям строматолитов палеозоя и докембрия. Так, для перми описаны крупные онколиты до 0,30 м диаметром (Wieland, 1930), образующие «риф» в антиклинале Комо (Уайоминг). Онколиты име-

ют радиальную структуру. Мелкие шары содержат водоросль *Phormidium*, что позволило назвать их *Phormidiodea superba*. Описание микроструктуры не приводится.

Из кембрия Канады Твенхофел (Twenhofel, 1938) описал *Cryptozoon*. Многочисленные строматолиты описаны из докембрия США. Реймонд (Raymond, 1935), критикуя описания Уолкотта, считает, что *Collenia* похожа на *Cryptozoon*; *Newlandia* похожа на септарии *Galatina*; *Kinneyia* является знаками ряби; *Greysonia* — трещинами усыхания, а *Collenia frequens* представляет собой известковый туф. Возможно, что часть суждений Реймонда правильна, поскольку он видел образцы Уолкотта, но и в этом случае коллении остаются строматолитами определенно водорослевого происхождения. Относительно сходства *Cryptozoon* и *Collenia* диаметрально противоположного взгляда придерживаются Фентоны (Fenton C. L. a. M. A., 1931, 1933, 1936, $1937_{1,2}$, 1938, 1939), сохраняющие «роды» *Cryptozoon*, Weedia, Collenia и описывающие новые «роды» и «виды» строматолитов. Но и указанные авторы считают (1936), что *Greysonia* Уолкотта является образованием механического происхождения, так же как и *Kinneyia* и *Copperia*.

Первые свои работы Фентоны посвятили докембрийским строматолитам из серии Белт (1931).

В более поздней работе (1937_1) Фентоны описывают из тех же отложений ряд коллений.

В следующей работе, посвященной строматолитам кембрия из Пенсильвании (1937_2), Фентоны такие же строматолиты называют уже другими родовыми названиями (*Cryptozoon*, *Dolatophycus*, *Anomalophycus*). Они не исключают возможности симбиоза нескольких видов водорослей в одном и том же строматолите и считают, что виды строматолитов являются формальными, как у лишайников. В другой статье (Fenton, 1938) эти авторы высказывают мнение о том, что один и тот же «вид» в различных фациальных условиях может образовывать разновидности. Недостатком их классификации являются используемые ими признаки «родов» и «видов», которые так же сходны, как и разновидности одного «вида».

В более поздней работе (Fenton, 1939) Фентоны описывают ряд новых форм из докембрия, кембрия и карбона. Ими выделены *Collenia* (два вида), *Hadrophycus*, *Tetonophycus* (4 вида), *Codonophycus* (по-видимому, та же *Collenia*, но каменноугольного возраста) и т. п. Джонсон (Johnson, 1935) описывает желваки-онколиты типа *Ottonosia* из карбона. Как увидим ниже, этот автор вслед за Фентонами описывает новые «роды» и «виды» несколько более подробно изучая микроструктуру.

В Австралии в немых доордовикских отложениях также были найдены строматолиты (Mawson, Madigan, 1930).

Пиа (Pia, 1937), делая обзор работ по водорослям палеозоя с девона и выше (по системам), выделяет группу спонгостромид, в которой перечисляет большую часть работ, касающихся этих остатков.

Хоуэ (Howe, 1932) дал хороший обзор известьотлагающих низших водорослей и рассмотрел также вопросы образования сине-зелеными водорослями известковых туфов. Но строматолиты, как таковые, им не выделяются.

Относительно современных онколитовых и строматолитовых образований упомянем работы Киндля (Kindle, 1936) и Блэк (Black, 1933). Работа последнего одна из самых интересных для понимания происхождения строматолитов. Она сделана по наблюдениям над мелководными морскими известковыми осадками на Багамской банке. Эти карбонатные отложения местами напоминают строматолиты типа *Collenia*, и поэтому аналогия с современными образованиями особенно интересна. Мы останавливались на рассмотрении этой работы в особой статье (Маслов, 1950).

Отметим также попытку доказать водорослевое происхождение строматолитов путем изучения осаждения карбонатов в горячих источниках, в котором участвуют и водоросли (Baudisth, 1937).

Период 1940—1949 гг. также характеризуется потоком фактов, новыми находками и попытками приспособить строматолиты для стратиграфических целей. В СССР протерозоем продолжала заниматься П. С. Краснопеева (1940), описавшая девять «видов» *Newlandia*, шесть «видов» *Saralinskia*, а также *Jussenia*. *Jussenia* являются кремнистыми концентрически слоистыми образованиями, водорослевое происхождение которых П. С. Краснопеевой не доказывается. В. Н. Махаев (1940), просмотрев материалы П. С. Краснопеевой, пришел к заключению, что под этим названием ею описаны оолиты, по-видимому, неорганического происхождения. В другой работе П. С. Краснопеева пытается обосновать систему классификации докембрийских строматолитов. Мы остановимся на классификации П. С. Краснопеевой и дадим ее критику в разделе методики изучения строматолитов.

А. Г. Вологдин, ранее (1932 г.) описавший онколиты под родовым названием *Anomas*, отметил находки строматолитов в кембрии Тимана и Малого Хингана (Вологдин, 1941, 1944). В Кембрии Восточной Сибири Е. А. Нечаевой (1945) куполообразные слоистые образования, в несколько метров диаметром описаны как «водорослевые» структуры, однако никаких доказательств их строматолитового состава не приведено, кроме полусферического залегания слоев. А. А. Арсеньев и Е. А. Нечаева (1947_2) в кембрии Илима (Восточная Сибирь) указывают на находки микроонколитов *Nubecularites*.

А. А. Арсеньев и Е. А. Нечаева (1947_1) при описании нижнего кембрия приводят определения строматолитов, сделанные В. П. Масловым, и их изображения. В нижних горизонтах встречены *Nubecularites* и крупные куполы коллений. В олекминской свите — *Conophyton* и *Collenia* — cf. *buriaitica*.

В. П. Маслов (1947) из кембрия р. Лены определил ранее описанный строматолит типа *Collenia*.

А. Г. Вологдин (1948) из фаменских отложений Кара-Тау описал новый строматолит *Boroldaiphycus*, главным образом на основании микроструктуры слоев.

В каменноугольных отложениях Русской платформы М. С. Швецов (1940) также нашел онколиты типа *Osagia*, преимущественно микроскопических размеров. В. Н. Махаев ($1940_{1,2}$) утверждал, что в третичных мшанковых рифах окрестностей г. Керчи им встречены «жгуты» и «желваки» строматолитового происхождения. С этим можно вполне согласиться, так как я сам видел коллекцию таких строматолитовых желваков, собранных Н. А. Андрусовым, но оставшуюся необработанной.

Кроме таких описательно-регистрирующих работ, в сороковых годах появились и статьи критического характера. Попытка подвести итоги значению строматолитов, как указателей геологического возраста, сделанная мной (Маслов, 1945), заострила внимание исследователей на таких формах, как *Conophyton* и *Newlandia*. Критическая работа А. Н. Чуракова (1945) доказывала, что онколит *Osagia* не имеет стратиграфического значения, причем сделанные им возражения были направлены, главным образом, против А. Г. Вологдина, придававшего некоторым формам *Osagia* руководящее стратиграфическое значение.

В Европе в течение сороковых годов XX в. появилось очень мало статей, посвященных строматолитам. В Швейцарии Шпек (Speck, 1949) нашел в третичных отложениях линзу, сложенную желваками-онколитами. В этих образованиях им были обнаружены микроскопические канальцы, отнесенные им к следам водорослевых нитей.

В Англии в силурийских (уинлокских) известняках были описаны строматолитовые структуры (Whittard a. Smith, 1944) типа *Collenia*.

В Африке количество находок строматолитов продолжало расти и некоторые геологи стали ими пользоваться, как маркирующими горизонтами. Особенное внимание строматолитам было уделено французскими исследователями.

В немых свитах докембрия и кембрия Африки были найдены коллении и криптозооны, упомянутые или описанные в многочисленных работах (Mac Cregor, 1940; Junner 1940; Cahen et Mortelmans, 1941; Cahen, Lepersonne и др. $1946_{1,2}$; Darles, 1942; Jamotte, $1944_{1,2,3}$; Jamotte et Vanden Brande, 1944; Choubert, 1945; Hacquaert, 1945; Stauffer, 1945; Menchikoff, 1946; Furon, Kilian et Menchikoff, 1946; Schnock, $1947_{1,2}$; Polinard, 1948; Vasconcelos, 1951; Young and Mendelssohn, 1949).

Из этой довольно многочисленной литературы мы остановимся на статье Н. Меншикова, имеющей характер некоторой сводки, составленной как на основе собственных наблюдений, так и литературных данных. Им обнаружены в доломито-известняках кембрия Сахары строматолиты типа столбчатых коллений и конофитоны, близкие к *Conophyton cylindricus* (5—50 см диаметром), достигающих иногда огромной высоты в несколько (иногда более десяти) метров. Цемент между конофитонами доломито-известковый и содержит обломки строматолитов и онколитов. Н. Меншиков считает обоснованным выделение двух типов строматолитов: *Collenia* (включающего прежние «роды» — *Cryptozoon*, *Gymnosolen*) и *Conophyton*. Он указывает на многочисленные находки этих строматолитов на обширных пространствах Африки и не сомневается в их органической природе.

Из числа наиболее интересных африканских находок укажем на описанные Термье (Termier, 1947) из кембрия образования, имеющие форму гигантского мозга и названные им. *Asalia cerebriformis*.

В 1946 г. появляется сводная работа четырех авторов, освещающая вопросы сопоставления разрезов при помощи «водорослей» строматолитов почти для всей Африки (Cahen, Jamotte, Lepersonne, Mortelmans, $1946_{1,2}$). Авторы описывают формы роста коллений, соглашаясь с мнением В. П. Маслова о том, что эти «конкреции» являются результатом жизнедеятельности комплекса сине-зеленых водорослей, которые можно изучать по внешним формам. Приводятся рисунки и определения конофитонов, коллений и озагий. В свободной таблице, касающейся большого района Африки (весь Конго, Кассаи, Катанга, Итури, Урунди, Ангола, Юго-западная Африка, Трансвааль), выделяют два горизонта «водорослей» — строматолитов, занимающих определенное стратиграфическое положение в колонке. П. Шнок (Schnock, $1947_{1,2}$) указывает, что найденные им строматолиты, типа коллений и конофитонов в Бельгийском Конго иногда достигают огромных размеров. К строматолитам он относит и некоторые образования, представляющие, по-видимому, ходы червей.

В Индии в протерозое также были встречены (Rao, 1949) строматолиты.

В США Джонсон (Johnson, 1940, 1946) продолжал описывать из карбона и перми строматолиты и онколиты. Каждая описанная форма, по его мнению, может быть образована несколькими биологическими видами сине-зеленых и зеленых водорослей. Джонсон утверждает, что выделенные им формы (виды) имеют широкое географическое распространение и меняются по разрезу пенсильванских отложений.

Выделенные Джонсоном типы разделяются на: 1) единичные формы (с таким определением трудно согласиться, так как любой желвак или строматолит создан симбиозом водорослей.— *В. М.*), 2) крупные колониальные формы и 3) мелкие колониальные формы. Внимательное

рассмотрение работы Джонсона показывает, что описанные им формы строматолитов имеют тесную и прямую связь с фациями, а стратиграфическое их значение остается не выясненным.

В другой работе Джонсон (1946), кроме микроскопических водорослей, описывает онколиты *Ottonosia* и *Osagia*, совершенно исказив первоначальное понятие этих онколитов, данное Твенхофелем. Описанные им новые виды криптозоона отличаются толщиной канальцев-трубок, образующих «губковую массу», т. е. микроструктурой. Округлые образования с мозговидной поверхностью, похожие на губки, отнесены также к *Spongiostromidae* под названием *Somphospongia*. Стремление сохранить старые названия приводит Джонсона к искажению понятий ранее описанных «родов».

Из ордовика США был описан *Cryptozoon* (Brill, 1947; Stauffer, 1945). Ричардстон (Richardston, 1949) отметил существование гуронских строматолитов на севере Мичигана.

Из третичных отложений Аргентины упоминается без описания строматолит *Pucalithus* Steinm. (Scheagintweit, 1941).

К. Л. Фентон (Fenton, 1943) в последней своей работе обращается вновь к общим вопросам происхождения, классификации и т. п. строматолитов в докембрии и нижнем палеозое. Сначала он перечисляет находки клеток, нитей, пленок, слоев и отпечатков в древних осадках, которые можно отнести к водорослям. Специальная глава посвящена вопросу происхождения строматолитов. В ней Фентон как бы суммирует возражения, приводимые противниками органического происхождения строматолитов, которые сводятся к следующему: а) строматолиты являются конкрециями, слои которых сравнимы с кольцами Лизеганга (Seward, 1931); б) некоторые из строматолитов (*Newlandia*, *Camasia*) идентичны вторичным структурам, возникающим при перекристаллизации (Holtedahl, 1921; Seward, 1931); в) некоторые строматолиты (*Cryptozoon*, *Gymmnosolen*), неопределенные по форме и структурам, являются результатом хемогенного отложения с участием организмов, не оказывавшим на него влияния (Holtedahl, 1921); г) строматолиты, в которых не встречены клетки или нити, должны считаться неорганическими (Seward, 1931).

Далее Фентон опровергает эти возражения, приводя следующие доводы в пользу водорослевого происхождения строматолитов.

1. Когда слои строматолита могут быть сопоставлены с синхроничными слоями осадка, слои строматолита толще вторых. Такая локализация осадконакопления может быть объяснена только ростом организмов.

2. Многие строматолиты обнаруживают единообразие как по величине, так и по макроструктуре при различных условиях осадконакопления и на больших пространствах, что свидетельствует об их органическом происхождении.

3. Наряду с общим единообразием, строматолиты обнаруживают мелкие изменения, прямо зависящие от места обитания, и более существенные изменения в зависимости от стратиграфического положения и фациальных условий, что типично для кораллов, каменных багрянок и комплексов сине-зеленых водорослей.

4. Строматолиты образуют типичные биостромы и биогермы, что характерно для многих организмов и неизвестно для неорганических образований.

5. Установлено, что слои строматолитов изменяются в толщине, по величине зерен карбоната, примеси песчаных глинистых и углистых частиц. Они образуют бугры и вздутия характерной формы и величины. Их развитие прерывается отложением ила, брекчий, оолитов и других

осадков. В этом отношении они сравнимы с водорослевыми структурами из третичных отложений.

6. Губкообразные и пузыристые строматолиты сходны с озерными «гальками», образованными сине-зелеными водорослями.

7. Строматолит *Cryptosoon proliferum* Hall. обладает концептаклями, в которых сохранились образования, похожие на оболочки спор (Wieland, 1914), а протерозойские строматолиты содержат железистые «тельца» от 0,5 до 10 микрон, сравнимые с современными *Cocoogoneae* и *Hormogoneae* (Moore, 1918).

В особой главе К. Л. Фентон пытается объяснить ритмическое выпадение доломита и кальцита в некоторых строматолитах чередованием поколений сине-зеленых и багряных водорослей.

Кроме описательных работ, несколько статей посвящено общим вопросам. Так, Клуд (Cloud, 1942) разбирает вопросы систематики и применения строматолитов. Принимая во внимание происхождение, способ роста и распространенность строматолитов по вертикали, этот автор считает, что не следует давать названия отдельным формам и что они не имеют никакого значения для корреляции отложений. Он рассматривает строматолиты с точки зрения их фациальной приуроченности (температура, глубина, соленость воды). Во второй статье (Cloud, 1945) тот же автор доказывает, что *Gymnosolen* не является показателем солености воды, так как встречен как в морских, так и в пресноводных осадках.

Период с 1950 по 1954 г. принес мало нового в изучении строматолитов. Вышедшие в СССР работы, посвященные геологической съемке района Ангары и Лены, подтвердили широкое развитие онколитов и строматолитов в ордовике Сибирской платформы.

Так, А. И. Левенко, И. В. Лучицкий и М. С. Нагибина (1950) приводят фотографии строматолитов, определенные В. М. Масловым *Picnostroma* и *Osagia*. И. И. Катушенок и А. Ф. Калмыков (1950) также упоминают коллении. При сведении материала по немым «рифейским» отложениям Урала Б. М. Келлер (1952) относит все ранее определенные в этих свитах *Collenia*, *Conophyton* и *Osagia* к протерозою. К. Б. Кордэ (1950) описала, по-видимому из ордовика Сибири, следы канальцев в строматолите в виде ветвящихся нитей, которые она отнесла к сине-зеленым водорослям и назвала *Thaumatophycus*.

«Клеткоподобные тела» в виде сферических зернышек, описанные Кордэ, а ранее Уолкоттом, относятся ими к водорослевым клеткам. Следует заметить, что округлые зерна минерального происхождения составляют обычное явление в породах и не являются доказательством органического происхождения.

В другой работе К. Б. Кордэ (1953_2) приводит фотографию конофитона и коллении, не называя их строматолитами и вводя новый неудобный термин «корки сине-зеленых водорослей».

В своей краткой статье (Кордэ, 1953_1) она пытается объяснить образование строматолита типа конофитона при помощи подъема газами водорослевой пленки вертикально вверх. При достижении поверхности «водорослевые пленки» росли на боках колонки. «Наращивание обызвествлявшихся водорослевых слоев с боков колонки нивелировало ее коническое строение и превращало их из первоначально конических в цилиндрические». Поэтому К. Б. Кордэ считает, что форма не может являться видовым признаком, а ранее выделенные «роды» *Conophyton*, *Collenia* и другие нужно считать недействительными. Нужно сказать, что даже из ее статьи не вытекает, что *Collenia* и *Conophyton* морфологически являются одинаковыми. Заметим к тому же, что конофитоны не встречаются со среднего палеозоя, не говоря о современных образованиях, что свидетельствует о самостоятельности этого морфологического типа.

Ссылка К. Б. Кордэ на пленки современных водорослей, расплывающихся по поверхности воды, несостоятельна, ибо это касается легкоподвижных слизистых масс, разрываемых движением воды, а не плотных стержней, подымающихся со дна бассейна. Кроме того, наблюдения в поле над наклонными конофитонами сводит на нет теорию «всплывания». Кордэ указывает, что классификация должна проводиться на основании морфологических признаков клеток и нитей ископаемых сине-зеленых водорослей...

Одна из последних работ К. Б. Кордэ (1954) касается ордовикских строматолитов из обнажения выше д. Богучаны в нижнем течении р. Ангары. По возрасту включающие осадки отнесены ею к верхнему кембрию, несмотря на присутствие в этих отложениях колпачковидных раковин, мшанок, иглокожих и наутилид, т. е. комплекса, характерного для ордовика Сибирской платформы.

В этой статье К. Б. Кордэ касается вопроса о происхождении строматолитов, считая, что их слои образованы сезонной вегетацией нескольких форм сине-зеленых водорослей. Считая, что к естественной классификации можно приблизиться только путем изучения следов водорослей, К. Б. Кордэ отрицает значение внешней формы и считает, что только микроструктура нитей, клеток, расположение этих нитей водорослей дает право на наименование остатков под родовыми и видовыми названиями. Исходя из этих принципов, автор описывает ряд новых родов и видов. Забывая о предложенном ею самой на предыдущих страницах тезиса об образовании строматолитов сообществом водорослей и отрицании значения форм наслоения, она вводит в диагнозы родов и видов формы роста, придавая нередко им важное диагностическое значение. Большое значение придается Кордэ пятнам и включениям «прозрачного кальцита», которые, по ее мнению, отвечают местам скопления газа.

Описание К. Б. Кордэ некоторых структур как непосредственных остатков водорослей—вполне правомерное явление, но представляется очень спорным отнесение к определенным родам и видам карбонатных нитей, не имеющих внутренней структуры, или кристаллических прямых стержней, так же как спонгиоморфных, много раз описанных, структур. Нет никакой уверенности в том, что такие же структуры не могут быть образованы другими родами, а может быть, и другими семействами и отрядами водорослей, при малом количестве отличающих их признаков. Трудно согласиться с утверждением Кордэ о происхождении пятен светлого карбоната, отвечающих, по ее мнению, пузырям газа, выделявшимся водорослями.

Отметим, что пузыристая и сетчатая структура часто сосредоточивается на круто-наклонных слоях строматолита, отсутствуя на его вершине, что противоречит представлению о пузыре, приподымающем пленку водоросли.

По К. Б. Кордэ, карбонат, окружающий «кустики водорослей» (карбонатные конусы) у выделенного ею рода *Actinophycus* и имеющий слоистость, связывается с обызвествлением слизи, выделенной той же водорослью, которая образовала эти карбонатные конусы. Однако слизь, которая окружает водоросль, не имеет самостоятельных функций и не может выделять известь. Эти соотношения механически перенесены ею из морфологии живущих неизвестковых водорослей на ископаемые структуры, которые могли возникнуть совсем иным способом. Заметим, что в современных известковых образованиях, созданных водорослями, нет газовых пузырей и особых слизистых обызвествляющихся выделений, похожих на описанные К. Б. Кордэ. Отсутствие литологического подхода у этого исследователя ставит многие ее описания и положения под сомнение, а методику механического перенесения живых функций организма на ис-

копаемые карбонатные структуры заставляет считать неправильной. К. Б. Кордэ совершенно напрасно стремится описать ископаемые проблематические остатки так, как будто они являются живыми организмами, мысленно восстанавливая их морфологию. Эта методика приведет к тому, что по диагнозу нельзя будет узнать ископаемый остаток, так как другой исследователь то же ископаемое реконструирует иначе.

Ниже, при описании строматолитов мы подробно остановимся на сравнении некоторых форм, описанных мною, с формами, описанными К. Б. Кордэ.

В. Г. Махлаев (1954) для данково-лебедянских отложений девона бассейнов Оки и Дона подсчитывает соотношение мощности строматолитовых отложений по отношению к вмешающим породам. Мощности строматолитовых пропластков меняются от 0 до 2,5 м. В среднем строматолиты составляют по мощности 5% (2,9—25%) от стометровой пачки на площади 100 × 250 км. Максимальное содержание строматолитов наблюдается в верхней части девятиметровой пачки,где они составляют 25% общей мощности. Описаний форм строматолитов Махлаев не приводит, указывая лишь на наличие крупных биогермов — до 2,5 м в высоту.

В другой статье В. Г. Махлаев (1958) указывает, что в данково-лебедянских «слоях» он прослеживал некоторые горизонты строматолитов на расстоянии до 250 км (западные притоки р. Оки — р. Дон). По мнению этого автора, появление строматолитов в разрезе указывает на моменты обмеления и засоления бассейна.

С. М. Чихачев (1953) при сопоставлении разрезов докембрия Урала и Китая отмечает присутствие в миньярской свите «ветвистых форм водорослей», по-видимому, отвечающих каким-то коллениям. Нижележащие свиты — авзянская и другие содержат более примитивные скорлуповатые коллении.

Интересная находка четвертичного строматолита (Маслов и Щукина, 1950) типа *Collenia* с Алтая дала возможность обнаружить в некоторых слоях пустоты от каналов, похожие на образования, ранее описанные Рейсом (Reis, 1923), как водоросль *Dendractis*.

Ряд опубликованных статей автора является частью настоящей работы и посвящен происхождению, систематическому положению и номенклатуре строматолитов (Маслов, 1950, 1953). Одна из работ (Маслов, 1952_2) касается желваков органического происхождения и, в частности, онколитов.

На африканских строматолитах останавливаются Лелюбр (Lelubre, 1951), Тейлар де Шардэн (Teilhard de Chardin, 1952) и А. Мейер (Meyer, 1954).

Ридель (Riedel, 1953) пытается дать морфологическую классификацию строматолитов Среднего Конго по их внешней форме, различая цилиндрические, куполообразные, конусообразные, сферические и слабоволнистые строматолиты и подразделяет их, в свою очередь, по размерам и форме. Он считает, что строматолиты Конго могут служить местными маркирующими горизонтами, связанными с определенными фациями. Рассматривая происхождение строматолитов, этот автор считает, что к ним неприменима обычная палеонтологическая систематика, поскольку их форма меняется в зависимости от внешних условий, однако некоторые формы все же сохраняют свою морфологию вне зависимости от фаций. Автор приходит к выводу о необходимости совершенно условной классификации. Аналогичные соображения высказывались и мной в более ранних и вышедших в то же время работах (Маслов, 1950, 1953).

В Европе (Германия) появилась небольшая работа Дорна (Dorn, 1953), описавшего строматолиты из того же района, откуда их некогда исследовал Кальковский, впервые предложивший этот термин.

Автор считает, что для систематики строматолитов, которую он предлагает, наиболее важными являются: внутренняя слоистость и форма их верхней поверхности. Дорн приходит к выводу о том, что для стратиграфических целей строматолиты непригодны.

Интересна работа Руттэ (Rutte, 1953), посвященная эоценовым породообразующим водорослям Бадена. Автором статьи найдены следы сине-зеленых и зеленых известковых водорослей (*Oscilatoriaceae*, *Phacotus*, *Limnocodium-Microcodium*).

В древних сериях Гренландии стали открывать строматолиты (Schaub, 1950). При этом Эха (Eha, 1953) поверхностно описывает *Collenia* в додевонских немых сериях. В верхней пестроцветной серии он описывает форму, похожую на *Coll. baicalica* и в нижней известково-доломитовой серии — похожую на *Coll. albertensis* Fent.

В Японии в сводке, посвященной известковым водорослям (Yabe, 1952), в протерозое указываются строматолиты типа коллений.

В Австралии еще раз поверхностно описываются окремнелые колленин из докембрия (Fairbridge, 1950).

Заканчивая литературный обзор 1954 годом, необходимо заметить, что последний очень растянувшийся и еще не закончившийся период является периодом становления методики описания, взглядов на происхождение строматолитов и их значения для стратиграфии. Отметим, что и сейчас еще раздаются отдельные голоса за неорганическое происхождение строматолитов и непригодность их как стратиграфических указателей. Важнее не то, что существуют такие мнения, но что частично эти взгляды имеют свою почву — например, несомненно участие неорганического фактора в росте строматолита. Эти мнения о неорганической природе строматолитов являются крайними, как следует признать крайними и взгляды на строматолиты, как на отдельные организмы.

В заключение отметим, что на 1951 г. в СССР издано 62 работы, касающиеся строматолитов, в Африке — 59, Америке — 53, Европе — 60, Австралии — 10 и в Китае — 7.

Конечно, эти цифры не являются мерилом изученности, так как, например, изученность строматолитов в Америке выше, чем в Африке, в то время как количество опубликованных работ почти одинаково. Отчетливо выделяются четыре региона (СССР, Европа, Африка и Америка), в которых интерес к строматолитам стоит на высоком уровне, в отличие от других стран, где изучение этих образований только начинается.

Резюмируя предыдущее, можно сказать, что под строматолитами всеми исследователями подразумеваются: ископаемые известковые или доломитовые стяжения, которые образуются низшими организмами на дне водоема. Они выступают со дна на подобие твердого нароста (собственно строматолиты) или свободно перекатываются по дну движением воды (онколиты). Происхождение их долгое время было загадочным. Вначале геологи описывали их как особые оригинальные структуры пород или относили округлые стяжения к неорганическим конкрециям или к галькам.

В конце XIX в. эти образования начали рассматривать как остатки организмов. Так Холл (Hall, 1884) описал строматолит из докембрийских отложений под названием *Cryptozoon*, отнеся его к животному царству. В дальнейшем строматолиты принимали за кишечнополостных (губки, кораллы и т. д.) и только в 1914 г. Уолкотт доказал присутствие в строматолитах докембрия США следов «клеток» низших (сине-зеленых?) водорослей. В дальнейшем исследователи проводили аналогии с известковыми туфами, отложенными современными низшими водорослями. Однако оставались сторонники и неорганического происхождения строматолитов. За последние десятилетия изучение строматолитов и онколитов в СССР

значительно продвинулось вперед, и мы можем восстановить условия их роста.

Строматолиты встречаются в осадочных породах всех возрастов, начиная от докембрийских (протерозойских) и кончая четвертичными. Они наблюдаются и в современных морских и пресных водоемах. В связи с тем, что в древнейших осадках (докембрий) животные остатки почти не встречаются, а строматолиты находят в изобилии, изучение этих любопытных образований представляет особый интерес. Вот почему больше всего внимания было уделено строматолитам из древних (докембрийских) свит. Дискуссия по вопросу о происхождении строматолитов (органическое или неорганическое, животное или растительное), которая велась на протяжении нескольких десятков лет, обусловлена опять-таки практически задачами региональной геологии и возможностью или невозможностью употреблять их в качестве руководящих ископаемых для увязки свит и определения геологического возраста пород.

Глава II

ПРИРОДА И СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ И ОНКОЛИТОВ

Прежде чем рассматривать строматолитовые образования, которые (как мы видели выше) являются результатом, главным образом, жизнедеятельности сине-зеленых водорослей, мы вкратце остановимся на характеристике этих последних. Сине-зеленые водоросли, весьма примитивные бесполые организмы, не имеющие дифференцированного ядра. В современных условиях они произрастают в соленых, солоноватых и пресных водах, в субаэральных условиях — в увлажненных местах на поверхности камней и скал, в холодных и горячих источниках. Существует особая группа сине-зеленых водорослей, растворяющих известняки и живущих в полостях под поверхностью скал. Предельная температура, при которой могут существовать сине-зеленые водоросли в источниках, достигает +85° С. Оболочка их состоит не из целлюлозы, как у других водорослей, а из хитина. Многие альгологи приравнивают сине-зеленые водоросли по примитивности строения к бактериям и считают, что они являются одними из древнейших организмов. Интересен случай, описанный на острове-вулкане Кракатау, на котором после грандиозного извержения в 1883 г. все живое было уничтожено раскаленными газами и засыпано пеплом. Через три года после этого события поверхность острова оказалось покрытой различными сине-зелеными водорослями (*Tolypotrix*, *Anabaena*, *Symoploca*, *Lyngbya*), образовавшими своими студенистыми пленками на поверхности пемзы тонкий гигроскопический слой. Этот слой послужил субстратом, на котором развились мхи и папоротники.

Среди ботаников существует мнение, что в современных горячих ключах живут реликтовые формы сине-зеленых водорослей, но, видимо, среди них есть и формы, позднее приспособившиеся к жизни в горячих водах.

В свете всех этих данных естественно ожидать присутствие остатков сине-зеленых водорослей в очень древних породах, И действительно, если строматолиты считать за известковые образования, возникшие в результате жизнедеятельности сине-зеленых водорослей, то последние появляются еще в нижнем протерозое (гуронская система), т. е. задолго до начала кембрийского периода.

Перейдем к характеристике известковых образований, созданных жизнедеятельностью водорослей вообще.

Лучше всего фоссилизируются водоросли, отлагающие карбонат в стенках своих клеток. Такой случай мы встречаем у некоторых багрянок (*Corallinaceae*) и хар. В других случаях карбонат отлагается снаружи

клетки или трихома и, заключая водоросль в каменный чехол, такое обызвествление иногда очень хорошо сохраняет внешнюю форму растения, иногда позволяя по известковому слепку воспроизвести живущий организм со многими его деталями. Широко известные сифоновые зеленые водоросли (*Dasycladaceae* и *Codiaceae*) обладают сложно устроенными чехлами, сохраняющимися в ископаемом состоянии. Труднее сравнивать ископаемые и современные водоросли в случае облекания известковым чехлом примитивного организма, например, нити сине-зеленых водорослей. У некоторых из них образуются чехлы, обладающие определенными диагностическими признаками, но в большинстве случаев внутри чехла остается только канал или полость, не дающая сколько-нибудь ясных следов для реконструкции самой водоросли. Часто встречаются карбонатные сгустки и нити, отношение которых к водорослям можно только предполагать.

К таким трудным объектам, в образовании которых принимают участие сине-зеленые водоросли, и принадлежат строматолиты и онколиты.

1. ПРИРОДА СТРОМАТОЛИТОВ

Последними работами по исследованию ископаемых стяжений типа строматолитов доказано их преимущественно водорослевое происхождение. Длительная полемика в научной литературе, как мы видели выше, показала существование двух диаметрально противоположных взглядов: одни геологи считают, что строматолитами, как руководящими ископаемыми, пользоваться невозможно; другие, наоборот, признают за ними такое же значение для стратиграфии, как и за другими ископаемыми животными и растениями. Чтобы разрешить этот вопрос, нужно объективно рассмотреть природу и происхождение строматолитов и изучить стратиграфическое значение отдельных форм.

Среди многих исследователей, описывающих строматолиты, установилась тенденция относить их к сине-зеленым водорослям. Так, в справочнике по палеоботанике Хирмера (Hirmer, 1927) мы находим в разделе водорослей особую группу сине-зеленых водорослей *Stromatoliti* Pia. Естественно, что лица, пользующиеся этим руководством, при доказанности водорослевого происхождения строматолитов, относят их к сине-зеленым водорослям и наделяют различные разновидности родовыми и видовыми названиями, как это принято в палеонтологии. Создается полная аналогия с обычными ископаемыми водорослями, с которыми отождествляются строматолиты. Автор этой работы на первом этапе исследований также был повинен в этом.

Строматолитом называется известковое, обычно-сложнослоистое образование с неровной поверхностью, возвышающееся над дном водоема и как бы состоящее из сросшихся бугров, конусов, столбиков и т. д. Онколитами называют свободно лежащие на дне слоистые желваки различной формы такого же происхождения, как и строматолиты. Долгое время считалось, что в современных условиях строматолиты не образуются. Сейчас есть сведения, что они растут на Багамской Банке (Black, 1933). Краткий конспект содержания работы Блэка был приведен в более ранней моей статье (Маслов, 1950).

Примеры, приводимые Блэком, говорят о том, что развивающаяся флора различных водорослей в виде войлока является уловителем осаждающегося карбоната. В зимний сезон водоросли погибают и спрессовываются механическим осадком следующего слоя. В воде пониженной солености (2% и менее) количество форм водорослей уменьшается, при этом развиваются «купола» или «головы» строматолитов с таким же строением слоев, как и в предыдущем случае. Спрессованные водоросли

Блэк определял, растворяя карбонат и насыщая водой клетки водорослей.

Из работы Блэка создается впечатление, будто отложение извести самими водорослями при образовании строматолитов происходит в очень малых размерах. Но исследования русских ученых над современными синезелеными водорослями с очевидностью доказывают активную роль определенных видов в отложении извести, тогда как при тех же условиях другие виды остаются необызвествленными. А. А. Еленкин (1936) прямо говорит, что «отложение углекислого кальция у туфообразователей может обусловливаться жизнедеятельностью самих водорослей» (стр. 384). То же подтверждают Г. А. Надсон и Н. Н. Воронихин.

Из работы Н. Н. Воронихина (1932) можно сделать следующие важные с геологической точки зрения выводы.

1) Существуют плавающие и прикрепленные водоросли, отлагающие среди своих нитей отдельные кристаллики и сгустки кальцита. После смерти и уничтожения водорослей этот кальцит отлагается в виде известкового осадка.

2) Среди водорослей, отлагающих известь, в пресных водоемах Крыма встречаются не только синезеленые, но совместно с ними и зеленые, красные и бурые водоросли. Поэтому и фоссилизироваться в виде микроскопических структур в известковых стяжениях могут водоросли разных групп.

3) Из значительного списка водорослей, выделяющих известь, только немногие, по-видимому, обладают способностью фоссилизироваться, выделяя известь в достаточном количестве. Мной насчитано в работе Воронихина 15 видов, образующих известковые корки, из них: восемь видов синезеленых водорослей (роды *Homoeothris* — один вид, *Schizothrix* — три вида, *Colothrix* — один вид, *Phormidium* — два вида, Rivularia — один вид), два вида красных (*Chantrasia*), три вида улотриксовых (*Gongrosira* и *Eridea*), один вид сцеплянок (*Oocardium*) и один вид бурых водорослей (*Pleurocladia*).

4) Из работы Н. Н. Воронихина следует также, что, несмотря на смесь разных видов и даже родов и семейств в одном и том же известковом туфе, всегда преобладает какой-нибудь вид или какая-нибудь небольшая группа (два-три вида из разных родов); они собственно и являются основными строителями — «хозяевами» известкового стяжения.

5) Наконец, в озерах Крыма нет таких условий известкового механического осаждения, какие наблюдал Блэк в Багамской Банке, и детальные работы Н. Н. Воронихина с очевидностью доказывают, что отложение извести обусловлено жизнедеятельностью самих водорослей.

Из всего материала, имеющегося в настоящее время, мы можем заключить, что строматолиты и онколиты не идентичны обычным ископаемым — известковым водорослям, оставившим после своей смерти четкие следы нитей или клеток.

Работами Н. Н. Воронихина (1932) доказывается возможность участия в образовании «известкового туфа», т. е. в строматолитовых и онколитовых стяжениях, не только сине-зеленых, но и зеленых и багряных водорослей. Поэтому к строматолитам нельзя подходить, как к обычным водорослям, и их следует выделить из группы сине-зеленых водорослей в особый раздел водорослевых стяжений. Грубо говоря, можно сказать, что строматолиты относятся к водорослям, как коралловые рифы к самим коралллам.

Изучение соотношения строматолитов в обнажениях с окружающими породами с несомненностью приводит к выводу об органическом происхождении этих образований. Для иллюстрации мы приводим некоторые

примеры из отложений нижнего палеозоя Сибири, где в некоторых свитах строматолиты встречаются в изобилии, слагая целые толщи пород. Особенно богата ими усть-кутская свита ордовика (тремадокский ярус), развитая на огромном пространстве от Енисея до рр. Лены и Вилюя. Строматолиты встречаются в ней в виде сплошного пласта, сложенного куполами и столбиками. Особенно интересны изолированные формы строматолитов, расположенных среди песчано-мергелистого материала, где терригенный песчано-глинистый осадок легко отличается от известкового или доломитового тела самого строматолита. На рис. 40 приведена зарисовка обнажения на р. Ангаре против дер. Богучан, где среди красноцветных плитчатых известковистых песчаников с горизонтальной слоистостью находятся включения караваеобразных более темных доломитовых строматолитов, возвышающихся до 3 м. В нижней части строматолиты отделены один от другого сначала слоистыми песчаниками, затем слоистыми известняками. Вверху же, разрастаясь в ширину, они сливаются, но сохраняют свою индивидуальность. Строматолиты грубослоисты, слои их параллельны внешней куполообразной поверхности, показывая, что они возвышались над дном водоема в момент своего образования. Песчаный материал, выполняющий промежутки между строматолитами, встречается лишь в мелких углублениях их куполообразной поверхности, обычно немного засоряя доломитовые или известковые слои. Можно предполагать, что терригенный материал частично смывался движением воды с выпуклой поверхности строматолита, падая на окружающее его дно. Рост строматолита вверх происходил быстрее, чем накоплялся окружающий терригенный осадок, так как только в этом случае мог образоваться нарост строматолита. При обратном соотношении роста строматолита и накопления осадка первый заносился бы песчано-глинистым материалом и погребался. Форма строматолита, приведенная выше, не является единственно возможной. В той же усть-кутской свите на р. Ангаре встречаются и другие очень разнообразные структуры строматолитов.

Наличие в том или ином стяжении преобладающих строителей или «хозяев», как я их назвал, в виде различных групп или отдельных видов водорослей не дает нам права относить эти образования к разряду обычных конкреций, не имеющих никакого стратиграфического значения. Открытие в ископаемом состоянии (при этом только в нижнем палеозое и докембрии) таких образований, как *Conophyton*, похожих на куски вертикально или косо поставленных слоистых бревен или палок, нигде не найденных в более молодых отложениях (верхний палеозой, мезозой, современные осадки), обнадеживает нас в смысле стратиграфического значения некоторых форм. Таким образом, несмотря на весь возможный скептицизм по отношению к строматолитам и онколитам, нельзя согласиться с авторами, считающими, что этим образованиям не нужно давать названия (Cloud, 1942). Нужно только с осторожностью относиться к описанию строматолитовых и онколитовых структур и стремиться отделять обычные конкреционные структуры, оолиты и т. п., которые легко спутать с биогенными или смешанными образованиями. Поэтому прав В. Н. Махаев (1940$_1$), который критикует П. С. Краснопееву за описание минеральных стяжений как водорослей. Нельзя согласиться также с Фентоном (Fenton, 1943), по мнению которого каждой геологической системе отвечает определенный строматолит, и который описывает с большими деталями, по-видимому, одинаковые стяжения под разными «родовыми» названиями.

Нужно сказать, что «роды» прежних авторов: *Collenia*, *Cryptozoon*, *Gymnosolen* не оправдывают себя, так как они все вместе определяют крупную морфологическую систематическую единицу водорослевых

стяжений, не расчленяя ее рационально. Например, *Collenia ferrata* и *C. undosa* отличаются между собой больше, чем *Gymnosolen* и некоторые «виды» *Collenia* — *C. ferrata* и др. (Маслов, 1945). Поэтому несколько ранее я предложил все куполовидные слоистые стяжения называть *Collenia*.

Стратиграфическое распространение каждого типа строматолитов должно быть проверено по всему геологическому разрезу и лишь затем им можно пользоваться в качестве указателя возраста. В свое время я уже останавливался на этом вопросе (Маслов, 1945) и пытался определять возраст некоторых свит Урала с помощью строматолитов (Маслов, 1939_2). В дальнейшем пришлось отказаться от таких определений, так как не было достаточного материала по распространению тех или иных форм строматолитов во времени.

Из сделанного обзора можно сделать некоторые выводы методического порядка. Мы должны признать, что строматолиты и онколиты являются стяжениями сложного происхождения, обязанными своим возникновением как жизнедеятельности сообщества водорослей, так и механическому, а иногда и химическому осаждению карбоната на дне водоема. Водоросли в одних случаях являются пассивными, в других активными концентрирующими средами для карбоната. Таким образом, эти стяжения не могут относиться к группе сине-зеленых водорослей и должны считаться водорослевыми стяжениями неопределенного систематического положения, причем их родовые и видовые названия не имеют ничего общего с систематикой водорослей.

Изучение строматолитов является не столько палеонтологической, сколько литологической работой. Поскольку эти образования редко дают явные остатки органогенных структур, а слагаются слоями минерального и неясно органогенного состава, необходимо отличать первичные и вторичные минеральные структуры от водорослевых. В древних породах это особенно затруднительно.

Из опыта исследования ископаемых строматолитов можно сказать, что большинство древних строматолитов и онколитов состоит из кристаллически зернистого карбоната. Слои последнего образованы крупнозернистым и мелкозернистым материалом с некоторой примесью углистого и органического вещества, распределенного по отдельным темным слоям.

Исследования Блэка показывают, что эта слоистость является результатом периодического расцвета водорослей, не выделяющих известь самостоятельно. Состав этих водорослей может быть очень разнообразным, но при этом соответствующих изменений в микроструктуре заметить не удается. В работе Блэка показано, как по внешней форме, определенной слоистостью, строматолиты отличаются один от другого. Простая слоистость обычного осадка иногда постепенно переходит в волнистую слоистость с водорослями. Таким образом, от нормального минерального осадка к органогенным отложениям иногда существуют постепенные переходы. Наблюдая оолитовые и онколитовые образования силура рр. Лены и Киренги (Восточная Сибирь), я также находил такие постепенные переходы между этими образованиями и считал, что мы имеем дело со смешанным осадкообразованием, в котором преобладали то механические или химические осадки, то низшие водоросли (Маслов, 1947).

Кроме такой простой и единообразной микроструктуры, в строматолитах встречаются более сложные микроструктуры, обязанные своему происхождению жизнедеятельности исчезнувших водорослей или химическому осадкообразованию.

При исследовании строматолитов необходимо особенно педантично придерживаться идеи связи организма со средой. Несомненно, что усло-

вия образования, т. е. окружающая среда, влияют в значительной степени на рост строматолита, и связь этих образований с окружающей обстановкой чрезвычайно тесная. Из наблюдений над современным и ископаемым материалом вытекает, что строматолиты являются производными не только органического, но и неорганического мира, который непосредственно (и прямо, а не косвенно) участвует в образовании строматолитовых выростов. Поэтому описание строматолита, как изолированного организма, что делалось и делается многими исследователями, может привести и привело к совершенно превратным представлениям, ничего общего с природой этих образований не имеющим.

2. СЛОИСТОСТЬ СТРОМАТОЛИТОВ

Обычный характерный признак строматолитов — их слоистость — выражается у разных форм различно. Наиболее распространена тонкая слоистость толщиной в 1 мм и меньше. Но встречаются строматолиты, где за слой можно признать лишь толстые — в 0,5—1 см элементы, сложенные своеобразным нарастанием «кустиков» отмерших водорослей или скоплением сгусткового материала. Границы слоев в некоторых случаях очень резки; слои отличаются один от другого разной структурой или степенью окраски. Часто слой состоит из пары прослойков: темного тонкозернистого — и светлого более крупнозернистого карбоната. Обычно, но не всегда, у строматолитов границы между слоями резкие. Если строматолиты имеют сгустковую или другую сложную структуру, то границы слоев выражены нечетко, более резко отделяясь друг от друга лишь на поверхности выветривания. Слоистость часто обусловлена чередованием «сгустковых» слоев (образованных сгустками карбоната) с зернисто-кристаллическими слоями разной степени засоренности, прозрачности и величины зерна.

Нужно заметить, что выветривание часто подчеркивает слоистость, облегчая раскол по поверхности наслоения, но нивелирует микрослоистость. Сильнее подчеркивается слоистость окраской строматолита, обычно первичного происхождения. Самой распространенной в ордовикских отложениях Сибирской платформы является красная или розовая окраска, обусловленная примешиванием тонкого красного железисто-глинистого материала. Происхождение этого материала большей частью кластическое, поэтому и окраска слоев неоднородна в зависимости от условий осадконакопления. Как указывалось выше, слои строматолита различаются по толщине как в разных формах строматолитов (приобретая значение диагностического признака), так и в одном и том же строматолите в разных его частях. Обычно по краям строматолита слои становятся тоньше, а на вершине утолщаются, что вполне естественно, если учесть, что водоросли нуждаются в свете и что к краям строматолита света поступало меньше. Это общее правило нарушается, если в образовании слоя принимают участие следующие посторонние факторы: химическое выпадение карбоната, разрушение верхней части строматолита, сильное засорение строматолита кластическим осадком, влияние мелководья, заставляющего разрастаться строматолит не вверх, а в стороны и т. д. Как видим, исключений из общего правила довольно много.

Слоистость всегда связана со структурой строматолита и его внешней формой. Это один из важных отличительных признаков строматолитов и описывался он всеми авторами, исследовавшими эти образования. Нужно сказать, что сложный генезис строматолитов влечет за собой смешение признаков органического и неорганического происхождения, что вполне понятно, если принять во внимание, что, кроме жизнедеятельности водорослей, в образовании строматолита принимает участие кар-

бонат, осажденный механическим или химическим путем. В некоторых случаях слоистость строматолитов близка к слоистости сходных, заведомо химических образований, а иногда и неотличима от них. Например, сталактиты и сталагмиты, по внешней форме напоминающие, на первый взгляд, строматолит *Conophyton*, имеют и сходную слоистость. Но сейчас же обнаруживаются и черты различия: так, на сталактитах слои отлагаются большей частью линзовидно, часто выклиниваясь, и имеют очень расплывчатые границы, обусловленные только разной величиной кристаллов карбоната, в то время как у строматолитов слои располагаются с определенной закономерностью и различаются между собой разной структурой самого слоя, иногда обнаруживая признаки влияния организмов, как это описано мною в специальной работе, посвященной микроструктуре *Conophyton* (Маслов, 1938).

Вопрос о слоистости строматолитов недостаточно разработан; дальнейшее исследование материала, надо думать, позволит разработать диагностические признаки «слоя», которыми можно будет пользоваться для классификации строматолитов, как остатков жизнедеятельности водорослей.

Выдвигались разные теории, объясняющие причины слоистости. Большинством исследователей установлено, что слоистость обусловлена периодическим изменением характера осадка, нарастающего на строматолите. Эта периодичность часто сказывается и на осадке, включающем строматолит, или на цементирующем материале между столбиками образования. Таким образом, слоистость связывается со слоистостью неорганического осадка. Некоторые исследователи, как например Блэк (Black, 1933) и Маусон (Mawson, 1929$_1$), связывают образование слоистости с периодическими осушениями. Подобные осушения испытывали найденные Маусоном «бисквиты» в прибрежных лужах Австралии. Возможно, что в данном случае это заключение правильно, но обстановка, описанная Маусоном, является исключением для большинства строматолитов. То же нужно сказать и про обстановку на Багамской Банке, где, по мнению Блэка, слоистость строматолитов возникает благодаря ритмичным затоплениям и осушениям района их распространения. В этих представлениях Блэка остается открытым вопрос о разрушении во время осушения вершинок строматолита, что обычно не наблюдается на ископаемом материале.

Взгляд П. С. Краснопеевой (1936) на слоистость строматолитов как на образование, возникшее благодаря изменениям климата, требует критического пересмотра. Действительно, многократные периодические изменения климата возможны только на протяжении столетий. Мы можем допустить, что за время образования пласта, скажем, в 20 мм мощностью, изменения климата произошли один-два раза, но, чтобы они повторялись более 20 раз, для этого нужно предположить, что каждый слой строматолита накапливался в течение десятилетий, что маловероятно. К тому же, к мелким изменениям температуры и солености водоросли приспосабливаются (как это следует из работ современных альгологов), так что предполагаемые изменения климата должны были быть достаточно большими.

Гораздо правильнее взгляд на образование слоистости в строматолите (так же как и в окружающем осадке) как на результат сезонных изменений среды. Мы знаем, что в осадках сезонные изменения температуры сказываются в некоторых случаях так резко, что дают резкую годовую слоистость, которая позволяет определять абсолютное время накопления донных отложений (например, ленточных глин). Сезонные изменения вызывают колебания следующих важных факторов: 1) количества терригенного материала, приносимого в бассейн реками и воздушным путем,

2) количества растворенного в воде карбоната, выделяемого из воды водорослями, бактериями, или химическим осаждением, 3) температуры, влияющей как на садку солей, так и главным образом, на жизнеспособность водорослей, 4) pH среды, 5) прозрачности воды и многих других второстепенных факторов. Эти изменения, на мой взгляд, обусловливают вообще сезонную периодичность в осаждении карбоната и, в частности. слоистость в строматолитах. Это предположение тем более кажется справедливым, что наблюдения над современными известьотлагающими водорослями, по-видимому, свидетельствуют о сезонном влиянии на жизнь водорослей. Так Бауман (Baumann, 1913) описывает корки и желваки, образующиеся в современных озерах Западной Европы благодаря жизнедеятельности некоторых сине-зеленых водорослей (*Rivularia*, *Calothrix*, *Schizothrix*, *Hyellococcus*, *Plectonema*, *Gongrosira*). Водоросли располагаются по концентрам — слоям. При этом в зимний период водоросли отлагают плотный тонкий слой, названный этим исследователем «крепкой известковой кожей», а в летний период, в расцвет водорослей, образуется «рыхлый известковый слой». Благодаря такой периодической смене образуются зоны-слои. Максимальной мощности водорослевые туфы достигают на Боденском озере, слагая шестиметровый пласт, отложившийся в течение послеледникового времени, т. е. за несколько тысячелетий. Иными словами, годовые слои могут измеряться десятыми долями миллиметра. (Если принять длительность послеледниковой эпохи от 8 до 16 тыс. лет, то толщина годового осадка будет измеряться от 0,3 до 0,8 мм).

Чтобы сравнить толщину возможных «годовых» слоев в строматолите и максимальную скорость отложения в современных водорослевых туфах, укажу на данные Уида (Weed, 1889), который в Иеллоустонском парке США в источниках при температуре 15—20° С установил, что скорость отложения извести сине-зелеными водорослями составляет 1,25—1,5 мм за три дня, или около 20 см в год, что несравнимо со скоростью отложения строматолитов, без сомнения, росших значительно медленнее. Я думаю, что приведенный пример является исключением, но из него видно, что скорость отложения может быть очень большой. В моем распоряжении нет данных о скорости отложения строматолитов в морских условиях. Толщина слоев в австралийских «бисквитах» Маусона, связанных, по-видимому, с сезонными климатическими изменениями, близка к толщине некоторых ископаемых строматолитов. Брэдли (Bradley, 1929), подсчитывая скорость образования строматолитов в третичном озере США, получил цифру 5,5 м в 350 лет, или 16 мм в год, что, по-видимому, также велико для морских ископаемых строматолитов. Более сравнимы величины нарастания краев рифов ,образованных каменными багряными водорослями. Установлено, что на некоторых тропических рифах в год приращивается 1,5 мм известкового материала. Нужно оговориться, что это средняя скорость роста рифового тела, отдельные же его участки могут расти и быстрее; кроме того, здесь в осадкообразовании участвуют багряные, а не сине-зеленые водоросли. Но величины в 1—2 мм уже приближаются к толщине слоя строматолита. Естественно, что в различных условиях быстрота роста будет различна, так что толщина слоя является экологическим фактором и не может служить решающим признаком для диагностики строматолитов.

Ориентировка слоистости строматолита, как и форма его, бывают различны и играют важную диагностическую роль. В самом деле, иногда ориентировка слоистости только и заставляет нас считать данное образование за строматолит. Можно выделить ряд типов, образующих морфологически различные формы. Во-первых, как самый примитивный тип слоистости выделяется горизонтальный слой, в отложении которого уча-

ствовали примитивные водоросли. В ископаемом виде происхождение таких «водорослевых отложений» доказать невозможно. Иногда встречаются сложные пласты карбонатной породы с горизонтальными слоями, при выветривании распадающимися на столбики и стаканчики, напоминающие некоторые столбовидные слоистые строматолиты. В данном случае возможно, что отдельность приобретена благодаря присутствовавшим водорослям. Но с такой же долей вероятия можно думать, что эта «отдельность» — явление чисто физическое, приобретенное в результате физико-химических процессов и воздействия внешних агентов (отвердение осадка, выветривание и т. п.). Поэтому я воздерживаюсь от отнесения карбонатных пород с простой горизонтальной слоистостью к строматолитам.

Другой тип горизонтальной слоистости имеет вид волн: слои линзообразны или мелковолнисты по всей мощности пласта и по всему его протяжению. Этот тип слоистости трудно объяснить механизмом неорганогенного осадконакопления. При линзовидном наслоении слои прерывисты, перекрывают один другой без особой закономерности и могут быть с некоторой долей вероятности отнесены к осадку, образованному при участии сине-зеленых водорослей. Но при отсутствии ясных органогенных структур внутри слоев (нитей, канальцев и т. д.), они также не могут быть отнесены с определенностью к органогенным образованиям и легко смешиваемы с косой слоистостью ряби течений и смещениями слоев при оплывании ила на дне.

Волнистые слои (обычно с частично линзовидными слоями) наблюдались в карбонатных породах нижнего кембрия р. Иркута. Пласт, мощностью до 1 м, при массивном сложении весь был образован слоями толщиной от 0,2 до 1 мм. В вертикальном разрезе слои были волнисты, с длиной полуволны в 5—6 см и амплитудой (высотой) в 0,5 см. «Складки» совпадали по вертикали на некотором пространстве, но на большом расстоянии смещались. В горизонтальном сечении эти «волны» представлялись буграми и погружениями. Так же как и предыдущие типы, эта форма слоистости объясняется участием в образовании осадка примитивных, главным образом сине-зеленых водорослей, но все же малое количество доказательств заставляет отказаться от причисления их к строматолитам.

Таким образом, мы можем сформулировать один из основных признаков строматолита: строматолит должен иметь определенную внешнюю форму, ограниченную с боков окончаниями его слоев. Если же весь пласт образован непрерывными органогенными слоями, его можно называть пласто-строматолитом или литостромом.

Другие исследователи не придерживаются высказанных соображений. Они относят к строматолитам все структуры, которым приписывается водорослевое происхождение, за исключением онколитов — свободно лежащих неприкрепленных желваков того же происхождения. Так трактуют вопрос в США Фентоны, а у нас П. С. Краснопеева. Правда, последний автор иногда суживает понятие строматолита. Например, при описании рода *Newlandia* (Краснопеева, 1945, стр. 41) она так говорит об «основных признаках» строматолитов: «К таким признакам относятся полусферическая форма водоросли и ее способность расти за счет отложения пластов (!*В. М.*), органическая масса которых обладала свойством выделять карбонат кальция в виде слоев и ответвлений. Оригинальным свойством рода *Newlandia*, отличающим его от типичных представителей группы строматолитов, но в то же время присущим сине-зеленым водорослям, является его способность образовывать ячеистые структуры» (разрядка моя. — *В. М.*).

Эти признаки не отвечают действительным фактам, наблюдавшимся в природе. Конечно, полусферическая форма — не общий признак строматолитов, что явствует из работ самой П. С. Краснопеевой, описавшей строматолит цилиндрической формы (под названием *Algostroma elbrus* Radugin), и пластообразные *Hadrophycus*. Вторая часть первой фразы, где «органическая масса пластов» выделяет «слои и ответвления», совершенно непонятна, как непонятен в данном случае термин «пласт» [1]. В той же статье этот автор описывает «род» *Saralynskia*, указывая (стр. 50), что к признакам «рода» относится «ячеистая структура, нарисованная на фиг. 3». Такие противоречия показывают, что у П. С. Краснопеевой нет ясных представлений о признаках, общих для строматолитов и для отдельных «родов», при помощи которых исследователь мог бы классифицировать эти образования.

На той же странице у П. С. Краснопеевой сказано: «Систематическое положение рода *Saralynskia* не установлено, но некоторые признаки дают достаточное основание рассматривать его как известковую водоросль. К таким признакам относятся шаровидная в основном форма тела, способность выделять минеральные зернышки, наличие ячеистой структуры и некоторое сходство в микроструктуре с родом *Newlandia* Walc...» (разрядка моя.— *В. М.*). «Шаровидность» обычна для гидротермальных и других минеральных образований и, таким образом, не может служить доказательством даже вообще органогенного, а не только водорослевого происхождения. «Минеральные зернышки» образуют любой осадок, в том числе и химический, а способность выделения «зернышек» нужно еще доказать, что П. С. Краснопеевой нигде не сделано, тем более, что несколько выше, на той же стр. 50, в диагнозе (!) рода указано, что «органическая микроструктура не выражена». Вообще диагнозы у П. С. Краснопеевой изобилуют бездоказательными утверждениями о способности органического вещества выделять мелкие зернышки кальцита и т. п.

Ниже мы рассмотрим морфологические типы слоистости, относящиеся к собственно строматолитам. Самой распространенной формой слоистости является сводовая, которая может быть разбита на ряд подтипов. Слои здесь образуют выпуклые вверх, залегающие друг на друге куполы. Все эти формы относятся мной к одному типу [2] *Collenia*.

Строматолиты, образующиеся благодаря наслоению куполов разной крутизны от одного и того же основания, со все более и более выпуклыми слоями, относятся к группе *Collenia undosa*, а слоистость их может быть названа — просто сводчатой.

Когда куполы-слои имеют один диаметр и одну выпуклость и наслаиваются наподобие стопки опрокинутых блюдец одно над другим, образуя слоистые столбики, я отношу такие строматолиты к группе *Collenia columnaris*. Некоторые формы таких строматолитов разделяются на ветвящиеся кверху столбики и обладают совершенно оригинальным характером слоистости, резко отличающим их от примитивных форм. Иногда диаметр купола, его выпуклость и форма изменяются по вертикали, несколько куполов сливаются вместе или слои образуют как бы сложный купол с веерообразной слоистостью и сложным обликом строматолита в вертикальном сечении.

---

[1] Вообще работы П. С. Краснопеевой отличаются многими неточностями: например, в той же статье (1945) на стр. 50 приведена сифонея *Rhabdoporella*, как представитель сине-зеленых водорослей!

[2] Подчеркну еще раз, что это морфологический тип, а не тип, употребляемый в ботанической или зоологической систематике.

Если слой образует не купол, а конус с утоняющимися книзу слоями, но все же соединяющимися внизу со слоями соседних конусов, то такие строматолиты я отношу к типу *Conocollenia*.

К морфотипу [1] *Conophyton* относятся строматолиты с конусовидной крутой почти вертикальной слоистостью, образующей вертикально стоящие цилиндры с конической верхушкой от 5 до 20 см в диаметре и от 20 см до 10 м высотой. Эти оригинальные образования, пока еще загадочного происхождения, слагают иногда целые пласты (в древних свитах Африки достигающие до 10 м высотой) и напоминают в вертикальном разрезе частокол. Морфологическую форму этого типа можно назвать столбовидной или цилиндрической.

Кроме указанных слоистых строматолитов, существуют образования со скрытослоистой текстурой или без слоистости. В этих случаях слоистость не фигурирует в диагностических признаках.

Остановимся вкратце на гипотезе происхождения слоистых строматолитов. Как говорилось выше, строматолиты могут образоваться благодаря бурному росту нитчатых и других, главным образом, сине-зеленых водорослей, образующих пленку или войлок на каком-нибудь выступе дна. Благодаря смыву грубого кластического материала с выступа и одновременному отложению карбоната между водорослями, выпуклость выступа увеличивалась, улучшая условия существования водорослей (лучшая аэрация, большее освещение, отсутствие или малое количество оседающей мути). Водоросли накопляли карбонат быстрее, чем отлагался осадок, окружающий строматолит. Поскольку в одних и тех же условиях иногда образуются разные формы строматолитов, с различным принципом наслоения и микроструктуры слоя, приходится признать, что различные виды и роды водорослей создают различные формы строматолитов. Конусовидные формы слоистости, в отличие от куполовидных, образованы, может быть, особыми сообществами или формами водорослей (начиная с девона, по-видимому, исчезнувших). Некоторые исследователи (К. Б. Кордэ) предполагали, что пленка из слизи и перепутанного войлока этих водорослей (возможно сине-зеленых) приподнималась газовыми пузырями, выделяемыми организмами, которые, скапливаясь на макушке бугра, вытягивали пленку вверх в виде конуса [2]. При такой гипотезе надо предположить довольно быстрое и внезапное отложение карбоната в слоях, так как утяжеление пленки отлагающимися кристалликами карбоната, появляющимися обычно постепенно между трихомами водорослей, повлекло бы оползание пленки вниз или разрыв пленки, что не наблюдалось. Вообще нужно сказать, что влияние пузырей газа, поддерживающих пленку во взвешенном или полувзвешенном состоянии, не нужно преувеличивать. Современные сине-зеленые водоросли, плавающие на поверхности воды благодаря газовым пузырям в слизи при выделении кристаллов извести, вызывающих утяжеление, погружаются на дно. Несомненно они будут разрываться и сползать к основанию при крутых углах наклона (45—60°), которые наблюдаются у ископаемых форм некоторых строматолитов [3]. Скорее водоросли и, может быть, бактерии укреплялись на наклонной или даже вертикальной стенке строматолита путем выделения твердой инкрустации карбоната, внутри которой они продолжали жить как эндолиты. Поэтому во многих случаях мы встречаем строматолиты со слоями не только наклонными или вертикальными, но и нависающими, чего не может случиться с рыхлой слизистой пленкой, перемещаемой газовыми пузырями. Пу-

---

[1] Морфотип — морфологический тип.

[2] Наклонный рост под углом 45° оси конуса строматолита, наблюдавшийся неоднократно у докембрийских конофитонов, противоречит этому объяснению.

[3] Механическое перенесение причины плавания пленки современных водорослей на ископаемые карбонатные слои является методически неправильным.

стоты, заполненные вторичным карбонатом, наблюдаемые в слоях и между слоями строматолита, нужно, по-видимому, связывать не с газовыми пузырями, а с полостями, в которых помещались клубки нитей и скопления одноклеточных неизвестковых водорослей. Как мы видели выше из примеров образования современных морских и пресноводных строматолитов, приведенных Блэком и Бауманном, слоистость в некоторых случаях может быть обусловлена периодами расцвета флоры водорослей и обильного карбонатоосаждения. Возможно, что иногда (особенно для бесструктурных слоев) в ископаемых формах мы имеем дело с аналогичным ростом строматолита. В этих случаях никаких пузырей газа, влияющих на образование слоя и формы строматолита, по-видимому, не возникало.

При такой теории происхождения слоистости, подтверждаемой наблюдениями над современными образованиями, мы должны признать, что слоистость является в значительной степени признаком экологическим. Лишь внутренняя структура слоя может быть отнесена к специфике тех водорослей, которые существовали в момент образования строматолита.

Ниже рассмотрим некоторые структуры, нарушающие нормальную слоистость, подчеркивая лишний раз, что мы все еще делаем первые шаги в изучении строматолитов и поэтому многие вопросы остаются неясными по существу, а решение их является задачей будущего.

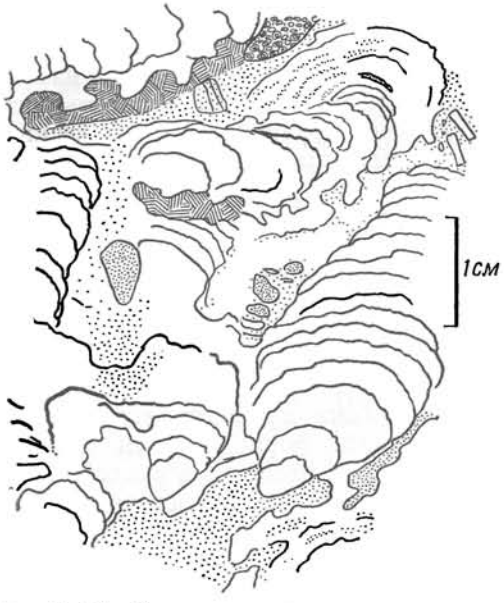
3. НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

Наблюдения над современными водорослями приводят исследователей к заключению об активной роли некоторых форм, главным образом сине-зеленых водорослей, в выделении извести и отложении слоистых наростов. В том случае, когда можно обнаружить следы существования водорослевых нитей или фоссилизированных клеток, это положение бесспорно, но при рассмотрении строматолитов, обычно лишенных явных следов водорослей, возникает ряд вопросов. Разрешить последние не так просто. В работе Блэка (Black, 1933) показано, что современные строматолиты, имеющие вид слоистых куполов, иногда образуются на мелководье в результате отложения карбонатной мути в «войлоке» перепутанных нитей различных форм водорослей. Это осаждение может быть чисто механическим при сезонном отмирании флоры водорослей и механическо-органогенным при пышном расцвете водорослевой флоры. На ископаемых образцах дешифрировать аналогичные картины мы не можем, так как выпадает из поля зрения живший здесь организм, не оставивший после себя ясных следов. Но кое-что мы можем увидеть, рассматривая влияние кластического терригенного осадка на развитие строматолитовой постройки.

Как правило, терригенный осадок (к которому можно отнести и оолиты, играющие в данном случае роль песка) мешает росту строматолита и, по-видимому, заставляет его изменять форму. Мной описывалось ранее (Маслов, 1937_1), как терригенный осадок, засоряя строматолиты, в еще большей степени скапливался как между ними, так и на самом строматолите, заполняя углубления между отдельными карбонатными выростами. По моему мнению, такое поведение терригенного материала и оолитов обусловлено тем обстоятельством, что строматолит являлся твердым образованием, торчавшим над дном водоема. Высота его в некоторых случаях не превышала 1—2 см (что доказывается присутствием слоев, соединяющих два соседних столбика строматолита; эти слои в промежутках между столбиками опускаются вниз на высоту торчавшего выступа). В других случаях она достигала значительных величин (наличие вертикальных слоев доказывает образование всего строматолита над дном водоема). Несколько ниже описан строматолит *Conocollenia*, у которого

слоистые колонки вырастают значительно быстрее окружающего осадка, так что в развитом состоянии его покрывают с боков гладкие вертикальные, а иногда и нависающие слои. Этот строматолит возвышался над дном сантиметров на 10—12. Его захоронение в окружающих осадках произошло после окончания роста, т. е. при изменившихся условиях и, по-видимому, после смерти живших на нем водорослей.

У строматолитов со структурой «стилострома» (*Collenia stylostromica*) мы видим участие механического осадконакопления в структуре самого строматолита. В характеристике этой структуры приведены примеры, когда пальчатые выступы — «стержни» — несколько «приподнимают» слой строматолита, образуя своеобразную волнистость внутри самого строматолита; при этом бурые слои, обогащенные глинисто-железистым материалом, подчеркивают эту картину (фиг. 10 и 11).



Фиг. 1. Шлиф через строматолит сложного нарастания. «Корзинкой» заштрихованы пустоты, заполненные вторичным карбонатом; густые точки и в правом верхнем углу — гальки; точками — терригенный материал. Нижний кембрий. Р. Лена

Строматолиты, образовавшиеся в неспокойной водной среде, иногда дают интересные картины взаимоотношений обломочного материала с выростами строматолита. Один из образцов строматолита из нижнего кембрия р. Лены (обр. №147 против устья р. Патом) дает возможность наблюдать процесс нарастания строматолитовых выростов с одновременным массовым привносом обломочного материала. Весь биогерм строматолитов до 1 м высотой представляет собой сложное сочетание обрастаний разного типа наростов от слоистых колонок до волнистых слоев. В шлифе можно видеть сочетание отдельных, росших наклонно, слоистых выростов (фиг. 1). Терригенный материал в виде песка, обломков и оолитов заполняет промежутки между выростами. Последние образованы облакоподобными слоями, часто с неясными границами и взаимопереходами; наблюдается сгустковое строение в середине выроста и более однородное строение на краях, где часто видна примесь песка, тогда как в центре нароста песка нет. Выросты, как это видно на рисунке, росли наклонно и даже горизонтально, в виде изгибающихся неровных колонок. Предположению, что разрез прошел косо к вертикали, почему и получаются горизонтальные наросты, противоречит слоистость как в строматолите, так и в кластическом осадке между выростами. Горизонтальное положение выростов подтверждают расположенные под ними полости (заполненные вторичным карбонатом), в которые не заносился обломочный материал и которые оставались незаполненными, создавая ниши и каверны (на фиг. 1 полости заштрихованы «корзинкой»).

Причины наклонного, а иногда даже горизонтального роста выростов-колонок строматолита можно объяснить, с одной стороны, расположением их на краю биогерма и затенением водорослей, живших на строматолите, крутыми стенками и соседними выростами, а с другой —

засорением строматолита кластическим материалом. Из анализа шлифа ясно видно, что отсутствие обломочного материала в центрах, наиболее приподнятых частях выростов и их слоистость говорит о том, что последние были твердыми и выступали над депрессиями. Когда слоеобразование на выступе замирало и последний заканчивал свое развитие (второй нарост сверху на рис. 1), среди расплывчатых слоев появлялся песок (но не грубые обломки) и сам материал отлагавшегося карбоната изменялся — вместо сгусткового темного неоднородного карбоната отлагался однородно зернистый осадок. Может быть, это обстоятельство можно объяснить отмиранием некоторых форм водорослей и большей рыхлостью войлока оставшихся растений, между нитями которых отлагался как карбонат, так и механический осадок.

Надо полагать, что эта попытка дешифровки образования строматолитовых выростов является далеко не исчерпывающей. Вероятно, отложение карбоната в описанных строматолитовых наростах значительно сложнее, так как количество факторов, участвовавших в генезисе строматолита, было значительно большим, чем мы можем учесть на ископаемом материале. Так, например, можно думать, что на разных участках строматолита жили неодинаковые сообщества водорослей, поскольку условия освещения, аэрации и влияния терригенного материала были неоднородными. Очень трудно учесть также изменения солевого состава воды и степень влияния химического и бактериального выпадения карбоната на осадок и строматолит и расшифровать это в шлифе. Таким образом, наше истолкование шлифа является лишь слабой попыткой учесть всю сложность образования строматолита, которую на ископаемом материале произвести очень трудно. Прибегать же к современному материалу можно только для отдаленного сравнения, так как в нижнем палеозое химизм и состав флоры были иными, чем сейчас. Все же мы можем твердо быть уверенными в следующих положениях:

1) строматолиты образуются при участии сообщества водорослей, для которых условия освещения имеют большое значение;

2) выросты строматолитов были твердыми во время их образования и выдавались над дном бассейна;

3) механический осадок в виде обломков пород и строматолитов, а также целых оолитов, как правило, накоплялся в промежутках между выростами. Участие терригенного (обычно мелкозернистого) материала в слоях строматолита не исключено, но оно локально и связано с особо неблагоприятными для жизни водорослей условиями (затененность, депрессии и т. д.).

Эти три положения вытекают непосредственно из наблюдений над ископаемыми строматолитами, все же остальные выводы или следуют из аналогий с современными образованиями, или являются предположениями, всегда в той или иной мере спорными.

Внешняя форма строматолита является одним из самых стойких признаков, отличающих эти образования от обычных пород. Поэтому в течение более 100 лет они описывались как организм. Действительно, внешняя форма и взаимоотношение стяжения с окружающей породой, говорят в пользу органического происхождения строматолитов. Однако аналогии не всегда убедительны, тем более, что существуют структуры явно неорганического происхождения (марганцевые натеки, сталактиты и сталагмиты и т. п.), по внешней структуре и слоистости чрезвычайно напоминающие некоторые строматолиты. Если мы попытаемся найти какие-нибудь резкие микроскопические различия между строматолитами и образованиями неорганического происхождения, то во многих случаях также станем в тупик, ибо и в том и в другом случае основой микроструктуры является слой. Поэтому, на мой взгляд, описание строматолита произ-

вести легче, чем привести доказательства в пользу его органического происхождения, которое во многих случаях действительно неясно. Из вышеизложенного можно заключить, что в этом повинны как «вторичные» процессы перекристаллизации, так и первичный неорганический осадок, который в той или иной мере, примешивается при образовании строматолита. Выяснение всех перечисленных причин образования этих карбонатных стяжений входит в число задач объективного исследования. Задача эта тем труднее, чем древнее строматолиты, не только потому, что за большой промежуток времени протекало большое количество «вторичных» процессов, но и в силу того, что в более отдаленные времена организмы, в данном случае водоросли, были, надо думать, более примитивны и теснее сближались с неживой природой,

Строматолиты — слоистые образования, сложенные большей частью волнистыми слоями, вытягивающимися в горизонтальном или наклонном, а иногда и в вертикальном направлении. Надо полагать, что в образовании горизонтальных непрерывных слоев участвовал осадок карбоната механического или химического происхождения — известковая муть. Поскольку слои, образующие строматолит, прерывисты, больше шансов на то, что условия, при которых отлагался осадок, лишь в некоторых местах связаны с поселениями водорослей. Различная толщина слоев на краях выпуклости и на вершине может быть вызвана жизнедеятельностью водорослей, которые развивались сильнее в местах, хорошо освещенных, и погибали на теневых участках. Но, с другой стороны, в приподнятых местах дна более интенсивно происходит кристаллизация карбоната, уменьшаясь в промежутках между выступами, где раствора меньше. Таким образом, разная мощность слоев строматолита не является доказательством его водорослевого происхождения. Структура самого слоя не дает нам бесспорных признаков, которые можно было бы считать водорослевыми, если этот слой более или менее однороден и несодержит остатков водорослей. Единственно, что, мне кажется, необходимо отнести к образованиям неорганического происхождения — это структуры типа крустификационных. Их надо рассмотреть подробнее, так как часто именно их относят к водорослевым. В литературе такого рода корки иногда назывались «*Stromatactis*», но бесспорных доказательств их водорослевого происхождения нет. Между тем в полостях биогермов и близких к ним известняков всех возрастов крустификационная структура обычна и связана, по-видимому, с выпариванием воды в нагретых кавернах рифа. Известно значительное количество форм крустификационных структур. Часто это шестоватые корочки, нарастающие в пустотах со всех сторон или с одной стороны в виде щетки. Также часто образуются радиально-лучистые агрегаты, разрастающиеся из одного центра у стенки. В шлифе в радиальном разрезе такие инкрустации имеют вид сливающихся один с другим вееров. Когда мы наблюдаем такие структуры внутри бывших полостей в строматолите, мы вправе предположить, что образование их, как и в обычных биогермах, связано с выпариванием известковых растворов и химическим выпадением карбоната.

Эти инкрустации несколько напоминают некоторые структуры строматолитов, которые можно было бы назвать «стержневыми» или «пальчатыми». Когда эти структуры широко развиты, они, сливаясь вместе, образуют «веера», сходные с вышеописанными. Но они же образуют отдельные «пальцы» или «стержни», чаще группы их, где светлые, лишенные терригенного материала кристаллы карбоната, ориентированные перпендикулярно наслоению, секут слои строматолита. Остальные горизонтальные или концентрические слои строматолита изгибаются кверху у «стержня» и часто имеют вогнутый вид между двумя соседними «столбиками».

Таким образом, последние являются вертикальными сингенетическими элементами, а промежутки между ними заполняются кластическим осадком, образующим более или менее горизонтальные слои с примесью терригенного материала. Происхождение «стержней» можно считать неорганическим, поскольку они сложены прозрачным кристаллическим карбонатом, но наличие в одном и том же пласте форм строматолитов с «пальчатой» структурой и без нее заставляет критически отнестись к этому предположению. В самом деле, почему в одном случае карбонат отлагается на вертикальных элементах, на «столбиках» и рядом не отлагается?

Остановимся на этой структуре подробнее, так как решение принципиального вопроса о происхождении «стержневой» структуры послужит критерием для суждения о возможности выделения на этом основании форм строматолитов.

Мною наблюдалось несколько разновидностей этих структур. Первая разновидность — это удлиненные веерообразные просветления в слоистом строматолите, суженные внизу, в вертикальном сечении клиновидные. Темные концентрические слои осветляются в клиновидных участках, но продолжаются в них. Такое фигурное осветление, аналогичное обычному пятнистому осветлению при вторичной перекристаллизации, можно отнести ко вторичным причинам. Подобную картину мы наблюдаем в перекристаллизованных концентрически-слоистых и радиально-лучистых (одновременно) оолитах и сферолитах химического происхождения. Клиновидная структура иногда наблюдается на одних участках строматолита, а в других местах, часто по простиранию того же слоя, строматолит весь слагается тонкими слоями. Если же, наоборот, считать клиновидную структуру первичной и водорослевой, то всю остальную часть строматолита придется признать неорганической, ибо слои располагаются без какой-либо зависимости от клиновидной структуры, которая кажется наложенной на них.

Несколько иную картину мы наблюдаем в некоторых строматолитах или на участках их, когда клиновидная или стержневидная «пальчатая» структура резко выражена по всем слоям, а между отдельными «стержнями» находится кластический песчаный материал. В этом случае мы наблюдаем вышеописанную картину сингенетических «стержней» или «пальцев», о которых мы уже говорили выше. В этом случае, несомненно, «стержни», расходящиеся веерами перпендикулярно слоям строматолита, создавали основной «костяк-скелет» строматолита. Вокруг «стержня» концентрировался кластический карбонат и терригенный материал. Мы вправе в этом случае назвать эту структуру сингенетического происхождения особым названием. Вопрос об органическом или неорганическом происхождении «стержней» пока остается открытым. Находки К. Б. Кордэ (1954) в таких стержневых структурах «нитей водорослей» рода *Actinophycus* в виде тонких просветов могут трактоваться и как случайные, если это действительно «нити» [1].

Сингенетическую роль «костяка» строматолита подчеркивают иногда вторичные процессы. В пришлифовках таких строматолитов иногда видны вторичные пятна желтого карбоната. Эти пятна, более светлые, чем сам строматолит, располагаются по краям столбиков, образуя менее стойкие, легко выкрашивающиеся участки. Происходящее посветление карбоната и вторичная пористость не оставляют сомнения во вторичном происхождении карбоната. На поверхностях выветривания в этих случаях получается своеобразная «решетчатая» структура, подчеркивающая одновременно радиальное и концентрическое строение строматолита.

[1] Сечение щели между кристаллами, которые, между прочим, могут ветвиться, дает в шлифе также темные или светлые полоски, легко принимаемые за «канальчики»— нити водорослей.

В этом случае в пришлифовке видно, что осветляются промежутки между «стержнями», а сами «стержни» и некоторые слои между ними сохраняют прежнюю темно-красную окраску. Местами некоторые концентрические слои строматолита одновременно и целиком вторично осветляются. Иногда веерообразные клиновидные осветленные структуры располагаются и растут таким образом, что ступенчато разъединяют концентрические слои. Последние остаются горизонтальными или наклонными, как весь слой, но в пределах клиновидного участка приподнимаются относительно соседнего неосветленного вещества. Получается своеобразная нарушенная и угловатая структура рядом с ненарушенной в одном и том же строматолите и в одном и том же участке слоев (фиг. 10, табл. VII, 2).

Нужно еще добавить, что угол расхождения осветленного веера или столбика в одном и том же строматолите сильно варьирует в зависимости от угла среза, а также от случайных явлений. Когда стержни расположены тесно, границы их или идут параллельно друг другу, или они сливаются, или даже суживаются кверху. Это можно наблюдать в одном и том же строматолите, в одной и той же пачке слоев.

Из всего сказанного можно предположить две следующие гипотезы происхождения стержневой структуры:

1. Непосредственно после выпадения карбоната в строматолите развиваются центры кристаллизации, силы которых направлены вверх. Кристаллизация вызывает осветление слоев (так как выкристаллизовывается более чистый карбонат) и сдвигает их кверху. В случае, когда кристаллы растут быстрее осадка, они выдвигаются над поверхностью, и кластический материал попадает в пространство между «стержнями». Эта гипотеза неорганического происхождения описанных структур, может быть, рационально объясняет все наблюдаемые явления.

2. «Стержни» являются обызвествленными пучками водорослевых нитей. Некоторые исследователи (К. Б. Кордэ) придерживаются только этой последней гипотезы органического-водорослевого происхождения «стержней». Мне кажется, что у нас еще слишком мало данных, чтобы категорически встать на точку зрения одной из этих гипотез.

Теперь вкратце остановимся на других структурах, отличных от куполообразных и столбчатых структур. Мы уже упоминали о стяжениях типа *Conophyton*, которые имеют или конусовидную форму, с конусом, направленным острием вверх, или столбчатую в виде слоистых цилиндров, растущих снизу. Внешне эти формы стяжений напоминают сталагмиты или сталактиты, но внутренняя структура их лишена кристаллличности слоев, радиальной лучистости и т. д. Природе этих образований мной была посвящена специальная работа (Маслов, 1938), в которой я доказывал органогенное происхождение этих форм. В самом деле, если мы встанем на точку зрения неорганогенного происхождения *Conophyton*, то станет неясным не только способ, но и возможность образования таких стяжений без помощи организмов. Если в случае с куполовидными строматолитами мы считали, что интенсивность химического отложения увеличивается на выступах, то здесь рост цилиндрического стяжения идет по бокам, с последовательным обрастанием цилиндра, выступающего над дном бассейна. Или надо допустить удлинение всех вертикальных слоев цилиндра одновременно (с одновременным удлинением вверх цилиндра), что трудно объяснимо, если исключить жизненные явления. Если принять во внимание, что в докембрии цилиндрические *Conophyton* достигали огромных размеров (столбы в несколько метров высотой в Центральной Африке), в кембрии они мельчают, а выше ордовика эту форму никто не находил, то нужно думать, что условия или вероятные организмы, образовавшие эти стяжения, исчезли и после ордовика не существовали. То же можно сказать относительно более редких (*Greysonia* и *Copperia*),

которые относятся, может быть, не к строматолитам, а к ходам крупных червей. Внутренняя структура этих образований не противоречит настоящему предположению.

Я уже останавливался раз на *Newlandia* (Маслов, 1945), которые описываются как строматолиты, и высказывал мнение, что это остатки скелетов кишечнополостных животных, исчезнувших еще в протерозое.

Некоторые строматолиты имеют поразительное сходство с губками. Как мы увидим ниже, некоторые образования описываются как губки (*Phytospongia cylindrica* M a s l.), некоторые имеют черты сходства с губками (трубчатая внешняя форма), но не могут быть отнесенными к этим животным за отсутствием микроструктур, которые можно было бы с уверенностью сравнить с известковым скелетом губки. Между тем мы находим строматолиты, описанные в литературе в начале как губки (*Stromaria*), с мозговидной внешней поверхностью и почти сферической формой. Микроструктура их ближе к строматолитам, чем к губкам, почему в дальнейшем они отнесены были к остаткам низших водорослей.

М. А. Болховитинова описала известковую губку из карбона Европейской платформы. Ее микроструктуры напоминают структуры строматолитов, которые некоторыми исследователями описываются даже как «водоросли».

Думаю, что своевременно высказать гипотезу симбиотического происхождения некоторых форм строматолитов, когда одно и тоже образование — желвак или нарост, произошло за счет жизнедеятельности известковой губки и низших водорослей. В современной водной фауне мы встречаем случаи совместного проживания губок и сине-зеленых или зеленых водорослей. Нет ничего невозможного в том, что и те и другие были известьотлагающими в условиях, благоприятных для этого процесса. В этом случае известковый скелет губки будет осложнен отложениями извести, между нитями и клетками симбиотической водоросли. Весьма вероятно, внешняя форма губки в основном сохранится, но внутренняя микроструктура потеряет свою закономерность.

Эта гипотеза «симбиотических строматолитов» не противоречит фактическому материалу, согласно которому некоторые строматолиты живут в одних условиях с животными (гастроподы, наутилоидеи, брахиоподы и т. д.).

Таким образом, можно вывести заключение, что некоторые формы строматолитов не отвечают определению этих последних, а скорее должны быть отнесены к остаткам проблематических организмов, может быть, животных. Часть строматолитов, как *Conophyton*, можно считать результатом жизнедеятельности водорослей (и, может быть, бактерий), часть же является более сложными стяжениями, и их структура должна расшифровываться в каждом отдельном случае.

4. О ХЕМОГЕННОМ И БАКТЕРИАЛЬНОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ НЕКОТОРЫХ МИКРОПРОБЛЕМАТИК

В доломитовых и известняковых породах карбона Самарской Луки и кембрия Сибирской платформы мне неоднократно встречались округлые микропроблематики, следующей структуры: на фоне обычного вторичного или микрозернистого или реже пелитоморфного карбоната располагаются округлые карбонатные зерна со светлой оторочкой и темным центром. Иногда вместо темного содержимого находятся разрозненные округлые темные карбонатные зерна диаметром в несколько микрон. Размеры и количество этих образований варьировали в зависимости от породы. Для объяснения таких пород, которые я называл «точечными доломитами», приходилось привлекать гипотезу особой перекристаллиза-

ции ила в период диагенеза, а темное внутреннее содержимое рассматривать как остаточный, реликтовый материал от пелитоморфного осадка, оттесненный растущими радиально кристаллами в центр микроконкреции.

