

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 69

И. Н. КРЫЛОВ

СТОЛБЧАТЫЕ
ВЕТВЯЩИЕСЯ СТРОМАТОЛИТЫ
РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ЮЖНОГО УРАЛА
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ
ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Выпуск 69

И. Н. КРЫЛОВ

СТОЛБЧАТЫЕ
ВЕТВЯЩИЕСЯ СТРОМАТОЛИТЫ
РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ЮЖНОГО УРАЛА
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ
ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ

Ответственный редактор

М. Е. РААБЕН

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1963

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
<i>Глава первая.</i> История изучения строматолитов	6
<i>Глава вторая.</i> Методика работ	17
<i>Глава третья.</i> Образование строматолитовых построек	21
Осаждение карбоната и структура строматолитовой породы (22). Связь формы строматолитовой постройки с родовым и видовым составом водорослей и бактерий (25). Форма строматолитовых построек и фации (27)	
<i>Глава четвертая.</i> Краткий обзор существующих схем классификации строматолитов	34
<i>Глава пятая.</i> Признаки строматолитов и их таксономическое значение	43
Строение биогерма (43). Форма столбиков (43). Характер ветвления (44). Форма строматолитовых слоев (45). Унаследованность (46). Боковая поверхность столбиков (46). Структура строматолитовых слоев (49)	
<i>Глава шестая.</i> Описание строматолитов	57
Группа <i>Kussiella</i> Krylov, gr. n. (60). Группа <i>Baicalia</i> Krylov, gr. n. (63). Группа <i>Inzeria</i> Krylov, gr. n. (71). Группа <i>Minjaria</i> Krylov, gr. n. (75). Группа <i>Jurusania</i> Krylov, gr. n. (81). Группа <i>Gymnosolen</i> (Steinmann) emeng. (84). Группа <i>Pseudokussiella</i> Krylov, gr. n. (92). Группа <i>Katavia</i> Krylov, gr. n. (94)	
<i>Глава седьмая.</i> Распределение строматолитов в разрезах рифейских отложений Южного Урала	98
Бакало-Саткинский район (99). Каратау и Симская мульда (102). Район Аши и Миньяра (103). Район Серпеевки и Карауловки, Южное крыло Симской мульды (103). Бассейн рек Малый и Большой Инзер (103). Бассейн р. Белой в среднем ее течении (104). Берховья р. Белой (107)	
<i>Глава восьмая.</i> Рифейские строматолиты из других регионов	112
Прибайкалье и Присяянье (112). Енисейский кряж и Туруханское поднятие (113). Учуро-Майский район (118)	
Заключение	126
Литература	129
Таблицы I—XXXVI	

Крылов Игорь Николаевич

Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия

Труды ГИН, выпуск 69

Утверждено к печати Геологическим институтом Академии наук СССР

Редактор издательства *Л. С. Котляревская*. Технический редактор *С. П. Голубь*
Корректор *А. Г. Короткова*

РИСО АН СССР № 17-64В. Сдано в набор 26/X 1962 г. Подписано к печати 2/III 1963 г.
Формат 70×108¹/₁₆. Печ. л. 8,5+18 вкл.=14,73 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 14,7 (11,4+3,3 вкл.)
Тираж 1000 экз. Т-03304. Изд. № 1225. Тип. зак. № 5408

Цена 1 р.

Издательство Академии наук СССР Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография Издательства АН СССР, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных задач, стоящих перед стратиграфией,— разработка надежных методов определения возраста и корреляции докембрийских отложений. Как известно, древнейшие горные породы Земли имеют возраст до 4 миллиардов лет, а основной метод стратиграфии — биостратиграфический — применяется только к отложениям, начиная с кембрия, т. е. примерно с 500 млн. лет. Отложения, отвечающие остальным $\frac{7}{8}$ частям геологической истории, до самого последнего времени сопоставлялись только на основании различных регионально-структурных и литологических критериев. Это затрудняет, а нередко делает невозможным, определение возраста тех или иных толщ и практически исключает возможность надежной корреляции докембрийских отложений удаленных друг от друга регионов.

В последние годы все более широкое распространение получают методы определения абсолютного возраста пород. В ряде случаев применение этих методов к отложениям докембрия дает обнадеживающие результаты. Особенно перспективными представляются методы определения возраста пород по калию и аргону, которые позволяют устанавливать не только возраст интрузий, прорывающих осадочные толщи, но и возраст минералов осадочного происхождения и в первую очередь глауконита; это дает возможность определять непосредственно возраст самих осадочных толщ. Но возможности применения этого метода ограничены. Во-первых, на современной стадии изучения не всегда можно установить степень точности возрастных определений, а следовательно, и их надежность. Во-вторых, минералы, позволяющие определять возраст пород, встречаются довольно редко: они образуются далеко не повсеместно и плохо сохраняются в древних толщах, так как разрушаются при выветривании и метаморфизме. Несомненно, что методы определения абсолютного возраста перспективны и должны развиваться, но нельзя считать, что даже в будущем эти методы станут универсальным средством решения всех вопросов стратиграфии докембрия.

Поэтому особый интерес представляли и представляют попытки применения к докембрийским отложениям обычных биостратиграфических методов. В толщах докембрия встречается очень много самых разнообразных органических остатков, и применение к этим толщам эпитета «немые» в большинстве случаев надо считать недоразумением. Практически во всех карбонатных породах докембрия, начиная с глубокого протерозоя, встречаются слоистые карбонатные образования — строматолиты и онколиты, являющиеся результатом жизнедеятельности водорослей и, возможно, бактерий. Кроме того, в толщах докембрия встречается большое количество своеобразных микроскопических образований, происхождение которых пока неясно, но которые, по видимому, тоже являются органическими. Наконец, в этих отложениях встречаются остатки спор и пыльцы. Все эти группы органических

остатков сейчас детально изучаются различными исследователями, и уже первые результаты показывают, что применение биостратиграфических методов к отложениям докембрия вполне возможно.

Среди органических остатков докембрия особенно интересны строматолиты, характерный облик которых позволяет без труда находить их во время полевых работ и предварительно определять. Они встречаются во многих горизонтах докембрия в самых различных местах Земли — в Сибири, на Урале, в Средней Азии, Китае, Африке, Австралии, Гренландии и в Америке; их описания и изображения приводятся во многих работах геологов всех стран мира. Но несмотря на то, что строматолиты изучаются уже в течение более 70 лет, их значение для стратиграфии до сих пор не установлено. Неоднократно делались попытки определений возраста пород и стратиграфических сопоставлений по строматолитам, но после нескольких удач нередко следовали серьезные промахи, и энтузиазм исследователей сменялся разочарованием. Это объясняется двумя причинами. Во-первых, строматолиты еще плохо изучены. Неясно таксономическое значение отдельных их признаков, распределение различных форм в разрезах, эволюция строматолитов во времени. Во-вторых, недостаточно разработана стратиграфия докембрийских и нижнепалеозойских отложений, содержащих строматолиты. Новые исследования постоянно вносили и вносят коррективы в стратиграфические схемы: выясняется, что одна и та же толща в разных местах датировалась по-разному или, наоборот, что разновозрастные отложения относились к одной и той же свите; в отложениях, считавшихся докембрийскими, находят остатки фауны; мощные толщи пород, относившиеся ранее к палеозою, оказываются докембрийскими.