Может быть, дано другое объяснение, если привлечь некоторые данные о кальцитоосаждении бактериальными колониями, приведенные в статье В. О. Калиненко (1952). Согласно лабораторным опытам этого автора «...бактерии в колбах работают по зональному принципу и создают здесь дифференцированные физико-химические условия. В связи с этим бактериогенные карбонаты выпадают сначала в самой колонии, затем на ее периферии и через несколько дней отлагаются вне колонии».

Кальцитоосаждение у В. О. Калиненко произвела *Bacterieum precipitatum* K a l i n., но этот автор здесь же указывает, что «почти все бактериальные виды способны осаждать углекислый кальций из растворенных соединений этого элемента». «Одни и те же бактерии при других условиях окружающей обстановки способны вызвать противоположный процесс, т. е. переводить карбонатные осадки в растворенное состояние...». Таким образом, «один и тот же бактериальный вид может быть или щелочно- или кислотообразователем...». «Направление процесса зависит, главным образом, от источника углерода, доступного для бактерий в данных условиях. Например, разрушая белковые вещества, бактерии обогащают среду свободным аммиаком», который «повышая pH жидкости, приводит к осаждению карбоната кальция...».

В. О. Калиненко приводит ряд питательных сред, как в пресной, так и в соленой воде, при которых бактерии осаждают карбонат. Описывая процесс осаждения карбоната бактериями, этот автор приводит ряд очень показательных микрофотографий. Вокруг бактериальных колоний образуются кальцитовые пояса или же колония «тонет» среди кальцитовых зерен. Эти последние имеют субсферическую форму, часто сплющенную в местах соприкосновения с соседними зернами. Зерна кальцита в разрезе (фиг. 4 и 7 статьи В. О. Калиненко) показывают наличие светлой карбонатной оторочки и темного ядра, т. е. аналогичные образованиям, о которых говорилось в начале этого раздела.

Похожие микропроблематики описывались К. Б. Кордэ из кембрия Сибирской платформы не только как сине-зеленые водоросли, но и как принадлежащие к современным семействам этих водорослей.

Так, из кембрия рр. Лены и Амги ею описан (Кордэ, 1955) *Palacmicrocystis cambrica* K o r d e, отнесенный к семейству *Microcystidaceae* из порядка *Croococcales* из типа *Cyanophyta*. Под этим названием описываются слои доломита, образованные «колониями», которые ...«имеют округлую или несколько неправильную форму; последняя, по-видимому, связана с сохранностью минерала» (!). Размеры различные». Характерным для этого вида, пишет К. Б. Кордэ, является скопление клеток в центре колонии. Клетки округлые одиночные, не собраны в нити. Располагаются без определенного порядка. Размеры клеток 9 μ». Диагноз повторяет приведенные выдержки и не дает также представления о карбонатной структуре ископаемых остатков. На микрофотографии же, приведенной на табл. II, фиг. *4* этой статьи, можно видеть округлые пятна местами со светлой «оторочкой» среди вторичного карбоната. «Клетки» не видны. Рисунков и описания этих клеток не дается, указана только их шаровидность и размеры. Так как на фотографии содержимое в центре «колонии» является темным, читателю представляется право догадываться, из чего это содержимое состоит. По-видимому, мы имеем дело с мелкими округлыми зернами пылевидного (пелитоморфного) карбоната, происхождение которого может быть или терригенным, или хемогенным, или бактерио-хемогенным. Нахождение этих зерен внутри крупных округлых

зерен («колоний» по К. Б. Кордэ), может быть, является реликтовым в результате образования микроконкреции на подобие тех, что получал В. О. Калиненко в колбе благодаря жизнедеятельности бактерий.

Другие округлые микропроблематики имеют радиально лучистую структуру, которую можно сравнить со сферолитами химического происхождения, полученными Е. В. Рожковой и Н. В. Соловьевым (1937) в лабораторных условиях. Эти радиально-лучистые кристаллические структуры имеют характерные тонкие прямые и ветвящиеся лучи удлиненных кристалликов, которые легко принять за каналы или следы от нитей водорослей. Поперечные сечения этих лучей при малой их величине кажутся округлыми. Выше уже указывалось, что, по-видимому, структуры такого происхождения описывались П. С. Краснопеевой (1933) как «водоросли»». По-видимому, такого же рода онколито-оолиты описаны К. Б. Кордэ, как сине-зеленая водоросль *Poecilophycus multiformis* Korde (Кордэ, 1954) из отдела *Hormogoneae*.

Этот последний автор при описании ископаемой формы, как мы видели выше, не останавливает своего внимания на минеральных структурах объекта, который он изучает. Описание ведется так, как будто живший ранее организм сохранился. Между тем в онколитах и строматолитах очень трудно увидеть следы самого организма, если же эти следы и улавливаются, то они в значительной мере проблематичны. Кроме того, те продукты жизнедеятельности и карбонатообразования, которые мы наблюдаем в шлифах, можно легко смешать с хемогенными и, как мы видели выше, с бактериально-хемогенными осадками. Поэтому игнорирование петрографо-литологического метода может не только легко привести к ошибкам, но методически является в корне неправильным.

Между тем К. Б. Кордэ считает свой метод единственно правильным, наиболее «ботаническим» и новейшим. Она игнорирует описание прежними авторами микроструктур в онколитах и строматолитах, считая, что эта методика не является альгологической. Необходимо заметить, что действительно методика палеоальголога во многом расходится с исследователем живущих водорослей, что вполне закономерно и естественно.

Естественно, что каждый может ошибаться и принимать проблематические остатки за тот или иной организм, но мы должны держаться методики наиболее объективного описания каменного материала и ограничивать себя в пользовании принципом актуализма. Только те минеральные структуры, которые образуются в современную нам эпоху, могут сравниваться с такими же минеральными структурами прежних эпох. Отождествления не минерализованных структур современных организмов с ископаемыми минеральными структурами можно производить только с большими оговорками и в гипотетическом аспекте.

Из сказанного вытекает, что некоторые карбонатные структуры, описанные П. С. Краснопеевой и К. Б. Кордэ, как водоросли, остаются проблематиками, а их отнесение к водорослям является личным мнением исследователей. Хемогенное и бактерио-хемогенное осадкообразование не только тесно связано с фациями, но, как мы видели из опытов В. О. Калиненко, бактерио-хемогенное осаждение карбонатов происходит в узко локальных зонах бактериальных колоний. В силу этих причин микропроблематики могут быть хорошими местными корреляторами, связанными с узкими или более широкими фациальными условиями. Но им не следует пока приписывать широкого возрастного значения, а также не следует ими пользоваться как указателями палеогеографических условий (без проверки их другими комплексными методами).

В заключение нужно сказать, что некритическое описание округлых микроскопических тел как «водорослей» часто приводит к ошибкам. Так, например, некоторые карбонатные оболочки вокруг кристаллического

кальцита округлого габитуса принимаются за фораминиферы или за водоросли. Между тем в песчаниках ордовика Сибири вокруг зерен кристаллического кальцита часто наблюдаются подобные железистые оболочки. Встречаются и глауконитовые зерна аутигенного происхождения овальной или почти сферической формы с внутренним темным ядром и внешней светлой (табл. XXXV, *5*) оболочкой или наоборот с внутренним более светлым ядром и более темной оболочкой. И железистые, и глауконитовые зерна естественно принимать за химические образования, в которых организмы (водоросли) не принимали участия, а слоистость обусловливается условиями осаждения. Почему же мы не можем предположить химического осаждения корочки карбоната вокруг песчинок? Тем более, что оолитообразование всегда начинается с одного слоя.

Загромождение излишними названиями неорганических образований только засоряет геологическую литературу, не принося существенной пользы, так как исправление ошибок в определении происхождения этих образований и пород, с ними связанных, в дальнейшем займет очень много времени.

5. О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

При исследовании строматолитов необходимо особенно тщательно придерживаться идеи связи организма со средой. Несомненно, что условия образования, т. е. окружающая среда, влияют в значительной степени на рост строматолита. Из наблюдений над современным и ископаемым материалом вытекает, что строматолиты являются производными не только органического мира, но и неорганического, который непосредственно (и прямо, а не косвенно) участвует в образовании строматолитовых выростов. Поэтому описание строматолита как изолированного организма (что делалось некоторыми исследователями), может привести и приводило к совершенно превратным представлениям. Ниже будут критически рассмотрены уклонения от фактического материала и попытки ввести в методику описания строматолитов недоказанные представления об их происхождении.

При описании строматолитов исследователи обычно относят все видимые структуры к известковым остаткам сине-зеленых водорослей (Fenton, 1937, 1943, Johnson, 1940; Краснопеева, 1945, Кордэ, 1950) и на основании этих структур, как внешних, так и микроскопических, каким-то образом их классифицируют.

Как иллюстрацию зарубежной «классификации» и принципов, господствующих у заграничных исследователей, приведем выборку из работ Джонсона (Johnson, 1940, 1946), который описал ряд новых «родов» строматолитов.

В разделе крупных «колониальных форм» описан род *Shermanophycus*. Это округлые колонии, состоящие из центральной основной массы и тонких неправильных концентрических слоев, окруженных пальцевидно-ветвящимися выростами из изогнутых слоев. Поверхность покрыта ямками и похожа на цветную капусту. Изменение в форме роста Джонсон объясняет приспособлением к внешним условиям. *Gouldina* — другой род — представляет собой «известковую водоросль, образующую округлые колонии, состоящие в основном из пологоизогнутого купола, сложенного волнистыми слоями, и внешней части, состоящей из неправильных сосочков, т. е. «род», ничем принципиально не отличающийся от предыдущего. Джонсон указывает, что *Gouldina* отличается от *Schermanophycus* по характеру и относительному размеру центральной части, которая у *Gouldina* меньше и более правильна. «Нити», по-видимому, растут у *Gouldina* перпендикулярно слоям и у второго рода — параллельно.

Stylophycus образует широкие «колонии» округлых очертаний. Базальная часть слабо выпукла, состоит из концентрических слоев, внешняя часть образована неправильными сосочками. Отличается от *Shermanophycus* и *Gouldina* более тесным расположением сосочков.

Leptophycus образует свободные желваки, похожие на *Stylophycus*, но не такие плоские и, по-видимому, с ним идентичен.

Artophycus представляет собой «мозговидные» колонии — лепешки, состоящие из длинных тонкослоистых столбиков. Базальная часть отсутствует.

Cryptozoon образует уплощенно-сферические кочанообразные колонии, более широкие вверху, чем в основании. Под микроскопом обнаруживаются сплетения ветвящихся канальцев 0,04—0,02 мм диаметром.

Calyptophycus образует пологокуполообразные формы с бородавкообразными выростами в виде корок. Под микроскопом обнаруживаются сильно изогнутые нити, перпендикулярные к слоям.

По-видимому, большинство названных форм является онколитами (исключая *Calyptophycus*, *Artophycus* и *Stylophycus*); на этом вопросе Джонсон своего внимания не концентрирует, хотя он существенно важен.

Для родовых признаков и классификации строматолитовых и онколитовых желваков Джонсоном взят не один или несколько каких-нибудь принципов (способ роста, микроструктура и т. п.), а особенности, отличающие одну форму от другой (толщина слоя, величина и частота отростков, отношение базальной и периферической части) и только для *Cryptozoon* мы находим отличительную микроструктуру, а для *Leptophycus* звездчатый рост неправильно-пальчатого онколита, неясно изложенный у Джонсона. Форма роста этого онколита аналогична описанной ранее *Eniseïella* (Маслов, 1939). Интересно отметить, что кембрийский *Cryptozoon* описан Джонсоном для карбона. Может быть, под названием Cryptozoon описывают и понимают различные образования. В самом деле криптозоон, приведенный в справочнике Пиа (Hirmer, 1927), никак не вяжется с образованием, описанным Джонсоном. Другие ученые те же строматолитовые структуры относят к неорганическому миру, не называют их по-латыни и не классифицируют (Bigot 1929; Cloud 1942; Чураков, 1945 и др.). Я не могу согласиться ни с теми, ни с другими. В строматолитах сохраняются как структуры, образованные организмами, так и структуры, созданные химическим или механическим осаждением. Часто отложения неорганического происхождения трудно отличить от структур, образованных водорослями. Но тогда, когда их возможно определить, мы обязаны это сделать. Таким образом, во-первых, должны быть по возможности установлены и исключены «вторичные» процессы, как-то: вторичная перекристаллизация, выделение доломита и т. п. Во-вторых, необходимо выяснить первичную структуру строматолита, что не всегда легко. В участках перекристаллизации, при наличии первичной структуры, иногда наблюдается следующая картина: строматолит обладает местами тонкой слоистостью, которая прерывается пятнами доломита. Слоистость я относил к первичной, а доломит к вторичной структуре. Пятнистость, иногда располагающуюся по слоистости и часто обладающую пористостью, нужно относить за счет вторичных процессов выщелачивания и перекристаллизации. Поэтому методика, осуществляемая К. Б. Кордэ и П. С. Краснопеевой, относящих все структуры к первичным, не выдерживает критики.

Одна из последних работ П. С. Краснопеевой (1946) трактует ряд кардинальных вопросов о строматолитах. По вопросу о систематическом положении строматолитов с ней невозможно согласиться. В литературном обзоре П. С. Краснопеева ссылается на Я. В. Самойлова, Л. В. Пустова-

лова и А. А. Еленкина, считая, что она стоит на их позициях при описании строматолитов. На самом деле перечисленные ученые к строматолитам отношения не имели, ибо с ними не работали и их не знали. П. С. Краснопеева считает, что минералогический состав является зеркалом, отражающим прежнюю жизнь, упуская из виду, что карбонатные породы являются отражением фаций и в течение геологического времени меняют свой облик, благодаря многочисленным процессам. Даже если мы устанавливаем сингенетические структуры, что не так просто, минералогия этих структур не будет отвечать минералогии первичного осадка. Поэтому диагностическое значение доломита и кальцита, которому П. С. Краснопеева придает большое значение, с точки зрения литолога не выдерживает критики.

Не выдерживают критики и «роды» строматолитов, выделенные ею на шатких и неясных основаниях. Когда читаешь диагнозы их, не можешь даже уяснить, какими четкими («родовыми»!) чертами они отличаются друг от друга. Краснопеевой выделяются четыре «рода»: 1) *Newlandiella*, 2) *Algostroma*, 3) *Kabyrsina*, 4) *Sibirephycus* (табл. 1). Все они характеризуются чередованием темных и светлых слоев карбоната, с послойным распределением углистого вещества в разных концентрациях.

Таблица 1

Основные признаки родов строматолитов
(по П. С. Краснопеевой)

№ п. п.	Название родов	Светлые слои	Темные слои	Внешняя форма
1	*Newlandiella*	Крупнокристаллический кальцит	Бурый мелкокристаллический доломит	Коническая, полусферическая
2	*Algostroma*	Тонкокристаллический кальцит	Бурый мелкокристаллический доломит	Коническая цилиндрическая
3	*Kabyrsina*	Кристаллический кальцит	Крупнокристаллический антраконит (!*В. М.*)	Полусферическая
4	*Sibirephycus*	Крупнокристаллический доломит	Мелкокристаллический доломит	Пластовая

Кроме этих расплывчатых и сходных «родовых» признаков, П. С. Краснопеевой приводятся «видовые»: 1) «ячеи» (?), 2) толщина слоев, 3) наличие «полостей» (?). Что такое «ячеи» и «полости», не объяснено, но, по-видимому, это или участки более крупнокристаллического карбоната, образованные в результате вторичных процессов, или «раздувы» между слоями, которые иногда наблюдаются в строматолитах, или полости, получающиеся в процессе роста строматолита, как мы видели выше.

Таким образом, «родовые» признаки строматолитов, установленные П. С. Краснопеевой, не дают возможности отделить один «род» от другого и остается лишь макроскопическая внешняя форма стяжений, которой этот автор не придает никакого значения.

Как выясняется работами последних лет, строматолиты являются полифитными биоценотическими стяжениями извести, образованными не только благодаря жизнедеятельности многих форм водорослей, но и при участии механического и химического осаждения карбоната, преимущественно кальцита. В силу этого всякое изучение строматолита ставится в зависимость от четырех факторов, а не от одного, как это делают

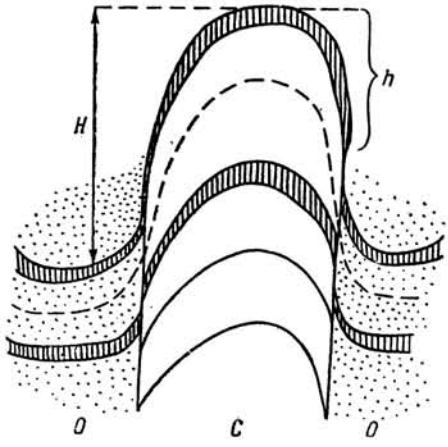
некоторые палеонтологи (Фентон, Краснопеева, Кордэ и др.). Эти четыре фактора следующие: 1) результаты жизнедеятельности нескольких форм водорослей, 2) механическое налипание и осаждение карбоната, 3) сингенетическое химическое выпадение карбоната и 4) вторичные процессы, проходившие после отвердения строматолита. Смешение всех этих причин и описание структур без критического подхода к этим образованиям приводит к ошибкам. Среди этих основных факторов часто трудно отличить продукты сингенетического химического отложения карбоната и вторичных процессов, так как и те и другие структурно выражаются в виде светлого кристаллического карбоната — кальцита или доломита. В некоторых случаях можно определить первичный химический осадок — слои или участки крустификационной или шестоватой структуры, которые образуются часто в пустотах современных рифов, в биогермах пермского возраста и т. п. Все такие структуры П. С. Краснопеева описывает как водорослевые.

Строматолиты образуют бесконечное разнообразие форм при очень малом различии в способе образования. Так, основой большинства строматолитов является слой. Слой или горизонтален, или волнист, или прерывист, иногда куполообразно или конусообразно выгнут вверх или, наконец, образует цилиндрические формы. Наиболее распространены куполообразно-изогнутые и конусовидные строматолиты.

Грубая макроскопическая «систематика» стяжений типа строматолитов, основанная Уолкоттом и проводившаяся мной до 1940 г., в дальнейшем стала детализироваться Фентонами в США. Она была совершенно отвергнута П. С. Краснопеевой и К. Б. Кордэ, которые построили свои классификации только на «микроструктурах».

Нужно сказать, что всякая классификация должна быть построена на таких началах, которыми могли бы пользоваться другие исследователи. В этом отношении прежние описания являлись объективным отображением форм стяжений. Описанные объекты, как старых авторов, так мои и Фентона, могут быть изображены на фотографиях. Этого нельзя сказать про некоторые «структуры» П. С. Краснопеевой, всегда нарисованные и описанные таким образом, что всякая объективность исчезает. Так, в ее диагнозе указываются «слои массивные» или «слои скорлуповатые», «ячеи», «пустоты» и т. п., которые каждый читающий может понимать по-своему. Или, например, в диагнозе *Algostroma elbrus* Radugin говорится: «Тонкая равномернозернистая структура кальцита указывает на равномерную перекристаллизацию органического вещества слоя, а это, в свою очередь, указывает на однородность химического состава органического вещества и его минеральных выделений». Если в диагнозе формы автор приводит свои соображения о том, на что «указывает» та или иная форма кристаллического кальцита, то ясно, что признаки ископаемой формы весьма расплывчаты и автор вместо сухого и объективного описания начинает прибегать к рассуждениям, место которых не в диагнозе. Происхождение этой методики легко объяснимо. Дело в том, что строматолиты обладают весьма скудным количеством признаков, отличающих их друг от друга, несмотря на значительное внешнее разнообразие. Авторы, стремясь придать им стратиграфическое значение и выделить как можно больше «видов», ищут такие признаки, которые бы отличали одну форму от другой, согласно их теоретическим представлениям. Так, есть «теория» кальцитизации слизи водорослей, консервации воздушных пузырей и т. п. Считается, что все эти консолидированные «мелкие» (или даже воздушные!) элементы при жизни водоросли и во время образования строматолита фоссилизировались так, что их можно увидеть и описать в шлифе. Делается это без всяких доказательств. Заранее допускается, что более светлый карбонат — это рыхлое (при росте строматолита) отложение, что

просветленные пятна — это пузыри воздуха и т. д. и т. п. Такие домыслы не только излагаются в выводах, но и попадают в диагноз. Между тем исследователь видит лишь кристаллический карбонат и лишь структура этого карбоната является фактом. Описание этой структуры должно быть освобождено от субъективных взглядов исследователя.



Фиг. 2. Схема строения строматолита (морфологический тип *Collenia*)

C — тело строматолита; *O* — механический осадок; *H* — «прижизненная высота» строматолита во время его образования, *h* — высота облекания слоя

Методика изучения строматолитов включает:

1) наблюдения в поле над наростами и их залеганием среди нормально осадочных пород и сбор образцов;

2) распиловку строматолитов вдоль оси симметрии (по вертикали колонки, стержня или «каравая») и поперек оси;

3) пришлифовку одной половины распиленной поверхности и изготовление палеонтологических шлифов из другой стороны распила;

4) изучение макро- и микроструктур в полировках и шлифах;

5) реконструкцию внешней формы и внутренней макроструктуры;

6) описание микроструктур, которые могут быть отнесены к остаткам организмов.

Желательно проводить исследование ряда параллельных распиловок, что дает более точные реконструкции, а также химические анализы как самого строматолита, так и окружающей породы.

Применение других более тонких литологических, минералогических и т. п. методик позволит в дальнейшем лучше изучить эти образования, которые для будущих исследователей представляют широкое поле деятельности.

При макроскопическом изучении строматолитов мы имеем дело с выступом или колонкой, которая возвышалась над дном на различную высоту. Эту высоту позволяют определить те слои строматолита, которые, становясь тоньше у края выступа, переходят в нормальный осадок между выступами или колонками. Эту высоту и форму строматолита можно назвать прижизненной. Слой строматолита, загибаясь книзу, облекает в различной степени выступ. Высота, на которую слой облекает выступ, может быть названа «высотой» облекания (*h*), она иногда может равняться прижизненной высоте строматолита (*H*), которая измеряется от вершины строматолита, до синхроничного слоя, в промежутке между выступами (фиг. 2). Прижизненная высота строматолита является показателем быстроты его роста по сравнению с быстротой накопления механического осадка между выступами строматолита. При замедленном накоплении осадка между колонками строматолита и его быстрым ростом образуются морфологический тип *Saccus* и некоторые формы *Conophyton* (см. ниже). Таким образом, при реконструкции внешней формы строматолитов нужно учитывать, что у них бывают формы двух видов: 1) прижизненная, рассмотренная выше, и 2) ископаемая — ограниченная нормально осадочной породой химического или механического осадка. Часто столбики строматолита

образованные выпуклыми куполками и измеряемые десятками сантиметров в высоту (ископаемая высота), на самом деле выступали над дном на 1—2 и менее сантиметра. Другие же формы, благодаря течениям, уносившим механический осадок, достигали по вертикали нескольких десятков сантиметров на дне водоема, но в этих случаях их слоистость теряла правильную куполообразность, сильно облекая выступ, и иногда становилась вертикальной. Совершенно ясно, что величина колонки зависит от скорости роста и продолжительности ее образования.

А. Г. Вологдин (1955), реконструируя различные формы строматолитов, как бы снимает осадок, заполнявший промежутки между ними. Благодаря этому выступы строматолитов в ряде случаев имеют на его реконструкциях значительно большую высоту, чем она была при их росте.

Отсюда вытекает вывод о необходимости получения крупных образцов, охватывающих несколько колонок строматолита или его часть с прилегающим осадком.

Исследователь строматолитов и онколитов должен быть одновременно геологом, литологом и палеоальгологом, потому что исследователь, являющийся только палеоальгологом, привыкший к остаткам водорослей, или окажется беспомощным при отсутствии явных признаков последних, или будет вынужден прибегать к такой доле фантазии, которая сама по себе не является научным методом. Литолог, без опыта палеоальгологического исследования, может пропустить микроструктуры, которые можно было бы объяснить как водорослевые. Геолог может сделать только первичную документацию и установить распределение в разрезе и залегание строматолитов. Поэтому все-таки легче всего изучать строматолиты литологу, который, конечно, знаком с геологическими методами и может легко познакомиться с микроскопическими структурами и остатками примитивных карбонатных водорослей.

6. СТРУКТУРЫ СТРОМАТОЛИТОВ

Под структурами строматолитов мы будем подразумевать текстуру карбоната — внешнюю форму, состав слоев и концентрическое или радиальное расположение кристаллов карбоната, видимое в шлифе при увеличении в десять — двадцать раз. Классификация строматолитовых стяжений должна быть основана на всех этих признаках одновременно. При этом внешняя форма и расположение слоев не только не должны быть поставлены на последнее место, но должны считаться одним из важнейших признаков, дающих возможность выяснить способ образования строматолитов.

Микроструктуры строматолитов можно попытаться разбить на две генетические категории: 1) сингенетические и 2) вторичные. При этом к сингенетическим мы будем относить как явно органогенные структуры, так и неорганогенные, но образовавшиеся в осадке на дне водоема. Структуры же, обязанные своим происхождением диа- и эпигенетическим процессам в твердой породе, мы будем относить ко «вторичным».

В ордовике рр. Ангары, Илима и Лены и их мелких притоков развиты строматолиты главным образом типа *Collenia* и близкие к ним. Количество микроструктур ограничено, в то время как внешняя форма дает значительное количество вариаций. Объясняется это, во-первых, сильным развитием вторичных процессов и доломитизации и, во-вторых, близкими фациальными условиями. О сходстве разных водорослей, участвовавших в образовании строматолитов, можно строить только гипотезы.

Структуры строматолитов можно разделить грубо на макроскопические и микроскопические. Первые включают, во-первых, характер залегания первичного (сезонного) слоя. Так, у слоистых строматолитов на-

блюдаются следующие макроструктуры: 1) *Columnaris* — колонковидная в виде стопки монет или колпачков, лежащих друг на друге (разновидность — *minutocolumnaris* — мелкие столбики колонки), 2) *plana* — плоская, гладкая; 3) *planotumulosa* гладковолнистая или пологобугристая, 4) *flabelliformis* — веерообразная в виде почек (разрастающихся во все стороны в вертикальном сечении напоминающая веер, 5) *fistulosa* — пористая с макроскопическими порами, обычно расположенными закономерно, 6) *nubeculariformis* — облакообразная в неслоистых или неяснослоистых строматолитах, в которых сезонные колебания сказываются в виде облакоподобных вздутых образований; в последних более поздние вздутия не совпадают с более ранними. Кроме того, форма столбика может быть обозначена особым термином — например *obliqua* — косой, который употреблялся мной для обозначения скошенной формы слоистого столбика. По-видимому, этот термин (так же как и *directus* — прямой), является признаком чисто экологическим, так например, на краях желвака столбики обычно косые. Вопрос о происхождении пористой структуры (*fistulosa*) остается пока открытым—это, может быть, участки скопления водорослей, не отлагавших известь и не заполненные вначале карбонатом.

Опыт исследования ископаемых строматолитов показывает, что большинство древних строматолитов и онколитов состоит из кристаллически-зернистого карбоната. Слои последнего образованы крупнозернистым и мелкозернистым материалом с некоторой примесью углистого и органического вещества, распределенного по отдельным темным слоям.

Кроме такой простой и единообразной микроструктуры, в строматолитах встречаются более сложные микроструктуры, обязанные своим происхождением как жизнедеятельности водорослей, так и химическому осадкообразованию. Разделение структур, созданных этими противоположными процессами, довольно затруднительно.

Среди строматолитов с такой смешанной структурой встречаются структуры губкового характера с пустотами, заполненными вторичным карбонатом, и темной извилистой массой, иногда с ориентированными каналами (фиг. 20). Блэк указывает на присутствие в современных строматолитах относительно крупных каналов, образованных нитями некоторых водорослей среди окружающего карбонатного осадка. Микроструктура третичных строматолитовых стяжений показывает, что губчатая структура образуется благодаря отложению переплетающихся сгустков тонкозернистого кальцита и наличию ничем не заполненных пустот. Возможны три толкования их структур: 1) или очень тонкие нити водорослей отлагали известь вокруг себя, причем канал от нити не сохранился, будучи заполнен пелитоморфным кальцитом, или 2) известь осаждалась вокруг колоний водорослей различной величины и формы, или 3) имело место и то, и другое.

В некоторых случаях (в пермских строматолитах, например), удается видеть пустоты от каналов трихомов водорослей, что выделяет такие строматолиты в стяжения с более определенными диагностическими признаками. Мне приходилось уже указывать (Маслов, 1945) на то, что желваки (онколиты), а значит и строматолиты, ранее образованные какимнибудь определенным организмом (строматопорой или гирванеллой), при перекристаллизации переходят в неопределимые объекты, которые описываются как строматолиты или онколиты.

Существуют строматолиты со слоисто-радиальной структурой, в которых главную роль играет светлый и темный кристаллический карбонат несомненно связанный с первичным кристаллическим осадком (фиг. 10 и 11). Здесь мы также попадаем в область догадок и гипотез, и чем более мы опираемся на них, тем менее достоверны наши работы. Наконец,

явные крустификационные структуры, отложившиеся при образовании строматолита в момент его осушения или другим способом, запутывают исследователя еще более. Но мне кажется, что несмотря на все эти затруднения и естественный скептицизм, который вызывается вмешательством механических и химических агентов в рост строматолита, мы сможем при углубленном изучении выделить настоящие органогенные образования и подметить их различия в стратиграфической колонке.

Рассмотрим теперь сингенетические микроструктуры, т. е. образованные во время роста строматолита. Они распадаются на следующие группы: А) слоистые, Б) радиально-лучистые или шестоватые и В) сгустковые.

А) Слоистые структуры слагаются: 1) тонкими слоями из микрокристаллического карбоната, 2) более толстыми слоями, которые имеют свою индивидуальную структуру, хотя и лишены однородной текстуры, как в предыдущем случае. Эти структуры неоднократно описывались в литературе: мной — в работе, посвященной *Conophyton* (Маслов, 1938), а также ранее Гюрихом (Gürich, 1906) и др.

Б) Радиально-лучистые структуры подразделяются на: 1) стержневые-веерные, 2) шестоватые и 3) инкрустированные в пустотах.

1) Стержневые структуры (*stylostroma*) образуют комбинацию радиальных кристаллических элементов наряду с концентрически-слоистой текстурой. В шлифе строматолит выглядит следующим образом: вертикальные стержни расположены перпендикулярно слоистости строматолита и параллельно друг другу; между этими стержнями располагается карбонатный слоистый осадок, часто с песком, слоистость которого сочетается с признаками слоистости в стержнях, образуя общую слоистость отдельных столбиков строматолита или всего желвака. В некоторых случаях стержни как бы протыкают слои (фиг. 10). Стержни расширяются вверх, ветвятся, иногда сливаются друг с другом. Реже происходит утонение стержней кверху (табл. VII, *1*, *2*, *3*). Между этими типично сингенетичными стержнями и веерными стержневыми посветлениями, не имеющими особых признаков сингенетичности, существуют постепенные переходы. Иногда пачка слоев строматолита с типичной «стержневой» структурой по простиранию переходит в пачку слоев с веерной структурой и даже в пачку слоев, лишенную этой радиальной структуры. В тангенциальном сечении стержневая структура представлена неправильными светлыми овалами с затемненными промежутками между ними.

Стержневую структуру можно разбить на ряд разновидностей: а) стержни прямые, почти одной толщины, параллельные друг другу; б) стержни начинаются маленьким веером, затем, достигнув определенной толщины, тянутся вверх параллельно друг другу: утолщения в диаметре происходят внезапно-ступенчато; стержни иногда искривляются; в) собственно стержней нет, но есть стержневидные светлые «веера-конусы» с острым углом внизу, вверху обычно соприкасающиеся со своими соседями; концентрические слои или проходят через них, так же, как через промежутки, или смещены в соседних конусах друг относительно друга. Иногда конусы идут под углом к соседнему участку, в результате чего при соприкосновении этих участков происходит неправильный рост соседних конусов и смещение их относительно первоначального роста; г) вершина перевернутого конуса образует в осевом сечении прямой или даже тупой угол. Сам конус приобретает вид овала с закругленным основанием. По-видимому, это получается в результате косого сечения обычного конуса. Но существуют также очень широкие короткие конусы.

В стержневых структурах никаких микроструктур, кроме кристалликов, не видно. Но в местах, где стержни перекрываются темными однородными слоями, иногда можно заметить светлые «нити», тонкие, длинные,

прямые или слегка изогнутые кристаллики, расположенные перпендикулярно или косо к слоям. В результате получается впечатление ветвистости. Эти тонкие просветы могут быть приняты и за остатки от нитей водорослей, хотя никаких оболочек нитей не найдено.

2) Шестоватые структуры (*perticastroma*). Иногда шестоватая структура располагается по толстому слою или участку слоя строматолита. От остальной массы этот участок отличается прозрачностью и «частоколом» палочек-кристаллов, расположенных плотным рядом перпендикулярно поверхности слоя. Когда шестоватая структура приурочена к трещинам и пустотам, ряды палочек-кристаллов растут с двух сторон с поверхностей трещин или окружают пустоту щеткой. Иногда, по-видимому, сингенетические корочки шестоватых кристаллов карбоната вырастают на верхних поверхностях онколитов или мелких строматолитов. Эти корочки становятся тоньше к краям, вырастая точно таким же образом, как обычно слои строматолита. Происхождение этих сингенетических шестоватых слоев остается невыясненным, оно может быть и хемогенным.

3) Инкрустированные структуры (*radiostroma*) являются вторичными. Если они сингенетичны, то только в том смысле, что образование их происходило на дне водоема в твердом строматолите диагенетическим путем. Эти структуры характеризуются присутствием радиально-лучистого карбоната, заполняющим полость в строматолите. Вначале на стенках полости возникала корочка, которая затем могла заполнить и всю полость. Не исключена возможность образования подобной корочки и на поверхности строматолита в моменты осушений.

Микроструктуры иногда переходят в макроструктуры, строение которых видно простым глазом. Так, например, стержневая структура *stylostroma*, названная и описанная мною (Маслов, 1952_2, 1953), часто видна на выветрелых поверхностях рассеченных строматолитов и образует самостоятельные наросты со стержнями до 5 см длиной (см. ниже). Та же структура, но в ее минимальном развитии, когда стерженек пересекает только один или два-три слоя, называется мною microstylostroma. Эта последняя структура в некоторых случаях может быть обусловлена и другими организмами нежели обычная стержневая, но может рассматриваться и как зачаточная *stylostroma*.

В) Сгустковая структура (*glebulosa*), описанная мною (Маслов, 1937), а еще ранее Гюрихом (Gürich, 1906), широко известна и распространена в разных системах палеозоя и мезозоя.

Г) Зернистая структура (*granulosa*), еще более распространенная, пояснения не требует, но в строматолитах может быть как первичной, так и вторичной (в результате перекристаллизации). При употреблении этого термина я предполагаю первичное происхождение зернистой структуры, структура же, созданная вторичной перекристаллизацией, в номенклатуру строматолита не включается.

Д) Сетчатая структура (*reticularis*) также была описана ранее и представляет обычную строматолитовую микроструктуру, представленную переплетением тонких темных нитей из пелитоморфного карбоната, образующих подобие войлока.

Ж) Петлевидная или сетчато-петлевидная структура (*renalciformis*) немного отличается от предыдущей, напоминая проблематические образования *Renalcis*, описанные Вологдиным из нижнего палеозоя.

З) Губкообразная структура (*spongiomorpha*) примыкает к этим структурам, но отличается от них тем, что петли образуются светлыми просветами, а темная масса преобладает. При сравнении с сетчатой структурой, губкообразная будет негативным изображением разреженной сетчатой структуры. Светлые каналы и щели предположительно соответствуют местам, ранее занятым жившими водорослями.

И) Структура подобная предыдущей, но более грубая губкообразная (*labellimorpha*).

К) Комковатая структура (*massularis*), довольно редко встречающаяся, представляющая собой мелкие отдельные комки, находящиеся в одном строматолите, внутренняя структура этих комков обычно сгустковая.

Этим пока и ограничиваются макро- и микроструктуры, имеющие заметное распространение. Если в строматолите встречаются образования, которые можно определить как водоросли, т. е. увидеть у них форму нитей или клеток или другие какие-либо признаки, сравнимые с признаками современных организмов, то эти образования описываются отдельно в качестве особого организма или образующего строматолит или составляющего часть его тела. Они могут быть выделены в соответствующий раздел водорослей, животных или проблематик.

Законна постановка вопроса о значении характера карбоната в строматолитах для выделения форм. Мы видели выше, что некоторые структуры (стержневая — *stylostroma*, сетчатая — *reticularis* и т. п.) являются довольно четкими. Но светлый или пелитоморфный карбонат сам по себе не может быть признаком, определяющим род, а тем более вид водоросли. Тесная связь строматолитов с механическим и химическим осадкообразованием и вторичными изменениями пород заставляет нас критически отнестись к попыткам придания минеральным массам «родовых» признаков (Краснопеева) или признаков «слизи», «пузырей» или других выделений водорослей (К. Б. Кордэ, А. Г. Вологдин), которые входят в диагнозы и описания «родов» и «видов» весьма проблематических остатков. Необходимо считать, что только остатки самой водорослевой нити (внешняя форма или очертания клеток) обладают более или менее достаточными признаками для установления таксономических единиц низших водорослей. Их и следует называть обычными бинарными названиями. Эти формы могут являться стратиграфическими указателями, но они так редко сохраняются, что практически для стратиграфических целей мало применимы.

7 ПРИНЦИПЫ НОМЕНКЛАТУРЫ И КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ

Обычно строматолиты классифицировались без каких-либо принципиальных установок. Выделялся «род» и «вид» по разным признакам. Группа «родов» не объединялась никем в семейства, хотя к этим «родам» подходили как к родам настоящих водорослей. Мы уже указывали, что такой подход неправилен, так как стяжения типа строматолитов являются своего рода «рифами»-биогермами, которые нельзя рассматривать как простой скелет какого-то одного организма; принципы классификации и названий должны быть иными. Классификация, предложенная Гюрихом по микроструктурам, неприемлема, так как в одном строматолите встречаются разные структуры. Некоторые из этих структур явно вторичные или не имеют отношения к собственно строматолитам (капролиты например). Однако микроструктуры должны фигурировать в диагнозе и даже в названии строматолита и им должно быть уделено наибольшее внимание, так как они могут быть единственными признаками, отражающими строение жившего организма. Если бы все строматолиты обладали многочисленными микроструктурами, то может быть на основании последних можно было бы создать классификацию, подобную гюриховской, но большинство строматолитов имеют единообразную зернисто-слоистую структуру и поэтому выпадают из рассмотрения. Некоторые исследователи считают, что строматолиты, не имеющие четких микроструктур, по которым их можно отнести к тем или иным формам водорослей, не должны рассматри-

ваться (К. Б. Кордэ). В этом случае строматолит описывается как обычная сине-зеленая водоросль, что также не совсем правильно. Но главное в том, что в этом случае отбрасывается масса строматолитов (наверное 99%) из древних толщ, что подрывает в корне изучение их для целей геологии.

Классификация, предложенная Гюрихом, развита в дальнейшем для древних строматолитов П. С. Краснопеевой, на взглядах которой мы останавливались выше. Игнорирование внешней формы и использование перекристаллизованных структур в качестве первичных признаков не дало убедительных оснований для выделенных ею «родов».

Обычные «роды» строматолитов, до сих пор царствующие в американской литературе, с течением времени изменяются по своему содержанию в зависимости от автора, описавшего строматолиты. Отсутствие всякого принципа в выделении «родов» привело к тому, что под одним и тем же названием подразумевают разные образования. Так, например, *Cryptozoon* у Холла и у позднейших исследователей имеет разное значение. *Ottonosia*, не содержавшая четких остатков водорослей, Джонсоном изъята из онколитов (*Spongiostromata*) и отнесена к собственно сине-зеленым водорослям (*Thamnidia*) ввиду того, что в аналогичных оттонозии желваках указанный автор нашел тонкие канальчики. Отметим, что в своей последней сводке Джонсон (Johnson, 1954) оставил в сине-зеленых водорослях *Girwanella*, *Ottonosia*, *Somphospongia*, а в *Spongiostromata* (т. е. в строматолиты) поместил *Cryptozoon*, *Collenia* и два «рода», выделенных им самим — *Gouldina* и *Stylophycus*. Остальные «роды», описанные как Фентонами, так и Джонсоном, не упоминаются, видимо, как сомнительные. Таким образом, «роды» строматолитов фактически приравниваются американскими палеонтологами к родам водорослей и если в определенной желваковой структуре находятся следы водорослей, то и «род» строматолита или онколита относится к этим водорослям. Подобное рассуждение приводит к тому, что по данным тех же американцев *Cryptozoon* оказывается распространенным от кембрия до карбона включительно, а *Ottonosia* от протерозоя до перми, а по моим данным и до юры включительно. Подобный подход не позволяет выделять «роды» строматолитов, имеющие узкостратиграфическое значение.

Мы видели выше (Fenton, 1943), а далее это будет подтверждено дополнительными фактами и соображениями, что строматолит — не остаток жизнедеятельности одного или двух организмов, а сложное стяжение. Строматолит можно было бы назвать карбонатной конкрецией, образовавшейся на дне моря, в росте которой наравне с низшими растениями (водорослями и растениями) участвуют неорганические факторы. Такой подход, аргументируемый подробно в настоящей работе, исключает взгляд на строматолиты, как на обычные ископаемые остатки растений или животных. Поэтому нельзя сравнивать строматолиты с лишайниками, как это делает Фентон и некоторые русские исследователи. В самом деле, мы имеем дело не с организмами, которые оставили после себя ясные следы, а с неопределенными микроструктурами разного происхождения даже в одном и том же слое строматолита.

Естественно, что при таком подходе удобнее не пользоваться обычной бинарной номенклатурой, применяемой к ясным остаткам растений и животных, а ввести особую таксономию, которая будет играть служебную роль для геологических целей. Кроме того, она не будет претендовать на расширение палеонтологических названий на конкрециевидные образования, что только засорило бы таксономию. Но эта новая специальная номенклатура не должна замыкаться в себе, и те водоросли или другие остатки, встреченные в строматолитах, должны описываться и именоваться обычным способом.

За основу классификации можно принять морфологию строматолита, поставив на первое место название, отвечающее способу его образования или характеру его слоистости, на второе — его внутреннюю структуру и на третье — его индивидуальные особенности. Такой подход требует иной номенклатуры, чем обычные бинарные названия для остатков растений и животных. В названиях строматолитов я стремлюсь выразить те структуры, предположительно первичного порядка, которые можно в них наблюдать. Так как существует различное количество таких структур, то и названия включают два, три и даже четыре слова.

Так, морфологический тип всех строматолитов с куполообразно изгибающимися слоями будет называться *Collenia*, а та группа, которая имеет стержневую структуру, будет называться *Collenia stylostroma*, причем название формы с узкими прямыми стержнями будет *Collenia stylostroma recta*. Если в строматолите присутствуют и прямые, и конусообразные стержни, то название будет *Collenia stylostroma rectoconica* и т. д. Не всегда строматолит будет таким сложным, что потребует названия из трех или четырех слов; часто оно ограничится двумя словами. Но в первом слове можно подразумевать морфологический тип строматолитов, объединенных одним способом образования: выпуклой пленки (*Collenia*), конических и цилиндрических слоев (*Conophyton*), сгустков, собранных в неслоистый каравай (*Katangasia*), сгустков, собранных в грубослоистые или неслоистые неправильные столбики (*Glebulella*[1]), вертикальные неслоистые цилиндрические столбики с оболочкой (*Tubistromia*) и т. д. Конечно, никакого отношения к родам ископаемых водорослей эти названия не имеют. Это название стяжений сложного генезиса, которые мы пытаемся приспособить для наших целей, но которые нельзя называть водорослями.

Нужно сказать, что предлагаемая морфологическая номенклатура и классификация строматолитов не вяжется с научной классификацией организмов, что, естественно, вызовет скептическое отношение со стороны палеонтологов. Но необходимость вынуждает нас к этому, несмотря на значительную силу традиций, господствующих в научном мире.

Строматолитовые биогермы, образованные мелкими строматолитами усть-кутской свиты, по их внешней форме можно разделить на следующие группы.

1) Крупные куполы или «караваи» до 10 см диаметром, образующие не высокие столбики, сливающиеся с соседними куполами и создающие сплошной пропласток строматолитов. Это тип *Collenia undosa* (табл. X, *1*).

2) Мелкие куполы в 1—2 см в диаметре, образующие короткие, редко высокие столбики, расположенные в ближайшем соседстве один с другим. Эти формы сливаются в «караваи» и неровные бугристые пропластки. И те и другие слоисты; слоистость выражается в «корках» в несколько сантиметров толщиной. Караваи-стяжения бывают нескольких видов: а) полуцилиндр или полусфера, лежащие на плоской стороне (табл. XXXVIII, *1*), б) эллипсоид, похожий на каравай (табл. VI, *2*), в) эллипсоид, сжатый с боков (табл. XXXVIII, *2*), г) кирпичеобразная форма с выпуклой верхней поверхностью.

3) Пятнистые известняки с мелкими строматолитами неясной формы, образующие пласты.

4) Радиально-концентрические строматолиты, в разрезе которых видна не только куполообразная тонкая слоистость, но и радиальная лучистость. Эти формы образуют «караваи», суживающиеся книзу и в расколе напоминающие веер (табл. VI, *1*).

Таким образом, строматолиты образуют тела от пласта до столбообразного выроста-биогерма.

---

[1] *Glebula* — комок.

8. ОКРАСКА СТРОМАТОЛИТОВ

Строматолиты часто бывают окрашены в красный цвет. Интенсивность окраски бывает разная даже в одном и том же экземпляре. Рассмотрим вкратце причины этого явления.

Красный цвет в строматолитах происходит от примеси железисто-глинистого материала, являющегося, по-видимому, механическим осадком. Засоренность этим материалом бывает настолько сильная, что строматолиты принимают иногда темную сургучно-красную окраску. Зависимость между включающим строматолиты песчаным материалом и окраской этих стяжений неопределенна. При светлых вмещающих породах строматолиты всегда светлые. При красном песчано-известковом цементе строматолиты бывают и красными, и более светлыми — розовыми, серыми, а иногда более темными бордовыми и сургучно-красными. По-видимому, окраска зависит от пылевидного и пелитового железистого материала, который осаждался, застревая, на водорослевой пленке, засоряя слизь и промежутки между нитями, в то время как песчаный материал смывался и скатывался в углубления между строматолитами. Как правило, в строматолите меньше кластического и в том числе окрашенного материала, чем в цементирующей породе, поэтому он обычно светлее ее. Но встречаются строматолиты целиком карбонатные, окрашенные в темно-красный цвет железистым материалом, образующим целые зоны равномерно окрашенных слоев. По-видимому, в данном случае играет роль специфика ослизненной водорослевой пленки, в которой этот железисто-пелитовый материал легко задерживался, погружаясь в нее и засоряя промежутки между нитями, в то время как более крупный алевролитовый и песчаный материал смывался с водорослевого слоя или скатывался под влиянием силы тяжести в углубления между строматолитами, а остальная часть пелитового материала уносилась течением. Таким образом, в некоторых случаях войлок водорослей мог служить уловителем пелитовых частиц, отлагающихся в значительно меньших количествах в обычном осадке. Если окраска и бывает включена в диагнозы, то только для характеристики данного образца.

9. ПРИНЯТАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ

Согласно предложенной мной системе (Маслов, 1953) в настоящей классификации выделены морфологические 1) типы, 2) подтипы, 3) группы и 4) формы. Типы, подтипы и группы выделяются на основании макроскопических признаков (внешняя форма и слоистая или неслоистая внутренняя структура), а формы выделяются на основании микроструктур, если последние различимы. Поскольку микроструктура наиболее отражает особенности систематического состава водорослей, строивших тело строматолита, то главное внимание было обращено мною именно на нее.

Среди строматолитов выделены следующие морфологические типы:

1) *Collenia* — слоистые образования со слоями выпуклыми вверх. Бугры слоев располагаются один над другим (фиг. 3, *3—5*).

2) *Conophyton* — конусовидные слоистые образования, изолированные от соседних (фиг. 3, *9*).

3) *Conocollenia* — широко конусовидные образования, иногда соединенные в группы (фиг. 3, *8*).

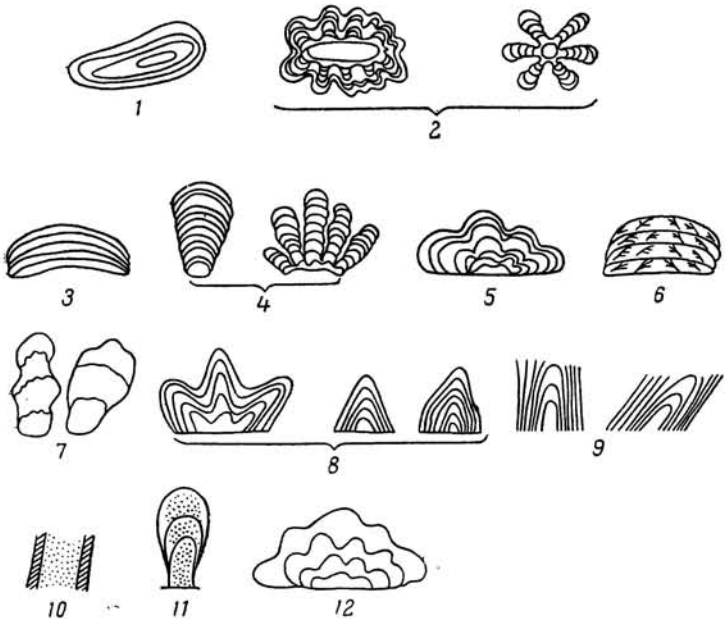
4) *Crustella* — караваи, образованные толстыми пористыми сгустковыми слоями (фиг. 3, *6*).

5) *Glebulella* — неслоистые или неяснослоистые колонковые образования без особой оболочки (фиг. 3, *7*).

6) *Tubistromia* — цилиндрические или близкие к цилиндру вертикальные образования со сложной неясно-слоистой или неслоистой внутренней структурой, обычно с ясной оболочкой (фиг. 3, *10*).

7) *Saccus* — столбовидная с ясной плотной оболочкой и сложным внутренним содержанием (часто внутри с терригенным материалом (фиг. 3, *11*).

8) *Macronubecularites* — неправильно-слоистые образования. Бугры не совпадают по вертикали, слои имеют форму кучевых облаков (фиг. 3, *12*).



Фиг. 3. Морфологические типы строматолитов

1 — *Osagia*, схема-разрез; *2* — *Ottonosia*, схема-разрез; *3* — *5*—*Collenia*: *3* — пологая форма, *4* — столбчатая форма, *5* — веерообразная форма; *6*— *Crustella*, схема-разрез; *7* — *Glebulella*, схема-разрез; *8* — *Conocollenia*, схема-разрез; *9* — *Conophyton*,— схема-разрез; *10* — *Tubistromia*, схема-разрез; *11* — Saccus, схема-разрез; *12* — *Macronubecularites*, схема-разрез

Типы 1, 2 и 4 образуют «караваи» или купола до нескольких метров в поперечнике. Типы 1 и 5 образуют иногда слои в несколько сантиметров толщиной, так же как и тип 8. *Collenia* включает несколько групп и значительное количество форм. Это самый распространенный тип строматолитов, встречающийся от докембрия до четвертичного периода. Некоторые ее формы сохраняют свои макро- и микроструктуры с кембрия до третичного времени (*Collenia undosa*).

Тип *Collenia* можно разделить на группы:

1) *C. undosa* — в виде отдельных куполов (фиг. 3, *3*).

2) *C. columnaris* — колонковидная (фиг. 3, *4*).

3) *Coll. flabelliformis* — с веерным расположением слоистых выступов (фиг. 3, *5*).

4) *C. nubeculariformis* — неправильно колонковая с облаковидной структурой.

Мне встретились экземпляры, в которых пологослоистая форма на небольшом расстоянии переходила (как бы «растрескиваясь») в колонковидную, при этом слои, постепенно образуя бугорки, делали поверхность бугристой и колонковидной. То же следует заметить относительно

Таблица 2

Морфология фитолитов (строматолитов и онколитов)

Фитолиты	Морфологический тип	Морфологическая группа	Внешняя форма	Макрослоистость	Микрослоистость	Ориентация микрослоистости
Строматолиты — наросты на дне водоема	*Collenia*	*Collenia undosa*	Куполообразная	Резко выражена	Резко выражена	Куполообразная
		Collenia columnaris	Столбообразная	То же	»	»
		Collenia pseudocolumnaris	Волнисто-столбообразная	»	»	Волнообразная
		Collenia flabelliformis	Веерообразная	»	»	Веерообразная
		Collenia nubeculariformis	Облакообразная	»	Не выражена	—
	Conocollenia	*Conocollenia*	Конусная	»	Резко выражена	Конусовидная
	Conophyton	*Conophyton cylindricus*	Цилиндрическая	»	То же	Конусовидная и цилиндрическая
	Crustella	*Crustella*	Караваеобразная	»	Нет или сложная	Сложная
	Glebulella	*Glebulella*	Столбообразная	Слабо варажена	Нет, сгустки	Без внешней оболочки
		Fossella	»	То же	То же	То же
		Picnostroma	Желваковидная	»	»	»
	Tubistromia	*Tubistromia*	Трубкообразная	»	»	С внешней оболочкой
	Saccus	*Saccus*	Столбовидная (в виде перевернутого мешка)	Нет	Внутри нет, снаружи резко выражена	С внешней слоистой оболочкой
	Macronubecularites	*Macronubecularites*	Неправильные наросты	Резкая облакообразная	Нет	—
Онколиты округлые свободно лежащие стяжения	*Osagia*	*Osagia*	Округлоовальная	Резко выражена	Резко выражена	Ровными концентрами
	Ottonosia	*Ottonosia*	То же	То же	То же	Мелкими столбиками
		Eniseiella	Веерообразная	Нет	»	То же
	Nubecularites	*Nubecularites*	Облакообразная	Нет	Почти нет	Облакообразная
	Katagraphia	*Katangasia*	Неправильная с извилистыми контурами	Нет	Нет	—
		«узорчатые известняки»		Нет	Нет	—

структуры *stylostroma*, которая присутствует совместно с разными структурами и в разных макроформах.

Поэтому для ордовикских строматолитов затруднительно дать четкие подтипы, почему и выделяются некоторые условные группы, например, *Collenia stylostromica*.

Неприкрепленные образования — онколиты — делятся на четыре морфологических типа:

1) *Osagia* — слоистые оолитоподобные стяжения (фиг. 3, *1*).

2) *Nubecularites* — неясно-слоистые со сгущениями, похожими на кучевые облака.

3) *Ottonosia* — слоистые онколиты с колонкоподобными слоистыми ответвлениями (фиг. 3, *2*), среди которых выделяется группа *Eniseiella* — звездообразные микроонколиты (фиг. 3, *2*).

4) *Katagraphia* — сгустковые неправильные пятна (см. табл. *2*)

Глава III

ОПИСАНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ И НЕКОТОРЫХ НИЗШИХ ОРГАНИЗМОВ ИЗ ОРДОВИКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Сохранность строматолитов, изученных в бассейнах р. Ангары и верхнего течения р. Лены, плохая. Если макроскопически хорошо различается ряд разновидностей, то при микроскопическом исследовании, благодаря сильно развитым процессам перекристаллизации и доломитизации и участии в образовании строматолитов химического осадка, микроструктуры их плохо различимы.

Во время полевой работы производились послойные сборы и были составлены детальные разрезы обнажений. При камеральной обработке оказалось, что во многих обнажениях карбонатные породы оказывались настолько кристаллически зернистыми, что лишь макроскопическая структура давала возможность судить о присутствии строматолитовых построек. В частности, встреченные «узорчатые» карбонатные породы, с пятнами розовых, красных, желтых и серых тонов, создающих впечатление существования мелких строматолитов, в шлифах показали лишь пористую, в основном крупнозернистую доломитовую массу. Даже в лупу (не говоря о микроскопе) нельзя было рассмотреть форму и структуру органических микроструктур. Это обстоятельство сильно сузило проводимые исследования.

Наилучшей сохранности образцы (хотя также сильно затронутые перекристаллизацией) приурочены к верхней песчано-глинистой части усть-кутской свиты верховьев р. Ангары и к брянской подсвите низовьев р. Ангары, в которых строматолиты образуют отдельные желваки-биогермы среди глинистых песчаников и известняков. Поэтому большая часть описываемых ниже строматолитов происходит из обнажений по рр. Черной, Видиму, верховьев и низовьев р. Ангары.

В районах Ангары и Лены строматолиты хорошей сохранности встречаются в виде караваев и пропластков главным образом среди глинистых песчаников; среди карбонатных пород они были встречены лишь в низовьях р. Ангары.

Кроме строматолитов в исследованных образцах найдены остатки сине-зеленых водорослей (?), которые в некоторой степени можно сравнить с современными водорослями. Встречены также проблематическая известковая губка, участвующая вместе со строматолитами в образовании биогермов. Кроме того, некоторые формы строматолитов, как например, *Tubistromia limosa* возможно являются остатками от полостей, которые ранее были заняты вертикально сидящими исчезнувшими организмами (червями?). Поэтому эта форма только условно оставлена среди строматолитов. Но, несмотря на сделанные оговорки, строматолиты ордовика по

сравнению со строматолитами девона, кембрия и докембрия оказались лучшей сохранности.

Номенклатура и классификация, принятые в настоящем описании, освещены выше, а также в одной из моих статей (Маслов, 1953). При сопоставлении разрезов эта номенклатура оправдала себя, так как позволила легко определить родственные структуры, несмотря на многообразие форм, зависящих от фациальных условий и локального развития строматолитообразующих водорослей. Все образцы хранятся в Геологическом институте Академии наук СССР.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

1. ПРОБЛЕМАТИЧЕСКИЕ ЖИВОТНЫЕ

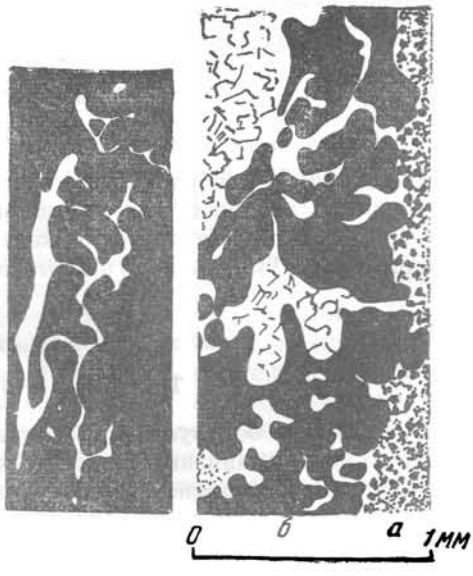
Porifera?
Calcispongiae?
Pharetrones?
Phytospongia gen. nov.

Скелет состоит из спикул, слившихся в сплошные неправильные фибры, между которыми образуются каналы и камеры различных размеров лейкоидного типа. Встречаются совместно со строматолитами. Тип рода *Phytospongia cylindrica* gen. et sp. nov.

PHYTOSPONGIA CYLINDRICA GEN. ET. SP. NOV.

Табл. II, *3* и *4*; фиг. 4.

Прикрепленные вертикально стоящие пустотелые ветвящиеся известковые цилиндры с пористой стенкой. Последняя обладает извитыми каналами с изменчивым диаметром, соединяющими внешнюю поверхность с внутренней полостью. В местах расширения каналов образуются полости разнообразной формы, часто округлых очертаний.



Фиг. 4. Микроскопическая структура *Phytospongia cylindrica* gen. et sp. nov. сечение стенки в вертикальном направлении. Черное-известковое тело организма. Брянская подсвита усть-кутской свиты ордовика. Брянская шивера, низовья р. Ангары. Голотип

В полости цилиндров можно различить: 1) крупные участки неопределенных очертаний, сложенные вторичным крупнокристаллическим карбонатом, 2) скопления округлых афанитовых комочков, похожих на копролиты, с примесью явного терригенного алевролитового материала, 3) участки спонгиоморфного строения, образованные крупными округлыми камерами, соединенными извилистыми каналами (фиг. 4).

Диаметр каналов, соединяющих внешнюю поверхность цилиндра с внутренней полостью, довольно однообразен и близок к 20—30 μ. Диаметр камеры в стенке цилиндра колеблется от 200 до 300 μ.

Остатки этих организмов встречены среди грубого известнякового песчаника с окатанными обломками известняков, копролитами, оолитами и обломками скелетов иглокожих и гастропод и между строматолитами плохой сохранности. Описанный организм образует маленькие колонии в виде плотных караваев, которые входят в состав крупных бугров выступов (биогермов) 2—4 м диаметром по горизонтали.

Сравнение. Строение стенок цилиндра заставляет нас предположительно относить данный организм к губкам. В отличие от последних, полости в известковой стенке имеют очень разнообразную величину и форму. Нужно, однако, сказать, что мы имеем дело со скелетом, а не с настоящими жгутиковыми камерами, которые могли иметь другие размеры и форму. Сложность каналов и неодинаковый диаметр их заставляют предполагать лейкоидную систему орошения. Но отнести этот организм к губкам с уверенностью невозможно, так как никаких следов спикул не было найдено.

Возраст: брянская подсвита, усть-кутская свита, ордовик.

Местонахождение. Низовья р. Ангары, Брянская шивера, обн. № 236, пласт 7.

Голотип — обр. № 236/7.

2. ВОДОРОСЛИ

ТИП *CYANOPHYTA?*

ПОРЯДОК INCERTAE ORDINIS

***Frutexites* gen. nov.**
(frutex — куст)

Водоросль (?), образующая известковые подушки или дерновники из вертикально стоящих или радиально расположенных нитей с ложным ветвлением и из влагалищ, суженных внизу и сильно расширяющихся к периферии. Тип рода *Frutexites arboriformis* gen. et sp. nov.

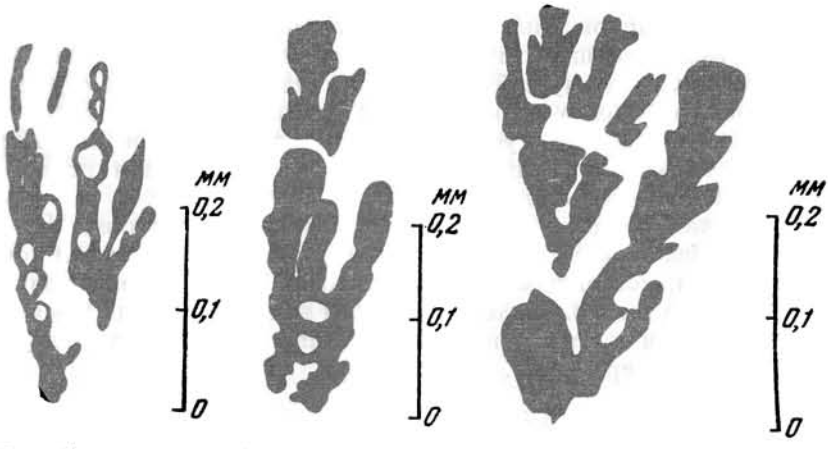
Frutexites arboriformis gen. et sp. nov.

Табл. III, *1—3*, фиг. 5

Водоросль образует желвачки-подушки, твердо прикрепленные к субстрату, пронизанные радиально расходящимися и ветвящимися влагалищами. Последние у основания тонкие, быстро клиновидно утолщаются кверху или к краю желвака-подушки. В изученном образце пустоты от влагалищ заполнены гидроокисью железа, благодаря чему они отчетливо выделяются на светлом фоне карбоната. «Влагалища» имеют ширину от 25 до 30 μ; Пучки влагалищ, пустоты от которых заполнены железистым материалом, образуют «раструбы» и воротнички, достигающие в ширину 50 μ и более. Иногда внутри железистого материала встречаются округлые пустоты, каждая из которых заполнена одним кристаллом карбоната. Ширина их от 15 до 20 μ (редко 30 μ), высота 20—25 μ. Возможно, что это остатки от клеток или гетероцист описываемой водоросли. В «кустиках» со слабой ожелезненностью встречаются цепочки округло-многоугольных клеток от 10 до 20 μ диаметром, окруженные тонкой железистой оболочкой.

Сравнение. Сравнивая описанное ископаемое с современными формами сине-зеленых водорослей, необходимо отметить, что у него клеток или трихомов не сохранилось. Пустоты, занятые сейчас гидроокислами железа, по-видимому, являются остатками от пустот, где находились нити

водоросли (?). Поэтому внешняя форма описанной водоросли видимо соответствует внешней форме слизистого чехла. Расширенные верхние окончания чехла характерны для многих современных форм сине-зеленых водорослей из класса *Chamaesiphoneae* (*Chamaesiphon fuscus* (Rostaf.) Hausg. и из класса *Hormogoneae* (семейства *Stigonemataceae*, *Scytonemataceae* и *Rivulariaceae*).



Фиг. 5. *Frutexites arboriformis* gen. et sp. nov. В вертикальном сечении. Брянская подсвита усть-кутской свиты ордовика. Низовья р. Ангары ниже Брянской шиверы; обн. 236, пл. № 236/14

Из первого семейства *Dichothrix gipsophila* Born. et Flah. и *Tolypothris Elenkinii* Hollerb (сем. *Stigonemataceae*) обладают нитями конусовидно расширяющимися кверху. *Scytonema velutinum* (Kust.) Rabenh. также имеет нити толщиной до 35 μ сильно расширяющиеся вверх благодаря пучковидным ветвлениям. *Rivularia calcarata* (Woron.) Polyansk. не только обладает расширяющимися кверху, обрывающимися внезапно чехлами, но и образует известковые подушки. Все эти водоросли являются пресноводными, что не должно нас смущать, так как породы ордовика, в которых найдены были описанные выше водоросли, отлагались в условиях пониженной солености, а иногда и в опресненной воде. Сравнить *Frutexites* ни с одной современной водорослью невозможно за отсутствием количества признаков, которые послужили бы нам если не для идентификации, то хотя бы для проведения аналогий. Внешняя форма влагалища является слишком широким признаком встречающихся у многих семейств современных водорослей. Все же мы можем утверждать, что общий габитус сближает ископаемую форму с некоторыми группами сине-зеленых водорослей.

Способ роста. Основанием для слоя с *Frutexites arboriformis* служит строматолит *Collenia planotumulosa microstylostromica*. Макроскопически этот слой резко отличается от нижележащего строматолита красной окраской, при этом, по-видимому, главная масса железистого материала сосредоточена в пустотах от водоросли *Frutexites arboriformis*. Надо сказать, что некоторые пресноводные сине-зеленые водоросли легко обогащаются железом, например, *Chamaesiphon sideriphilus* Starm. и *Ch. ferrugineus* Fritsch., причем первый имеет удлиненные пальцеобразные клетки. Наша ископаемая форма не имеет ничего общего с *Chamaesiphon*, но физиологически могла быть приспособленной к жизни в среде обогащенной окислами железа.

Возраст: брянская подсвита, усть-кутской свиты; ордовик.

Местонахождение — р. Ангара ниже Брянской шиверы, обн. № 236, пласт 14, обр. 236/14.

ПОРЯДОК PLEUROCAPSALES?

***Pleurocapsites* gen. nov.**

Подушки и корковидные лепешки на слоях строматолита (*Collenia*), сложенные прямостоящими и изогнутыми неясными нитями или вздутиями, из слившихся между собой более или менее округлых сгустков темного карбоната, иногда окрашенного органическим веществом. Форма предполагаемых «клеток»-сгустков шаровидная или многогранная с округленными углами. Часто сгустки-«клетки» располагаются попарно.

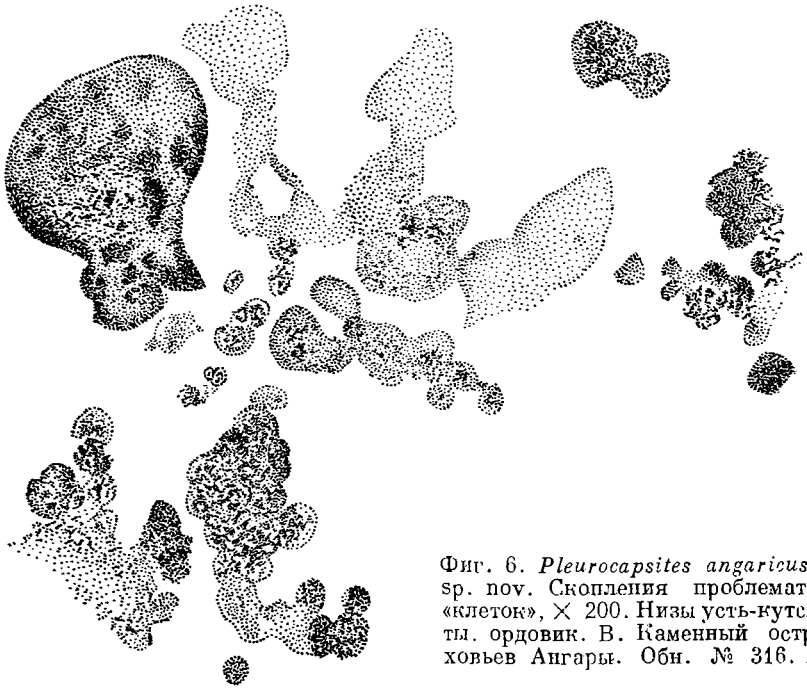
Тип рода — *Pleurocapsites angaricus* gen. et sp. nov.

Эти проблематические остатки клеток несколько напоминают современный род *Pleurocapsa* Thuret, обладающий распростертым корковидным слоевищем, состоящим из прямостоящих тесно примыкающих одна к другой обычно неясных нитей, более или менее срастающихся боковыми стенками. Клетки у этого рода шаровидные или угловато-сдавленные, располагающиеся группами.

Pleurocapsites angaricus gen. et. sp. nov.

Табл. IV, *4* и *5*; фиг. 6

«Нити» и скопления до 0,2 мм толщиной состоят из слившихся сгущений — «клеток» величиной от 10 до 30—40 μ более или менее шарообразной формы. Подушки — уплощенные или вздутые, обычно затемненные



Фиг. 6. *Pleurocapsites angaricus* gen. et sp. nov. Скопления проблематических «клеток», × 200. Низы усть-кутской свиты. ордовик. В. Каменный остров верховьев Ангары. Обн. № 316. Голотип

лишь в местах бывших клеток. Участки, не занятые водорослью, сложены более светлым карбонатом.

Сравнение. По форме скоплений «клеток» более всего похожа на современную морскую водоросль *Pleurocapsa crepidium* Collins,

распространенную на побережьях Франции и США. Сходные округлые «клетки», описанные К. Б. Кордэ под именем *Thaumatophycus furcatus* Korde, соединенные, по словам этого автора, в цепочки, не образуют специальных подушек, а расположены по слою строматолита, которому она придала название этой водоросли. Вильчато ветвящихся нитей, о которых писала К. Б. Кордэ, в *Pleurocapsites angaricus* не наблюдалось. Отметим, что на фотографиях в статье К. Е. Кордэ их также не видно.

Способ роста и фоссилизация. Водоросль (?), повидимому, образовала мелкие скопления-«кустики», часто расширяющиеся кверху. Разрастание по радиусам сопровождалось отделением небольших участков или «кустиков» колонии. Промежутки между последними или группами клеток и даже отдельными клетками обызвествлялись (замещая возможно находившуюся здесь слизь?). На месте клеток или групп клеток сохранилось небольшое количество органического вещества, которое придает вторично отложенному карбонату темный цвет.

Местонахождение: верховья р. Ангары, Верхне-Каменный остров, обн. № 316, пласт 2.

Возраст: низы усть-кутской свиты, ордовик.

ПОРЯДОК NOSTOCALES?

Семейство *Scytonemataceae?*

Hydrocorynites gen. nov.

Образует известковые наросты, сложенные вертикально растущими сомкнутыми нитями. Нити состоят из прямоугольных и бочковидных клеток с тонкими оболочками. Тип рода *Hydrocorynites stylostromicus* gen. et sp. nov.

Hydrocorynites stylostromicus gen. et sp. nov.

фиг. 7.

Прямые параллельные нити тесно прижатые одна к другой с тонкими (1 μ) стенками и редкими очень тонкими поперечными перегородками. Ширина нитей 20—30 μ, расстояние между перегородками 20—35 μ. Поперечные перегородки обычно прямые.

Фиг. 7. *Hydrocorynites stylostromicus* gen. et sp. nov. Следы клеток и нитей в продольном сечении, × 200. Брянская подсвита усть-кутской свиты ордовика. Низовья Ангары выше Брянской шиверы. Обн. № 235. Голотип

Как правило, стенки нитей прямые, а клетки прямоугольные, но встречаются участки, где клетки приобретают бочковидную форму, а у перегородок наблюдаются небольшие пережимы. Может быть, это признак существования округлых гетероцист. Ветвление наблюдается очень редко, происходя под острым углом с переломом нити при ответвлении. Нити всегда ориентированы перпендикулярно слоистости строматолита. Вся эта микроструктура не связана с габитусом кристаллов карбоната стержневой структуры *Stylostroma*, в которой встречены эти нити. Кристаллы карбоната «стержней» обычно меньше клеток и уже трубок. Но ориентировка длинных осей кристаллов направлена вдоль нитей. Тонкая микроструктура легко исчезает при перекристаллизации, поэтому можно наблюдать лишь обрывки нитей, часто с боковыми стенками, но без поперечных перегородок.

При сравнении с современными сине-зелеными водорослями обращает на себя внимание большое сходство, выражающееся в росте тесно прижатых трихомов и форме клеток, с *Hydrocoryna spongiosa* Schwade, но малое количество признаков известных для ископаемой формы не позволяет отождествлять ее с этим родом. То же можно сказать и о *Rivularia haematites* (D. C. Ag.), сходство с которой выражается в тесно прижатых одна к другой нитях.

Способ роста. Нити водоросли тесно прижаты одна к другой и образуют сплошную массу строматолита. По-видимому, по этой водорослевой структуре образуется стержневая структура rectostylostroma, но отождествить последнюю с описанной водорослью невозможно. Трудно думать, что водоросль обызвествлялась при жизни. Скорее всего ее плотные массы обызвествлялись по мере отмирания нитей внизу, благодаря выпадению карбоната из раствора, вызванного биохимическими агентами. Водоросль таким образом, являлась благоприятным местом для выпадения карбоната (?).

Возраст — брянская подсвита усть-кутской свиты; ордовик.

Местонахождение: низовья р. Ангары, правый берег выше Брянской шиверы, обн. № 235.

Голотип — обн. № 235.

ТИП *CYANOPHYTA?*

КЛАСС CHAMAESIPHONEAE?

ПОРЯДОК DERMOCARPALES?

Семейство *Microcodiaceae* Masl. 1956.

Вымершая группа известковых водорослей, образующая агрегаты из микроскопических известковых члеников — пирамид, призм или конусов, прижатых и соединенных своими гранями в корочки, радиально-лучистые желвачки, или цилиндры с центральной пустотой. Известковые членики независимы друг от друга. Членики, произраставшие изолированно, имеют вид неправильных усеченных конусов, перевернутых острой вершиной вниз. При образовании колоний (?) и при соприкосновении друг с другом членики приобретают вид многогранных перевернутых пирамид. Размеры члеников неодинаковы в одном агрегате. При хорошей сохранности в члениках можно различить внутреннюю полость или канал и оболочку. Членики рассматриваются как отдельные клетки или спорангии, а весь агрегат, как колония. По-видимому, организм эпифитизировал на других неизвестковых водорослях, в таком случае внешняя форма колонии частично могла зависеть от формы хозяина.

Семейство включает три рода *Microcodium* Glück, 1914 (пермь—третичные), *Nannoconus* Kamptner, 1938 (нижний мел) и *Nuia* Maslov, 1954 (ордовик). Типовой род *Microcodium* Glück.

Род *Nuia Maslov*, 1954

Единственный вид этого рода *Nuia sibirica* Maslov, 1954 из ордовика Восточной Сибири (усть-кутская свита — тремадок).

Nuia sibirica Maslov

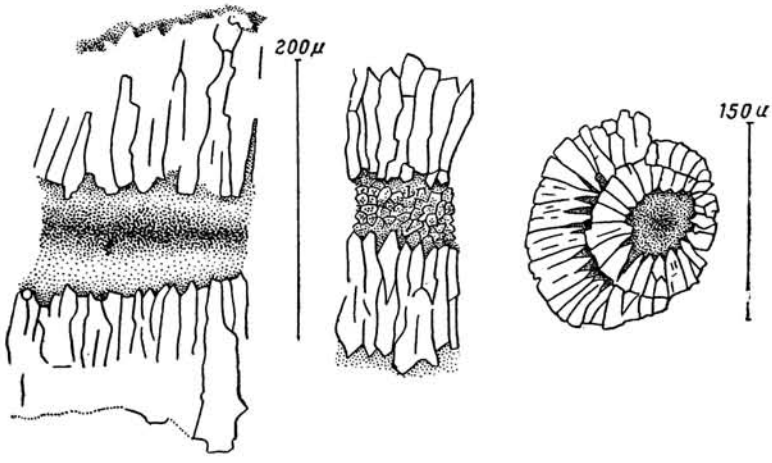
Табл. II, *1* и *2*, фиг. 8.

1950 *Dasycladaceae incertae sedis* Зайцев и Покровская; Очерки геол. Сибири, Вып. 15, фиг. 20.

1954 *Nuia sibirica*, Маслов. О нижнем силуре Восточной Сибири.— Вопр. геол. Азии, т. 1, стр. 526, табл. I, фиг. 2.

1954 *Bogutschanophycus mariae* Кордэ, Кембр, водор. Богучан. Вопр. геол. Азии, т. 1, стр. 550, табл. VI, фиг. 1 и 3.

Известковые неправильные пустотелые прямые и слабоизогнутые, иногда ветвящиеся цилиндры, сложенные агрегатом радиальных тонких светлых призм с очень тонкой полостью. Длина призм изменчива, поэтому



Фиг. 8. *Nuia sibirica* Masl. Поперечное и продольное сечения агрегатов. Обр. № 214/28. Усть-кутская свита ордовика, низовья р. Ангары

границы цилиндра внутри и снаружи неровные и не всегда отчетливы. Наблюдалось двуслойное нарастание призм по всей окружности цилиндра или только с одной из сторон. Изолированные членики не наблюдались. Органы размножения неизвестны. Диаметр цилиндров — колоний около 0,2—0,3 мм, внутренней полости этих колоний 50—100 μ. Длина призм — 50—100 μ.

Общие замечания. Этот род очень близок к *Microcodium* и отличается отсутствием некоторых признаков, которые могли оставаться не замеченными из-за большей перекристаллизации. Принцип организации колоний тот же, но образ жизни морской, так как этот организм встречается только с морскими животными, в противоположность строматолитам, встречающимся в изобилии в той же свите как в морских, так и в опресненных условиях.

Без изучения третичных микрокодий этот организм остался бы загадочным. Первоначально он был мною отнесен (Маслов, 1950) к мутовчатым сифонеям. То же сделала К. Б. Кордэ (1954), которая сравнила этот организм с березеллами, на что не было никаких оснований, кроме тонких пор.

Так как эта форма очень мелкая, то перекристаллизация известкового чехла почти всегда исключает видимость канальцев; обычно выступает «шестоватая» структура чехла, приближающая его к шестоватым структурам неорганического происхождения. Иногда эти цилиндры встречаются в обломках в центре оолитов, и в этом случае хорошо видна разница

в характере радиально-лучистых оолитов и известковой оболочки водоросли, всегда темной и не дающей оптических эффектов при скрещенных николях, как оболочки оолитов.

Nuia sibirica Masl. широко распространена в ордовике Якутии и встречается от низовий Ангары до р. Олекмы. Она найдена во многих скважинах и обнажениях и изображена у Н. С. Зайцева и Н. В. Покровской (1950, фиг. 20) под названием *Dasycladaceae incertae sedis*. По-видимому, она же встречается в районе р. Ангары (Левенко, Лучицкий и Нагибина, 1950). Являясь породообразующим организмом, она слагает некоторые известняки нацело, но чаще встречается в качестве примеси к детритусу организмов или в ядрах оолитов.

В отложениях брянской подсвиты усть-кутской свиты низовьев р. Ангары эта водоросль слагает некоторые известняки целиком. Особенно интересен пласт, подстилающий строматолитовые известняки, прослеживающийся почти во всех обнажениях от Гороховой до Овсянкиной шиверы. Ниже этого пласта описанная водоросль встречается спорадически и не в таких массовых количествах.

Местонахождение: Гороховая, Кочановская и Овсянкина шиверы низовий р. Ангары, устье р. Нюи и низовья той же реки, р. Лена близ устья Олекмы.

Образцы № 214/28, 214/36, 240/11, 240/10, 242/12, 242/8.

Голотип: обр. № 214/28.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты; ордовик.

3. СТРОМАТОЛИТЫ

Порядок описаний строматолитов отличается от предыдущих характеристик ископаемых организмов. Так как мы здесь имеем дело не с определенными организмами, а с набором макро- и микроструктур, краткий их диагноз содержится уже в самом названии образования (см. выше). Далее следует общее описание, которое не может рассматриваться как диагноз, даваемый ископаемым родам и видам. Это описание является характеристикой определенного комплекса макро- и микроструктур.

Обычные номенклатурные правила и правила приоритета, применяющиеся при описании как живых, так и ископаемых организмов, здесь не могут иметь места, поскольку мы имеем дело с минеральными стяжениями, созданными как жизнедеятельностью водорослей, так может быть и бактерий, а также осадками химического и механического происхождения.

Строматолиты являются карбонатными наростами на дне водоема, обладающими ограниченным по площади объемом и специфическими макро- и микроструктурами, резко отличающими строматолиты от вмещающей породы.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП COLLENIA

Слоистые наросты с выпуклой вверх слоистостью и с более или менее параллельными слоями.

МОРФОГРУППА[1] COLLENIA FLABELLIFORMIS (КОЛЛЕНИЯ ВЕЕРООБРАЗНАЯ)

Выросты в виде веерообразно расположенных колонок и почковидных выступов.

[1] В дальнейшем мы будем сокращать морфологический на морфо-.

Форма Collenia flabelliformis conostylostromica granulosa
(Колленія веерообразная коническостержневая зернистая)

Табл. XIII, *1*.

Плотные веерообразные (почковидные) стяжения с зернистыми слоями разной плотности и прозрачности. У основания стяжения слои не имеют особых структур, кроме микрозернистой; в пришлифовке они более светлые. Верхняя более темная часть строматолита с почковидно разрастающимися буграми-веерами состоит из микрозернистых слоев, пересеченных редкими стержнями структуры стилострома, веерообразно расходящимися кверху. Прижизненная высота близка к высоте всего стяжения-вздутия, т. е. несколько сантиметров.

Строматолит плотный, сплошной, обломочного карбоната в нем не видно. В обнажении № 240 в пласте 3 образует очень пологие вздутия.

Местонахождения: низовья р. Ангары: Кочановская, Брянская, Овсянкина шиверы; Верхне-Каменный Остров и устье р. Видим — верхнее течение р. Ангары, р. Черная (приток Илима).

Образцы № 235/3, 240/3, 240/0, 236/7, 242/17, 310/7.

Возраст — усть-кутская свита; ордовик.

Форма Collenia flabelliformis stylostromica nubeculariformis или granulosa
(Колленія веерообразная стержневая облаковидная или зернистая)

Табл. IX, *2*.

Веерообразно разрастающиеся в вертикальном сечении строматолиты, слагающие пласты сплошного известняка. Строматолит состоит из слоев, объединенных в микропачку. В микропачках образуются выступы около 2 см толщиной. «Веера» шириной от 1 до 3 см с широким или узким основанием. Выступы «микропачек» не совпадают с выступами микропачек, расположенных выше. Прижизненная высота несколько см.

Внутренняя плотная слоистая структура с выпуклой вверх слоистостью чередуется с облаковидными наростами и в большей своей части пересечена стержнями структуры стилострома. Темные слои или зоны слоев чередуются с более светлыми зонами. Последние богаты стержнями, в то время как облакоподобные «веерные» зоны обычно стержней не содержат.

Основанием служит более светлый детритусово-оолитовый известняк, на котором нарастает вначале волнистая плотная слоистая корочка строматолита толщиной 0,5 см. Бугры этой корочки не совпадают с выростами вышележащего данного строматолита.

Известняк, занимающий промежутки между выростами строматолитов и залегающий в основании, слагается оолитами (обычно зачаточными) более или менее округлыми капролитами, обломками перекристаллизованных раковин трилобитов и глауконита. Раковины обычно окружены тонким слоем афанитового карбоната, часто только с двух плоских сторон. Между этими элементами в основании строматолитов находятся комки неправильной формы со спонгиоморфной структурой. Эти комки составляют около 80% площади, так что обломочно-оолитовый материал лишь занимает промежутки между ними, и относятся к *Glebulella massularis* f. n., описанной ниже. В обнажении наблюдается периодическое нарастание *Collenia flabelliformis stylostromica nubeculariformis*.

Местонахождение: нижняя часть второго пласта, обнажения № 240, Кочановская шивера.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты; ордовик.

Форма Collenia flabelliformis rectostylostromica glebulosa
(Колления веерообразная прямостержневая сгустковая)

Табл. XI, *4*.

Внешняя форма в виде разрастающихся вверх кустов с бугристой внешней поверхностью. Бугорки 1—2 см диаметром в свою очередь расположены группами и обращены выпуклостью кверху. Высота группы более 10 см. В вертикальном сечении отмечается обычная картина слоистого ветвящегося и вновь сливающегося строматолита из столбиков разного диаметра. В промежутках между столбиками наблюдается много обломочного материала разного размера вплоть до галек 2 см длиной. Верхняя поверхность образца покрыта желтым доломитовым мергелем, осаждение которого прекратило рост строматолита. Прижизненная высота около 5 см.

Структура слоев двоякого рода: микрозернистая темная с редкими посветлениями неопределенной формы и та же структура, но пронизанная тонкими светлыми стержнями стилострома.

Эти две структуры чередуются, образуя более темные и несколько более светлые зоны. Слои строматолита охватывают «столбики» незначительно, но на выступах иногда нависают над бывшими пустотами, заполненными в дальнейшем илистым и обломочным материалом.

Местонахождение: Гороховская шивера, низовья р. Ангары, обн. № 214, пласт 11, обр. № 214/11.

Возраст — брянская подсвита, усть-кутская свита.