Обе эти причины сводятся в конечном счете только к недостаточной изученности самих строматолитов и отложений, в которых они встречаются. Поэтому представляется вполне возможным сделать еще одну попытку использовать строматолиты для целей стратиграфии, учитывая те огромные успехи, которые достигнуты в последние десятилетия в изучении докембрийских отложений.

В 1956 г. в соответствии с общей проблемой «Стратиграфия и принципы корреляции рифейских отложений», разрабатываемой в отделе стратиграфии Геологического института Академии наук СССР, я приступил к детальному изучению рифейских строматолитов Южного Урала, чтобы выяснить, могут ли эти образования иметь стратиграфическое значение для позднедокембрийских отложений. К этому времени уже было установлено, что строматолиты несомненно могут иметь значение для стратиграфии докембрия в пределах крупных регионов, таких как Конго (Cahen et les autres, 1946₁, 2) или Прибайкалье (Королюк, 1956₁ и др.). Приуроченность строматолитов к отложениям определенного литологического состава не является препятствием при их использовании для стратиграфии. Кораллы, например, не являются эврифаціальными организмами, но это не мешает успешно пользоваться ими при определениях возраста пород и стратиграфических сопоставлениях.

Южный Урал чрезвычайно благоприятен для проведения подобных работ. Рифейские отложения здесь хорошо изучены, и общая последовательность выделяемых свит и толщ никакого сомнения не вызывает; для всей площади выхода древних свит составлены детальные геологические карты, позволяющие хорошо проследивать горизонты со строматолитами на огромных пространствах; строматолиты встречаются во всех карбонатных толщах, и в разрезе насчитывается не менее 10—12 стратиграфических горизонтов, в которых строматолитовые биогермы слагают основную часть породы. Кроме того, разрез позднего докембрия Южного Урала является наиболее полным в СССР

и совершенно правильно предложен Н. С. Шатским в качестве стратотипа рифейской группы.

Полевые работы проводились в 1956, 1957, 1959 и 1960 гг. При сборе материалов в поле основное внимание уделялось тщательности стратиграфической привязки отобранных образцов, так что геологический возраст изучавшихся строматолитов сомнений не вызывает. При обработке собранных материалов использовалась вся литература, отечественная и зарубежная, имеющаяся по строматолитам в библиотеках СССР. Последовательно применялись различные методики изучения строматолитов, как выработанные предшествующими исследователями, так и новые, предлагаемые мной.

Было собрано и обработано около 1000 образцов. Около 700 образцов подверглись детальному изучению с применением ориентированных распилов, шлифовок и полировок; из них более 400 образцов изучались по новой методике «графического препарирования» — точного объемного восстановления формы строматолитовых построек с помощью большого количества параллельных распилов и изображения строматолитовых столбиков в виде объемных блок-диаграмм. Было изготовлено около 300 крупных палеонтологических шлифов, которые изучались под микроскопом и биноклем при различных увеличениях. Вся обработка строматолитов проводилась в отделе стратиграфии Геологического института АН СССР под руководством докторов геолого-минералогических наук В. В. Меннера и Б. М. Келлера.

В предлагаемой работе приводятся результаты изучения столбчатых ветвящихся строматолитов из рифейских отложений Южного Урала. Основной вывод из проведенных работ заключается в том, что строматолиты имеют несомненное стратиграфическое значение для рифейских отложений. Установлено, что строматолиты из разных горизонтов очень четко отличаются друг от друга, причем можно говорить о направленном изменении во времени ряда их признаков. Все это позволяет считать выделяемые группы и формы строматолитов руководящими для определенных стратиграфических горизонтов докембрия, по крайней мере в пределах Урала.

С 1958 г. в Геологическом институте АН СССР началось детальное изучение докембрийских строматолитов из других регионов Советского Союза (Туруханское поднятие и Енисейский кряж — М. А. Семихатов, Учуро-Майский район — С. В. Нужнов, Северный Урал, Канин и Тиман — М. Е. Раабен, Анабарский массив — Вл. А. Комар). Результаты этих работ полностью подтверждают выводы, полученные в отношении рифейских строматолитов Южного Урала. Это позволяет надеяться, что в недалеком будущем, после детального изучения строматолитов и других органических остатков, можно будет уверенно говорить о палеонтологической характеристике докембрийских отложений.

Я глубоко благодарен академику Николаю Сергеевичу Шатскому, который с самого начала горячо поддержал работы по изучению строматолитов и оказывал повседневною помощь в их проведении.

Во время сборов и обработки материалов мне очень помогали внимание и большая помощь со стороны руководителей этой темы В. В. Меннера и Б. М. Келлера и товарищей по работе — В. П. Маслова, И. К. Королюк, А. В. Копелиовича, П. Е. Оффмана, Н. В. Покровской, Е. Л. Кулик, М. Е. Раабен, М. А. Семихатова, С. В. Нужнова, Вл. А. Комара, Е. Н. Рождественской и многих других. Всем этим товарищам выражаю свою искреннюю благодарность.

Хочется поблагодарить также товарищей по полевым работам — Е. Д. Конюшкова, В. И. Лебедева, Н. Н. Лукина, Л. Н. Кузнецова и Ю. А. Осокина, которые положили много труда по сбору и первичной обработке коллекций.

Глава первая

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

В недавно вышедшей сводной работе В. П. Маслова по строматолитам ордовика Сибирской платформы детально разобрана история изучения строматолитов с конца прошлого века, когда строматолиты стали впервые описываться как органические образования, до середины 50-х годов (Маслов, 1960, стр. 5—21). Там же приведен подробный перечень работ геологов разных стран, в которых описываются или хотя бы упоминаются строматолиты. Можно только восхищаться той колоссальной работой, которая была проделана В. П. Масловым по сбору и систематизации материалов по строматолитам, опубликованных в течение нескольких десятилетий в разных странах на самых различных языках.

Тем не менее в предлагаемой работе не хотелось бы ограничиться только ссылкой на обзор в монографии В. П. Маслова. Представляется целесообразным еще раз коротко охарактеризовать основные этапы истории изучения строматолитов, чтобы в последующих главах можно было ссылаться на работы различных исследователей, не прибегая к дополнительным оговоркам или разъяснениям. Я полностью согласен с большинством положений, высказываемых В. П. Масловым, и с большей частью характеристик, которые он дает различным исследователям, и при изложении истории изучения строматолитов в основном буду придерживаться того же плана, что и в обзоре В. П. Маслова. Чтобы избежать ненужных повторений, постараюсь в этом обзоре почти не касаться тех вопросов из работ других авторов, к которым мы будем возвращаться в следующих главах.

В истории изучения строматолитов В. П. Маслов выделяет два периода. На первой стадии их изучения выяснялись главным образом природа этих образований, вопрос о принадлежности их к животному или растительному миру. В течение второго периода основными проблемами были:

- 1) способ образования строматолитов,
- 2) связь формы и структур строматолитовых построек с составом организмов строматолитообразователей,
- 3) фациальная приуроченность строматолитов,
- 4) стратиграфическое значение строматолитов.

На самых ранних этапах изучения история часть строматолитов описывалась как «плойчатые известняки», «скорлуповатые текстуры» и т. п. В 80-х годах прошлого века палеонтологи начинают описывать строматолиты как остатки организмов неясного систематического положения. Характерно, что первый из описанных в литературе строматолитов был назван Дж. Холлом (Hall, 1883) *Cryptozoon* («скрытноживотное»).

Приставка *zoon*, говорящая о принадлежности описываемого остатка к животному миру, присутствует и в названиях *Archaeozoon* (Matthew, 1907), *Eozoon* (Rothpletz, 1916) и др. Образование некоторых строматолитов связывали с губками, что тоже отражалось в названиях: *Spongiostroma* (Gürich, 1906), *Evinospongia* (Salomon, 1908). Некоторые строматолиты относились к кишечнополостным, например *Gymnosolen* (Steinmann, 1911). Само название группы — строматолиты (строма — ковер, подстилка, литос — камень) было предложено в 1908 г. Е. Кальковским (Kalkowsky, 1908), который связывал их образование с жизнедеятельностью низших растений.

Описания строматолитов, имеющиеся в работах первого периода, обычно сводятся к бессистемному перечислению самых различных признаков описываемых образований. Не делалось даже попыток каким-либо образом анализировать таксономическое значение этих признаков и создать единую систематику.

Параллельно описаниям древних строматолитов проводилось изучение современных и ископаемых водорослей, образующих карбонатные постройки. В 1901 г. были описаны современные «туфы» — строматолитовые известняки, развитые в Женевском озере (Forel, 1901). Еще ранее были описаны «известковые гальки, образованные водорослями» в современных осадках озер и рек (Murray, 1895; Penhallow, 1896; Clarke, 1900 и др.).

Начало второго периода в изучении строматолитов В. П. Маслов совершенно справедливо связывает с выходом в свет большой монографии Ч. Уолкотта (Walcott, 1914), посвященной докембрийским строматолитам Северной Америки. Сравнивая докембрийские строматолиты с современными водорослевыми и бактериальными карбонатными постройками, Уолкотт сделал вывод о водорослевой и, возможно, бактериальной природе строматолитов. Подтверждение этому он видел в остатках микроструктур, очень похожих на водорослевые, встреченных им в некоторых шлифах строматолитовых пород. Анализируя условия, в которых встречаются постройки современных известковых водорослей, Уолкотт сделал попытку восстановить обстановку образования альгонкских строматолитов Северной Америки. Он же дал первую схему классификации строматолитов по форме построек, выделяя несколько новых «родов» — *Collenia*, *Newlandia* и др. Наконец, в монографии Уолкотта были обобщены данные о распространении строматолитов в различных стратиграфических горизонтах. Таким образом, все основные проблемы, характерные для современного этапа изучения строматолитов, были, по существу, сформулированы в этой работе Уолкотта.

К сожалению, в последующие 20 лет изучение строматолитов не шло дальше определений случайных образцов различными исследователями, не занимавшимися строматолитами специально. Большинство вышедших в 1920-х годах работ, в которых упоминаются эти образования, ценны только данными о местонахождении строматолитов. Эти работы показали, что строматолиты чрезвычайно широко распространены в отложениях самого различного возраста во всех частях света. Среди большого количества статей этого периода следует особо отметить сделанное Твенхофеллом первое подробное описание неприкрепленных к субстрату карбонатных слоистых образований — онколитов с выделением двух новых «родов» — *Osagia* и *Otonosia* (Twenhofel, 1919) — и две интересные работы по третичным строматолитам Германии (Reis, 1923) и Северной Америки (Bradley, 1923). В двух последних работах детально разбираются условия образования строматолитов, а в работе Рейса имеется интересный раздел о микроструктурах строматолитовых слоев. Этот автор отметил, что в некоторых слоях законо-

мерно повторяются расположенные радиально или вытянутые в цепочки нитчатые, овальные или сферические пустотки, выполненные кальцитом, или карбонатные сгустки, которые являются, очевидно, следами водорослевых клеток.

В это же время было опубликовано несколько работ, посвященных современным онколитам (Mawson, 1929₂; Magdeburg, 1929—1932). Несколько раньше была опубликована сводка Пиа (Pia, 1926) по современным водорослям. В разделе, посвященном синезеленым водорослям, разбирается вопрос о значении водорослей как породообразователей. Указав, что определенные роды строматолитов, в частности *Collenia* и *Cryptozoon*, могут представлять собой формы роста водорослевых колоний, Пиа высказывает предположение о том, что в образовании строматолитов могли одновременно участвовать несколько видов водорослей.

Год спустя в разделе палеоботанического справочника Хирмера (Hirmer, 1927), посвященном водорослям, Пиа отнес строматолиты и онколиты к группе *Spongiostromata*. К строматолитам были отнесены «роды» *Weedia* Walcott, *Spongiostroma* Gürich, *Collenia* Walcott, *Cryptozoon* Hall, *Archaeozoon* Matthew, *Gymnosolen* Steinmann. К онколитам отнесены «роды» *Pycnostroma* Gürich, *Spongiostroma* Rothpletz, *Osagia* Twenhofel, *Otonosia* Twenhofel, *Wingia* Seely. По-существу, это было довольно формальным объединением большей части известных к тому времени «родов» и «видов» строматолитов. Какое-либо сравнение описываемых групп и форм не проводилось. К тому же ряд «видов» и «родов», например *Newlandia*, вообще не был включен в число описываемых групп, тоже без достаточного обоснования.

Наконец, говоря о работах по водорослям, опубликованных в 20-х годах, нельзя не отметить статью Бредли (Bradley, 1929), который провел опыт по получению в лабораторных условиях известковых онколитов, культивируя колонии водорослей в воде, обогащенной известью. Этот опыт показал, что в результате жизнедеятельности водорослевых колоний могут достаточно быстро расти карбонатные желваки, очень близкие по строению к ископаемым строматолитам и онколитам.

В 30-х годах были опубликованы многочисленные статьи о находках строматолитов в различных странах, и вышел ряд работ исследователей, специально занимавшихся изучением строматолитов. Из зарубежных работ в первую очередь следует отметить серию статей американских исследователей К. Л. Фентон и М. А. Фентона (Fenton C. L., Fenton M. A. 1931, 1933, 1936—1939; Fenton C. L., 1943).

Работы К. Л. Фентон и М. А. Фентона явились прямым продолжением исследований Уолкотта. Первые их статьи были посвящены «уолкоттовым докембрийским растительным остаткам» из серии Белт. Проведенное ими определение образцов из коллекций Уолкотта и детальное изучение строматолитов серии Белт показали, что некоторые из описанных Уолкоттом форм — неорганические образования («роды» *Greysonia*, *Kinneyia* и *Copperia*); другие строматолиты, несомненно, связаны с жизнедеятельностью водорослей и являются формами роста водорослевых колоний.

К. Л. Фентон и М. А. Фентон описали несколько десятков «видов» строматолитов из докембрия, кембрия и карбона США. Но, к сожалению, в применяемой ими систематике не было четко сформулированных критериев выделения групп и форм. Разные формы выделялись по различным, подчас случайным признакам. Это очень затрудняет сравнение новых форм с «видами», установленными Фентонами.