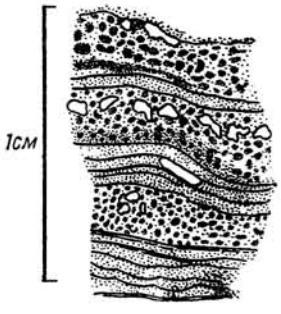
МОРФОГРУППА COLLENIA UNDOSA

Образует крупные «караваи» со слоистостью, не прерывающейся по всей длине и ширине строматолита.

Форма Collenia plana glebulosa
(Колления плоская сгустковая)

Табл. X, *1* и *2*, фиг. 9.

Образует плоские слабовыпуклые вверх «лепешки», утолщенные на краях. Слоистость тонкая, слабоволнистая, вызывающая появление на поверхности округлых бугров 1—2 см диаметром. В разрезе видно, что нижние слои ровные, загибающиеся вниз у краев строматолита и в некоторых случаях утолщающиеся (как у *Collenia undosa* Walc.). Выше, начиная с середины высоты строматолита, появляется волнистость как в середине «лепешки», так и на ее краях. Слои, утолщаясь к краям строматолита, растут в большей степени в стороны, чем вверх. Толщина строматолита у краев 5—6 см, а в середине 2—2,5 см. Прижизненная высота около 4 см.



Фиг. 9. Микроструктура *Collenia plana glebulosa*. Чередование пористых и плотных слоев

Микроструктура характеризуется чередованием тонкозернистых тонких слоев (1—2 мм) с более крупнозернистыми, и пачек подобных слоев с толстыми (2—3 мм) сгустково-«губчатыми», сильно пористыми слоями.

В зернистых слоях могут наблюдаться слои в 0,2 мм толщиной, пелитоморфного и микрозернистого карбоната.

Описываемый образец строматолита окрашен в розовый цвет глинистым материалом, вмытым в пористые участки. Цвет слоев розовый, палевый и светло-серый.

Местонахождение: р. Черная (приток р. Илима).

Возраст: верхи усть-кутской свиты, ордовик.

Форма Collenia planotumulosa microstylostromica
(Колления пологобугристая мелкостержневая)

Табл. XI, *2* и *3*.

Близка к *Collenia plana stylostromica*. Караваи с пологой слоистостью, большей частью осложненные мелкими буграми. Слои непрерывны и тянутся через весь выступ, но при возникновении бугристости их толщина сильно изменяется, утоняясь на «склонах» бугра и утолщаясь на вершине, благодаря чему и образуются бугры. В основании бугра обычно находится вздутие слоя, которое повторяется вышележащими слоями. В местах пологого залегания слоев встречаются участки с мелкой стержневой структурой «стилострома», пересекающие несколько слоев. Прижизненная высота около 1 см.

Образец № 236/14 обладает слоями, окрашенными окислами железа в красный цвет. Вверху строматолитовые слои сменяются красным карбонатным материалом, в котором находятся пучки водоросли *Frutexites arboriformis* gen. et sp. nov.

Местонахождение: Гороховая, Кочановская и Брянские шиверы низовьев р. Ангары. Образцы 214/11, 214/3, 240/9, 240/4, 240/1, 240/4, 236/125.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

Форма Collenia plana tenuilamellosa
(Колления плоская тонкослоистая)

Табл. XI, *1*.

Под микроскопом в вертикальном сечении видно, что элементарные слои довольно толстые (1—5 мм) и отделены один от другого очень тонкими железисто-глинистыми пленками. Порода нацело раскристаллизована и состоит из мелкого однородного тонкозернистого карбоната, поэтому в проходящем свете слои кажутся однородными. В пришлифовке в них заметны облакоподобные затемнения и посветления, неравномерно распределенные по слою. Вздутия и депрессии одного слоя не соответствуют тем же элементам соседних слоев. Независимая структура каждого слоя, отчетливые биогермы, образованные этими слоями с крутыми наклонами по краям, а также заполнение промежутков между биогермами другим материалом свидетельствуют об органическом происхождении этих образований, заставляя рассматривать их как строматолит примитивной структуры. Прижизненная высота равняется высоте биогерма, т. е. десятки сантиметров.

Местонахождение: правый берег р. Лены, против д. Батамай и Подкаменная Тунгуска, 2 км выше р. Шумихи. Обр. № 101/6, 106/8 и 108.

Возраст: нижняя часть усть-кутской свиты и столбовая свита, ордовик.

Форма Collenia planolaminaris minutocolumnaris microstylostromica granulosa

(Колления пологослоистая мелкостолбчатая мелкостержневая зернистая)

Табл. IV, *3*.

Сложена мелкими (3 см высотой; 1—2 см шириной) столбиками, состоящими из полого выпуклых слоев. Местами столбики как бы слиты, намечаясь лишь слабой депрессией слоев, которая выше может смениться кластическим материалом, отделяющим столбики один от другого. Прижизненная высота 1—2 мм. Слои пересечены мелкими вертикально стоящими стерженьками, пересекающими один или несколько слоев. Иногда редкие стержни расположены веерообразно. Основная структура микрозернистая. Темные и светлые слои чередуются с преобладанием темных, образуя тонкую неравномерную полосчатость, причем на 1 мм приходится 10—12 пар слоев. Колления образует корки в крупных вздутиях, достигающих 4 м в диаметре. Основание корки в 3 см толщиной сложено узорчатым известняком со слабой грубой волнистой слоистостью.

Эта колления по способу своего роста несколько напоминает форму с р. Илима, описанную под названием *C. columnaris planolaminaris granulosa*. Но худшая сохранность коллении на р. Илиме, более крупные размеры и большая выпуклость слоев не позволяют отождествить эти две родственные формы.

Местонахождение: Кочановская и Косая шиверы низовьев р. Ангары, обр. 240/8, 241/1.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

МОРФОГРУППА COLLENIA NUBECULARIFORMIS

Слои толстые облаковидно-неправильные темные в нижней части и постепенно осветляющиеся вверх по направлению к следующему слою.

Форма Collenia nubeculariformis glebulosa

(Колления облаковидная сгустковая)

Табл. IV, *1—2*

Образует неправильные почковидные мелкие выросты в виде неправильных разрастающихся вверх столбиков, часто сливающихся между собой в один общий почковидный вырост. В вертикальном разрезе такие выросты иногда имеют веерообразный вид. Слои грубые облаковидные неправильно выпуклые вверх, волнистые. Слои частично, а иногда значительно, облекают выступы-столбики с боков. Слои неоднородны, но не дают ясной микроструктуры. Они подчеркиваются осветленными слоями и рядами «пор» и могут быть охарактеризованы как неясно-сгустковые. Высота выростов в имеющихся образцах не превышает 3 см. Прижизненная высота около 1 см.

Образцы из усть-кутской свиты р. Вилюя, доставленные А .А. Арсеньевым, отличаются зачаточными колонками и веерообразной микроструктурой (в вертикальном сечении) строматолитового желвака. Этот последний имеет четкую караваеобразную форму, а внутренняя слоистая структура напоминает цветную капусту (табл. XIX, *1*). При микроскопическом изучении не найдено других структур, кроме плотной почти непрозрачной карбонатной массы, в которой можно различить мелкие комки-сгустки, тесносближенные между собой в неправильные разной толщины слои с мелкой пористостью (табл. XIX, *2*).

Некоторые из этих строматолитов покрыты корочкой *Collenia plana rectostylostromica* с четкой стержневой структурой (табл. XI, *1* и *3*). Корка эта достигает 1 см толщины и повторяет общий рельеф нижерасположенного строматолита и резко выделяется иной микроструктурой.

Местонахождение: Кочановская, Косая, Овсянкинская шиверы низовьев р. Ангары. Верхне-Каменный остров верхнего течения р. Ангары. Образцы № 240/0, 240/1, 241/1, 242/4а, 242/4а, 242/4А, 242/5а, 311.

Возраст: усть-кутская свита; ордовик.

МОРФОГРУППА COLLENIA COLUMNARIS (КОЛЛЕНИЯ КОЛОНКОВИДНАЯ)

Выросты образуют отчетливые слоистые столбики-колонки с выпуклой вверх слоистостью. Колонки могут ветвиться и менять диаметр. (Прежние термины: *Gymnosolen*, *Collenia ferrata* и т. п.).

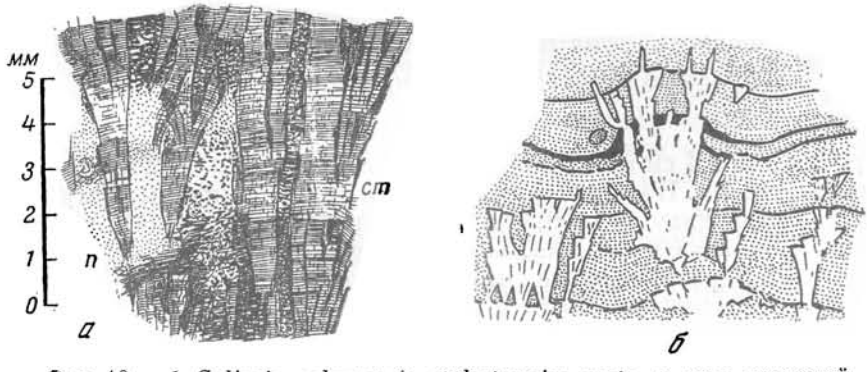
Подгруппа *Collenia columnaris stylostromica*[1]

Крупные, до полуметра толщиной и более метра шириной, кирпичеобразные и караваеобразные стяжения, состоящие из мелких слоистых столбиков или из веерообразных и дугообразно выгнутых слоев, пересеченных иногда видимыми простым глазом вертикальными и веерообразными стержнями и конусами. В вертикальном сечении при увеличении в 10—20 раз видны вертикальные стержни или конусы, секущие слоистость, но несущие в себе следы той же слоистости.

Форма Collenia columnaris stylostromica recta (Колления колонковидная прямостержневая)

Табл. V, *1* и *2*, табл. VII, *1*. фиг. 10*а* и *б*.

Этот строматолит обладает прямыми тонкими стержнями, состоящими из светлого кристаллического карбоната и пересекающими пачку слоев.



Фиг. 10*а*, *б* *Collenia columnaris stylostromica recta* в виде стержней, между которыми находится кластический осадок. Пришлифовка.

Между стержнями часто встречается песок (фиг. 10*а*). Слоистость, выпуклая кверху, одновременно образует столбики, напоминающие таковые у группы *Collenia columnaris*. Пачки слоев со структурой *stylostroma*

[1] К. Б. Кордэ (1954) описала стержневидную структуру в строматолитах с р. Ангары под названием *Actinophycus obrutschevi* Korde из отдела *Hormogoneae*. Она считает, что стержневидная структура, как и весь строматолит, является результатом отложения этой водоросли. Промежуточный слоистый карбонат между кону-

чередуются обычно со слоями, лишенными этой структуры (фиг. 10, *б*). Часто встречаются тонкие, вертикальные и наклонные прямые стержни шириной около 0,1 мм, состоящие из светлого карбоната. Прижизненная высота не определена, она вероятно более 10 см.

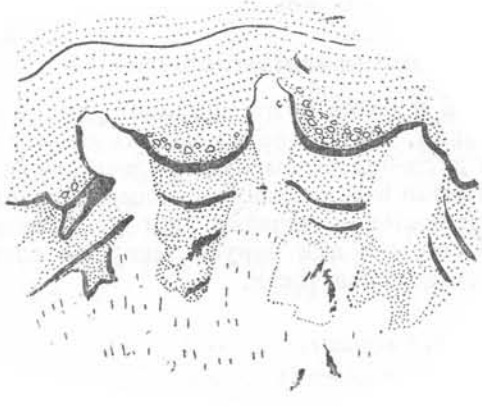
Местонахождение: Гороховая, Брянская, Косая шиверы низовий Ангары образца № $214/_{11}$, $235/_{3}$, $241/_{1}$.

Возраст: Брянская подсвита усть-кутской свиты; ордовик.

Форма Collenia columnaris stylostromica recto-conica (Коллення колонковидная стержневая прямо-конусная)

Табл. VII, *2* и *3*, фиг. 11.

Этот строматолит отличается тем, что в нем, кроме прямых узких стержней, встречаются конусовидные просветления, по характеру своему напоминающие, с одной стороны, сингенетические *stylostroma*, а с другой — вторичные радиально-лучистые структуры перекристаллизации, наблюдаемые, например, в оолитах.



Фиг. 11. Стержневая структура со стержнями, «приподнимающими» пленки глинистого материала (черное), и находящийся между ними карбонатный материал (точки), × 10, шлиф.

Местонахождение: Брянская, Гороховая, Косая шиверы низовьев р. Ангары, Шумилово, р. Видим, 2 км выше устья, верховья р. Черной. Образцы № 235/3, 241/1, 3, 4, 19, 236/12, 241/3, 241/2.

Возраст: брянская подсвита и мокинский горизонт усть-кутской свиты; ордовик.

Форма Collenia columnaris stylostromica glebulosa (Коллення колонковидная стержневая сгустковая)

Табл. VIII, *1—3*, фиг. 12.

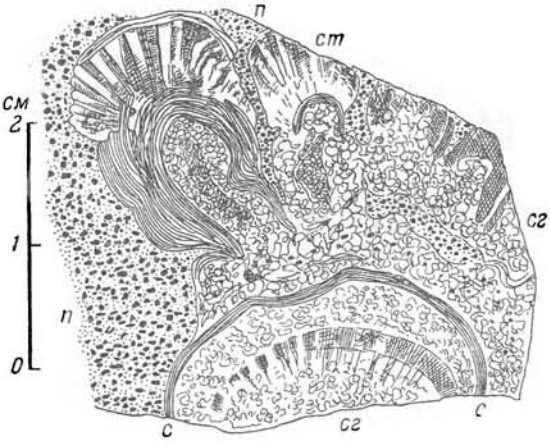
Пропластки в 4 см толщиной сложены мелкими желваковидными столбиками и буграми. На верхней поверхности сильно выпуклые бугры строматолита имеют диаметр от 0,5 до 3 см. Окраска строматолита красная и зеленая, а окраска песчаника, выполняющего углубление между буграми — серая. В разрезе видно, что в основании строматолита находится куполообразное вздутие около 2 см диаметром и 1—1,5 см высотой. От

сами, «вероятно, был отложен (пишет К. Б. Кордэ) в слизи колонии, окружающей кустики». «Сама водоросль оставила после себя следы нитей». Не отрицая возможности такой трактовки структуры *Stylostroma*, которую дает К. Б. Кордэ, я считаю неправильным давать название всему строматолиту, как одной водоросли, тем более, что в некоторых случаях осветленные конусы содержат иные остатки, описанные выше (*Hydrocorinites*). Тем более неправильно расширять название данной водоросли на параллельно-слоистые образования между конусами, имеющие явно иное происхождение — возможно механическое отложение карбоната и кластического материала в слизи и войлоке иных, не отлагавших известь, водорослей. Отнесение описанных «водорослей» К. Б. Кордэ к верхнему кембрию также неправильно, так как обнажение, из которого происходят ее образцы, относится к брянской подсвите усть-кутской свиты ордовика.

этого купола вверх и немного в стороны отделяется несколько столбиков бугров неправильной и почковидной формы. Внешняя поверхность их образована довольно толстой коркой, состоящей из тонких слоев микрозернистого кальцита. Вершины обладают стержневой структурой (*stylostroma*). Смена одной структуры другой резкая (по ломаной линии). Внутренняя часть наростов сгустковая перекристаллизованная, так же как и в куполе основания. Некоторые мелкие наросты не имеют слоистой структуры, и в этом случае непосредственно на сгустковой структуре развивается структура *stylostroma*.

Таким образом, строматолит в разных частях обладает сгустковой слоисто-зернистой и стержневой структурами. В красный цвет окрашена только слоистая структура, образующая отвесные и даже нависающие стенки.

В горизонтальном сечении виден ряд сливающихся овалов, в центре которых располагается сгустковая структура, затем слоистая, а по периферии стержневая. Прижизненная высота не определялась.



Фиг. 12. *Collenia columnaris stylostromica glebulosa* в шлифе.

сг — сгустковая структура; *с* — слоистая структура; *ст* — стержневая структура; н — песчаник

Куполы основания имеют также признаки стержневой структуры, но она выражена слабо, причем, несмотря на перекристаллизацию, заметны сгустковые потемнения.

Вторичные процессы довольно сильно развиты внутри строматолита, что выражается в посветлении центральной части и обилии здесь вторичного карбоната. На поверхности купола основания встречаются часто песчинки, которые не попадались в «выростах» и в самом куполе. Весьма вероятно, что развитие неодинаковых структур, обилие вторичного карбоната в одних и отсутствие его в других местах, обусловлены разными условиями отложения карбоната, менявшимися под влиянием сезонных колебаний температуры, солености и т. п. В связи с этим варьировал и состав водорослей, живущих на строматолите. Мы не можем сейчас не только предполагать, какие водоросли здесь жили, но и восстановить первичную структуру карбоната, измененную в некоторых местах благодаря «вторичным» процессам.

Местонахождение: р. Видим (приток р. Ангары), обн. № 4 и в 3 км ниже с. Илимска (№ 8/1).

Возраст: верхи усть-кутской свиты, ордовик.

Форма Collenia columnaris stylostromica glebulo-reticularis (Коллениа колонковидная стержневая сгустково-сетчатая)

Табл. IX, *1*.

Столбики 1—2 см толщиной с довольно выпуклой неоднородной слоистостью сгусткового облика. Под микроскопом наблюдается лишь микрозернистая структура с чередованием светлых и более темных тонких слоев. Столбики на высоте 3 см расширяются, приобретают стержневую струк-

туру и затем разветвляются на неправильные столбики 0,5 см шириной. На разной высоте эти ответвления с отчетливой стержневой структурой обрываются. Выше, отделяясь лишь небольшим промежутком (1 мм), появляются низкие и широкие (1—2,5 см) столбики со сгустковой структурой. Прижизненная высота около 1 см.

Углубления между строматолитовыми выростами заполняет кластический материал с обломками трилобитов, гастропод, брахиопод, иглокожих, водоросли Nuia и строматолитов.

По характеру роста аналогичен *Collenia columnaris stylostromica glebulosa*.

Иногда сочетается со структурой *microstylostroma* (со стержнями, пересекающими один слой в виде ресничек) и структурой *reticula*, в виде перепутанных нитей и извилистых каналов.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

Местонахождение: низовья р. Ангары. Косая шивера и Овсянкинская шивера. Образцы № 242/4в, 242/6а, 241/1.

Морфоподгруппа *Collenia columnaris* (собственно)

Форма Collenia columnaris obliqua granulosa (Коллениа колонковидная косая зернистая)

Табл. XX, *1* и *2*.

Образует слабовыпуклые наросты до 10—15 см высотой, состоящие из связанных между собой косых слоистых столбиков — колонок, ветвящихся и неправильных в поперечном сечении. Верхняя поверхность бугристая, бугорки как бы сливаются, наплывая один на другой. В вертикальном сечении (в шлифе) обнаруживается зернистое строение слоев без какой-либо иной структуры. Между слоями наблюдается заметная примесь терригенного некарбонатного материала, благодаря чему в проходящем свете шлиф кажется кружевным. Толщина столбиков, с узкими промежутками между ними, сильно колеблется от 0,5 до 2 см. Отчетливо видно ветвление и последующее слияние столбиков в процессе роста. Прижизненная высота столбиков около 1 см. Иногда несколько столбиков сливаются вместе, образуя плоский столбик или вертикальную пластину. В изученном образце нижняя часть сложена сплошными слоями, в которых выше появляются поры, а еще выше они расчленяются на ряд косых и неправильных столбиков.

Местонахождение: низовья р. Нюи, верховья и низовья р. Ангары. Образцы № 39/1, 124/21, 214/42.

Гипсоносная подсвита, покрывающая братско-макаровскую свиту — силур (?), усть-кутская свита — ордовик.

Форма Collenia macrocolumnaris glebulosa (Коллениа крупноколонковая сгустковая)

Табл. XII, *3* и *4*.

Крупные, выпуклые кверху — столбики 5—10 см диаметром и до 30—40 см высотой, образующие пропластки. Слои довольно толстые (1—2 мм), при детальном рассмотрении неровные. Прижизненная высота около 5 см. Вторичный карбонат (доломит) образует или ряд сливающихся пятен вдоль плотных слоев, или самостоятельный неровный слой. В результате слияния двух соседних слоев вторичного доломита плотные слои иногда прерываются, в особенности у краев столбика. Расцветка распределяется соответственно слоям: у вторичных доломитовых слоев желтоватая, у плот-

ных — розоватая, встречаются и красные пятна, не считающиеся со слоистостью. Так как доломитовые слои более пористы, можно высказать предположение, что они появились в основном за счет перекристаллизации первично пористых слоев.

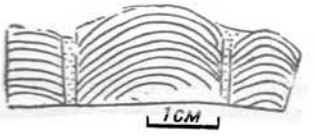
Местонахождение: р. Илим, район г. Илимска и «Порога» (обн. № 6 и 9), д. Усть-Кут (обн. № 22), верховья р. Черной (обн. № 17).

Возраст: этот строматолит широко распространен в усть-кутской свите р. Илим.

Форма Collenia columnaris planolaminaris granulosa
(Коллениа колонковидная плоскослоистая зернистая)

Табл. XII, *1* и *2*, фиг. 13.

Пропластки толщиной 3—4 см образованы плотно прижатыми один к другому слоистыми (пологовыпуклыми) «столбиками». Слои соседних столбиков отграничены друг от друга кластическим материалом, заполняющим промежутки между ними и обладающим горизонтальной слоистостью. Верхняя поверхность правильно бугриста. Столбики достигают от 1 до 2 см в диаметре, границы их вертикальны. Строматолит сложен чередованием пологих слоев темного микрозернистого и более светлого крупнозернистого карбоната. Светлые слои значительно более толстые, чем темные. На 1 см насчитывается до 20 пар (темных и светлых) слоев. Прижизненная высота менее 1 см (около 0,5 см).



Фиг. 13. Схема *Collenia columnaris planolaminaris granulosa*

Бедность признаками не позволяет описывать эту форму коллении более подробно. Микроскоп открывает лишь следы интенсивных вторичных процессов в виде кристаллического карбоната или мелких пор в светлых слоях. Эти поры, правда, могут быть унаследованы от первично-пористо-губчатой структуры строматолита. Ранее эта форма описана под названием *Collenia asiatica* (Маслов, 1937).

Местонахождение: д. Каймоново.обр. Nk.

Возраст: верхи усть-кутской свиты, ордовик. Этот строматолит является наиболее распространенным в данной свите.

Форма Collenia columnaris glebulosa porosa
(Коллениа колонковидная сгустковая пористая)

Табл. XXI, *1—3*.

Образует столбы-колонки с грубой, выпуклой вверх слоистостью диаметром 10—15 см и до 1 м ископаемой высоты. Прижизненная высота несколько сантиметров. Под микроскопом слои плохо различимы; повидимому, они обусловлены присутствием большего или меньшего количества «пор», заполненных вторичным карбонатом. Основная масса сгустковая, при этом по прозрачности она распадается на две части: 1) очень темные сгустки в виде небольших пятен различной формы, иногда петлеобразных или нитевидных, которые, сливаясь, образуют целые участки неправильной рваной формы; 2) более светлой афанитовой массы, являющейся цементом этих мелких сгустков местами преобладающей над ними. Среди карбоната рассеян алевролитовый кластический материал. На этом фоне расположены поры, заполненные кристаллическим карбонатом, обладающие резкими границами причудливой формы, но вытянутые вдоль слоистости. Часто сгустки как бы свисают в «порах», внедряясь во вторичный карбонат. Такая структура живо напоминает структуры третичных

строматолитов Керчи. В средней части устьнюйской подсвиты этот строматолит образует биогермы до 1,5 м высотой и значительной протяженности. На выветрелой поверхности видны: 1) в вертикальном сечении ряд столбов с дуговидной слоистостью и 2) в горизонтальном сечении — круги, обнаруживающие «лабиринтовую» структуру при рассмотрении их с помощью лупы. Эта структура по-видимому образуется в результате выветривания, благодаря чему вышеописанные «поры», заполненные вторичным карбонатом, выступают над выщелоченными известковыми слоями основной массы.

Местонахождение: устье и низовья р. Нюи. Образцы № 106/3 и № 108.

Возраст: усть-нюйская подсвита усть-кутской свиты, тремадок.

Форма Collenia columnaris granulo-glebulosa
(Коллениа колонковидная зернисто-сгустковая)

Табл. XIII, *2*, табл. XIV, *1—3*.

Колонки строматолита обычно прямые, тесно расположенные диаметром 3—4 см с ясной куполообразной слоистостью, образующей куполы немного менее полушария и немного облекающей с краев предыдущие слои. Сезонные слои тонкие (<1 мм), состоящие из относительно прозрачного карбоната с очень тонкими темными пленками. Обычная зернистая структура иногда дает возможность различить сгусткового типа зерна, разреженные у краев колонки, благодаря чему возникает тонкая пористость (табл. XIV, *3*). Часто с краев строматолит перекристаллизовывается по наиболее пористым слоям и приобретает «пятнистый» вид (табл. XIV, *1* и *2*). В дальнейшем перекристаллизация охватывает весь строматолит и даже промежутки между колонками, благодаря чему от темных слоев остаются лишь следы и весь строматолит становится кристаллически зернистым (Табл. XIII, *2*). Прижизненная высота около 2 см.

Местонахождение: образцы № 6/8 (г. Илимск), № 124/14, (р. Нюя).

Возраст: усть-кутская свита.

Форма Collenia columnaris reticulo-glebulosa
(Коллениа колонковидная сетчато-сгустковая)

Табл. XVIII, *2*.

Небольшие колонки 4—5 см ископаемой высоты и 5—6 см диаметром. Прижизненная высота около 3 см. Сезонная слоистость неравномерной толщины от 0,5 до 2—3 мм толщиной, сильно меняющаяся в одном и том же слое. Слои состоят из мелких сгустков, располагающихся в виде сгустково-сетчатой структуры, постепенно переходящей в плотную сгустковую, которая опять постепенно переходит в сгустково-сетчатую. Эти сгущения и дают слоистость, на краях строматолита более сетчатую, разреженную и более пористую. Местами наблюдаются несколько слоев более плотных, чем остальные, образующих уплотненную зону. Местами слои раздуваются, нарушая правильность купола (в нижней части снимка табл. XVIII, фиг. 2).

Местонахождение: р. Илим, «Порог» выше г. Илимска, обр. № 9/13, и р. Лена близ устья р. Нюи, обр. № 101.

Возраст: нижняя часть усть-кутской свиты.

Форма Collenia flabello-columnaris granulosa
(Коллення веерообразно-колонковая зернистая)

Табл. XVI, *3*.

Желваки из веерообразно расходящихся колонок, периодически соединенных один с другим пачками слоев. Слои ровные отчетливые состоят из зернистого, или сгусткового материала разной плотности. Прижизненная высота колонок от 1 до 2 см. Диаметр колонок не постоянный (1—3 см).

Сезонные слои от 0,01 до 1 мм толщины отделены тонкими четкими ровными темными пленками из того же, но более плотного карбонатного материала. Очень часто вершина куполков несколько заострена.

Ранее этот строматолит был описан под названием *Collenia schamanica* Masl. (Маслов, 1937).

Местонахождение: Подкаменная Тунгуска, 14 км ниже р. Турамы (обр. 245 А. С. Новиковой), р. Ангара выше д. Кова и Брянская шивера (сбор С. В. Обручева).

Возраст: усть-кутская свита.

Форма Collenia flabello-columnaris glebulo-granulosa spongiomorpha
(Коллення веерно-колонковидная, сгустково-зернистая губкообразная)

Табл. XVII, *1--3*.

Образует желваки-караваи (обычно розового цвета) величиной с кулак и более или отдельные толстые слои в крупных биогермах. Сезонные слои разной толщины сначала развиваются одним или двумя куполками, затем разветвляются, образуя расширяющиеся кверху неправильные колонки. Прижизненная высота около 1 см.

Под микроскопом слои состоят главным образом из зернистого и мелкосгусткового материала, к которым примешивается тонкий терригенный материал. Участками (в местах «пышного» развития водорослей?) развивается спонгиоморфная и пузырчатая структура. В последней округлые неправильные пятна светлого карбоната ограничены пленками темного пелитоморфного и мелкосгусткового карбоната, образуя местами структуру, напоминающую структуру *renalciformis*.

Местонахождение: обр. № 272Н — р. Чуня, 10 км ниже устья р. Тыганы (сбор А. С. Новиковой) и ор. № 17/4 — р. Черная, между рр. Ангарой и Илимом.

Возраст: усть-кутская свита (верхи).

МОРФОГРУППА COLLENIA PSEUDOCOLUMNARIS
(КОЛЛЕНИЯ ПСЕВДОКОЛОНКОВИДНАЯ)

Образует колонки из нескольких слоев, выше которых пачка слоев соседних колонок сливается в один общий слой с той же закономерной волнистостью. Далее опять следуют невысокие колонки и т. д. В результате колонки не полностью разделены между собой, соединяясь периодическими волнистыми сплошными слоями.

Форма Collenia pseudocolumnaris granulosa
(Коллення псевдоколонковая зернистая)

Табл. XVI, *1* и *2*

Образует слабо выпуклые вверх уплощенные слоистые куполки 3—4 см диаметром, слагающие карбонатные пропластки. Сезонные слои около 0,5 мм толщиной, местами неровные разной степени прозрачности,

большей частью тонкозернистые. В слоях иногда включены агрегаты пирита или округлые скопления светлого карбоната, облекаемые вышележащим слоем, а также отдельные кристаллы сингенетического доломита. Сезонная слоистость образована чередованием мелкозернистого прозрачного карбоната и очень тонких пленок из почти непрозрачного пылевидного карбоната. Прижизненная высота около 1,5 см.

Местонахождение: против устья р. Нюи, левый берег р. Лены — обр. № 101 в.

Возраст: нижняя часть усть-кутской свиты (строматолитовая подсвита). Ордовик.

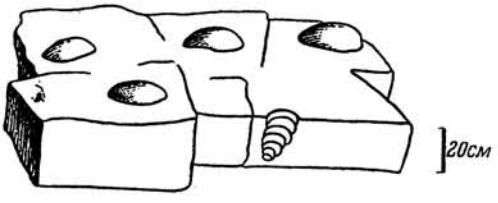
МОРФОТИП CONOCOLLENIA

Широкие невысокие конусы, часто соединенные своими основаниями в группы. В горизонтальном сечении дают как округлые, так и почковидные формы (при сечении группы конусов (фиг. 3—8).

Форма Conocollenia glebulosa (Коноколлення сгустковая)

Табл. XXI, *4* и *5*; фиг. 14 и 15.

Встречается в виде отдельно стоящих выступов-колонок 10—15 см высотой и такой же ширины, расположенных по пласту в шахматном порядке (рис. 14). Внешняя поверхность верхних слоев гладкая. Форма столбовидная с конусовидной верхушкой и вертикальными или с легка нависающими стенками.



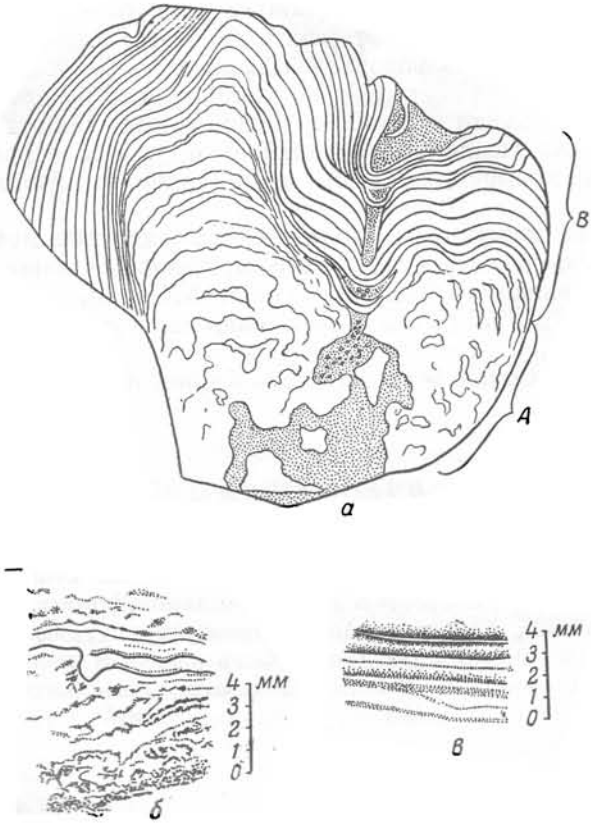
Фиг. 14. *Conocollenia glebulosa* в пласте. Внешний вид. Низовья р. Нюи

В вертикальном сечении строматолита можно различить два типа структуры и слоистости: 1) внутренняя сгустково-слоистая структура со слоями неоднородной толщины и сменой светлых неровных слоев и более темных сгустковых с темными червеобразными сгущениями; по протяжению слоя видно, что по краю строматолита эти слои переходят в слой второго типа слоистости. При этом толщина слоев сильно меняется от середины к краям строматолита: если в середине один слой имеет толщину до 4 мм, то во внешней части на 4 мм приходится 14—16 слоев; 2) внешняя тонкослоистая структура с относительно четкими светлыми и более расплывающимися темными слоями. Толщина слоев по простиранию приблизительно выдержана (фиг. 15).

В разрезе строматолита установлены две зоны: 1) нижняя, где развит преимущественно первый тип слоистости и иногда по краю строматолита второй тип (в верхней части зоны); 2) верхняя зона, где развит только второй тип слоистости, тогда как первый исчезает совсем. Граница первой и второй зон совпадает с исчезновением красного терригенного и оолитового материала, который отлагался в промежутках между строматолитовыми выростами. Из этого можно заключить, что смена режима (возможно некоторое углубление и уменьшение химического осаждения карбоната) повлекла за собой смену (?) организмов, обитавших на выступе. Но здесь же нужно оговориться, что второй род слоистости возникал и во время отложения первой зоны, в верхней ее части и по краям строматолита.

Из наблюдения над слоистостью этого строматолита можно сделать,

кроме того, следующие выводы: нависающие непрерывные слои верхней зоны, очень тонкие и ровные,свидетельствуют о том, что они образовались не среди войлока нитей водорослей с постепенным выпадением зерен карбоната в слизи, а непосредственно на поверхности предыдущих слоев строматолита. Иначе карбонат отрывался бы от нависающих стенок и скапливался бы у основания строматолита, чего не наблюдалось. Из этого мы можем заключить, что механизм отложения карбоната в строматолитах не всегда происходит одинаково и что он нам не всегда ясен.



Фиг. 15. *Conocollenia glebulosa*

а — сечение в натуральную величину; *А* — зона внутренней сгустково-слоистой структуры; *Б* — зона тонкослоистой структуры; *б* — микроскопический характер слоев в зоне *А*; *в* — микроскопический характер слоев зоны *В*

Если считать, что пара слоев (темный и светлый) является годовым отложением, то можно путем простого подсчета выяснить время, необходимое для образования данного строматолита. Я попытался сделать такое определение у описанного строматолита *Conocollenia glebulosa*; при этом подсчет показал, что для образования 15 см этого строматолита понадобилось от 100 до 120 лет. Таким образом, средняя скорость отложения строматолитового нароста измеряется от 1 до 1,5 мм в год.

Местонахождение: низовья р. Нюи, обн. № 133. Обр. № 133/6.

Возраст: верхи ордовика.

Форма Conocollenia irregularis
(Коноколлення неправильная)

Табл.XXX, *2*, фиг.42.

Крупные конусы до 10—30 см диаметром у основания и 15—20 см высотой. В горизонтальном сечении слои образуют неправильные петли, а в вертикальном — слоистость в виде крутого конуса. Боковые слои плотные с малым количеством пятен со вторичным крупно кристаллическим карбонатом. В осевой части конуса слои более «рыхлые» и толстые, менее четкие, изобилующие вторичным светлым карбонатом. Возможно, что пленки из нитчатых водорослей были здесь более рыхлыми и росли быстрее, чем на периферии, где жили другие водоросли, что сказывалось в образовании сезонных слоев в виде темных тонких слоев, быть может отлагавшихся равномерно по всему строматолиту. Под микроскопом, кроме однородной микрозернистости, никаких структур не встречено.

Промежутки между строматолитами занимают обломочный мелкокомковатый пестро-розовый «узорчатый» песчанистый известняк с конусовидными раковинками брахиопод (табл. XXX, 3).

Местонахождение: Брянская шивера низовьев р. Ангары, обр. № 236/6.

Возраст: Самая верхняя часть брянской подсвиты усть-кутской свиты; ордовик.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП GLEBULELLA (ОТ GLEBULA — СГУСТОК)

Не имеет четкой слоистости, образует мелкие столбики или комки с расплывающейся слоистостью и неправильной формы. Микроструктура всегда сгустковая, усложненная другими структурами.

Этот морфологический тип может быть разделен пока на три группы: столбчатые формы — *Glebulella columnaris*, комковатые формы — *Glebulella massularis*, с губчатой структурой — *Fossella*. У типа *Glebulella* прижизненную высоту определить очень трудно.

Форма Glebulella massularis minima
(Глебулелла комковатая малая)

Табл. XXII, *3*, фиг. 16.

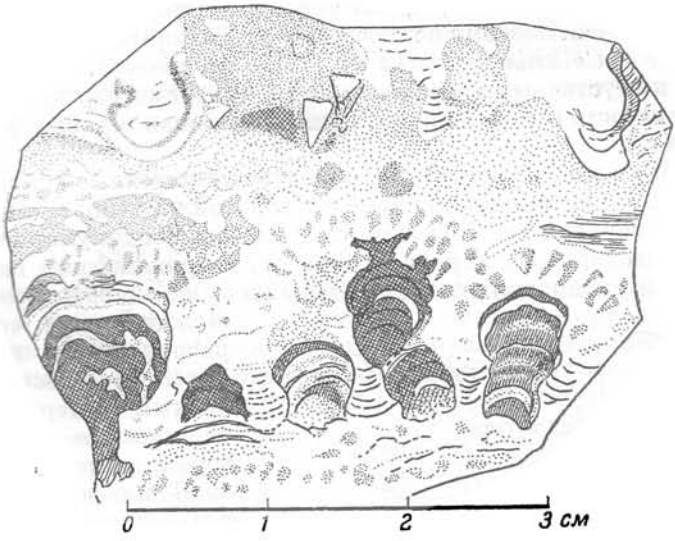
Образует мелкие комки 2—3 мм диаметром, залегающие среди более светлых слоев с неправильным волнистым залеганием с примесью алевролитового материала (с большим количеством слюды). В комках, образующих выступы, иногда встречается мелкосгустковая структура. Форма комков разнообразная, но преобладает почковидная или полусферическая.

Местонахождение: верхняя часть пласта 30, обн. № 214. Гороховая шивера в низовьях р. Ангары, обр. № 214/30, 214/25г.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты; ордовик.

---

[1] По-видимому, этой форме близка, описанная из протерозоя США, *Collenia frequens Fenton*.



Фиг. 16. *Glebulella massularis minima* в вертикальном сечении в средней части рисунка, веерообразно нарастающая на *Geblulella columnaris reticularis porosa* (темные слоистые столбики). Брянская подсвита усть-кутской свиты ордовика низовий Ангары (Гороховая шивера, обр. № 214/30)

Форма Glebulella labellimorpha
(Глебулелла губкообразная)

Табл. XXII, *1* и *2*.

Образует неправильные столбикообразные наросты разного диаметра (от 1 до 3 см) с узкими промежутками-щелями между ними. Внутренняя структура обычная для спонгиоморфид в виде неправильно-изогнутых толстых темных нитей на светлом фоне. Характер этих нитей меняется в одном и том же «столбике», создавая нечто вроде слоистости, которая даже макроскопически почти не улавливается. Границы этой «губкообразной» структуры с пустотами, заполненными или карбонатным светлым или копрогенным материалом, резкий без каких-либо оболочек или облекающих слоев. Но встречаются участки, где «спонгиоморфная» сгустковая структура, расплываясь, переходит в сгустково-обломочную структуру. Благодаря этому «столбики» выражены хорошо там, где на месте кластического цемента, находится карбонатный вторичный материал.

Местонахождение: Гороховая шивера, нижнее течение р. Ангары, Нижне-Каменный остров, верховья р. Ангары. Образцы № 214/27, 214/26, 318/1, 318/4.

Возраст: усть-кутская свита, ордовик.

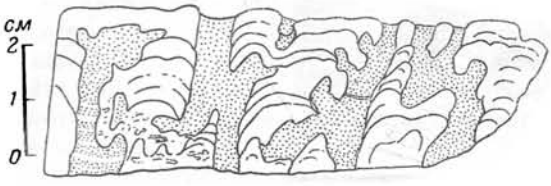
Форма Glebulella columnaris reticularis
(Глебулелла колонковидная сетчатая)

Табл. XXIII, *1*, *2*, *4* и *5*; фиг. 17

Форма, описанная мной в 1939 г. с р. Киренги и ее притоков под названием *Collenia okunaica* Masl., имеет очень хорошую сохранность. В районе р. Илим встречены строматолиты, напоминающие эту форму, но, во-первых, сохранность их значительно хуже, а, во-вторых, они отличаются присутствием слоистости. На востоке, на р. Киренге, этот строматолит

не обладает слоистостью и, кроме того, под микроскопом обнаруживает своеобразные ячеи. Поэтому полностью отождествлять найденный на Илиме строматолит с *Collenia okunaika* M a s l. невозможно. Все же характер столбиков и сгустковый материал в них с намеками на грубую выпуклую кверху слоистость в образцах с р. Илим, очень напоминают форму *C. okunaika* M a s l.

На р. Илим этот строматолит образует уплощенные «караваи» и пропластики в 2—4 см толщиной с мелкобугристой или «мозговидной» бугристостью на верхней поверхности слоя. В перпендикулярном (к слою) сечении, благодаря неоднородной окраске, в пришлифовке видны тонкие (от 0,5 до 2 см) неправильные «столбики» из более однородного материала. Между этими «столбиками» располагается кластический карбонатно-песчаный неоднородный материал с явной слоистостью, выпуклость которой направлена вниз.



Фиг. 17. *Glebulella columnaris reticularis* в вертикальном сечении. Верхи усть-кутской свиты ордовика. Гороховая шивера низовьев Ангары. Обр. 214/26

В шлифе при увеличении в 10—20 раз видно, что «столбики» образованы сгустками, сильно измененными благодаря перекристаллизации. Грубая слоистость видна лучше в пришлифовке. «Столбики», как и в ранее описанных образцах *C. okunaica* M a s l. иногда соединяются между собой, разрастаются в стороны, образуют выступы и имеют иные причудливые очертания. Они резко отграничены от кластического цемента и как бы окружены оболочкой, заметной в пришлифовке, однако в шлифе этой оболочки наблюдать не удается. Таким образом, «оболочку» надо считать ложной, образовавшейся вследствие сгущения окраски.

Джонсон (Johnson, 1940) описывал «колонки» в виде лепешек с мозговидной верхней поверхностью, назвав этот строматолит *Artophycus columnaris* J o h n s. Внутренняя структура описана им очень поверхностно, он упоминает о пористой структуре, не говоря ни слова о сгустках. Поэтому сопоставить нашу форму с джонсоновской нельзя.

К. Б. Кордэ (1954) описала род и вид сине-зеленых водорослей *Spongiophycus angaricus* K o r d e, аналогичных нашим строматолитам типа *Glebulella*. Так же, как и в случае со стержневой структурой, отмеченным нами ранее, «губковидная» структура и структуры, ее сопровождающие, отнесены к одному и тому же «виду» водоросли, следы которой весьма проблематичны, так как диаметры пустот каналов колеблются на снимке, помещенном в работе Кордэ, в десять и более раз, хотя К. Б. Кордэ указывает для них постоянный диаметр (27—35 μ). Так как такая структура встречается у разных строматолитов, название данного строматолита не может быть с нею связано. Из фотографии у этого автора (Кордэ, 1954, табл. IV, фиг. 3) видно, что неоднородная внутренняя структура строматолита состоит не только из «губкообразной», но, главным образом, из сгустковой, где просветы между темными сгустками имеют в сечении очень неправильную форму, отличную от формы сечений каналов, как и многие пустоты, наблюдаемые на фиг. 2 в работе К. Б. Кордэ. Внешняя и внутренняя же структура аналогична нашей форме и близка к ранее описанной *Collenia okunaica* M a s l. Сравнение К. Б. Кордэ с *Collenia uralica* M a s l. неудачно, поскольку в последней имеются довольно четкие в разных местах строматолита разного диаметра каналы, а также значительно более плотные структуры.

Местонахождение: Гороховая и Кочановская шиверы низовьев р. Ангары, р. Илим, г. Илимск и Литвинцево, р. Умбелла.

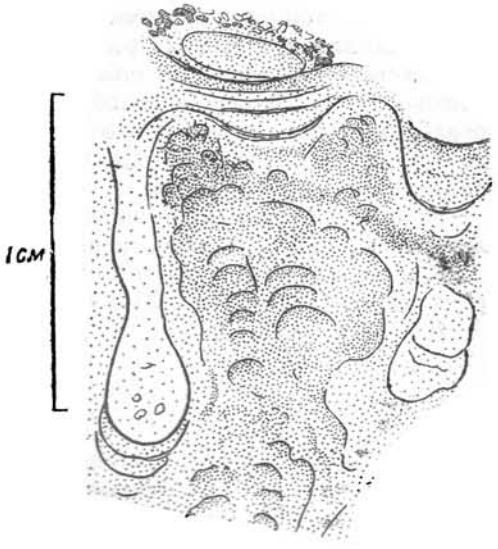
Образцы 214/26, 240/5, 240/6, 240/1, 21/5, 241/1, 242/4.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты и верхи этой свиты на р. Илиме и на р. Умбелла.

Форма Glebulella nubeculariformis
(Глебулелла облаковидная)

Табл. XXIII, *3*; табл. XXIV, *1*, *2*; фиг. 18

Небольшие (15—25 мм диаметром) выпуклые кверху стяжения толщиной 4—5 см, образованные мелкими извивающимися столбиками. Поверхность стяжения мелкобугриста, бугорки неправильной и неодинаковой формы. В пришлифованном вертикальном разрезе видны неоднородные, сильно пористые изогнутые «столбики» строматолита толщиной от 2 до 10 мм, разделенные узкими промежутками, заполненными афанитовым материалом, слоистость которого обращена выпуклостью вниз. Извивы и раздувы «столбиков» настолько неправильны и причудливы, что промежутки между ними имеют более закономерный вид и более постоянную ширину (2—5 мм). В шлифе видно, что «столбики» являются сложным образованием чрезвычайно прихотливого вида. Внутренняя часть «столбика» занята облакоподобной структурой, в виде сгустков без резких границ, располагающихся по грубой выпуклой вверх слоистости. Эта центральная часть обычно имеет вид узкого веера с расширенным верхним концом. Вокруг нее располагается «корка» из более светлого сгусткового материала с небольшой примесью кластических зерен. Все это окружено афанитовой оболочкой, не отличимой от пелитоморфного кластического материала, находящегося в промежутках между «столбиками». Кластический осадок включает, кроме афанитового карбоната, обломки афанитовой породы, зерна песка и красный глинистый материал, который особенно интенсивно окрашивает оболочку «столбиков» и создает пестрый узор строматолита. Каждая полость как бы оторочена красной полоской, кроме того, некоторые выпуклые вниз слои в промежутках между «столбиками» также интенсивно окрашены. В отраженном свете или в пришлифовке эти промежутки резко выделяются, но в проходящем свете в шлифе «столбики» выглядят темнее и более однородными.



Фиг. 18. *Glebulella nubeculariformis* в вертикальном сечении. Верхи усть-кутской свиты верховий Ангары. Шумилово, обр. № 2/6

Местонахождение: Шумилово, обр. № 2/6 (верховья р. Ангары), р. Илим ниже д. Литвинцево, обр. № 21.

Возраст: верхи усть-кутской свиты, ордовик.

Кроме описанных образцов были встречены менее четкие строматолиты того же облика в низовьях р. Ангары.

Местонахождение: Гороховая, Кочановская и Косая шиверы в низовье р. Ангары и р. Илим около д. Литвинцево. Образцы № 214/12, 214/25г, 240/9, 241/3, 241/6, 20, 21/2.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты; ордовик.

Форма Glebulella reticularis porosa
(Глебулелла сетчатая пористая)

Табл. XXV, *1—4*

Образует сплошной слой из неправильных неоднородной ширины раздувающихся и сужающихся ветвящихся столбиков с неясной почти отсутствующей слоистостью. Внутри столбиков много пятен желтоватого доломита или песчанистого известняка. Микроструктура неясная, но в некоторых местах видна сетчатая структура, образованная переплетающимися темными нитями или перемычками обычного строматолитового облика. Эти «сетки» располагаются слоями или линзами, поперек столбика. Строматолит изобилует крупными порами, расположенными обычно также поперек столбика. Узкие (4—5 мм) промежутки между столбиками заполнены более светлым карбонатом. Толщина столбиков от 0,5, до 1,5 см, высота —до 15 см. В поперечном сечении видны неправильные округлые пятна.

Близка к *Glebulella columnaris reticularis*, но отличается большим количеством, по-видимому, первичных пор.

Местонахождение: Гороховая и Овсянкина шиверы низовье р Ангары. Образцы № 214/30, 214/25в, 214/25г, 242/5в, 242/10.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

МОРФОГРУППА FOSSELLA
(ОТ FOSSA—КАНАВА)

Образована мелкими извилистыми каналами, расположенными среди темной афанитовой и сгустковой карбонатной массы. Под микроскопом напоминает губчатую структуру, может быть не водорослевого, а животного происхождения. Образует вертикально стоящие трубки неправильного сечения, которые, соединяясь в группы, слагают неправильные вертикальные выросты.

Форма Fossella cerebriformis
(Фосселла мозговидная)

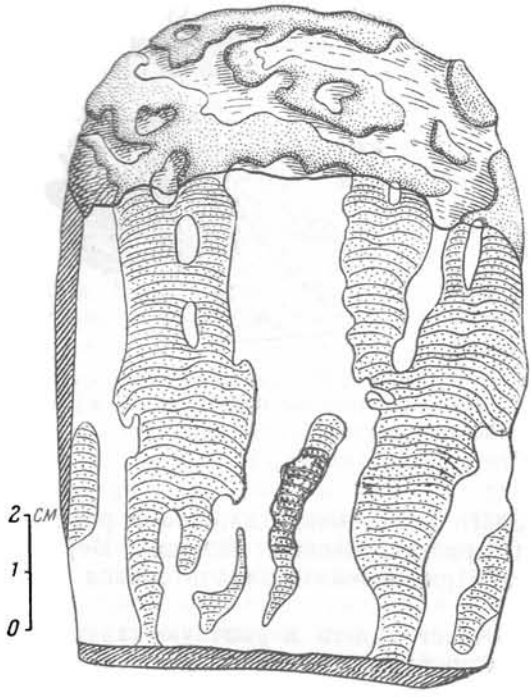
Табл. XXIV, *3—6*; табл. XXVI, *2*, фиг. 19 и 20

Образуют выпуклые выступы с мозговидной верхней поверхностью, слоистость отсутствует. В вертикальном сечении слагается рядом тонких (0,5—3 см) колонок, промежутки между которыми заполнены кластическим материалом (обычно карбонатным). Колонки, соединяясь между собой, образуют плотные и прочные желваки-столбы (5—15 см диаметром) выпуклые на верхней поверхности. Депрессии на верхней поверхности отвечают промежуткам между участками тела строматолита, заполненными кластическим материалом. Колонки могут быть цилиндрическими.

Под микроскопом видно, что тело строматолита состоит из афанитового материала, в котором расположены тонкие разветвляющиеся извилистые просветы с сильно меняющейся шириной, иногда открывающиеся в редкие полости. Промежутки, заполненные кластическим материалом, имеют грубую слоистость, в них встречаются обломки раковин и целые гастроподы.

По внешнему виду напоминает *Glebulella columnaris reticularis* (*Collenia okunaika* M a s l.), но содержит мало сгустков и поэтому сильно отличается по микроструктуре. Описанных канальцев в этой последней форме не встречалось.

О б щ и е з а м е ч а н и я. Пропласток, образованный *Fossella* встречен среди светлых мучнистых мергелей и алевролитов. Верхняя мозговидная поверхность этого строматолита была покрыта белым мергелем с прожилками и кристаллами гипса. Это свидетельствует о том, что появление сильно засоленных вод прекратило рост строматолитов. *Fossella*, по-видимому, существовала в ненормально соленой воде, так как в основании самого строматолита встречались первичные кристаллики гипса. В это же время жили и гастроподы. Строматолит рос на бугристой поверхности светлого плитчатого мергеля, которая и дала начало буграм строматолита. Неровная поверхность мергеля пересекает слоистость породы, что свидетельствует



Фиг. 19. *Fossella cerebriformis* в вертикальном сечении и верхней выветрелой поверхности. Пестроцветная свита верхов ордовика. Устье р. Нюи. обр. № 104

Фиг. 20. Внутренняя микроструктура в виде полостей различной формы в *Fossella cerebriformis*, образец № 104

об эрозионном происхождении этой поверхности. Возможно, что перед образованием *Fossella* дно бассейна выходило на поверхность. Этот процесс при отложении пестроцветов силура Нюи должен был происходить неоднократно, принимая во внимание трещины усыхания, наблюдаемые на поверхности этих пород.

Fossella cerebriformis характеризует своеобразную фацию полулагунных условий, в которых отлагались белесые карбонатные кластические осадки, получившиеся благодаря приносу не с суши (так как в течение готланда с суши приносился красный терригенный материал), а возможно, с размываемого рифа. Возможно, что это была пририфовая (?) лагуна, в которой при ее обмелении и замыкании отложились гипсовые пласты, а повышение солености вызвало гибель строматолитов.

М е с т о н а х о ж д е н и е: устье р. Нюи, № 104.

В о з р а с т: пестроцветная свита верхов ордовика.

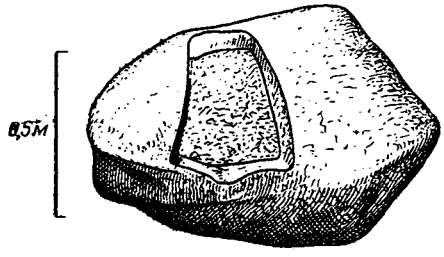
МОРФОТИП CRUSTELLA
(CRUSTA — КОРА)

Слоистый строматолит состоит из толстых слоев, последовательно отлагающихся один на другой. Слои сложного однообразного состава, сильно пористы. Тонкой слоистости нет.

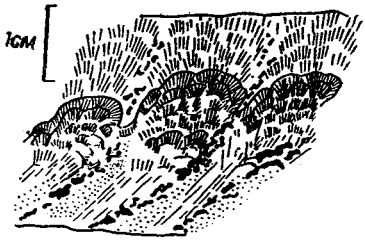
Форма Crustella stylostromica porosa
(Крустелла стержневая пористая)

Табл. XXVII, фиг. 21 и 22

Образует крупные (0,5—0,7 м) сильно выпуклые кверху, грубослоистые (слои в 3—4 см) «караваи»-биогермы. Слои сложены рядом наклонно расположенных наростов (0,5—1 см толщиной), частично со стержневой



Фиг. 21. Внешний вид «каравая» *Crustelia stylostromica porosa*, Усть-Кутская свита р. Черной (Илим). обр. № 19/10



Фиг. 22. Внутренняя микроструктура того же образца, что на рис. 21

структурой *stylostroma conica* веерного типа. Между наростами располагаются многочисленные поры и кристаллический кальцит. Верхняя поверхность неправильно бугриста. Прижизненная высота близка к высоте «каравая».

Сильная перекристаллизация мешает видеть первичную структуру, кроме стержневой — веерной. Судя по тому, что этой структуре подчинено строение всей корки, веерная структура, возможно, сингенетична и образовала весь желвак. Сильная пористость неровных и разветвленных пор также может быть связана с первичной структурой, как это бывает у третичных строматолитов. Цвет строматолита светло-серый, что резко выделяет его среди красноцветов.

Найден на р. Черной (приток р. Илим), обн. № 19 и на р. Подкаменной Тунгуске выше «Щек», обн. № 176. Обр. № 19/10.

Возраст: усть-кутская и столбовая свиты.

Форма Crustella porosa reticularis
(Крустелла пористая сетчатая)

Табл. XXVIII, *1*

Крупные «караваи» с толстыми 3—5 см слоями из светлого карбоната. Многочисленные довольно крупные (1—2 мм шириной) поры имеют тенденцию к вертикальному расположению. Возможно, они являются результатом выщелачивания цемента между причудливыми колонками роста. Сезонных слоев нет, если толстые слои не принимать за сезонные. Внутренняя микроструктура неясная, но местами сохранилось нечто вроде сетчатой структуры, которая, возможно, являлась преобладающей.

Местонахождение: Подкаменная Тунгуска у «Щек». Обр. 176/6.

Возраст: столбовая свита ордовика.

По вопросу слоистости типа *Crustella*. Отсутствие обычной тонкой сезонной слоистости необычно для строматолита. Это обстоятельство заставляет предполагать, что при образовании *Crustella* развивался особый комплекс водорослей, который необычно быстро рос кверху, не создавая четких структур, и за один сезон наращивал корку в несколько миллиметров. Такой быстрый рост известкового желвака в современных условиях известен у некоторых рифостроющихся кораллов, быстрота роста колоний которых достигает 14 мм в год. Интересно отметить, что в типе *Crustella* внутри строматолита не встречено пропластков слоистого осадка. Вместе с тем грубые слои строматолита глубоко облекают крупные «караваи» (до 50 см). Это позволяет предполагать, что каравай вырастал на высоту в несколько десятков сантиметров, в то время как мощность накопившегося осадка не превышала нескольких миллиметров.

МОРФОТИП MACRONUBECULARITES

Под названием *Nubecularites* мною были в свое время (1937) описаны микроскопические онколиты — стяжения округлой формы неоднородного состава. Каждое стяжение имеет оболочку, внутри которой наблюдается внутренняя структура иногда с пузыревидными телами. *Nubecularites polymorphus* Masl. из кембрия р. Иркута образует облакоподобные стяжения. Похожие, но макроскопические наросты строматолитового характера встречены и в усть-кутской свите. Поскольку сходство с ранее описанными онколитами ограничивается макроструктурой, приходится выделить новый тип строматолита, отличающийся от *Collenia* отсутствием закономерной и более или менее параллельной слоистости, от *Glebulella* — отсутствием сгустковой структуры, а от остальных типов — макроскопической структурой. Ближе всего этот тип стоит к *Crustella*, но корки, т. е. толстые слои, параллельные друг другу, здесь также отсутствуют.

Macronubecularites образует выпуклые вверх наросты, сложенные облаковидными бугристыми неясными слоями неоднородной толщины, причем бугры вышележащего слоя не соответствуют буграм нижележащего и независимы друг от друга.

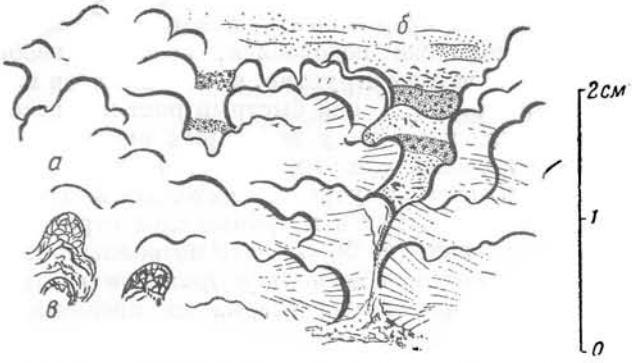
Форма Macronubecularites subradiatus granulosus (Макронубекуларитес субрадиальный зернистый)

Табл. XXX, *1*; табл. XXXI, *1*; фиг. 23

Образует выпуклые почковидные макроскопические наросты облаковидной формы, состоящие из светлого карбоната зернистой структуры. Облаковидность подчеркивается темными полосками. При малом увеличении (×3—4) видны более светлые тонкие просветы, расположенны радиально относительно облаковидных наростов, так что в некоторых случаях эти просветы горизонтальны. Эта структура названа мною *subradiata*. Сильная перекристаллизация строматолита не позволяет более точно описать его внутреннюю структуру. Местами в нем сохранились темные участки сгустково-сетчатого строения типа структуры *reticula*, имеющие вид случайных включений. Цемент породы также совершенно перекристаллизован. Темные тонкие корочки афанитового карбоната, выявляющие облаковидную структуру *Macronubecularites*, возможно, являются сезонными слоями, связанными с зимней задержкой роста строматолита. Толщина «сезонных» слоев колеблется от 1 до 5 мм.

Местонахождение: низовья р. Ангары, обнажение у Гороховой ниверы № 214, пласт 19.

Возраст: брянская подсвита, усть-кутская свита, ордовик.



Фиг. 23. Вертикальное сечение через *Macronubecularites subradiatus glanulosus* (*а*) среди нормально слоистого механического осадка (*б*) с основанием из *Glebulella* (*в*). Брянская подсвита низовий Ангары. Гороховская шивера, обр. № 214/19.

Форма Macronubecularites reticulo-granulosus
(Макронубекуляритес сетчато-зернистый)

Образует слоистые «узорчатые» известняки с неправильными волнообразными облаковидными слоями. Образец № 243/7в представляет собой пропласток (0,2 м мощностью) розового раскристаллизованного строматолитового известняка. Грубые слои являются последовательными нарастаниями неоднородного карбонатного материала, в котором различаются темные карбонатные нити около 0,03 мм диаметром. Эти нити переплетаются и местами создают «губчато-сетчатую» структуру (*reticula*) обычную для некоторых строматолитов. В местах смены темных и светлых слоев-зон нити как бы подымаются над основанием, образуя бахромчатый край и пористую структуру темного слоя. Светлые зоны сильнее перекристаллизованы и содержат лишь затемнения, которые можно отнести к следам от карбонатных нитей. В других, похожих образцах эта структура образует отдельные слои караваев-выступов.

Местонахождение: обн. № 243 против д. Богучаны, обн. № 242 Овсянкина шивера в низовьях р. Ангары. Образцы № 243/7в, 242/5б, 242/7в, 214/12.

Возраст: усть-кутская свита (низ и верх), ордовик.

МОРФОТИП CONOPHYTON MASL., 1937

Вертикальные или наклонные цилиндрические строматолиты с очень крутой конусовидной слоистостью с вершиной в виде конуса, иногда обрезанной абразией.

Форма Conophyton directus glebulosus
(Конофитон прямой сгустковый)

Табл. XXXII, *4*

Прямостоящие толстые до 8 см диаметром цилиндры-стержни, с остроконусной слоистостью и высотой 20—30 см. В вертикальном сечении

намечаются две резко отличные зоны: 1) внешняя из вертикальных плотных темных слоев и 2) внутренняя из более светлого материала, слоистость с которого трудно выявить в особенности в осевой части цилиндра. Но все же она существует и, по-видимому, под очень острым углом отходит от внешней зоны, замыкаясь в середине строматолита. При небольшом увеличении во внешних слоях заметна мелкосгустковая структура, выраженная еще резче во внутренней зоне, где она нередко переходит в комковатую. Прижизненная высота немного отличается от вышеприведенной ископаемой.

Стержни-цилиндры срезаны сверху, не имея конических окончаний.

Местонахождение: Брянская и Кочановская шиверы низовьев р. Ангары. Образцы № 236/12а, 240/9.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты.

МОРФОТИП TUBISTROMIA (TUBA — ТРУБА, STROMA — СЛОЙ)

Впервые вертикальностоящие цилиндрические неслоистые формы были описаны Уолкоттом (Walcott, 1914) под названием *Greysonia*. Мною были описаны под этим же названием аналогичные образования из ордовика Восточной Сибири (Маслов, 1937) из обнажения у Брянской шиверы. Материал из тех же мест, собранный мною, дал новые данные, позволяющие шире осветить вопрос о происхождении этих образований. Между тем последующие американские исследователи доказывали неорганическое происхождение грейсоний. Поэтому образованиям, описанным мною из Сибири, приходится дать новое название: *Tubistromia* — трубкообразные формы с внешними оболочками и внутренним, иногда сложным содержанием. Отсутствие в них слоистой внутренней структуры резко отличает этот морфологический тип от *Conophyton*. По-видимому, сюда же следует отнести образования, описанные сначала Уолкоттом, а затем мной (Маслов, 1937_1) под названием *Copperia tubiformis* Walcott и *Greysonia* Walcott.

На вопросе о происхождении отдельных форм мы остановимся при их описании. Прижизненная высота типа *Tubistromia* почти равна ископаемой высоте.

Форма Tubistromia reticularis spongiomorpha (Тубистромиа сетчатая губкообразная)

Табл. XXXII, *5*

Образует вертикальные столбики-цилиндры 1,5—2 см диаметром с овальным поперечным сечением и более или менее прямыми стенками. Внутренняя структура очень неоднородна, различаются внешние толстые (2—5 мм) «стенки» и внутренняя полость. Стенки сложены рядом слоев из сетчатой структуры с просветами разной величины. Плотность и прозрачность этой структуры неоднородна и увеличивается к краям слоя. Внутренняя полость включает афанитовый карбонат с алевритовой примесью, в котором находятся пятна вторичного карбоната, окруженные пористой оболочкой из темного карбоната. Эти «камеры», достигающие 1 мм в диаметре, связаны своими полостями с внешней сетчатой оболочкой и свидетельствуют о губкообразной (?) структуре. Между цилиндрами в узких промежутках наблюдаются карбонатный кластический и оолитовый материал и перекристаллизованные обломки раковин.

Описанные автором (Маслов, 1937_1) образования под названием *Copperia tubiformis* Mal c. похожи на вышеописанную форму, но имеют значительно меньший диаметр — 3—10 мм.

Местонахождение: Кочановская шивера низовьев р. Ангары.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик, обр. № 240/9.

Форма Tubistromia limosa
(Тубистромиа илистая)

Табл. XXXII, *1—3*

Вертикально стоящие в желтом доломите более темные карбонатные стержни. В поперечном сечении последние или округлы или сплющены (табл. XXXII, фиг. 1), обладая в этом случае неправильным контуром. Граница с доломитом или с доломитовым песчаником (по его структуре) неровная местами зубчатая с «заливами», иногда расплывающаяся. Наблюдаются ветвления стержней. Внутренняя полость занята темным и светлым перекристаллизованным карбонатом, образующим неправильные пятна. Во внутренней части иногда наблюдаются продолговатые скопления темного карбоната среди более светлого. Диаметр стержней от 1 до 6 см, высота около 10 см. Строматолитовых микроструктур не наблюдается.

Весьма вероятно, что описываемые образования являются ходами червей, а внутреннее содержание их — копролитами. Внезапные «прорывы» доломитового материала внутрь (табл. XXXII, фиг. 2) и сплющенность этих ходов этому не противоречит. Возможно, ходы были сделаны в доломите, когда он представлял собой еще не вполне затвердевший осадок.

Образует сплошные пропластки или участвует в образовании крупных вздутий в виде пропластков 10—12 см толщиной.

Местонахождение: Гороховая и Брянская шиверы низовьев р. Ангары. Образцы 214/13, 214/15, 236/10.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

МОРФОТИП SACCUS
(SACCUS — МЕШОК)

Столбики, сложенные плотной оболочкой, подымающиеся от субстрата вертикально вверх и образующие вверху свод, в результате чего образуется форма, напоминающая перевернутый мешок. Внутренняя часть слагается рыхлой — сетчатой, сгустковатой или облаковидной структурой. Иногда внутри полости встречается кластический материал.

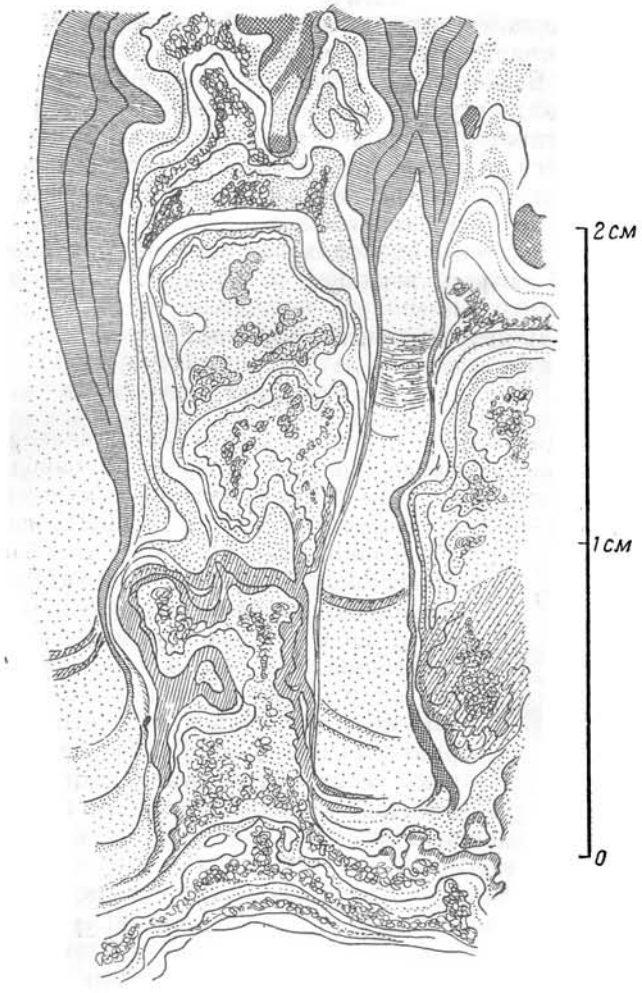
Мною ранее была описана (Маслов, 1937_1, стр. 292) форма из коллекции С. В. Обручева, найденная выше Брянской шиверы (обн. 15533/215) под названием *Collenia angarica* Masl. Вышеприведенному диагнозу отвечает первая генерация *Coll. angarica* Masl. Вторая же генерация должна называться иным названием, так как образована нормально-наслоенными плотными слоями, характерными для типа *Collenia*.

Форма Saccus multilamellosus glebulosus renalciformis
(Саккус многослойный сгустковый ренальцеобразный)

Табл. XXXIII, *1—5*; табл. XXXVIII, 3, фиг. 24

Оболочка состоит из нескольких очень тонких вертикальных слоев, образующих в верху строматолита неправильный свод. Местами отдельные слои образуют своды во внутренней части или полости. Последняя диаметром около 0,5 см заполнена сгустковым материалом иногда с примесью кластического материала и микрообразований, напоминающими проблематики типа *Renalcis*, в виде кружочков, петель или коротких четковидных обрывков. Прижизненная высота строматолитов не менее

2—3 см, иногда значительно больше. Таким образом, при своем росте строматолит возвышался над дном бассейна в виде пальчатых выростов с особой внутренней структурой. Выросты-«столбики» располагались близко один от другого, образуя своеобразную «щетку».



Фиг. 24. Вертикальное сечение через *Saccus multilamellosus glebulosus renalciformis*, показывающее внутреннюю разнородную сгустковопузыристую структуру и внешнюю темную однородно-зернистую корку иного происхождения. Усть-кутская свита ордовика. Низовья р. Ангары, Гороховая шивера, обр. № 214/17а

Общие замечания. Возможно, что эта форма является сложной. В таком случае внутренняя часть является первичным выростом, высоко (2—3 см) торчавшим над дном. Затем выросты были покрыты тонкими корочками афанитового материала, «облекшим» внешнюю поверхность выступа.

Эта форма по своей внутренней структуре близко стоит к *Glebulella* и таким образом является ближайшей родственной ей формой. Внутренняя сгустковая структура очень близка к структурам *Glebulella columnaris reticularis*.

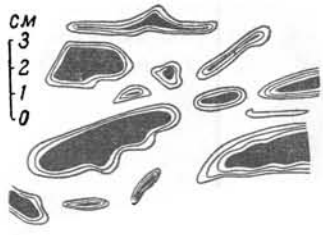
Необходимо отметить, что в ранее описанном образце (Маслов 1937₁), названном *Collenia angarica* M a s l., наблюдалась смена в вертикальном направлении двух типов строматолитов *Saccus* (внизу) и *Collenia* (вверху). В образцах, собранных мною из брянской подсвиты, наблюдается такая же смена. К. В. Кордэ (1954) описала под названием *Dictyophycus pseudotabulatus* K o r d e строматолит, аналогичный *Saccus*, но, как и везде, отнесла это образование к одному виду синезеленой водоросли. Основанием для этого послужила сетчатая структура *reticularis*, развитая в нем местами и трактующаяся К. Б. Кордэ как сплетение нитей водоросли. Все остальные структуры (комки, сгустки, пустоты, пленки и т. п.) принимаются за результат жизнедеятельности той же водоросли. Так как структура *reticularis* встречается в других строматолитах в сочетаниях с другими структурами, то давать название вида водоросли всему строматолиту следует считать неправильным.

М е с т о н а х о ж д е н и е: Гороховая шивера, низовья р. Ангары и Нижне-Каменный остров, верховья р. Ангары. Образцы № 214/17а, 214/18, 310/7.

В о з р а с т: усть-кутская свита, ордовик.

4. ОНКОЛИТЫ

Свободно лежащие на дне и переворачивающиеся течением округлые водорослевые желваки, иногда разрастающиеся до неподвижного положения, когда движение воды не в силах повернуть стяжение. Делятся формально на макро- и микроонколиты. Многие из них близки к оолитам и похожи на них. Это естественно, так как происхождение многих онколитов связывается не только с биогенным отложением карбоната, но и с химическим.



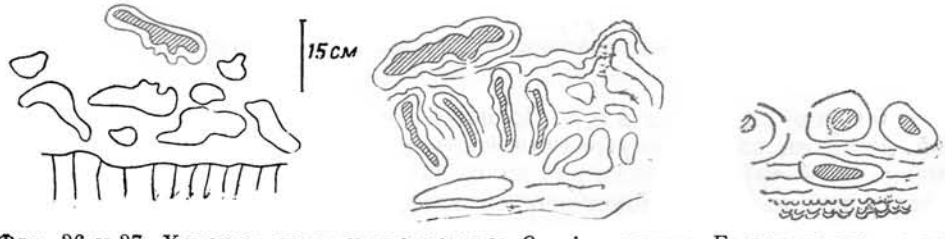
Фиг. 25. *Osagia* зарисовка в обнажении различной формы желваков в зависимости от формы гальки (черное и заштрихованное), которые обволакиваются карбонатным материалом. Верховья р. Ангары, усть-кутская свита ордовика. обр. № 322/4

Наименьшее количество признаков наблюдается у морфологического типа *Osagia*, который по существу является неправильным макропизолитом. Но в *Osagia* часто можно встретить и строматолитовые структуры, чем он отличается от оолитов чисто химического происхождения.

МОРФОТИП OSAGIA

Фиг. 25, 26, 27

Внутренние слои, облекая какой-нибудь предмет (гальку, обломок и т. п.), повторяют в смягченном виде его неровность.



Фиг. 26 и 27. Характер залегания онколитов *Osagia* в пласте. Беспорядочное расположение онколитов в условиях сильного движения воды. Низовья р. Ангары

Расчленение *Osagia* возможно по микроструктуре и внешней форме. Пока морфологических групп в этом морфотипе не выделено.

Форма Osagia glebulosa reticularis
(Озагиа сгустково-сетчатая)

Табл. XXXIV, *1*

Онколит 3 см диаметром округлой формы, приближающейся к сфере, сохраняющей в смягченном виде форму включенного в центре обломка строматолита. Один из таких обломков сохранил стержневую структуру. В слоях онколита преобладает микрозернисто-сгустковая микроструктура, но наблюдаются и слои с сетчатой структурой с отчетливыми темными нитями, расположенными поперек слоя. Более светлые слои образуют две осветленные зоны (одна близ центра, другая ближе к периферии). Темные слои несколько пористы и обладают резкими темными и светлыми пятнами, создающими скорее сгустковый характер структуры, более уплотненный вверху. Переход от темных слоев к светлым — резкий, а от светлых к темным — постепенный. Весьма вероятно, что это чередование обусловлено сезонными колебаниями. Светлые более толстые слои возможно образовались летом с быстрым расцветом весной, а темные отвечают осени, когда водоросли постепенно отмирали.

Похожий онколит описан мной из усть-кутской свиты под названием *Osagia ilimica* M a s l. (Маслов, 1937_1), но сетчатых и сгустковых микроструктур там не наблюдалось.

М е с т о н а х о ж д е н и е: Кочановская шивера низовьев р. Ангары, обр. № 240/8.

В о з р а с т: брянская подсвита усть-кутской свиты.

Форма Osagia nubeculariformis microstylostromica
(Озагия облаковидная микростержневая)

Табл. XXXIV, *2*

Крупные до 3—5 см в диаметре онколиты первоначально округлые, снаружи многогранные. Узкие промежутки между онколитами заполнены оолитовым материалом. Более крупные промежутки заняты мелкими 1—2 мм онколитами *Osagia nubeculariformis*. У крупных онколитов в центре иногда находятся неокатанные обломки строматолитовых известняков, вокруг которых относительно правильно растут, местами утолщающиеся, концентрические слои. Кое-где отчетливо выражена стержневая структура стилострома. В большей части она выражается в очень тонких радиальных, не слитых в группы, штрихах, пересекающих один, два или несколько слоев.

По-видимому, вначале онколит перекатывался и обрастал равномерно со всех сторон. Достигнув 3—4 см в диаметре, он оказывался зажатым среди соседних онколитов, что препятствовало его перекатыванию по дну водоема. Далее онколит продолжал расти лишь в местах своей поверхности, не соприкасающихся с соседними онколитами. В результате округлая форма исчезла и онколит получал многогранную внешнюю форму.

Osagia nubeculariformis является зачаточной формой описанного онколита, но выросшей в иных условиях. Ее рост обусловлен неподвижным положением, поэтому разрастание идет вверх и в стороны, приближаясь к росту строматолитов. В результате образуются облакоподобные слои, облекающие по сферической поверхности друг друга.

М е с т о н а х о ж д е н и е: Кочановская шивера низовьев р. Ангары, обр. № 240/2.

В о з р а с т: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

МОРФОТИП NUBECULARITES MASL., 1937

Под этим названием были выделены (Маслов, 1937_1) микроонколиты с облакоподобной структурой без ясной слоистости с наростами, ориентированными в разные стороны.

Форма Nubecularites renalcis reticularis
(Нубекуляритес ренальцис сетчатый)

Табл. XXXIV, *3—5*

Наросты и включения облакообразных выростов, в состав которых входит структура *renalcis*, аналогичная описанной А. Г. Вологдиным из кембрия разных мест. Этот исследователь рассматривал ее как особую водоросль, образующую пузыревидные известковые оболочки разной формы. Форма этих пузырей неправильная и разнообразная. В описываемом онколите размеры их варьируют от 0,03 до 1 мм.

Мы рассматриваем эту структуру как одну из строматолитовых и онколитовых структур.

Иногда пятна *Nubecularites* имеют сетчатое строение, наблюдаемое в неперекристаллизованных участках. Макроскопически *Nubecularites renalcis reticularis* имеет вид «узорчатого известняка» с более темными пятнами, разбросанными на светлом фоне (табл. XXXIV, *4—5*). Пятна часто сливаются вместе, образуя связный скелет породы.

Местонахождение: Гороховая и Овсянкинская шиверы низовьев р. Ангары. Образцы 214/12, 242/6а, 242/6 в, 242/6 г.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

5. ПРОБЛЕМАТИКИ

Узорчатые известняки

Renalcis vologdin.

Под таким названием известны микрообразования, описанные А. Г. Вологдиным, а затем П. С. Краснопеевой из кембрийских известняков Сибири и Монголии. Они отнесены этими авторами к водорослям неизвестного систематического положения и представляют собой известковые «пузыри», камеры разной формы и величины. А. Г. Вологдин дает следующий диагноз этого рода:

«Известковое слоевище малых размеров, имеет овальную неправильную форму, часто почковидную или пузыревидную, внутри пустотелую. Наблюдается как в одиночном развитии, так и в виде массовых скоплений с частичным срастанием смежных экземпляров».

«Слоевищем» А. Г. Вологдин называет известковый футляр, в который была заключена проблематическая водоросль, что, конечно, неправильно. Значительные колебания в размерах пузыревидных образований, причем наибольшие достигают 1 мм, не позволяют думать, что внутренняя полость относилась к клетке сине-зеленой водоросли. Отсутствие каких-либо других признаков не позволяет относить эти образования к каким-либо другим водорослям.

Вместе с тем А. Г. Вологдин говорит, что некоторые формы *Renalcis* напоминают личиночные стадии археоциат. Таким образом, природа этих образований остается не ясной, но, по-видимому, органогенной. Поэтому я считаю, что *Renalcis* следует пока считать проблематическими образованиями, на которые обращали внимание только в кембрии. А. Г. Вологдиным и П. С. Краснопеевой описано несколько «видов» этих образований.

К. Б. Кордэ (1955) описывает *Renalcis* как пустотелые шарики, оболочка которых образовалась в результате обызвествления промежутков между нитями радиально-растущей колонии нитчатых водорослей. «Внутри мелких колоний, — пишет К. Б. Кордэ, — при сечении полости не наблюдается. При разрезах колоний в 0,5 мм в поперечнике уже видна полость, которая, возможно, образовалась по мере нарастания нитей вверх и отмирания их окончаний и заполнилась отмершими клетками». Все эти рассуждения являются остроумными догадками, а не результатом наблюдений. Возможно, конечно, что К. Б. Кордэ права для форм наблюдавшихся ею, но нужно заметить, что перфорации или канальчики в известковых оболочках встречаются не только у водорослей, но и у фораминифер и других организмов. В этой работе К. Б. Кордэ род *Renalcis* отнесен к багряным водорослям без какого-либо обоснования. На материале, собранном в ордовике сибирской платформы, никаких канальчиков в известковой оболочке не наблюдалось. Не наблюдал их также и А. Г. Вологдин. Между тем К. Б. Кордэ, описывая представителей рода *Renalcis*, не ссылается на пересмотр его голотипа, описанного А. Г. Вологдиным, а, по-видимому, имеет дело с новыми находками.

Renalcis siluricus sp. n.

Табл. XXXV, *3*

Образует неправильные известковые «пузыри», соединяющиеся между собой в скопления. Темные оболочки «пузырей» относительно тонкие. «Камеры» или внутренние полости очень неодинаковы, величина сильно изменяется от 0,05 до 0,5 мм. Внутри продолговатых камер намечаются неполные перегородки или пережимы, расчленяющие внутреннюю полость на ряд камер второго порядка.

Эти образования встречены в буром доломите и в песчанистом «узорчатом» известняке. Обычно это пестроокрашенная перекристаллизованная порода, состоящая из темных сгустков, копролитов округлого габитуса[1], светлого крупнокристаллического карбоната, ожелезненных кристаллов доломита, редких оолитов и *Renalcis*.

Местонахождение: Гороховая и Овсянкинская шиверы низовьев р. Ангары. Образцы №№ 214/21 и 242/6а.

Возраст: брянская подсвита усть-кутской свиты, ордовик.

Под этим названием я уже раз описывал известняки и доломиты ордовика рек Лены — Киренги (Маслов, 1947). При сборе строматолитов в 1949—1953 гг. было собрано значительное количество образцов из отдельных «караваев», имевших с поверхности выветривания неправильный «ковровый» рисунок. Часто эти породы окрашены в разные цвета (красного, серого, зеленого и кремового оттенков), благодаря чему эта пятнистость резче выделяется. В шлифах и при малых и при больших (×70—80) увеличениях удается рассмотреть, что часть пятен (светлых) относится к порам или вторичному карбонату, часть — по-видимому, к цементу, а часть (более темный карбонат) — к облакоподобным или комковатым стяжениям строматолитового типа. Не имея возможности описать чрезвычайно прихотливую форму этих образований и вследствие перекристаллизации первичного материала, я не могу давать им различные названия, ограничиваясь общим термином «узорчатый». Если считать, что эти стяжения обусловлены жизнедеятельностью организмов, на что имеются общие соображения и аналогия со строматолитами, можно придать этим формам термин *Katangasia*, пока не расчленяя более дробно (табл. X, фиг. 3).

---

[1] По-видимому, такие копролиты А. Г. Вологдин и П. С. Краснопеева описывали, как разные виды «водоросли».

Эти породы обычно слагают отдельные пласты, но в некоторых обнажениях в низовьях и в верховьях р. Ангары образуют крупные строматолитовые караваи. При этом грубая концентрическая структура этих известняков напоминает некоторые формы *Collenia*, *Crustella* и т. д., однако микроструктур, характерных для этих морфологических типов, наблюдать не удается. По-видимому, эти формы строматолитов, не имеющих ясных строматолитовых структур (при полном отсутствии перекристаллизации), произошли благодаря угнетению водорослей кластическим, обычно красным терригенным материалом, поступавшем в изобилии на строматолитовую постройку и недостаточно благоприятным условиям для произрастания водорослей (слабое освещение?). Некоторые из «узорчатых» известняков имеют явно обломочное происхождение и не могут называться *Katangasia* (табл. XXXV, фиг. 4).

6. СПИСОК ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ, ОПИСАННЫХ В НАСТОЯЩЕЙ РАБОТЕ

Губки (?)

Phytospongia cylindrica gen et sp. nov.,

Синезеленые водоросли?

Frutexites arboriformis gen. et sp. nov.
Pleurocapsites angaricus gen. et sp. nov.
Hydrocorynites stylostromieus gen. sp. nov.
Nuia sibirica Maslov.