Написанные ярким языком, богато иллюстрированные статьи К. Л. Фентон и М. А. Фентона о строматолитах публиковались в наи-

более популярных американских изданиях и способствовали ознакомлению со строматолитами самых широких кругов геологов во всем мире.

В СССР до середины 30-х годов строматолиты не описывались, если не считать небольшой статьи П. В. Виттенбурга и Н. Н. Яковлева (1922), посвященной гимносолемам острова Кильдина, которые были условно отнесены авторами к кишечнополостным¹. Разумеется, строматолиты не могли не быть замечены геологами при полевых работах. Однако природа этих образований была неясна, и они описывались сначала как «фунтиковы» (*Conophyton*) или «скорлуповатые» структуры (Горяинова, Фалькова, 1933).

Одним из первых исследователей, приступивших к детальному изучению строматолитов в СССР, была П. С. Краснопева, которая в течение многих лет изучала строматолиты докембрия и палеозоя преимущественно из районов Юго-Западной Сибири. Подробный разбор ее работ будет сделан ниже, в главе о принципах систематики строматолитов.

Впервые правильно объяснил природу «скорлуповатых» известняков древних свит Урала Н. Н. Дингельштедт (1935). Он отметил большое разнообразие и широкое распространение строматолитов на Южном Урале и указал на их сходство со строматолитами других регионов. Н. Н. Дингельштедт сопоставил уральские строматолиты со строматолитами из докембрия Америки (*Collenia compacta* Walcott, *Collenia occidentale* Dawson) и из известняков Те-линь Китая (*Collenia chihsienensis* Kao). Кроме того, он определил *Gymnosolen*, отмечая его доордовикский возраст. Это позволило Н. Н. Дингельштедту высказать надежду, что в будущем строматолиты можно будет с успехом использовать для стратиграфии. Он писал (1935): «Для немых толщ западного склона Южного Урала начинается новая эра. Толщи, предполагавшиеся до сих пор безжизненными, оказываются переполненными остатками органической жизни. Что же касается доломитов, то они представляют собой несомненно рифовые образования».

А. Г. Вологдин, изучая кембрийские отложения Сибири и других регионов, основное внимание уделял археоциатам и карбонатным водорослям, но попутно изучал и строматолиты. Специальных работ по строматолитам в 30-х годах А. Г. Вологдин не опубликовал, но ссылки на его определения строматолитов можно встретить во многих работах и особенно в рукописных отчетах по стратиграфии кембрия и докембрия самых различных частей страны. Строматолиты А. Г. Вологдин определял в то время главным образом по форме построек. Выделялись различные формы коллений и конофитонов (например, *Collenia compacta* Walcott и др.). Встречаются и новые названия коллений (*Collenia garani* Vologdin), но описание этих новых форм строматолитов не опубликовано.

На основании этих определений А. Г. Вологдин делал выводы о возрасте вмещающих их пород. Так, *Collenia compacta* Walcott он считал докембрийской (альгонкской), некоторые формы *Conophyton* — кембрийскими (Вологдин, 1944 и др.).

В конце 30-х годов А. Г. Вологдин определял строматолиты Южного Урала, собранные различными геологами. Он опубликовал только материалы по кембрийским водорослям Орского района (Вологдин, 1939); для докембрийских строматолитов были сделаны только предварительные определения. Списки определенных А. Г. Вологдиным форм опубликованы М. И. Гаранем (1946).

Особенно большой вклад в изучение строматолитов докембрия и палеозоя СССР сделал в 30-х годах В. П. Маслов (1937_{1,2} и др.). Им

¹ В более поздней работе Н. Н. Яковлев (1934) связывает образование строматолитов с жизнедеятельностью водорослей.

были проведены детальные сборы строматолитов из многих разрезов Сибири и обработаны коллекции, собранные различными геологами в самых разных частях Советского Союза. Подробно о работах В. П. Маслова будет рассказано ниже, в главе о систематике строматолитов.

Большинство положений, высказанных В. П. Масловым в 30-е годы, полностью сохраняет свою силу и сегодня.

В. П. Маслов (1939₁) определял строматолиты и онколиты, собранные из разных районов Южного Урала О. П. Горяиновой, Э. А. Фальковой, А. И. Ивановым, В. Н. Крестовниковым, Д. Г. Сапожниковым и М. И. Гаранем. Из саткинской свиты В. П. Масловым были определены *Collenia buriatica* Maslov и *Collenia buriatica* var. *kusiensis* Maslov; из бакальской свиты — *Conophyton cylindricus* (Grabau) Maslov; из авзянской свиты — *Collenia baicalica* Maslov, *Osagia* cf. *sibirica* Maslov и *Nubecularites* sp.; из катавской свиты — *Collenia buriatica* Maslov, *Collenia compacta* Walcott, *Collenia* ex gr. *ferrata* Grout and Brod. и *Conophyton lituus* Maslov; из миньярской свиты — *Collenia buriatica* Maslov, *Collenia buriatica* var. *grande* Maslov и *Osagia* sp.

Сравнивая эти формы со строматолитами Сибири и Китая, В. П. Маслов сопоставил ямантаускую (бакальскую) свиту Южного Урала с нижними горизонтами синийской системы Китая, авзянскую свиту Южного Урала с улунтуйской свитой Прибайкалья, а катавскую и миньярскую свиты — с кембрийскими отложениями Сибирской платформы. При этом катавскую свиту он отнес предположительно к нижнему кембрию, инзерскую и миньярскую свиты — к среднему кембрию. Однако позже В. П. Маслов стал говорить о возможности сопоставления толщ по строматолитам гораздо осторожнее, а в последней работе (1960, стр. 159—160) подчеркнул несомненное значение строматолитов как местных стратиграфических указателей, но очень уклончиво сказал о возможном использовании некоторых групп строматолитов для более широких сопоставлений. Такое постепенное «разочарование» в строматолитах как руководящих органических остатках чувствуется и в работах П. С. Краснопеевой, и в работах А. Г. Вологодина.

Причина этого заключается в том, что на первых стадиях работ исследователи строматолитов, как правило, принимали на веру те возрастные привязки образцов, которые давали им геологи, собиравшие коллекции. В результате, как отмечает В. П. Маслов (1960, стр. 159), «некоторые строматолиты, определенные как нижнекембрийские (например, *Conophyton*), позднее оказались докембрийскими. Илл сводный разрез, в котором был определен ряд форм в определенной последовательности (как это было на Урале), в дальнейшем другими исследователями был пересоставлен, а строматолиты оказались в ином стратиграфическом порядке». Эти случаи способствовали появлению скептического отношения к строматолитам и у многих других геологов, в особенности у геологов-съемщиков. Работы по строматолитам, опубликованные в «Проблемах палеонтологии» с подробными резюме на английском языке, получили широкую известность и в СССР, и за рубежом, новые же данные по стратиграфии докембрия Сибири известны гораздо меньше. В результате в литературе до самого последнего времени иногда можно встретить ссылки на определения В. П. Маслова как доказательство кембрийского возраста толщ со строматолитами.

Приведем характерный пример. В. П. Маслов описал несколько «видов» коллений из Сибири, встреченных в толщах, считавшихся кембрийскими (*Collenia buriatica* Maslov, *Collenia ferrata* Grout and Brod.). Такие же строматолиты были встречены в катавской и миньярской свитах Южного Урала, и В. П. Маслов сделал вывод о кембрийском возрасте этих свит. Последующие работы в Сибири показали, что эти толщи — докембрийские. Однако даже в такой капитальной сводке,

как «Стратиграфический словарь СССР» (1956, стр. 432, 602), катавской и миньярской свитам без каких-либо оговорок приписывается кембрийский возраст, и в качестве одного из доказательств приводятся названия строматолитов. Ссылки на кембрийский возраст некоторых сибирских конофитонов можно встретить и в зарубежных работах (Rezak, 1957, p. 135).

Разумеется, что все эти недоразумения никак нельзя ставить в вину В. П. Маслову и другим исследователям. Объясняются они прежде всего слабой изученностью докембрийских и палеозойских отложений Сибири в 30-е годы, и нет сомнения, что все эти несоответствия смогут быть исправлены при дальнейших работах. Необходимо только, чтобы при переопределениях и сопоставлениях строматолитов обращалось внимание не только на признаки форм, но и на их геологическую привязку.

Среди работ по современным строматолитам и известывыделяющимся водорослям следует в первую очередь назвать статью Блэка (Black, 1933). Детально изучив современные условия осадкообразования на Багамских островах, Блэк описал четыре типа строматолитов, показал несомненную связь строматолитовых построек с водорослями и подробно разобрал условия их образования. Об этой работе подробнее сказано ниже. Следует отметить также работу Хоу (Howe, 1932), в которой разбираются вопросы осаждения извести водорослями. Интересные данные о современных строматолитах Большого Соленого озера в США приведены в работе Ирдли (Eardley, 1938), посвященной литологии современных осадков этого озера.

В 40-е годы продолжало выходить большое количество работ с указаниями о находках строматолитов в различных частях света. Наиболее интересны работы группы бельгийских геологов (Cahen et les autres, 1946 1, 2). Эти исследователи, детально изучив строматолиты докембрийских отложений Конго, установили два четких маркирующих горизонта — от Конго до Трансвааля. С их работами перекликаются исследования французских геологов в Северной Африке (Menchikoff, 1946 и др.; Polipard, 1948), показавшие, что строматолиты имеют **несомненное стратиграфическое** значение для докембрийских толщ на огромных площадях.

В Америке в то время вышла статья К. Л. Фентон (Fenton, 1943), в которой разбираются общие вопросы образования строматолитов и их систематики. Эта статья продолжала предыдущие работы К. Л. Фентон и М. А. Фентона и являлась как бы обобщением их многолетних исследований. Отметив, что некоторые исследователи высказывали сомнения относительно органической природы строматолитов, К. Л. Фентон подробно разобрала все приводимые ими доводы и в свою очередь перечислила признаки строматолитов, сближающие их с водорослевыми карбонатными образованиями.

К. Л. Фентон отметила несомненное значение строматолитов для стратиграфии докембрийских и палеозойских отложений Северной Америки. Влияние фациальных условий, по ее мнению, выразалось в том, что одни и те же виды водорослей в различной обстановке могли создавать несколько различающиеся разновидности строматолитов. При этом не исключено, что в образовании строматолитовой постройки могли принимать участие водоросли разных видов и даже родов. Поэтому «роды» и «виды» строматолитов, по мнению Фентон, надо рассматривать не как биологические, а только как морфологические. Тем не менее это не может служить препятствием ни для выделения определенных форм строматолитов, ни для применения к ним бинарных латинских названий. К. Л. Фентон аргументирует выделение морфологических «родов» и «видов» строматолитов так: «Ботаники применяют видовые и родовые названия лишайников, несмотря на то, что каждый лишайник является

симбиозом гриба и водоросли. Около 15 900 таких «неуместностей» установлено сейчас в ботанической литературе. Конечно, это является прецедентом для палеоботанических видов сходной природы... Разделение строматолитов на роды и виды основывается главным образом на постоянстве их признаков. Это хорошо устанавливается для форм..., которые прослеживаются в формациях, несмотря на значительные изменения в типе осадка, и которые имеют широкий географическое распространение в строго определенных горизонтах» (С. L. Fenton, 1943, p. 105—106). Изложенные принципы подхода к номенклатуре строматолитов полностью сохраняют свою силу и сегодня.

Прямо противоположную точку зрения по всем вопросам, касающимся номенклатуры и стратиграфического значения строматолитов, высказывал Клод (Cloud, 1942, 1945). Он считал, что строматолиты нельзя использовать для корреляции отложений, поскольку одинаковые морфологические формы встречаются на различных стратиграфических уровнях. По его мнению, строматолитам нельзя давать бинарные латинские названия, так как это только формы роста, а не биологические роды и виды. Клод считал, что строматолиты можно использовать только как показатели фашиальной обстановки, и то с большими оговорками. *Gymnosolen*, например, не может служить показателем солености воды, так как встречается в осадках и морских, и пресноводных бассейнов.

В СССР в 40-е годы вышло несколько статей В. П. Маслова, А. Г. Вологодина и П. С. Краснопеевой, посвященных описаниям строматолитов, вопросам их систематики и использованию их для целей стратиграфии. Об этих работах сказано подробнее в следующих главах.

В последние годы интерес к строматолитам, в особенности к докембрийским, заметно возрастает.

В последнее десятилетие ряд статей А. Г. Вологодина (1955^{1, 2}, 1960, 1961) и К. Б. Кордэ (1950, 1953 и др.) был посвящен строматолитам докембрия и нижнего палеозоя Сибири. По мнению этих исследователей, форма строматолитовых построек обусловлена только случайными сочетаниями условий образования строматолитов и никак не связана с составом водорослей — строматолитообразователей. Поэтому А. Г. Вологдин и К. Б. Кордэ считают, что изучать и описывать можно только изредка встречающиеся в строматолитах остатки водорослевых микроструктур, по которым и выделяются биологические виды и роды водорослей. Строматолиты сами по себе они не изучают и не классифицируют, названия *Collenia*, *Conophyton* и тому подобные считают ненужными, да и само название «строматолит», по их мнению, ни о чем не говорит и менее удачно, чем «водорослевые известняки» или «корки синезеленых водорослей». В прочем, эти взгляды не помешали А. Г. Вологдину (1955²) убедительно показать различие форм строматолитовых построек для докембрия и нижнего, среднего и верхнего кембрия Сибирской платформы. В статье дана таблица с 20 рисунками, изображающими различные типы строматолитовых построек, а в тексте статьи говорится: «Если мы проследим, как изменялась форма строматолитов в протерозое и в кембрийском периоде, то получим представление, что общий ход эволюции шел различно: и по пути уменьшения размеров, усложнения строения колонок, и по пути увеличения размеров строматолитов до 1 м и более в поперечнике» (Вологдин, 1955², стр. 46).

А. Г. Вологдин неоднократно говорит о большом значении водорослевых остатков, встречающихся в строматолитах, для стратиграфии докембрия. Так, в последней работе (Вологдин, 1961) он дает таблицу, на которой докембрийские отложения Сибири разделены на 3 системы и 40 зон, охарактеризованных различными комплексами водорослей, и отмечает, что правильность этой схемы проверена на большом количестве материала из различных частей Сибири, Урала, Китая и даже Африки.