Строматолиты

Collenia flabelliformis conostylostromica granulosa.
Collenia flabelliformis stylostromica nubeculariformis
Collenia flabelliformis rectostylostromica glebulosa
Collenia plana glebulosa
Collenia planotumulosa microstylostromica
Collenia plana tenuilamellosa
Collenia planolaminaris minutocolumnaris microstylostromica
Collenia nubeculariformis glebulosa
Collenia columnaris stylostromica recta
Collenia columnaris stylostromica recto-conica
Collenia columnaris stylostromica glebulosa
Collenia columnaris stylostromica glebulo-reticularis
Collenia columnaris obliqua granulosa
Collenia macrocolumnaris glebulosa
Collenia columnaris planolaminaris granulosa
Collenia columnaris glebulosa porosa
Collenia columnaris granulo-glebulosa
Collenia columnaris reticulo-glebulosa
Collenia flabello-columnaris granulosa
Collenia flabello-columnaris glebulo-granulosa spongiomorpha
Collenia pseudocolumnaris granulosa
Conocollenia glebulosa
Conocollenia irregularis
Glebulella massularis minima
Glebulella labellimorpha
Glebulella columnaris reticularis

Glebulella nubeculariformis
Glebulella reticularis porosa
Fossela cerebriformis
Crustella stylostromica porosa
Crustella porosa reticularis
Macronubecularites subradiatus granulosus
Macronubecularites reticulo-granulosus
Conophyton directus glebulosus
Tubistromia reticularis spongiomorpha
Tubistromia limosa
Saccus multilamellosus glebulosus renalciformis

Онколиты

Osagia glebulosa reticularis
Osagia nubeculariformis microstylostromica
Nubecularites renalcis reticularis

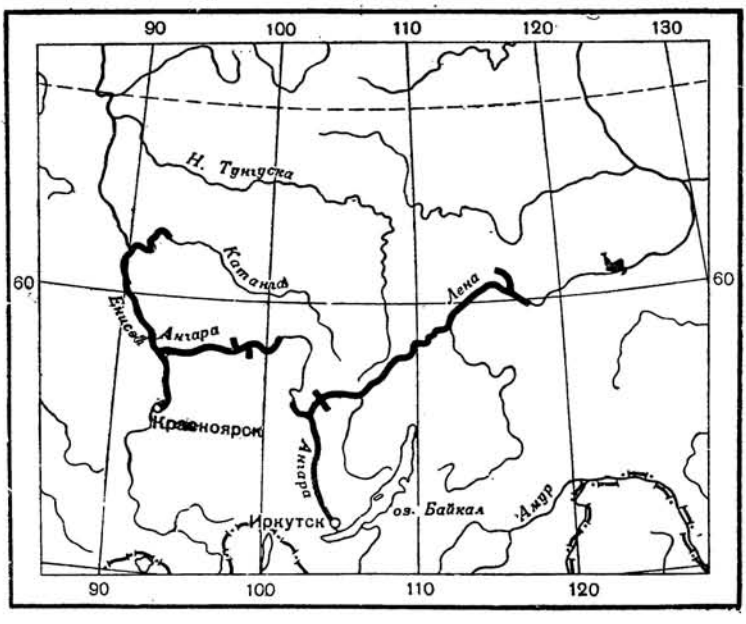
Проблематики

Renalcis siluricus sp. nov.

Глава IV

ПОЛОЖЕНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ В РАЗРЕЗЕ ПЕСТРОЦВЕТНОЙ СЕРИИ КЕМБРО-СИЛУРА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Для выяснения стратиграфического значения строматолитов нами был произведен сбор этих образований из ряда детальных разрезов, расположенных в нескольких районах (фиг. 28). Так как при этом важна точная увязка горизонтов, нами детально изучалась стратиграфия



Фиг. 28. Маршруты В. П. Маслова (1949—1953) для сборов строматолитов ордовика на Сибирской платформе

в каждом районе и по возможности точно сопоставлялись отдельные обнажения. Нашими исследованиями была охвачена пестроцветная серия, начинающаяся с красноцветных пород верхоленской свиты, лежащей на размытой поверхности карбонатной серии нижнего и местами среднего кембрия (так называемые «ленские известняки» и т. п.). Эта свита условно относится к верхнему кембрию. Вверху пестроцветная серия заканчивается отложениями не всегда точно датированного готланда.

Силур (ордовик и готланд), развитый на обширной территории от ст. Тайшет на западе до р. Вилюй на Востоке, беден ископаемой фауной.

Сопоставлять отдельные разрезы в разных районах довольно трудно ввиду сходства чередующихся пород и скудности фаунистических остатков. За последние десятилетия было собрано значительное количество фактов, позволяющих в настоящее время сделать первые, относительно более точные, увязки соседних разрезов на всем этом огромном пространстве. По-видимому, петрографический состав свит сечет возрастные границы. Теперь установлено, что состав свит лучше всего выдерживается по простиранию на северо-восток от р. Ангары до р. Нюи, а к западу от Ангары и к северо-западу от Байкальского нагорья очень сильно изменяется. Изучение свит показывает, что берега верхнекембрийского, ордовикского и готландского бассейнов в областях Верхнего Саяна и Байкальской горной страны занимали в разное время разное положение (Маслов, 1954).

Стратиграфическое расчленение пестроцветной серии кембро-силура впервые было установлено В. А. Обручевым (1892) на р. Лене. С тех пор производились многочисленные съемочные и стратиграфические работы. В самое последнее время сотрудниками ВСЕГЕИ (О. И. Никифорова и О. Н. Андреева) проведена фаунистическая ревизия всех материалов основных разрезов, ордовика и готланда Сибирской платформы и составлена стратиграфическая схема, приводимая ниже.

Для общей ориентировки приведем схему маршрутов, проделанных В. П. Масловым в 1949—1953 гг. (фиг. 28).

1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СХЕМЫ ФАЦИАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СВИТ ОРДОВИКА

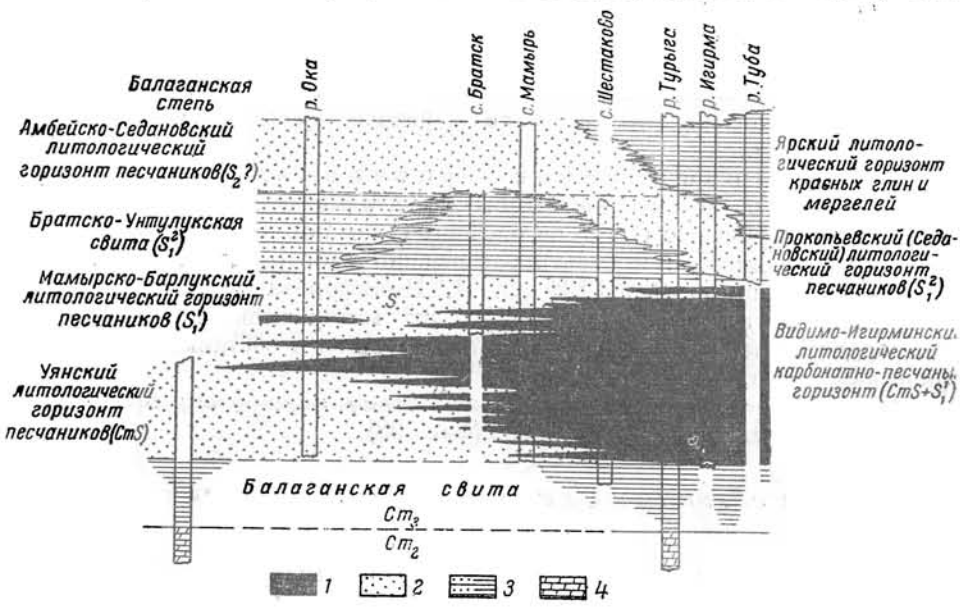
Поскольку первичное изучение разреза и картировка проводится на основании петрографии пород (ввиду бедности фауны), очень важно изучение фациального изменения этих пород по простиранию. Этим вопросом занимались многие исследователи с начала XX в. При геологических съемках с 1930 г. изучение изменений пород по простиранию в пестроцветной серии юга Сибирской платформы было обязательным. С 1931 г. рядом исследователей разрабатывались схемы фациальных взаимоотношений комплексов пород в междуречье Илим—Ангара—Ока. Одной из первых была предложена схема В. П. Маслова (1932) для района Туба—Ока, составленная по ряду разрезов (фиг. 29). Было установлено, что балаганская подсвита (часть верхоленской свиты) сохраняет свой фациальный состав по всему району; наоборот, усть-кутская, преимущественно карбонатная, свита переходит по простиранию в чисто песчаные фации. То же можно сказать относительно братских глинистых осадков, которые к западу переходят в песчаники.

Другую схему несколько позднее предложил Г. Ф. Крашенинников ($1935_{1,2}$) для более узкого района от р. Илима до г. Братска. Из этой схемы следует, что три горизонта усть-кутский — известковый, мамырский — песчаный и братский — глинистый на юг к г. Братску изменяются в мощности: мамырский горизонт увеличивается, а два других уменьшаются. Кроме того, у Братска в верхней части разреза появляется кежемский горизонт, а внизу между мамырскими и усть-кутским горизонтами вклинивается интейский песчано-глинистый горизонт.

Схема Г. Ф. Крашенинникова, касающаяся Ангаро-Окинского междуречья, включает (по терминологии этого автора): 1) верхоленский (балаганский) горизонт; 2) усть-кутский «ярус;» 3) окинский горизонт; 4) братский «ярус» и 5) кежемский горизонт.

В усть-кутском «ярусе» показаны вверху и внизу песчаники, а в середине известняки. Последние на запад уменьшаются, а песчаники увеличиваются в мощности. Окинский горизонт включает ряд линз, называемых «фациями»: окинская, ермаковская, мамырская и балинская.

Дальнейшие площадные геологические съемки в тех же отложениях позволили М. М. Одинцову (1937_1) произвести сопоставления разрезов в крупных стратиграфических единицах, отбросив местные «фации» Г. Ф. Крашенинникова. Из его грубой схемы получается ясное представление о направленности фациальных изменений. Отчетливо видно, что:



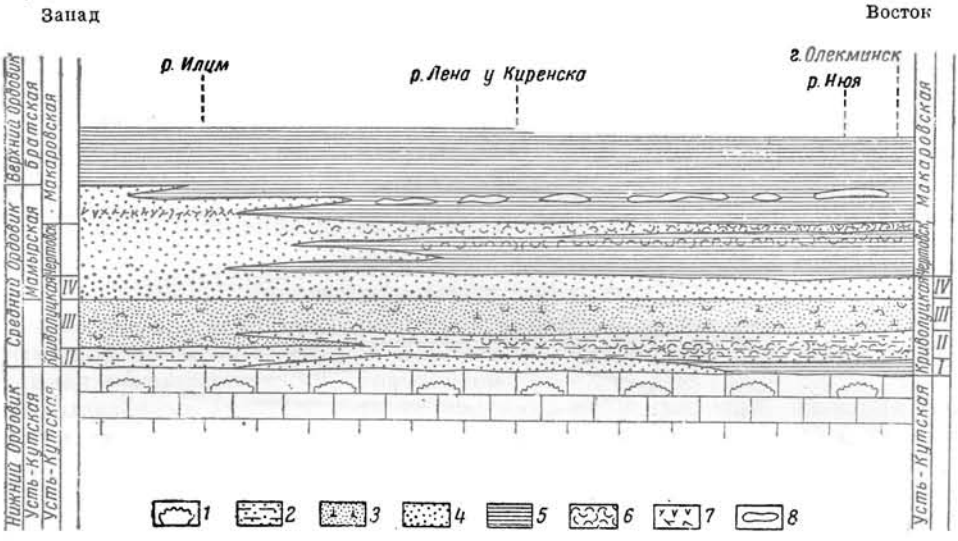
Фиг. 29. Схема фациальных переходов пород ордовика района р. Туба — р. Ока, составленная В. П. Масловым в 1952 г.

1 — песчано-известняковые пестроцветные фации; *2* — песчаные пестроцветные фации; *3* — красноцветные глинистые и мергелистые фации; *4* — доломитовая фация

1) братская глинистая красноцветная свита на западе фациально замещается песчаниками, 2) известняковая фация усть-кутской свиты к западу, также замещается песчаными породами, 3) в ней на западе появляются внутриформационные конгломератовые прибрежные образования с гальками, принесенными из складчатой зоны, расположенной на юго-западе, 4) на западе в самом верху разреза наблюдаются карбонатные породы, неизвестные в районах Ангары и Илима (девон?).

В 1954 г. мной была сделана попытка (Маслов, 1954) увязки разрезов на пространстве от ст. Тайшет на западе до р. Чары на востоке. Были произведены сопоставления ряда разрезов и обоснована общая номенклатура свит. Вкратце затрагивались вопросы фациальных изменений свит и происхождения некоторых пород. Была также предложена схема сопоставления разрезов по всему региону запада на северо-восток. Установлено, что несмотря на нечеткость некоторых границ, большинство свит выдерживаются более или менее по всему пространству с запада на северо-восток. Трудности в определении границ вызываются, с одной стороны, наличием перерывов, признаки которых улавливаются с трудом, с другой стороны, — фациальными изменениями свит. В особенности неясным в этом отношении является юго-западная часть Сибирской платформы, так называемой Иркутский амфитеатр.

В самое последнее время О. Н. Андреева (1955) дала разрез пестроцветной серии от верхов усть-кутской свиты до братско-макаровской свиты от г. Олекминска по всей Лене и до р. Илим (фиг. 30). Усть-кутская свита показана ею в одной фации водорослевых (т. е. строматолитовых.— *В. М.*) известняков. Криволуцкая свита, самая пестрая в фациальном отношении, на севере имеет глинистые и ракушняковые фации, а у р. Илима теряет ракушняки и становится более песчанистой. Глинистые породы чертовской и макаровской свит по направлению к р. Илиму уменьшают свою мощность за счет развития песчанистых фаций верхов криволуцкой или мамырской свит. Из этой схемы следует, что границы



Фиг. 30. Схема фациальных переходов и сопоставления разрезов ордовика от р. Илима до г. Олекминска, составленная О. Н. Андреевой в 1955 г.

1 — водорослевые (строматолитовые) известняки; *2* — пятнистые песчаники; *3* — известковистые песчаники; *4* — грубозернистые и гравелитовые песчаники; *5* — аргиллиты; *6* — ракушняки; *7* — трубчатые мшанки; *8* — линзы массивных мшанок

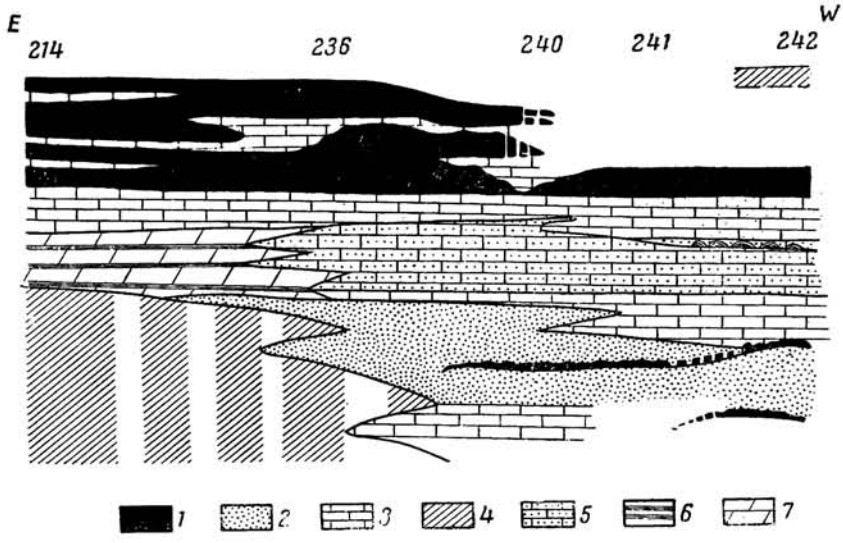
синхроничных по фауне «ярусов» секут границы литологических комплексов. При этом количество глинистых комплексов увеличивается на северо-восток от р. Илим, а песчаных — на запад, от р. Лены (фиг. 30.)

В этой схеме мамырская свита взята не в том объеме, как обычно принято геологами, в результате чего между ней и усть-кутской свитой в номенклатуре остался пробел. На самом деле так называемая мамырская свита включает криволуцкую свиту и лежит непосредственно на усть-кутских породах. Дело осложняется не только фациальными переходами в районе Илим — Ангара, но, по-видимому, также перерывами в осадконакоплении. Совершенно очевидно, что западнее р. Лены мы попадаем в краевую зону бассейна, обладавшую особой подвижностью с влиянием близкой суши. Благодаря этим обстоятельствам фауна здесь очень редка, а фации изменчивы. С другой стороны, в этой переходной зоне строматолиты имеют наибольшее развитие и лучшую сохранность. Возможно, что в дальнейшем при более детальных исследованиях с применением горных выработок горизонты строматолитов позволят твердо доказать границы усть-кутской свиты и на западе. Более высокие горизонты в районах западнее р. Лены не содержат строматолитов.

Фациальные переходы особенно хорошо прослеживаются в нижнем течении р. Ангары (фиг. 31), где их удается проследить на протяжении 200 км по прямой. Все крупные обнажения от Гороховой до Овсянкинской шиве-

ры увязываются с помощью строматолитовой пачки пород брянской подсвиты устькутской свиты. Эта выдержанная пачка пород испытывает изменения в мощности, причем известняковые породы на востоке сменяются на западе песчаными. Соответственно меняется состав и песчано-карбонатных осадков, что наблюдается по простиранию иногда в одном и том же обнажении.

На основании изучения фаций ордовика нижнего течения р. Ангары можно сделать следующий вывод: красноцветные породы в одних и тех же горизонтах (в районе юга и запада Сибирской платформы) исчезают к западу и замещаются песчано-карбонатными породами со строматолитами, а еще далее на запад светлыми песчаниками без строматолитов.



Фиг. 31. Схема фациальных переходов верхов усть-кутской свиты в низовьях р. Ангары, составленная В. П. Масловым в 1952 г.

1 — строматолитовые пласты; *2* — светлые песчаники; *3* — карбонатные породы (известняки и доломиты); *4* — красноцветные породы; *5* — карбонатные песчаники; *6* — мергели (светлые); *7* — доломиты

Можно считать, что прибрежные зоны слагаются светлыми терригенными породами. При некотором удалении от берега появляются фации с условиями, благоприятными для существования строматолитов, но эти условия временами ухудшались благодаря усиленному приносу терригенного материала, угнетавшего рост водорослей. Далее на восток появляются более глубокие участки бассейна с морской водой и с фауной. Одновременно наблюдается смена светлоокрашенных пород красноцветными породами, благодаря примеси гидроокислов железа. Но эта окраска не свидетельствует ни о глубоководности бассейна, ни о его мелководности.

По-видимому, красноцветные породы, удаленные от берегов бассейна, не были подвержены опресняющему действию речных вод и поэтому часто содержат псевдоморфозы по каменной соли, пласты или стяжения гипса, пирита и т. п.

Вопрос о фациальных изменениях для такого крупного региона, как окраины Сибирской платформы, требует еще длительных и кропотливых исследований комплексного характера, причем строматолиты должны изучаться как составная часть пород.

2. ФАУНИСТИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРДОВИКА И ГОТЛАНДА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Как указывалось в начале этой главы, ревизия и стратиграфические работы по ряду разрезов ордовика и готланда Сибирской платформы позволили составить общую схему стратиграфии, предложенную О. И. Никифоровой. Эта схема с немногими уточнениями была утверждена на стратиграфическом совещании в 1956 г. в Ленинграде.

В данной схеме принцип расчленения основан на сменах комплексов, главным образом брахиопод, найденных по всему разрезу. Особенно хорошо такое расчленение производится в северных районах, где почти весь разрез ордовика и готланда является фаунистически охарактеризованным. Более того, отложения готланда Сибирской платформы легко увязываются с европейским готландом, почему и сохранены названия ярусов английской шкалы (ландовери, венлок и лудлов). Для нижележащих ордовикских осадков дело осложнилось тем, что фауна в значительной мере оказалась местной, так же как и фауна Северной Америки, вследствие чего параллелизация этих осадков возможна лишь в общих чертах. Поэтому были взяты местные названия некоторых свит, а подразделениям придан термин «ярус», за неимением термина, отвечающего объему яруса в местной стратиграфической шкале.

Совершенно очевидно, что такой «ярус», не являющийся общемировым, или должен оставаться в кавычках, или называться иначе — например, фаунистическим горизонтом.

Выделенные «ярусы» в схеме ордовика носят местные названия, но объем их не всегда совпадает со свитами того же названия. Так, усть-кутский «ярус» охватывает лишь нижнюю часть усть-кутской свиты, т. е. «переходную» пестроцветную подсвиту, а чуньский «ярус» имеет объем верхней части усть-кутской свиты или собственно усть-кутской свиты, или усть-нюйской подсвиты. Таким образом, необходимо учитывать, что одноименные «ярусы» и свиты не равны по объему.

Принятое «ярусное» подразделение ордовика является канвой или скелетом, к которым надо приспосабливать фактически применяемое литологическое расчленение на свиты. В северных районах это удалось сделать с успехом. В низовьях р. Ангары и на юго-западе (реки Ия, Ока и т. д.) эта работа еще не произведена; в верховьях Ангары она окончилась неудачно из-за отсутствия фауны.

Как раз в этих бедных фауной районах оказалось наибольшее количество строматолитов лучшей сохранности. Поэтому для увязки разрезов приходится пользоваться разнообразными методами сопоставлений, из которых главную роль играет литология. Ниже мы будем пользоваться местным расчленением на свиты по литологическим признакам ввиду того, что в районах наибольшего развития строматолитов отсутствует расчленение по фаунистическим данным. Петрографическое же расчленение на свиты более или менее одинаково для всех районов и принято большинством геологов (Маслов, 1954).

Переходя к фаунистическому расчленению пестроцветной серии ордовика и готланда, мы приведем лишь схему О. Н. Никифоровой, отсылая читателей к опубликованной статье (1955), где находится и фаунистическое обоснование этой схемы (в тексте табл. 3).

Ордовик подразделяется на 1) нижний с двумя «ярусами»: а) усть-кутским и б) чуньским; 2) средний с «ярусами»: а) криволуцким и б) мангазейским и 3) верхний с одним долборским «ярусом».

Необходимо оговориться, что даже там, где встречается много фауны, не все «ярусы» существуют. Их выпадение связано с размывами, а местами с бедностью фауны. Так, например, на северо-западе платформы совер-

Таблица 3

Сопоставление свит ордовика и силура отдельных районов Сибирской платформы

Система	Отдел	Принимаемая схема	Бассейн Подкаменной Тунгуски	Река Лена, Нюя, Джерба	Бассейн Ангары	Среднее течение Вилюя
		Ярусы, свиты				
СИЛУР	Верхний	Лудловский: Верхний лудловский; Нижний лудловский				Верхняя гипсоносная свита (вилючанская свита)
	Нижний	Венлокский ярус	Кочумдекская свита			
		Ландоверский ярус		Меикская свита; Илюнская свита	Кежемская свита	Меикская свита
ОРДОВИК	Верхний	Долборская свита	Чункинская свита; Столбовая свита	Макаровская свита		
	Средний	Мангазейская свита	Мангазейская свита	Чертовская свита	Мамырская свита	Нижняя гипсоносная свита (криволуцкая)
		Криволуцкая свита	Криволуцкая свита	Криволуцкая свита		
			Байкитская свита	Казимировский горизонт		
	Нижний	Чуньская свита	Чуньская свита. Пролетарская свита	Усть-кутская свита	Усть-кутская свита	Усть-кутская свита
		Усть-Кутская свита	Турамская свита			

шенно выпадает долборский «ярус», на р. Илиме не уловлен чуньский «ярус», а на р. Вилюе мангазейский и криволуцкий «ярусы» отвечают промежутку, занятому гипсоносной свитой и т. д. Из этого следует, что местами при помощи фауны доказывается перерыв в осадконакоплении. Это имеет большое значение для сопоставления разрезов.

О. И. Никифорова признает существование двух региональных перерывов: 1) между ордовиком и готландом и 2) между чуньским и криволуцким «ярусами». Мною предполагались перерывы между карбонатным кембрием и верхоленской свитой (Маслов, 1952_1), а для Иркутского амфитеатра, между свитами: 1) верхоленской и устькутской, 2) ермаковской-криволуцкой и братско-макаровской и 3) между братско-макаровской и кежемской (Маслов, 1956).

3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ ПО РАЗРЕЗУ ПЕСТРОЦВЕТНОЙ СЕРИИ

Строматолиты встречаются не во всех свитах пестроцветной серии. За все время моих работ на Сибирской платформе (с 1928 по 1953 г.) мне не приходилось встречать строматолиты в типичных братско-макаровской и верхоленской свитах, за исключением двух случаев. Таким исключением служит богучанская подсвита, выходящая в обнажении против дер. Богучаны в низовьях Ангары; здесь мощные биогермы строматолитов плохой сохранности находятся среди красных песчаников, которые условно относятся к верхам верхоленской или, с тем же успехом, к низам усть-кутской свиты. Второй выход строматолитов встречен в низовьях р. Подкаменной Тунгуски, где в верхней части верхоленской (?) свиты находятся такие же мощные биогермы, такой же плохой сохранности, как и на р. Ангаре, в таких же красноцветных терригенных осадках. В других местах в этих типично красноцветных свитах строматолиты не встречаются (хотя среди красноцветных пород усть-кутской свиты они наблюдаются часто). Усть-кутская свита очень богата строматолитами, но количество их сильно варьирует в зависимости от районов, и главным образом, от фациальных условий. На юге и западе усть-кутская свита обогащена строматолитами в своей верхней части, отвечающей чуньскому «ярусу». На северо-востоке по р. Лене и Нюе, наоборот, нижняя часть свиты богата строматолитами, а верхняя лишь включает отдельные пласты их. В обнажениях криволуцкой свиты строматолитов нет. В готланде строматолиты, по-видимому, встречаются редко и то в таких фациях, которые не могут быть точно датированы. Для примера укажем на находку пласта оригинального строматолита в основании гипсоносной свиты готланда (?) в низовьях р. Нюи.

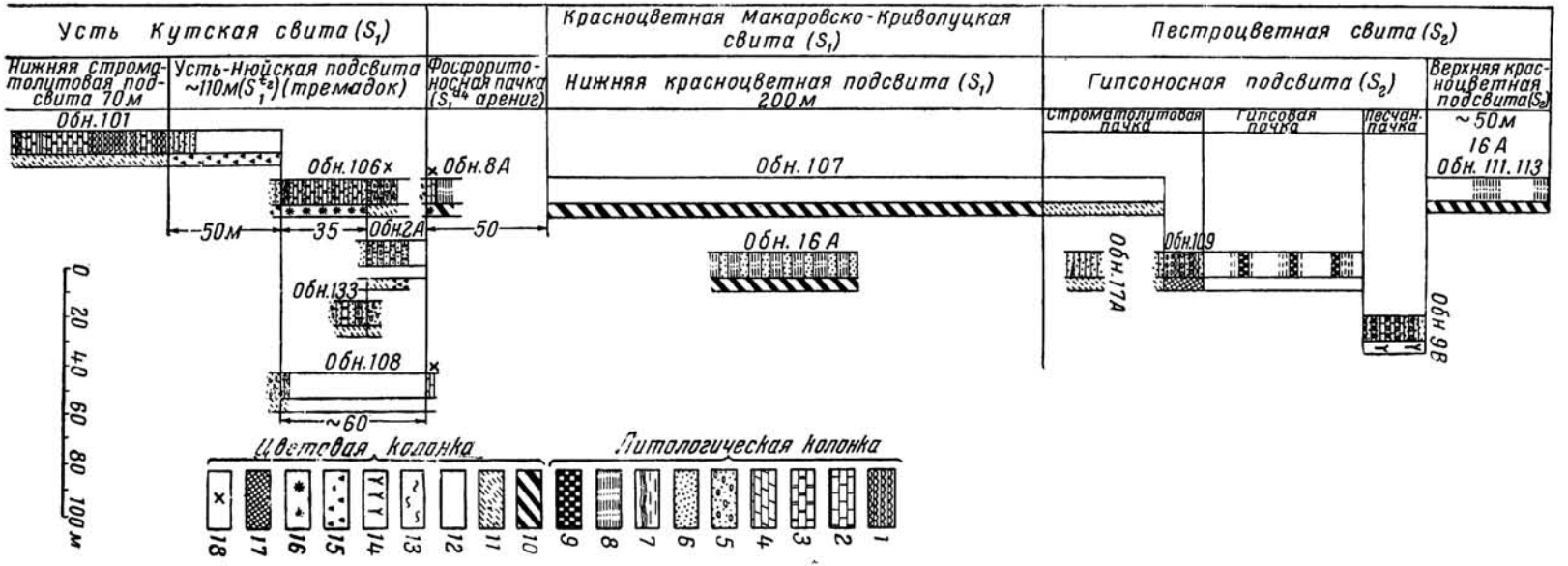
Такое распределение строматолитов по вертикали обусловило некоторую специфичность сборов и направленность работы — наиболее освещенной оказалась усть-кутская свита. С другой стороны, приуроченность строматолитов к одному стратиграфическому горизонту позволила учесть изменение их по простиранию и зависимость их от условий образования.

РАЗРЕЗ ОРДОВИКА И ГОТЛАНДА В НИЗОВЬЯХ Р. НЮИ

Стратиграфическая схема литологических комплексов-свит, составленная В. А. Обручевым для Сибирской платформы еще в конце XIX в. (Обручев, 1892), подтверждается новейшими более детальными исследованиями. В разных районах разрезы пестроцветной серии кембро-силура дают свои особые характерные черты, но все же они по некоторым признакам могут быть увязаны с вышеупомянутой общей стратиграфической схемой. Одним из районов, обладающим своей спецификой, является низовье р. Нюи, где в 1950 г. мной была проведена работа по составлению разреза и сбора строматолитов в отложениях ордовика и готланда.

Разрез по р. Нюе, составленный на основании полевых работ 1950 г., уточняет представления об ордовике и его фациях, а также о готланде, который на юге фаунистически не доказан и существование его может лишь предполагаться по аналогии с северными участками.

Вся колонка разбивается на три крупные стратиграфические единицы: 1) карбонатный нижний и средний кембрий, 2) красноцветная верхоленская свита, относимая к верхнему кембрию и 3) пестроцветные свиты ордовика и готланда. Нами изучался, главным образом, ордовик (фиг. 32).



Фиг. 32. Схема увязки отдельных крупных обнажений силура (ордовика и готланда) по р. Нюе.

Литологическая колонка: *1* — строматолитовые известняки; *2* — изестняки; *3* — доломиты; *4* — мергели; *5* — конгломераты; *6* — песчаники; *7* — аргиллиты и глины; *8* — алевролиты; *9* — гипс. Цветковая колонка: *10* — преобладающий красный цвет; *11* — преобладающий серый цвет; *12* — преобладающий белый цвет; *13* — преобладающий зеленый цвет; *14* — преобладающий желтый цвет; *15* — преобладающий бурый цвет; *16* — преобладающий зеленоватый серый цвет; *17* — преобладающий сизый цвет; *18* — места нахождения фауны

РАЗРЕЗ ПО Р. ПОДКАМЕННОЙ ТУНГУСКЕ (КАТАНГЕ)

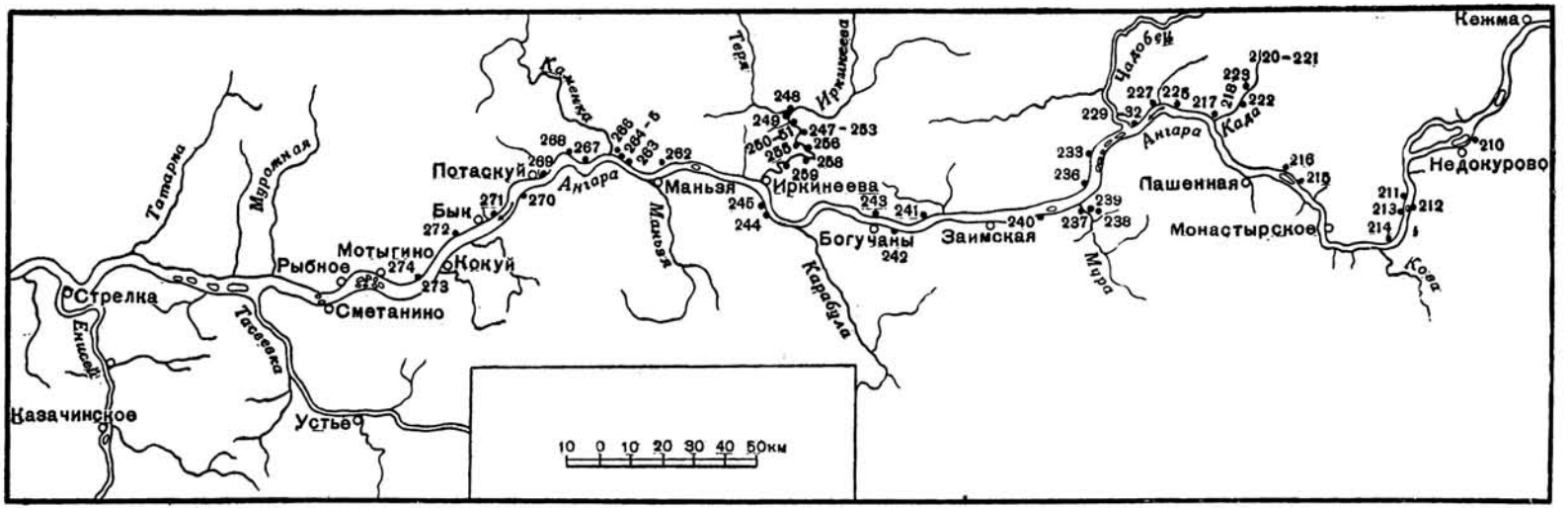
В последние годы по этой реке производился ряд палеонтолого-стратиграфических работ (Е. А. Иванова, Г. Г. Астрова, О. И. Никифорова и др.). В результате стратиграфическое расчленение, возраст и увязка свит стали более или менее ясными, за исключением может быть байкитской свиты ордовика и нижних красноцветных, условно верхнекембрийских свит, лишенных фауны. Детальные разрезы, составленные нами в низовьях этой реки, принципиально ничего на изменяют, уточняя лишь мощность и литологию пород. Строматолиты, встреченные в нескольких горизонтах, оказались сильно угнетенными терригенным красным материалом или перекристаллизованными, благодаря чему их сравнение с остальной массой строматолитов почти невозможно, а описание выходит из рамок точности, принятой для других районов (табл. XXXVIII, *1*).

Ввиду всего сказанного мы не будем останавливаться на детальных разрезах Подкаменной Тунгуски, считая, что этот район требует сборов из средней части течения этой реки, где мы не были и где, по словам геологов, находится больше строматолитов. Насколько этот район будет благоприятным для изучения строматолитов не ясно, но особых надежд он не вызывает, судя по изучению отдельных образцов, привезенных из тех мест. Отметим, между прочим, что в готландских отложениях в так называемой кочумдекской свите, на правом берегу р. Подкаменной Тунгуски в 22 км от устья, на пабереге были встречены темно-серые, почти черные, толстоплитчатые детритусовые известняки с сильным запахом, с фауной брахиопод, трилобитов (*Phacobs* sp.) и обломки иглокожих. В породу вкраплены небольшие (1—2 см диаметром) неправильные желвачки карбоната, частично образованные сине-зеленой водорослью *Girvanella problematica* Nich. et Ether. (табл. XXXIX, *4*) обычной для готланда Казахстана. Остальная часть желвачков с неправильно-концентрической слоистостью состоит из неправильных и неравномерных слоев сгусткового материала. Эти слои обычно обрастают обломок какого-нибудь организма (коралла, брахиопод и т. п.). Различные сгустковые структуры напоминают некоторые структуры спонгиостромид.

РАЗРЕЗ ПЕСТРОЦВЕТНОЙ СЕРИИ ОРДОВИКА И ГОТЛАНДА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. АНГАРЫ

В полевой сезон 1952 г. изучался ряд районов нижнего течения Ангары с целью сравнения осадков ордовика этого района с более северными, южными и восточными районами. Кроме обнажений по р. Ангаре были исследованы мелкие притоки: р. Када, р. Мура и р. Чадобец в их нижнем течении (фиг. 33). В результате работ составлен разрез ордовика, предлагаемый ниже. Два крупных (около 300 м по мощности) обнажения (№ 214 у Гороховой шиверы и № 242 у Овсянкиной шиверы) позволили точно установить местоположение и взаимоотношение литологических комплексов, что в других районах было сильно затруднено отсутствием таких мощных обнажений. Наличие последних в низовьях Ангары связано со складчатыми дислокациями готланда, ордовика и кембрия, с обязательным присутствием трапповых интрузий, которые, подпруживая реку, обусловливают размыв берегов, происходящий в настоящее время.

Вся Ангара от с. Братска до Гребенского Быка была пройдена маршрутами С. В. Обручева. Исследователь в своей сводной работе (Обручев, 1932, т. 1) дает обстоятельный обзор орогидрографии, стратиграфии, тектоники, сведения о полезных ископаемых и описание маршрутов.



Фиг. 33. Карта обнажений района низовий р. Ангары

Таблица 4

Сопоставление свит силура нижнего течения р. Ангары и прилегающих районов

Составил В. П. Маслов

	Район Подкаменной Тунгуски	Мощность, м		Район нижнего течения р. Ангары	Район Ангары — Лены
D?		50		Мурская свита (рыхлые белые песчаники наверху с красноцветными мергелями)	
(ГОТЛАНД) S_2?	Кочумдекская свита	50—70		Гороховая свита (светло-серые песчаники)	Кежемская свита
НИЖНИЙ СИЛУР (ОРДОВИК)	Столбовая свита	100		Аплинская свита (красные песчаники)	Братско-Макаровская свита
	Байкитская свита	30—45		Нижнеаплинская свита (пестроцветы)	Криволуцкая свита
	Лиственичная свита	20—60	Усть-Кутская свита	Брянская подсвита (строматолиты и кремовые доломиты)	Усть-кутская свита
		25—60		Кадинская подсвита (красноцветные песчаники)	
	Турамская свита	120		Овсянкинская подсвита (Верхняя часть — кремовые песчаники, нижняя часть — темно-серые песчаники)	
	Эвенкийская свита	40—50		Богучанская подсвита (кирпичные, бордово-красные и другие красноцветные песчаники со строматолитами)	Переходная пестроцветная подсвита
Cm_3?				Верхоленская свита	Верхоленско-балаганская свита

Сводный разрез ордовика низовий р. Ангары, составленный В. П. Масловым в 1952 г. (сверху вниз) (табл. 4)

1. Мурская свита состоит из белых, белесых грубозернистых массивных известковистых песчаников и таких же слабо сцементированных песков, в верхней части с пропластками красных глин и рыхлых мергелей. Видимая мощность не менее 50 м. Перерыв в обнажениях неизвестной мощности.

2. Гороховская свита слагается серыми и кремовыми кварцевыми песчаниками с косой слоистостью потоков с пропластками темно-серых глин. Видимая мощность 50—70 м.

3. Верхне-аплинская свита (аналог братско-макаровской свиты) состоит из красных песчаников с пропластками зеленых мергелей. Мощность — 100 м.

4. Нижне-аплинская свита (аналог Криволуцкой свиты) представлена зелеными, серыми и красными песчаниками, алевролитами и мергелями с фауной остракод из рода *Aparhites*. Мощность около 30 м.

5. Усть-кутская свита—230—280 м. а) Брянская подсвита. Перемежаемость строматолитовых пластов с доломитами, известняками и известковистыми песчаниками. Фауна трилобитов, наутилид, водоросль *Nuia sibirica* Mas l. Часты оолиты. Мощность от 25 до 50 м.

б) Кадинская подсвита. Красные песчаники, мергели и глины с зелеными пропластками, среди которых наблюдаются зеленые ракушняки из «ангарелл» и трилобитов. Мощность от 20 до 60 м.

в) Овсянкинская подсвита. Кремовые и желтые полимиктовые песчаники с косой слоистостью потоков и вверху с линзой строматолитов. Нижняя часть 45 м состоит из темно-серых плотных песчаников. Общая мощность около 100—120 м.

г) Богучанская подсвита. Красные (кирпично-красные и бордовые) песчаники с пластом строматолитов. Мощность (видимая) около 40—50 м.

6. Верхоленская свита. Красноцветные песчаники неизвестной мощности.

Названия первых четырех свит и всех подсвит усть-кутской свиты даны впервые, ввиду невозможности точной датировки этих свит. В дальнейшем эти названия могут быть уничтожены и заменены ранее существовавшими [1].

Начнем рассмотрение свит снизу вверх (фиг. 34).

Верхоленская свита

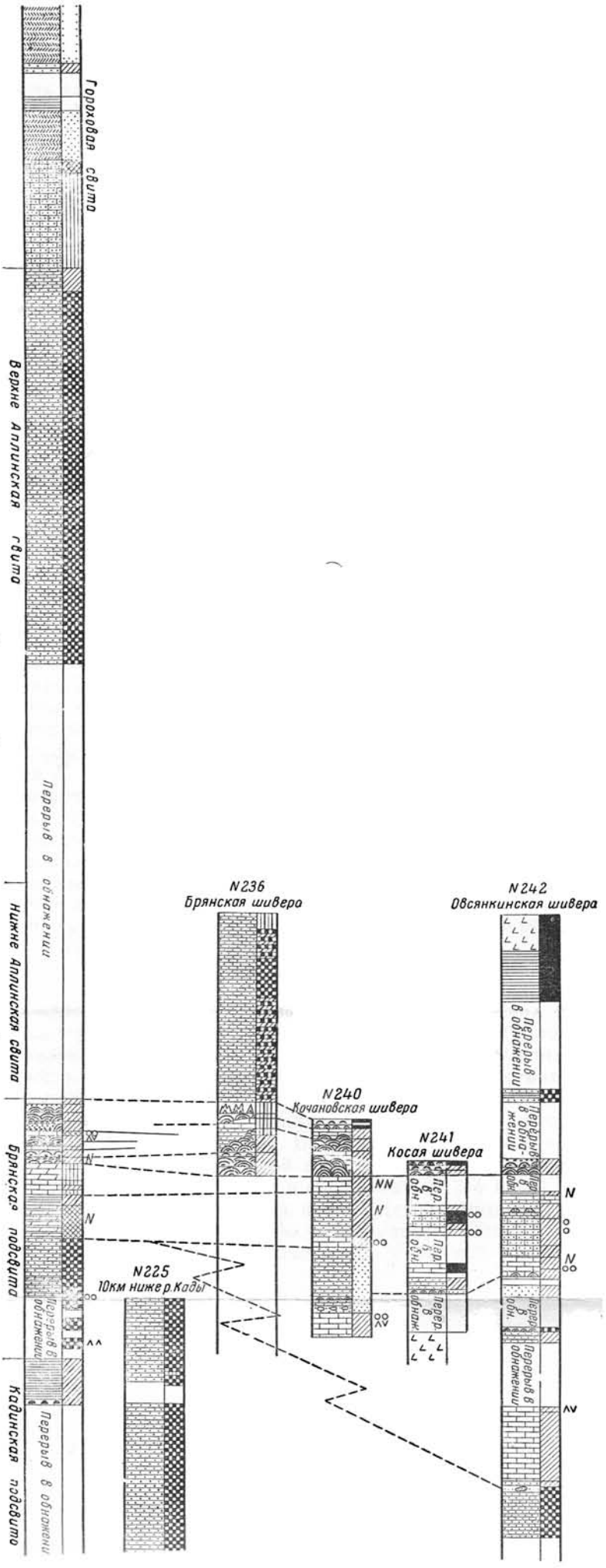
Эта свита обычно относится к верхнему кембрию без особых на то данных, кроме залегания ее под отложениями с фауной тремадока. Верхоленская свита не всегда связана постепенными переходами с вышележащими осадками усть-кутской свиты. В нижнем течении Ангары переход выражается в появлении среди красных («кирпичных») песчаников горизонта крупных «куполов» — биогермов строматолитов, аналогичных наблюдаемым на Подкаменной Тунгуске в районе Черного острова. Эту переходную подсвиту с одинаковым успехом можно относить по составу красноцветных песчаников к верхоленской свите или к усть-кутской свите по появлению строматолитовых отложений. Хорошие обнажения подсвиты располагаются на правом берегу Ангары против дер. Богучаны, почему я и назвал эту подсвиту «богучанской».

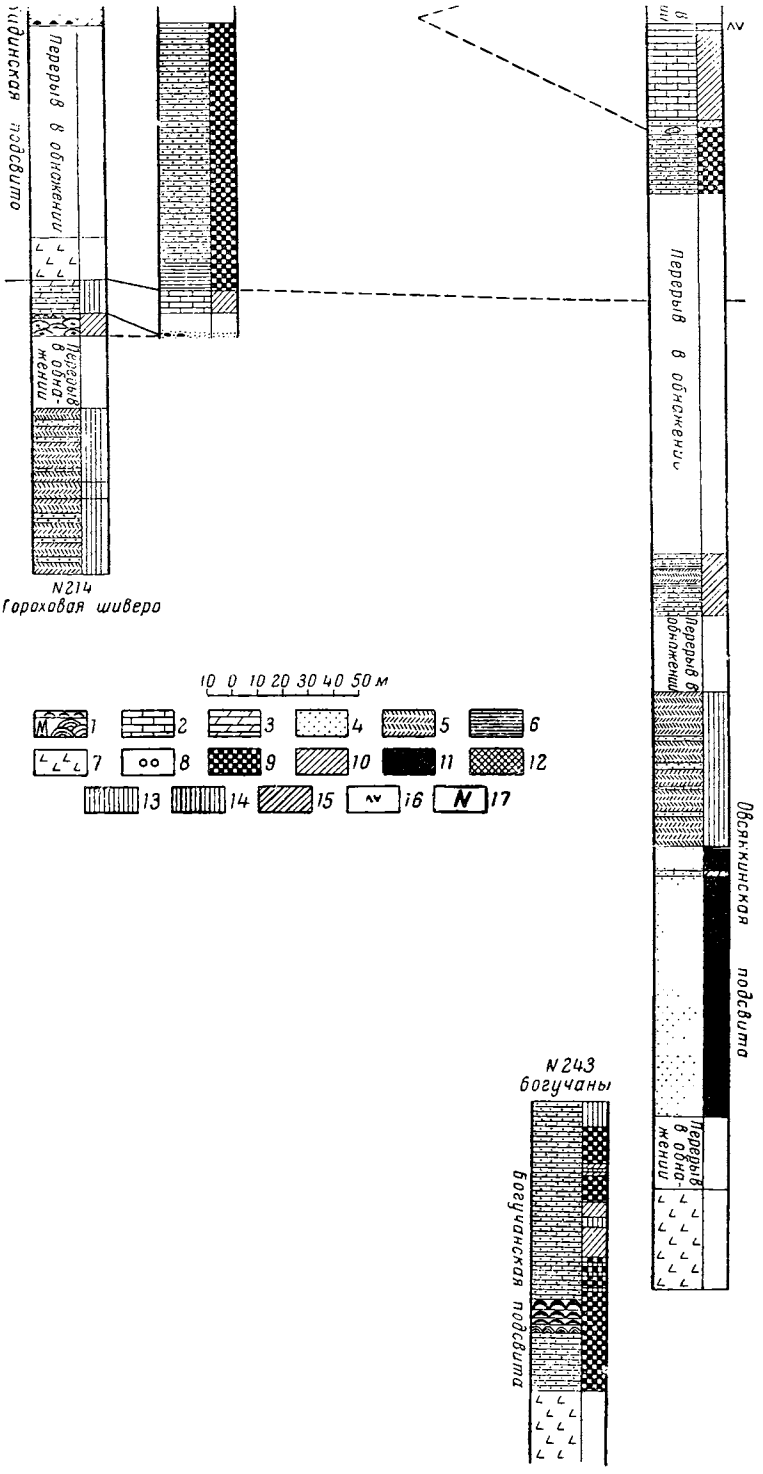
Контактов между богучанской подсвитой и вышележащей усть-кутской свитой в низовьях Ангары никто не наблюдал. Это обстоятельство, а также отсутствие богучанской подсвиты и типичных верхоленских пород выше с. Богучаны, при наличии в ближайшем соседстве с усть-кутской свитой карбонатной серии кембрия, привело Ф. М. Гаврилова к предположениям о быстрых фациальных переходах песчаников в доломиты. Несомненно, что выше Богучан богучанская подсвита и верхоленские породы не встречаются. Какой причиной нужно объяснить «выпадение» верхоленских красноцветов вместе с богучанской подсвитой? Существует ли здесь перерыв в осадкообразовании (что наиболее вероятно) или близкое положение усть-кутских и средне- и нижнекембрийской пород обусловлены тектоническими вертикальными перемещениями по разрывам? Это возможно определить только при помощи детальных геологических съемок с горными работами. Мы этого сделать не смогли, вследствие чего этот вопрос остается не решенным.

Усть-кутская свита

Усть-кутская свита, как это следует из приведенного сводного разреза на стр. 109, разделена мною на ряд подсвит. Собственно усть-кутская свита слагается тремя подсвитами: 1) брянской, 2) кадинской и 3) овсянкинской. Все три подсвиты встречены в непрерывном разрезе (в обнажениях

[1] При сравнении этого разреза с разрезом ордовика, составленным работниками Аэрогеологии, расхождений как принципиального характера, так и в мощностях не обнаружено.


Гороховая свита
Верхне Аллинская свита
Перерыв в обнажении
Нижне Аллинская свита
Брянская подсвита
Перерыв в обнажении
Кадинская подсвита
Перерыв в обнажении
N236
Брянская шивера
N240
Кочановская шивера
N241
Косая шивера
N242
Овсянкинская шивера
N225
10км ниже р.Кады
Перерыв в обнажении



Фиг. 34. Сопоставление некоторых обнажений пестроцветной серии ордовика низовий р. Ангары

Литологическая колонка: *1* — строматолиты; *2* — известняки; *3* — доломиты; *4* — песчаники; *5* — косая слоистость в песчаниках; *6* — глинистые породы; *7* — траппы; *8* — оолиты. Цветовая колонка; *9* — красный; *10* — серый; *11* — темно-серый; *12* — бурый; *13* — кремовый; *14* — розовый; *15* — зеленый; *16* — ангараллы; *17* — водоросль Nuia

№ 214 и № 242). Богучанская подсвита, как мы видели выше, относится к переходным горизонтам и может быть отнесена и к верхоленской свите. Мощность собственно усть-кутской свиты 150—200 м (по С. В. Обручеву — 250 м, по Ф. М. Гаврилову — около 300 м).

Овсянкинская подсвита

Эта подсвита хорошо выражена в большом обнажении № 242 у Овсянкиной шиверы, где описан попластовый разрез. Видимая мощность этой подсвиты здесь около 100—120 м. Внизу (пласт 26) (около 40—50 м) залегают темно-серые известковистые массивные прочные песчаники (прочность и цвет, возможно, обусловлены интрузией траппа, на котором залегают песчаники). Выше эти песчаники (пласты 25—22) переходят в серые, желтые и зеленые косослоистые, слабосцементированные, грубо- и тонкозернистые полимиктовые песчаники, иногда с глауконитом и карбонатным алевритовым цементом. Мощность этих песчаников около 50—60 м.

На востоке в обнажении № 214 у Гороховой шиверы обнажается верхняя половина этой подсвиты (пласты 41—46) видимой мощностью 50—80 м (перерыв в обнажении 30 м). К этой подсвите здесь относятся кремовые массивные и тонкоплитчатые косослоистые песчаники иногда с глауконитом и с двумя пластами строматолитов. Выше этой подсвиты залегают красноцветные породы, резко сменяя светлоокрашенные известковистые песчаники или песчанистые известняки.

Кадинская подсвита

В основном осадки этой подсвиты красноцветные. На востоке верхняя часть этой подсвиты является возможным аналогом нижней части брянской подсвиты. Мощность кадинской подсвиты от 20 до 60 м. На западе в обнажении № 242 у Овсянкинской шиверы в состав кадинских осадков входят красные, серые и зеленые толстоплитчатые карбонатные песчаники с кварцевым и карбонатным кластическим материалом, серые кластические известняки с «ангареллами».

Границы этой свиты в обнажении № 242 не вскрыты. На западе в обнажении № 214 у Гороховой шиверы кадинская подсвита, так же как и в обнажении № 225 ниже р. Кады (пласт 46), в основном сложена красноцветами.

Фация кадинской подсвиты похожа на фации так называемого мамырского «горизонта» (верховий р. Ангары), иногда понимаемого очень широко. Надо сказать, что кадинская подсвита фациально изменяется как на запад, так и на восток. Как видно из сопоставления разрезов, мощность красноцветов на запад сильно уменьшается, что видно в обнажении № 242.

Брянская подсвита

Это одно из наиболее интересных стратиграфических подразделений ордовика в районе нижнего течения р. Ангары. Нижняя половина подсвиты представлена детритусовыми и кластическими карбонатными породами с фауной, а в самом низу песчаниками; верхняя же состоит исключительно из строматолитовых биогермов с пропластками доломитов.

Эта подсвита хорошо обнажена в ряде точек и прослежена вдоль р. Ангары на 200 км по прямой. Ее верхняя часть лучше всего выражена в обнажении № 236 у Брянской шиверы, где сделан детальный разрез. Более полные разрезы описаны в обнажении № 214 и 240, где выделяется нижняя песчано-карбонатная пачка. Для характеристики ниже приведем описание обнажения № 240 у Кочановской шиверы. Брянская подсвита неплохо обнажена и в обнажениях № 241 и 242, но там имеются

пропуски — перерывы в обнажении. Для выяснения фациальных переходов мы воспользуемся и этими обнажениями. Перейдем к обнажению № 240, которое, по-видимому, отвечает обнажению № 1601/258—263 С. В. Обручева (1933, т. II). В своем обнажении С. В. Обручев определил 60 м обнажающихся пород. Мы намерили всего 34 м, при вдвое большем количестве пластов. Разницу в определении мощностей нужно отнести за счет нижних необнаженных частей, которые С. В. Обручев пытался определить, а мы от этого воздержались.

Обн. № 240 (обн. С. Обручева № 1601)

На левом берегу Ангары ниже дер. Гольтявино, ниже шиверы Кочановой, метров 300 к западу от утеса с траппами, выходят строматолитовые и оолитовые известняки с «ангареллами». Снизу вверх (мощность в м):

15) Мелкоолитовый серый массивный известняк с фауной «ангарелл» и зелеными гальками мергеля. Оолиты перекристаллизованы, концентрически слоистые и одновременно радиально-лучистые. Видимая мощность 4

14) Толстоплитчатые светло-серые среднезернистые известковистые песчаники с косой слоистостью и пропластком крупно-бугристых строматолитов типа *Collenia*. Внизу желтые известковистые гальки и линзы. Песчаники содержат приблизительно 50% карбоната и 40% кварцевых довольно хорошо отсортированных зерен. Карбонат, большей частью сгустково-оолитовый с радиально-лучистыми мелкими оолитами, располагающимися равномерно между зернами песка . . . . . 5—6

13) Аналог пласта 14 без строматолитов и галек. Карбоната здесь больше, чем кварца, а оолиты немного крупнее 6

12) Массивный серый мелкоолитовый слабопесчанистый известняк с радиально-лучистыми оолитами и сгустками во вторичном карбонате цемента 1,5

11) Зеленоватый тонкоплитчатый слоистый слабосцементированный, слабослюдистый известковистый песчаник с редкими обломками водоросли *Nuia sibirica* Mas l. 6

10) Серый толстоплитчатый водорослевый слоистый известняк состоит из обломков водоросли *Nuia sibirica* Mas l. в карбонатном вторичном цементе 2,5

9) Крупные вздутия (биогермы) зеленоватых мелкобугорчатых строматолитов со слоями в 4 см толщиной (внизу сплошных). На запад вздутия постепенно исчезают и сменяются слоистыми плотными известняками с крупными онколитами до 15 см диаметром и пропластками крупнобугристого строматолита. Местами онколиты образуют скопления, залегая в беспорядке, иногда поставлены на ребро. Онколиты волнисты, часто красного цвета (рис. 27). Описаны строматолиты. *Collenia plana microstylostromica, Glebulella nubeculariformis, Tubistromia reticularis spongiomorpha* 2

8) Крупные вздутия (биогермы) из мелкобугорчатых строматолитов фиолетового цвета, до 4 м диаметром. На западе переходят в известняки, описанные в пласте 9. *Collenia minutocolumnaris plano-laminaris C. microstylostromica granulosa Osagia glebulosa reticularis* . . . . . .

7) Внизу зеленый, вверху розовый и желтоватый мергелистый известняк с мелкими желвачками строматолитов 0,5

6) Крупные вздутия, слагающиеся волнистыми слоями строматолитов формы *Glebulella columnaris reticularis* перемежаются с детритусовыми известняками и мелкобугорчатыми строматолитами (слоями в 2—3 см). В этом пласте есть участок между двумя вздутиями, где образовалось нечто вроде складки, по-видимому, подводно-оползневого происхождения . . . . . 1—1,5

5) Пологие вздутия с крупными бугорчатыми строматолитами *Glebulella columnaris reticularis* 0,5

4) Пологие вздутия 3—4 м диаметром из тонковолнистых мелкобугорчатых строматолитов *Collenia plana microstylostromica* . . . . . 0,2—0,5

3) Фиолетовый и серый слоистый слабоволнистый известняк с желваками строматолитов в виде очень пологих вздутий. Отдельные пропластки сплошных строматолитов типа *Collenia stylostromica flabelliformis granulosa* 2

2) Темно-серый строматолитовый (*Collenia stylostromica recta*) бугорчатый и ниже желваковатый известняк, внизу с линзами зеленых желваковатых мергелистых известняков. Между желваками и буграми строматолитов встречается глауконит, гальки известняков и фауна плохой сохранности — 0,7 м. *Collenia stylostromica flabelliformis nubeculariformis, Osagia nubeculariformis stylostromica* f. n. Перерыв в обнажении 0,5 м.

1) Серый желваковатый строматолитовый известняк с колпачкообразными раковинами (гастроподы?, брахиоподы?). Почковидные строматолиты *Collenia nubeculariformis glebulosa Glebulella columnaris reticularis* расположены мелкими слоями.

В других обнажениях в брянской подсвите мы наблюдаем ряд изменений в нижней ее части. На востоке в обнажении № 214 у Гороховой шиверы нижняя песчаная часть нижней пачки брянской подсвиты представлена красноцветными песчаниками, неотличимыми от нижележащей кадинской подсвиты. В то же время, на западе карбонатные породы увеличиваются в мощности, хотя частично и загрязняются песчаным материалом. Верхняя строматолитовая пачка брянской подсвиты к западу уменьшается в мощности и уже в обнажении № 241 сокращается до трех пластов общей мощностью 2,5 м. Для иллюстрации фациальных изменений, главным образом брянской подсвиты, сделана схема, приведенная на рис. 31. Из этой схемы отчетливо виден характер строматолитовых пластов (черное), которые на коротком расстоянии увеличиваются или уменьшаются в мощности за счет слоистых (детритусовых) известняков. Более подробно характер контактов строматолитовых биогермов и слоистых известняков рассматривается ниже, в главе V стр. 131—138.

Нижне-аплинская свита

Нижняя граница этой свиты очень резко подчеркнута строматолитовыми известняками, которые вверх сменяются красноцветными и зелеными песчаниками. Этот контакт и часть свиты можно видеть в обнажении № 236 и в Брянской шивере.

На отложениях брянской подсвиты залегает пестрая песчаная пачка (17 м мощности), состоящая из переслаивания красного и серого листоватого глинистого алевролита с зеленым тонкозернистым тонкоплитчатым ровнослоистым слабоизвестковистым песчаником. Выше залегает пачка красноцветов (18 м), состоящая из розовых косослоистых известковистых песчаников с тонкими (1—2 см) пропластками зеленых листоватых глинистых алевролитов (пласт 4). Все венчается зелеными и розовыми тонкоплитчатыми слюдистыми среднезернистыми песчаниками с косой и горизонтальной слоистостью и реже со знаками ряби (пласт 1).

Свита связана постепенными переходами с вышележащей верхнеаплинской свитой в основном красноцветной. Верхняя граница ее не ясна. Общая мощность ниже-аплинской свиты около 30 м.

Верхне-аплинская свита (или собственно аплинская)

Под этим названием выделена красноцветная свита до 100 м мощности, состоящая из красных тонко- и толстоплитчатых песчаников, переслаивающихся с красными и зелеными тонкоплитчатыми мергелями. Свита хорошо обнажена у Гороховой шиверы (обнажение № 214) за исключением ее нижней части, которая вместе с нижнеаплинской свитой закрыта осыпями. Обычно аплинская свита легко разрушается и обнажена плохо. По своему стратиграфическому положению и петрографическому составу эта свита отвечает братско-макаровской свите верховий Ангары.

Гороховская свита

Эта свита хорошо выделяется среди красноцветных пород благодаря светлой окраске песчаников. Переход к нижележащим красноцветным отложениям постепенный и совершается путем перемежаемости красных, бордовых аргиллитов и желтоватых и зеленоватых среднезернистых песчаников с хорошо окатанными регенерированными зернами кварца кремня и карбоната. Выше лежат кремовые кварцевые известковистые песчаники (16,5 м), бурые и белесые, светло-серые кварцевые песчаники с косой слоистостью (10 м), темно-серые алевролиты, аргиллиты, а также

серые и светло-серые среднезернистые слабоизвестковистые песчаники (17 м). Видимая мощность свиты в обнажении № 214, у Гороховой шиверы (пласты 1—8) около 50 м. Судя по осыпям, это не полная мощность свиты, а лишь нижняя ее часть.

Выше помещена свита, обнажающаяся в синклинали на р. Муре и залегающая, по-видимому, выше всех нижнепалеозойских отложений. Точное взаимоотношение с вышеописанными свитами можно установить только после геологических съемок крупного масштаба и на сравнительно широкой площади, чего мы сделать не могли.

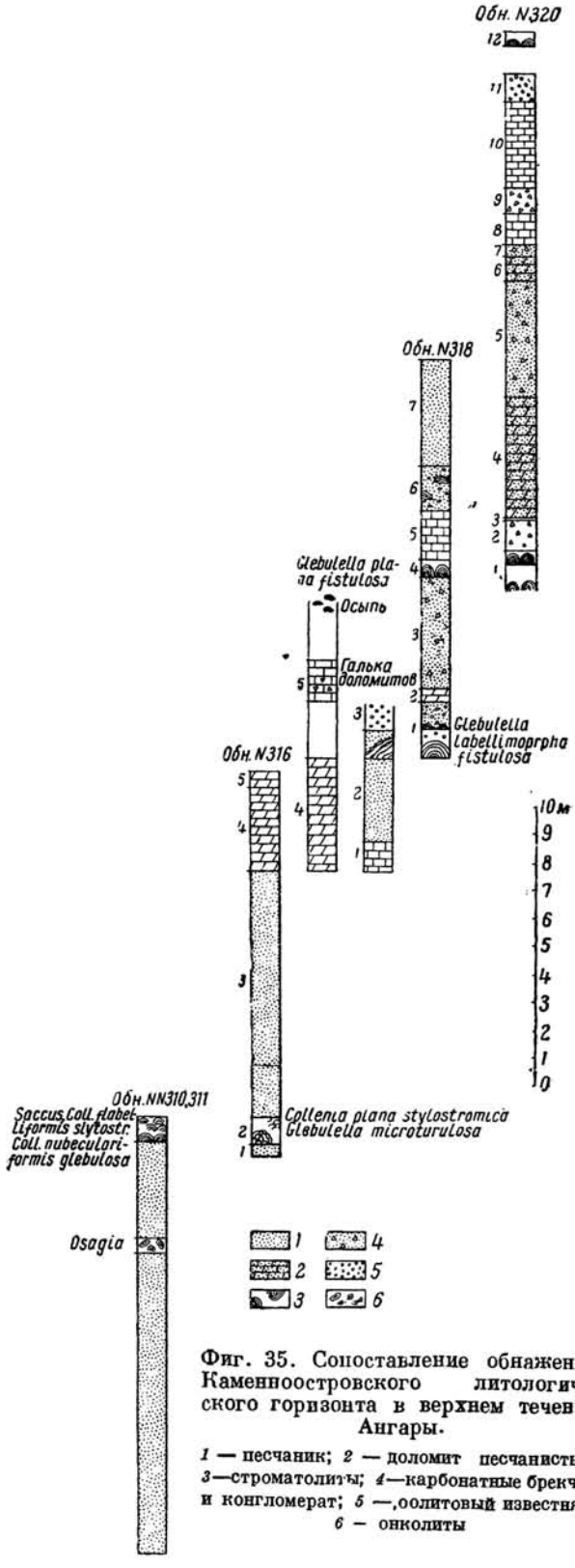
Мурская свита

Отложения этой свиты, как указывалось выше, развиты по течению р. Муры и не вошли в таблицу сопоставлений обнажений нижнего течения р. Ангары. Свита эта слагается светлыми рыхлыми массивными кварцевыми песчаниками, мощностью более 50 м, которые в 20 км от устья р. Муры венчаются рыхлыми розовыми и красными мергелистыми глинами и мергелями.

Рассмотрим суммарно возраст приведенных выше свит и подсвит. В этом отношении особенно неопределенными являются: верхняя Мурская свита, которая наблюдалась оторванно от основного разреза обнажения № 214, и Богучанская подсвита, также изолированная от низов обнажения № 242. Мурская свита вверху рыхлая, содержит пласты красных пород и, может быть, не относится к ордовику и готланду, а является отложениями девона, развитого южнее и юго-западнее на значительных площадях. Следующая гороховая свита по литологическому составу может быть сопоставлена весьма предположительно с надбратскими породами, например, с Кежемской свитой Одинцова на р. Ангаре. Аплинская свита красноцветов отвечает по своему положению братско-макаровской свите, широко распространенной от р. Илима до Якутии включительно и возможно нижней части столбовой свиты Катанги (Подкаменной Тунгуски). Нижнеаплинская свита выделена искусственно, так как сложена пестроцветами и является переходной к нижележащим породам. По своему положению она, вероятно, отвечает Криволуцкой свите Лены и байкитской свите Катанги. Усть-кутская свита выделена на следующих основаниях. 1) В верхней половине (в подсвитах брянской и кардинской) распространены колпачкообразные раковинки (гастроподы?, брахиоподы?). 2) В брянской подсвите почти во всех обнажениях в изобилии встречается синезеленая водоросль *Nuia sibirica* Mas l., распространенная в верхах усть-кутской свиты в Якутии. 3) Строматолиты брянской подсвиты, в частности *Collenia stylostromica*, обычны для верхов усть-кутской свиты р. Илим. Таким образом, три подсвиты этой свиты нижнего течения Ангары твердо связаны между собой, так как измерены и описаны в двух непрерывных обнажениях (№ 214 и 242). На р. Подкаменной Тунгуске возможно им отвечает лиственничная свита. Четвертая богучанская подсвита предположительно отнесена к нижней переходной и красноцветной подсвитам, мной обычно причленяемых к усть-кутской свите. Но весьма возможно, что здесь мы имеем дело уже с верхами верхоленской свиты, граница которой с усть-кутской свитой условна и неопределенна. Ее аналоги со строматолитами на р. Подкаменной Тунгуске мною отнесены к верхоленской свите.

РАЗРЕЗ УСТЬ-КУТСКОЙ СВИТЫ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ АНГАРЫ

Здесь мы остановимся лишь на детальном разрезе, составленном нами в верхнем течении Ангары (фиг. 35). Этот разрез включает ряд горизонтов со строматолитами и может быть сопоставлен при их помощи с аналогичным разрезом в нижнем течении Ангары.



Фиг. 35. Сопоставление обнажений Каменноостровского литологического горизонта в верхнем течении Ангары.

1 — песчаник; 2 — доломит песчанистый; 3—строматолиты; 4—карбонатные брекчии и конгломерат; 5 —,оолитовый известняк; 6 — онколиты

Разрез, составленный в верхнем течении Ангары летом 1953 г., является повторением разреза Левенко А. И., Лучицкого И. В. и Нагибиной М. С. (1950). Все горизонты названных авторов нами найдены и промеренные мощности в основном совпадают (Маслов, 1956). Необходимо сказать, что этот разрез отделен от разреза нижнего течения Ангары пространством более 300 км по прямой (считая между выходами усть-кутской свиты), а районы, которые они характеризуют, находятся в разных участках платформы. Поэтому сопоставление разрезов вызвало ряд затруднений — значительно более основательных, чем затруднения при сопоставлении крайних разрезов в низовьях Ангары на расстоянии 200 м по прямой. Во-первых, мы не имеем промежуточных разрезов, во-вторых, строматолиты оказались худшей сохранности (табл. XXXV,1) и значительно беднее формами, чем в низовьях, и, в третьих, не встречено таких сплошных и мощных обнажений, как в низовьях Ангары.

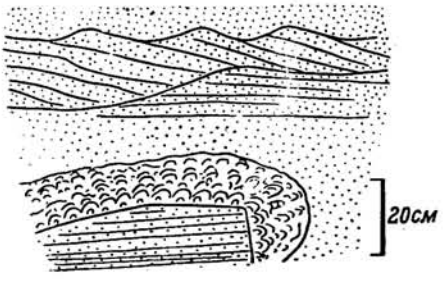
Мы рассмотрим здесь увязанные между собой детальные разрезы лишь тех обнажений, которые представляют интерес с точки зрения наличия в них строматолитов.

Самый нижний литологический горизонт — каменноостровский — хорошо обнажен на Каменных островах и рассмотрен нами в нескольких обнажениях по простиранию (фиг. 35).

Обнажение № 309 ниже дер. Кожевниково на левом берегу Ангары характеризует самые низы каменноостровского горизонта и усть-кутской свиты. Здесь по красным и зеленым глинам ключевской свиты наблюдаются оползшие глыбы тонкоплитчатых зеленоватых среднезернистых песчаников со знаками ряби, толстоплитчатых слоистых кремовых и светло-серых песчаников со следами ряби и массивных кремовых среднезернистых песчаников. Вышележащие слои вскрыты в 2 км выше дер. Денисовой на левом берегу Ангары, где в обнажении № 310 в 20 м над рекой в скалах выходят снизу:

1) Желваковатый светло-серый известковистый песчаник — 0,2 м.

2) Светло-серый почти белый кварцевый песок с известковистыми конкрециями. Вверх известковистость увеличивается и песок переходит в сцементированный крепкий песчаник вышележащего пласта — 0,4 м. У Верхне-Каменного острова в этом пласте наблюдаются кремневые линзы и гальки доломитов.



Фиг. 36. Косая слоистость в песчанистых доломитах обнажений № 311 в верхнем течении Ангары (Верхний Каменный остров)

3) Массивный косослоистый и горизонтально слоистый кремовый среднезернистый песчаник. Местами благодаря знакам ряби наблюдается волнистая и линзовидная слоистость — 3,5 м.

4) Желваковатый серый известняк с онколитами, местами с косой слоистостью — 0,4 м.

5) Аналог пласта 3—4 м.

6) Пропласток строматолита — 0,3. м

7) Пропласток, состоящий внизу из *Collenia flabelliformis rectostlo — stromica* (в обн. № 311) и вверху из *Saccus multilamellosus glebulosus* — 0,4 м. Перерыв в обнажении 15 м.

8) Желваковатый серый, вверху бурый песчанистый сгустковый известняк с пустотами выщелачивания — 1 м, переходит постепенно в массивный внизу бурый, выше светло-бурый и желтый среднезернистый песчанистый известняк и крупнозернистый известняк с глауконитом, местами с косой слоистостью — 3,4 м.

На востоке в верхней части (2 м) появляются биогермные выступы с волнистой слоистостью, состоящие из перекристаллизованных известняков с корочками афанитовых. Биогермы перекрыты песчанистым грубозернистым известняком с сингенетическим глауконитом. (фиг. 36)

9) Бурый прочный среднезернистый массивный песчаник с неровной верхней поверхностью, на которую ложится пласт 10—0,5 м.

10) Темно-серый прочный строматолитовый известняк, состоящий из *Collenia plana conostylostromica granulosa* и *Glebulella* (?) *microturulosa* «Караваи» строматолитов до 0,5 м высотой. По простиранию пласты 9 и 10 переходят в песчаники с желваками и глауконитом — 1 м.

11) Желтый и кремовый толстоплитчатый среднезернистый известковистый песчаник с крупными знаками ряби. В нижней части встречены известковистые песчаные-конкреции и косая слоистость — 9 м.

12) Желтоватый кремовый среднезернистый доломит с линзами неясных строматолитов и вверху с включениями малахита. Доломит расслаивается на линзы, благодаря наличию косой слоистости и строматолитовых желваков — 3 м.

13) Серый выветрелый окремнелый доломит линзами — 0,5 м.

14) Желтые среднезернистые песчаники с линзами оолитовых и строматолитовых известняков с *Glebulella labellimorpha fistulosa* и косой слоистостью. В верхней части пласта среди оолитов встречаются линзы и включения гипса красного цвета. Гипс при выщелачивании образует каверны — 2 м (табл. XXXVI, 1, 2).

15) Кремовые и бурые массивные прочные песчанистые разнозернистые доломиты с хорошо окатанными песчинками (в особенности более мелкого граната). Последнего заметное количество (2—3%) — 0,5 м.

16) Брекчия из обломков известняков и доломитов с песчанистым цементом. Верхняя поверхность неровно-бугристая, на которую ложится пласт 4—4 м.

17) Желваковатый сизый плотный известняк с мелкими строматолитами *Glebulella plana fistulosa* 0,4 м[1].

Выше в породах каменноостровского горизонта строматолиты почти не встречаются.

Баяновский, балинский и островский горизонты почти не содержат строматолитов, поэтому описание их не приводится.

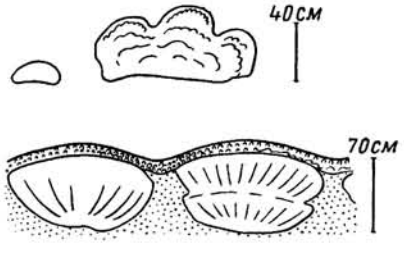
Суворовский горизонт, состоящий из сильно перекристаллизованных карбонатных пород, включает желваки строматолитов, которые настолько изменены, что никакому определению не поддались. Так как обнажения этого горизонта не велики, мы их не приводим.

Мокинский горизонт

Против дер. Моки (обн. № 326) на верхнем конце острова в каменоломнях красных песчаников вскрыты (снизу):

1) Толстоплитчатый бордово-красный микрозернистый мергелистый известняк с большим количеством железистых минералов и песчанистый известняк с ходами червей — 1,5 м.

2) Красный перекристаллизованный среднезернистый известняк, подстилающийся брекчией-конгломератом, вверху с крупными «караваями» (биогермами) строматолитов до 1—1,5 м диаметром. Наверху эти «караваи» покрываются тонким сплошным слоем мелкобугорчатых строматолитов 1—2 см толщиной. В известняках между буграми строматолитов присутствует глауконит (фиг. 37) — 2 м.



Фиг. 37. Строматолитовые «караваи» в пластах 2 и 3 обнажения № 326, против д. Моки в верхнем течении Ангары

3) Тот же песчаный известняк или известняковый песчаник с крупными караваями строматолитов (сильно перекристаллизованных) — 1 м.

4) Толстоплитчатый зеленый с фиолетовыми пятнами сильно известковистый мелкозернистый песчаник или песчанистый известняк с неровной слоистостью — 1 м.

5) Зеленый массивный слабопесчанистый (глауконитовый) известняк желваковатого сложения с жеодами кальцита — 0,5 м.

[1] Пласты 8—13 описаны по обн. № 313, пласты 14—17 описаны по обн. № 318

6) Светло-серый тонкоплитчатый тонкозернистый известковистый песчаник — 0,5 м.

7) Розовый тонко- и толстоплитчатый алевролит —0,3 м. Выше осыпь. (табл. XXXVIII, 2).

В заключение беглой характеристики свит мы попытаемся охарактеризовать роль строматолитов в породах тех свит, в которых они встречаются (табл. 5).

Таблица 5

Содержание строматолитов

Подсвита или горизонт	Район	№ обн.	Мощности, м		% по отношению к общей мощности	
			пустых пород	пород со строматолитами		
Усть-нюйская	Устье Нюи	106	38,0	1,5	3,8	
Богучанская	Низовья Ангары	243	42,0	4,0	8,7	
Овсянкинская	То же	214	46,0	3,0	6,1	
Брянская	» »	214	13,0	9,2	41,8	Среднее по брянской подсвите — 29,2
»	» »	236	0,0	17,5	100	
»	» »	240	25,0	11,2	42,6	
»	» »	241	14,2	3,0	17,4	
»	» »	242	47,5	5,5	10,3	
Каменноостровский	Верховья Ангары	Ряд обн.	57,2	4,6	7,4	
Мокинский	То же	326	2,3 (?)	3,0	56,6	

Как видно из табл. 5, наиболее обогащенными строматолитами являются брянская подсвита и мокинский горизонт (ее возможный аналог в верхнем течении Ангары).

Максимальное развитие строматолитов в породах брянской свиты отмечено в обн. № 236; к западу и востоку от этого обнажения количество строматолитов в породах уменьшается (рис. 34).

Глава V

СТРОМАТОЛИТЫ И ФАЦИИ

Влияние окружающих условий на состав водорослей и, возможно, на форму строматолитов столь велико, что возникает необходимость изучения строматолитов не изолированно, как «некое ископаемое», а как образование, тесно связанное с жизнью исчезнувших организмов, режимом водной среды и синхроничным осадкообразованием.

В настоящей главе изложены конкретные наблюдения над положением строматолитов в фациальной шкале ордовика, связью строматолитов с определенными участками водоема усть-кутского времени, формой биогермов, образованных строматолитами, химическим составом их и связью с окружающими их породами.

1. ФАЦИИ НИЖНЕГО ПАЛЕОЗОЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ВОПРОСЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Карбонатный кембрий представляет удивительный пример накопления карбонатных пород на гигантском «подводном плато», где вода выпаривалась и осаждались углекислые соли кальция и магния, а временами сернокислые соли и даже поваренная соль. Жить в этих засоленных бассейнах могли только сине-зеленые водоросли и бактерии, которые местами образовывали строматолитовые постройки. Лишь внедрение открытого моря (более частые на севере) создавали условия, в которых могли существовать морские животные и растения.

В верхнем кембрии и ордовике эти осадки становятся красноцветными, благодаря внедрению массового терригенного материала красного цвета, сносимого с запада с Енисейского кряжа и с юга Саян. По-видимому, на месте Байкала также была суша, но она сказывается лишь на ордовикских осадках, а во время отложения верхнеленской свиты это влияние не доказано[1].

Таким образом, мы наблюдаем резкую смену по вертикали мелководного, иногда лагунного режима, лишенного массового кластического материала в нижнем и в среднем кембрии, мелководным же, иногда лагунным режимом с массовым приносом красного терригенного материала в верхнем кембрии и ордовике. При этом если во время отложения карбонатной серии платформа была окружена морями, в период отложения верхоленской свиты на месте геосинклинальных морей были материки, с которых сносилось большое количество терригенного материала. Стромато-

[1] Впрочем исключительная выдержанность верхоленской свиты с юга на север вдоль складчатой зоны и некоторое увеличение песчаного материала от р. Ангары к Байкалу, может быть, является доказательством того, что на месте Байкальской складчатой зоны существовал материк, с которого и сносился кластический материал.

литы встречаются как в кембрийской карбонатной серии, так и в пестроцветном ордовике.

Серия пород над карбонатным кембрием имеет своеобразный характер и внешний вид. Во-первых, это пестроцветные осадки, в которых красный цвет играет первостепенную роль. Во-вторых, главная подавляющая масса отложений представлена кластическими породами и даже известняками, часто сложенными кластическими зернами обломков карбонатных пород. В-третьих, наблюдаемая частая перемежаемость и смена различных фаций легко обнаруживается, благодаря разнообразному характеру осадков и многочисленности фаций.

Эту группу фаций можно разбить на следующие подгруппы:

А. Прибрежные фации.

Б. Карбонатно-терригенные лагунные фации.

В. Фации мелей открытого моря с островами.

Г. Карбонатные фации более глубоководного характера открытого моря.

Д. Глинистые фации открытого моря.

А. Прибрежные фации включают:

1) Прибрежные отложения близ материка, располагавшегося на месте Восточного Саяна, и характеризуются речными выносами конгломератов и песчаников, образовавших дельты, переслаивающиеся с пропластками морских осадков. Преобладающие цвета здесь светлые, а известковистость малая.

2) Прибрежные отложения вблизи Байкальского хребта, где располагался другой континент, характеризуются песчаниками из зерен кремнистых пород и оолитовыми песчанистыми известняками, возможно, дюнного происхождения. Цвет пород интенсивно красный. Здесь «дыхание пустыни» чувствуется сильнее, материал не так перемыт, хотя косослоистые песчаники и говорят о потоках (Маслов, 1940).

Б. Карбонатно-терригенные лагунные фации могут быть разделены на:

1) песчаные красноцветные фации;

2) глинистые красноцветные фации;

3) гипсоносные фации.

Обычно все эти три фации связаны одна с другой благодаря переслаиванию и трудно разделимы. Но случается, что какая-нибудь из фаций господствует продолжительное время и тогда образуются осадки более или менее одинакового характера. В этих фациях обычно преобладает красный цвет, но бывают и исключения, как увидим ниже.

1) Песчаные фации лагун или мелководных заливов характеризуются кварцевым и кальцитовым кластическим материалом. Распространены они среди пород верхоленской (Cm_3) и братско-макаревской (O_2) свит. Вероятно, такого же характера и красноцветная свита готланда Вилюя. Обычно это немые породы со знаками ряби течений, косой слоистостью, трещинами усыхания, псевдоморфозами по соли и т. п. (табл. XXIX и XXXVII).

2) Глинистые фации лагун также богаты пылевидным кластическим карбонатом и обычно представлены мергелями или мергелистыми глинами, по-видимому, целиком терригенными. Красный цвет в этой фации преобладает, но оттенки его бывают разнообразны — от желтого и розового до темнофиолетового и шоколадного.

3) Гипсоносные фации встречаются как среди красноцветных глинистых фаций предыдущего типа (верхоленская и братско-макаровская свиты), так и среди светлых мергелей и алевролитов (братско-макаровская свита на р. Нюе). Пласты гипса не бывают очень мощными, как в нижнем или среднем кембрии. Обычно это 1—2 м, редко больше, в пределах первого десятка метров. Гипс обычно массивный, часто загрязненный пылеватыми частицами красного цвета.

В. Группа фаций морских мелей располагалась у литорали островов, у перемычек между лагунами, у кос, отделявших открытое море от лагуны. В силу такого разнообразного характера бассейна осадки, образовавшиеся на этих мелях, отличаются друг от друга, благодаря чему можно выделить ряд фаций:

1) Строматолитовые фации, которые в свою очередь подразделяются на: а) строматолитовую фацию открытого моря с живущей в нем морской фауной (тип строматолитов усть-нюйской подсвиты) с *Collenia glebulosa porosa*; б) строматолитовую фацию засоленных лагун строматолит типа *Fessella*; в) строматолитовую фацию морских мелей с карбонатным (главным образом хемогенным) осадконакоплением (тип нижней строматолитовой доломитовой подсвиты низовьев р. Нюи — строматолиты группы *Collenia columnaris granulosa*.; г) строматолитовую фацию морских мелей с приносом терригенного материала (тип усть-кутской свиты р. Ангара—Илим) со строматолитами типа *Collenia columnaris stylostromica Glebulella*, *Katagraphia* и т. п.

2) Водорослевые фации мелей открытого моря (с водорослью *Nuia sibirica* Mas l.).

3) Песчано-глинистые фации мелей открытого моря и литорали островов (тип усть-нюйской подсвиты).

Если строматолитовые фации б, в, г являются фациями с ненормальной соленостью воды или засоленные (тип б), или опресненные в результате приноса пресных вод с суши (в, г), то остальные фации являются морскими с нормально соленой водой, где развивается нормальная морская фауна.

Г. Карбонатные фации открытого моря более глубоководного характера распространены не везде, а встречены лишь в Якутии и в готланде на р. Подкаменной Тунгуске. Они характеризуются однообразными известняками с примесью песчаного материала и с нормально морской фауной.

Д. Глинистые и песчаные фации открытого моря встречаются редко и характеризуются наличием течений, приносивших терригенный материал, морской (иногда богатой) фауной и быстрыми фациальными переходами (тип фосфатоносной пачки криволуцкой свиты).

Рассмотрим несколько подробнее условия образования тех осадков, в которых развиты строматолиты. Это осадки усть-кутской свиты.

Водорослевые осадки (истинных водорослей, а не строматолитов, см. Маслов, 1950) мелей открытого моря (В. 2) встречаются в усть-кутской свите очень редко на западе и довольно часто на северо-востоке в Якутии. Эти осадки иногда целиком слагаются остатками водоросли *Nuia*. Нахождение этой водоросли указывает на происхождение осадков в мелководье на глубине 10—30 м в нормально соленой прозрачной морской воде в участках затишья, недоступных сильным течениям и поступлению кластического материала. Следует однако указать, что та же водоросль встречается иногда в небольших количествах и в песчаных отложениях вместе с обломками организмов (трилобиты, гастроподы, брахиоподы, криноиды), что возможно указывает на принос ее сильными течениями.

Песчано-глинистые фации мелей открытого моря (В, п. 3) характеризуются не только развитием песчаников, мергелей, конгломератов с мергелистым или известковистым цементом, но и оолитовыми песчанистыми известняками и песчаниками с оолитами, что указывает на участие химического осадкообразования. В этих породах часто встречается (иногда в изобилии) сингенетический глауконит и нормально морская фауна, в большинстве случаев, изломанная движением воды. Эти фации изобилуют, как в усть-кутской свите ордовика, так и в готланде. Интересно отметить, что конгломераты (внутриформационные) характеризуются плоской галькой, состоящей из песчаников или известняков того же облика,

что и окружающие породы. Иными словами, во время отложения верхних пластов свиты местные поднятия в виде островов выдвинули нижележащие породы той же свиты, которые размывались, а продукты размыва участвовали в образовании верхних пластов. Таким образом, суша не поднималась выше 100 м[1] и обычно возвышалась над уровнем моря всего на несколько метров. Такие кратковременные осушения констатированы по всей территории от р. Ангары до р. Нюи. В этих фациях приостровного осадконакопления отмечаются некоторые изменения в направлении с северо-востока на запад. Эти изменения связаны с наличием более открытого моря на северо-востоке и некоторого его опреснения на западе под влиянием речных вод. Опреснение сказывается в появлении онколитов и строматолитов вместо морских организмов, исчезающих постепенно к западу. Из них онколиты (на р. Илиме и в низовьях р. Ангары) играют роль галек в прибрежном осадке, иногда окатываясь и ломаясь наряду с обычными обломками пород (Маслов, 1937_1). В этих фациях цвет осадков имеет большое значение. Чем дальше от пустынного материка располагалась мель, тем меньше в осадках красного железистого материала эолового происхождения (Маслов, 1954). Таким образом, количество эоловых частиц и перемытого пустынного материала уменьшается по направлению от берега континента к открытому морю. Но близ самых берегов при наличии речных выносов картина резко меняется: ближе к берегу не только увеличивается количество песчаного материала, но и осадок становится светлым и уменьшается количество красных пропластков. Таким образом, цвет зависит от нескольких причин и часто меняется по простиранию. Вдали от берегов материка карбонатные окатанные песчинки встречаются во множестве, иногда отороченные красной железистой коркой. Смесь свободных от корочек песчинок с отороченными зернами и наличие песчинок карбоната, на мой взгляд, говорит об участии ветрового приноса (Маслов, 1954). В этом случае встает вопрос, не поставляли ли эоловый материал острова, расположенные среди силурийского моря, будучи сами пустынными? Мне кажется, что во многих случаях это было именно так, и с островов поступал такой же материал, как и с континента.