В последние годы в Карельском филиале АН СССР Р. В. Бутин изучает остатки водорослей из древних (ятулийских) толщ Карелии. Изучение этих остатков проводится им в основном по методике А. Г. Вологодина — изучаются остатки клеточных микроструктур в шлифах строматолитовых пород при большом увеличении. Но уже первые полученные им результаты (Бутин, 1961) показали, что форма строматолитовых построек и тип слоистости не случайны, а связаны с составом образовавших их водорослей. По мнению Бутина, по форме строматолитов можно предварительно определять образовавшие их водоросли, и поэтому форму биогерма он вводит в родовой диагноз описываемых водорослей.

В 1957 г. в США была опубликована работа Резака (Rezак, 1957) о строматолитах серии Белт Национального Ледникового парка. Разобрав существующие взгляды на систематику строматолитов, Резак присоединяется к мнению Фентонов о том, что ряд строматолитовых построек обладает вполне определенными признаками и имеет несомненное стратиграфическое значение по крайней мере в пределах описываемого им района на площади в несколько тысяч квадратных километров. Такое постоянство признаков строматолитовых построек позволяет рассматривать строматолиты как вполне определенные морфологические виды и роды и давать им бинарные латинские названия с полным соблюдением всех правил палеонтологической и палеоботанической номенклатуры. В работе имеется интересный раздел об условиях образования современных строматолитов на Багамских островах, во Флориде и в некоторых озерах США, проводится сравнение морфологии современных и древних строматолитов и делается попытка установить условия образования толщ серии Белт.

В 1957 г. В. П. Маслов закончил многолетние работы по изучению ордовикских строматолитов Сибири. В обобщающей монографии (Маслов, 1960), как и в нескольких опубликованных до этого статьях, он делает вывод, что при образовании строматолитов форма постройки определяется, с одной стороны, составом водорослей в колонии, а с другой — фациальными условиями, в которых росли эти водоросли. В однофациальных отложениях одинаковые типы строматолитов распространяются на огромной площади и могут с успехом использоваться для корреляции разрезов. Сопоставление строматолитов из удаленных разрезов тоже возможно, но должно сопровождаться тщательным литолого-фациальным анализом, чтобы исключить сравнение строматолитов, образовавшихся в различных условиях. Классифицируя строматолиты, к ним надо подходить как к карбонатным конкрециям особого рода, поэтому к ним нельзя применять ни бинарную номенклатуру, ни правила приоритета. В монографии содержится полный глубокий разбор литературы о строматолитах и подробно рассматриваются различные проблемы, связанные с использованием строматолитов для геологии. Эта работа В. П. Маслова — наиболее полная из имеющихся в мировой литературе сводок по строматолитам.

Начиная с 1956 г., выходит ряд статей И. К. Королюк (1956₁, 2, 1959, 1960), посвященных строматолитам Иркутского амфитеатра. Эти работы показали несомненное стратиграфическое значение строматолитов из докембрийских и кембрийских отложений в пределах юго-западного обрамления Сибирской платформы. Особенно важно, что И. К. Королюк не просто показала различие строматолитов из разных стратиграфических горизонтов, но и установила направленное изменение во времени одного из признаков столбчатых строматолитов — характера контакта столбика с вмещающей породой. Это позволило И. К. Королюк предложить новую систематику строматолитов и выделить ряд новых групп и форм. Близкие по типу строматолиты были определены ею из докембрийских и кембрийских отложений Северного Тянь-Шаня; на основании

этого В. Я. Медведев и И. К. Королюк (1958) сделали попытку определить возраст древних толщ Киргизского и Таласского хребтов.

Принципы систематики строматолитов, сформулированные И. К. Королюк, были полностью приняты А. Д. Сидоровым (1960), описавшим новую группу кембрийских строматолитов.

Из последних зарубежных работ следует отметить работу Робертсона (Robertson, 1960), в которой описываются строматолиты из докембрия Квинслэнда (Северная Австралия). Работе предпослано краткое предисловие А. Опики, который отмечает три проблемы, стоящие перед исследователями, изучающими строматолиты: 1) вопросы таксономии, 2) вертикальное распределение и стратиграфическое значение строматолитов и 3) развитие водорослей и их экология. По мнению Опики, на современной стадии изучения следует воздержаться от каких-либо наименований строматолитов; надо просто подробно описывать их при знаки и сравнивать с другими формами. Это позволит накопить материал и в будущем одинаковым формам дать одинаковые названия. Опик считает, что для установления стратиграфического значения строматолитов необходимо детально изучить, как распределяются строматолиты в конкретных разрезах, опубликовать результаты таких исследований в виде хорошо иллюстрированных работ, а потом уже проводить сравнения и делать выводы. Все эти исследования в конце концов позволят подойти к проблеме эволюции водорослей. В соответствии с этими положениями Робертсон описывает строматолиты из докембрийской формации Парадайз крик Северо-Западного Квинслэнда. Он выделяет три основных типа строматолитов: 1) цилиндрические формы, образованные конически изогнутыми слоями, 2) волнисто-пластинчатые формы и 3) субполусферические формы, и, кроме того, отмечает присутствие субсферических, конических, куполоподобных и ветвящихся пластинчатых форм. Робертсон считает, что строматолиты, несомненно, могут быть использованы при сопоставлениях разрезов в пределах небольших районов, но вряд ли пригодны для сопоставлений удаленных разрезов.

С 1956 г. в Геологическом институте АН СССР группа исследователей под руководством В. В. Меннера и Б. М. Келлера проводит детальное изучение строматолитов верхнего докембрия (рифей) из различных регионов Советского Союза с целью выяснения их стратиграфического значения. Автору было поручено изучить строматолиты в стратотипическом разрезе рифейских отложений Южного Урала.

Стратиграфию позднекембрийских отложений Южного Урала разрабатывал в течение многих лет большой коллектив геологов. В результате этих работ и детального геологического картирования общая последовательность выделенных свит и их распространение на площади сомнений не вызывают¹.