К более глубоководным фациям открытого моря нужно отнести монотонные песчаники и известняки с морской фауной, представленной преимущественно трилобитами. Эти осадки переслаиваются с оолитовыми известняками, песчаниками и даже конгломератами прибрежного (островного) происхождения. Цвет их обычно серый, не может считаться закономерно постоянным, так как внезапный принос красного материала всегда возможен. Эта фация распространена главным образом в готланде, где красноцветы развиты также как и в ордовике, вследствие чего не исключено влияние пустыни.

Наконец, необходимо выделить фацию, близкую по внешнему виду красноцветной лагунной фации. Она представлена песчано-глинистыми и известковистыми пестроцветными породами с богатой фауной ортоцератид и брахиопод, со значительными пропластками глин и лишь с эпизодическими следами мелководья. Эти породы характеризуются большим количеством глинистого терригенного материала и фосфатизированными обломками организмов, что указывает на существование открытого моря с течениями, принесшими глинистый материал. Эти осадки вверх быстро переходят в более мелководные и осадки замкнутых лагун, по-видимому, знаменуя собой незначительное местное прогибание дна ордовикского моря. Их малая мощность объясняется не только кратковременностью момента осадконакопления, но и большей тонкозернистостью отложений, требующих большого времени для своего накопления. Вероятно, поэтому

[1] Так как мощности однородных толщ не превышают эту величину.

при движении на запад синхроничные им разрезы сильно увеличиваются в мощности, при этом глины сменяются песчаниками.

Изучение литологии этих отложений находится еще в стадии накопления фактов, и более детальный и основательный обзор фаций требует более детальных и целеустремленных исследований. Между тем, до сих пор литологические наблюдения и петрографические исследования велись лишь с точки зрения геологического картирования местности и увязки свит между собой. Для этих целей грубое выделение свит и их приблизительная увязка являлась достаточной. Для целей же фациального анализа и более углубленного исследования фаций необходимо проведение целеустремленных и более детальных работ.

2. ЗАМЕЧАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ФАЦИАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВИТ И ПРОИСХОЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПОРОД

Мы уже не раз останавливались на характеристике свит ордовика, поэтому, чтобы избежать повторений, мы остановимся лишь на главных фациях, характеризующих выделенные свиты и изменения их по простиранию.

Начнем с верхоленской свиты. Берега бассейна, отложившего красноцветные осадки этой свиты, нам сейчас неизвестны. Разрезы по р. Большой Бирюсе, западнее г. Нижнеудинска, т. е. уже в пределах Саянской горной страны, по данным С. П. Коноплева (1937) включают аналоги верхоленской свиты до 1000 м мощности. Не исключена возможность смешения верхоленской свиты с красноцветной морской свитой нижнего кембрия. Обе эти свиты выражены такими же бурыми песчано-глинистыми сланцами и песчаниками, в верхней части сменяющимися зелеными аргиллитами с псевдоморфозами по соли. По-видимому, по р. Большой Бирюсе эти отложения соленосны. На всем пространстве от Тайшета на западе, Восточного Саяна на юге, низовьев р. Илим и Якутии на севере, верхоленская свита характеризуется развитием красноцветных пород лагунных и лагунно-мелководных фаций. Изучение петрографического состава показывает, что в ее состав входит значительное количество кластического кварца и кальцита. Это говорит или о близком источнике сноса, что исключается, если мы находимся в сотнях километров от берега, или об эоловом происхождении части материала. Мелководность этой свиты доказывается повсеместно наличием многочисленных трещин усыхания, а засоленность при выпаривании — псевдоморфозами по соли и пластами гипса.

К такой же лагунной фации относится братско-макаровская свита. На западе эта фация сменяется осветленными песчаными осадками речных дельт, которые у Тайшета включают в свой состав конгломераты, а у Нижнеудинска и на р. Оке слагаются желтыми плохо сцементированными песчаниками с пропластками красных глин. Таким образом, красноцветная свита (братско-макаровская) на западе практически исчезает, переходя в песчаные отложения, аналогичные криволуцкой свите, благодаря чему границу между ними провести невозможно. В направлении на северо-восток, братско-макаровская свита сохраняет свою лагунную фацию со всеми ее деталями.

Усть-кутская свита обычно выражена в нормально морских мелководных фациях. Здесь у берега, т. е. на западе, распространены строматолитовые поля или банки, перемежающиеся с песчаными пластами. Еще западнее эти фации переходят, как и вышележащие осадки братско-макаровской свиты, в песчаные осветленные осадки дельт.

Необходимо заметить, что по простиранию усть-кутская свита не переходит в лагунные отложения, а сразу в песчаные речные наносы, что объ-

ясняется приносом пресных вод. По мере движения на северо-восток вдоль Прибайкалья, мы попадаем во все более и более нормально-морские фации. При этом в Якутии намечается переход от верхоленских лагунных фаций к строматолитовым доломитам в нижней подсвите и затем в типичные морские осадки усть-кутской свиты. Обратного перехода не наблюдается: смена усть-кутской свиты лагунными фациями вышележащей свиты происходит довольно быстро, причем строматолиты почти отсутствуют. Уже из этого факта мы можем заключить, что по существу строматолитовые фации являются переходными от типично лагунных с ненормальной соленостью и фацией нормально соленого моря. В зависимости от этого, насколько постепенно и медленно происходит смена фаций, в той или иной степени развиваются строматолиты. Но строматолиты, как мы видели выше, могут жить и в опресненных участках, поэтому и на западе при смене морских усть-кутских пород на речные песчаные осадки, они могут развиваться достаточно пышно.

В свое время я высказал мнение (Маслов, 1932), что строматолиты на р. Илиме являются указателями рифовых фаций. После меня М. М. Одинцов ($1937_{1,2,3}$) прямо говорит о строматолитах как о рифах. Необходимо сознаться, что эти выражения не совсем точны. В усть-кутской свите строматолиты обычно не образовывали настоящих рифов с волнорезом и внутренней лагуной. Это были банки на обширном мелководье, легко засыпавшиеся приносимым песком. Часто отдельные биогермы росли в шахматном порядке также не обширных мелях. Линейных же или других крупных сооружений типа рифов на этой территории почти нет.

При движении с востока на запад на широте севернее г. Киренска усть-кутские пестроцветные породы переходят в красноцветные алевролиты и песчаники, неотличимые от пород верхоленской свиты (район рр. Нижней Тунгуски и Непы). Здесь строматолитовая фация играет роль прибрежных опресненных мелей, куда приносился терригенный материал небольшими реками, не влиявшими на удаленные участки моря. Дальнейшее изменение фаций идет в сторону большего углубления и кратковременных внедрений открытого моря. Это так называемая криволуцкая свита вместе с чертовской, мамырская на западе и фосфоритоносная подсвита на востоке, которые несмотря на песчаный состав содержат местами многочисленную фауну открытого моря. Как уже указывалось, фосфоритоносная подсвита маломощная и с очень пестрым составом пород в разных местах. На западе ее аналогами являются речные и дельтовые песчаные отложения (мамырский и бирюсинский горизонты), которые к востоку сменяются красноцветными и светлыми песчаниками. Последние, по-видимому, являлись отложениями морских заливов с перемытым материалом и локальной эндемичной фауной (ракообразные, описанные Б. И. Чернышевским). На восток эти отложения, судя по терригенному материалу, становятся похожими на лагунные, но заключают морскую фауну и ортоцератид, гастропод, а на северо-востоке также трилобитов и мшанок, что позволило еще В. Ю. Черкесову (1931_1) определить эти отложения как ордовикские (нижнесилурийские). Далее на восток эта свита сливается с нижней частью вышележащей братско-макаровской свиты и уже на р. Нюе ее верхняя граница очень условна. Таким образом, эта, наиболее богатая фауной ордовика, морская свита, по вертикали быстро переходит в лагунную фацию вышележащей свиты, по-видимому, со сравнительно быстрым обмелением, в течение которого не успели развиться строматолиты. Фации, находящиеся в ближайшем соседстве с континентами, хуже всего изучены. Можно сказать, что изучение их только началось в последние два десятилетия. В дальнейшем предстоит не только детализация, но и расширение исследований по площади и по вертикали и углубленное литологическое исследование осадков. Но уже сейчас можно

высказать предварительное заключение о решающем значении речного сноса и отложения принесенного материала в широких речных дельтах.

При образовании замкнутых лагун — крайнего члена нашей лагунной фации — течения имеют минимальное значение и принос реками кластического материала может прекратиться. Между тем, мы находим гипсы среди песчано-глинистых и мергелистых отложений, у которых примесь терригенного материала обладает интенсивно красным цветом. Зерна песчинок окружены тонкими оторочками железисто-глинистого материала, среди песчинок часто встречаются кластические зерна карбоната. Иными словами, перемыва здесь же отложенных красноцветных пород, по-видимому, не было (хотя, например, в гипсах верхоленской свиты на р. Унге встречаются обломки красных мергелей, занесенных несомненно с близлежащего берега).

Как известно, преобладающая окраска пестроцветных пород (густо-красный, красно-фиолетовый, розовый, шоколадный и бурый оттенки) обязана своим происхождением железистым окислам или водным железистым минералам (гидрогетиту и реже лимониту). Эти минералы находятся или в виде сгустков, или в пылевидном состоянии рассеяны в породе, или образуют корочки вокруг кластических зерен песка и алеврита. Этот состав может быть объяснен терригенным происхождением железистых минералов, отлагавшихся вместе с кластическими зернами.

В верхоленской и ордовикских красноцветных свитах красный железистый материал одинаково распространен в следующих фациях: песчаниках с косой слоистостью потоков, песчаниках, мергелях и глинах с гипсом и псевдоморфозами по соли, гипсовых пластах, глинах и мергелях с нормально-морской фауной (ортоцератиды), песчаниках с морской фауной (брахиоподы), песчано-глинистых породах с пиритом, песчаниках, глинистых и карбонатных породах со строматолитами, оолитовых известняках, породах, изобилующих трещинами усыхания, гальками, знаками ряби (табл. XXIX, *1* и табл. XXXVII, *2*) и оплывания, песчаниках со следами ползания животных и проблематиками (табл. XXXVII, *1*). Таким образом, фации, богатые красным железистым материалом весьма разнообразны и различны по характеру слагающих их пород, в то время как количество железистого материала в них может быть одинаковым. В строматолитовых банках или мелях, располагающихся близ уровня моря (трещины усыхания), выпадение железа не могло быть равномерным и изобильным ввиду затруднений в поступлении новых растворов. С приближением к берегам материков, количество красного железистого материала, при наличии речного приноса уменьшается, а не увеличивается, и вместо железа выпадает светлый карбонатный или обломочный материал. Поэтому нужно считать, что большая часть железистого материала нижнепалеозойских свит Сибирской платформы имеет не химическое, а кластическое происхождение. На такое происхождение указывает также распределение красного материала по поверхностям наслоения. На табл. XXIX *2* показана поверхность светлого мергелистого осадка, в котором выступают кубики глиптоморфоз по соли. Заполнение некоторых углублений красным железистым материалом (довольно грубозернистая темная пленка) и пятнистое неравномерное распределение этого материала по поверхности говорят об отложении его в условиях неспокойной среды (ветер или течение). Железистый материал распределен таким образом, как будто он налипал сверху, принесенный с одной стороны. При этом углубления заполнялись более толстым слоем красного материала, а выступы оставались свободными от него. Возможно, что красный осадок приносило ветром.

Появление этого материала связывается с существованием крупных участков суши, где он образовывался благодаря интенсивному выветри-

ванию обнаженных пород. Способ переноса и разноса его будет рассмотрен ниже. Зеленые пятна на красном фоне и некоторые линзы и пласты зеленых пород, по петрографическому составу одинаковых со вмещающими красноцветами, я считаю вторичными. Это хорошо видно в трещинах, секущих красные породы: обе стороны трещины окрашены в зеленый цвет в результате, по-видимому, перехода трехвалентного железа в двухвалентное под действием сернокислых солей при выветривании пирита или под влиянием бактериальных процессов[1]. Это объяснение требует, конечно, доказательств и пока является лишь рабочей гипотезой. Необходимо отметить, что многие породы в пестроцветах первично окрашены в серо-зеленые цвета, будучи образованы в условиях другой среды и кислотности. Но эти породы встречаются обычно или в переходных фациях (при приближении к берегу или к строматолитовым мелям, связанным с течениями и приносом речных вод) или, наоборот, в очень удаленных от материков областях открытого моря.

Таким образом, основным поставщиком терригенного материала (при этом и карбонатного) нужно считать пустынные континенты, а основным агентом переноса — ветер.

Гипсоносная пестроцветная свита на р. Нюе является исключением среди лагунных отложений. Здесь гипсы находятся среди светлых глин, известняков и мергелей. Гипсы подстилаются отложениями со строматолитом *Fossella cerebriformis* f. n. также серого цвета. Относительно окраски пород в светлые цвета можно строить разные предположения. Необходимо учитывать влияние открытого моря на лагуны, которое могло сказаться в переработке и приносе светлого материала, что в Якутии сильно ощущается уже в усть-кутской свите.

Фации морских мелей чрезвычайно разнообразны и могут детализироваться бесконечно. Здесь сказываются разнообразные причины, из которых главенствующими являются приток воды из открытого моря и привнос течениями и волнением терригенного материала. Эти условия особенно хорошо выражены в усть-кутской свите. Здесь разнообразное положение мелководного бассейна обусловливает или карбонатное осадконакопление с малым количеством кластического материала (возможно большей частью эолового происхождения), или, наоборот, накопление песчано-глинистых отложений в нормально соленой воде с соответствующей фауной и перемытым терригенным материалом. Строматолиты, предпочитавшие условия ненормальной солености, играют здесь не последнюю роль и являются конденсаторами карбонатных солей, изобилующих в водах. Ордовикское море представляло собой бассейн с архипелагом островов с неглубокими проливами, в которых существовали довольно сильные течения, приносившие кластический материал. Нужно думать, что эти течения образовывали косую слоистость типа потоков и знаки ряби (табл. XXXVII, *2*). Вблизи берегов континентов бассейн был опреснен реками; в местах плоских мелей воды бассейна имели несколько повышенную соленость. Везде в этих местах, не очень загружавшихся кластическим материалом, росли строматолиты. Последние являются показателями или ненормальной солености, или некоторого опреснения, или смены соленых и пресных вод, или (часто) наличия в воде значительного количества растворенных карбонатных солей.

В лагунной фации мы констатировали большое количество кластического карбоната хорошей сохранности (Маслов, 1954). Естественно ожидать, что в фации морских мелей этого карбонатного песка будет меньше в силу его истирания и растворения. И, действительно, по свиде-

---

[1] См. статью Калиненко (1952), где устанавливается окислительная и восстановительная способность бактерий.

тельству лиц, исследовавших усть-кутские осадки под микроскопом, эти породы отличаются сравнительной бедностью или отсутствием карбонатных песчинок, наряду с полимиктовым составом песчаников. Иными словами, кластический материал фаций морских мелей приносился, главным образом, водными потоками, в то время как материал лагунных осадков был предварительно дезинтегрирован и изменен выветриванием, а затем перенесен ветром.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЦИЙ УСТЬ-КУТСКОЙ СВИТЫ ПО ПЛОЩАДИ

Составление палеогеографических схем распределения фаций по Сибирской платформе встречает ряд методических затруднений, связанных: 1) с отсутствием единой твердой фаунистической шкалы во всех районах и 2) пробелами наших знаний (в особенности в средней части платформы, занятой более молодыми осадками). Поэтому на попытки построения таких схем надо смотреть как на предварительный материал, который должен быть использован в дальнейшем для выработки методики при составлении палеогеографической карты фаций. Первые попытки создания таких схем были сделаны в 1954 г. В. П. Масловым и М. М. Одинцовым и в 1955 г. О. И. Никифоровой. Все три автора различно подходили к фациям и дали разные схемы как по характеру выделяемых фаций, так и по контурам их распространения. Это говорит о том, что материал еще недостаточно освоен и что у каждого исследователя имеется свой подход к материалу. Мы рассмотрим лишь схемы, относящиеся к усть-кутской свите, так как в ней находится подавляющее количество строматолитов.

Самые общие схемы («палеогеографические карты», как они названы О. И. Никифоровой) даны в очень мелком масштабе по всей Сибирской платформе от Урала до Якутии (Никифорова, 1955). Схемы эти очень простые, с четкими границами суши и моря, несколько детализированы на самой Сибирской платформе и включают для нижней части усть-кутской свиты (в моем понимании) фации с преобладанием 1) карбонатного и 2) терригенного накоплений, для верхней части усть-кутской свиты (чуньское время Никифоровой) фации: 1) карбонатных, 2) терригенных тонкозернистых, 3) терригенных грубозернистых и 4) лагунных осадков. Схемы, предложенные О. И. Никифоровой, подкупают широтой охвата территории и четкостью границ моря и суши. Эти границы во многих своих частях заставляют сомневаться в правильности проведения их, тем более, что время, охваченное каждой схемой, значительно, а береговая линия бассейна часто менялась. Главным критерием, которым пользовалась О. И. Никифорова, являлась фауна, что может быть правильно для северных районов, где ее много, но совершенно неприемлемо для юга, где она встречается лишь спорадически. Увлечение палеонтологией привело О. И. Никифорову к тому, что ею был сделан неверный вывод о меньшем значении строматолитов в чуньское время (верхи усть-кутской свиты), чем во время отложения нижней части усть-кутской свиты. Можно сказать твердо, что это зависит от участка платформы. Для района р. Нюи этот вывод правилен, а для других районов (р. Ангара и р. Илим) неправилен, так как в верхней части усть-кутской свиты строматолитов больше (в тексте табл. 3).

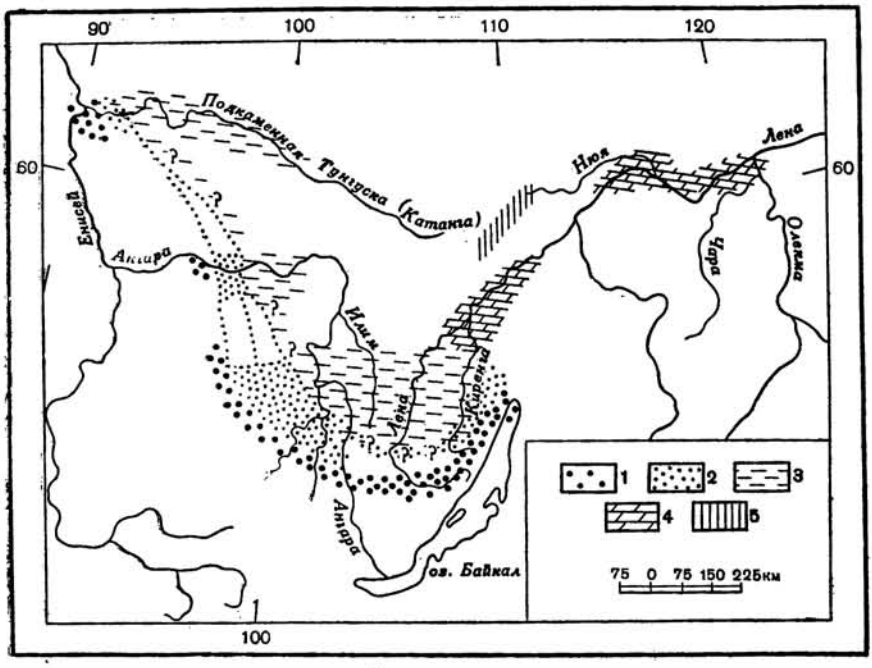
Другую схему дал М. М. Одинцов (1954) для юга Сибирской платформы. Им выделено две фации (для усть-кутской свиты: карбонатная и терригенная), но с четко выраженной зональностью распределения и четкими границами, не совпадающими с границами, проведенными О. И. Никифоровой. Петрографический подход к фациям позволил М. М. Одинцову заострить вопрос о зональном расположении краевой терригенной фации, но оценка строматолитов как «рифовой фации» привела к странному на-

чертанию рифов во всем центре бассейна Иркутского амфитеатра. В данном случае, бросающиеся в глаза банки строматолитов загипнотизировали исследователя настолько, что перемежающиеся с ними (и в большом количестве) карбонатные и терригенные осадки были забыты. Таким образом, на одном и том же районе у О. И. Никифоровой показано преобладание терригенных, а у М. М. Одинцова — карбонатных осадков. На этом же районе в моей схеме (Маслов, 1954) показано «преобладание пестроцветной песчаной фации со строматолитовыми мелями». «Палеогеографические схемы», предложенные мной в 1954 г., являются собственно некоторым предварительным обобщением, в котором палеогеографических «карт» не сделано ввиду разрозненности и недостаточности данных. Отсутствие же отложений не является четким признаком суши, так как осадки могли быть размыты при подъеме соответствующего участка платформы, а о близости берега можно судить лишь при помощи анализа фаций. Такой анализ показывает, что для отложений усть-кутской свиты среднего течения р. Лены от Киренска до Олекминска берег был или значительно удален, или очень изменен.

На территории от р. Бирюсы до р. Чары для времени отложения усть-кутской свиты мной были показаны фации с преобладанием: 1) строматолитовых мелей, 2) пестроцветов со строматолитовыми мелями, 3) прибрежных красноцветных известняков и песчаников, 4) прибрежных светлых терригенных пород с конгломератами, 5) песчаников и известняков нормально соленого моря, а также 6) предполагаемая суша, 7) горные хребты, 8) мощности свиты (Маслов, 1954).

Палеогеографические построения здесь связывались не столько с присутствующей фауной или петрографическим составом пород, сколько с происхождением пород и режимом окружающей суши, о которой мы можем судить по тем же осадкам. Благодаря этому схема распространения фаций получается несколько более пестрая и менее правильная и, за отсутствием данных, еще не приближающаяся к настоящей фациальной палеогеографической карте, которая должна быть сделана в более крупном масштабе.

Так как усть-кутская свита охватывает очень крупный отрезок времени, попытаемся разделить его на две части, по примеру О. И. Никифоровой, отдавая себе отчет в том, что это довольно грубое деление не везде достаточно четко и синхронично (например, в верхнем течении р. Ангары). Нижняя часть усть-кутской свиты в разных местах имеет, по-видимому, разный возраст. На юге он определяется как тремадок; в Якутии, вероятно, древнее. Но так как фауна в этой части свиты очень редка, а граница с верхней частью во многих местах не определена, то приходится обращаться к литологическому составу и рассматривать эту нижнюю подсвиту, как одновозрастную. На юге в Иркутском амфитеатре нижняя часть усть-кутской свиты имеет явную зональность в распределении фаций: по западной окраине располагаются светлые, по восточной — пестроцветные терригенные и карбонатно-терригенные осадки, а в центре перемежаются терригенные и карбонатно-строматолитовые фации (фиг. 38). Здесь располагался огромный мелководный бассейн с плоским дном и временами с опресненными условиями осадконакопления, сменяющимися кратковременными погружениями со вторжением нормально морской воды. В периоды этих погружений развивалась морская фауна, которая с последующим обмелением и некоторым опреснением исчезала и появлялись строматолиты, пока не происходило новое погружение. Пределы этих погружений колебались от 0 до 50—100 м глубины (обычно в пределах первых десятков метров). Таким образом, необходимо считать весь бассейн очень мелководным. При таких колебаниях, естественно, бывали и местные осушения.



Фиг. 38. Схема распределения фаций в нижней подсвите усть-кутской свиты

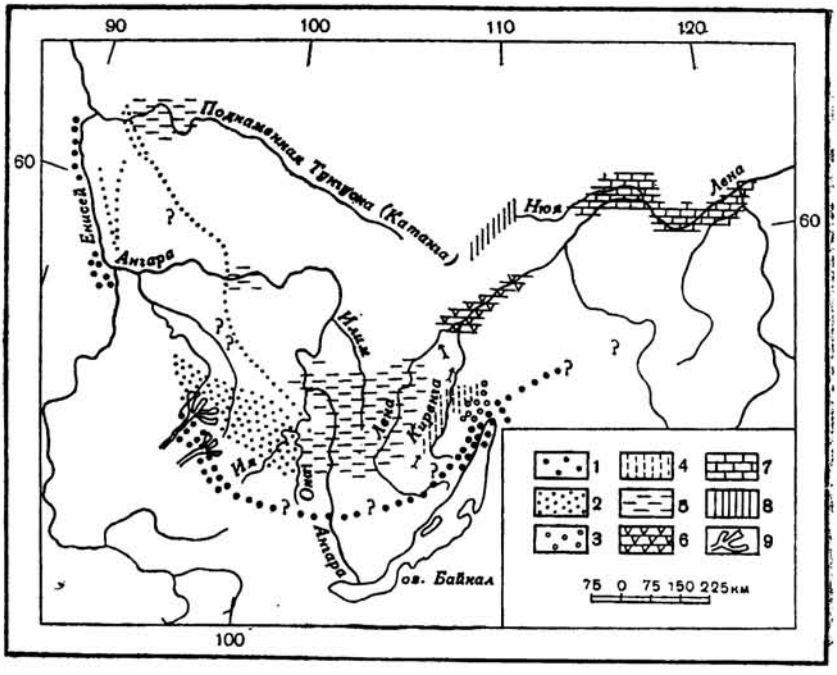
1 — суша; *2* — терригенные и карбонатно-терригенные осадки; *3* — перемежаемость терригенных и карбонатно-строматолитовых фаций; *4*—хемогенно-доломитовые и строматолитовые осадки; *5* — терригенные красноцветные осадки с преобладанием глинистых разностей

На северо-восток кластические пестроцветные породы сменяются светлыми хемогенными доломитами и строматолитовыми осадками, выдержанными по мощности и простирающимися до р. Олекмы. По-видимому, эта фация развита в виде полосы, окаймляющей Витимское нагорье. Может быть, здесь на месте современного нагорья, располагался плоский и низменный материк, который давал значительное количество пресной воды и мало терригенного светлого материала.

Недостаточное количество исследований в центральной части бассейна не позволяет с уверенностью говорить о фациях к северо-западу от р. Лены.

Но работа Д. А. Туголесова (1952) позволяет предполагать, что в этом направлении фации изменяются в сторону большей глубины и увеличения количества терригенного осадка красного цвета (фиг. 38).

Для верхней подсвиты усть-кутской свиты (так называемый чуньский «ярус» О. И. Никифоровой) фации еще более разнообразны. Так, на севере в районе р. Нюи появляется типично морская мелководная известково-терригенная фация с редкими пластами строматолитов и конгломератов с мелкой галькой, но с явными следами течений и отсутствием красного материала. Весьма возможно, что в данном месте отлагались хорошо отсортированные осадки, принесенные течениями, хотя следов близкого берега континента нет. Ниже устья р. Киренги сохранилась доломито-строматолитовая фация мелководья. На севере от Байкала развита прибрежная фация красных песчаников со строматолитами и красными оолитовыми известняками с косой слоистостью. Здесь уже чувствуется берег континента. Фации несколько напоминают фации нижнего течения Ангары, причем и там и тут встречен один и тот же строматолит *Glebulella columnaris reticularis*.



Фиг. 39. Схема распределения фаций в верхней подсвите усть-кутской свиты

1 — суша; *2* — терригенные осветленные (опресненные) осадки; *3* — прибрежная фация; *4* — пестроцветные терригенные осадки без строматолитов; *5* — перемежаемость терригенных и карбонатно-строматолитовых фаций; *6* — хемогенно-доломитовые и строматолитовые осадки; *7* — морская известково-терригенная фация мелководья с редкими строматолитовыми и конгломератовыми пропластками; *8* — терригенные красноцветные осадки с преобладанием глинистых разностей; *9* — конгломераты и песчаники разных дельт. Стрелками указаны предполагаемый снос и течения.

Интересно, что вдоль р. Киренги развиты пестроцветные песчаные фации без строматолитов. По-видимому, они характеризуют некоторое углубление с током несколько опресненной воды с юга на север (фиг. 39). В верхней подсвите еще чаще, чем в нижней, наблюдаются следы углубления бассейна и появления нормально морских условий, за исключением юга (верхнее течение р. Ангары, р. Илима и низовья р. Оки), где сильнее сказывалось опреснение и влияние материка. На юго-западе в Саянах располагалась относительно узкая горная страна с реками, стекавшими главным образом на север. На юге от этой страны в пределах Тувы располагалось «глубокое» море. Узкая полоса суши показана на схеме О. И. Никифоровой (1955), приблизительно с теми границами, что и в моей схеме.

Из рассмотрения фациальных схем можно увидеть ареалы распространения строматолитов в пределах усть-кутской свиты: от верховий р. Лены они распространены широкой полосой северо-западного направления. Другая полоса, протягивающаяся по р. Лене на северо-восток, отличается преимущественно хемогенным происхождением осадков, плохой сохранностью строматолитов и редкой их встречаемостью в нормально морских отложениях.

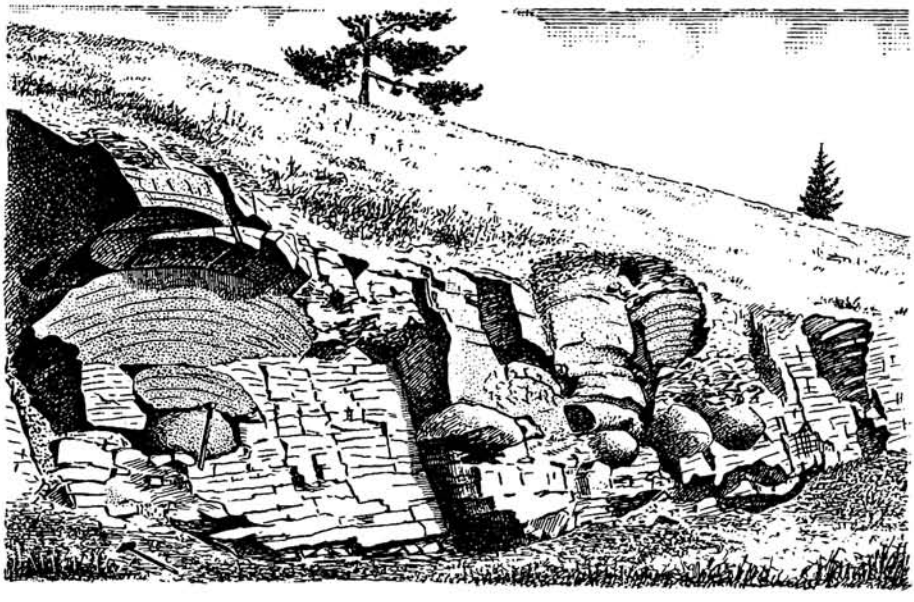
Наши знания по Сибирской платформе еще очень несовершенны. Несомненно, что с накоплением новых фактов и углубленным изучением осадков, наши представления о палеогеографии этого региона изменятся. Сейчас же мы можем только наметить некоторую зональность

в распределении фаций и указать на существовавшее исключительно плоское дно ископаемого мелководного бассейна — времени нижней части ордовика. Это обусловило массовое развитие строматолитовых банок, иногда очень выдержанных и покрывавших огромные площади и не сравнимых с обычными рифами (хотя их и можно назвать одним из типов рифогенных фаций).

4. СТРОМАТОЛИТЫ В ПЛАСТЕ, УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ И СВЯЗЬ ИХ С НЕОРГАНИЧЕСКИМ ОСАДКООБРАЗОВАНИЕМ

Выше мы познакомились с фациями ордовика, окружавшими строматолиты на Сибирской платформе.

Из этого обзора можно сделать выводы о тех условиях, которые необходимы для роста строматолитов. Прежде чем перечислить эти условия, мы



Фиг. 40. Зарисовка обнажения № 243 против д. Богучаны. Обнажаются пласты 4—6. Более темные строматолиты выделяются из нормально слоистых пород в виде «караваев» и биостеллов

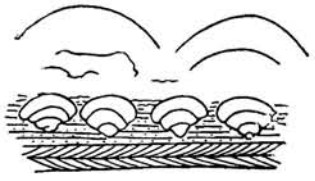
обратимся к тем наблюдениям, которые удалось сделать в поле в отношении изменения строматолитов по простиранию или иными словами — поведения строматолитов в пласте.

Строматолиты могут образовать сплошной пласт или пропласток в несколько сантиметров мощностью, тянущийся на километры. Такие пласты иногда отличаются от обычных известняков лишь внутренней сложной структурой, часто видимой в обнажении. «Желваковатая» структура известняка часто является одной из переходных от детритусового или хемогенного известняка к строматолитовым породам.

В песчаниках строматолиты, как правило, образуют желваки и «караваи» округлой или куполообразной формы. При этом отчетливая внешняя форма «каравая» совсем не обеспечивает четкой внутренней структуры. Наоборот — в красных песчаниках усть-кутской свиты в верховьях р. Ангары (табл. XXXVIII, *1*, *2*) и в богучанской подсвите низовий р. Ангары (фиг. 40 и 41), а также в аналогичных песчаниках на р. Подкаменной Тунгуске, строматолитовые «караваи» отчетливо отграничены от окружающей породы.

Они имеют бугристую верхнюю поверхность и неопределенную внутреннюю структуру в виде узорчатых известняков, сильно засоренных кластическим материалом. Наконец, строматолиты в оптимальных условиях среди карбонатных пород образуют биогермные выступы, обычно в виде купола (табл. XXXVIII, *1*) со сложной внешней и внутренней структурой. Такие биогермы в отличие от предыдущих форм роста сильно выдвигались над дном бассейна (50 см и более, до 2—3 м).

Образование выступа на дне водоема, благодаря жизнедеятельности организмов, явление обычное и широко распространенное в природе. Одни и те же организмы иногда создают биогерм, иногда же образуют биостром—пластообразную залежь, отличающуюся от первого своей горизонтальной протяженностью (Маслов, 1950). На основании изучения ископаемых рифовых тел и литературы по современным рифам можно сделать следующий вывод: биогермы растут при наличии организмов, образующих прикрепленный к основанию твердый как при жизни организмов, так и в ископаемом виде «скелет» в виде устойчивых бугров, чаш, кустов, вертикально стоящих корок и в особенности обволакивающих корок. Для успешного роста необходимы приток чистой воды и условия мелководья (хотя существуют исключения: мшанки образуют биогермы и при наличии мути). Благоприятными условиями является соседство глубокого моря с течениями и массой планктона.



Фиг. 41. Схематическое изображение того же обнажения, что и на рис. 40, но в другом месте по простиранию

Для мощного роста биогерма необходимым условием является медленное погружение основания, что отсутствует в условиях Сибирской платформы. Не будем останавливаться на разборе строения современных рифов — укажу только, что рифы, ранее считавшиеся коралловыми, теперь, после более детальных работ, во многих случаях во внешней волнорезной биогермной зоне оказались образованными, преимущественно, известковыми багряными водорослями, а именно — корковыми их формами. Эти формы образуют гладкие бугры и поверхности, цементируя отдельные выступы и рыхлый материал так, что никакой прибой, даже при наличии валунов, не способен разрушить очень быстро растущий волнорезный край. В более глубоких или защищенных внешним краем рифа местах растут ветвистые формы известковых водорослей, кораллы и другие известьотлагающие организмы, участвующие в образовании биогерма. Таким образом, решающую роль в образовании внешнего края рифа играют организмы, способные противостоять прибою. Другое дело в биогермах, которые находятся под некоторым слоем (10—20 м) воды или в закрытых от прибоя лагунах. Основной «костяк» такого биогерма слагают организмы, образующие бугры и вертикально стоящие скелеты (например, мшанки, одиночные кораллы, археоциаты и т. д.), между которыми обычно отлагаются детритус организмов и кластический материал.

В ископаемых рифогенных образованиях, в каждом отдельном случае, существуют специфические черты, обусловленные как теми организмами, которые образуют биогермы, так и условиями их произрастания.

Характер биогермов разного возраста обусловлен образующими их организмами. Так, в докембрии известны только строматолитовые биогермы в виде выступов или куполообразных тел. В кембрии биогермы образуются строматолитами, сине-зелеными нитчатыми известковыми водорослями, археоцитами и имеют вид линз и столбообразных куполов. В ордовике к рифообразующим организмам присоединяются мшанки, прикрепляющиеся иглокожие, строматопоры и кораллы. Форма биогермов

этого времени, как и в более поздних системах, очень разнообразна. В мезозое и кайнозое особое значение начинают прибретать багряные водоросли. В четвертичном периоде каменные багряные водоросли становятся важным и часто решающим фактором в образовании рифовых тел, придавая им особую специфику современных рифов.

Если перейти к ордовикским строматолитовым биогермам и биостромам, которые развиты по всей Сибирской платформе, то мы увидим свою специфику, выражающуюся как в форме и характере водорослевых построек, так и в составе пород. Уже не раз я останавливался на особенности строматолитовых образований, часто образующихся в опресненных условиях, а иногда, наоборот, в сильнозасоленных бассейнах. Благодаря этому животные нормально соленого моря обычно в строматолитах не встречаются. В ордовикских отложениях Сибирской платформы это правило иногда нарушается и мы изредка находим в строматолитах конусовидные наутилиды и колпачковидные раковины моллюсков или брахиопод плохой сохранности.

Нужно сказать, что эта фауна иногда изобилует количеством экземпляров, но всегда бедна видами. Как и в других случаях, это обстоятельство можно объяснить некоторым опреснением морского бассейна. Обычно строматолиты в ордовике Сибирской платформы образуют пласты или биостромы значительной протяженности. Но на краях этих мелей могут развиваться и биогермы рифового типа, правда, незначительной величины.

В низовьях р. Ангары нам удалось увязать ряд крупных обнажений на протяжении 200 км по прямой. Вскрытые этими обнажениями породы представлены отложениями брянской подсвиты и выше или нижележащими осадками. В результате получился разрез, где можно видеть фациальные переходы пород (см. таблицу сопоставления обнажений, фиг. 34), на которых мы уже раз останавливались (см. стр. 102).

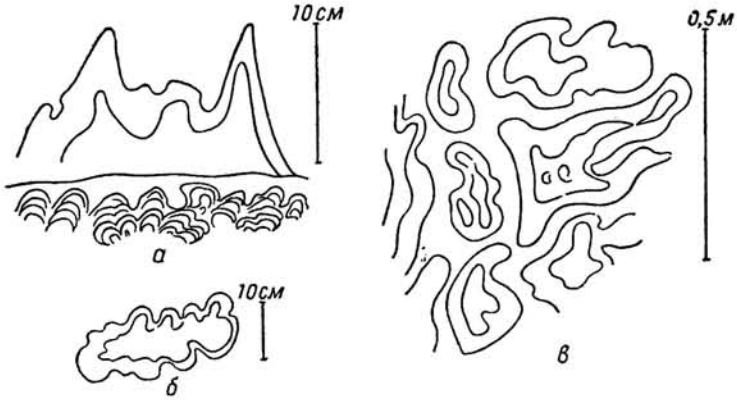
Строматолитовые пласты брянской подсвиты выдерживаются от Гороховой шиверы до дер. Богучаны, но мощность их претерпевает изменения. Соответственно меняется по простиранию состав включающих их песчано-карбонатных осадков, что можно иногда наблюдать в одном обнажении. Все фациальные изменения сводятся к следующим положениям: 1) красные цвета в одних и тех же горизонтах исчезают к западу, 2) мощность строматолитовой пачки уменьшается с востока на запад и в западных обнажениях сводится по существу к одному мощному пласту, 3) количество карбонатных пород также уменьшается в этом направлении, 4) на запад увеличивается количество оолитовых и светлоокрашенных песчаных пород, 5) красноцветные песчано-глинистые породы кадинской подсвиты на протяжении 200 км уменьшаются в мощности, по крайней мере, в три раза, но зато появляются новые пласты карбонатных и карбонатно-песчаных светлоокрашенных пород. Строматолиты ниже брянской строматолитовой пачки ведут себя по-разному: в осадках, появившихся за счет исчезновения красноцветов, появляются маломощные пласты строматолитов (один из них прослежен в трех обнажениях). В верхах овсянкинской подсвиты мощность строматолитового пласта резко уменьшается к западу, замещаясь светлыми песчаниками.

Строматолиты встречаются как среди красных осадков, так и среди светлых карбонатных пород. Являясь всегда мелководными, строматолиты иногда включают остатки морских животных (гастропод и наутилид) и, таким образом, не являются указателями солености воды.

Таким образом, прибрежные зоны слагаются светлыми терригенными породами. При удалении от берега появляются строматолитовые банки, а также породы, образовавшиеся в более глубоких местах бассейна с морской фауной. Красная окраска пород не является указателем глубоко-

водности бассейна и не говорит об опресняющем действии речных вод и красные осадки часто содержат пирит, псевдоморфозы по соли, гипс и т. д.

В обнажениях на р. Ангаре удалось наблюдать сложные взаимоотношения различных строматолитов и онколитов. В одном и том же пласте встречались куполообразные и столбчатые строматолиты. Последние, так же как и онколиты, часто занимали промежутки между куполами. Онколиты в виде лепешек величиной до 20 см местами лежали не на своей плоской стороне, а на ребре, что свидетельствует о сильном движении



Фиг. 42. Зарисовка выветрелой поверхности обнажения № 326

а — пласт 14, верхний конусовидный строматолит — *Conocollenia irregularis* f. n. в вертикальном сечении нижний слой *Collenia microstylostromica planotumulosa*; *б* и *в* — те же строматолиты в пласте 6 в горизонтальном сечении. Отчетливо видна внешняя плотина бесструктурная корка. Брянская шивера в низовьях Ангары

воды при их захоронении (возможно, прибой). Нарастание различных строматолитов один на другой (при этом смена бывает внезапная) в прихотливом сочетании говорит, на наш взгляд, об их органическом происхождении. Наличие в цементирующих осадках оолитовых зерен показывает насыщенность воды карбонатами и выделение последних химическим путем. Примесь кластического железистого материала часто окрашивает строматолиты в розовые и красные цвета.

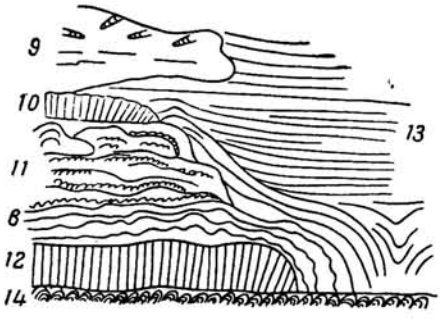
Ниже мы более подробно остановимся на взаимоотношениях строматолитов и вмещающих пород.

Как пример рифового залегания строматолитовых биогермов можно привести обнажение № 236 на правом берегу Ангары ниже Брянской шиверы. Обнажение это описано С. В. Обручевым (1933, т. II, стр. 162) под № 1535/217—221. Здесь им выделены внизу 1) глинистые зеленовато-серые песчаники слабо метаморфизованные интрузией траппа, на которых залегают: 2) строматолитовые известняки 8 м; 3) белые, розовые и зеленые песчаники 40—45 м; 4) темно-лиловые слюдистые известковистые песчаники — 20 м и 5) лиловые мергели и зеленые песчаники — 10 м.

Мной сделан детальный разрез этого обнажения с точным промером и выделением 14 пластов, которые могут быть объединены в две пачки (снизу): *А* — строматолитовая пачка рифогенных известняков, видимой мощности 14 м; Б — внизу серые и красные мергели и зеленые песчаники; вверху красные, розовые, бордовые и зеленые песчаники — видимой мощностью 35 м. Эти две пачки соответствуют второму и третьему пластам обнажения № 1535 С. В. Обручева.

Перейдем к попластовому описанию обнажения № 236 (снизу вверх). Внизу находится пласт 14, сложенный пропластками строматолитов разного типа. Здесь наблюдаются «бугры» или крупные вздутия из мелко столбчатых *Tubistromia* или почковидных строматолитов, которые к востоку сменяются конусовидными *Conocollenia* и столбчатыми формами строматолитов (фиг. 42). Мелкопочковидные строматолиты *Collenia planotumulosa microstilostromica* часто образуют сплошные пропластки. Видимая мощность — 4 м.

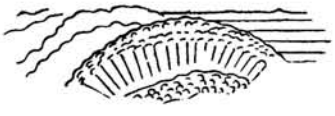
Выше лежат различные отложения в разных местах обнажения. На востоке находятся (пласт 13) листоватые зеленые и бордовые толстоплитчатые прочные карбонатные алевролиты и кластические известняки или известняковые песчаники, состоящие преимущественно из кластических зерен карбоната с резко очерченными окатанными зернами и небольшой примесью кварцевых зерен. Мощность этих пород на востоке — 5 м. На западе они по резким контактам сменяются рядом строматолитовых пластообразных тел.



Фиг. 43. Зарисовка контакта строматолитовых биогермных выступов с нормально слоистыми породами в обнажении № 236, пласты 9—14. Объяснение состава пластов — в тексте. Ниже Брянской шиверы, низовья Ангары

Контакт представляет собой четкую границу, где видно взаимоотношение строматолитовых построек и кластических пород (фиг. 43). В основании строматолитов залегает линза (пласт 12) крупностолбчатых строматолитов, торчащих наподобие частокола.

Эта линза, резко ограниченная в восточной части, покрывается и облекается волнистослоистым строматолитом (в), слои которого на востоке, загибаясь вниз, упираются в дно почти вертикально. Так как на востоке синхроничных пород близ биогерма не встречено, то надо думать, что непосредственно у края последнего проходило сильное течение, уносившее осадок и затруднявшее произрастание водорослей.



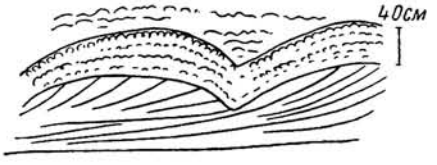
Фиг. 44. Характер перекрытия строматолитовых биогермов, направо — нормально слоистыми породами, налево — строматолитами другого состава. Обнажение № 236, пласт 10 в другом месте обнажения

В образовавшемся углублении накапливались более молодые кластические породы. Мощность пласта 12 — 1 м. Выше на биогермной части отлагались красные и серые мелко- и крупнобугристые формы строматолитов (пласт 11), образуя линзовидный пласт общей мощностью 1,5 м. Выше над ними залегает линза серых столбчатых строматолитов в виде «частокола» *Tubistromia limosa* f. n. в 40 см высотой и 2—3 см диаметром (10).

Эти строматолиты в восточной части обнажения прикрыты розовыми плитчатыми известняками пласта 13, в западной — вышележащими буграми — биогермами строматолитов (фиг. 44). В плитчатых известняках по трещинкам наблюдались черные пленки. Покрывающие пласт 10 на западе неправильные бугры-вздутия до 2 м диаметром отделены один от другого промежутками-щелями, в которых находятся розовые известняковые песчаники. Строматолиты здесь почковидные и конусовидные *Conophyton irregularis* и *Tubistromia reticularis spongiomorpha*, а внизу встречены мелкие (2—3 см длиной) конусовидные раковинки животных (возможно, наутилид) с выпуклыми к острому концу перегород-

ками на равном расстоянии друг от друга, но без ясного сифона. Расположение этих раковин беспорядочное. Мощность этого линзовидного пласта 2 м.

Следующий пласт (8) перекрывает, как биогермную часть, так и кластическую и состоит из косослоистых розовых тонкоплитчатых известняков. Верхняя поверхность пласта крупнобугриста. Под микроскопом обнаруживается, что известняк сложен изъеденными карбонатными обломками и неправильной формы обломками перекристаллизованных неоднородных известняков. Цемент бурый железисто-карбонатный. Происхождение породы, по-видимому, кластическое. Мощность пласта 0,5 м. Выше залегают крупные куполы-вздутия мелкобугорчатых строматолитов (7) *Collenia flabelliformis stylostromica Phytospongia cylindrica* g. et. sp. nov. нижняя поверхность которых совпадает с крупной бугристостью нижележащего пласта 8. Таким образом, здесь «бугры» образовались благодаря наличию рельефа в субстрате (фиг. 45). Возможно, что косая слоистость и «бугры» в той же породе (пласт 8) образовались за счет намывных кос или мета-ряби. Куполы компактные, прочные, по горизонтали достигают 2—4 м диаметра. Вверху отчетливо видна структура *stylostroma*, характерная для усть-кутских строматолитов района верховий Ангары и Илима. Вверху пласта встречаются онколиты. Мощность пласта (7) — 0,7—1,5 м.



Фиг. 45. Характер образования строматолитовых выступов на косослоистых кластических мелкокомковатых известняках пласта 8, обн. № 236. Бугры мелкопочковидных строматолитов

Выше располагается пестрый строматолитовый массивный известняк, состоящий из строматолитов, конусовидных в вертикальном сечении и почковидных в горизонтальном (фиг. 42), аналогичных пласту 14 (но более обильных) *Conocollenia irregularis*. Эти образования в виде банки венчают строматолитовые постройки и имеют мощность 2 м.

Выше располагается пачка *Б*, которая не содержит строматолитов и по своему положению, вероятно, относится уже к криволуцкой свите, в то время как пачку *А* мы относим к верхней части усть-кутской свиты.

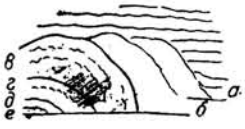
Из вышеприведенного описания вытекает, что в обнажении № 236 в пластах 13—9 мы имеем дело с краем строматолитовой мели, которая обрывалась уступом не менее, чем в 2,5 м высоты над дном восточной части водоема, где, вероятно, проходило сильное течение.

Наличие такого течения подтверждается в других обнажениях присутствием крупных плоских онколитов (10—15 см), поставленных на ребро. Еще в 1938 г. я писал о том, что на некоторых строматолитовых мелях ордовика Ангары и Илима существовало сильное движение воды, которое катало и ломало крупные онколиты. В ряде случаев это могло быть обусловлено и волнением, однако наличие косой слоистости течений и ряби течений (табл. XXXVII, *2*) выше или ниже строматолитов, несомненно свидетельствует о существовании течений в данном водоеме.

Приведенное описание показывает разнообразие форм строматолитов, сменяющих друг друга по вертикали.

Отчетливо видно, что столбчатые формы развиваются дважды на протяжении нескольких метров по мощности. Возможно, эта смена обусловлена изменением фациальных условий, но разница их по другим осадкам не улавливается. Пласт 13, довольно однообразный по составу, не синхроничен пластам 10, 11, 12, а более поздний; поэтому он не может быть критерием однообразия отложения кластических осадков. По-видимому, породы пласта 13 отлагались одновременно с породами пласта 9, т. е. в условиях более глубокого моря, где жили наутилиды.

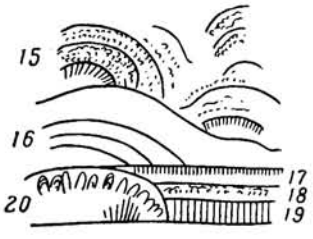
Наблюдениями в обнажениях установлено, что и по простиранию строматолиты иногда резко изменяются по своему составу и характеру построек. Так, например, в обнажении № 240 в пласте 9 на расстоянии нескольких десятков метров строматолитовые крупные вздутия — бугры переходят в слоистые известняки с крупными онколитами (фиг. 26 и 27). Здесь также мы находим, кроме обычных известковых галек, онколиты, местами захороненные в вертикальном положении. Это говорит о сильном движении воды и, может быть, о частичном оплывании осадка. Самообразование крупного онколита предполагает существование достаточно сильного движения воды, при котором онколит переворачивался бы и его корочка развивалась бы одинаково, обволакивая весь обломок целиком.



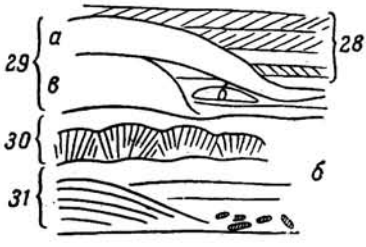
Фиг. 46. Характер смены строматолитовых биогермов горизонтально слоистыми оолитовыми известняками (вправо) в пласте 25, обн. № 214 (Гороховая шивера, низовья Ангары). Объяснение в тексте.

Образование онколитов, также как и строматолитов, связывается с жизнедеятельностью низших обволакивающих водорослей, поэтому глубина бассейна была также не велика. Если строматолиты росли на глубине от 0 до 10—20 м, то онколиты образовались на той же глубине и в данном случае (обн. № 240, пласт 9) жили всего на 2—4 м глубже, чем строматолиты, слагавшие основную мель.

Другой пример внезапного фациального перехода изображен на фиг. 46 (обн. № 214, пласт 25). Здесь крупное «вздутие-купол» биогерм, состоящий из строматолитовых слоев, к северу сменяется оолитовыми известняками, которые вверху упираются в край «купола» впритык, а в самом низу переходят в верхние слои купола. Как и в обнажении № 236,



Фиг. 47. Смена строматолитовых биогермов по горизонтали и по вертикали в обнажении № 214, пласты 15—20. Объяснение в тексте



Фиг. 48. Характер смены строматолитовых биостромов нормально слоистыми породами в пластах 28—31 обн. № 214. Объяснение в тексте

здесь горизонтально-слоистые породы более поздние, чем строматолиты в «куполе»-биогерме.

Похожие взаимоотношения мы можем наблюдать в том же обнажении в пластах 17—20, 28, 29 (фиг. 47 и 48). В некоторых случаях промежутки в биостромах мелкобугорчатых или мелкостолбчатых строматолитов выполнены слоистыми известняками обычного или оолитового состава (фиг. 46). Смена биогермов по горизонтали и вертикали другими «куполами» с другими строматолитами часто происходит так же, как и в обычных слоистых породах. Иными словами, биогермы более позднего периода сменяют подстилающие биогермы-«куполы», заполняя и депрессии между последними и надстраиваясь над старыми куполами, что можно видеть в обнажении № 214 пласты 15, 16, изображенные на фиг. 47.

Все эти наблюдения говорят о том, что «куполы»-биогермы: 1) возвышались над дном почти на полную свою высоту, 2) осадок между ними отлагался значительно медленнее и, вероятно, уносился движением воды, 3) край строматолитовой мели характеризуется очень сильным течением, где почти не отлагался кластический и карбонатный материал и, наконец, 4) при смене режима осадки в первую очередь заполняли депрессии, а затем перекрывались и строматолитовые постройки.

Нужно указать, что водоем сохранял подвижность воды и в местах, неблагоприятных для роста строматолитов.

Мы рассмотрели условия образования строматолитовых построек в участках, где главная масса кластического материала уносилась, благодаря чему его было мало. В участках же усиленного отложения песчано-глинистого материала (надо думать, с более слабым течением) строматолитовые постройки росли несколько по-иному. Это можно видеть в обнажении № 243 против дер. Богучаны, где строматолитовые биогермы встречены среди относительно длительно существовавших красноцветных песчаников (фиг. 40 и 41).

Сами биогермы интенсивно окрашены красным железистым материалом, сильно засорены кластическим алевролитово-глинистым осадком и потеряли четкую внутреннюю структуру, обычную для строматолитов среди чистых известняков. Но внешняя форма строматолитовых биогермов четко выделяется благодаря их большой твердости и известковистости. При выветривании строматолиты выступают в виде «караваев» и позволяют видеть в обнажении их рост. Расположены эти образования в шахматном порядке в нижней части обнажения на некотором расстоянии друг от друга среди красного песчаника.

Этот пласт подстилается песчаником с прибрежной косой слоистостью и слоистостью потоков (фиг. 41). Вверх строматолиты разрастаются, занимая все больше и больше пространства (фиг. 40), нарастая все время на одном и том же месте последовательными куполами. В верхней части строматолитовых «столбов» промежутки заполнены не обычным песчаником, а песчанистым известняком, что нужно связывать с некоторым изменением режима водоема.

В конце концов, в верхней части обнажения (пласт 4) биогермы строматолитов сливаются друг с другом и местами нарушают закономерное наращивание куполов, образуя более крупные вздутия в виде сплошного пласта (фиг. 41). Выше все перекрывается красноцветным песчаником без строматолитов.

5. СТРОМАТОЛИТЫ И ХЕМОГЕННОЕ ОСАДКООБРАЗОВАНИЕ

Строматолиты тесно связаны со вмещающей породой. Особенно отчетливо это видно в тех случаях, когда кластический осадок в виде пылевидного красного железистого материала, песка или оолитовых зерен засоряет тело строматолита, придавая ему различную окраску и пестрый вид. Несомненно, что вместе с терригенным осадком к строматолитам примешивается также механически осаждающийся карбонатный осадок. Но как мы видели выше (см. главу II), водоросли также отлагают карбонат, о чем свидетельствуют наблюдения над современными формами. Поэтому интересно было бы выяснить роль жизнедеятельности водорослей в отложении карбонатов и значение карбонатоосаждения химического и механического происхождения. Известковые водоросли отлагают при жизни или кальцит или арагонит. Последний в ископаемом виде обычно выглядит как перекристаллизованный кальцит. Естественно ожидать, что строматолиты среди доломитового осадка останутся кальцитовыми. Однако такое соотношение нам не встретилось.

Нижняя часть усть-кутской свиты на р. Лене (нижняя строматолитовая подсвита) и верхняя ее часть на р. Ангаре и Илиме сложены доломитами и доломитовыми песчаниками без фауны, но со строматолитами. На р. Нюе верхняя часть усть-кутской свиты (усть-нюйская подсвита) сложена мергелями, песчаниками и известняками с многочисленной морской фауной и редкими пропластками строматолитов (два пропластка). Ряд произведенных анализов пород и строматолитов из разрезов по рекам Нюе, Илиму и Лене сведен в таблицу (табл. 6, фиг. 49).

Рассматривая табл. 6 можно видеть два порядка цифр: один относится к строматолитовой подсвите усть-кутской свиты (обн. № 101 и 17,19) и характеризуется обилием доломита, причем как вмещающие породы (чаще песчанистые доломиты), так и сами строматолитовые постройки состоят из почти чистого доломита или известковистого доломита. Другой порядок цифр относится к усть-нюйской подсвите усть-кутской свиты (обн. № 106, 133) с нормально морской фауной и большим количеством кальцита, т. е. почти чистыми известняками или чаще песчанистыми известняками. Строматолит, встреченный в этих породах, также отличается большим содержанием кальцита.

В условиях нормальной солености, как это можно видеть по составу обычной морской фауны (трилобиты, брахиоподы, иглокожие, гастроподы, наутиллиды, остракоды, мшанки и т. д.), отлагался кальцит как хемогенный, так и органогенный, образующийся благодаря накоплению детритусового материала из раковин животных, а также благодаря фотосинтезу растений (водоросль *Nuia sibirica* Mas l. и строматолиты *Collenia columnaris glebulosa porosa*). Доломитовый состав строматолитовой подсвиты нужно связывать с мелководными условиями отложения при ненормально соленой морской воде, где не могли жить обычные морские организмы, а развивалась лишь флора водорослей, преимущественно сине-зеленых. В случаае же нормальной и морской солености, в таких же мелководных условиях, развивалась обычная морская фауна.

Интересно отметить, что строматолит *Fossella cerebriformis*, найденный среди мергелей, подстилающих гипсы готланда (?) (обр. 104), также обладает чисто известковым составом. Это говорит о том, что условия засолонения в данном случае не сопровождались доломитообразованием. Строматолиты и доломиты верхней части усть-кутской свиты на р. Ангаре образовались в совершенно иных условиях, на мелях с опресненной водой (в фациях мелей с притоком пресной воды) при увеличенном количестве дождевых осадков или может быть благодаря притоку речных вод с содержанием кластического материала.

В условиях нормальной солености, как это можно видеть из всего этого, а также из изучения строматолитов другого возраста, мы можем заключить, что строматолиты образуются в разных условиях солености, но наибольшее развитие имеют в ненормальносоленой воде.

Другой вывод вытекает из рассмотрения количества нерастворимого остатка, который достигает десятков процентов во вмещающих породах и обычно мал в строматолитах (фиг. 49). Это объясняется тем, что, как мы видели выше, большая часть терригенного осадка ссыпалась со строматолитов в промежутки между ними, а также более интенсивным карбонатоосаждением на строматолите, чем в окружающих осадках в момент образования строматолита.

Необходимо отметить, что известковые строматолиты из усть-нюйской и гипсоносной подсвит ордовика имеют хорошую сохранность, не перекристаллизованы, а доломитовые строматолиты нижней части усть-кутской свиты (строматолитовая подсвита) являются большей частью кристаллически зернистыми. Поэтому нельзя утверждать категорически, что пер-

Химические анализы карбонатных пород ордовика и

№ п. п.	Возраст	№ обнажения	Пласт	Местонахождение	Нерастворимый остаток	R_2O_3	CaO	MgO	CO_2
1	Cm_3O_1	101	1	Р. Лена (строматолитовая подсвита)	2,44	0,28	35,78	16,11	45,25
2	»	101	5	То же	20,00	1,79	23,73	16,99	34,80
3	»	101	8	»	25,48	1,00	22,68	16,17	34,65
4	»	101	13	»	1,79	0,78	30,31	20,76	45,60
5	»	101	17	»	10,96	1,31	26,88	19,04	41,30
6	0	106	1	Устье Нюи (усть-нюйская подсвита)	23,03	1,08	41,03	0,97	32,55
7	»	106	2	То же	37,69	1,78	32,63	1,14	26,35
8	»	106	3	»	13,46	0,64	46,46	1,24	37,15
9	G	104	—	Р. Лена (гипсоносная подсвита)	5,44	0,80	51,12	1,23	40,85
10	O_1	133	1	Р. Нюя (усть-нюйская подсвита)	16,20	0,86	44,70	1,77	36,41
11	»	19	7	Р. Илим (верхи усть-кутской свиты)	2,78	0,88			
12	»	19	10	То же	4,34	0,82			
13	»	17		»	6,40	0,58			
14	Q	160щ		Алтай (межледниковые осадки)	5,16	0,20			

вичное отложение карбоната в доломитовых строматолитах не изменялось под влиянием диагенеза и эпигенеза.

Но некоторые, по-видимому, первичные структуры строматолита *Collenia columnaris reticulo-glebulosa* (т. е. сгустково сетчатая структура) из образца № 101 в устье р. Нюи из нижней части усть-кутской свиты указывают на малую вторичную перекристаллизацию, что свидетельствует о первичности доломита в этих строматолитах.

Сравнивая ордовикские и готландские строматолиты по содержанию в них кальцита и доломита (см. табл. 6), их можно разделить на две резко отличные категории: 1) целиком доломитовые с количеством доломита 74, 54 до 97, 70% и 2) почти чисто известковые с количеством доломита менее 11,5%. Строматолит из четвертичных отложений Алтая, приведенный в табл. 1, *1* и *2*, для сравнения со строматолитами других возрастов, имеющий исключительно хорошую сохранность и совершенно не перекристаллизованный и не содержащий легкоотличимых кристаллов доломита (содержит доломита 25, 73%), занимает промежуточное положение между двумя вышеуказанными категориями.

Отсутствие перекристаллизации в строматолите *Collenia dendractis densa* четвертичного возраста указывает на его первично доломитовый состав, несмотря на то, что мы не видели вмещающих его пород.

Из рассмотрения кратких и немногочисленных анализов можно сделать следующий предварительный вывод, требующий дальнейшей проверки.

готланда низовьев р. Нюи (в %)

Таблица 6

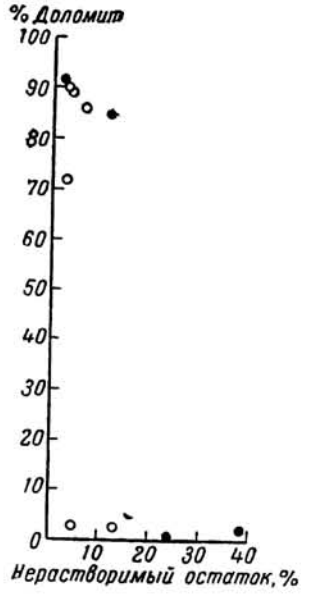
Сумма	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Доломит	Избыток MgO	Порода или название строматолита	Пересчет на чистый карбонат			
						$CaCO_3$	$MgCO_3$	Доломит	Кальцит
99,86	63,85	32,92	72,03	0,37	*Collenia plana tenuilamellosa*	65,93	34,07	74,54	25,46
97,31	42,35	31,01	67,85	2,16	Песчаный доломит	57,72	42,28	92,50	7,50
99,98	40,47	32,31	70,70	0,72	» »	55,60	44,40	97,14	2,86
99,24	54,09	41,81	91,38	0,77	Доломит	56,40	43,60	95,40	4,60
99,46	47,97	38,73	84,74	0,49	Доломит	55,32	44,68	97,70	2,30
98,65	73,22	0,69	1,51	0,28	Песчанистый известняк	99,05	0,95	2,07	97,93
99,59	58,23	1,14	2,49	0,45	» »	94,86	5,14	11,28	88,72
98,95	82,91	1,34	2,93	0,60	*Collenia glebulosa porosa*	98,40	1,60	3,50	96,50
99,44	91,23	1,42	3,10	0,68	*Fossella cerebriformis*	98,46	1,54	3,37	96,63
99,94	79,77	2,55	5,58	0,56	Песчанистый известняк	96,90	3,10	6,78	93,22
	53,64	41,89	90,65		*Collenia rectostylostromica*	56,15	43,85	95,94	4,06
	52,38	40,95	89,60		*Collenia stylostromica fistulosa*	56,12	43,88	96,01	3,99
	52,70	39,43	86,27		*Collenia undosa glebulosa*	57,31	42,69	93,40	6,60
	78,48	10,23	22,28		*Collenia dendractis densa*	88,24	11,76	25,73	74,27

Химический состав строматолитов изменяется в зависимости от режима, который царствовал в момент образования строматолита. В том случае, если кругом отлагались доломиты, или доломитовые осадки, то и строматолит был доломитовый, если известняки или известковые породы — то и строматолит был известковым. Иными словами, химический состав «скелета» этих образований был близок карбонатному составу окружающих осадков.

Таким образом, преобладающая форма карбонатообразования осадка влечет за собой и соответствующий химический состав строматолита. Это говорит о том, что рост строматолитов зависит от условий осадкообразования значительно больше, чем у обычных организмов. Хорошо известно, что большая часть карбонатных организмов при разнообразных условиях выделяет известь с малым количеством магния. Если учесть наблюдения над современными образованиями, аналогичными строматолитам (работа Блэка), то станет понятна тесная связь строматолитов с осадкообразованием, так как минеральный осадок терригенного или химического происхождения участвует (иногда в подавляющем количестве) в образовании строматолитов. Все строматолиты ордовика нужно считать образовавшимися в очень мелком море не глубже 20 м (по-видимому, 5—10 м), что в некоторых случаях, подтверждается нахождением в близлежащих отложениях псевдоморфоз по соли, гипсовых линз и трещин усыхания. Иногда строматолиты растут на растресканной породе, образуя первичные вздутия на отколовшихся участках затвердевшего ила, что наблюдалось мною на

р. Илиме в усть-кутской свите. Трещины усыхания возникали благодаря поднятию дна бассейна выше уровня воды и сильной инсоляции, высушившей осадок. Иногда одновременно со строматолитами происходило образование оолитов, которые наблюдались внутри строматолитов или в промежутках между ними.

Химическое осаждение карбоната в виде оолитов возможно является не единственной формой химического осадка. Так, в кайнозойских осадках некоторыми исследователями описаны карбонатные корки химического происхождения. Возможно, что при выходе строматолита на поверхность на нем могли отлагаться слои только химического происхождения. Эти слои, имеющие структуру сплошного микрозернистого карбоната, могли чередоваться с водорослевыми слоями. Таким образом, можно допустить, что существуют строматолиты смешанно органогенно-химического происхождения. По-видимому, такое происхождение имеют коллении с зернистой структурой.



Фиг. 49. Диаграмма распределения доломита в породах и строматолитах ордовика Сибирской платформы. Кружочки — строматолиты; точки — карбонатные породы (в %)

Вопрос об участии химизма в образовании строматолитов ставился некоторыми авторами (например, Bradley, 1923) в связи с осушением некоторых строматолитов и обнаружением среди слоев этих образований радиально-лучистых агрегатов карбоната. Несомненно, что спорадически могло возникать временное обсыхание участков дна или интенсивное выпаривание воды на строматолитовой мели. Но в этих случаях легко обнаруживается крупнокристаллическая и радиальная или шестоватая структура карбоната.

Значительно больший интерес представляет микро- или криптокристаллический карбонат, который входит в состав слоев строматолита и который в значительной мере остается загадочным.

Работы Ривьера (Riviere, 1939) показали, что ассимиляция углерода хлорофилом водорослей из окружающей воды понижает количество растворенной углекислоты. В результате происходит частичное разложение бикарбонатов и выпадение в осадок извести при pH-8,4. Полученный Ривьером при таком процессе искусственный осадок состоял из пылевидных ромбоэдров кальцита, аналогично «*algal-dust*» коралловых островов и рифов. Все осадки содержали одну молекулу $MgCO_3$ на две—четыре молекулы $CaCO_3$. Эти пропорции зависят от условий опыта, содержания магния и постоянного щелочного резерва.

В современных условиях Средиземного моря, по данным Блана и Молинье (*Blanc et Molinier*, 1955), в водорослевых известняках с *Tenarea* магний и кальций находятся в разных соотношениях. Оптимальные условия для данных известняков наблюдаются в подвижных водах приливно-отливной зоны, т. е. в пределах первых метров от уровня.

Выпадение карбонатов под влиянием жизнедеятельности водорослей или бактерий в морских условиях всегда сопровождается появлением карбоната магния в смеси с $CaCO_3$. Так как оба карбоната имеют близкие параметры и кристаллизуются в одной сингонии, $CaCO_3$ может быть частично или целиком замещен доломитом, что подтверждено Перинэ (Perinet, 1951), исследовавшим осадки под рентгеном.

Между тем из наших материалов из ордовика и готланда следует, что существуют строматолиты, исключительно бедные магнием.

Если *Fossella*, очень бедный магнием строматолит из готланда (?) р. Нюи, возможно, существовал в опресненных условиях, где магния в растворе было мало, то другой также бедный магнием строматолит из усть-нюйской подсвиты (*Collenia glebulosa porosa*) находился среди морских песчаников с фауной и рос в морских условиях с достаточным количеством магния в растворе.

Мы видели выше, что химический состав строматолитов в общем отвечает составу карбоната окружающих осадков. Иными словами, соотношение магния и кальция в строматолите отвечает тем же соотношениям, которые наблюдаются в карбонатах, осажденных химическим путем. Поэтому можно предположить, что химическое осаждение карбоната в строматолите происходит в виде криптокристаллического или микрозернистого карбоната, механически застревающего среди известьотлагающих или необызвествленных низших водорослей. Эти водоросли обусловливают форму строматолита, но сами могут не сохраняться и строматолит, таким образом, может не содержать других органических структур, кроме слоистости и внешней своей формы.

При рассмотрении такого химико-механического образования строматолита нельзя пройти мимо возможности химико-бактериального образования тонкозернистого карбоната.

Лалу (Lalou, 1954) опытным путем доказал, что если в аквариум добавить к морской воде усвояемое органическое вещество, то увеличивается жизнедеятельность бактерий. На поверхности стенок аквариума появляется кристаллическая пленка, состоящая из кристаллов кальцита, арагонита и доломита. В начале опыта происходит понижение pH при освобождении CO_2, далее pH увеличивается, а ионы Ca и Mg переходят в бикарбонаты, что создает условия для кристаллизации карбонатов. По Ривьеру начальное понижение pH позволяет увеличиться щелочному резерву. Отложению карбонатов кальция и магния предшествует выпадение растворенных сульфатов и освобождение сероводорода. Сероводород переводит гидроокись железа в стойкий FeS, который быстро окисляется, если среда перестает быть восстановительной. Таким образом, при химико-бактериальном процессе существует восстановительная фаза. Ряд опытов Люка (Lucas, 1948, 1949) показал реальность осаждения солей кальция и магния из морской воды под влиянием жизнедеятельности бактерий. Этот процесс может совмещаться с влиянием ассимиляции углерода хлорофиллом водорослей и изменением щелочного резерва морской воды. Бактерии и сине-зеленые водоросли составляют особую группу организмов, клетки которых лишены оформленного ядра, и хромопластов. Многие ботаники противопоставляют этой группе остальные растения, резко отличающиеся присутствием не только ядра и хромопластов, но и половым процессом. Как бактерии, так и сине-зеленые водоросли очень широко распространены в самых разнообразных условиях.

Как известно, сине-зеленые водоросли живут в воде (пресной и соленой), на суше в увлажненных местах, внутри известковых пород близ поверхности, в почве, в темных пещерах и т. п. Еще шире развиты бактерии с большим разнообразием условий. Но если сине-зеленые водоросли обладают способностью фотосинтеза и в большинстве своем автотрофны — бактерии лишены хлорофилла. Для своего существования бактерии обычно нуждаются в азотсодержащих соединениях или в органических веществах. Кроме того, им необходим ряд элементов минерального происхождения (P, S, Cl, K, Fe, Na, Ca, Mo, Mn, Cu, B и др.).

Но часть бактерий автотрофна. Это так называемые нитрифицирующие бактерии, которые, окисляя неорганические соединения, способны использовать образующуюся при этом энергию на ассимиляцию углекислоты атмосферы. Развитие таких нитрифицирующих бактерий возможно на средах, лишенных органических углеродсодержащих соединений. Такой же способностью обладают серобактерии, железобактерии и т. п., окисляющие разные элементы. Бактерии делятся по своему образу жизни на аэробные (живущие на воздухе) и анаэробные (живущие без доступа воздуха). Благодаря ничтожным размерам (от долей до нескольких микронов), разнообразной физиологии питания и способности приспособляться к различным условиям внешней среды, бактерии распространены везде. Их можно встретить в илу, в воде, в почве, в растениях, в животных и т. д. Поэтому у нас нет основания утверждать, что их не было в строматолитах. Наоборот, логически рассуждая, пленки сине-зеленых и других водорослей на строматолите, погибавшие в холодные сезоны, создавали питательные органические среды для бактерий.

Опыты В. О. Калиненко с обычными колониями некоторых бактерий, при определенных условиях и в присутствии карбонатов в растворе, доказали возможность выпадения карбоната в осадок благодаря хемосинтезу этих организмов. Более того, этот осадок обладал определенной сферической грануляцией. Мы не можем утверждать, что формы карбонатных гранул, описанные Калиненко, являются единственно возможными. Очень вероятно, что в иных условиях жизни бактерий осадок будет иметь иной вид. Замечу, между прочим, что многими исследователями пылевидный кальцит (так называемый дрюит) современных морей относится к жизнедеятельности кальцитообразующих бактерий. Так ли это — мы окончательно сказать не можем, но отрицать осаждение карбоната бактериями мы не имеем права.

В осадках нижнего и среднего палеозоя встречаются мощные толщи немых известняков и доломитов, образованные в условиях, где не могли жить обычные морские или пресноводные животные. В тех случаях, когда в этих осадках встречаются строматолиты, мы предполагаем расцвет в этих условиях сине-зеленых водорослей. Если ясно выраженных строматолитов нет, мы строим предположения о происхождении карбонатных пород, по возможности, связывая образование осадка с химическим выпадением карбоната из раствора. Во многих случаях в таких породах встречаются гранулы, аналогичные описанным В. О. Калиненко. Иными словами, мы можем также предположить бактерио-хемогенное происхождение строматолитов. Замечу, между прочим, что количество таких пород в эпиконтинентальных морях резко уменьшается в мезозое, заменяясь в мелу кокколитофоридовыми известняками. Не сказалось ли здесь уменьшение содержания карбоната в морях, благодаря пышному развитию более высокоорганизованных растений и животных, образовавших известковые скелеты и оболочки?

Если гранулярную структуру немых известняков пластового и горизонтально-слоистого сложения мы можем объяснить результатом бактериальной жизнедеятельности, то почему строматолиты такой же структуры не объяснить той же причиной?

Эта точка зрения может объяснить происхождение большинства строматолитов нижнего кембрия Сибирской платформы и многих строматолитов протерозоя, не обладающих «водорослевыми» микроструктурами. Так, в нижнем кембрии Сибири крупнокупольные формы, описанные некоторыми геологами (Е. А. Нечаева, И. К. Королюк и др.), не обладают какими-либо специфическими микроструктурами и не отличимы от обычного доломитового осадка. К бактериальным или бактериально-водорослевым структурам, возможно, относятся «узорчатые известняки»

или структура «катангазиа». С этой точки зрения могут быть объяснены некоторые структуры или пленки пелитоморфного карбоната, описанные в систематической части. В самом деле, тонкие «афанитовые» пленки, характерные для морфологического типа *Saccus* и других типов и форм, могут быть объяснены образованием их или в отсутствии водорослей или при их гибели, как осадок, получившийся в результате жизнедеятельности бактерий. Образование карбонатного слоя в виде нависающих стенок при недостаточной освещенности не противоречит бактериальной гипотезе. Неоднократное нахождение пирита в строматолитах и в красноцветных породах, лишенных других органических остатков, также не противоречат нашим предположениям.

Как мы видели выше на стр. 40, опыты В. О. Калиненко показывают локальные изменения кислотности среды под влиянием бактериальной колонии. В случае развития бактериальной колонии на строматолите каждая колония явится таким локальным центром карбонатоосаждения. Такие колонии будут накапливать карбонат быстрее, чем окружающий строматолит осадок, так как к механическому осадкообразованию прибавится бактериально-химическое. Если представить себе, что при смене сезонов сине-зеленые водоросли будут чередоваться с сезонами расцвета бактерий, мы получим естественное объяснение образования строматолитов в том числе и таких, которые с трудом объясняются одной водорослевой гипотезой, как, например, конофитоны.

При наличии зернистой однородной структуры строматолита говорят о его плохой сохранности и полной перекристаллизации. Но так ли это? Некоторые строматолиты настолько тонкослоисты,что для водорослевых структур, имеющих толщину в десятые доли миллиметра, просто нет места. Тонкозернистая структура бывает часто настолько четкая и отчетливая, что трудно говорить о перекристаллизации при наличии округлого габитуса зерен и примеси терригенного материла такого же размера. В таких случаях можно предположить, что структура строматолита первична, а его происхождение связано с пленками необызвествленных водорослей, между нитями которых отлагался механический осадок или с пленками бактериальных колоний, или с теми и другими одновременно. Таким образом, не имея прямых доказательств об отложении карбоната в строматолитах в результате жизнедеятельности бактерий, мы, на основании общих соображений, можем предположить о влиянии бактерий на образование строматолитов.

В заключение можно выдвинуть тезис о происхождении строматолитов. Строматолиты — сложные образования, в которых в разной степени участвуют водоросли, механический и, возможно, химический и бактериально-химический осадки, а иногда и животные. С этой точки зрения форма их есть выражение тех фациальных условий, с которыми строматолиты тесно связаны и чувствительным указателем которых они являются. Изменение и исчезновение некоторых, труднодешифрируемых условий в течение истории земли могут дать стратиграфические реперы, в виде исчезнувших или появившихся форм строматолитов. Можно предполагать, что многие зернистые строматолиты (в особенности протерозойские и нижнекембрийские) имеют преимущественно бактериально-химическое происхождение.

На ископаемом материале трудно выяснить все процессы, протекавшие при образовании строматолита. Иногда встречающийся в слоях строматолитов пирит может быть отголоском восстановительной фазы имевшей место в начальной стадии бактериального процесса карбонатоосаждения, которая рассматривалась выше.

Глава VI

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ

1. ЗАВИСИМОСТЬ СТРОМАТОЛИТОВ ОТ ОКРУЖАЮЩИХ УСЛОВИЙ

Структуры строматолитов ордовика обладают слоистостью, вероятно, являющейся отражением годичных перемен — лета и зимы, сказывающихся на изменении температуры воды. Иными словами можно говорить о сезонных слоях, т. е. о смене благоприятных и неблагоприятных условий для произрастания флоры. Не всегда эти слои отчетливы, иногда они почти отсутствуют, что нужно отнести за счет ценозов водорослей и их выносливости к сменам температуры. Красноцветные осадки, образуемые за счет пустынных материков, а также линзы гипса и глиптоморфозы по соли в братско-макаровской свите, свидетельствуют об условиях жаркого климата, господствовавшего как в это время, так и в верхоленское. Усть-кутская и криволуцкая свиты, заключенные между этими типично-красноцветными свитами, также содержат пласты красных пород, но в меньшем количестве. По-видимому, климат в это время не был холоднее, но более мощный приток речных вод, возможно, большая влажность и наличие более глубоких бассейнов обусловливали менее засушливые условия и отсутствие чисто лагунных фаций.

Таким образом, строматолиты усть-кутской свиты жили в теплой воде жаркого климата. Оптимальные условия для роста строматолитов требовали отсутствия большого количества терригенного материала, в результате чего в строматолитах появлялся ряд микроструктур, описанных выше (см. главу II) и послуживших нам для выделения форм. При росте среди типичных красноцветов (в верхах усть-кутской свиты в верховьях р. Ангары, в низах усть-кутской или в верхах верхоленской свиты в низовьях р. Ангары и Подкаменной Тунгуски), строматолиты, образуя крупные и мелкие биогермы, теряют свои отчетливые микроструктуры и нормальный их рост нарушается. Образование таких форм надо связывать с существованием более засушливых условий мощных песчаных бурь, когда «дыхание пустыни» и влияние суши сказывались сильнее. Для примера укажем на *Fossella cerebriformis*, найденную под гипсоносными пластами и имевшую на своей верхней поверхности первичные кристаллы гипса, указывающие на нормальное развитие строматолита в засушливых почти лагунных условиях. Здесь отсутствовали красноцветные терригенные осадки и не было такого количества песчаного материала, как в красноцветных свитах, который бы мешал росту строматолита. Лишь выпадение солей прекратило его рост. Таким образом, главной причиной угнетения роста строматолитов было обилие терригенного материала.

Мы уже останавливались на губительном влиянии хемогенного осадкообразования на развитие строматолитовых микроструктур. Но мне

кажется, что такое осадкообразование не всегда можно связать с повышением температуры.

Из всего вышеизложенного можно сделать ряд заключений о связи строматолитов с окружающей средой.

1. Строматолиты образуются при участии различных водорослей, терригенного или химического осадка и возможно бактерий в зависимости от солености воды, количества приносимого терригенного материала, глубины басссейна, силы движения воды (прибой и течения) и других причин, которые в ископаемом виде в настоящее время нами пока не расшифровываются или устанавливаются с малой долей вероятности (pH, количество бактерий и их состав и т. п.). В силу всех этих причин мы даже в одном пласте встречаем разные формы строматолитов, сменяющих друг друга в вертикальном разрезе.

2. Все строматолиты являются образованиями мелководными, так как жившие на них водоросли нуждались в свете. Вода была хорошо аэрирована волнением и течениями. Относительная близость берега обусловливала приток кластического материала, который при осаждении его в большом количестве действовал губительно на строматолиты и, накапливаясь быстрее их роста, не позволял им образовываться. При сравнительно небольшом количестве кластического материала, строматолиты росли очень интенсивно. В устькутской свите кластический материал поступал все время, но в разных количествах. В случае приноса его воздухом количество этого материала поступало относительно немного (в единицу времени) и строматолиты, засоряясь им, росли интенсивно. Когда же течения в приустьевых частях рек доставляли много песка, строматолиты исчезали или образовывали отдельные выступы сравнительно небольших размеров внутри маломощных пропластков. Обильный кластический материал, отлагающийся одновременно с нарастанием строматолита, обусловливает: а) разобщение строматолитовых вздутий, что дает возможность ссыпаться кластическому материалу со строматолита в промежутки между вздутиями; б) засорение самого тела строматолита и исчезновение четких микростроматолитовых структур; в) постоянный рост строматолита на одном и том же месте и образование в результате столбообразных «биостеллов». Смена режима в сторону уменьшения количества кластического материала приводит к расширению строматолитовых биогермов. Как пример укажем обнажение № 243 (фиг. 40), где мы наблюдаем снизу вверх циклическую смену пород от косослоистых песчаников к песчаникам более спокойного режима с возникновением отдельных «караваев» строматолитов, которые выше в песчанистых известняках развиваются в «столбы» строматолитов. Еще выше они переходят в сплошные «строматолитовые» известняки, которые в самом верху внезапно сменяются опять песчаниками, аналогичными песчаникам основания (фиг. 41).

3. Строматолитовые и онколитовые образования ордовика р. Ангары росли в теплом климате, на что указывают глиптоморфозы по соли из выше и нижележащих свит. Весьма вероятно, что температура воды была относительно высокой. Отсутствие или редкая встречаемость обедненной фауны указывает на ненормально соленую морскую воду, возможно, на несколько опресненную расположенными поблизости реками.

4. Условия образования или фации, влияющие на изменение пород, вызывали изменение характера строматолитовых микроструктур, благодаря изменению состава водорослей и различной степени участия химического или тер-

ригенного осадка. При этом значительное увеличение химического осадка (например, доломита) приводит к замене водорослевых микроструктур зернистой структурой. В этом случае преобладает тип *Collenia* и часты *Collenia columnaris*.

При большом количестве песчано-глинистого материала строматолитовые микроструктуры заменяются структурами типа *Katagraphia* или «узорчатыми известняками» комковатого характера, часто с остатками сгустковых микроструктур без обычной слоистости. Сохраняется лишь внешняя караваеобразная или крупнокуполообразная форма строматолита с очень грубой (в несколько сантиметров) слоистостью.

Небольшое количество терригенного или хемогенного материала, засоряющего строматолит, не мешает, а по-видимому, убыстряет его рост и усложняет его слоистую структуру.

5. В различных фациальных зонах усть-кутской свиты (например, в низовьях р. Ангары и близ устья р. Нюи) образуются настолько разные строматолиты, что они не поддаются сравнению. С другой стороны, даже спорадическое появление сходных условий (например, в верхнем и в нижнем течении р. Ангары) привело к появлению одинаковых микроструктур (т. е., вероятно, тех же форм водорослей), что дало возможность сравнить строматолиты в районах, удаленных друг от друга на триста и более километров.

6. «Вздутия» или крупные «куполы» образуются как разными формами строматолитов, так и при наличии сильного течения и тока воды, уносящего терригенный материал. Это создает оптимальные условия для роста многочисленных водорослей и образования разных микроструктур, в том числе с неясной микрослоистостью (тип *Glebulella*). Но бывают случаи образования крупных «вздутий», состоящих почти из одного карбонатного хемогенного материала, застревавшего среди не отлагавших известь водорослей и образовавшего лишь зернисто-слоистую структуру.

7. Мною была сделана попытка выяснения связи типов строматолитов с фациями. При оптимальных условиях развития строматолитов[1], какие наблюдаются, например, в низовьях р. Ангары, образуются слабо окрашенные в красный цвет или серые строматолиты многих морфологических типов: *Collenia*, *Glebulella*, *Saccus*, *Tubistromia* и др. В случаях, когда в осадке присутствует значительное количество хемогенного материала или когда окружающий осадок состоит из сингенетического доломита, развивается тип *Collenia* с зернистой структурой (*grannulosa*).

В условиях отложения мергелей и известняков близ фаций, переходящих в лагуну, образуется морфологический тип *Fossella*.

При осаждении одновременно с ростом строматолита большого количества терригенного красноцветного материала образуются караваи и биогермы, слагающиеся «узорчатыми известняками» или структурой *Katagraphia* без ясной сезонной слоистости.

При особых условиях отложения не красноцветных песков (опресненные условия) развивается тип *Crustella*.

Вопрос о связи типов, групп и форм строматолитов с фациями может быть разрешен только при постановке детального литологического исследования, которым я не занимался. Таким образом, не выяснено, какие условия вызывают появление разных морфологических типов (*Conophyton*, *Conocollenia*, *Tubistromia*, *Glebulella* и т. д.) при одинаковом или близком составе вмещающих их пород. Этот вопрос требует дальнейшего изучения. Возможно, что при детальном анализе строматолитов и синхроничных включающих их пород можно будет ответить на этот вопрос.

---

[1] Некоторое опреснение, течения, большое мелководье, относительно малое количество осаждающегося глинистого материала и т. п.

8. Появление онколитов, в частности типа *Osagia*, вызывается резким увеличением роли прибоя или течений и взмучивания донного материала. Этот процесс обычно связан с возникновением оолитов, химического или бактериохимического происхождения, которые могут сопровождать образование строматолитов.

9. Строматолиты, росшие в условиях преобладания химического осаждения доломита, имеют единообразную зернистую микроструктуру и различаются лишь по внешней форме.

В этом случае они мало пригодны для целей сопоставления разрезов (хотя и не безнадежны), но могут служить для местной стратиграфии. Вследствие отсутствия резко выраженных отличий такие строматолиты многими геологами описывались как конкреции неорганического происхождения или отмечались как строматолиты без названий. Для решения вопроса о возможности использования в целях стратиграфии разных форм строматолитов необходимо длительное изучение различных макроскопических форм разного геологического возраста.

2. УВЯЗКА РАЗРЕЗОВ ПРИ ПОМОЩИ СТРОМАТОЛИТОВ

Богатство форм строматолитов и их хорошая сохранность в низовьях р. Ангары позволяют, с известной долей уверенности, сопоставить отдельные разрезы, относящиеся мной к верхним частям усть-кутской свиты и выделенные в особую брянскую подсвиту (см. выше).

В составе этой подсвиты преобладают карбонатные породы весьма пестрые, благодаря наличию мелководных фаций и быстрых фациальных переходов.

Нужно учесть одно осложняющее обстоятельство, вытекающее из полевых наблюдений. Оно заключается в резких фациальных изменениях в одном и том же обнажении, выражающихся в полной смене состава строматолитов по простиранию пласта. Таким образом, если в одном и том же пласте по простиранию состав строматолитов меняется на протяжении нескольких метров, то нет ничего удивительного в том, что через несколько десятков километров мы встречаем измененный комплекс форм и увязка разрезов затрудняется. Более глубоководные известковые фации нормально соленого моря, в котором жили водоросли *Nuia sibirica* Masl., лучше выдерживаются по простиранию, что позволило увязать между собой три разреза, из которых крайние удалены друг от друга на 200 км по прямой [1].

Произведенная увязка обнажений в низовьях р. Ангары в брянской подсвите усть-кутской свиты приведена на фиг. 50. При этом нужно заметить, что при сопоставлении принимался во внимание и литологический состав пород. Разрез обнажения № 236 у Брянской шиверы (как и обн. № 235) может быть нужно несколько поднять и выделить из карбонатной пачки пород, в силу иного состава строматолитов (фиг. 50), среди которых лишь самые низы пачки позволяют увязывать с верхами обнажения № 214 у Гороховой шиверы. Но это не единственное решение; возможно, что состав строматолитов обусловлен фациальными условиями и обнажение № 236 нужно ставить так, как это сделано в другой схеме (см. стр. 109, фиг. 31).

Ниже приводятся комплексы строматолитов и других организмов в разрезах обнажения № 236 и в четырех других разрезах обнажений № 214,

[1] Обнажение № 214 отстоит от обн. № 236 на 100 км по прямой. Обн. № 236 от обн. № 240 на 50 км, обн. № 240 от обн. № 241 на 10 км и обн. № 241 от обн. № 242 на 8 км.

240, 241, 242. При анализе этих комплексов обращает на себя внимание то, что в разрезе № 236 отсутствуют: водоросль *Nuia* (потому, что отсутствуют нижние пласты, где они встречаются) группы строматолитов *Glebulella* (5 форм) *Saccus*, *Nubefularites*, *Osagia*.

С другой стороны, в этом обнажении находятся (отсутствующие в других): губка (?) *Phytospongia*, строматолит *Conophyton*, водоросль (?) *Frutexites*.

Ниже приводятся комплексы строматолитов и других ископаемых организмов в брянской подсвите усть-кутской свиты низовьев р. Ангары.

Обнажение № 236 у Брянской шиверы.

Phytospongia cylindrica g. et sp. nov.
Conocollenia irregularis
Conophyton directus glebulosus
Tubistromia limosa
Collenia flabelliformis stylostromica
Collenia microstylostromica
Collenia rectostylostromica
Collenia planotumulosa microstylostromica
Frutexites arboriformis g. et sp. nov.
Обнажения № 240, 241, 242, 214.
Nuia sibirica Masl.
Tubistromia reticularis spongiomorpha
Tubistromia limosa
Glebulella nubeculariformis
Glebulella massularis
Glebulella reticularis fistulosa
Glebulella reticularis columnaris
Glebulella reticularis
Glebulella labellimorpha
Saccus multilamellosus
Macronubecularites subradiatus granulosus
Macronubecularites reticulo-granulosus
Collenia rectostylostromica
Collenia rectostylostromica glebulosa
Collenia stylostromica plana
Collenia columnaris glebulosa
Collenia flabelliformis
Collenia flabelliformis stylostromica nubeculariformis
Collenia stylostromica granulosa
Collenia planotumulosa microstylostromica
Collenia minutocolumnaris planolaminaris granulosa
Collenia nubeculariformis glebulosa
Nubecularites renalcis reticulatus
Osagia glebulosa reticularis
Osagia microstylostromica nubeculariformis

Общие формы, которые связывают разрез обнажения № 236 и ряд другиох, граничиваются строматолитами: *Tubistromia limosa* f. n., *Collenia rectostylostromica* f. n., *C. flabelliformis stylostromica* f. n. *C., plana microstylostromica* f. n. Если проверить значение этих строматолитов, то *Tubistromia limosa* f. n. (возможно являющийся следом от местообитания червя) распространен только в обнажениях № 214 и 236 и отсутствует в других разрезах по простиранию пород. *Collenia* со структурой *stylostroma* распространена повсеместно, главным образом в верхних пластах четырех обнажений (№ 214, 240, 241, 242) и в нижней половине разреза обнажения № 236. Таким образом, если поместить обнажение № 236 в один ряд с остальными, синхронизируя карбонатную пачку во всех разрезах одинаково, то комплекс строматолитов и других организмов в этом обнажении будет резко отличаться даже по своему групповому составу. Между тем в обнажении № 236 в поле наблюдался «край рифа», если можно так выразиться, где строматолитовые пласты 9, 10, 11, 12 сменились по простиранию алевролитами и известняковыми песчаниками. Иными словами,

очень возможно, что весь разрез обнажения № 236 представляет собой биогермный «выступ», отсутствующий на западе (ибо на его месте в разрезе обн. № 242 находятся красные песчаники, а на востоке в обн. № 214 перерыв в обнаженности).

Специфика «рифового» края обусловила особый состав строматолитов (*Conophyton*) и выпадение многих форм, распространенных на обширных банках-мелях. К такому выводу нам приходится прийти в силу фактического материала, который говорит о выдержанности некоторых пластов, образованных совместным или перемежающимся ростом групп *Collenia* и *Glebulella*. По-видимому, одна такая пачка пластов находится в верхней части разрезов обнажений № 214, 240, 241 и 242. В состав этой пачки повсеместно входят: *Collenia stylostromica* (*recto* и *micro*) *Collenia stylostromica columnaris glebularis Glebulella nubeculariformis* или *Gl. columnaris reticularis* или *Gl. reticularis fistulosa* или *Saccus multilamellosus*. Последняя форма, по-видимому, замещает *Glebulella* в обнажении № 214, близко примыкая по характеру к этой группе.

Если пытаться сопоставить отдельные разрезы в деталях, то естественно, что на расстоянии десятков километров между разрезами мы находим разнообразное сочетание форм строматолитов. Таким образом, каждый разрез в деталях будет отличен от соседнего. То же можно сказать и про литологию. Но в общих чертах и в общих комплексах ископаемых организмов наблюдаются аналогии, которые помогают нам при сопоставлении этих разрезов. Одним из упоминавшихся выше руководящих горизонтов неодинаковой мощности (от 0,5 до 2,5 м) является пласт, переполненный *Nuia sibirica* Mas l., характеризующийся непостоянной мощностью в обнажении № 214. На западе (обн. № 242) это пласт, образованный в основном из обломков этой водоросли, обладал косой слоистостью. Эти факты, как и самый состав породы, говорят о мелководности и увеличении ее по направлению к западу (обн. № 242). То же можно сказать относительно остальных более низких горизонтов, которые на западе слагаются песчаниками, к востоку переходят в известковые или известково-глинистые фации. В нижних горизонтах брянской подсвиты спорадически встречаются отдельные маломощные пласты строматолитов. Несмотря на малое количество кореллирующих признаков, строматолиты пласта II обнажения № 241, расположенного на западе, вероятно, на востоке (обн. № 240), отвечают горизонту с гальками, указывая, возможно, на локальное обмеление в этом месте.

К западу мощность строматолитовых пластов сильно уменьшается. Если принять увязку разрезов, произведенную в настоящей работе, то мощность строматолитовой пачки на востоке можно принять около 23—25 м, а в разрезе обн. № 242 ее видимая мощность равна 2,5 м и не может быть увеличена за счет перерывов в обнажении более, чем на 13 м, так как выше она покрывается красными песчаниками, а ниже подстилается известняками с *Nuia sibirica* Mas l. (фиг. 50).

Из приведенного выше сопоставления можно сделать заключение, что строматолиты могут служить для целей увязки разрезов на значительных расстояниях (200—300 км по прямой), но лишь с учетом фациальных изменений и в сочетании с литологическим анализом подстилающих и покрывающих пород. Комплексы разных форм строматолитов могут дополнять сопоставление по литологическим признакам.

С другой стороны, эта первая увязка разрезов при помощи строматолитов и литологии показала правильный путь к номенклатуре этих остатков. Каждая новая форма строматолитов, обозначаемая мной несколькими названиями структур, при бинарной номенклатуре попадала бы в разные «виды» и не могла бы сравниваться. При принятой мной номенклатуре каждая структура отвечает или форме водоросли или способу захороне-

ния каких-то водорослей. Благодаря этому по названию структуры можно судить о составе строматолита и предполагать переход родственных форм. Например, естественно предполагать, что *Collenia stylostromica* близка к *Collenia microstylostromica* которая возможно является недоразвитой *Collenia stylostromica* и что эти формы близки или переходят в *Collenia stylostromica flabelliformis*. Если бы эти три формы были отнесены к разным видам, сравнение их проводилось бы с трудом.

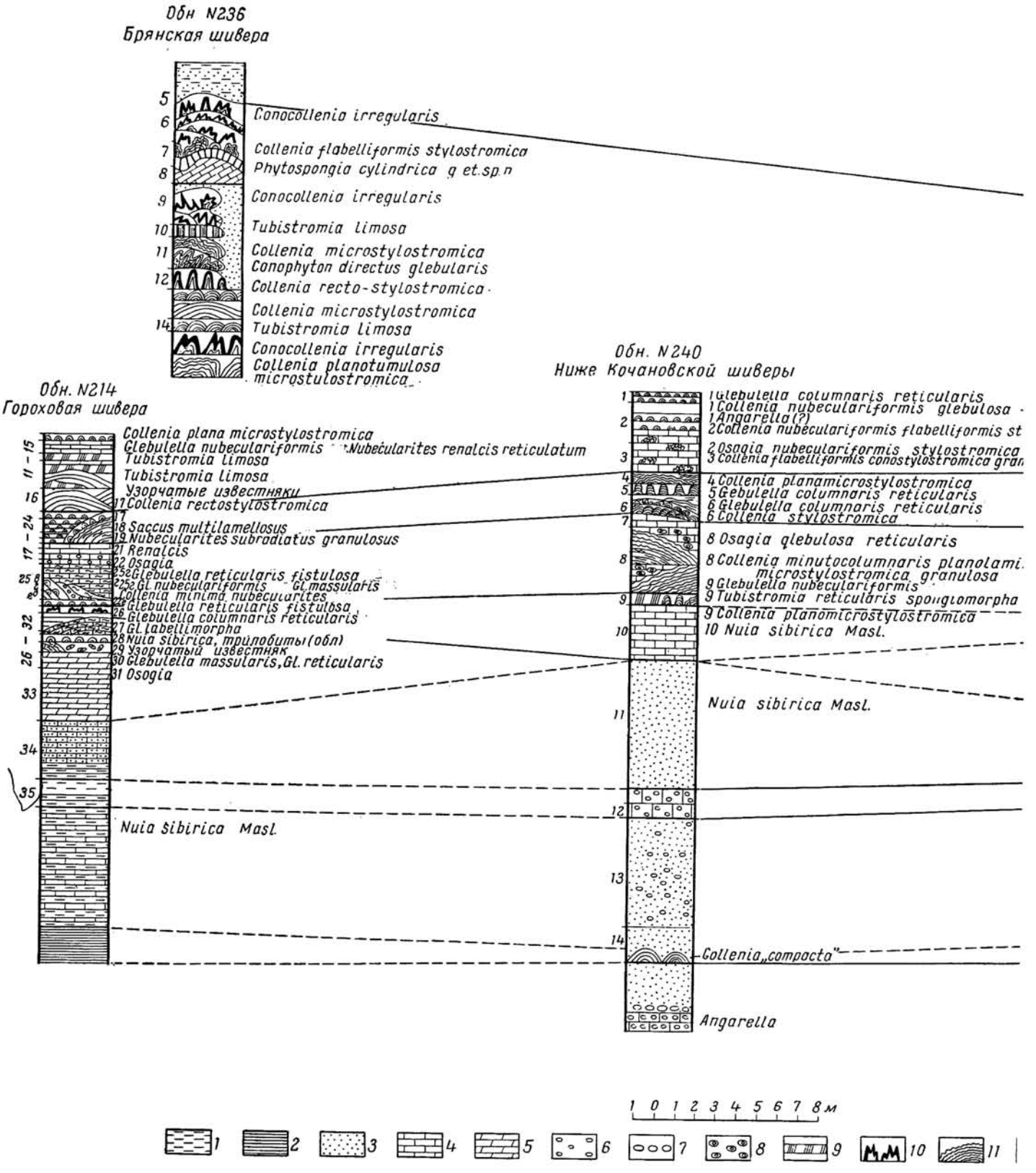
Громоздкость названий не так уж велика, если отбрасывать второстепенные или вторичные признаки (как то: зернистость — *granulosa*), останавливаясь в основном на резкоотличных структурах, которые принципиально изменяют облик строматолита. Несмотря на это, все же получается большое разнообразие форм. Если пойти по линии бинарной номенклатуры, то каждый образец может быть описан как отдельный вид и сравнивать их будет невозможно. Эту опасность не надо забывать при изучении строматолитов, которые очень прочно связаны в своем росте с условиями окружающей среды, очень чутки к изменению фаций (по-видимому, к изменению солености) и даже в одном пласте дают разные структуры, изменяющиеся по простиранию. Поэтому нам особенно важны общие признаки определенных групп строматолитов. Эти признаки в дальнейшем, возможно, послужат для сопоставления разрезов.

Необходимо отметить, что несмотря на казалось бы одинаковую сохранность строматолитов в разных разрезах, остатки сине-зеленых водорослей (?) (*Frutexites*, *Pleurocapsites*, *Hydrocorinites*), которые удалось выделить в строматолитах, встречаются чрезвычайно редко (что подтверждается изучением мною большого количества шлифов строматолитов в течение последних двадцати лет). Одни и те же формы не повторяются в разных разрезах. Таким образом, эти остатки водорослей (?) являются малопригодными для целей сопоставления разрезов. В двух образцах № 214/21 и 242/6а брянской подсвиты в низовьях р. Ангары встретились проблематические образования, известные под названием *Renalcis*. Можно надеяться, что в дальнейшем ими можно будет пользоваться так же, как и строматолитами.

Перейдем теперь к увязке обнажений верхнего течения р. Ангары и сопоставлению их с только что рассмотренным районом. Рассмотрим самый нижний горизонт усть-кутской свиты так называемый каменноостровский, общая мощность которого близка к 60 м (по А. И. Левенко, И. В. Лучицкому и М. С. Нагибиной —65 м) (фиг. 35). Бедность форм строматолитов не позволяет пользоваться только ими одними для точной увязки резрезов между собой. Поэтому необходимо также учитывать полевые сопоставления и литологические особенности. Последние также не очень разнообразны при общей монотонности осадков каменноостровского горизонта. Все же удалось обнаружить несколько строматолитовых маломощных пластов с различной сохранностью строматолитов. Самый нижний из них (обн. 310, 311, 316) содержит следующие формы строматолитов: *Saccus · multilamellosus glebulosus Collenia flabelliformis stylostromica Collenia nubeculariformis glebulosa Collenia plana stylostromica glebulosa microturulosa*.

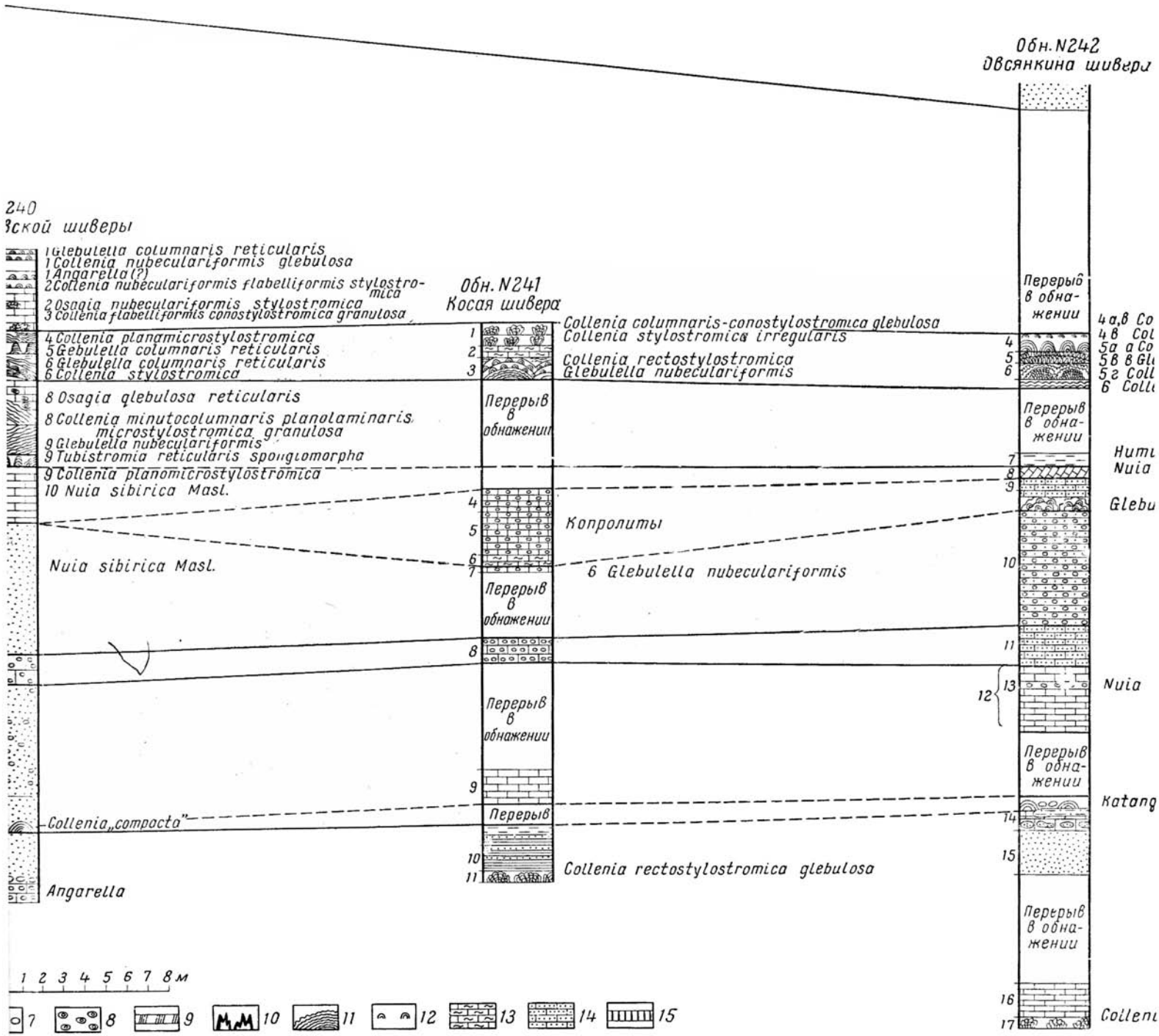
На 13 м выше этого пласта находится другой пласт с *Glebulella labellimorpha fistulosa* (обн. № 318, пласт 1). Еще выше на 6 м находится пропласток известняка, содержащий *Glebulella plana fistulosa* f. n. (обн. № 318, пласт 4). Выше в песчанистых карбонатных породах спорадически встречаются строматолитовые узорчатые перекристаллизованные карбонатные включения, не поддающиеся определению.

Вышележащие литологические горизонты, включающие строматолиты, выходят на поверхность в единичных обнажениях. Так, мокинский литологический горизонт просматривался мной на р. Илиме, Видиме и



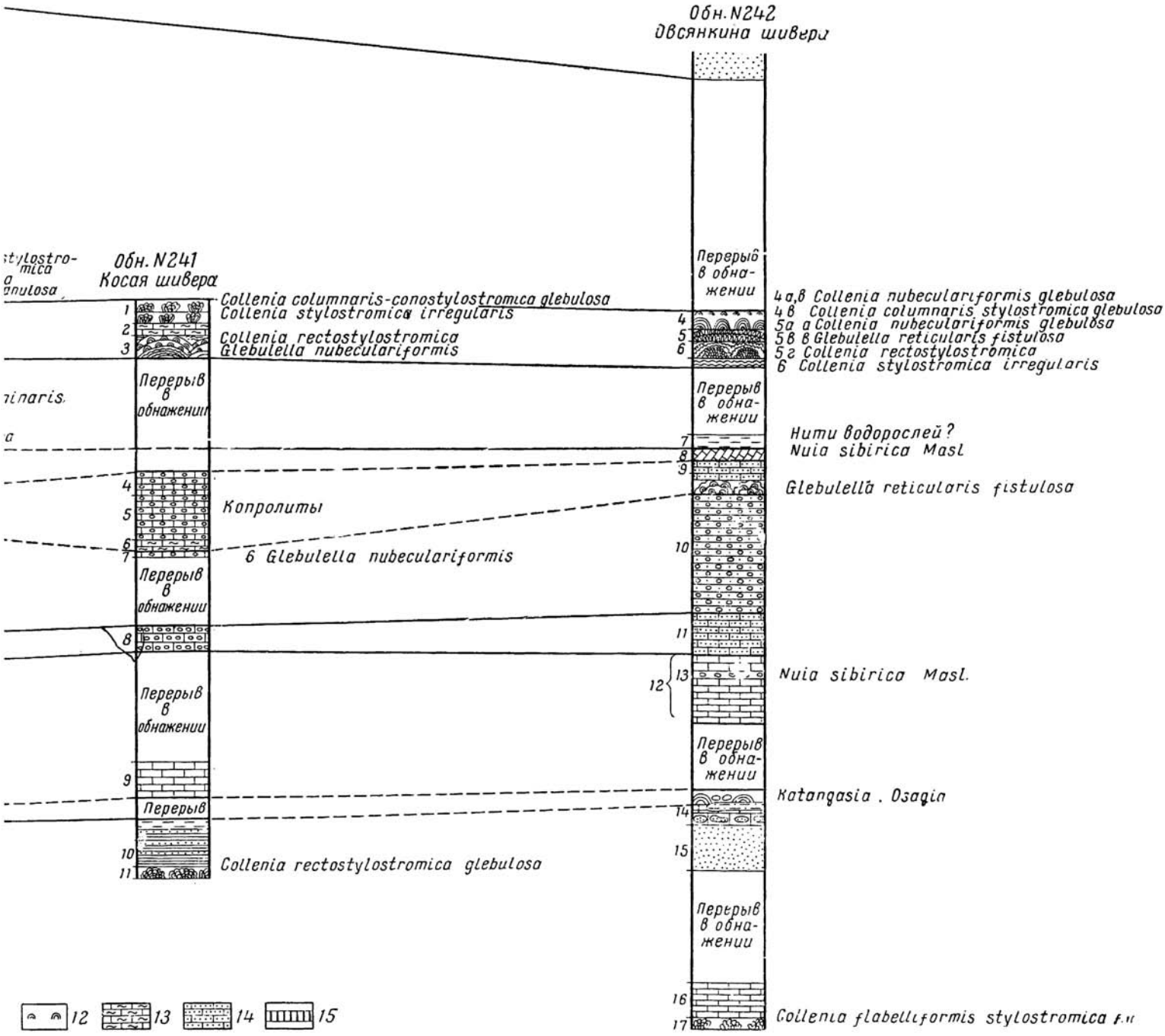
Фиг. 50. Увязка разрезов усть-кутской свиты в низовьях Ангар

1 — мергель; 2 — аргиллит; 3 — песчаник; 4 — известняк; 5 — доломит; 6 — оолиты; 7 — гальки; 8 — онколиты; 9 — столбчатые строма
14 — песчанистые извес



резов усть-кутской свиты в низовьях Ангары при помощи строматолитов [с востока (обн. № 214) на запад (обн. № 242)]

— гальки; 8 — онколиты; 9 — столбчатые строматолиты, тип *Tubistromia*; 10 — строматолиты, тип *Conophyton*; 11 — слоистые строматолиты; 12 — строматоли
14 — песчанистые известняки; 15 — проблематическая губка



эры при помощи строматолитов [с востока (обн. № 214) на запад (обн. № 242)]

матолиты, тип *Tubistromia*; *10* — строматолиты, тип *Conophyton*; *11* — слоистые строматолиты; *12* — строматолиты типа *Glebulella*; *13* — узорчатые известняки; естняки; *15* — проблематическая губка

в водоразделе Ангара-Илим (Каймоново). В этих районах мелкие обнажения давали большое количество экземпляров строматолитов главным образом *Collenia stylostromica* и другие более сложные *Collenia*. Необходимо отметить, что на северо-восток от р. Ангары количество строматолитов, как в мокинском литологическом горизонте, так и во всей усть-кутской свите увеличивается и сохранность их улучшается. Несколько изменяется литологический состав и облик пород. Детальное сопоставление фаций и строматолитовых горизонтов чразвычайно затруднено из-за отсутствия общих для района реперных (руководящих) горизонтов. Такое прослеживание возможно только при очень детальных работах типа литологических съемок с горными работами.

Если теперь обратиться к сопоставлению районов нижнего течения р. Ангары с районами ее верхнего течения, где также обнажена вся усть-кутская свита, то мы найдем общие для обоих районов (удаленных более 300 км по прямой) формы строматолитов. Но эти формы немногочисленны и распределение их не одинаково. Если для низовьев р. Ангары мы видим скопление разнообразных строматолитов в брянской подсвите (самый верх усть-кутской свиты), отвечающей возможно мокинскому литологическому горизонту, то в верхнем течении р. Ангары бедные по составу строматолиты распределены по всей мощности усть-кутской свиты.

Другая особенность, которую необходимо подчеркнуть, это отсутствие в верхнем течении рек Ангары и Лены, а также на р. Илиме водоросли *Nuia sibirica* Masl., которая в изобилии встречается в низовьях р. Ангары и в Якутии. Эта водоросль, типичная для морской, нормально соленой воды, не найденная на юге Иркутского амфитеатра, указывает на отсутствие в это время открытого моря с нормальной соленостью. По всей вероятности, этим можно объяснить бедностью морской фауны, редко и с трудом находимой в этой области. Водоросль *Nuia sibirica* Masl., жившая в мелководном море[1] образовывала сравнительно постоянные по простиранию горизонты, по-видимому, пригодные для стратиграфических целей на значительном пространстве.

Список форм, общих для нижнего и верхнего течения р. Ангары и водораздела Ангары — Илим.

1. *Collenia minutocolumnaris planolaminaris*

Обр. № 240/8 — Гороховая шивера, 244 Кочановская шивера (низовья р. Ангары, брянская подсвита), близкая к *Col. columnaris* (1—2 см) *planolaminaris granulosa* Каймонова (мокинский горизонт).

2. *Collenia columnaris stylostromica glebulosa.*

Обр. № 4 — р. Видим (мокинский горизонт); обр. № 8/1 — Илимск (верхи усть-кутской свиты). Обр. № 241/1 — Косая шивера; № 242/4, 242/6 — Овсянкина шивера.

3. *Collenia flabformelliis rectostylostromica glebulosa.*

Обр. № 214/11 Гороховая шивера, № 3, 322 — Шумилово (балинский горизонт).

4. *Collenia flabelliformis rectostylostromica granulosa.*

Обр. № 236/7 — Брянская шивера, № 240/3 — Кочановская шивера, № 242/7 — Овсянкина шивера, № 310/7 — (Брянская подсвита) — Верхне-Каменный остров (каменноостровский горизонт), № 3 — Шумилово (балинский горизонт), № 19/7— верховья р. Черной (мокинский горизонт).

5. *Glebulella nubeculariformis.*

Обр. № 214/12, 214/25—Гороховая шивера, № 240/9—Кочановская шивера, № 241/3, 241/6— Косая шивера (брянская подсвита), № 2/6 — Шумиловская (балинский горизонт), № 21—Илим, Литвинцево (верхи усть-кутской свиты).

[1] В более глубоководных условиях, чем те, в которых существовали строматолиты, т. е. в пределах 10—30 м, в то время как строматолиты росли в пределах от 0 до 10 м глубины.

6. *Glebulella columnaris reticularis*
Обр. № 214/26 — Гороховая шивера, № 240/1, 240/5, 240/6 — Кочановская шивера (брянская подсвита), № 2 — Шумилово, № 21 — Илим, Литвинцево (верхи усть-кутской свиты)·

7. *Glebulella labellimorpha.*
Обр. № 214/26, 214/27 — Гороховая шивера (брянская подсвита), №318/1 — Нижне-Каменный остров (каменноостровский горизонт).

8. *Saccus multilamellosus qlebulosus renalciformis.*
Обр. № 214/17, 214/18 — Гороховая шивера (брянская подсвита), № 310/7 — Верхне-Каменный остров (каменноостровский горизонт).

Из этого списка явствует, что некоторые из общих форм, встречающихся в нижнем течении р. Ангары исключительно в брянской подсвите усть-кутской свиты, в верхнем течении р. Ангары и в районе р. Илим, находятся в мокинском литологическом горизонте усть-кутской свиты. Таковы: *Collenia minutocolumnaris planolaminaris Coll. columnaris stylostromica glebulosa* Другие встречаются как в мокинском литологическом горизонте, так и в балинском и каменноостровском: *Collenia flabelliformis rectostylostromica granulosa Glebulella nubeculariformis Gl. columnaris reticularis* Наконец, *Glebulella labellinorpha* и *Saccus* встречаются на юге только в каменноостровском горизонте, а *Collenia flabelliformis rectostylostromica glebulosa* f. n. только в балинском литологическом горизонте.

Иными словами, большинство общих форм на юге Сибирской платформы распространены по всей мощности усть-кутской свиты и не могут характеризовать отдельные литологические горизонты (за исключением первых двух форм). С другой стороны, верхняя часть брянской подсвиты, по-видимому, является аналогом мокинского литологического горизонта р. Ангары.

Значительно хуже дело обстоит при сравнении строматолитов той же усть-кутской свиты в других районах. Можно с уверенностью сказать, что строматолиты в верхней части усть-кутской свиты в среднем течении р. Лены (район устья р. Нюи) и в низовьях р. Нюи иные, чем на р. Ангаре. В нижней части они настолько доломитизированы, что в них отсутствуют органогенные микроструктуры, вследствие чего они в большинстве случаев не сравнимы с описанными в главе III. Мне думается, что разницу в сохранности нужно отнести к условиям их образования и захоронения (магнезиальность осадка и интенсивность хемогенного осадкообразования). Лишь некоторые формы строматолитов удалось определить почти с такими же подробностями, что и из низовий р. Ангары. Так, из столбовой свиты Подкаменной Тунгуски определена *Crustella porosa fistulosa* отличающаяся от *Crustella* верховий р. Ангары своей микроструктурой и не сравнимая с ней.

Форма, описанная выше под названием *Collenia flabellocolumnaris glebulo-granulosa spongiomorpha* привезена А. С. Новиковой с р. Чуни и мной с р. Черной (между реками Ангарой и Илимом), по-видимому, относится к верхним горизонтам усть-кутской свиты.

Другой образец, привезенный А. С. Новиковой с р. Подкаменной Тунгуски (14 км ниже р. Турамы) из усть-кутской свиты, вполне сравним с образцами и той же свиты низовий р. Ангары, которые были определены мною ранее, как *Collenia schamanica* M a s l. (Маслов, 1937), а в настоящей работе переописаны под названием *Collenia flabelocolumnaris granulosa.*

Образец из усть-кутской свиты с р. Витим, привезенный А. А. Арсеньевым, вполне сравним с формой *Collenia nubeculariformis glebulosa* f. n. из низовьев р. Ангары, отличаясь от этой формы более веерообразной структурой.

Кроме того, форма *Collenia columnaris granulo-glebulosa* описанная выше, встречена в отложениях низов усть-кутской свиты на р. Илим и р. Нюе. Таким образом, все же отдельные формы строматолитов связывают или всю усть-кутскую свиту целиком или ее верхнюю или нижнюю части по всей Сибирской платформе.

Районы, рассмотренные выше, удалены один от другого на многие сотни километров. Можно считать, что несмотря на неблагоприятное влияние изменения фаций на состав строматолитов, одинаковые фации обусловливают присутствие одинаковых форм строматолитов. Благодаря этому возможны сопоставления разрезов и на таких больших расстояниях. Однако такие сопоставления обязательно должны подтверждаться литолого-стратиграфическим анализом.

Из изложенного вытекает вывод об отсутствии в настоящий момент самостоятельного значения строматолитов как возрастных указателей. Только в некоторых условиях, как, например, в низовьях р. Ангары, они могут употребляться при параллелизации толщ, как обычные органические остатки на расстояниях порядка сотен километров.

3. СРАВНЕНИЕ ОРДОВИКСКИХ СТРОМАТОЛИТОВ С ДЕВОНСКИМИ И КЕМБРИЙСКИМИ

Изученные строматолиты ордовика Сибирской платформы обладают сравнительно хорошей сохранностью и разнообразием микроструктур, в особенности в районе низовий р. Ангары. Такие микроструктуры редко встречаются в кембрийских и девонских строматолитах, что обусловлено распространением иных фаций — условий окружающей среды.

В сплошных карбонатных сериях эпигенетическая перекристаллизация сильнее, чем в пестроцветных карбонатно-терригенных сериях, в которых глинистый материал служил некоторой «броней» и препятствием для циркуляции растворов. Может быть, в силу этих причин, большинство строматолитов кембрия и карбонатного девона имеют худшую сохранность, чем в ордовике (?).

Строматолиты кембрия в большинстве случаев относятся к типу *Collenia*, главным образом, *C. columnaris*. Внешние формы и формы слоистости их очень разнообразны и гораздо многочисленнее, чем *C. columnaris* ордовика.

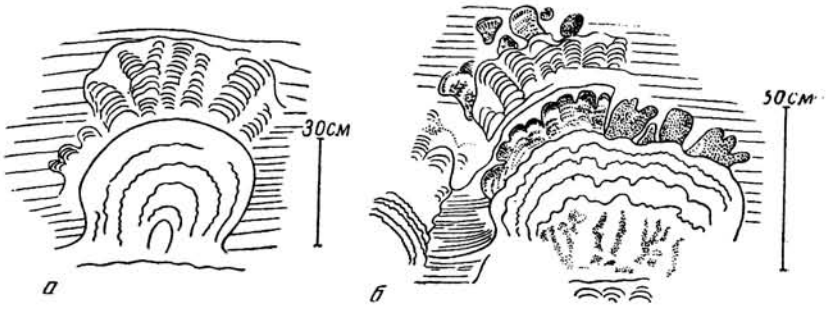
В нижнем кембрии р. Лены ниже устья р. Нюи, в доломитовой толще были встречены биогермы строматолитов необычной структуры. Они слагались несколькими типами строматолитов.

В основании располагались строматолиты из группы *Collenia columnaris*, состоящие из тонких перекристаллизованных ветвящихся колонок, которые росли «кустом», образуя вздутие на дне водоема. Затем весь этот «куст» обволакивал грубослоистый строматолит с неровными слоями, в вертикальном сечении имеющими вид мелковолнистых линий. Бугры-биогермы, образованные этим строматолитом, возвышались на 30 см над дном бассейна. На вершине этих биогермов развивались строматолиты группы *Collenia columnaris* широкого диаметра (до 10 см), иногда ясно слоистые, иногда сгусткового облика. Биогермы с этими строматолитами также возвышались над дном на 30—40 см. Заметного изменения в составе горизонтально слоистых доломитов, окружающих строматолит, не обнаружено (фиг. 51).

Несмотря на полную перекристаллизацию, формы и характер роста описанных строматолитов нижнего кембрия резко отличаются от изученных строматолитов ордовика, даже в доломитовых фациях низов усть-кутской свиты близ устья р. Нюи.

Описанные мною ранее строматолиты из кембрия под названием *Collenia umbella* M a s l. (1939) из группы *columnaris* сильно отличаются от описанных ордовикских коллений характером своих слоев в виде волнистой («дрожащей») линии. Общий же облик напоминает некоторые *Glebulella*.

Мы видели выше, что в ордовикских отложениях наблюдается значительное разнообразие типов строматолитов. В кембрии такого изобилия типов не встречено, несмотря на огромную территорию и многочисленные исследования этих отложений. Это отличие кембрия можно



Фиг. 51, *а* и *б*. Строение строматолитовых биогермов в нижнекембрийских доломитах р. Лены близ устья р. Джербы (обн. № 247). Вертикальное сечение

объяснить меньшим количеством фаций, благоприятных для роста строматолитов. Даже в пределах одинаковых пестроцветных фаций строматолиты кембрия относятся большей частью к группе *Collenia columnaris*, отличных от ордовикских. Преобладание этого морфологического типа позволяет назвать кембрийский период царством коллений.

Многие формы строматолитов кембрия отличаются от ордовикских коллений внешним видом и слоистой структурой. Но мелкобугристые формы *Collenia columnaris* нижнего кембрия имеют черты сходства с ордовикскими и девонскими формами коллений аналогичной макроструктуры.

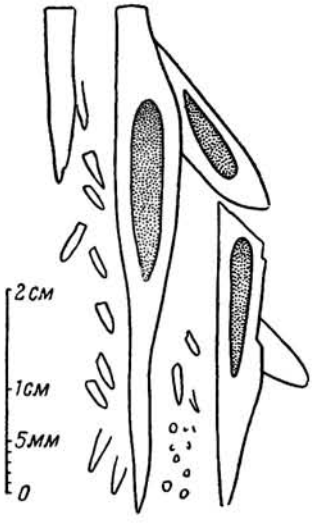
Некоторые формы докембрийских конофитонов также имеют черты сходства с ордовикскими и при перекристаллизованной структуре могут быть неотличимыми друг от друга.

Необходимо отметить, что детальное изучение строматолитов только начато и что в дальнейшем могут быть найдены признаки и строматолиты, характерные только для определенного периода. Если даже большая часть признаков обусловлена условиями среды, мы вправе ожидать ичезновения некоторых условий в течение геологического времени. Уже одно то обстоятельство, что конофитоны встречены в ордовике только в одном обнажении при обилии их в протерозое и, по-видимому, при отсутствии выше ордовика, говорит о том, что существуют строматолиты, распространение которых ограничено во времени[1].

Вопрос о стратиграфическом значении строматолитовых микроструктур еще недостаточно разработан. Структура *stylostroma*, казалось,

[1] К. Б. Кордэ (1954) описала ряд строматолитов из обнажения у Овсянкинской шиверы близ Богучан на р. Ангаре как кембрийские водоросли. Этим строматолитам сопутствовала ордовикская фауна. Положение обнажения не оставляет сомнения в принадлежности его к брянской подсвите усть-кутской свиты ордовика. Идентичность микроструктур этих строматолитов, несмотря на другую методику описания К. Б. Кордэ, которая описала их как живущие водоросли, позволяет некоторые из них сравнить со строматолитами, описанными выше из того же обнажения ордовика.

является специфически ордовикской, где она принимает участие в образовании строматолитов типа *Collenia* и *Glebulella*. В 1957 г. В. А. Комар нашел в самых низах кембрия в дикимдинской свите метрах в 250 ниже фаунистически охарактеризованного горизонта (толбинская свита) на р. Токко (приток р. Чары, Якутия) на г. Хомустах макроскопические структуры, аналогичные ордовикской стержневой структуре. Но если последняя входила в состав строматолитов типа *Collenia*, то здесь эта структура образовала самостоятельный тип строматолита, который можно было бы назвать *Stylostromia*. Крупные, редкие, заостренные книзу стержни нарастают на выступах и образуют своеобразный «частокол» до 5—10 см высотой. «Стержни» достигают 1 см ширины, причем вначале в узких местах они сплошные, а в широких имеют полость, заполненную темным разнородным сгустковым материалом. Между этими «стержнями», прикрепляясь узким основанием к обломкам, застрявшим в промежутках между ними, или к самим «стержням», развиваются мелкие, до 0,5 см длиной недоразвитые сплошные «стерженьки» (фиг. 52). Таким образом, не отличаясь в принципе от структуры *stylostroma*, нижне-кембрийская форма дает свою специфику роста. Так как это единственная находка, то необходимо дальнейшее накопление фактов для выяснения возрастного значения этих структур.



Фиг. 52. Структура строматолита морфотипа *Stylostroma*. Нижнекембрийские отложения р. Токко, Якутия

Я располагал небольшим материалом из отложений девона Русской платформы, любезно переданным мне С. В. Тихомировым. Нужно сказать, что фации девона, в которых были найдены (в буровых скважинах, Старобин, скв. 1-Р) строматолиты, ближе стоят к нижнекембрийским карбонатным и соленосным фациям. Может быть в силу этих причин строматолиты девона имеют многие черты сходства именно с кембрийскими и докембрийскими коллениями.

Ниже переходим к описанию строматолитов.

ГРУППА COLLENIA COLUMNARIS

Форма Collenia columnaris granulosa

Табл. XXXIX, *1*.

Дихотомически ветвящиеся коллении, образованные слабовыпуклыми сезонными слоями, местами со слабо волнистой («дрожащей») поверхностью. При раздваивании колонки диаметр колонки следующего порядка уменьшается в два раза, колонки параллельны друг другу. Слои не облекают друг друга и местами соединяют две соседние колонки. При жизни организмов строматолит выступал над осадком всего на несколько миллиметров, но рос в течение ряда сезонов на одном и том же основании, образуя ископаемые колонки высотой более 10 см и шириной от 2—5 см. В узких промежутках между колонками находится обломочный материал. Сезонные слои тонкие, состоят из зернистого карбоната разной степени прозрачности. Светлые слоечки чередуются с более темными, чем и обусловливается слоистость.

Обр. № 51, скв. 1 — Р, гл. 860—854. Старобин Бобруйской обл. БССР

Collenia (?) irregularis glebulosa

Табл. XXXIX, 2.

Широкие до 6 см неправильно выпуклые вверх грубослоистые выступы (нечто вроде колонок с неправильной сезонной слоистостью). Слой состоит из сгустков разной формы более темного карбоната. Размещение этих сгустков по слою довольно равномерно, со сгущением в верхней части. Иногда в верхней части слоя наблюдается темная тонкая пленка пелитоморфного карбоната. Строматолит близок к *Glebulella*, но сохраняет слоистость, близкую к слоистости *Collenia*.

Обр. № 72, скв. 3, гл. 2167—2161, Наровля, Полесской обл. БССР

Кроме описанных выше строматолитов в кернах из девонских отложений, переданных мне С. В. Тихомировым, были встречены образования, аналогичные описанным выше «узорчатым известнякам», а также желвачки, состоящие из темного пелитоморфного карбоната, внутри которых находились обломки раковин животных (табл. XXXIX, 3).

Девонские *Collenia columnaris* имеют некоторые черты сходства с ордовикскими.

4. ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УКАЗАТЕЛЕЙ

Несмотря на значительный срок в изучении строматолитов и большую (более 300 названий) мировую литературу, все еще нет полной ясности в вопросе о значении их для геологии. Многочисленные работы геологов и ботаников доказали, что строматолиты являются в основном результатом осаждения карбоната при участии водорослей, преимущественно сине-зеленых. Геологическими исследованиями установлено широкое распространение строматолитов в допалеозое, нижнем палеозое и в более молодых осадках. Широкое их распространение на площади в некоторых немых сериях и свитах обнадежило геологов в смысле возможности использования их как стратиграфических указателей возраста вмещающих пород.

Как мы видели выше, установлено широкое развитие разных строматолитов в некоторых мелководных фациях. Но до сих пор мы еще не имеем четких и проверенных форм, характерных для определенных фаций и стратиграфических горизонтов. Необходима дальнейшая углубленная коллективная работа геологов по изучению фациальной и стратиграфической приуроченности строматолитов.

На основании изучения строматолитов ордовика Сибирской платформы устанавливается:

1) большое разнообразие форм, главным образом в усть-кутской свите;
2) широкое распространение по площади лишь некоторых форм;
3) обычно резкое изменение комплекса форм в зависимости от господствующих фаций.

Некоторые формы, не повторяющиеся в разрезе (например, *Fossela cerbriformis*) могли бы претендовать на руководящее их значение для стратиграфических целей, но требуют проверки, так как единичной находке в одном районе нельзя придавать решающего значения. Некоторые строматолиты (например, *Glebulella columnaris reticularis*) найдены на широком пространстве Сибирской платформы в одной и той же усть-кутской свите. Но при отсутствии точной возрастной датировки они могут считаться только нижне-ордовикскими (усть-кутскими) ископаемыми,

Многие предыдущие работы и определения строматолитов дефектны в том отношении, что они основаны или на неясной или спорной стратиграфии, или описаны из фаунистически немых свит без четкого возрастного определения. В ряде случаев при помощи строматолитов пытаются определять возраст пород. В результате некоторые строматолиты, первоначально определенные как нижнекембрийские (например, *Conophyton lituus* Masl.), позднее оказались докембрийскими. Или сводный разрез, в котором определен ряд форм в определенной последовательности (как это было на Урале) в дальнейшем другими исследователями был пересоставлен, а строматолиты оказались в ином стратиграфическом порядке. Вот почему для работы над строматолитами был взят ордовик Сибирской платформы, где бедные фауной свиты можно коррелировать с помощью литологии. Естественно, что изучение строматолитов в фаунистически охарактеризованных системах, как, например, в карбоне США (которое произвел Джонсон), легче и не требует таких затрат труда. Но зато актуальность и необходимость изучения строматолитов в фаунистически определенных породах уменьшается во много раз и сходит до нуля, в то время как в немых сериях нужда в них возрастает очень сильно ввиду отсутствия других органических остатков.

Поэтому, несмотря на ряд затруднений и сложность исследований, необходимо продолжать изучение строматолитов в немых свитах полевым комплексным (литолого-палеонтологическим) методом. Это изучение связано с рядом неизбежных неудач и ошибок, что не должно нас смущать. Трудность объекта, его сложность, малое количество признаков, связь с неорганическим осадконакоплением и фациальными условиями выделяют строматолиты из всех остатков, живших ранее организмов, за исключением, может быть, проблематических отпечатков и следов ползания животных.

Формы строматолитов, обладающие органогенными микроструктурами, имеют, по-видимому, больше шансов на руководящее значение, чем формы со структурой *granulosa*. Но следует все же воздержаться от придания этим хотя бы и органогенным структурам (например, *reticularis*) названий водорослей, как это делает К. Б. Кордэ, выделившая несколько новых родов.

В связи с этим законна постановка вопроса о значении характера карбоната в строматолитах для выделения форм.

Мы видели выше, что некоторые структуры (стержневая — *stylostroma*, сетчатая — *reticularis*) и т. д. являются довольно четкими и служат для выделения форм строматолитов. Но светлый или темный пелитоморфный карбонат сам по себе не может являться признаком той или иной формы строматолита и тем более водоросли.

Тесная связь строматолитов с механическим и химическим осадкообразованием и вторичными изменениями карбонатной породы заставляют нас критически отнестись к попыткам придания минеральным выделениям «родовых» признаков (Краснопеева) или признаков, существовавших на их месте «пузырей газа», «слизи» и т. п. выделений живой водоросли (А. Г. Вологдин, К. Б. Кордэ), которые употребляются некоторыми авторами как диагностические признаки для описания «родов» и «видов» весьма проблематических остатков. Необходимо считать, что только остатки самой водорослевой нити (внешней ее формы или клеток) обладают более или менее предположительными признаками, опять-таки предполагаемых водорослей (обычно сине-зеленых, но возможно и зеленых). Их и следует называть обычными бинарными названиями, согласно биологической таксономии. Эти формы могут являться (с небольшим вероятием) возрастными указателями, но они так редко сохраняются, что практически для стратиграфических целей не применимы.

Как было указано выше в разрезах ордовика Сибирской платформы встретилось некоторое количество строматолитов и онколитов, при помощи которых удается сопоставлять отдельные подсвиты или свиты в целом. Лишь в редких случаях распределение строматолитов (низовья р. Ангары) дало ряд сходных или различных комплексов.

Обычно мы имеем дело с одной или двумя формами строматолитов, развитых в изобилии в одном пласте. Такими одиночными формами и приходится пользоваться для местного сопоставления.

Строматолиты можно рассматривать с точки зрения стратиграфии как: 1) местные стратиграфические указатели и 2) указатели возраста пород.

Значение строматолитов, как местных указателей, выяснено настоящей работой. Оно несомненно, несмотря на очень большое влияние фаций. Значение же строматолитов как возрастных руководящих ископаемых, на мой взгляд, еще недостаточно доказано. Встречаемость строматолитов в одной и той же системе в виде единичных экземпляров не может служить доводом в пользу возраста строматолита данного периода. Лишь отсутствие такого строматолита в других системах в той же фации может доказать его возрастное значение. При сравнительно еще малой изученности состава строматолитов, мы все же можем сказать, что «род» *Newlandia* Walcott является докембрийским ископаемым. Морфологический тип *Conophyton*, характерный для докембрийских отложений, также встречается и в ордовике, но не выше. Ниже мы остановимся на нем более подробно, так как за последнее время этот тип возбудил значительный интерес среди геологов.

В остальных морфологических типах, группах и формах нужно еще разобраться.

В настоящей работе приведен ряд совершенно новых типов и форм строматолитов, как будто не встречавшихся в других системах. Но это последнее положение еще подлежит проверке.

Осторожный подход к строматолитам, как возрастным руководящим ископаемым, совершенно необходим для того, чтобы не происходила путаница с определением возраста пород. Но еще раз подчеркну, что изменение условий образования пород и строматолитов в течение геологического времени дает основание предполагать, что мы будем иметь в геологическом разрезе формы, группы и даже типы руководящих строматолитов.

В заключение выскажем несколько соображений о стратиграфическом значении строматолита *Conophyton*.

Морфологический тип строматолита *Conophyton* был впервые описан в 1937 г. (Маслов, 1937_2). За два десятилетия появился ряд фактов, указывающих на широкое распространение этих строматолитов в докембрии. В связи с этим, в настоящее время у геологов возник интерес к стратиграфическому значению этого ископаемого. Мы рассмотрим вкратце следующие вопросы: гипотезы происхождения и формы слоистости конофитонов, а также его распространение по вертикали и по площади.

Когда из Якутии были получены первые образцы строматолита типа конофитона, возник вопрос о принадлежности его к органическому миру, так как его форма и слоистость напоминали некоторые сталагмиты. Специальная статья, посвященная природе этого образования (Маслов, 1938), доказывает принадлежность его к строматолитам, образованным проблематическими сине-зелеными водорослями. Дальнейшие полевые наблюдения советских и зарубежных геологов с несомненностью доказали, что конофитон рос на дне водоема. При этом, по-видимому, как правило, вершина конусовидной слоистости была направлена вверх. В. Н. Махаев привозил мне небольшие (5—6 см) конусы, которые он нашел в недислоцированных доломитах нижнего кембрия (протерозоя?)

р. Алдана с конусом, направленным острием вниз. Характер этих образований остался для меня не ясен, так как они отличались от конофитонов своей слоистостью и строением слоя, идентичным окружающей породе. Может быть в данном случае мы имеем дело с отверстиями или ямками в илу на дне водоема, образованными роющими животными. В эти ямки попал более поздний осадок, слои которого образовали прогнутые вниз конусовидные заполнения. Как мне, так и другим известным мне геологам не приходилось видеть в обнажении конофитоны с острием, направленным вниз. Единственным известным конофитоном с острием конуса, направленным вниз, является определенный мною строматолит *Conophyton cylindricus* G r a b a u. Он был передан мне Л. М. Шороховым без указания ориентировки. Ветвление (?) этого конофитона заставило меня ориентировать его вверх ветвлением и вниз острием конуса. (Маслов, 1939з). По-видимому, надо считать, что такая ориентировка неправильна и у этой формы конофитона острие конуса также направлено вверх.

Механизму образования слоистости конофитона К. Б. Кордэ (1953$_1$) посвятила особую статью. Мы бегло останавливались на этом вопросе выше (стр. 17 и 32). Заметим, что несколько причин заставляют отвергнуть гипотезу К. Б. Кордэ об образовании «корок типа конофитонов» подъемом пленки водоросли газами, которые сохраняются в виде особых полостей внутри слоя строматолита. Перечислим эти противоречия. 1) Удельный вес карбоната слоя строматолита близок к 2,5. Чтобы его уравновесить с удельным весом воды и удержать во взвешенном состоянии, необходимо 1,5 объема этой пленки, если считать, что газ имеет удельный вес = 0. Такого количества пустот, которые можно было бы отнести к газовым полостям, между слоями конофитона и внутри его слоев не наблюдалось. Иногда при хорошей сохранности конофитонов таких полостей совсем нет.

2) При наклонном положении конофитонов на дне водоема (что наблюдалось неоднократно разными геологами), пленка водоросли сползала бы вниз, в то время как, наоборот, часто сторона, обращенная кверху, толще чем нижняя. Значит сила тяжести не играет существенной роли.

3) Наблюдения в поле говорят, что краевые вертикальные (удивительно однородные) цилиндрические слои конофитона не испытывали оползания вниз, а были первоначально твердыми. Конофитоны торчали над дном в виде твердого стержня.

4) Наблюдения в поле показывают, что строматолиты разных типов по простиранию внезапно сменяются типом конофитон. Такая смена по простиранию, при наличии в строматолитах такого же количества «газовых пустот», непонятна, если встать на точку зрения К. Б. Кордэ.

Таким образом, нужно считать, что одна сила тяжести и наличие пленки с водорослями и газом не могли образовать строматолит типа конофитона, как это предполагает К. Б. Кордэ.

По-видимому, особенности строения строматолита типа конофитона вызваны совершенно иными причинами, а именно: спецификой жившей на нем флоры и условиями осадкообразования. Какие это были условия и какая именно на нем жила флора, мы пока расшифровать не можем. Но можно предполагать, что при наклонных положениях конофитона большую роль играли сильное течение и, что всегда имело решающее значение,— освещение, являющееся источником энергии для жизни водорослей.

Как рабочее предположение можно высказать соображение об участии бактерий в образовании строматолитов наравне с сине-зелеными водорослями. На это нас наталкивает строение конофитонов, которые иногда торчали над дном водоема на десятки и сотни сантиметров, располагаясь так близко друг к другу, что между отдельными строматолитами оставались лишь узкие промежутки, куда засыпался механический оса-

док. При таких промежуточных пространствах свет у основания строматолита был чрезвычайно слабым. Хотя мы и знаем о существовании синезеленых водорослей в пещерах, но вряд ли такие же условия существовали на дне водоема и здесь водоросли были гетеротрофными. Скорее всего на затененных местах селились бактерии, которые не нуждались в свете.

Последние работы над живущими бактериями показали, что хотя сами бактерии и не выделяют карбонатов, но они могут локально изменить кислотность среды так, что начнет выпадать известь в виде зернистого осадка внутри бактериальной колонии. Сами бактерии не сохраняются в фоссилизированном виде, но зернистый карбонат может образовать слой на месте произрастания бактериальной колонии. Может быть строматолиты, образованные немыми бесструктурными тонкозернистыми карбонатными слоями, являются продуктом осаждения карбоната на бактериальных колониях?

Последние два десятилетия были богаты фактами, показывающими широкое распространение конофитонов по площади: они известны по всей Сибирской платформе и в складчатых зонах Саян, Енисейского кряжа и Урала. Конофитоны широко распространены в Африке (Menchikoff, 1948 и др.) и Северной Америке (Rezak, 1957 и др.). Большая часть находок их приурочена к докембрию и существует мнение (Кириченко, 1955), что конофитоны являются протерозойскими ископаемыми. Необходимо заметить, что это не совсем так. Отдельные находки строматолитов типа конофитон в низах кембрия и в одном обнажении в несомненном ордовике говорят о возможности нахождения их во всем нижнем палеозое, но массовое их распространение несомненно связывается с протерозоем.

Дальнейшие исследования выявят формы, которыми можно будет пользоваться для определения возраста.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

Таблица I*

Масштаб в сантиметрах

1. *Collenia flabelliformis granulosa*, Masl. Четвертичные отложения Алтая. Вид сверху.
2. *Collenia flabelliformis granulosa* Masl. Вертикальное сечение.

Таблица II

1 и 2. *Nuia sibirica* Masl. Брянская подсвита усть-кутской свиты. Обр. № 214/24. Гороховая шивера низовьев р. Ангары фиг. 1×46, фиг. 2×20 (шлиф).
3. Стенка *Phytospongia*. Усть-кутская свита × 20. Обр. № 236/7. Брянская шивера низовьев р. Ангары (продольное сечение, шлиф).
4. *Phytospongia cylindrica* sp. n. Усть-кутская свита. В середине фото находится внутренняя полость, окруженная стенками (темное). Видны пронизывающие светлые каналы. ×20. Обр. тот же (продольное сечение, шлиф).

Таблица III

1 и 2. *Frutexites arboriformis* g. et sp. nov. Усть-кутская свита. Черное — оруденелые слоевища × 20. Обр. № 236/14. Брянская шивера (вертикальное сечение, шлиф).
3. Слой *Frutexites* среди слоев *Collenia* Обр. № 236/14 × 3 (шлиф).
4. Темные подушечки *Pleurocapsites angaricus* g. et sp. n. внутри слоев. *Collenia* Усть-кутская свита. Обр. № 316/2. Каменный остров с верховьев р. Ангары. ×3 (шлиф).

Таблица IV

Масштаб в сантиметрах

1. *Collenia nubecularformis glebulosa* Обр. № 240/1.
2. То же. Обр. № 242/4а, Кочановская и Овсянкина шиверы низовий р. Ангары.
3. *Collenia minutocolumnaris planolaminaris microstylostromica granulosa* Обр. № 240/8. Кочановская шивера низовьев р. Ангары.
4 и 5. Подушечки *Pleurocapsites angaricus* g. et sp. n. среди слоев *Collenia*, шлиф ×10. Обр. № 316/2.

Таблица V

Масштаб в сантиметрах

1. *Collenia columnaris stylostromica recta*. Вид сбоку, выветрелая поверхность двух соседних строматолитов, разделенных трещиной (в середине образца). Усть-кутская свита. Обр. 19/7. р. Черная.
2. *Collenia stylostromica recta*. Выветрелая поверхность излома в вертикальном сечении. Простым глазом видны структуры слоистости и *Stylostroma*. Обр. 19/7.

---

* Все образцы, кроме указанных в скобках, собраны автором работы.

Таблица VI

1. *Collenia stylostromica* в виде крупного «каравая». Верхняя часть усть-кутской свиты. Р. Черная лев. приток р. Илима.
2. Характер биогерма — купола строматолитов разных типов и форм. Хорошо виден характер нарастания отдельных форм строматолитов и мелкие бугорки, изменяемые от 1 до 3 см. Усть-кутская свита. Подкаменная Тунгуска.

Таблица VII

1. *Collenia stylostromica recta*. Структура *Stylostromica* с песчаным материалом (слюдистый песок) между «стержнями». Светлые пятна — вторичный карбонат ×20. р. Черная.
2. *Collenia stylostromica recto-conica* (шлиф). Видны слои, смещенные в отдельных конусах. Усть-кутская свита. Обр. 19/7, р. Ангара, р. Видим ×10.
3. Тот же строматолит со структурой *Stylostroma*. Вверху видны отдельные тонкие стерженьки — просветы, пронизывающие слоистую массу, ×10.
4. *Collenia glebulosa porosa* (Вертикальное сечение, шлиф. Видно неравномерносгустковое строение с неправильными полостями, заполненными вторичным карбонатом. Обн. № 106, пласт 3. р. Нюя близ устья. Усть-кутская свита, ×2,5.

Таблица VIII

Collenia columnaris stylostomica glebulosa. Усть-кутская свита р. Черная.
1. Верхняя поверхность пропластка.
2. Сечение параллельно верхней поверхности. Пришлифовка.
3. Участок *Collenia columnaris stylostromica glebulosa* в песчанике. Слева стержневая структура, справа ее нет. Белые пятнышки — песчинки. Данную структуру можно предположительно объяснить так: справа стержни слились в одно целое, слева же отделяются один от другого кластическим материалом (шлиф), ×10.
4. Вертикальное сечение через пропласток. Пришлифовка.

Таблица IX

1. *Collenia columnaris stylostromica glebulo-reticularis*. Усть-кутская свита, Обр. № 242/4в, Овсянкина шивера (р. Ангара)
2. *Collenia flabelliformis conostilostromica granulosa*. Вертикальное сечением. Усть-кутская свита. Обр. № 240/3. Кочановская шивера (р. Ангара).

Таблица X

1. Вид сбоку на расколотый желвак «каравая» р. Черная *Collenia plana glebulosa*.
2. То же, вид верхней поверхности желвака.
3. «Узорчатый известняк» со строматолитовым, но неясным строением. Усть-кутская свита.× 10, Подкаменная Тунгуска.

Таблица XI

1. *Collenia plana tennilamellosa* в вертикальном сечении. Усть-кутская свита Обр. № 106/3 и 108. р. Нюя.
2. *Collenia planotumulosa-microstylostromica*. Пришлифовка в натуральную величину. Усть-кутская свита. Обр. № 240/4. Кочановская шивера (р. Ангара).
3. *а* — то же, что и фиг. 1. *б* — *Glebulella* интенсивно окрашенная в красный цвет железистым материалом. Пришлифовка. Усть-кутская свита. Обр. № 233/14, Брянская шивера низовий р. Ангары.
4. *Collenia flabelliformis recto stylostromica glebulosa*. Пришлифовка, натуральная величина. Усть-кутская свита. Обр. № 310/7. Каменный остров верховьев р. Ангары.

Таблица XII

1. и 2. *Collenia columnaris granulosa planolaminaris*. Усть-кутская свита. р. Илим.
1. Верхняя поверхность.
2. Вертикальное сечение. Пришлифовка.
3 и 4. *Collenia macrocolumnaris glebulosa*. Усть-кутская свита, р. Илим.
3. Верхняя поверхность.
4. Вертикальное сечение. Пришлифовка.

Таблица XIII

1. *Collenia flabelliformis stylostromica granulosa* в вертикальном сечении переслаивающаяся с образованиями *Glebulla massularis*. Нат. вел. Обр. № 4, Усть-кутская свита, низовья р. Видим, прав. берег р. Ангары (верхнее течение). Пришлифовка.
2. *Collenia columnaris granulosa* (вертикальное сечение). Нат. вел., пришлифовка. Обр. 6/8. д. Илимск, усть-кутская свита.
3. *Collenia columnaris reticularis* (вертикальное сечение, × 2). Видны меняющиеся по толщине слои с сетчатой структурой. Низы усть-кутской свиты. Обр. 9/13 (шлиф).

Таблица XIV

1—3. *Collenia columnaris glebulo-granulosa* в вертикальном сечении. Шлиф. 1 и 2 — пришлифовка. 3 — ×2,5 Обр. № 124/14, низы усть-кутской свиты р. Нюя.

Таблица XV

Collenia macrocolumnaris glebulosa f. n. пришлифовки.
1 — обр. 6/6
2 — обр. 6/8. Усть-кутская свита. Нат. вел., вертикальное сечение. Розовые породы д. Илимск.

Таблица XVI

1 и 2. *Collenia pseudocolumnaris granulosa*.
1. (вертикальное сечение; шлиф).×2; фиг. 2 — пришлифовка. Обр. № 101в, нижняя часть усть-кутской свиты, устье р. Нюи.
3. *Collenia flabello-columnaris granulosa*. Обр. № 245 Н, Подкаменная Тунгуска, усть-кутская свита.

Таблица XVII

1—3. *Collenia flabello-columnaris glebulo-granulosa spongiomorpha*.
1. Косой срез ×9/10. Обр. 17/4, р. Черная, левый приток Илима. Усть-кутская свита. Пришлифовка.
2. Вертикальное сечение желвачка, ×9/10, обр. № 272 Н (сбор А. С. Новиковой), р. Чуна. Усть-кутская свита. Пришлифовка.
3. Вертикальное сечение основания желвачка. (шлиф), ×2,5. В верхней части видна «пузыристая» структура по слою. Образец тот же, что фиг. 2.

Таблица XVIII

1. *Glebulella labellimorpha* (Шлиф, вертикальное сечение). Видна причудливая сгустковая структура, засоренная песчаным материалом и оолитами, более изобильными в промежутках между выступами строматолита,×3. Усть-кутская свита, верховья р. Ангары. Обр. № 318/1.
2. *Collenia columnaris reticulo-glebulosa* (вертикальное сечение). Пришлифовка. Обр. № 9/13, низы усть-кутской свиты, р. Илим «Порог».

Таблица XIX

1. *Collenia flabelliformis nubeculariformis glebulosa* (вертикальное сечение), р. Вилюй, усть-кутская свита (сбор А. А. Арсеньева). Пришлифовка. Обр. № 13/11
2. То же, шлиф, ×2. Обр. № 13/11.

Таблица XX

1. *Collenia columnaris obliqua granulosa*. Пришлифовка.
2. То же, верхняя поверхность. Обр. № 124/21 — р. Нюя.

Таблица XXI

1. *Collenia columnaris glebulosa porosa* (вертикальное сечение) в обнажении. Усть-кутская свита. Устье р. Нюи. Обн. № 106, пласт 3.
2. То же (горизонтальное сечение).
3. Та же форма в пришлифовке. Видны неясные, расплывающиеся слои. Масштаб в сантиметрах.
4. *Conocollenia glebulosa*. Шлиф через переход от толстослоистых участков к тонкослоистым, усть-кутская свита, р. Нюя.
5. Вид сверху на строматолит в породе.

Таблица XXII

1 и 2. *Glebulella labellimorpha* в косых сечениях в пришлифовках. Усть-кутская свита. Фиг. 1 — обр. № 214/26н, фиг. 2 — обр. № 214/27. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
3. *Glebulella massularis*. Пришлифовка средней части образца. Внизу *Gleb. nubeculariformis*, вверху слоистый доломитовый мергель. Обр. № 214/30. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
4 и 5 *Glebulella columnaris*. Вертикальное сечение, пришлифовка. Обр. № 214/26. Гороховая шивера.

Таблица XXIII

Масштаб в сантиметрах

1. *Glebulella columnaris reticularis*. Верхняя поверхность.
2. То же. Вертикальное сечение. Пришлифовка.
3. *Glebulella nubeculariformis*. Вертикальное сечение. Пришлифовка. Обр. № 2/6 Шумилово.
4 и 5. *Glebulella columnaris reticularis*. Усть-кутская свита.
4. Пришлифовка в вертикальном сечении. Обр. № 240/5, 2/3 натуральной величины.
5. Шлиф, обр. № 240/6, ×3. Кочановская шифера низовий р. Ангары.

Таблица XXIV

1 и 2. *Glebulella nubeculariformis*. Усть-кутская свита. 1 — пришлифовка, обр. № 214/12. Фиг. 2 — шлиф ×10. Обр. № 214/25 г. Низовья р. Ангары.
3 и 4. *Fossella cerebriformis*. Усть-кутская свита. Общий вид, обнажение № 104, р. Лена, близ устья р. Нюи.
5 и 6. *Fossella cerebriformis*.
5. Горизонтальное сечение, пришлифовка. Темное тело строматолита, светлое — заполняющий пустоты цемент. Обр. 104.
6. Вертикальное сечение. В светлом цементе видна грубопесчаная примесь и неправильная слоистость. Обр. 104.

Таблица XXV

1 и 2. *Glebulella reticularis porosa*. Усть-кутская свита. Пришлифовки. Вертикальные сечения. Фиг. 1 — обр. № 214/30, фиг. 2 — обр. № 242/5в. Гороховая и Овсянкина шиверы низовий р. Ангары.
3. Шлиф — вертикальное сечение, ×3.
4. Шлиф — поперечное сечение, ×10.

Таблица XXVI

1. *Tubistromia limosa* в обнажении. Видны косопоставленные стержни. Усть-кутская свита. Обр. № 236/14. Брянская шивера низовий р. Ангары.
2. *Fossella cerebriformis*. Вид сверху. Видна покрывающая строматолит мергелистая пленка, в которой местами выкристаллизовался розовый гипс (трехлучевая звезда над цифрой 104). Местонахождение то же, что на табл. XXIV.

Таблица XXVII

1. *Crustella stylostroma porosa*. Усть-кутская свита. Обр. № 19/10. р. Черная, приток р. Илим. Верхняя поверхность.
2. Вертикальное сечение одного слоя. Пришлифовка.
3. Микроструктура в вертикальном сечении. ×10.

Таблица XXVIII

1. *Crustella porosa reticularis* в вертикальном сечении. Нат. вел. Обр. № 176/6, Столбовая свита, Подкаменная Тунгуска, «Щеки».
2. Контакт неопределимого строматолита внизу и комковатого онколитового известняка наверху. Пришлифовка, ×2. Обр. № 320/5а, Усть-кутская свита. Каменно-островский гор. Каменные острова в верховьях Ангары.
3. Зачаточные *Saccus multilamellosus*. Пришлифовка. Обр. № 310/7. Каменные острова верховий р. Ангары, Усть-кутская свита. Нат. величина.

Таблица XXIX

1. Знаки ряби волнений в красных алевролитах братскомакаровской свиты на р. Нюе. Обр. № 107, пл. 1.
2. Глиптоморфозы по соли (кубики) в красных алевролитах и песчаниках с красными железистыми песчаными пленками (на фото черный налет). Характер наслоения этой пленки таков, что можно предположить эоловый нанос железистой пыли на (вышедшее на воздушную поверхность) дно водоема с глиптоморфозами по соли.

Таблица XXX

1. *Macronubecularites subradiatus granulosus*. Усть-кутская свита. Шлиф. Обр. № 214/17. Гороховая шивера.
2. *Conocollenia irregularis* в осевом сечении. Усть-кутская свита. Пришлифовка. Обр. № 236/6. Брянская шивера, низовья р. Ангары.
3. Обломочно-сгустковый известняк промежутков между строматолитами. Пришлифовка. Обр. № 236/6а.

Таблица XXXI

1. *Macronubecularites subradiatus granulosus*. Усть-кутская свита. Шлиф, ×4, Обр. № 214/19. Гороховая шивера. Низовья р. Ангары.
2. Смена по вертикали *Collenia stylostromica* (внизу), *Coll. glebulosa* (вверху), косое сечение. Обр. № 241/11. Шлиф, ×4.

Таблица XXXII

1—3. *Tubistromia limosa*. Усть-кутская свита. Пришлифовки.
1. Поперечное сечение. Обр. № 214/13. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
2 и 3. Продольные сечения. Обр. № 236/10. Брянская шивера, низовья р. Ангары.
4. *Conophyton directus glebulosus*. Вертикальное сечение. Обр. № 236/12а. Брянская шивера низовий р. Ангары.
5. *Tubistromia reticularis spongiomorpha*. Вертикальное сечение. Шлиф, × 2. Обр. № 240/9. Кочановская шивера, низовья р. Ангары

Таблица XXXIII

1—2. *Saccus multilamellosus glebolosus renalciformis*. Пришлифовки вертикальных и косых сечений. Усть-кутская свита. Обр. № 214/18, 214/17. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
3. Поперечный шлиф через столбик, ×10. Обр. № 214/17. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
4 и 5. Крупная разновидность того же строматолита, что и на фиг. 1—3. Пришлифовка в натуральную величину. Сохранность и величина отличаются, структуры и принцип роста один и тот же. Обр.— 214/19. Гороховая шивера низовий р. Ангары.

Таблица XXXIV

1. *Osagia glebulosa reticularis*. Усть-кутская свита. Кочановская шивера низовий р. Ангары. Шлиф, ×3. Обр. № 240/8. В центре обломок строматолита.
2. *Osagia nubeculariformis microstylostromica*. Пришлифовка. Обр. № 240/2. Кочановская шивера низовий р. Ангары.
3—5. *Nubecularites renalcis reticularis*. Усть-кутская свита. 3 и 4. Пришлифовки. Обр. № 242/6, 242/6б. Овсянкина шивера. Фиг. 5. Шлиф, ×46. Обр. № 214/12. Гороховая шивера низовий р. Ангары.

Таблица XXXV

1. Начало перекристаллизации и доломитизация строматолита морфотипа *Collenia*, × 10. Обр. № 311. Каменный остров верховий р. Ангары.
2. Структура стилострома в оруденелых слоях строматолита. Шлиф, ×10. Обр. № 224.
3. *Renalcis siluricus* sp. n. Усть-кутская свита. Шлиф 20. Обр. № 214/21. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
4. «Узорчатый» известняк. Обр. № 214/31б. Гороховая шивера низовий р. Ангары.
5. Участок с песчаным материалом в строматолите из усть-кутской свиты. Вверху снимка и внизу — строматолит. В середине находятся округлые песчинки и окатанные обломки известняков. Вверху налево эллиптическое зерно глауконита со светлой каймой и темной оболочкой. Шлиф. Николи параллельны, ×20. Обр. № 547.

Таблица XXXVI

1, 2 — Пизолиты, оолиты и внизу онколиты в песчанистых породах усть-кутской свиты. Обр. № 320/11. Н. Каменный остров верховий р. Ангары. 1. Шлиф ×3. 2. Пришлифовка, натуральная величина.

Таблица XXXVII

1. Отпечатки проблематической водоросли *Manchjuriophycus* в красных песчаниках нижне-аплинской свиты, обн. № 212, 3 км. ниже Аплинского порога, левый берег р. Ангары (низовья).
2. Следы ряби сильного течения (языковидная рябь) в красных песчаниках нижне-аплинской свиты в том же обн. № 212.

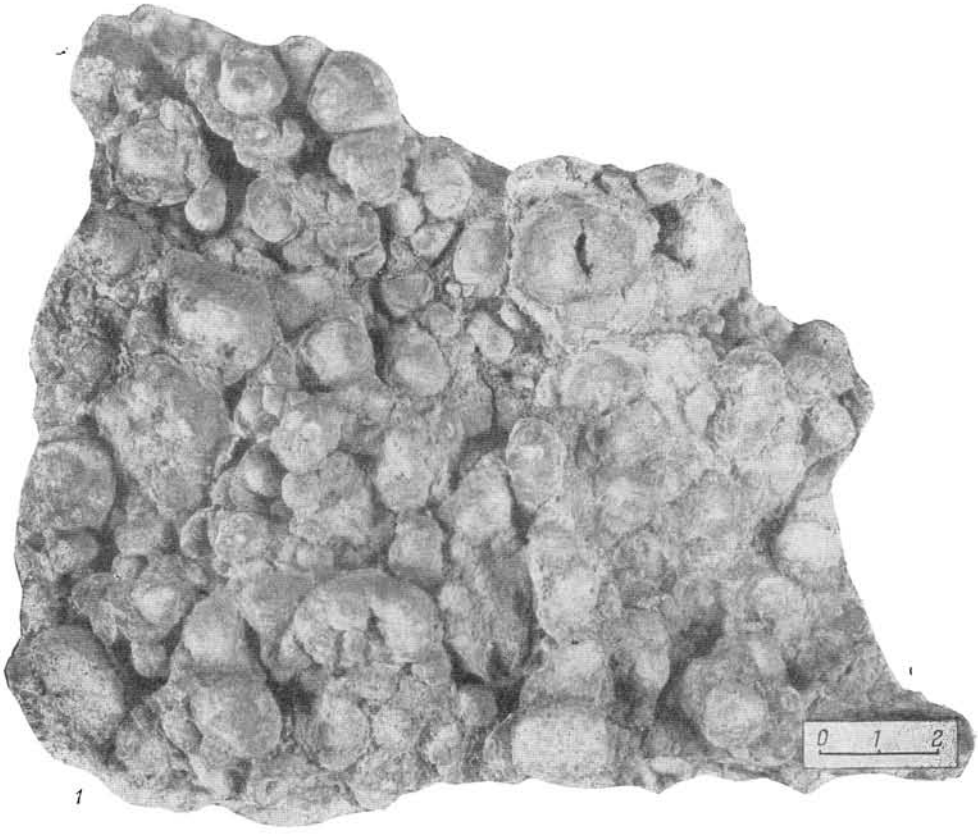
Таблица XXXVIII

1. Обнажение карбонатных биогермов «выступов», состоящих из мелких строматолитов. Усть-кутская свита р. Подкаменная Тунгуска.
2. Обнажение песчанистых карбонатных пород с «караваями» строматолитов в мокинском горизонте усть-кутской свиты около д. Мока на левом берегу р. Ангары в ее верхнем течении.

Таблица XXXIX

1 и *2*. Девонские строматолиты из коллекции Г. В. Тихомирова (керн). Фиг. 1. *Collenia columnaris granulosa* в вертикальном сечении. Пришлифовка. Нат. вел. Обр. № 54. 2 *Collenia* (?) (*irregularis glebulosa*) в вертикальном сечении. Пришлифовка. Нат. вел. Обр. № 72.
3. Структура *Katangasia* шлиф, ×10, местонахождение тоже. Шл. 165/10.
4. Онколит, в котором находятся кроме проблематических образований мелкие трубочки гирванелл. Готланд Подкаменной Тунгуски, ×10. Шл. 165/2.