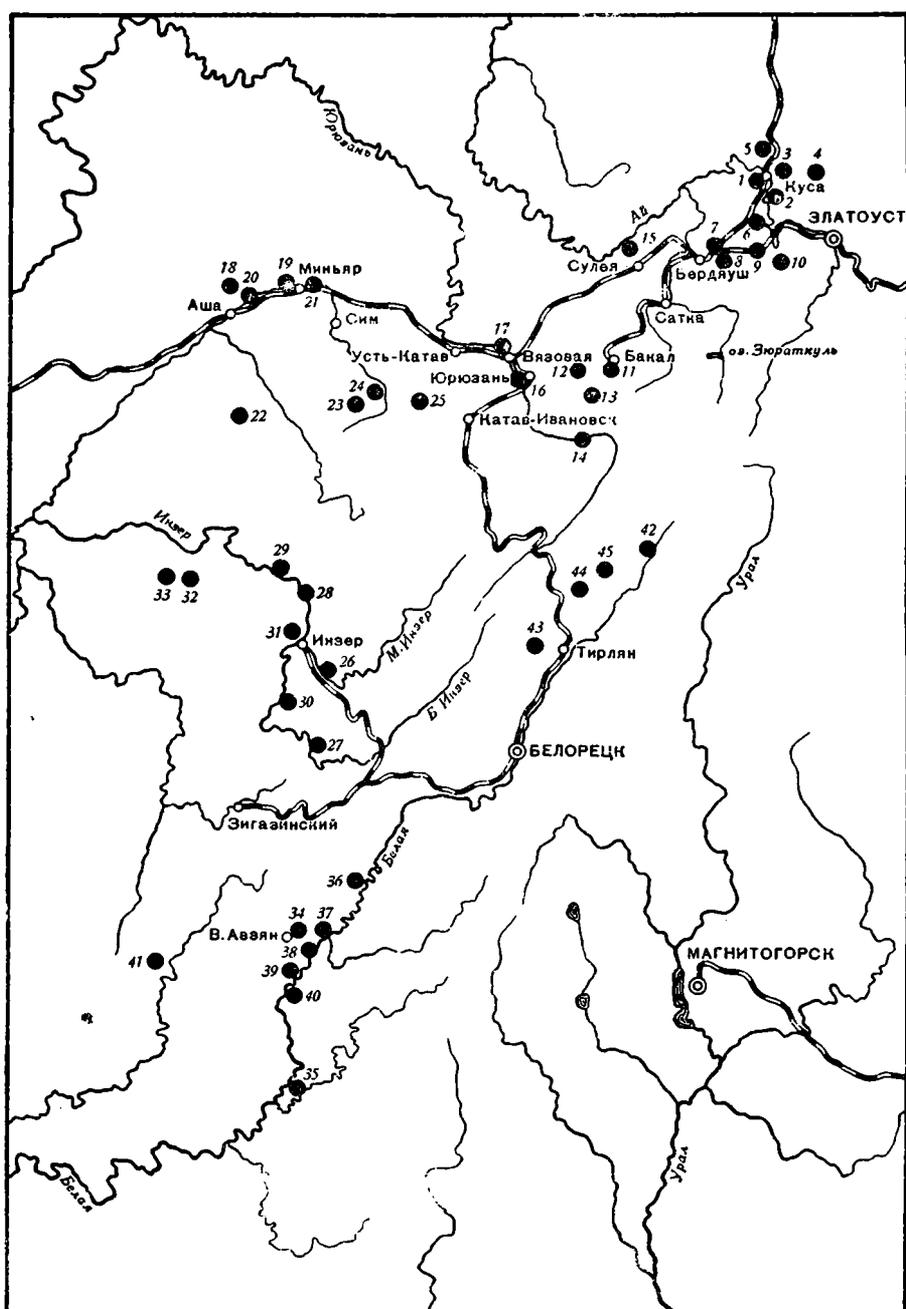
Все материалы по геологии Южного Урала и стратиграфии рифейских отложений этого района подробно изложены во многих работах (Горяинова, Фалькова, 1933, 1937, 1940 и др.; Иванов, 1937; Шатский, 1945; Гарань, 1946; Олли, 1948; Келлер, 1952 и др.). Нет необходимости повторять эти данные и можно ограничиться приведением разрезов по отдельным районам Южного Урала (см. фиг. 34—42) и сводного разреза рифейских отложений Южного Урала. Общая стратиграфическая последовательность и мощности серий и свит на этом разрезе даны по Б. М. Келлеру (1952), данные об абсолютном возрасте пород — по работе Б. М. Келлера, Г. А. Казакова, И. Н. Крылова, С. В. Нужнова и

¹ В последнее время было высказано мнение о более молодом возрасте машакской свиты (Раабен, 1957). Такое предположение встретило возражения со стороны геологов, изучавших эти отложения (Решетников, 1960). Для окончательного решения этого вопроса необходимы дополнительные исследования.

Серия	Свита	Мощность, м	Разрез	Абсолютный возраст, млн. лет	Описание	Строматолиты
Ашинская	asch	600-1500		570*	Ашинская свита - аргиллиты, алевролиты, песчаники, конгломераты	
	min	200-700		760*	Миньярская свита (вместе с уксской) - доломиты, известняки	<i>Minjaria uratica</i> Kryl. <i>Gymnosolen ramsayi</i> Steinm <i>Sporophyton</i> sp. Столбчато-пластовые строматолиты
	inz	200-700		820*	Инзерская свита - глауконитовые песчаники, сланцы, аргиллиты	<i>Gymnosolen ramsayi</i> Steinm. <i>Acetaria karawinskii</i> Kryl. Столбчато-пластовые строматолиты
	kt	300-400		---	Катаевская свита - нижняя толща пестроцветные мергелистые известняки	<i>Jugosania cylindrica</i> Kryl. <i>Inzeria tjolmisi</i> Kryl. Столбчато-пластовые строматолиты
Каратаевская	zlm	1400-2300		---	Зильмердакская свита - песчаники, сланцы и алевролиты, в основании мощная толща аркозых песчаников	
	avz	1200-1400		1260*	Авзянская свита - мощные плахи доломитов, чередующиеся со сланцами и алевролитами	<i>Vaicalia baicalica</i> (Maslov) Kryl. <i>Sporophyton</i> sp. Столбчато-желваковые строматолиты. Столбчато-пластовые строматолиты.
	z-k	до 1400		---	Зигазино-комаровская свита - алевролиты и песчаники	
	zig	до 1500		---	Зигальгинская свита - светлые кварциты с прослоями сланцев	
Юрматинская	masch	до 1500		650(?)**	Машакская свита - кварцевые песчаники, конгломераты и сланцы с мощными линзами основных эффузивов	
	vak	1200		---	Вакальская свита - доломиты, песчаники, филлитовидные сланцы	<i>Sporophyton cylindricus</i> Maslov <i>Collenia frequens</i> Walc. Столбчато-желваковые строматолиты
Саянская	st	до 2400		1400***	Саткинская свита - мощные толщи доломитов с прослоями сланцев	<i>Kussiella kussiensis</i> (Maslov) Kryl. <i>Sporophyton</i> sp. Столбчато-пластовые строматолиты Желваковые строматолиты Пластовые строматолиты
	ai	до 1600		---	Айская свита - песчаники и филлитовидные сланцы; в основании толща песчаников, конгломератов с прослоями основных эффузивов	
Тараташская	trt	---		---	Тараташская свита - гнейсы, кварциты и кристаллические сланцы с прослоями дожестпилитов	

Фиг. 1. Разрез рифейских отложений Южного Урала. По Б. М. Келлеру (1952) с изменениями и дополнениями.

Определение абсолютного возраста: * - по глаукониту; ** - по эффузивной породе, *** - по прорывающему граниту



Фиг. 2. Места сборов строматолитов из рифейских отложений Южного Урала.
 Геологическая привязка точек — см. глава седьмая

М. А. Семихатова (1960), распределение строматолитов — по материалам наших работ (фиг. 1).

На обзорной карте Южного Урала (фиг. 2) цифрами указаны места сборов строматолитов. Стратиграфическая привязка этих точек и результаты определений собранных в них строматолитов даны в седьмой главе.

Глава вторая

МЕТОДИКА РАБОТЫ

Работа по изучению строматолитов проводилась таким образом, чтобы по-возможности исключить какие-либо ошибки в возрастной привязке строматолитов, и с другой стороны, с максимальной полнотой и всесторонне выявить все признаки строматолитов и наглядно продемонстрировать их для сопоставления с другими строматолитами.