Таблица I

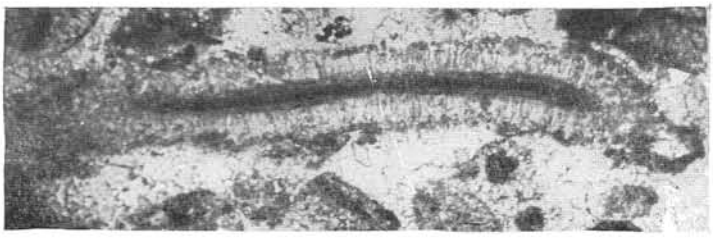


1

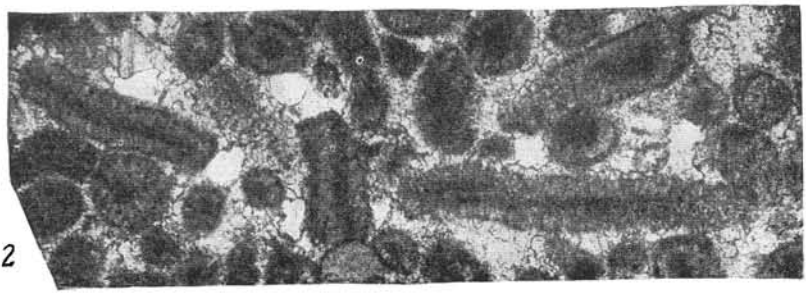
2

Таблица II

1



2

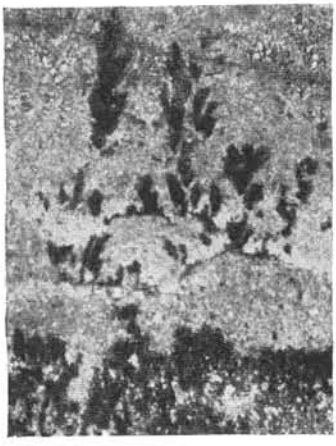


3

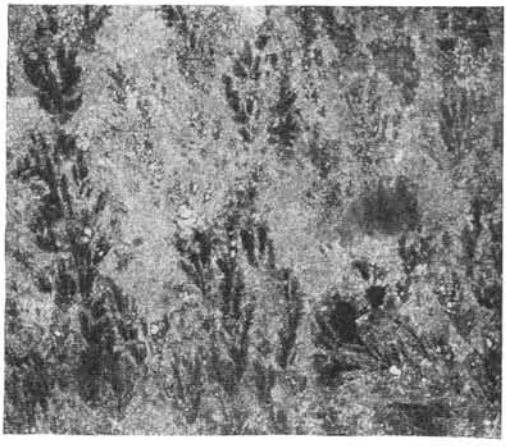
4

Таблица III

1



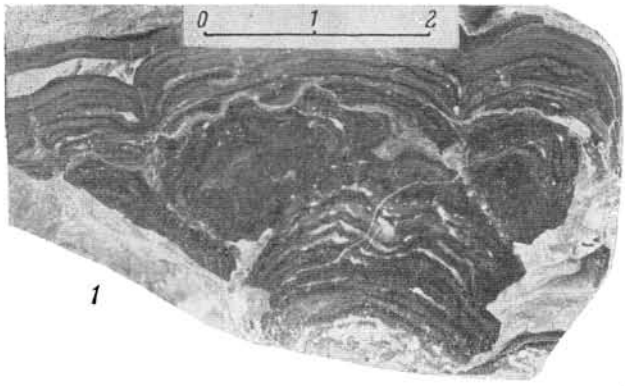
2



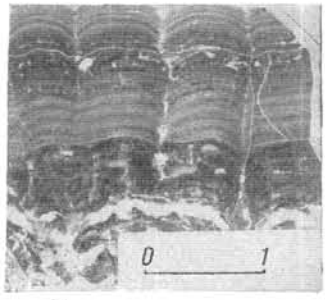
3

4

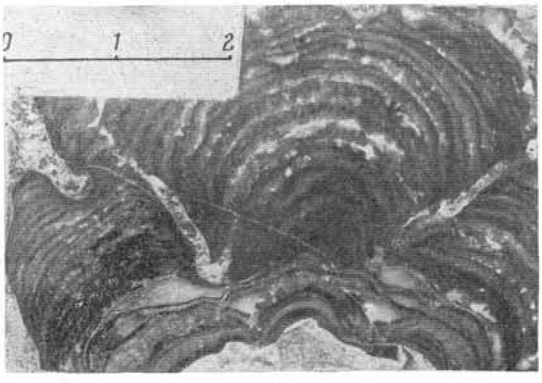
Таблица IV



1



3



2

4

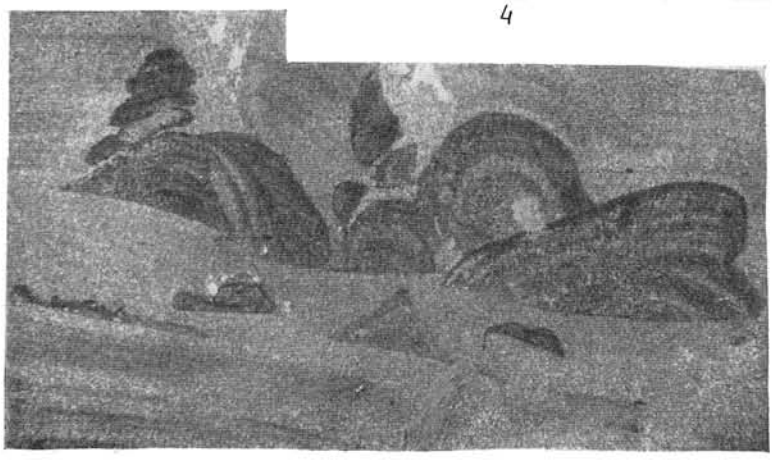


Таблица V

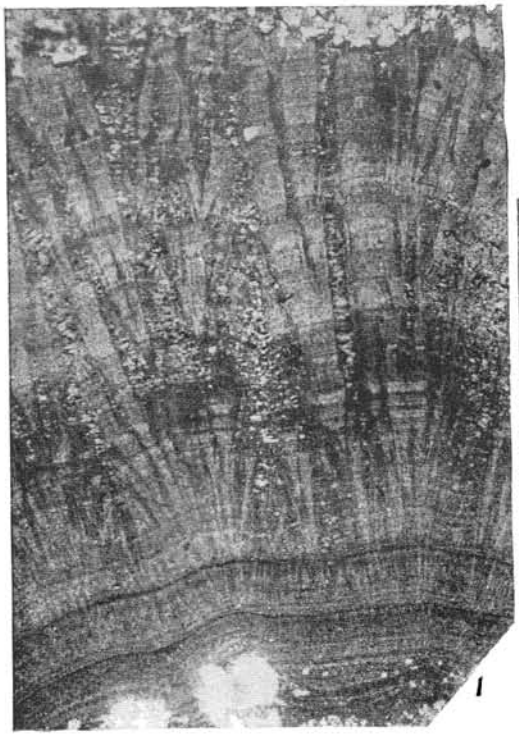
2

1

Таблица VI

1

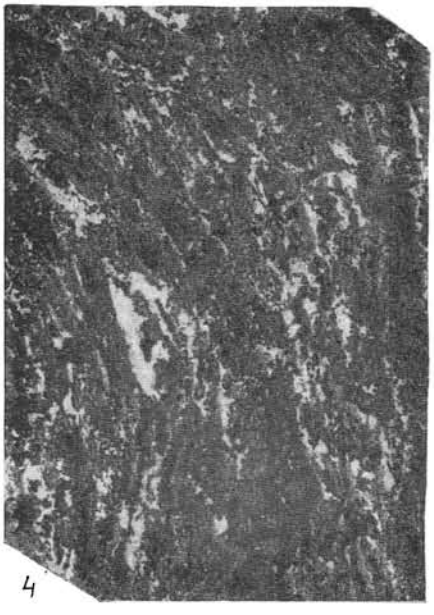
Таблица VII



1

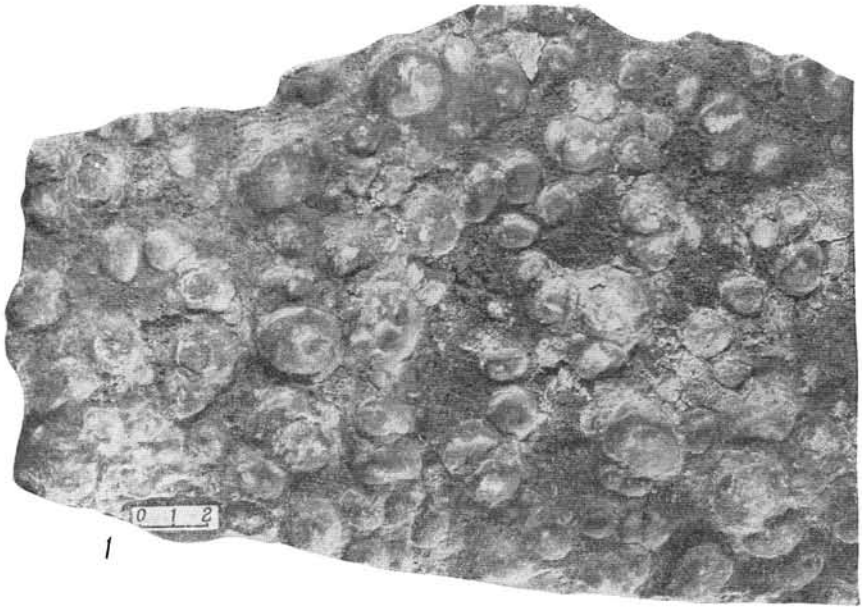
2

3



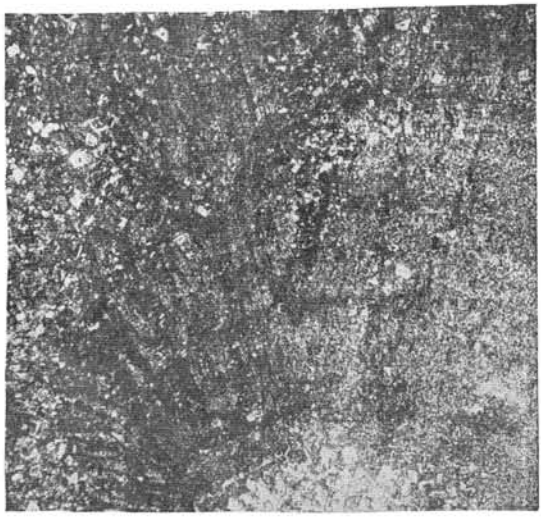
4

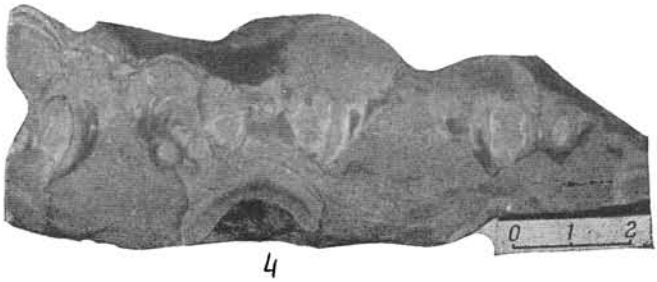
Таблица VIII



1

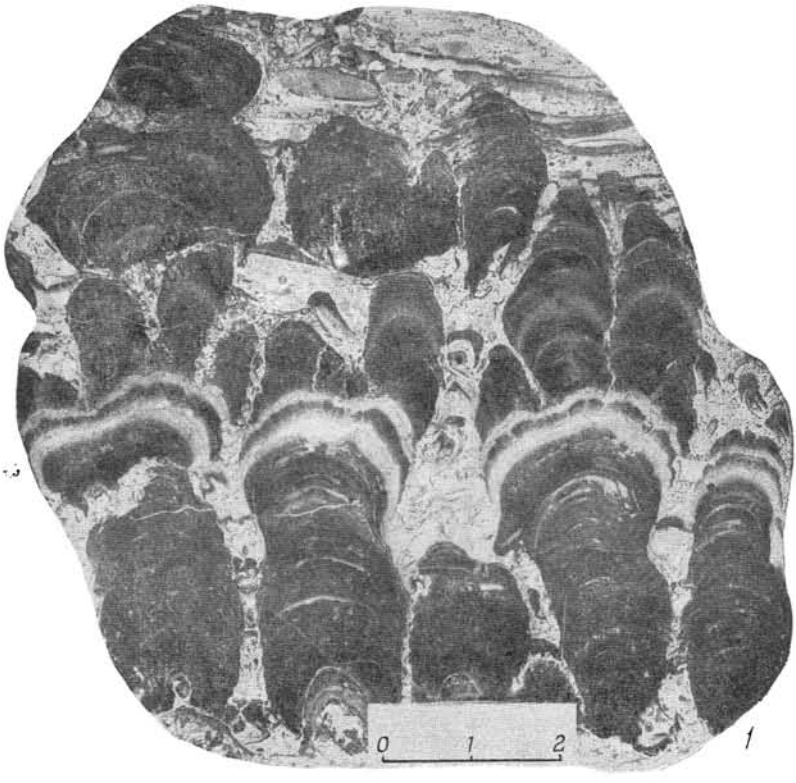
2



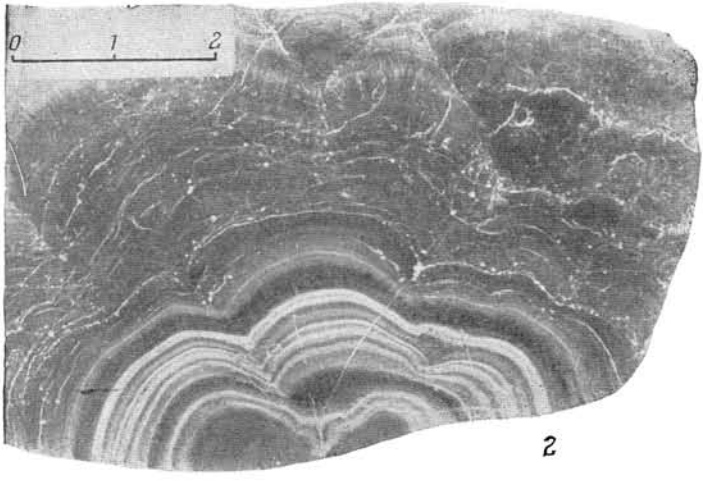


4

Таблица IX

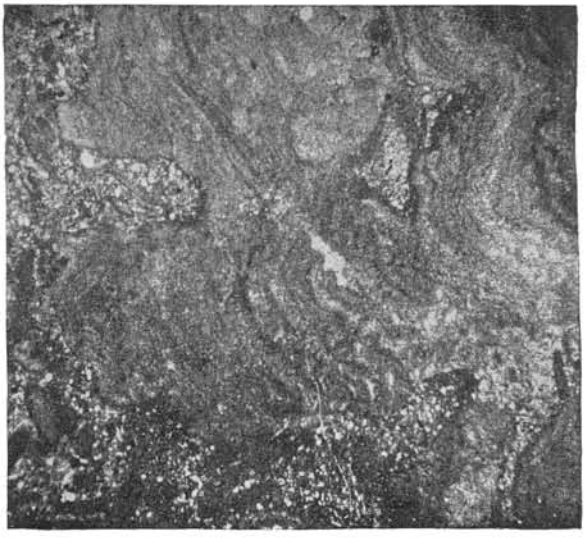


1



2

Таблица X

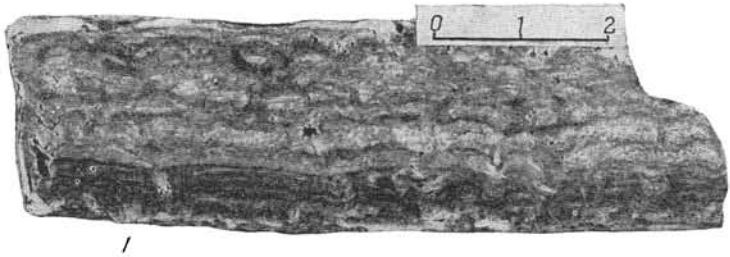


3

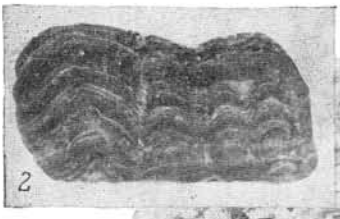
1

2

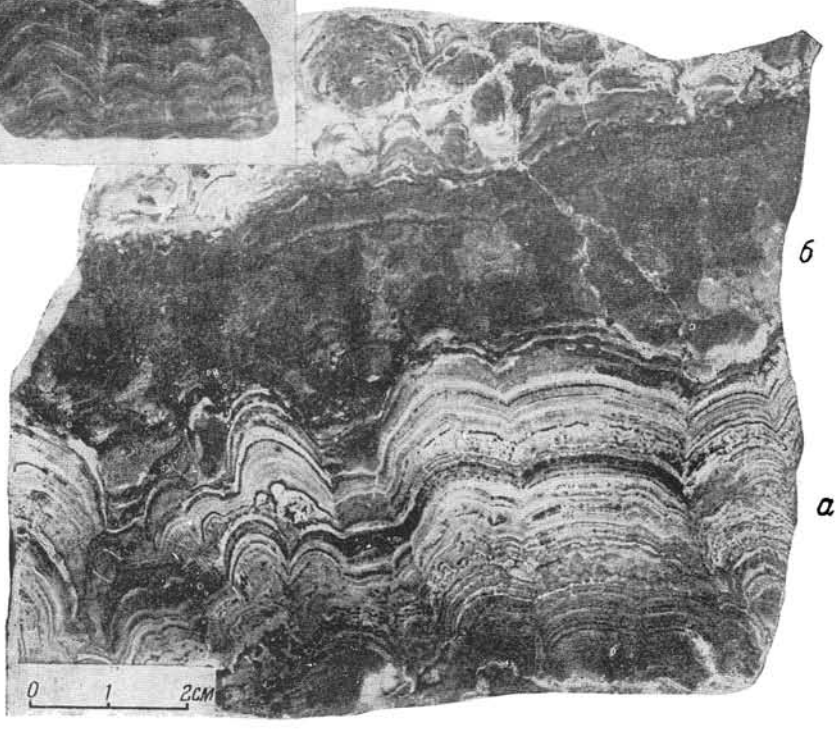
Таблица XI



1



2



б

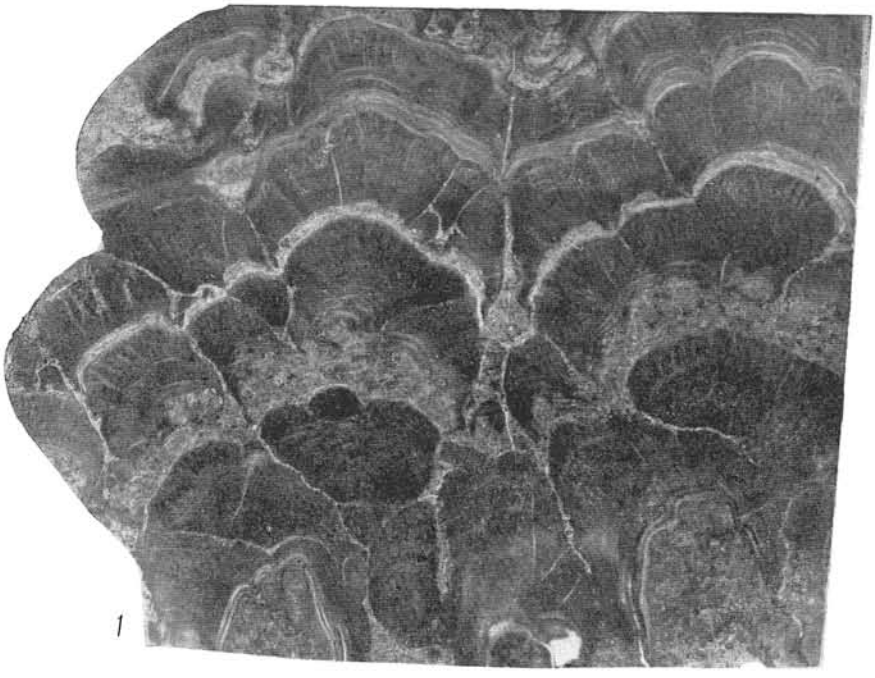
а

3

4

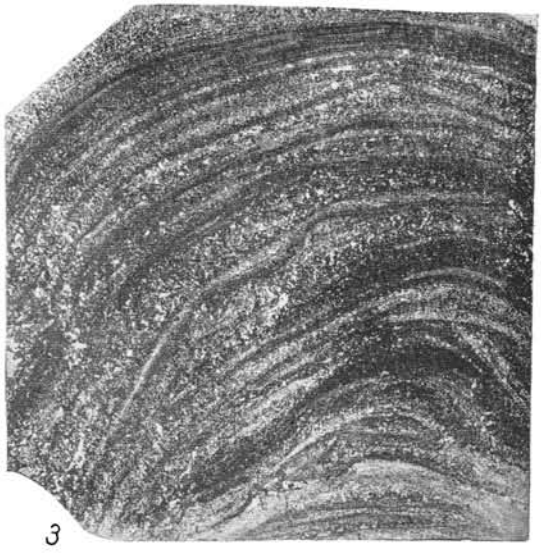
Таблица XII

Таблица XIII



1

2

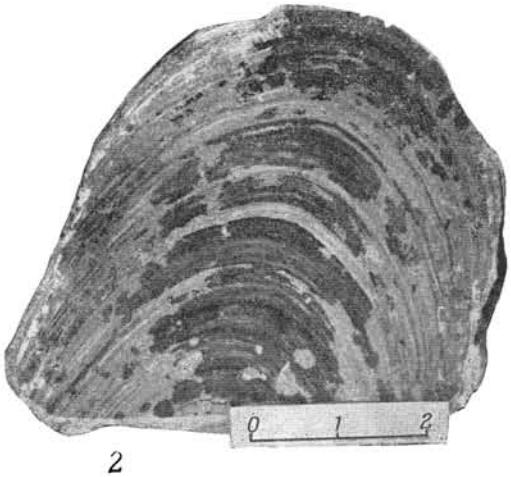


3

Таблица XIV

1

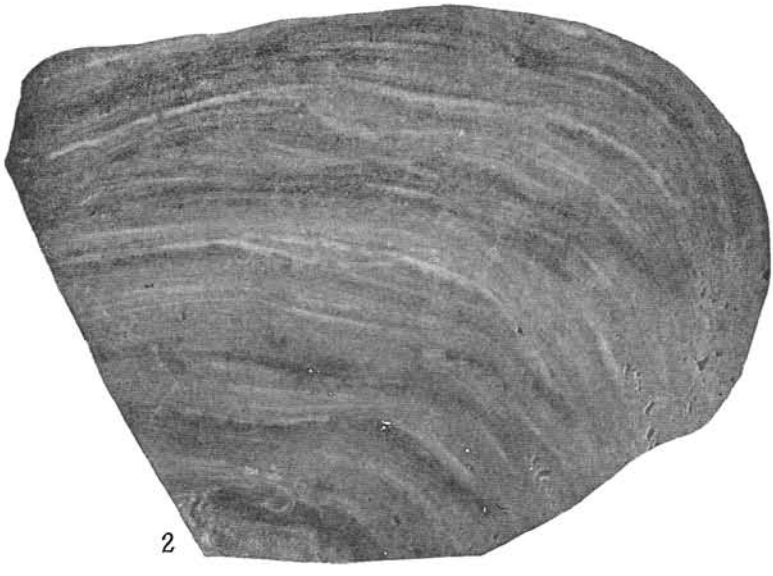
3



2

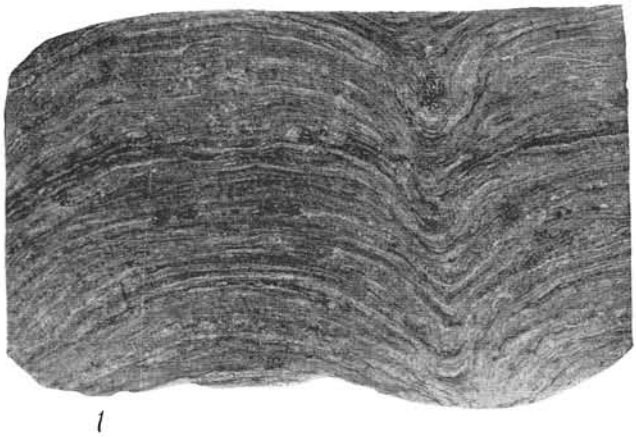
Таблица XV

1

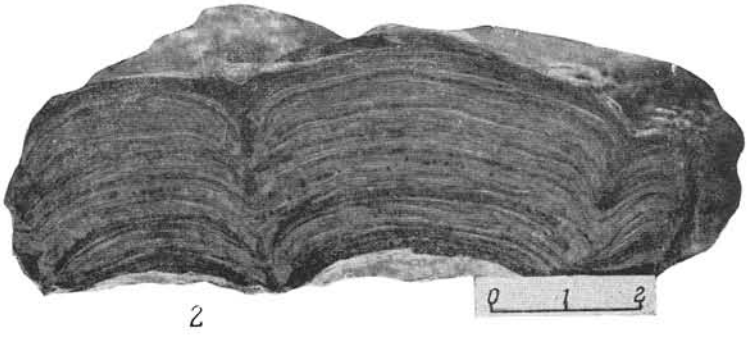


2

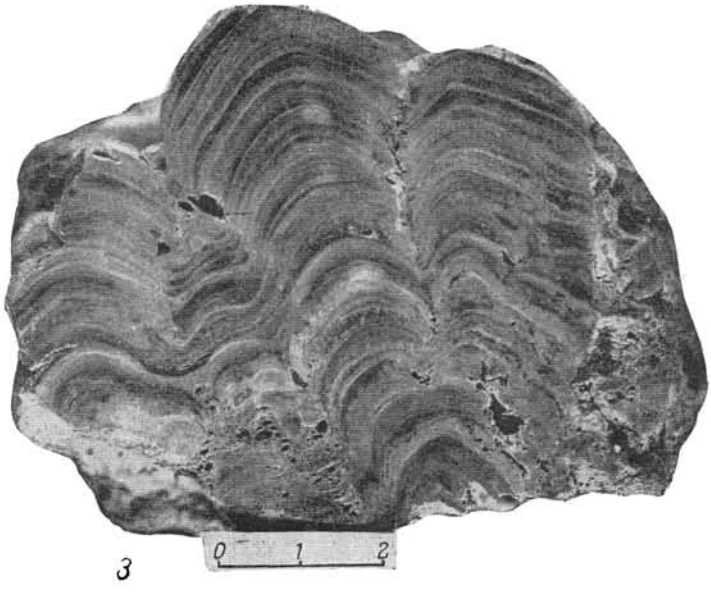
Таблица XVI



1

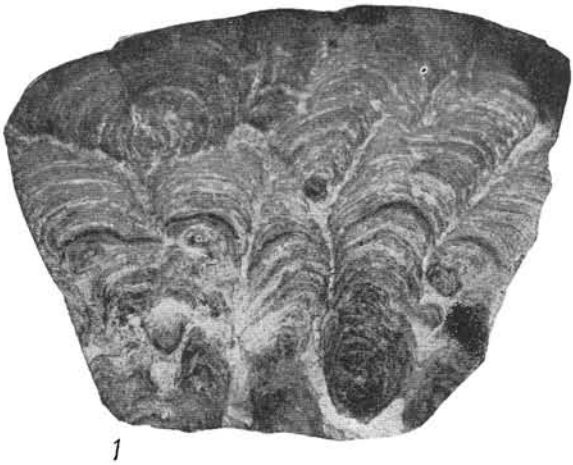


2



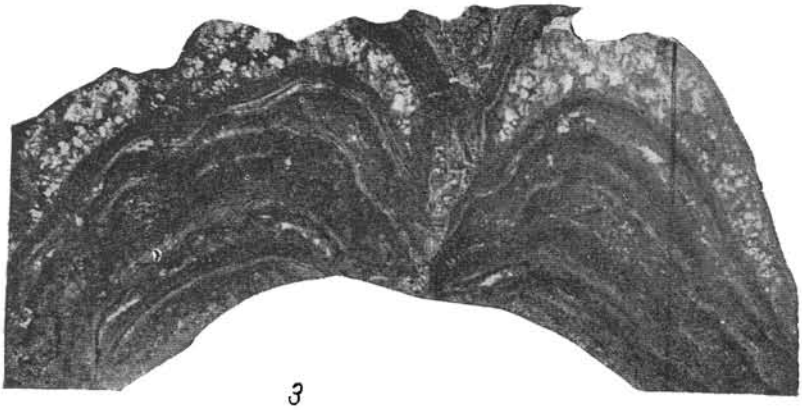
3

Таблица XVII



1

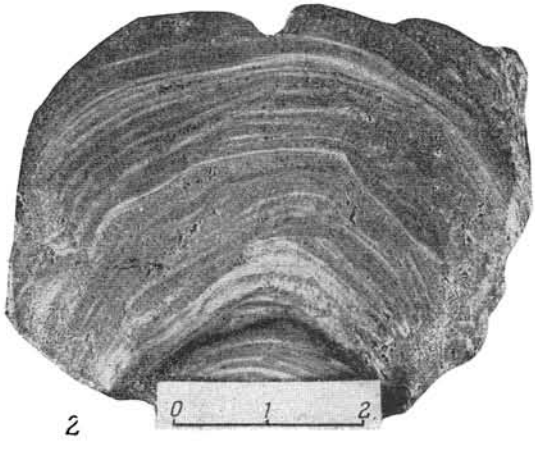
2



3

Таблица XVIII

1



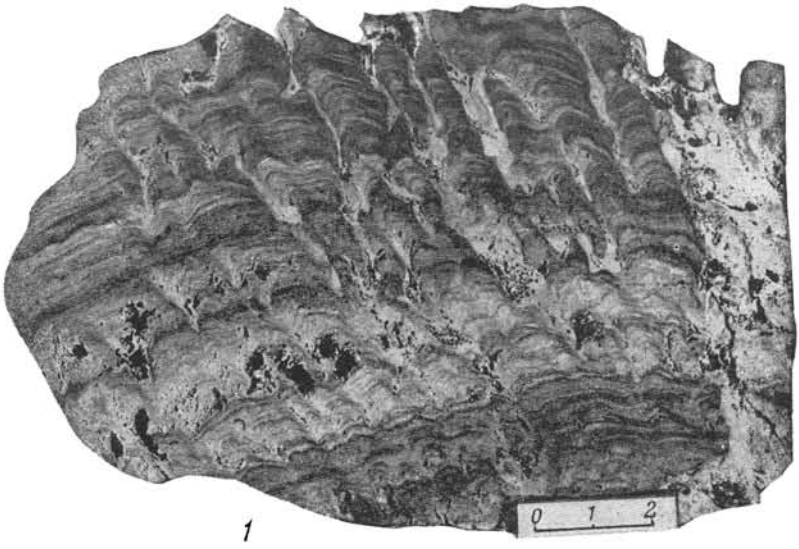
2

Таблица XIX

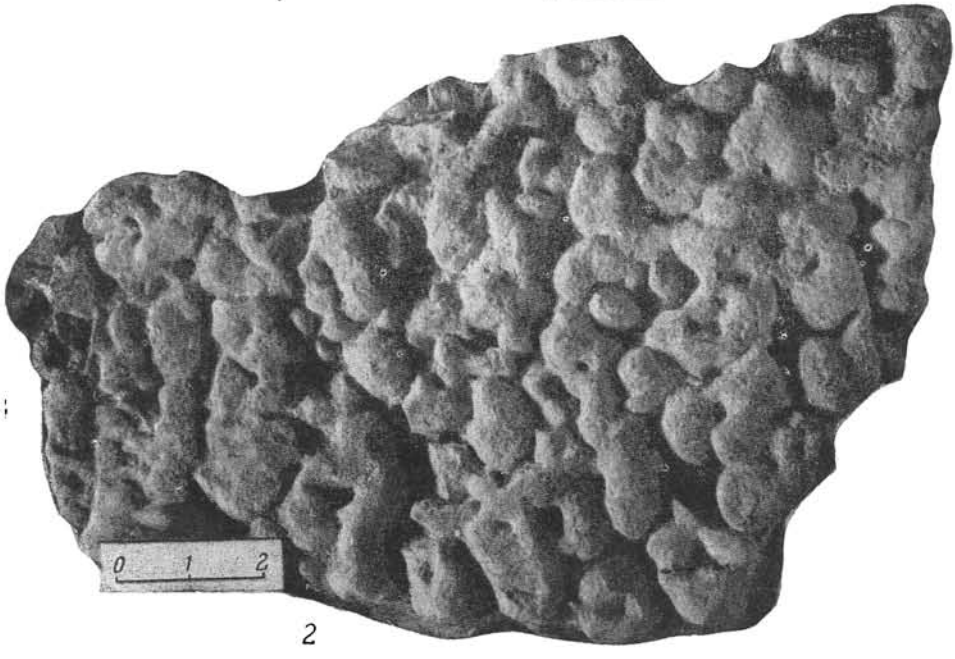
1

2

Таблица XX



1



2

Таблица XXI

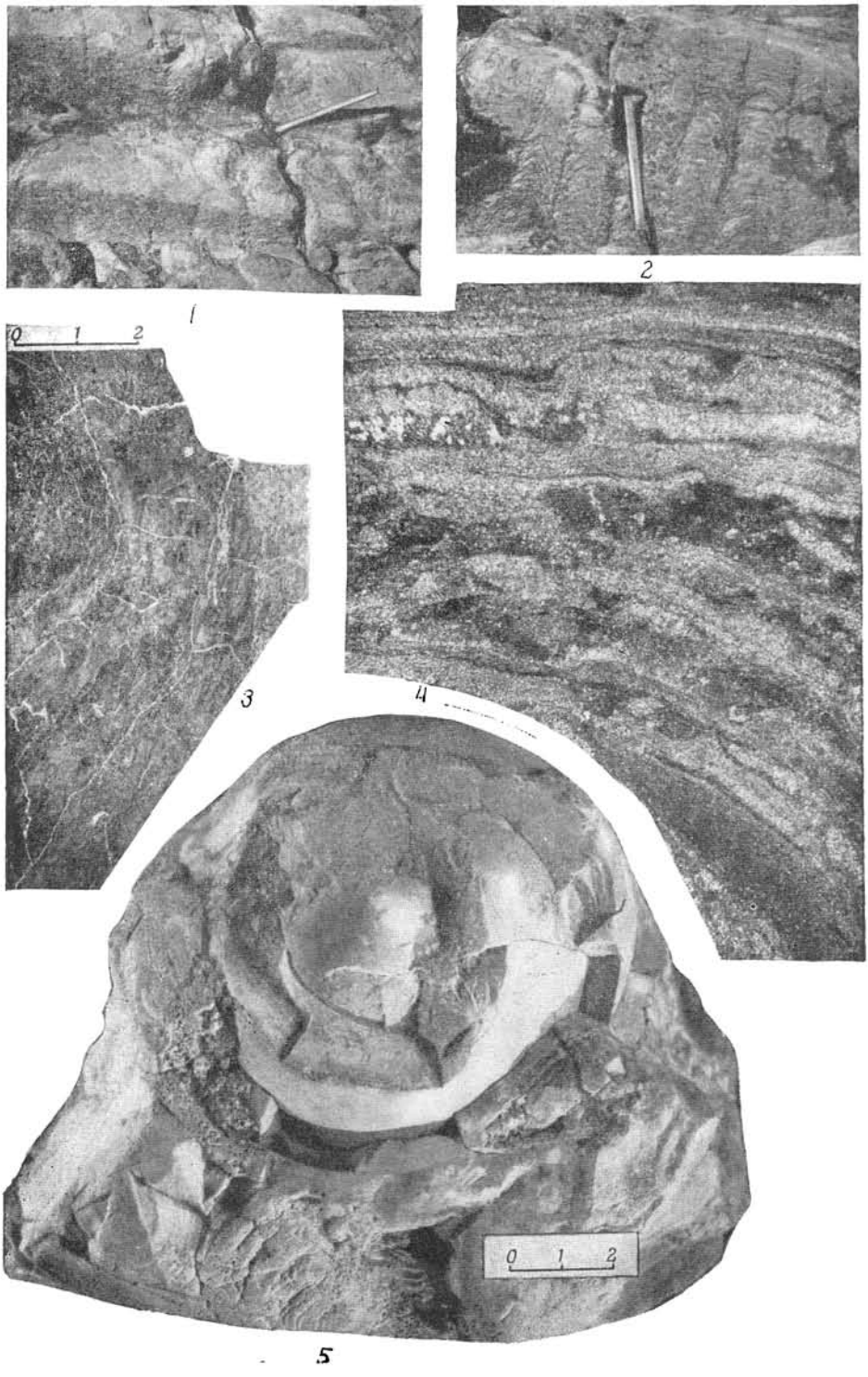


Таблица XXII

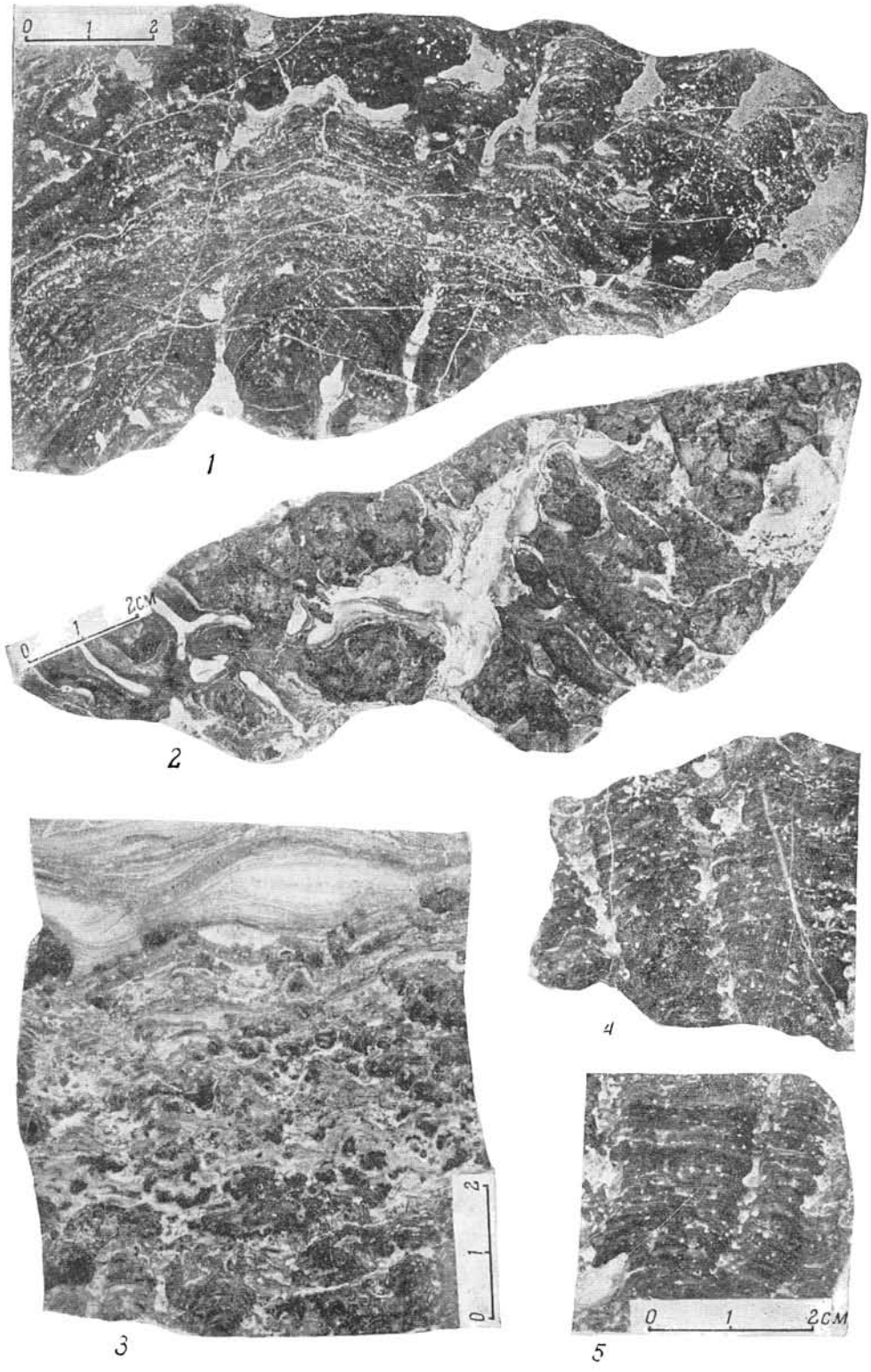


Таблица XXIII

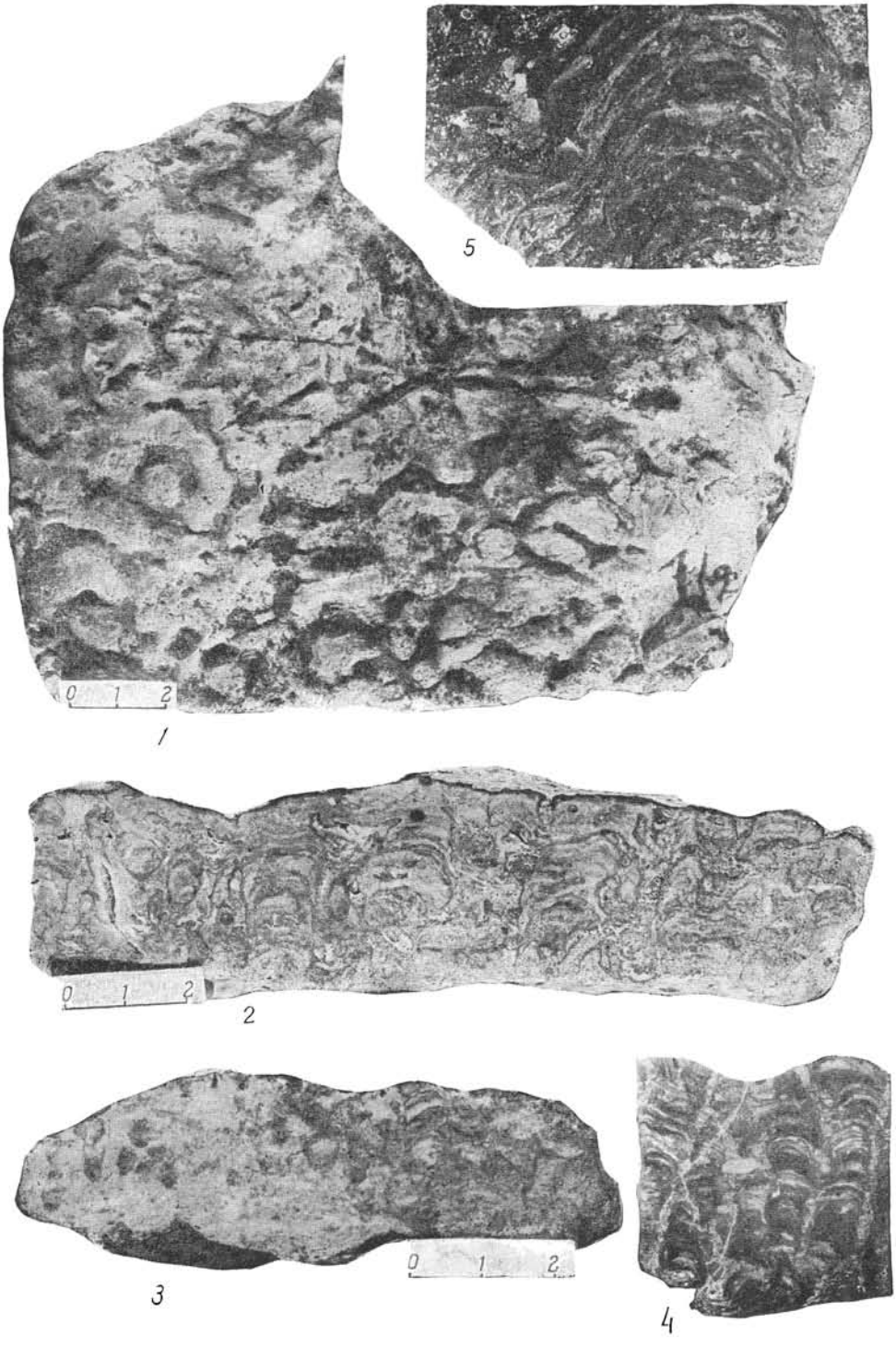
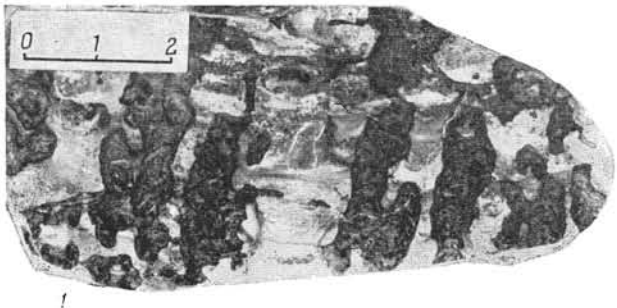
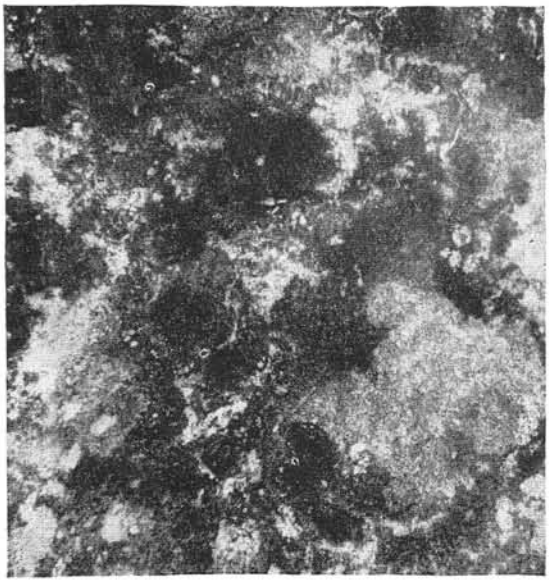


Таблица XXIV



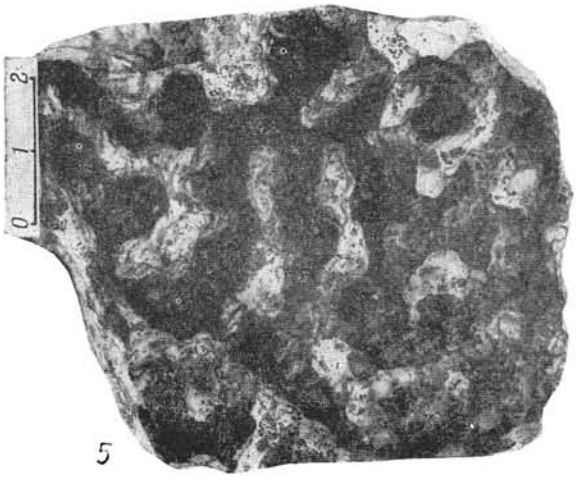
1

3



2

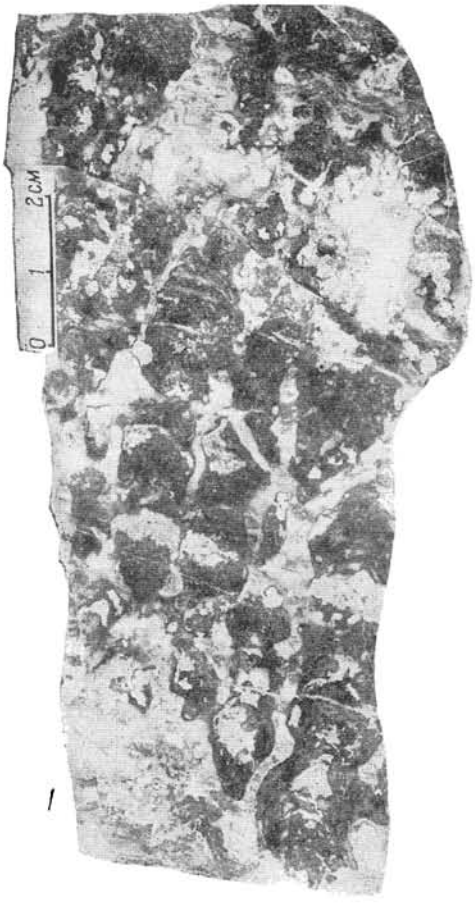
4



5

6

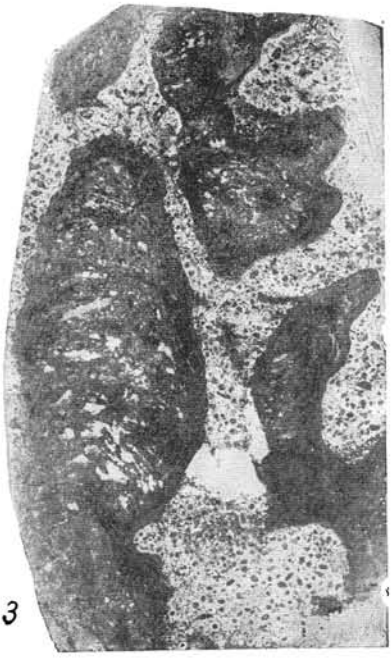
Таблица XXV



1

4

2



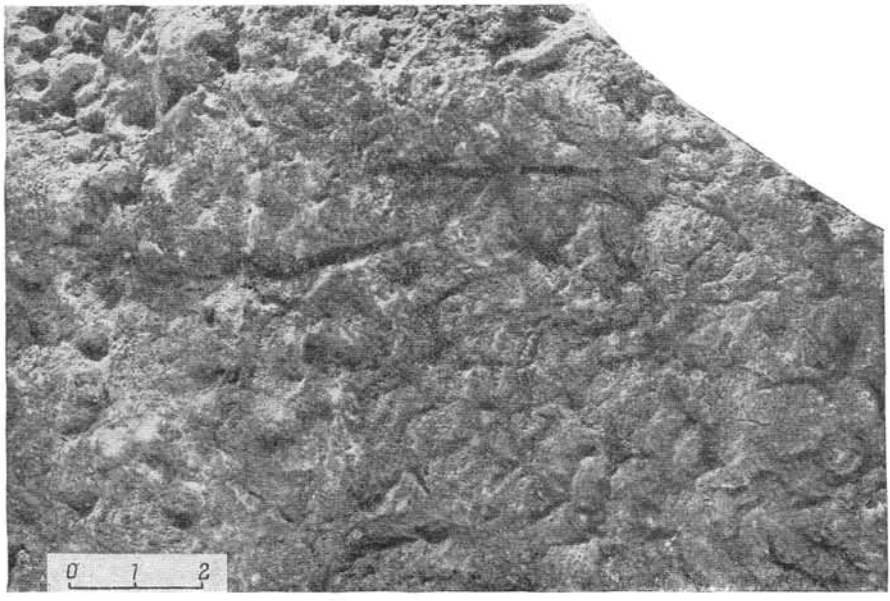
3

Таблица XXVI

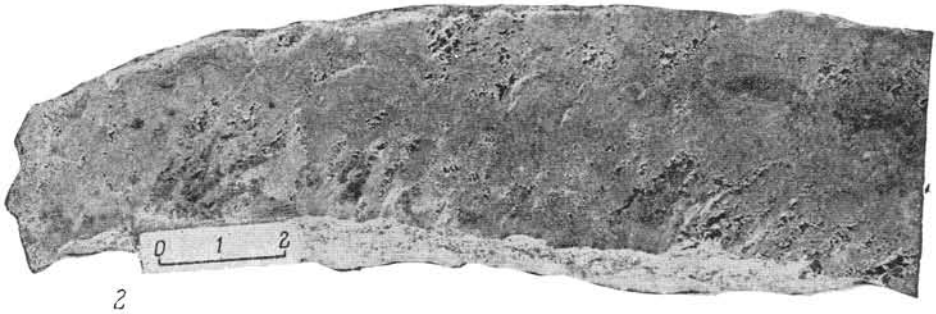
1

2

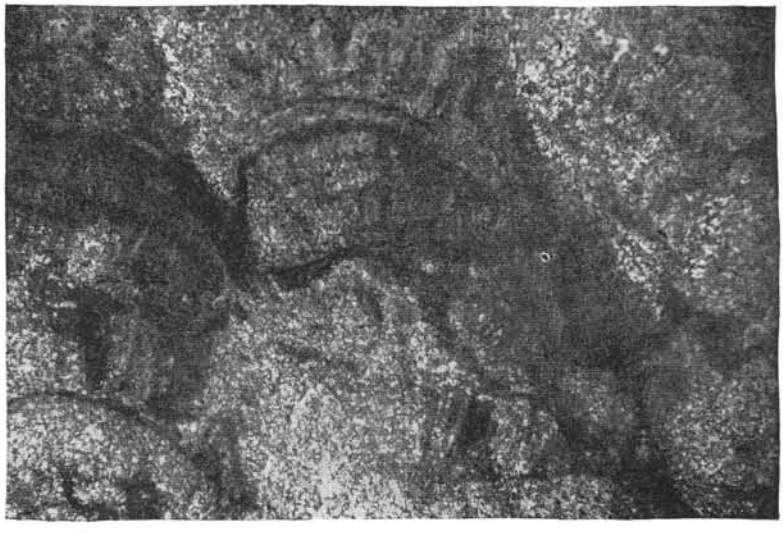
Таблица XXVII



1



2



3

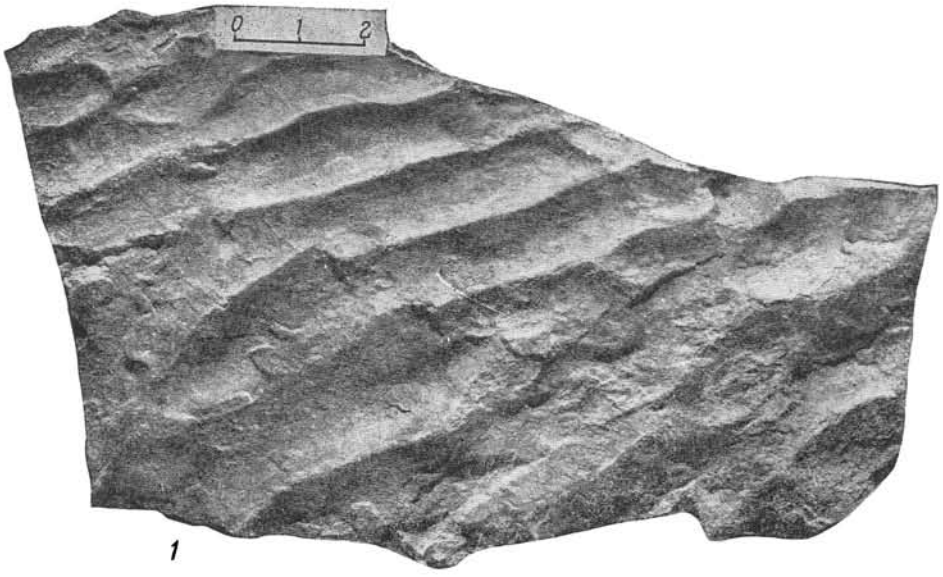
Таблица XXVIII

1

2

3

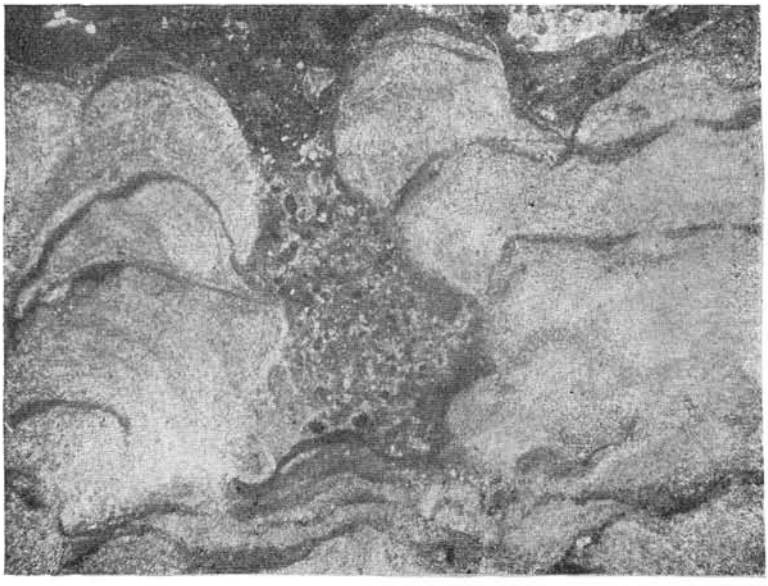
Таблица XXIX



1

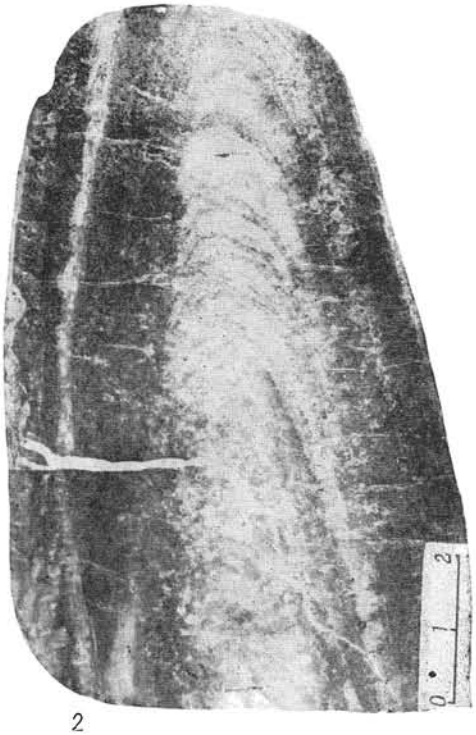
2

Таблица XXX



1

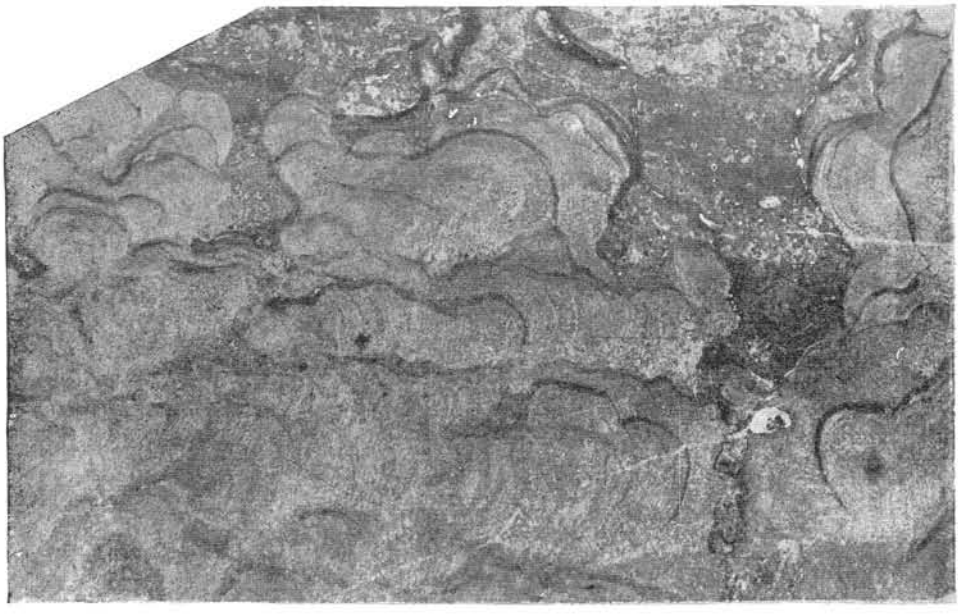
3



2

Таблица XXXI

1



2

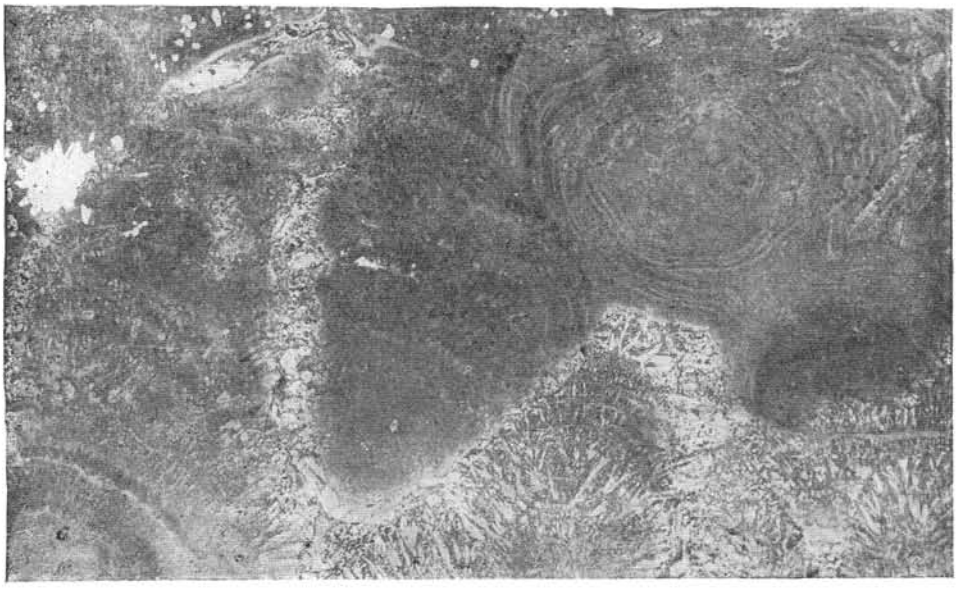


Таблица XXXII

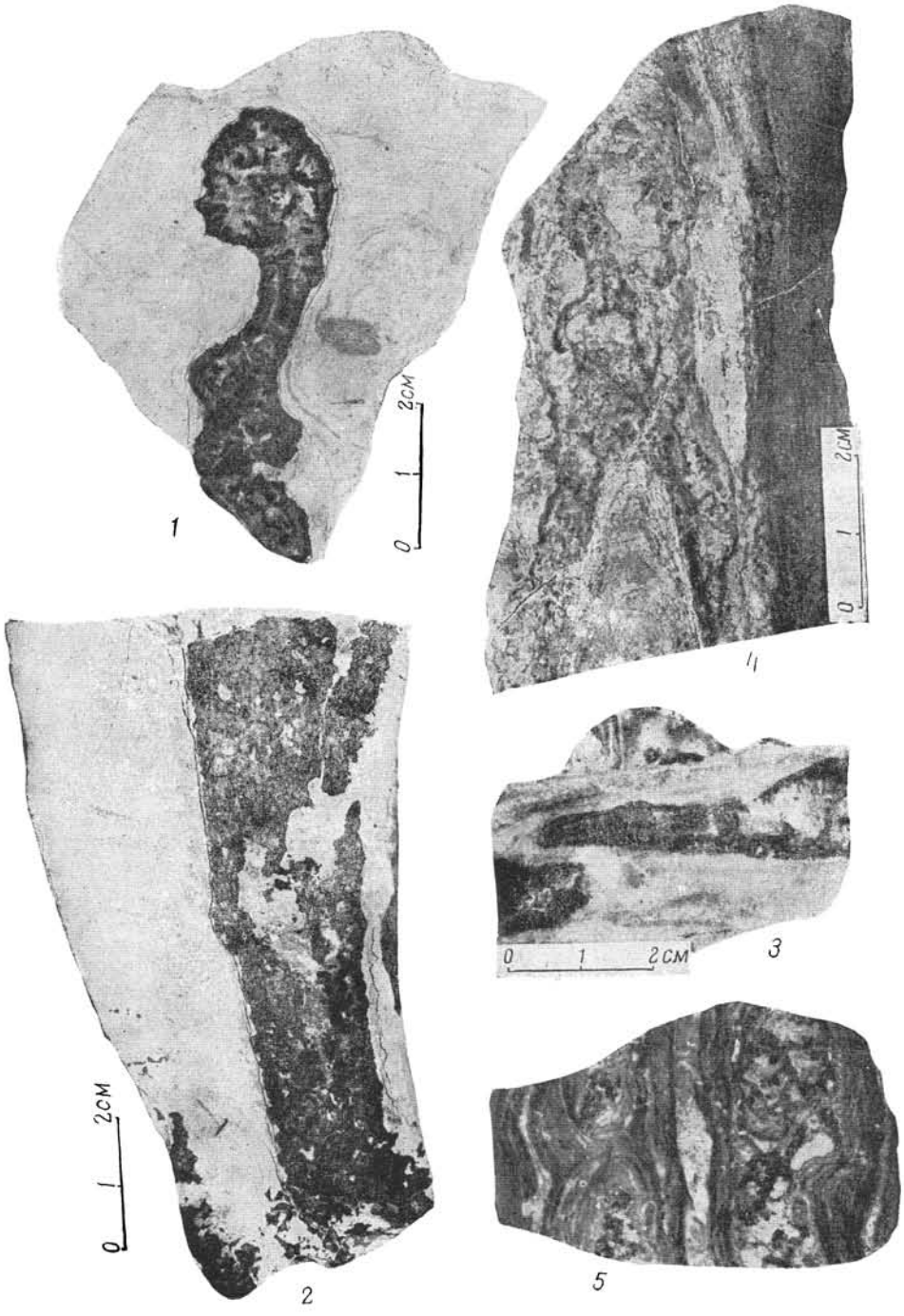


Таблица XXXIII

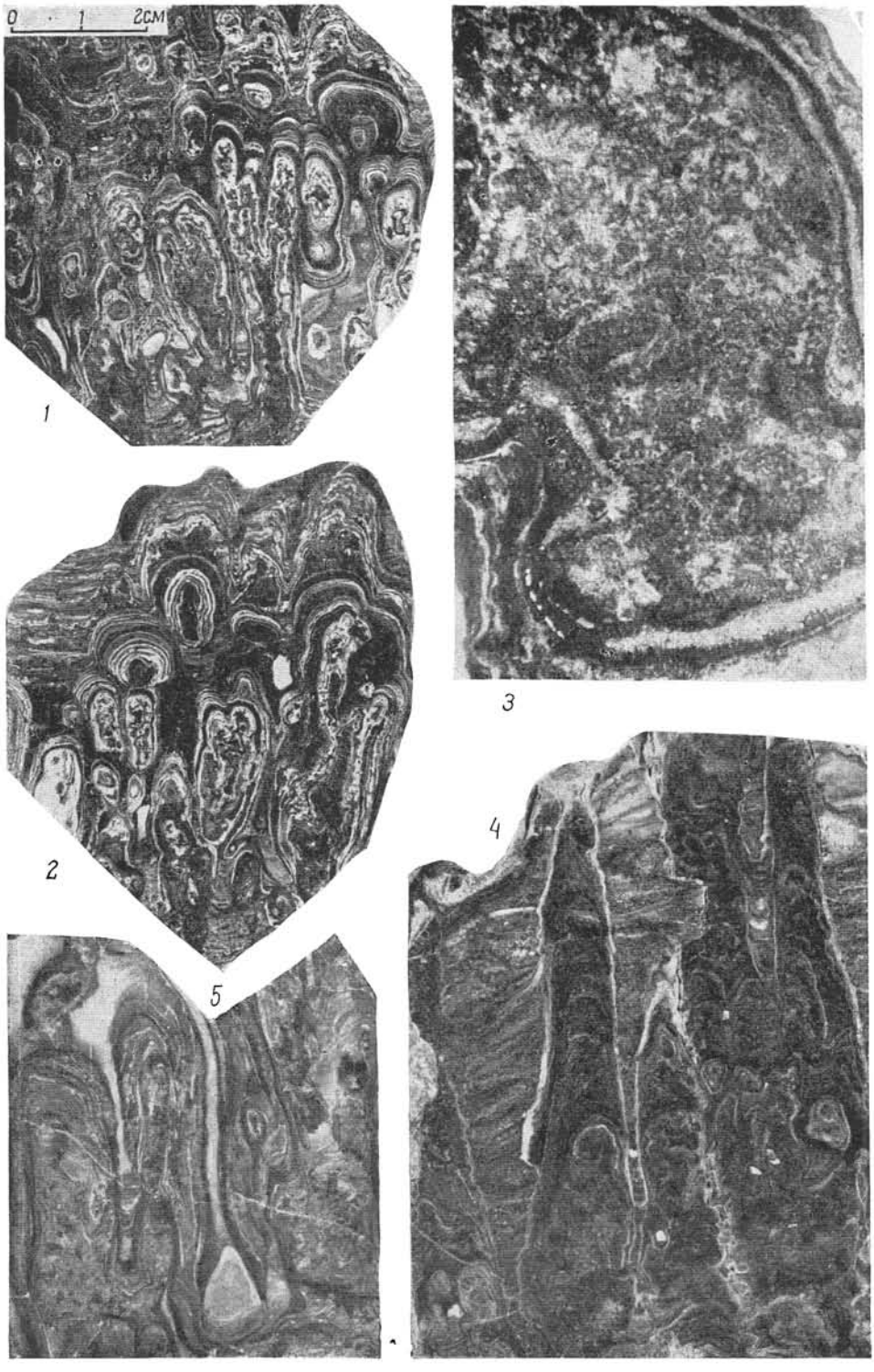
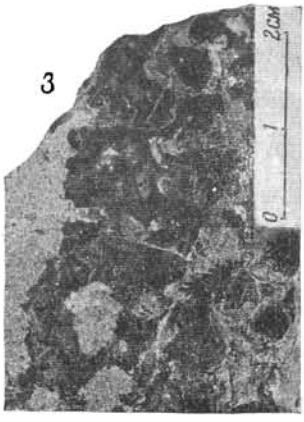
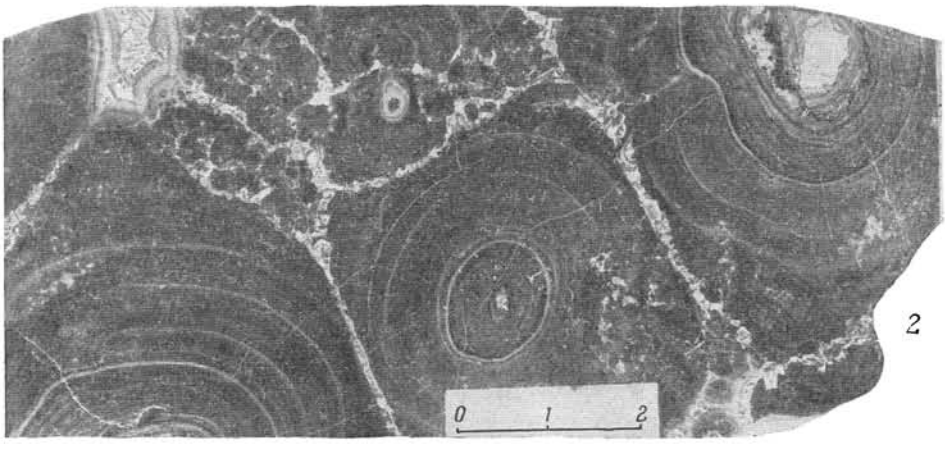


Таблица XXXIV

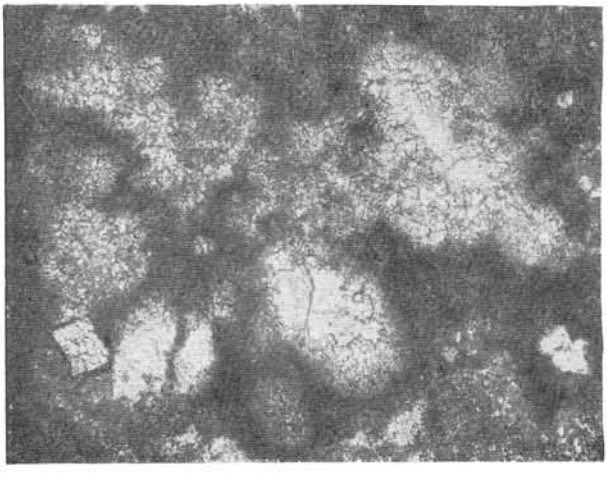
1



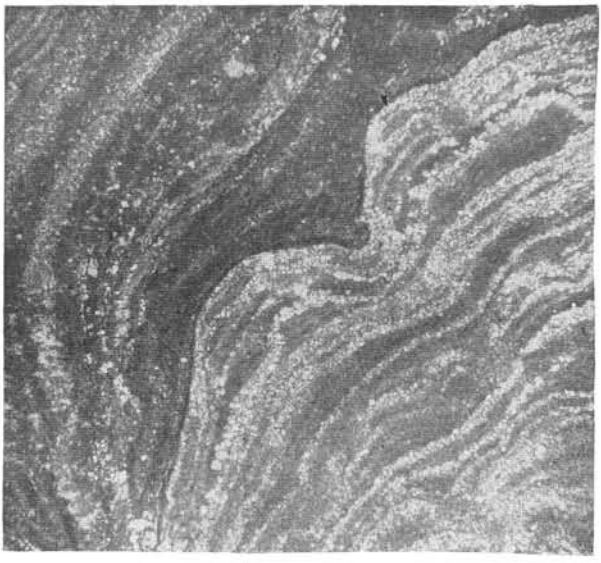
3



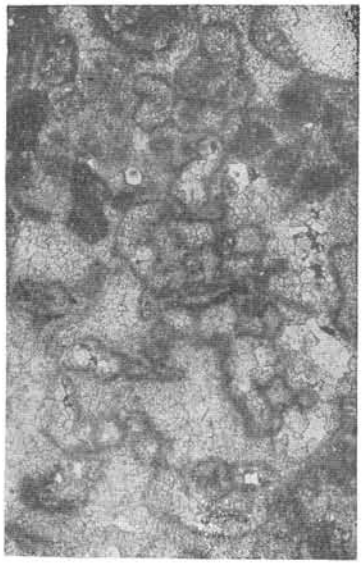
2



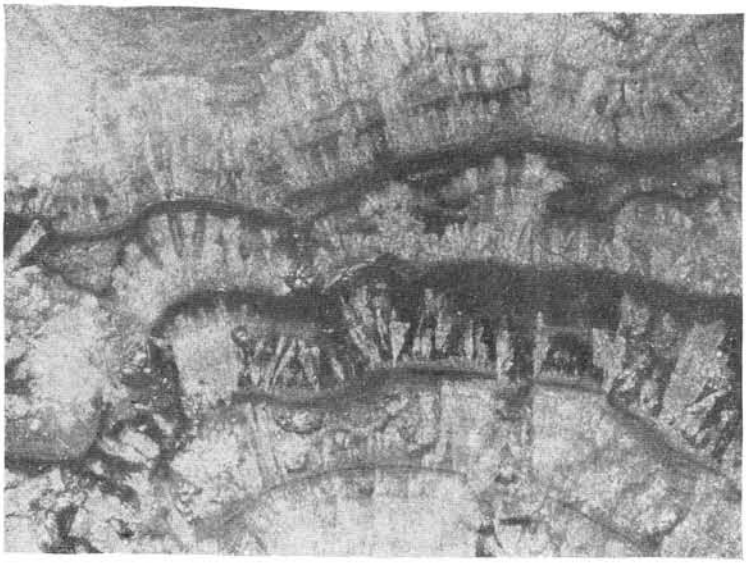
4



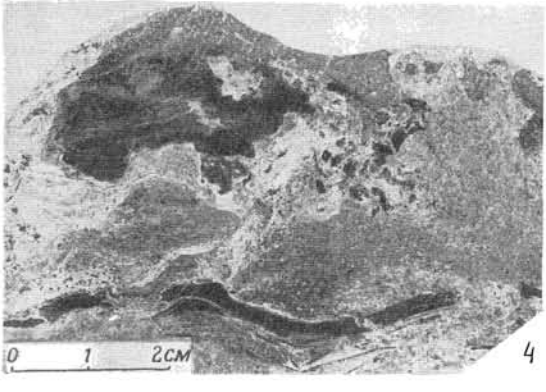
1



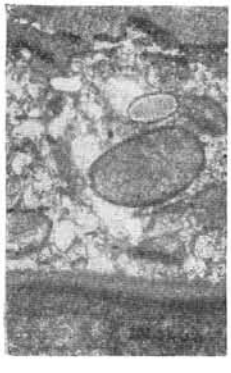
3



2

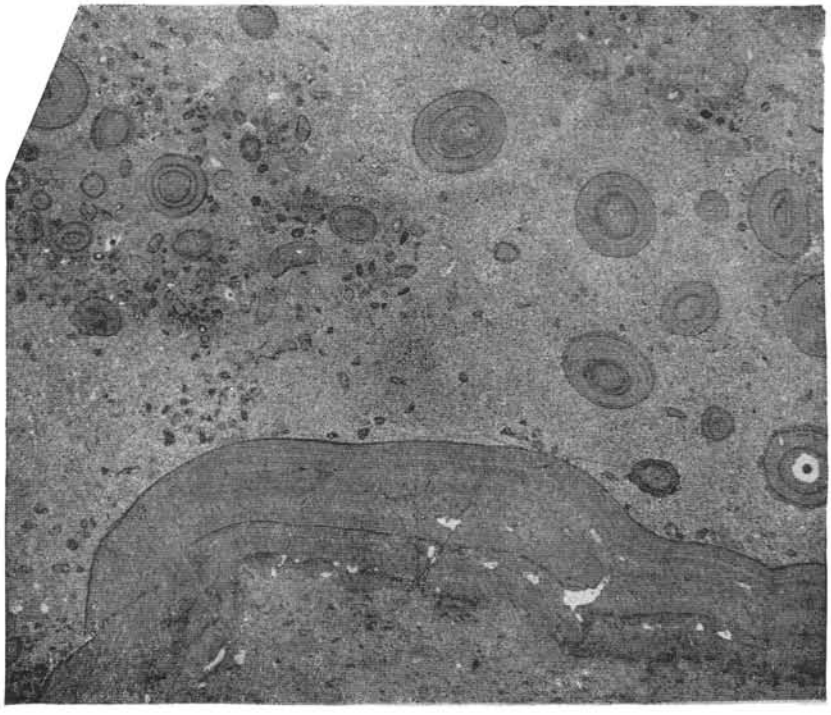


4

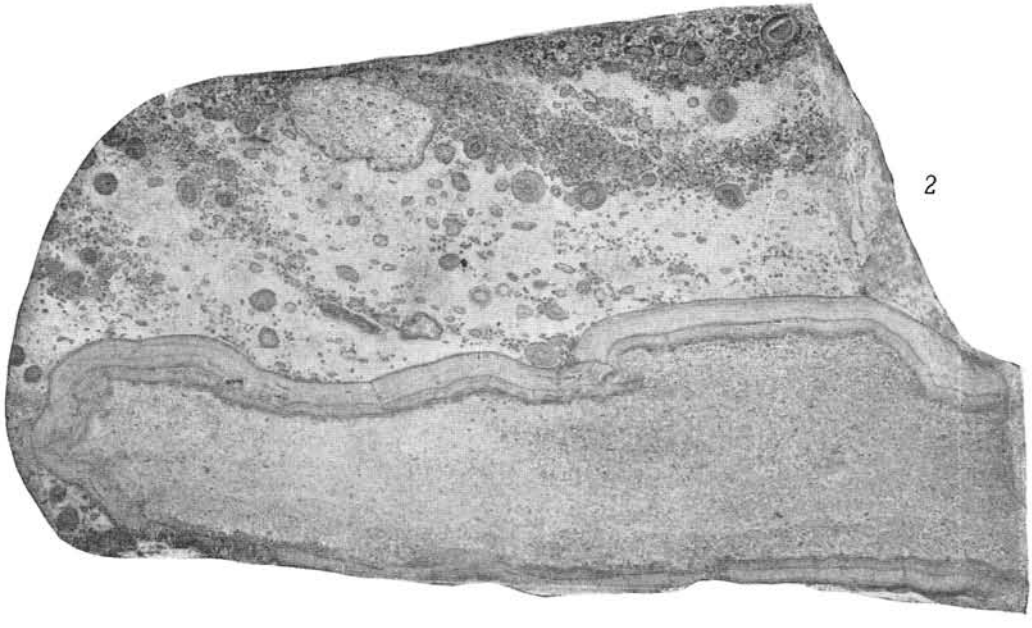


5

Таблица XXXVI

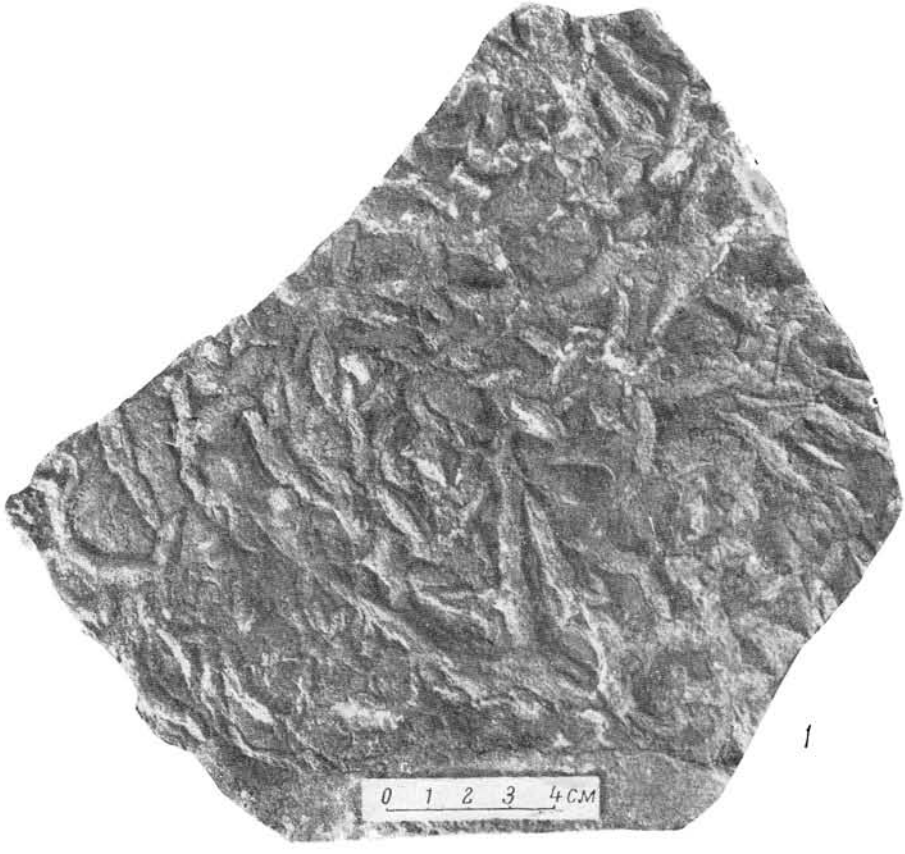


1



2

Таблица XXXVII

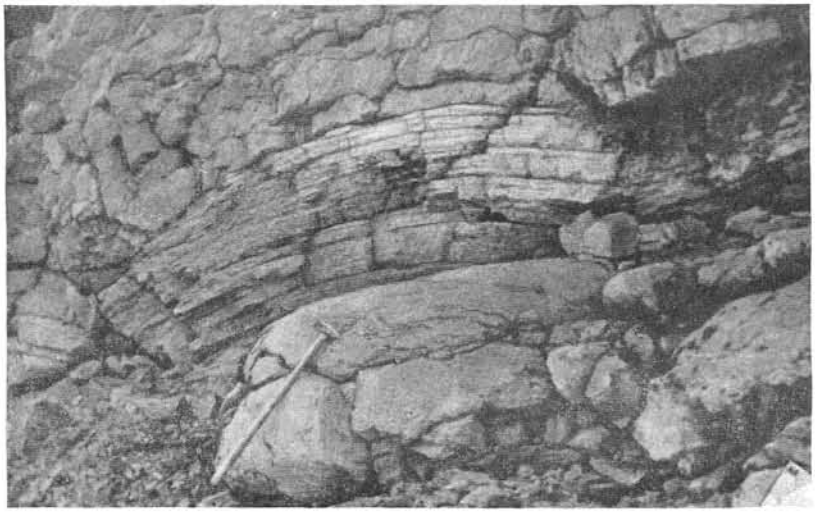


1

2

Таблица XXXVIII

1



2

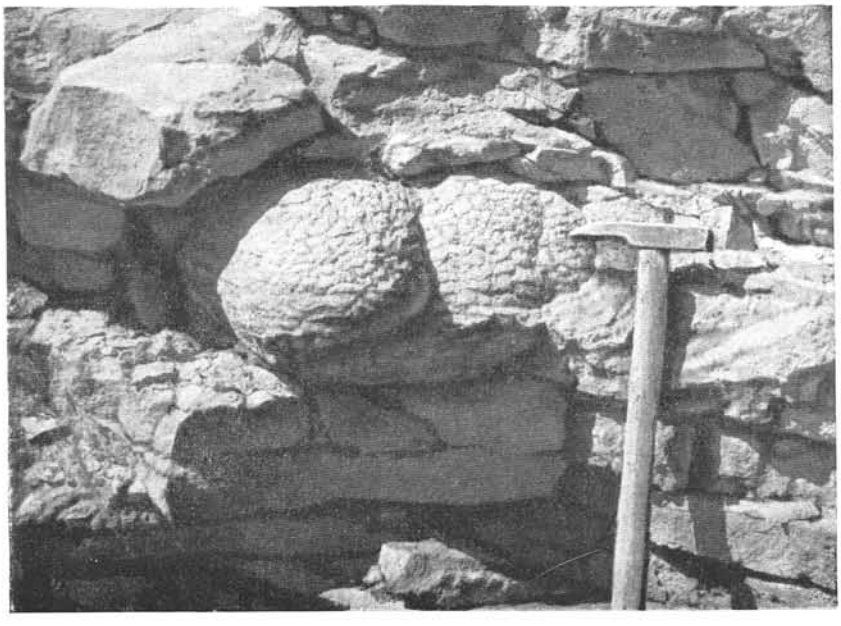
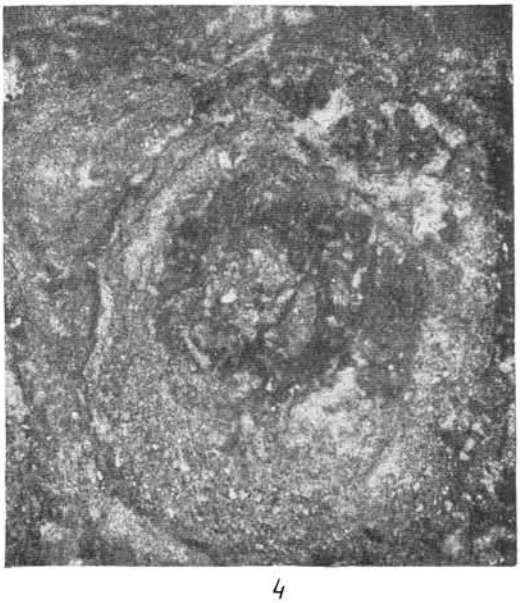


Таблица XXXIX

1

3

2



4

ЛИТЕРАТУРА

Андреева О. Н. Стратиграфия ордовикских отложений р. Лены и р. Илима. Материалы Всес. научн.-исслед. геол. инст., вып. 7, стр. 107—128, 1955.

Арсеньев А. А., Нечаева Е. А. Кембрий Заангарья (Восточная Сибирь). Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, стр. 87—114, 1945.

Арсеньев А. А., Нечаева Е. А. Геологический очерк Олекмо-Токийского района (ЯССР). М.— Л., Изд-во «Главсевморпуть», 1947.

Арсеньев А. А., Нечаева Е. А. Геология района Литвинцевской структуры и ее возможная нефтеносность Иркутск, Изд-во М-ва нефт. промышленности, 40 стр., 1947.

Борукаев Р. А. Допалеозой и нижний палеозой северо-востока Центрального Казахстана. (Сары-Арка). М., Госполтехиздат, 406 стр., 1955.

Васильев В. Г. О древнепалеозойских отложениях верховьев рек Нижней Тунгуски, Чоны и бассейна р. Нюи. Бюлл. МОИП, отд. геол., **16**, вып. 1, стр. 54—72, 1938.

Виттенбург П. В., Яковлев Н. И. К вопросу о возрасте пород острова Кильдина на Западном Мурмане. Изв. Росс. АН., сер. 6, **16**, № 1—18, стр. 359—368, 1922.

Вологдин А. Г. Археоциаты Сибири, вып. 2. М.— Л., Геолиздат, 1932.

Вологдин А. Г. Археоциаты и водоросли кембрийских известняков Монголии и Тувы, ч. 1. Тр. Монг. ком. АН СССР, вып. 34. 268 стр., 1940.

Вологдин А. Г. О новых известковых водорослях из Малого Хингана. Докл. АН СССР, **31**, № 1, стр. 39—42, 1941.

Вологдин А. Г. О древних известковых водорослях Тимана. Докл. АН СССР, **45**, № 5, стр. 220, 1944.

Вологдин А. Г. Известковые водоросли зоны так называемых каратаусских брекчий (Кара-Тау, Казахс. ССР). Изв. АН СССР, сер. биол., № 1, стр. 83—91, 1948.

Вологдин А. Г. О конофитонах протерозоя и кембрия Сибирской платформы. Докл. АН СССР, **102**, № 3, стр. 609—611, 1955_1.

Вологдин А. Г. Разгадка происхождения строматолитов. Природа, № 9, стр. 39—47, 1955_2.

Вологдин А. Г., Чернышев Б. Б., Кипарисова Л. Д. Палеонтология Советской Арктики. Тр. Аркт. ин-та, **91**, стр. 255, 1937.

Воронихин Н. Н. К познанию флоры и растительности водорослей пресных водоемов Крыма. Ботан. журн. СССР, **17**, № 3, 1932.

Воронихин Н. Н. Растительный мир континентальных водоемов. М.— Л., Изд-во АН СССР, 411 стр., 1953.

Гаврилов Ф. М. Геологические исследования в среднем течении р. Ангары. Тр. Вост.-Сиб. гидрогеол.-развед. треста, вып. 6, стр. 52—91, 1935.

Гарань М. И. Докембрийские отложения западного склона Урала. В кн. Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса, **2**. М., ОНТИ, стр. 173—181, 1939.

Геккер Р. Ф. Явления прирастания и прикрепления среди верхнедевонских фауны и флоры Главного поля. Тр. Палеонт. ин-та АН СССР, **4**, стр. 159—280, 1935.

Горский И. И. Об ископаемых остатках из мраморов Лижмозерского района (Карелия). В кн.: Вопросы петрографии и минералогии, т. 1, М., Изд-во АН СССР, стр. 458—459, 1953.

Грибова Н. А., Ситников С. П. Новые данные о возрасте и стратиграфии «ленских известняков» (река Лена между с. Усть-Кут и с. Нохтуйское). Докл. АН СССР, 55, № 2, стр. 149—152, 1947.

Дингельштедт Н. Н. К вопросу о происхождении скорлуповатых доломитов

и о возрасте «немых» толщ Южного Урала. Зап. Всер. мин. об-ва, **64**, вып. 2, стр. 286—290, 1935.
Е г и а з а р о в Б. Х., В о с к р е с е н с к и й С. В. Геологическое строение о-ва Большевик (Сев. земля). Тр. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики, **25**, 75 стр., 1955.
Е л е н к и н А. А. Сине-зеленые водоросли СССР, вып. 1—2: М.— Л., Изд-во АН СССР, 2 т, 1938.
Е н а В. Г. Ископаемые онколиты в Крыму. Природа, № 8, стр. 117, 1957.
З а й ц е в Н. С., П о к р о в с к а я Н. В. Стратиграфия и тектоника нижнепалеозойских отложений района среднего течения р. Лены. Очерки по геол. Сибири, вып. 15, стр. 3—38, 1950.
З е г е б а р т Д. К. О геологическом исследовании палеозоя и мезозоя междуречья рр. Лены, Нижней Тунгуски и Чоны. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., **13**, вып. 2, стр. 193—231, 1935.
З е г е б а р т Д. К., С т а р о с т и н а З. М. О геологической истории северо-восточной части Ленско-Енисейского поля в северной части Байкальской складчатой зоны. Проблемы сов. геол., № 3, стр. 268—293, 1935.
З е л е н о в К. К. Литология нижнекембрийских отложений северного склона Алданского массива. Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 8, 123 стр., 1957.
И в е н с е н Ю. П., С а л у н С. А. Стратиграфия и тектоника северо-восточной окраины Патомского нагорья: Очерки по геол. Сибири, вып. 15, стр. 38—74, 1950.
К а л и н е н к о В. О. Геохимическая деятельность бактериальной колонии. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, стр. 115—150, 1952.
К а р л о в Н. Н. Скалы из водорослей. Природа, № 10, стр. 90, 1953.
К а т у ш е н о к И. И. Кембрий Лено-Байкальского водораздела. Очерки по геол. Сибири, вып. 8. 143 стр., 1940.
К а т у ш е н о к И. И., К а л м ы к о в А. Ф. Стратиграфия и тектоника древнего палеозоя Лено-Илимского водораздела. Очерки по геол. Сибири, вып. 14. 92 стр., 1950.
К е л л е р Б. М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. Тр. Ин-та геол. наук СССР, вып. 109, геол. сер. (37) 62 стр., 1952.
К и р и ч е н к о Г. И. К стратиграфии отложений нижнего палеозоя на р. Подкаменной Тунгуске. Тр. Всес. науч.-исслед. геол. ин-та, вып. 1, стр. 87—99, 1950.
К и р и ч е н к о Г. И. Верхний протерозой западной окраины Сибирской платформы. Мат. Всес. науч.-исслед. ин-та, вып. 7, стр. 5—25, 1955.
К о н о п л е в С. П. Геологический очерк Бирюсинского слюдоносного района. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, вып. 14, 57 стр., 1937.
К о р д э К. Б. Микроскопическая структура наслоений строматолитов и типы сохранности *Cyanophyceae*. Докл. АН СССР, **71**, № 6, стр. 1109—1112, 1950.
К о р д э К. Б. Наставление по сбору и изучению ископаемых водорослей. М., Изд-во АН СССР, 28 стр., 1953_1.
К о р д э К. Б. Образование и систематическое положение конических и цилиндрических корок типа *Conophyton*. Докл. АН СССР, **89**, № 6, стр. 1091—1094, 1953_2.
К о р д э К. Б. Кембрийские водоросли из окрестностей с. Богучаны на р. Ангаре. В кн.: Вопросы геологии Азии, т. 1, М., Изд-во АН СССР, стр. 531—555, 1954.
К о р д э К. Б. Водоросли из кембрийских отложений рр. Лены, Ботомы и Амги. Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, **56**, стр. 79—92, 1955.
К о р о в и н М. К. Геологическое описание маршрута по р. Ии в 1926 г. Изв. Геол. Ком., **46**, № 5, стр. 479—495, 1927.
К о р о в и н М. К. К стратиграфии древнего палеозоя Иркутского амфитеатра. Вестн. Геол. Ком., **3**, № 1, стр. 1—9, 1928.
К о р о в и н М. К. Канский угленосный бассейн. Мат. по геол. полезн. ископ. Вост. Сибири, № 7, стр. 3—60, 1932.
К о р о л ю к И. К. Доломитовые породы ленского яруса кембрия Иркутского амфитеатра. Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 4, стр. 51—74, 1956_1.
К о р о л ю к И. К. Некоторые строматолиты кембрия Иркутского амфитеатра. Тр. Ин-та нефти АН СССР, **7**, стр. 51—59, 1956_2.
К р а с н о п е е в а П. С. Об альгонской флоре в Саралинском районе Западной Сибири. Мат. геол. Зап. Сиб. края, вып. 4, стр. 21—25, 1933.
К р а с н о п е е в а П. С. Древнейшие водоросли Больше-Питского района Енисейской тайги. Мат. по геол. Зап. Сиб. края, вып. 35, стр. 115—119, 1936.
К р а с н о п е е в а П. С. Водоросли и археоциаты древнейших толщ Потехинского планшета Хакассии. Мат. геол. Красноярского края, вып. 3, 51 стр., 1937.
К р а с н о п е е в а П. С. Альгонкская флора и фауна Саралинского района Кузнецкого Ала-Тау. Мат. по геол. Красноярск. края, вып. 8, стр. 1—32, 1940.
К р а с н о п е е в а П. С. Палеонтологические данные для сопоставления некоторых свит докембрия Кузнецкого Ала-Тау. В кн.: Вопросы геологии Сибири, т. 1. М.— Л., Изд-во АН СССР, стр. 35—58, 1945.

Краснопеева П. С. Некоторые строматолиты протерозоя Кабыраинского района Горной Шории. Тр. Горно-геол. ин-та Зап. Сиб. фил. АН СССР, вып. 2, стр. 83—107, 1946.
Краснопеева П. С. Водоросли. В кн: Атлас руководящих форм ископаемой фауны и флоры Западной Сибири, т. 1. М., Госгеолтехиздат, стр. 145—147, 1956.
Крашенинников Г. Ф. Ангаро-Окинский район. Геологический очерк. Мат. по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири, вып. 14, 50 стр., 1935$_1$.
Крашенинников Г. Ф. Геология Ангаро-Илимского железорудного района. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, вып. 12. 120 стр., 1935$_2$.
Криштофович А. Н. Палеоботаника. 3-е изд. М.-Л., Госгеолиздат, 496 стр., 1941.
Кропоткин П. Н. Краткий очерк тектоники и палеогеографии южной части Советского Дальнего Востока. В кн.: Вопросы геологии Азии, т. 1. М., Изд-во АН СССР, стр. 736—764, 1954.
Левенко А. И., Лучицкий И. В., Нагибина М. С. Стратиграфия тектоника древнего палеозоя Ангаро-Илимского водораздела. Очерки по геол. Сибири, вып. 14, стр. 46—90, 1950.
Ли Сы-гуан. Геология Китая. Пер. В. М. Криштофович. М., Изд-во иностр. лит., 520 стр., 1952.
Львов К. А. О древних отложениях Урала, их возрасте и стратиграфии. Сов. геол., сб. 55, стр. 51—77, 1957.
Марков Ф. Г. Геологические исследования по меридиональному пересечению от среднего течения реки Койтукан через Таймырский полуостров до устья реки Нижняя Таймыра. Тр. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики, 12, стр. 42—50, 1951.
Маслов В. П. К геологии Ангаро-Илимского района. Изв. Всес. геол.-развед. объедин., 51, вып. 80, стр. 1203—1215, 1932.
Маслов В. П. К вопросу о стратиграфии кембро-силура в Восточной Сибири. Пробл. сов. геол., № 5, стр. 133—141, 1934.
Маслов В. П. Карбонатные водоросли как геологический фактор. Проблемы сов. геол., № 5, стр. 475—490, 1935.
Маслов В. П. О водорослевом горизонте в юре Дальневосточного края. Вестн. Дальневост. фил. АН СССР, вып. 21, стр. 99—112, 1936$_1$.
Маслов В. П. О строматолитовых постройках на Южном Урале. Тр. Геол. ин-та АН СССР, 5, стр. 121, 1936.
Маслов В. П. Атлас карбонатных пород. М.— Л., ОНТИ, табл. 1937$_1$.
Маслов В. П. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири. В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 2—3. М., Изд-во Моск. ун-та, стр. 249—314, 1937$_2$.
Маслов В. П. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири. В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 2—3. М., Изд-во Моск. ун-та, стр. 327—342, 1937$_3$.
Маслов В. П. О природе строматолита *Conophyton*. В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 4. М.,Изд-во Моск. ун-та, стр. 325—332, 1938.
Маслов В. П. Новый микроонколит из нижнего палеозоя Енисейской тайги. В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 5. М., М., Изд-во Моск. ун-та, стр. 285—290, 1939$_1$.
Маслов В. П. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов. В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 5. М., Изд-во Моск. ун-та, стр. 277—284, 1939$_2$.
Маслов В. П. Род *Collenia*. В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 5. М., Изд-во Моск. ун-та, стр. 297—310, 1939$_3$.
Маслов В. П. Геолого-литологический очерк среднего кембрия Приангарья. (Восточная Сибирь). Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 15, геол. сер. (№ 5). 80 стр., 1940.
Маслов В. П. К вопросу о значении строматолитов, как указателей геологического возраста вмещающих формаций. В кн.: Вопросы геологии Сибири, т. 1. М.— Л., Изд-во АН СССР, стр. 59—63, 1945.
Маслов В. П. Геология верховьев рек Лены и Киренги. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 85, геол. сер. (№ 24), 64 стр., 1947.
Маслов В. П. Систематическое положение и отличие строматолитов и онколитов от ископаемых известковых водорослей. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 25, вып. 4, стр. 66—76, 1950.
Маслов В. П. Карбонатные желваки органического происхождения. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 27, вып. 4, стр. 28—45, 1952$_1$.
Маслов В. П. Существует ли перерыв между средним кембрием и верхоленской свитой в Восточной Сибири? Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, стр. 95—101, 1952$_2$.
Маслов В. П. Принципы номенклатуры и систематики строматолитов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, стр. 105—112, 1953.
Маслов В. П. О нижнем силуре Восточной Сибири. В кн.: Вопросы геологии Азии, т. 1. М., Изд-во АН СССР, стр. 495—530, 1954.
Маслов В. П. Карбонатные проблематики округлой формы. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 155, геол. сер. (№ 66), стр. 156—163, 1955.

Маслов В. П. Перерывы в осадконакоплении в кембро-силурийских пестроцветных юга Сибирской платформы. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, стр. 31—47, 1956.
Маслов В. П. Строматолиты и фации. Докл. АН СССР, 125, № 5, стр. 1085—1088, 1959.
Маслов В. П. Епифанов. П. П. Геология Балаганской степи. Изв. Всес. геол.-развед. объедин., 51, вып. 43, стр. 655—670, 1932.
Маслов В. П., Щукина Е. Н. Строматолитовые известняки с Алтая, четвертичного возраста. Докл. АН СССР, 73, № 4, стр. 793—795, 1950.
Махаев В. Н. Верхнесилурийские отложения р. Черби. Докл. АН СССР, 27, № 3, стр. 237—239, 1940.
Махаев В. Н. Материалы к познанию ископаемых водорослей СССР. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол. 18, вып. 5—6, стр. 61—73, 1940.
Махлаев В. Г. К вопросу о породообразующем значении строматолитов в данково-лебедянских слоях. Докл. АН СССР, 99, № 1, стр. 157—160, 1954.
Махлаев В. Г. Значение строматолитовых горизонтов для увязки разрезов данково-лебедянских слоев и выяснения характера колебательных движений земной коры в данково-лебедянское время. Тр. Криворож. горно-рудн. ин-та, геол. и мин., вып. 2, стр. 78—84, 1958.
Мушкетов Д. И. Краткое предварительное описание маршрута по р. Лене от ст. Витима до г. Олекминска в 1903 г. Геол. исслед. в Ленск. золотоносн. р-не, вып. 4, стр. 75—89, 1909.
Нечаева Е. А. О некоторых формах залегания «водорослевых» доломитов среднего кембрия в Заангарье. Докл. АН СССР, 47, № 8, стр. 593—595, 1945.
Никифорова О. И. Новые данные по стратиграфии и палеогеографии ордовика и силура Сибирской платформы. Мат. Всес. науч.-исслед. геол. ин-та, вып. 7, стр. 105—106, 1955.
Обручев В. А. Древнепалеозойские осадочные породы долины р. Лены между станциями Качугской и Витимской Зап. Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва по общ. географ., 2, вып. 1, 200 стр., 1892.
Обручев В. А. История геологического исследования Сибири. Период 1—5. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1931—1948.
Обручев В. А. Геологический очерк Прибайкалья и Ленского района. Очерк по геол. Сибири, вып. 1, 128 стр., 1932.
Обручев В. А. Геология Сибири, т. 1, М.— Л., Изд-во АН СССР, 364 стр., 1935.
Обручев В. А. Докембрий Сибири. В кн.: Труды 17-й Сессии Международного геологического конгресса, т. 2. М., ОНТИ, стр. 183, 1939.
Обручев С. В. Тунгусский бассейн, т. 1—2. М.— Л., Тр. Всес. геол.-развед. объедин., вып. 164 и 178, 1932—1933.
Одинцов М. М. Геологическое строение Тайшет-Братского района Восточной Сибири. Мат. по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири, вып. 16, стр. 3—61, 1937.
Одинцов М. М. Стратиграфия и фации нижнесилурийских отложений. Мат. по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири, вып. 16, 44 стр. 1937_2.
Одинцов М. М. Стратиграфия и фации нижнесилурийских отложений северной части Иркутского амфитеатра. Изв. Иркутск. музея, 2 (57), стр. 298—306, 1937.
Одинцов М. М. Иркутский амфитеатр. Тр. Иркутск. ун-та, 6, вып. 2, стр. 10—17. 1954.
Осадчев Б. Я. Геологическое строение юго-востока Пай-хоя и полярного Приуралья. Тр. Научн.-исслед. ин-та геол. Арктики, 11, 94 стр., 1951.
Оттен Ф. Ф., Деев Ю. П. Иркутский угленосный бассейн. В кн.: Минеральные ресурсы Вост. Сибири, т. 1. Иркутск, стр. 51—147, 1937.
Павловский Е. В. Геологическая история и геологическая структура Байкальской горной области. Тр. Ин-та геол. наук, АН СССР, вып. 29, геол. сер. (№ 31). 174 стр., 1948.
Павловский Е. В., Цветков А. И. Докембрий Прибайкалья. В кн.: Стратиграфия СССР, т. 1. М.— Л., Изд-во АН СССР, стр. 235—271, 1939. То же. В кн.: Труды 17-й сессии Международного геологического конгресса, т. 2. М., ОНТИ, стр. 201—208, 1939.
Павловский Е. В., Хренов П. М., Беличенко В. Г. Древние толщи Баргузино-Витимского района Забайкалья. В кн.: Вопросы геологии Азии, т. 1. М., Изд-во АН СССР, стр. 629—648, 1954.
Рабкин М. И. Геологическое строение юго-западной части Анабарского массива. Тр. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики, 20, стр. 28—71, 151.
Радугин К. В. Докембрий Горной Шории. В кн.: Труды 17-й Сессии Международного геологического конгресса, т. 2. М., ОНТИ, стр. 193—199, 1939.
Радугин К. В. Итоги и задачи изучения древнего кембрия и докембрия Западной Сибири. Тр. Горн. геол. ин-та Зап. Сиб. фил. АН СССР, вып. 2, стр. 17—40. 1948.
Резанов И. А. О рифейских отложениях Охотского массива. Докл. АН СССР, 125, № 4, стр. 870—872, 1959.

Ржонсницкий А. Г. Заметка о следах перерыва в кембро-силурийских отложениях у с. Падунского на р. Ангаре и о характере их залегания. Зап. СПб. мин. об-ва, 48, стр. 85—124, 1912.
Ржонсницкий А. Г. Западная часть Лено-Вилюйского междуречья по долине рек Пеледуя, Нюи, Чоны и Вакунайки. В кн.: Отчет о состоянии и деятельности Геологического комитета за 1916 г. СПб., стр. 475—485, 1917.
Ржонсницкий А. Г. Краткий отчет о геологических исследованиях в бассейнах Вилюя и Лены. Зап. Росс. мин. об-ва, 51, вып. 1, стр. 201—230, 1918.
Ржонсницкий А. Г. О циклах эрозии Приленского края. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 6, вып. 2, стр. 131—145, 1928.
Рожков Б. Н., Моор Г. Г. О нижнем кембрии Анабарского округа. Изв. АН СССР, геол. сер., № 4, стр. 455—458, 1936.
Рожкова Е. В., Соловьев Н. В. К вопросу образования сферолитовых и оолитовых структур. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 15, вып. 4, стр. 348—364, 1937.
Рябинин В. Н. О находке в мстинских известняках нижнего карбона (Боровнический район) микроскопических водорослей типа *Spongiostromideae Gür.* Изв. Ленин. геол. гидро-геодез. треста, № 1/6, стр. 38—39, 1935.
Рябинин В. Н. Силурийские строматопороидеи Монголии и Тувы. Тр. Монгольск. ком. АН СССР, № 31, 36 стр., 1937.
Рябинин В. Н. Строматопороидеи Эстонской ССР. Тр. Всес. нефт. науч-исслед. геол.-развед. ин-та, вып. 43, 68, стр. 47—48, 1950.
Рябинин В. Н. Верхнедевонские строматопороидеи Тимана. Тр. Всес. нефт. науч.-исслед., геол.-развед. ин-та, вып. 90, стр. 5—39, 1955.
Сивов А. Г. Нижний кембрий Западного Саяна. Изв. Томск. политехн. ин-та, 74, вып. 2, 95 стр., 1955.
Сперанский Б. Ф. Стратиграфическая легенда образований гос. геологической карты Зап. Сибири. Тр. Горно-геол. ин-та Зап. Сиб. фил. АН, 2, стр. 11, 1948.
Старостина З. М. Геологическое строение северной окраины Патомского нагорья и прилегающей части Ленского пенеплена. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., 13, вып. 3, стр. 305—341, 1935.
Странд Т. Климаты прошлого по данным эокембрийских и палеозойских отложений Норвегии. В кн.: Труды 17-й Сессии Международного геологического конгресса, т. 6. М., ОНТИ, стр. 11—21, 1940.
Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков. М., ОНТИ, 916 стр., 1936.
Толль Э. О распространении кембрийских и нижнесилурийских отложений в Сибири. Зап. СПб. мин. об-ва, 33, вып. 1, стр. 273—281, 1895.
Туголесов Д. А. К тектонике юго-восточной части Сибирской платформы. Изв. АН СССР, сер. геол., 1952, вып. № 2, стр. 89—101.
Фалькова Э. А., Горяинова О. П. Древние свиты западного склона Южного Урала. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, 15, вып. 3, стр. 242—274, 1937.
Фентон К. Л. и М. А. Древние водоросли как показатели окружающей среды и руководящие ископаемые. В кн.: Труды 17-й Сессии Международного геологического конгресса, т. 6. М., ОНТИ, стр. 171—173, 1940.
Филипченко В. В. Литология отложений нижнего силура по трассе Тайшет—Падун. В кн.: Одинцов М. М. Стратиграфия и фации нижнесилурийских отложений. Москва—Свердловск, ОНТИ, стр. 47—61, 1937.
Хаккер А. Л. О проблематических формациях Бельгийского Конго. В кн.: Труды 17-й Сессии Международного геологического конгресса, т. 2. М., ОНТИ, стр. 263—270, 1939.
Ходак Ю. А. О генезисе нижнекембрийских доломитов Алданского р-на Якутской АССР. Докл. АН СССР, 106, № 2, стр. 328—330, 1956.
Хоег О. А. О некоторых послеледниковых строматолитах. В кн.: Труды 2-й Международной конференции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы, т. 1. Л — М., ГОНТИ, стр. 43—44, 1932.
Чекановский А. Л. Дневник экспедиций А. Л. Чекановского по рекам Нижней Тунгуске, Оленеку и Лене в 1873—1875 гг. Зап. Рус. геогр. об-ва по общ. геогр., 20, вып. 1, 298, стр., 1896.
Черкесов В. Ю. Основной стратиграфический разрез района верхнего течения р. Лены. Изв. Всес. геол.-разв. объедин., 50, вып. 63, стр. 985—995, 1931_1.
Черкесов В. Ю. Стратиграфический разрез палеозойских отложений в районе. Ангарских порогов. Изв. Глав. геол.-развед. упр., 50, вып. 60, стр. 942, 1931_2.
Чихачев С. М. О соотношении разрезов эопалеозоя Урала и Китая. Докл. АН СССР, 90, № 2, стр. 247—249, 1953.
Чочиа Н. Г. Геологическое строение Колво-Вишерского края. Л., Гостоптехиздат, 406 стр., 1955.
Чураков А. Н. Значение водорослей для определения возраста древних свит. Водоросль *Osagia*. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, стр. 135—149, 1945.
Швецов М. С. Петрография осадочных пород. М.— Л. ГОНТИ, 374 стр., 1934. То же. 2-е изд. перераб. М.— Л., Госгеолиздат, 388 стр., 1948.

Швецов М. С. К петрографии и палеонтологии подмосковного динанта. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, 18, вып. 5—6, стр. 74—77, 1940.
Шорохов Л. М. Геологическое строение Северной части Окско-Ийского водораздела. Изв. Зап.-Сиб. геол. упр., 11, вып. 1, стр. 77—112, 1931.
Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород. Пер. с англ. М., Изд-во иностр. лит-ры, 564 стр., 1950.
Яковлев Н. Н. О находке мурманского рода *Gymnosolen* в нижнем кембрии Восточной Сибири. Докл. АН СССР, 2, стр. 589—591, 1934.
Яковлев Н. Н., Рябинин В. Н. К геологии Соликамского Урала. Тр. Геол. Ком., вып. 123, 31 стр., 1916.
Яржемский Я. Я. К минералогическому составу Верхоленского (Cm₃) и Усть-Кутского (S) горизонтов Ангаро-Илимско-Ленского района. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, вып. 12, стр. 111—120, 1935.
Яржемский Я. Я. К литологии среднего кембрия Приангарья. Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, вып. 16, 167 стр., 1936.
Яржемский Я. Я. К литологии окрестностей ст. Половина, Вост.-Сиб. ж. д., Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, вып. 25, 156 стр., 1938.
Almeida F. M. *Collenia itapevensis* sp. nov. um fóssil pré Cambriano do Estado de São Paulo. Bol. São Paulo Univ. Fac. fil. sie. letr., № 45 (geol. № 1), p. 89—106, 1944.
Ashley B. E. Fossil algae from the Kundelungu series of Northern Rhodesia. J. Geol., 45, № 3, p. 332—335, 1937.
Babet V. Étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Ocean et de la region minière du Niari et du Djoné. Paris, 6, 176 p., 1929.
Bain G. W. Huronian stromatoporoid-like masses. Pan. Amer. Geol., 47, № 4, p. 281—284, 1927.
Bassler R. S. The Cambrian and Ordovician. Maryl. Geol. Surv., 7, 424 p., 1919.
Baudisch O. The isotypes of potassium and lithium in Saratoga mineral water and *Cryptozoon*. J. Amer. Chem. Soc., 59, p. 1578—1579. 1937.
Baumann E. Die Vegetations des Untersees. Verhandl. schweiz. naturforsch. Ces., 96, p. 207, 1913.
Besairie H. Les formations du Karoo à Madagascar, C. R., 15 sess. Intern. géol. congr. S. Afr., 2, p. 115, 1930.
Besairie H. Sur le permotrias marin du Nord de Madagascar. C. R. Som. Soc. géol., Fr., p. 131, 1932.
Berckhemer F. Kryptoolith und Stromatolith im Messenkalk des Weissen Jura. Zbl. Min., S. 15, 1923.
Beugnies R., Dumont P. Note sur la découverte de récifs algaires dans l'assise du calcaire de Kakontive à Gombala (Katanga). Ann. Serv. Min. Com. Spec. Katanga, 17, p 72—78, 1954.
Bigot A. Cambric fauna of Armorican Massif. Pan. Amer. Geol., 46, № 5, p. 379—384, 1926₁.
Bigot A. Sur les calcaires cambriens de la region de Carteret et leur faune. Bull. Soc. Min. Normandie, 7 ser., 8, p. 130, 1926.
Bigot A. Les récifs en coupole du cambrien de Carteret et les récifs de Chlorellopsis. Bull. mens. Soc. Linn. Normandie, 8 ser., 2, p. 68, 1929.
Black M. The algal sediments of Andros island, Bahamas. Phillos. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B, 222, p. 165—192, 1933.
Blackwelder E. Origin of Bighorn dolomite. Bull. Geol. Soc., Amer, 24, p. 607—624, 1913.
Blackwelder E. Fully exposed reef of calcareus algae in the midlle Cambrian of the Teton Mountains. Amer. J. Sci., 39, p. 646—650, 1951.
Blackwelder E. Pre-Cambrian geology of the Medicine Bow Montains. Bull. Geol. Soc. Amer., 37, № 4, p. 615—658, 1926.
Blanc J., Molinier R. Les formations organogènes construites superficielles en Mediterranée occidentale. Bull. Inst. Ocean. Monaco, 52, № 1067, 1955.
Bradley W. H. Algae reefs and oolites of the Green River Formation. U. S. Geol. Surv. Prof. Papers, № 154 — G, p. 203—224. 1923.
Bradley W. H. Cultures of algal oolites. Amer. J. Sci., ser. 5, 18, p. 145—148, 1929.
Brauch W. Verbreitung und Bau der deutschen Zechstein-Riffbildungen. Geol. Archiv., 2, S. 100, 1923.
Brière V. Paléontologie de Madagascar. XI Fossiles problematiques du Permien. Ann. Paleont., 12, fsc. III—IX, p. 127, 1923.
Brill K. G. Cryptozoon sp. an ordovician alga from S. Tenessee. Bull. Geol. Soc. Amer., 58, № 1—2, pt. 2, p. 1168—1169, 1947.
Bucher W. Über einiger Fossilen und über Stromatholithbildung im Tertiar der bayerischen Rheinpfalz. Geognost. Jahrb., 26, 1918.
Cahen L., Mortelmans G. Traces fossiles problématiques dans les calcaires du système de la Bushimaie. Bull. Soc. belge géol., 1, p. 7—47, 1941.

Cahen L. Géologie du Congo Belge. Liège, XIII, 577 p., 1954.
Cahen L. et les autres. Aperçu sur la question des algues des series calcaires anciennes du Congo Belge et essait de corrélation. Bull. Soc. belge géol., 55, p. 163—192, 1946_1.
Cahen L. et les autres. Note préliminaire sur les algues des séries calcaires anciennes du Congo Belge. Bull. serv., géol. Congo Belge, 2, № 2, p. 171—236, 1946_2.
Chlupac I. Stratigrafická studie o nejstarsich devonských vrstvách Barrandienu. Sborn. Ustr, Ustavu Geol. Praha, **21**, od. Geol., № 2, c. 91—224 (русск. резюме 183—203), 1955.
Choubert G. Sur la découverte de Collenia dans le Précambrien de l'Atlas oriental. C. R. Soc. Géol., Fr., № 13—14, p. 182—184, 1945.
Choubert G., Dresnay R. du, Hindermeyer J. Sur les calcaires á Collenia de la region Safsaf-Ain Chaïr. Notes Mem. Marocco serv. min., № 76, p. 93—103, 1950.
Choubert G. et autres. Note préliminaire sur les Collenia de l'Anti-Atlas, Notes Serv. géol. Maroc, 6, p. 85—102, 1952.
Choubert G., Hindermeyer J., Hollard H. Sur la présence de Collenia dans le Précambrien III et le Georgien de l'Anti-Atlas. C. R. Acad. Sci., Paris, **234**, № 5, p. 543—545, 1952.
Clarke J. M. The water biscuit of Squaw Island Canadaigna Lake, N. Y. Bull. New York State Museum, B. 39, **8**, p. 195—198, 1900.
Clarke J. M. The Cryptozoon reefs near Saratoga. Bull. New York State Museum Bull., № 253, p. 620, 1924.
Cloud P. E. Notes on stromatolits. Amer. J. Sci., **240**, № 5, p. 363—379, 1942.
Cloud P. E. The Stromatolithe Gymnosolen not a salinity index. Amer. J. Sci., **243**, № 2, p. 108, 1945.
Cloud P. E. Facies relationships of organic reefs. Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull., **36**, № 11, 2125—2149, 1952.
Corin F. Blocaux à algues calcaires dans la brèche carbonifère de Falisolle. Bull. Soc. belge géol., vol. 43, № 2, p. 233—235, 1933.
Cuminge E. R., Shrock R. R. Niagaran coral reefs of Indiana and adjacent States and their stratigraphic relations. Bull. Geol. Soc. Amer., **39**, № 2, p. 579—620, 1928.
Cushing H. P., Ruedemann R. Geology of Saratoga Springs and vicinity. New York Stat. Mus. Bull., 169, p. 177, 1914.
Daber R. Stromatolith aus dem unteren Bundsandstein mit intaus rustiert erhaltenen Blaualgen. Geologie, Jahrg. 7, № 5, S. 604—609, 1954.
Dachnowski-Stokes A. P., Allison R. V. A preliminary note on blue-green algal marl in Southern Florida in relation to the problem of coastal subsidence. J. Wash. Acad. Sci., **18**, p. 476, 1928.
Dangeard L. Récifs et galets d'Algues dans l'oolithe ferrugineuse de Normandie. C. R. Acad. Sci. Paris, **190**, № 1, p. 66—68, 1930.
Dangeard L. Algues inferieures dans le calcaire concrétioné de la Limagne. C. R. Acad. Sci. Paris, **191**, № 3, p. 172—174, 1931.
Dangeard L., Doré F. Observations nouvelles sur les algues et sur les stromatolithes du Cambrien du Carteret (Manche). Bull. Soc. géol. Fr., **7**, № 89, p. 1069—1075, 1957.
Darles C. Etudes petrographiques des sédiments du Sahara Occidental. Bull. Serv. Min. Afrique Occid. Franc., № 6, p. 153, 1942.
Dawson J. W. Note on Cryptozoan and other Ancient fossils. Canad. Record. Sci., **7**, № 4, p. 203—219, 1897.
Derville H. 1. Le marbre Henriette, banc récifal construit par les Algues calcaires, C. R. Acad. Sci., Paris, **190**, p. 1434, 1930.
Derville H. 2. Le marbre Napoléon et ses variétés les buissons organiques des marbres Napoléon Tigré et Napoléon Gris. C. R. Acad. Sci., Paris, **191**, p. 273, 1930.
Derville H. Les marbres du calcaire carbonifére du Bas-Boulonnais. Strasbourg, p. 1, 1931.
Dietrich W. O. Über zentralafrikanische angebliche Algenstrukturen. Paläontol. Z., **14**, № 3, S. 293—298, 1932.
Dietrich W. O. On alleged algal structure from Central Africa. Chronique Mines Colon., p. 299—300, 1933.
Dorlodot L. Présentation déchantillons. Ann. Soc. Géol., Belgique, **44**, p. 177, 1921.
Dorn P. Die Stromatolithen des unteren Bumtsandsteins im nordlichen Harzvorland. N. J. Geol. Paleont. Abh., **97**, S. 20—38, 1953.
Dupont E. Sur l'origine des calcaires dévoniens de la Belgique. Bull. Acad. Sci. Belg., sér. 3, **2**, p. 264, 1881.
Dupont E. Les iles coralliènnes de Roly et de Philippeville. Bull. Musée Hist. Natur. Belgique, **10**, p. 89, 1882.
Dupont E. Sur les calcaires frasniens d'origine corallienne et sur leur distribution. Bull. Acad. Sci. Belgique, sér. 3, **10**, № 7, p. 21.

Du Toit A. The Geology of South Africa. Edinbourg-London, XII, 540 p., 1939.
Eha S. The Pre-Devonian sediments on Ymers, Suess land and Ella (Eas Grenland) and thier tectonics. Medd. Grønland, **111**, № 2, 108 c., 1953.
Endo R., Resser C. E. The Sinian and Cambrian formations and fossils of Southern Mandchoukuo. Manchurian Sci., Mus. Bull., № 1, 474 p. (Mukden Educ. Inst., Southern Manchuria), 1938.
Ernst W. Über das Perm von Liethbei bei Elmshorn (Holstein) mit Bemerkungen über das Perm von Stade. Hamburg, 124 S., 1931.
Fairbridge R. W. Precambrian algal limestone in Western Australia. Geol. Mag., **87**, № 5, p. 324—330, 1950.
Fenton C. L. a. M. A. Algae and algal beds in the Belt series of glacier National Park. J. Geol., **39**, № 7, p. 670—686, 1931.
Fenton C. L. a. M. A. Algal reefs or bioherms in the Belt series of Montana. Bull. Geol. Soc. Amer., **44**, № 6, p. 1135—1142, 1933.
Fenton C. L. a. M. A. Walcotts «Pre-cambrian algonkian algal flora» and associates animals. Bull. Geol. Soc. Amer., **47**, № 4, p. 609—620, 1936.
Fenton C. L. a. M. A. Belt series of North: stratigraphy, sedimentation, paleontology. Bull. Geol. Soc. Amer., **48**, № 12, p. 1873—1969, 1937_1.
Fenton C. L. a. M. A. Cambrian calcareous algae from Pennsylvania. Amer. Midland. Natur., **18**, № 3, p. 435—441, 1937_2.
Fenton C. L. a. M. A. Primitive algae as enviroment indicators. Pan-Amer. Geol. **70**, № 1, p. 1—6. 1938.
Fenton C. L. a. M. A. Pre-cambrian and Paleozoic algae. Bull. Geol. Soc. Amer. **50**, № 1, p. 89—126, 1939.
Fenton C. L. a. M. A. Pre-cambrian and early palaeozoic algae. Amer. Midland Natur., **30**, № 1, p. 83—111, 1943.
Forel F. A. Le Leman, t. 3. Lausanne, 715 p., 1901.
Freyberg B. Palaogeographie der Zechsteinriffe Thüringens. Heimat, **45**, S. 33, 1932.
Ftitsch W. E. The encrusting algae communities of certain fastflowing streams. New Phytologist, **28**, p. 3, 1929.
Furon R. Le cambrien du Sahara et de l'Ouest africain. XX congr. intern. Sist. cambr., t. 1, p. 417—426, 1958.
Furon R., Kilian C. et Menchikoff N. Cambrien en Afrique. C. R. Acad. Sci., Paris, **222**, p. 904, 1946.
Garwood E. J. Presidential Address to section C. (Geology) British Association. («Rock-building Algae»). Rep. Brit. Assoc. Adv. Sci. Transect. Sect. Geol., **83**, p. 453, 1913.
Garwood E. J. On the important Part played by the Calcareous Algae at ceratain geological horizons, with special reference to the Paleozoic Rocks. Geol. Mag. Dec. V, 10, p. 440—545, 1913.
Garwood E. J. The Twedian beds of Northern Cumberland and Roxburghshire East of the Liddel Water. Quart. J. Geol. Soc. London, **87**, Pt. 1, p. 97—156, 1931.
Gèze B. Les terrains cambriens et antécambriens dans le sud du massif central français. XX Congr. géol. intern., t. 1. Sist. Cam., 185—234, 1958.
Ginsburg R. N. Recent stromatolitic sediments from south Florida (abstr.), J. Paleontol., **29**, p. 725, 1955.
Glock W. S. Algae as limestone makers and climatic indicators. Amer. J. Sci., Ser. 5, **6**, p. 377—408, 1923.
Goldring W. Cryptozoon: plant nature and distribution. Sciences, v. 86, № 2241, p. 530, 1937.
Goldring W. Algal barrier reef in the Lower Ozarkian of New York. New York State Mus. Bull., № 315, p. 5—75, 1938.
Grabau A. W. Stratigraphy of China, v. 1. Peking, 528 p. 1923—1924.
Grabau A. W. Principles of Stratigraphy. 2 ed. New York, 1185 p., 1924.
Gravelle M., Lelubre M. Découverte de stromatolithes du groupe des Conophyton dans le Pharnesien de l'Ahaggar occidentale (Sahara central). Bull. Soc. géol. Fr., **7**, fsc. 4—5, p. 435—441, 1957.
Grout F. a. Broderick T. Organic structure in the Biwabik iron-bearing formation of the Huroniam in Minesota. Amer. J. Sci., **48**, p. 199—205, 1919.
Gruner J. W. Organic matter and the origin of the Biwabik iron-formation of the Mesabi range. Econ. Geol., **17**, № 6, p. 407—460, 1922.
Gruner J. W. Algae, belived to be Archaean. J. Geol., **31**, № 2, p. 146—148, 1923.
Gruner J. W. Discovery of life in the Archean. J. Geol., **33**, № 2, p. 151—152, 1925.
Gruss I. Zur Biologie devonischen Thallophyten. Palaeobiologica, **2**, H. 5/7, 1929.
Gürich G. Les Spongiestromidés du Viséen de la province de Namur. Mém. Musée d'Hist. natur. Belg., Bruxelles, part 3, p. 1—55, 1906.
Gürich G. Spongiostromidae — eine neue Familie krustenbildender Organismen aus dem Kohlenkalk von Belgien. N. J., Min., Geol. u. Paleontol., S. 129, 1907.

Gürich G. Cryptozoon Dessaueri aus der Dolomit-Schichten des Transvaal-Systems in Sudafrika. Palaeont., Z., 4, S. 129—130, 1922.
Haack W. Bemerkungen zu den Stromatolithen Kalkowsky's. Monatsber. Dtsch. geol. Ges., № 1, S. 221, 1909.
Hacquart A. Sur la présence du Cryptozoon le calcaire de la Landa (Congo belge). Geol. Mijnb. genootschap Nederl. Kolon., Geol. Ser., 14, p. 219, 1945.
Hadding A. Observations on Teicholite, an algal limestone with stromatolitic stucture Kyl. Fysiogr. Sällskapets i Land Förhandl., 9, № 4, S. 26—34, 1939.
Hall J. (Description of Cryptozoon prolyferum). Ann. Rep. New York State Museum, 36, 6 tabl., 1883.
Heusley F. S. Precambrian algae of the Medicine Bow Range, Wyoming (abstr.). Bull. Geol. Soc. Amer., 66, № 12, pt. 2, p. 1676, 1955.
Hirmer M. Handbuch der Palaeobotanik (Bd. 1). Thallophyta, Bryophyta Pteridophyta, München u. Berlin, p. 37, 1927.
Hoeg O. A. Studies of Stromatolites. Skrifter Kgl., Norska, Videnskabers Selskabs., № 1, p. 1—60, 1929.
Hoeg O. A. Studies of stromatolites (1) III Forhandlingar Kgl. Norske Vidensk. Selsk., 4, № 30, p. 106—108, 1931_1.
Hoeg O. A. Studies of stromatolites (2) IV, Forhandlingar idem. 4, № 31, p. 109—112, 1931_2.
Hoeg O. A. Studies of stromatolites (5) Forhandlingar, idem. 4, № 46, p. 175—178, 1932.
Hoeg O. A. Studies of stromatolites (6). Skrifter Kgl. Nors. Vidensk. Selskabs., № 3, 1934.
Holtedahl O. Cryptozoon-like structures. Amer. Sci., 4 ser., 47, p. 85—107, 1919.
Holtedahl O. On the occurence of Structure like Walcotte Algonkian Algae in the Permian of England. Amer. J. Sci., Ser. 5, 1, p. 195—206, 1921.
Howchin W. The occurence of the Genus Cryptozoon in the Cambrian of Australia. Trans. Roy. Soc. Australia, 38, 1914.
Howchin W. The geology of South Australia. Adelaïde, 320 p., 1918.
Howe M. A. The geologic importance of the lime-secreting algae. U. S., Geolog. Surv. Prof. Papers, № 170 — E, p. 57—64, 1932.
Hubert H. Sur la présence d'organismes voisins de Collenia dans la région d'Atar. C. R. Soc. Géol. Fr., p. 123—124, 1933.
Jacquet F. Sur la structure du Sahara mauritanien. Bull. Soc. Géol. Fr., Ser. 5, 7, № 1, p. 3, 1937.
Jamotte A. Note sur la probalite de l'existence d'Algues fossiles du genre Collenia dans la Série des Mines du Katanga. Comité spéc. Katanga. Elisabethville, p. 6, 1944_1.
Jamotte A. Notes complémentaires sur la stratigraphie de la Série des Mines et sur Collenia sp. Ibid., p. 22, 1943—1944_2.
Jamotte A. Nouvelles observations sur la présence d'organismes du genre Collenia dans la Série des Mines. Ibid., p. 9 (1941), 1944_3.
Jamotte A. et Vanden Brande, P. Sur la découverte du *Collenia* sp. dans le système chisto-dolomitique et sur le problème de la série des Mines du Katanga. Ibid., p. 13 (1941), 1944.
Jodot P. Sur le calcaire viseen du Moulin du Chat-Gros près d'Evaux (Creuse). Bull. Soc. géol. Fr., sér., 4, 30, p. 173, 1930.
Johnson J. H. Ottonosia limestones in the Pennsilvanian of South Park, Colorado, Col., Wyom. Acad. Sci. J., 2, № 9, p. 31, 1935.
Johnson J. H. Lime-secreting algae and algal limestones from the Pennsylvanian on central Colorado. Bull. geol. Soc. Amer., 51, № 4, p. 571—595, 1940.
Johnson J. H. Lime-secreting algae from the Pennsylvanian and Permian of Kansas. Bull. Geol. Soc. Amer., 57, № 12, pt 1, p. 1087—1120, 1946.
Johnson J. H. An introduction to the study of rock building algae and algal limestones. Color. School. Mines. Quart., 49, № 2, 117 p., 1954.
Johnson J. H. a. Konishi K. Studies of Mississippian algae. Color, school. Mines Quart., 51, № 4, 131 p., 1956.
Junner N. R. Geology of the Gold Coast and Western Togoland. Gold Coast. Geol. Surv. Bull., № 1, p. 26, 1940.
Kaisin F. Les roches du Disantien de Belgique. Comptes Rendus de la XIII Séssion du Congrés géologique international. Fasc. 2, Bruxelles, p. 1237, 1923.
Kalkovsky E. Oolith und Stromatolith in norddeutschen Buntsandstein. Z. dtsch., geol. Ges., 60, S. 112, 1908.
Kao C. S., Hsung V. H., Kao P. Preliminary note on Sinian stratigraphy of North China. Bull. Geol. Soc. China, 13, № 12, p. 763, 1934.
Kindle E. M. Concerning lake balls, Cladophora and coal balls, Intern. geol. Kong. XVI sess. USA, 2, p. 1105, 1936.
Kobayashi T. The cambrian of Korea etc. XX congr. intern., t. 1. Sist. cambr., p. 342—362, 1958.

Korn H. Die cryptostomen Bryozoen der deutschen Perms. Leopoldina, 6, S. 341, 1930.
Krenkel F. Geologie Afrikas, 2. Berlin, 1000 p., 1928.
Kräusel R. Ein Stromatolith vom Kalkplateau in Südwest Afrika. Senckenbergiana 37, S. 25, 1956.
Lalou S. Sur les formes cristallines observées dans les voiles calcaires formés par cultures bactériennes etc. C. R. Acad. Sci., Paris, 238, № 24, p. 2329—2330, 1954.
Lecompte M. Contribution à la connaissance des racifs du dévonien de l'Ardenne. Bull. Mus. Roy. Hist. natur Belgique, 13, № 15, 14 p., 1937.
Lelubre M. Découverte de Collenia dans le pharnesien de l'Ahnet. (Sahara central). C. R. Soc. Geol. Fr., № 5—6, p. 88—89, 1951.
Lucas G. La sédimentation calaire. C. R. Acad. Sci. Paris, 226, № 11 p. 937—939, № 12, p. 1023—1025, 1948; 229, № 20, p. 1026—1027, 1949.
Mac-Gregor A. M. A Pre-Cambrian algal limestones in Southern Rhodesia. Trans. Geol. Soc. South Africa, 48, p. 1—16, 1940.
Madigan C. T. Organic remains from below Archeocyat. Limestone at Myponga Jetty. Trans. Roy. Soc. South Australia, 50, p. 1, 1926.
Magdeburg P. Organogene Kalkkoncretions in Hohlen etc. Stgsb. Naturforsch. Ges. Leipzig, 56, № 9, p. 1—15, 1929—1932.
Mägdefrau K. Zur Entstehung der mitteldeutschen Zechstein-Riffe. Zbl. Min., Geol. Paleontol., S. 621, 1933.
Maillieux E., Demanet F. L'échelle stratigraphique des terrins primaires de la Belgique. Bull. géol. belgique, 38, p. 124, 1930.
Malavoy J. Quelques points de la géologie de l'Adrar mauritanien. C. R. Soc. Géol. Fr., fasc. 4, p. 48, 1935.
Maslov V. P. Stromatolite and onkolite classification and nomenclature. 20 Congr. geol. intern. Resum., p. 235, 1956.
Matthew G. F. Note on Archeozoon. Bull. Nat. Hist. Soc. New Brunswick, 25, p. 547—552 1907.
Mawson D. Evidence and indication of algal contribution in the Cambrian and Pre-Cambrian Limestones of South Australia. Trans. Roy. Soc. South Australia, 49, p. 186—190, 1925.
Mawson D. Fossil Algae from a Pre-Cambrian or Early Cambrian Horizon in the Macdonnel Ranges, Central Australia. Quart. J. Geol. Soc., London, 85, p. CXXVI (Annivers. addres), 1929_1.
Mawson D. Some australian algal limestones in prosess of formation. Quart. J. Geol. Soc. London, 85, p. 613—623, 1929_2.
Mawson D. Madigan C. The Pre-Ordovician Rocks of the Macdonnel Ranges (Central Australia). Quart. J. Geol. Soc. London, 86, p. 425, 1930.
Menchikoff N. Données sur la géologie du Sahara occidental. C. R. Acad. Sci., Paris, 196, p. 1237, 19.
Menchikoff N. A propos des stromatolithes sud marocains. C. R. Soc. Géol. Fr., p. 208, 1945.
Menchikoff N. Les formations à stromatolithes dans le Sahara occidental. Bull. Soc. Géol. Fr., 16, fasc. 7—9, p. 451, 1946.
Menchikoff N. A propos des «Conophytons» du Congo Belge. C. R. Soc. Géol. Fr., № 9—10, p. 179—180, 1948.
Meyer A. Une formation à Collenia dans la région de Niangara (Uele, Congo Belge). Bull. Congo Belge et Ruanda-Urundi, № 5, p. 3—6, 1954.
Milon Y. Sur le rôle des Rivulariacées dans l'édification des tufs a dragées calcaires de la vallée de la Somme. C. R. Soc. Géol. Fr., fasc. 10, p. 133, 1932.
Miller A. A., Turner J. S. The Lower carboniferus succession along the Dent fault and the Youdale beds of the Shap district. Proc. Geol. Assoc. London, 42, p. 1, 1931.
Miller B. L. Limestones of Pennsylvania. Penns. Geol. Surv. Bull. 4 ser., № M-20, 729 p., 1934.
Monod T. Données nouvelles sur la structure du Sahara occidental. C. R. Acad. Sci. Paris, 202, p. 1797, 1936.
Monod T. Sur la constitution géologique de l'Adrar mauritanien. C. R. Acad. Sci., Paris, 205, p. 74, 1937.
Monod T. L'Adrar Mauritanien. Bull. Dir. mines Gouv. gén. Afrique Occ. Franc., 1952, № 15, p. 65.
Moore E. S. The iron-formation on Belcher Island, Hudson Bay, with special reference to its origin and its associated algal limestones. J. Geol., 26, p. 413, 1918.
Murray G. Calcareus pebbles formed by algae. Phycol. Mem., p. 74, 1895.
Pallister J. W. The occurrance and significance of Pre-Cambrian algal forms etc. Geol. Mag., 92, № 6, p. 499—505, 1955.
Paul H. Algen und Spongiostromen aus dem rheinischen und englischen Koblenkalk. Decheniana, 97 A, S. 5—24, 1938.

Penhallow D. F. Note on calcareous algae from Michigan. Bot. Gaz., 21, p. 215—217, 1896.
Périnet G., Escalon de Fouton et autres. Étude par diffraccion des rayon X de la fossilisation d'ossements préhistoriques. C. R. Acad. Sci., Paris, 233, № 13, p. 706—707, 1951.
Périnet G., Midran R. Le magnesium des squelettes des organismes marins ne se trouve que dans le réseau de leur calcite, l'aragonite restant toujours pure. C. R. Acad. Sci. Paris, 240, № 6, p. 633—634, 1955.
Pia J. Pflanzen als Gesteinbildung. Berlin, 355 S., 1926.
Pia J. Die Anpassungformen der Kalkalgen. Palaeobiologica, Jg. 1, 1, Th. 1, p. 211—224, 1918.
Pia J. Algenknolen aus dem Russischen Devon. Изв. АН СССР, Отд. мат. и естеств. наук, сер. 7, стр. 9, 1932.
Pia J. Die wichtigsten Kalkalgen des Jungpaläozoikums und ihre geologische Bedeutung. C. R. 2-me Congr. carbon., 2, p. 765—856, 1937.
Polinard E. Les gisements plombocuprifères de la Lubi et de la Lukula. Ann. Soc. géol. Belgique, 52, p. 31, 1928.
Polinard E. Le niveaux à stromatolites du système de la Bishimaie aux confins des régions du Kasai et du Katanga. Bull. géol. Belgique, 71, № 5—7, p. 167—176, 1948.
Pollok J. K. Blue-green algae, as agents in the deposition of marl in Michigan Lakes. Ann. Rep. Michigan. Acad. Sci., 20, p. 247—260, 1918.
Powell H. Observations on Some Calcareous Pebbles. Minnesota Botan. Studies, Geol. a. Natur. Hist. Surv., p. 75, 1903.
Rao M. R. S. Algal structures from the Lockhart limestone (Ranikot series) of the Samana Range (NW India). J. Mysore Univ., B/9 (4), p. 67—72, 1949_1.
Rao M. R. S. Algal structures from the Cuddapan, limestones (pre-Cambrian). South India. Ibid., B/9, (12), p. 67—72, 1949_2.
Raucq P. Principaux résultats de recherches sur le système de la Bushimay au Kasai (Congo belge). Bull. Soc. Belg. géol., 65, p. 23—45, 1956.
Raymond P. W. Precambrian life. Bull. Geol. Soc. Amer., 46, № 3, p. 375—392, 1935.
Reis O. M. Kalkalgen und Seesinterkalk aus rheinpflanzischen Tertiar. Geogn. Jahrh., 36, p. 103—107, 1923.
Reynolds S. H. The lithological succession of the Limeston (Avonian) carboniferous. Quart. J. Geol. Soc. London, 77, pt. 3, p. 213—245, 1921.
Reynolds S. H. On the rocks of the Avon section. Clifton. Geol. Mag., 58, p. 543, 1931.
Rezak R. Algal zones in the Belt series in the Glacier National Park region, Montana (abs.), Geol. Soc. Amer. Bull., 64, № 12, pt. 2, p. 155, 1953.
Rezak R. Stromatolite classification in the Belt Series. Science, 119, № 3097, p. 659, 1954.
Rezak R. Stromatolites of the Belt Series in Glacier National Park and vicinity, Montana U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, № 294-D, p. 127—151, 1957.
Richardson E. S. Some Lower Huronian stromatolites of Northern Michigan. Fieldiana geol. Chicago, 10, № 8, p. 47—62, 1949.
Riedel A. Remarques sur la systématique et la valeur stratigraphique des quelques stromatolithes du Moyen Congo. Bull Soc.. Géol. Fr., 6 sér., 3, fasc. 7/8. p. 667, 1953.
Rivière A. Sur la dolomitisation des sédiments calcaires. C. R. Acad. Sci., Paris, 209, № 16, p. 897—899, 1939.
Rocci C. Formations métamorphiques et granitiques de la partie occidentale du pays Regubat (Mauritanie du Nord). Thèses, t. 1. Paris, p. 44—50, 1957.
Roddy H. J. Concretions in streams formed by the agence of blue-green algae and related plants. Amer. Philos. Sos. Proc., 54, p. 246—258, 1915.
Rothpletz A. Über systematische Deutung und stratigraphische Stelung etc. T. 2, Über Cryptozoon-Eozoon und Anticocania. Abh. Bayer Akad. Wiss., 28, Abt. 4, 1916.
Rutherford R. L. H. Pre-Cambrian algal structures from the Northwest Territories. Canada, Amer. J. Sci., ser. 5, 17, p. 258—259. 1929.
Rutte R. Algenkalke aus dem Miozan von Englesweis im Baden. N. J. Geol., Paleontol. Abh., 98, H. 2, p. 149—174, 1953.
Saito R. Base of the Cambrian of Eastern Asia etc. XX Geol. Congr. intern., t. I. Sist. Cambr., p. 377—392, 1958.
Salomon N. Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv, und seine Bedeutung für die Gebirgbildung... usw. Abh. geol. Reichsanst. Wien, 21, H. 1, 433 p., 1908.
Samsonowicz J. Cambrian paleogeography and the hase of the Cambrian system in Poland. XX Geol. Intern. Congr., t. I. Sist. cambr., p. 127—160, 1958
Savornin A. Carte géologique de récconnaissance de Madagascar, Notice explicative sur la feuille Benenitra. H. 1. Serv. Mines Madagascar, p. 58—59, 1932.

Schraub H. P. On the Pre-Cambrian to Cambrian sedimentation in NE-Greenland. Medd. Grønland, 114, № 6, 50 p., 1950.
Schindewof O. H Über präkambische Fossilien. In Geotektonisches Symposium. Stuttgart, p. 55—480, 1956.
Schlagintweit O. Correlacion de las collizas micraflores en Bolivia. Con el horizonte calcareo-dolomitico del Norte Argentino. Inst Mus., Univ. Natur. La Plata, Notas, geol., 6, № 14, p. 337—354, 1941.
Schnock P. Note sur les algues calcaires découvertes dans la région voisine du confluent du Lubilash-Bushimae. Bull. Soc belge. géol., 56, p. 196—198, 1947$_1$.
Schnock P. Sur les algues calcaires découvertes dans le Sud-Est de la cuvette centrale du Congo Belge. C. R. Acad. Sci., Paris, 224, p. 1369—1371, 1947$_2$.
Schuster J. On the problematic Pre-Cambrian Collenia in south equatorial Africa, regarded as a reefbuilding alga with secretes lime. Chron. Mines Colon., p. 296, 1933$_1$.
Schuster J. Über die problematischem als kolonienbildende kalkabscheidende Alge betrachtete «Collenia», im südäquatorialen Africa. Hedwiga, 73, p. 34—38, 1933$_2$.
Schwellnus C. M. The Stromatoceria of Isle La Motte, Vermont. Rep. State. Geol. Vermont, 4, p. 144, 1903—1904.
Schwellnus C. M., Le Roex H. D. Columnar, conical and other grouths in the dolomites of the Otavi system. S. W. Africa. Trans. Geol. Soc. South Africa, 47, p. 93—104, 1944.
Seely H. M. Cryptozoon of the early Champlain Sea. Rep. State Geol. Vermont., 5, p. 156—173, 1905—1906.
Seward A. C. Plant life thorugh the ages. Cambridge, 1931, 603 p.
Speck J. Blaualgenknollen in Aquitan am Zugersee. Eclogae geol. Helvet., Basel, 42, № 1, p. 1—12, 1949.
Stauffer C. R. Crystozoons of the shakopee dolomite. J. Paleontol., 19, № 4, p. 376—379, 1945.
Steinmann G. Über Gymnosolen Ramsayi. eine Cölenterate von der Halbinsel Kanin. Bull. Soc. géogr. de Finlande, 31, № 4, p. 18—23, 1911.
Stose G. W. Evidence of the taconic sequence in the vicinity of Lehigh River, Pennsilvania. Amer. J. Sci., 248, № 11, p. 815—819, 1950.
Teichert C. Gymnosolen not known from Australia. Amer. J. Sci., 243, 1945.
Teilhard de Chardin P. Sur la nature et la signification des Collenia préambriennes. C. R. Acad. Sci., Paris, 235, № 16, p. 845—847, 1952.
Termier H. et G. Un organisme recifal du Cambrien marocain *Asalia cerebriformis* n. g. et sp. Bull. Soc. Géol. Fr., 5 ser., 17, № 1—2, p. 61—66. 1947.
Termier H. et G. Les sédiments antecambriens et leur pauvreté en fossiles. Rév. Sci. Paris, № 3302, p. 74—84, 1949.
Termier H. et G. Conditions écologiques du Cambrien inferieur. XX intern. congr. géol., t. 1. Sist. Cambr., p. 417—426, 1958.
Thery L. M. Découverte d'algues calcairs dans l'oligocène de Pechelbronn (Bas. Rhin), C. R. Soc. géol. Fr., 2, № 12, p. 261—262, 1949.
Thoral M. Présence de Collenia dans le Cambrien du versant méridional de la Montagne Noire (Hérault). C. R. Soc. géol. Fr., № 15—16, p. 347—348, 1953.
Tien C. C. Stragraphy and palaeontology of the Sinian rocks of Nankou. Bull. Geol. Soc. China, 2, № 1—2, p. 105, 1923.
Tilden J. Minnesota algae the Myxophyceae of North America. Minneapolis, 1910.
Traves D. M. Collenia frequens in Upper Proterozoic rocks of the northern territory of Australia. Proc. Linn. Soc., N. S. W. 79, № 3—4, p. 95, 1954.
Traves D. M. The geology of the old-Victoria region. N. Australia. Bull. Comm. Austr., № 27, p. 24, 1955.
Twenhofel W. H. Pre-Cambrian and Carboniferous algal deposits. Amer. J. Sci., 48, p. 343—346, 1919.
Twenhofel W. H. Geology and paleontology of the Mingan Islands, Quebec. Geol. Soc. Amer. Spec. Papers, № 11, p. 132, 1926.
Vasconcelos P. Sur la découverte d'algues fossiles dans les terrains anciens de l'Angola. Rept. 18-th Sess. Intern. Géol. Congr., London, pt. 14, p. 288—293, 1951.
Walcott C. D. Pre-Cambrian fossiliferous formations. Bull. Geol. Soc. Amer., № 10, p. 199—244, 1899.
Walcott C. D. Genus Cryptozoon Hall. Smiths. Misc. Coll., 57, p. 257, 1912$_1$.
Walcott C. D. New York Potsdam Hoyt fauna. Smiths, Misc. Coll., 57, p. 258, 1912$_2$.
Walcott C. d. Pre-Cambrian Algonkian algal flora. Smiths. Miscel. Coll., 64, № 2, p. 77—156, 1914.
Walther J. Geologische Heimathkunde von Thüringen. 2-the Aufl., Jena, 245 S., 1921.
Weiland G. K. Furher notes on Ozarkian seaweeds and oolites. Bull. Amer. Mus. Natur. Hist., 33, p. 237, 1914.

Westergärd A. H. A quaternary stromatolitic limeston from Bohuslan, Sweden. Sver. Geol. Undersög. Arsbok, 28, № 1, 48 p., 1934.
Westphal F. Synsedimentär gegnollene Gesteine im altertiären Sedimenten des Oberrheintalgrabens. Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg, 47, H. 1, S. 103—114, 1957.
White D. Algal deposite of Unkar Proterozoic age in the Grand Canion, Arizona. Natur. Acad. Proc., 14, № 7, p. 597—600, 1928.
White D. Study of the fossil floras in the Grand Canion, Arizona. Carnegie Inst. Washington yearbook, 29, p. 400—403, 1930.
Whittard W., Smith S. Unrecorded inliers of Silurian rocke near Wickwar, Gronecestershir, with notes on the occurence of a stromatolite. Geol. Mag., 81, № 2, p. 65—76, 1944.
Wieland G. R. A. reef-forming Phormidiod alga. Amer. J. Sci., 19, p. 27—31, 1930.
Winchell N. H. Cryptozoom minnesotense n. sp. Minn. geol. Nat. Hist. Surv. Ann. Rept., 14, p. 313—318, 1886.
Wohlfenden E. B. Paleoecology of the Carboniferous reef complex and shelf limestones in nortwest Derbyshire. Bull. geol. Soc. Amer., 69, № 7, p. 871—894, 1958.
Wood A. «Algal dust», and the finer-grained varieties of Carboniferous limestone. Geol. Mag., 78, № 3, p. 192—200, 1941.
Yabe H. A brief summary of the studies of rock-forming calcareous algae in Japan. Paleobotanist., 1, p. 443—447, 1952.
Yang K. Un fossile dans le marbre du Sud de Nantai. Bull. Géol. Soc. China, 14, № 3, p. 303—307, 1935.
Young R. B. The occurence of Stromatolithic or Algal limestones in the Chambell Rand Series, Griqualand West. Trans. Geol. Soc. South. Africa, 35, p. 29—36, 1933.
Young R. B. A comparison of certain stromatolitic rocks in the Dolomite series of South Africa, with modern algal sediments in the Bahamas. Ibid., 37, p. 153—162, 1935.
Young R. B. Further notes on algal structure in the Dolomit Series Ibid., 43, p. 17—21, 1940_1.
Young R. B. Note on an unusual type of concretionary structure in limestones of the Dolomits Series. Ibid., 43, p. 1—16, 1940_2.
Young R. B. The domical-columnar structure and other minor deformations in the Dolomite Series. Ibid., 46, p. 91—106, 1943.
Young R. B. Nodular bodies in the Dolomite series. Ibid., 48, p. 43—48, 1945.
Young R. B., Mendelssohn E. Domed algal growths in the dolomite series of South Africa with associated fossil remains. Ibid., 51, p. 53—62. 1949.

УКАЗАТЕЛЬ К ЛИТЕРАТУРЕ

I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И СВОДКИ

Воронихин, 1932, 1953; Вологдин, 1955; Геккер, 1935; Ена, 1957; Карлов, 1953; Кордэ, 1950, $1953_{1,2}$; Криштофович, 1941; Маслов, 1935, 1937_3, 1939_1, 1945, 1950, 1952_2 1953, 1955, 1959; Фентон, 1940; Чураков, 1945; Babet, 1929; Baudisch, 1937; Clarke, 1924; Cloud, 1942, 1945, 1952; Dorn, 1953; Fenton, 1938, 1943; Ginsburg, 1955; Glock 1923; Goldring, 1937; Grabau, 1924; Gruss, 1928; Haack, 1909; Hirmer, 1927; Holtedal, 1919; Howe, 1932; Johnson, 1946, 1954; Kalkovsky, 1908; Lucas, 1949; Maillieux et Demanet, 1930; Maslov, 1956; Matthew, 1907; Périnet, 1951; Pia, 1926, 1928, 1937; Rezak, 1954; Riedel, 1953; Rothpletz, 1916; Seely, 1905—1906; Schindewolf, 1956; Seward, 1931; Termier, 1949; Walcott, 1914; Yabe, 1952.

II. УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВОЗРАСТАМ

Докембрий и протерозой

Борукаев, 1955; Вологдин, 1955; Гарань, 1939; Горский, 1953; Дингельштедт, 1935; Егиазаров, Воскресенский, 1955; Келлер, 1952; Кириченко, 1955; Краснопеева, 1933, 1936, 1937, 1940, 1945, 1946, 1955; Кропоткин, 1954; Ли Сы-гуан, 1952; Маслов, 1937_1, 1938, 1939_3; Обручев, 1937; Павловский, 1948; Павловский, Хренов, Беличенко, 1954; Павловский, Цветков, 1939; Радугин, 1937, 1948; Резанов, 1959; Сперанский, 1948; Хаккер, 1939; Чихачев, 1953; Чочиа, 1955; Almeida, 1944; Ashley, 1937; Bain, 1927; Beugnies, Dumont, 1954; Cahen, 1954; Cahen, Mortellemans, 1941; Cahen, Lepersonne ets., 1946; Choubert, 1945; Choubert, Dresney, Hindermeyer, 1950; Choubert, Hindermeyer, Hollard, 1952; Darles, 1942; Dawson, 1897; Dietrich, 1932, 1933; Dorlodot, 1921; Du Toit, 1939; Eha, 1953; Endo, Resser, 1938; Fairbridge, 1950; Fenton, 1931, 1933, 1936, 1937_2, 1939; Furon, Kilian, Menchikoff, 1946; Garwood, 1931; Grabau, 1923—1924; Gravelle, Lelubre, 1957; Grout, Broderick, 1919; Gruner, 1922, 1923, 1925; Gürich, 1922; Hacquaert, 1945; Heusley, 1955; Hubert, 1933; Jacquet, 1937; Jamotte, $1944_{1,2,3}$; Jamotte, Vanden Brande, 1944; Junner, 1940; Kao, Hsung, Kao, 1934; Krenkel, 1928; Lelubre 1951; Mac Gregor, 1940; Malavoy, 1935; Mawson, 1925, 1929_2; Menchikoff, 1933, 1945, 1948; Meyer, 1954; Monod, 1936, 1937, 1952; Moore, 1918; Pallister, 1955; Polinard, 1928, 1948; Rao, 1949; Raucq, 1956; Raymond, 1935; Rezak, 1953, 1954, 1957; Richardson, 1949; Rocci, 1957; Rutherford, 1929; Savornin, 1932; Schraub, 1950; Schindewolf, 1956; Schnock, 1947; Schuster, $1933_{1,2}$; Steinmann, 1911; Schwellnius, Le Roex, 1944; Teilhard de Chardin, 1952; Tien, 1923; Traves, 1954, 1955; Twenhofel, 1919; Vasconcelos, 1951; Walcott, 1884, 1899, 1912, 1914; White, 1926, 1930; Yabe, 1952; Yang, 1935; Young, 1933, 1934, $1940_{1,2}$, 1943, 1945; Young, Mendelssohn, 1949.

Кембрий

Арсеньев, Нечаева, 1945, $1947_{1,2}$; Вологдин, 1932, 1940, 1941, 1944, 1955; Зеленов, 1957; Катушенок, 1940; Кириченко, 1950; Королюк $1956_{1,2}$; Марков, 1951; Маслов, $1937_{1,2}$, 1938, $1939_{2,3}$, 1940, 1947; Нечаева, 1945; С. Обручев, 1933; Осадчев, 1951; Павловский, 1948; Рабкин, 1951; Радугин, 1948; Рожков и Моор, 1936; Сперанский, 1948; Яковлев, 1939; Ходак, 1956; Bassler, 1919; Bigot $1926_{1,2}$, 1929; Blackwelder, 1915; Clarke, 1924; Dangeard, Dorc, 1957; Derville, $1930_{1,2}$; Endo, Resser, 1938; Fenton, 1937_1; Furon, Kilian, Menchikoff,, 1946; Furon, 1958; Hall, 1884; Geze, 1958; Howchin, 1914,

1918; Kobayashi, 1958; Madigan, 1926; Mawzon, Madigan, 1930; Menchikoff, 1933, 1945, 1946, 1948, 1954; Monod, 1952; Saito, 1958; Samsonowicz 1958; Stose, Jonas 1939; Stose, 1950; Termier, 1947, 1958; Thoral, 1953; Weiland, 1914.

Силур (ордовик и готланд)

Виттенбург, Яковлев, 1922; Катушенок, 1940; Катушенок, Калмыков, 1950 Кордэ, 1954; Левенко, Лучицкий, Нагибина, 1950; Марков, 1951; Маслов, $1937_{1,2}$; 1954; Махаев, 1940; Рябинин, 1937, 1950; Brill, 1947; Cuming, Shrock, 1928; Cushing, Ruedemann, 1914; Goldring, 1938; Hadding, 1939; Stauffer, 1945; Teichert, 1945; Whittard, Smith, 1944.

Девон

Вологдин, 1948; Геккер, 1935; Махлаев, 1954, 1958; Рябинин, 1955; Chlupač, 1955; Dupont, 1881, 1882, 1885; Fenton, 1943; Gruss, 1928; Lecompte, 1937; Pia, 1932.

Карбон

Рябинин, 1935; Швецов, 1940; Anderson, 1950; Corin, 1933; Derville, 1931; Dorn, 1953; Fenton, 1945; Garwood, $1913_{1,2}$; Gürich, 1906, 1907; Jodot, 1930; Johnson, 1935, 1940, 1946; Johnson, Konishi, 1956; Kaisin, 1925; Kühn, 1928; Miller, Turner, 1931; Paul, 1938; Pia, 1937; Reynolds, $1921_{1,2}$; Twenhofel, 1919; Wolfenden, 1958.

Пермь

Маслов, 1936_1; Яковлев, Рябинин, 1915; Besairie, 1930, 1932; Brauch, 1923; Brière-1923; Ernst, 1931; Freyberg, 1932; Holtedahl, 1921; Johnson, 1946; Korn, 1930; Magdefrau, 1933; Pia, 1931; Savornin, 1932; Walther, 1921; Wieland, 1930.

Юра

Маслов, 1936_2; Ена, 1957; Berckhemer, 1923; Dangeard 1930; Dubar, Le Maitre, 1935.

Третичный период

Карлов, 1953; Махаев, 1940; Bradley, 1923; Bucher, 1918; Dangeard, 1931; Reis 1923; Rutte, 1953; Schlagintweit, 1941; Speck, 1949; Thery, 1949; Westphal, 1957.

Четвертичный период

Маслов, Щукина, 1950; Хоег. 1932; Hoeg, 1929, $1931_{1,2}$, 1932, 1934; Westergärd 1933.

Современный период

Воронихин, 1932; 1953; Еленкин, 1936; Baumann, 1913; Black 1933; Blanc, Molinier, 1955; Bradley, 1923, 1929; Clarke, 1900; Dachmowski-Stokes, Allison, 1928; Fritsch, 1929; Forel, 1902; Ginsburg, 1955; Kindle, 1936; Magdeburg, 1929—1932; Mawson, 1929; Milon, 1932; Murray, 1895; Penhallow, 1896; Pollok, 1918; Powell, 1903; Roddy, 1915; Tilden, 1910.

III. УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРАНАМ

Австралия

Fairbridge, 1950; Howchin, 1915; Madigan, 1926; Mawson, $1929_{1,2}$, 1925; Mawson Madigan, 1930; Teichert, 1945; Traves, 1954, 1955.

Англия

Anderson, 1950; Garwood $1913_{1,2}$, 1930, 1931; Holtedahl, 1921; Miller, Turner, 1931; Paul, 1938; Reynolds $1921_{1,2}$; Whittard, Smith, 1944; Wolfenden, 1958.

Аргентина и Боливия

Schlagintweit, 1941.

Африка

Хаккер, 1937; Ashley, 1937; Babet, 1929; Beugnies, Dumont, 1954; Cahen, 1954; Cahen, Mortellemans, 1941; Cahen, Jamotte, Lepersonne, Mortellemans, 1946; Choubert, 1945; Choubert, Dresnay, Hindermeyer, 1950; Choubert, Hindermeyer, Hollard, 1952; Darles, 1942; Dietrich, 1932, 1933; Dorlodot, 1921; Dubar, Le Maître, 1935; Du Toit, 1939; Furon, 1958; Furon, Kilian, Menchikoff, 1946; Gravelle, Lelubre, 1957; Gürich, 1922; Hacquert, 1945; Hubert, 1933; Jacquet, 1937; Jamotte $1944_{1,2,3}$; Jamotte, Vanden Brande, 1944; Junner, 1946; Kräusel, 1956; Krenkel, 1928; Lelubre, 1951; Mac Gregor, 1940; Menchikoff, 1933, 1945, 1946, 1948, 1954; Meyer, 1954; Monod, 1936, 1937, 1950; Pallister, 1955; Polinard, 1928, 1948; Raucq, 1956; Rocci, 1957; Schnoek, 1947; Schuster, 1933; Schwelenius, Le Roex, 1944; Teilhard de Chardin, 1952; Termier, 1947; Vasconcelos, 1948; Young, 1933, 1934, $1940_{1,2}$; 1943, 1945; Young, Mendelsson, 1949.

Бельгия

Bigot, 1926, 1929; Corin, 1933; Derville, $1930_{1,2}$; Dupont, 1881, 1882, 1885; Gurich, 1906; 1907; Kaisin, 1925; Mailleux, Demanet, 1930.

Боливия

Schlagintweit, 1941

Германия

Brauch, 1923; Dorn, 1953; Ernst, 1931; Freyberg, 1932; Kalkowsky, 1908; Korn, 1930; Mägdefrau, 1933, Reis, 1923; Rutte, 1953; Walther, 1921.

Гренландия

Eha, 1953; Schraub, 1950.

Индия

Rao, $1949_{1,2}$.

Канада

Cloud, 1942; Dawson, 1897; Moore, 1918; Rutherford, 1929; Stose, 1950; Twenhofel, 1938.

Китай

Ли-Сы чуан, 1952; Endo, Resser, 1937; Grabau, 1923—24; Kao, Hsung, Kao, 1934; Stauffer, 1945; Tien, 1923; Yang, 1935.

Корея

Kobayashi, 1958.

Мадагаскар

Besairie, 1930, 1932; Brière, 1923; Savornin, 1932.

Монголия и Тува

Рябинин, 1937.

Норвегия

Странд, 1940; Hoeg, 1929, $1931_{1,2}$; 1932, 1939; Hadding, 1939.

СССР

Арсеньев и Нечаева, 1945, $1947_{1,2}$; Борукаев, 1955; Виттенбург и Яковлев, 1922; Вологдин, 1932, 1937, 1940, 1941, 1944, 1948, 1955; Гарань, 1937; Геккер, 1938; Горский, 1953; Дингельштедт, 1935; Ена, 1957; Зеленов, 1957; Егиазаров, Воскресенский, 1955; Катушенок, 1936, 1940; Катушенок и Калмыков 1950; Карлов, 1953; Келлер, 1952; Кириченко, 1950, 1955; Кордэ, $1950_{1,2}$; 1953, 1954; Королюк, $1956_{1,2}$; Кропоткин, 1954; Краснопеева, 1933, 1936, 1937, 1940, 1945, 1946, 1955; Левенко, Лучицкий и Набибина, 1950; Львов, 1957; Марков, 1951; Маслов, 1935, $1936_{1,2}$, $1937_{1,2,3}$, 1938, $1939_{1,2,3}$, 1940, 1945, 1947, 1950, 1952, 1953, 1954; Маслов и Щукина 1950; Махаев, $1940_{1,2}$; Махаев 1954, 1958; Нечаева, 1945; Обручев С., 1933; Осадчев, 1951; Павловский, 1948; Павловский и Цветков, 1939; Павловский, Хренов, Беличенко 1954; Рабкин, 1951; Радугин, 1937, 1948; Резанов, 1959; Рожков и Моор, 1936; Рябинин, 1935, 1937, 1950, 1955; Ходак, 1956; Чихачев, 1953; Чочиа, 1955; Чураков, 1945; Швецов, 1940, 1948; Яковлев, 1939; Яковлев и Рябинин, 1916; Pia, 1932.

США

Bain, 1927; Bassler, 1919; Baudisch, 1937; Balckwelder, 1915, 1926; Brill, 1947; Clarke, 1924; Cumings, Shrock, 1928; Cushing, Ruedemann, 1914; Fenton, 1931—1943; Ginsburg, 1955; Goldring, 1938; Grout, Broderick, 1919; Hall, 1884; Heusley, 1955; Johnson, 1940, 1946; Johnson, Konischi, 1956; Miller, 1934; Pollock, 1918; Powell, 1903; Rezak, 1953, 1954, 1957; Richardson, 1949; Seely, 1904, 1905; Stose, Jonas, 1939; Twenhofel, 1919; Walcott, 1884, 1899, 1912, 1914; Weiland, 1914; White, 1926, 1930; Wieland, 1930; Winchell, 1886.

Франция

Dangeard, 1930, 1931; Derville, 1931; Dangeard, Doré, 1957; Géze, 1958; Jodot, 1930; Lecompte, 1931; Thoral, 1953.

Чехословакия

Chlupač, 1955.

Япония

Saito, 1958; Yabe, 1952.

IV. УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ ПО «РОДАМ» СТРОМАТОЛИТОВ

Actinophycus — Кордэ, 1954.
Algostroma (nom. nuda) — Радугин, 1937.
Anabara — Вологдин, Чернышев и Кипарисова, 1937; Рожков, и Моор, 1936.
Anomalophycus — Fenton, 1937_1.
Anomas-Osagia — Вологдин, 1932.
Antikokania — Rothpletz, 1916.
Aphralysia (гидрактиноид?) — *Garwood*, 1914; Kühn, 1928; Pia, 1937; Wood 1941.
Archaeozoon — Краснопеева, 1933; Matthew, 1907; Pia, 1937; Schindewolf 1956.
Aprostroma — Gürich, 1906; Johnson, Konishi, 1956.
Artrophycus — Johnson, 1940.
Asalia — Termier, 1947.
Boroldaiphycus — Вологдин, 1948.
Calyptophycus — Johnson, 1940.
Camasia — Walcott, 1914.
Chondrostroma — Gürich, 1906; Johnson, Konishi, 1956.
Codonophycus — Fenton, 1939.
Collenia — Гарань, 1937; Егиазаров, Воскресенский, 1955; Катушенок, 1940; Катушенок и Калмыков, 1950; Келлер, 1952; Кириченко, 1950, 1955; Королюк, 1956_2; Кропоткин, 1954; Краснопеева, 1933, $1936_{1,2}$, 1937; Ли Сы-гуан, 1952; Марков, 1951; Маслов, 1936, $1937_{1,2}$, 1939_3, 1947; Маслов и Щукина, 1950; В. Обручев, 1939; Осадчев, 1951; Павловский и Цветков, 1939; Павловский, 1948; Павловский, Хренов, Беличенко, 1954; Радугин, 1948; Рабкин, 1951; Резанов, 1959; Рожков и Моор, 1936; Ходак, 1956; Чочиа, 1955; Швецов, 1949; Шрок, 1950; Фентон, 1940; Хаккер, 1937; Almeida, 1944; Anderson, 1950; Blackwelder, 1926; Briere, 1923; Cahen, 1954; Cahen, Mortellemans,

1941; Cahen, Jamotte, Leparsonne, Mortellemans, 1946; Choubert, 1945; Choubert, Dresnay, Hindermeyer 1950; Dangeard, Doré, 1957; Endo, Resser, 1937; Fairbridge, 1950; Fenton 1931, 1933, 1937_2; 1939; Furon, Kilian, Menchikoff, 1946; Furon, 1958; Grabau, 1923—24; Geze, 1958; Hubert, 1933; Jamotte, $1944_{1,2,3}$; Jamotte, Vanden Brande, 1944; Junner, 1940; Kao, Hsug, Kao, 1934; Lelubre, 1951; Mac Gregor, 1940; Malavoy, 1935; Mawson, Madigan, 1930; Menchikoff, 1933, 1945, 1946; Meyer, 1954; Pallister, 1955; Raucq, 1956; Raymond, 1935, Rezak, 1957; Rutherford, 1929; Saito 1958; Samsonowicz, 1958; Schraub, 1950; Schuster, 1933; Teilhard de Chardin, 1952; Toral, 1953; Tien, 1923; Traves, 1954, 1955; Twenhofel, 1919; Walcott, 1914; Vasconcelos, 1948; Yabe 1952.

Conophyton — Вологдин, 1955; Гарань, 1937; Катушенок, 1940; Келлер, 1952; Кириченко, 1955; Кордэ, 1953; Кропоткин, 1954; Маслов, 1937_2, 1938, 1939_3; Павловский, 1948; Павловский, Хренов, Беличенко, 1954; Радугин, 1948; Резанов, 1959; Швецов, 1949; Cahen, 1954; Gravelle, Lelubre, 1957; Menchikoff, 1933; 1945, 1946, 1948; Monod, 1952; Pallister, 1955; Raucq, 1956; Rezak, 1957; Schnock, 1947; Vasconcelos, 1948.

Copperia — Маслов, 1937; Fenton, 1943; Walcott, 1914.

Corydopodium — Derville, $1930_{1,2}$, 1931.

Cryptozoon — Ли Сы-гуан, 1952; Краснопеева, $1936_{1,2}$; Странд, 1940; Фентон, 1940; Хаккер, 1931; Швецов, 1949; Anderson, 1950; Baudisch, 1937; Brill, 1947; Clarke, 1924; Cumings, Shrock, 1928; Cushing, Ruedemann, 1914; Dawson, 1897; Fenton, 1937_1; Furon, 1958; Goldring, 1937, 1938; Gürich, 1922; Hacquert, 1945; Hall, 1884; Howchin, 1918; Johnson, 1940, 1946; Mawson, Madigan, 1930; Miller, 1934; Pallister, 1955; Raymond, 1935; Rezak, 1957; Rothpletz, 1916; Samsonowicz, 1958; Stauffer, 1945; Stose, 1950; Termier, 1958; Twenhofel, 1938; Walcott, 1884, 1899, 1912, 1914; Winchell, 1886.

Dictyophycus — Кордэ, 1954.

Dolatophycus — F e n t o n, 1937_1.

Eniseiella — Маслов, 1939_2.

Eozoon — R o t h p l e t z, 1916.

Eostroma (nom. nuda) — Сперанский, 1948.

Gouldina — J o h n s o n, 1940.

Greysonia — Маслов, 1937; Holtedahl, 1921; Mawson, Madigan, 1930; Raymond, 1935; Walcott, 1914.

Gymnosolen-Collenia — Виттенбург и Яковлев, 1922; Гарань, 1937; Ли Сы-гуан, 1952; Рябинин, 1937; Шрок, 1950; Cloud, 1942; Reis, 1903, 1913; Steinmann, 1911; Teichert, 1945; Yang, 1935.

Hadrophycus — Fenton, 1939.

Jussenia — Краснопеева, 1940.

Katangasia — Королюк, 1956_2; Маслов, 1937_1; Павловский, Хренов, Беличенко, 1954.

Kinneya — R a y m o n d, 1935; W a l c o t t, 1914.

Leptophycus (J o h n s o n n o n K o r d e)[1] — Anderson, 1950; Johnson, 1940.

Lomamia — Raucq, 1956.

Malacostroma — Рябинин, 1937; Яковлев и Рябинин, 1915; Gürich, 1906; Johnson, Konishi, 1956.

Nemaphycus — Кордэ, 1954.

Newlandia (гидрактиноид?) —Борукаев, 1955; Краснопеева, 1933, 1940; Маслов, 1945; Павловский, Хренов, Беличенко, 1954; Радугин, 1937, 1949; Сперанский, 1948; Фентон, 1940; Fenton, 1931_2; Holtedahl, 1921; Raymond, 1935; Rezak, 1957; Walcott, 1914.

Nubecularites — Арсеньев и Нечаева, 1947; Зеленов, 1957; Королюк, 1956_2; Маслов, 1937_2; Ходак, 1956.

Osagia — Вологдин, 1940; Гарань, 1937; Зеленов, 1957; Краснопеева, 1937; Левенко, Лучицкий, Нагибина, 1950; Махаев, 1940; Маслов, 1937_1, 1952; В. Обручев, 1939; Павловский и Цветков, 1939; Павловский, 1948; Павловский, Хренов, Беличенко, 1954; Ходак, 1956; Чураков, 1945; Johnson, 1946; Twenhofel, 1919.

Ottonosia — Маслов, 1936, 1937_2, 1952; Швецов, 1949; Johnson, 1935, 1936; Twenhofel, 1919.

Poecilophycus — Кордэ, 1954.

Protoleptophycus — Кордэ, 1954.

Pseudoconus — Краснопеева, 1937.

Pucalithus — S c h l a g i n t w e i t, 1941.

Pycnostroma — Левенко, Лучицкий, Нагибина, 1950; Маслов, 1937; Махаев, 1940; Рябинин, 1937; Johnson, 1940; Johnson, Konishi, 1956; Paul, 1938; Pia, 1932.

Saralinskia — Краснопеева, 1933, 1937, 1940;

Shermanophycus — Anderson, 1950; Johnson, 1940.

---

[1] К. Б. Кордэ (1954). Описала под родовым названием *Leptophycus*, g. n. строматолит, ничего общего не имеющий со строматолитом, описанным в 1940 г. под тем же названием Джонсоном.

Somphospongia — Johnson, 1946.
Sphenophycus — Ruedemann, 1934.
Spongiostroma — Рябинин, 1935; Gürich, 1906; Johnson, 1946; Johnson, Konishi, 1956; Pia, 1926, 1928, 1932; Reynolds, 1921.
Spongophycus — Кордэ, 1954.
Stereophycus — Кордэ, 1954.
Stromaria — Brauch, 1923; Freyberg, 1932; Korn, 1930; Mägdefrau, 1933; Walter, 1921.
Stromatactis — Dupont, 1881, 1882, 1885; Lecompte, 1937.
Stromatoceria — Seely, 1904.
Stromatophycus — Johnson, 1940.
Stylocodium — Derville, 1931.
Stylophycus — Johnson, 1940.
Tetonophycus — Fenton, 1939.
Thaumatophycus — Кордэ, 1950.
Weedia — Маслов, 1937_1; Walcott, 1914.

V. УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРАТИГРАФИИ И ЛИТОЛОГИИ ОРДОВИКА ЮГА И ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Андреева, 1955; Арсеньев и Нечаева, 1947; Васильев, 1938; Гаврилов, 1935; Грибова и Ситников, 1947; Зайцев и Покровская, 1950; Зегебарт, 1935; Зегебарт и Старостина, 1935; Ипенсен и Салун, 1950; Катушенок, 1940; Катушенок и Калмыков, 1950; Кириченко, 1950; Коровин 1927, 1928, 1932; Крашенинников, $1935_{1,2}$; Коноплев, 1932, 1937; Левенко, Лучицкий и Нагибина, 1950; Маслов, 1932, 1934, 1937_1, 1940, 1947, 1952, 1954, 1956; Маслов и Епифанов, 1932; Мушкетов, 1907; Никифорова, 1955; Обручев В., 1892, 1932, 1935; Обручев С., 1932, 1933; Одинцов, $1937_{1,2,3}$; 1954; Оттен, 1934; Ржонсницкий, 1912, 1916, 1918, 1928; Старостина, 1935; Толль, 1895; Туголесов, 1952; Филипченко, 1937, 1938; Чекановский, 1896; Черкесов, $1931_{1,2}$; Шорохов, 1931; Яржемский, 1935, 1936, 1938.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. История изучения строматолитов 5

Глава II. Природа и систематическое положение строматолитов и онколитов 22

1. Природа строматолитов 23
2. Слоистость строматолитов 27
3. Некоторые способы образования строматолитов 33
4. О хемогенном и бактериальном происхождении некоторых микропроблематик 39
5. О методике изучения строматолитов 42
6. Структуры строматолитов 47
7. Принципы номенклатуры и классификации строматолитов 51
8. Окраска строматолитов 54
9. Принятая система классификации строматолитов 54

Глава III. Описание строматолитов и некоторых низших организмов ордовика Сибирской платформы 58

Систематическое описание органических остатков 59

1. Проблематические животные 59
2. Водоросли 60
3. Строматолиты 66
4. Онколиты 92
5. Проблематики 94
6. Список органических остатков 96

Глава IV. Положение строматолитов в разрезе пестроцветной серии кембро-силура Сибирской платформы 98

1. Существующие схемы фациальных изменений свит ордовика 99
2. Фаунистическая стратиграфическая схема ордовика и готланда Сибирской платформы 103
3. Распространение строматолитов по всему разрезу пестроцветной серии 105

Глава V. Строматолиты и фации 119

1. Фации нижнего палеозоя Сибирской платформы и вопросы палеогеографии 119
2. Замечания относительно фациальной характеристики свит и происхождения некоторых пород 123
3. Распределение фаций усть-кутской свиты по площади 127
4. Строматолиты в пласте, условия их образования и связь их с неорганическим осадкообразованием 131
5. Строматолиты и хемогенное осадкообразование 138

Глава VI. Заключительная 146

1. Зависимость строматолитов от окружающих условий 146
2. Увязка разрезов при помощи строматолитов 149
3. Сравнение ордовикских строматолитов с девонскими и кембрийскими 155
4. Значение и перспективы изучения строматолитов как геологических указателей 158

Таблицы I—XXXIX 163

Литература 169

Указатель к литературе 182

Владимир Петрович Маслов

Строматолиты

их генезис, метод изучения, связь с фациями и геологическое значение на примере ордовика Сибирской платформы

Труды Геологического института. Вып. 41

Утверждено к печати Геологическим институтом Академии наук СССР

Редактор издательства *Н. С. Ильина.* Технический редактор *И. Ф. Кузьмин*

РИСО АН СССР № 33-34В Сдано в набор 13/VII 1960 г. Подписано к печати 31/X 1960 г. Формат 70×108¹/₁₆ печ. л. 11,75 усл. печ. л. 16,1 уч.-изд. л. 19,2 41 + 2 вклейки. Тираж 1400 экз. Т-13194 Изд. № 4616 Тип. зак. № 791

Цена 15 р. 20 к. с 1/I 1961—1 р. 52 к.

Издательство Академии наук СССР Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21.
2-я типография Издательства Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.