Во время полевых работ главное внимание уделялось детальному изучению основных опорных разрезов Южного Урала и тщательному отбору из них строматолитов. Поэтому возрастная последовательность собранных образцов никаких сомнений не вызывает. Затем проводилась детальная обработка коллекций и сопоставление разрезов. После этого полученные выводы были проверены на всей площади Южного Урала. Это в значительной мере облегчалось тем, что стратиграфия рифейских отложений Южного Урала изучена достаточно хорошо, и для всего района имеются прекрасно составленные подробные геологические карты.

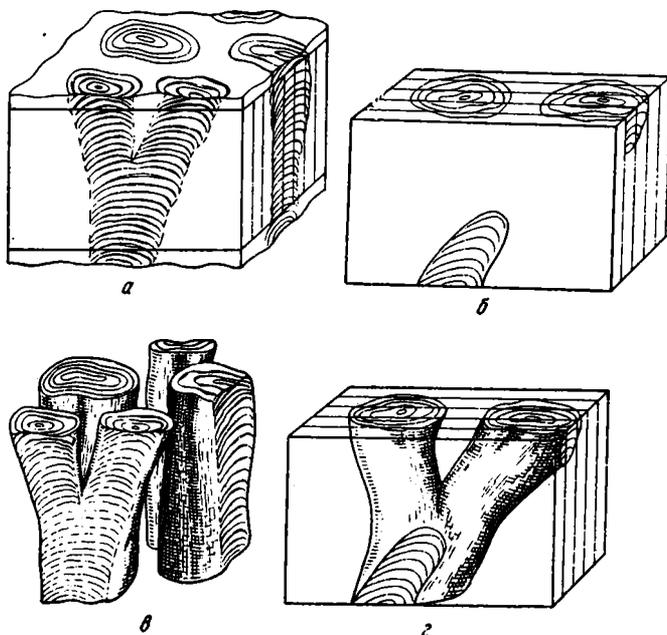
В поле изучались условия залегания строматолитовых пород, строение биогермов, по-возможности прослеживалось распространение строматолитов по простиранию. Из каждой точки отбиралось обычно несколько штуфов, чтобы можно было охарактеризовать преобладающий тип построек и показать все их разновидности. Выводы о стратиграфическом значении различных форм строматолитов делались только по массовым материалам из точек с несомненной стратиграфической привязкой. Это заставило на первых стадиях работ временно отказываться от очень интересных, но единичных образцов, стратиграфическое положение которых вызывало какие-либо сомнения. В частности, вначале пришлось полностью отказываться от определений строматолитов и тем более от определений возраста по единичным образцам, собранным различными геологами-съемщиками. Однако по мере изучения коллекций из основных разрезов стала проявляться общая картина распределения строматолитов, и все эти образцы в конце концов нашли свое место в общем строю. Мне представляется, что подобная осторожность абсолютно необходима на первых этапах становления нового метода.

Собранные образцы строматолитов детально изучались с применением различных методик.

До сих пор сравнение строматолитов проводилось всеми исследователями обычно только по единичным шлифам и пришлифовкам продольных и поперечных срезов. Для некоторых типов строматолитов, например для пластовых форм или для конофитонов, этого бывает достаточно; но если мы имеем дело со сложными столбчатыми ветвящимися строматолитами, то такая методика сильно суживает возможности сопоставлений. Один и тот же столбик на разных срезах может иметь различный рисунок, а разные, подчас далекие друг от друга формы на

случайных срезах могут оказаться похожими. Если столбики изогнуты, любой срез окажется косым. Характер ветвления столбиков можно угадать только приблизительно. Так, если столбик ветвится на несколько новых столбиков, расположенных в разных плоскостях, то на любом срезе мы увидим только его дихотомическое раздвоение.

Главный критерий при определениях и сопоставлениях строматолигов — морфология постройки. Поэтому необходимо точно знать форму столбиков и их взаимное расположение в породе. Изучая шлиф или пришлифовки, мы должны знать наверняка, не является ли этот срез косым, нетипичным, и из какой части столбика взята пластинка для шлифа.



Фиг. 3. Восстановление формы строматолитовых столбиков с помощью «графического препарирования»:

а, б — схема распиловки образцов; в, г — восстановленная форма столбиков

Для решения этих вопросов мною была применена методика «графического препарирования» — точное восстановление формы строматолитовых построек с помощью большого числа параллельных распилов (Крылов, 1959₂). Образец разрезается на параллельные пластинки толщиной 5—7 мм, затем контуры строматолитовых построек на каждой поверхности распила переносятся на кальку или на прозрачную пленку, и в виде объемной блок-диаграммы восстанавливается форма столбиков внутри породы. Строматолитовые столбики как бы графически освобождаются от вмещающей породы. Сопоставление таких рисунков дает возможность выявлять сходство и различие сравниваемых построек с гораздо большей точностью, чем при сравнении отдельных пришлифовок.

Образцы разрезались алмазной пилой с диском диаметром 400 мм при толщине около 1 мм. Мы могли резать образцы размером до 15×15×15 см на пластинки толщиной 4—5 мм при ширине распила не больше 1,5—2 мм. Более крупные образцы можно было разрезать на несколько частей, а потом распиливать каждый кусок в отдельности.

Схема распиливания образца изображена на фиг. 3. Сначала обычно срезались тонкие пластинки с нижней и верхней поверхности образца перпендикулярно к осям столбиков, затем образец распиливался на параллельные пластинки вдоль или поперек столбиков. Толщина пластинок, на которые разрезается образец, зависит от диаметра строматолитовых столбиков и от сложности их формы.

Идея метода «графического препарирования» — это прежде всего максимально точное изображение столбиков; поэтому в каждом случае необходимо выбирать тот прием, который дает наибольшую точность восстановления формы постройки. Резка вдоль осей столбиков, как правило, более удобна, чем поперечные распилы, так как продольные срезы дают возможность видеть характер боковой поверхности столбиков и облекание их слоями. Поэтому для столбиков с неровной боковой поверхностью, с карнизам и козырьками резка вдоль столбиков — единственно возможный способ восстановления их формы. При этом обычно бывает достаточно рассекать столбик тремя-четырьмя продольными распилками. Однако, когда столбики очень тонки, продольные распилы не могут дать необходимой точности. В этом случае строматолиты с гладкой боковой поверхностью столбиков можно разрезать на пластинки перпендикулярно к осям столбиков. Однако при этом восстановление формы столбиков усложняется, так как каждый рисунок приходится переводить сначала в аксонометрическую проекцию. Применять же какие-нибудь упрощенные приемы я считаю недопустимым, потому что в этом случае точная реконструкция превратилась бы в приблизительную схему или эскиз.

Очертания строматолитовых столбиков в большинстве случаев отчетливо видны просто на поверхности распила, и для их фотографирования или зарисовки достаточно смочить поверхность пластинки водой или глицерином (см. табл. XIII; табл. XVII, 1, 2 и др.). В некоторых случаях, если строматолитовая структура на срезе была видна плохо, приходилось шлифовать и полировать пластинки. Иногда хорошие результаты давало протравливание поверхности образца соляной кислотой (см. табл. II, 1, 2 и табл. VIII, 1).

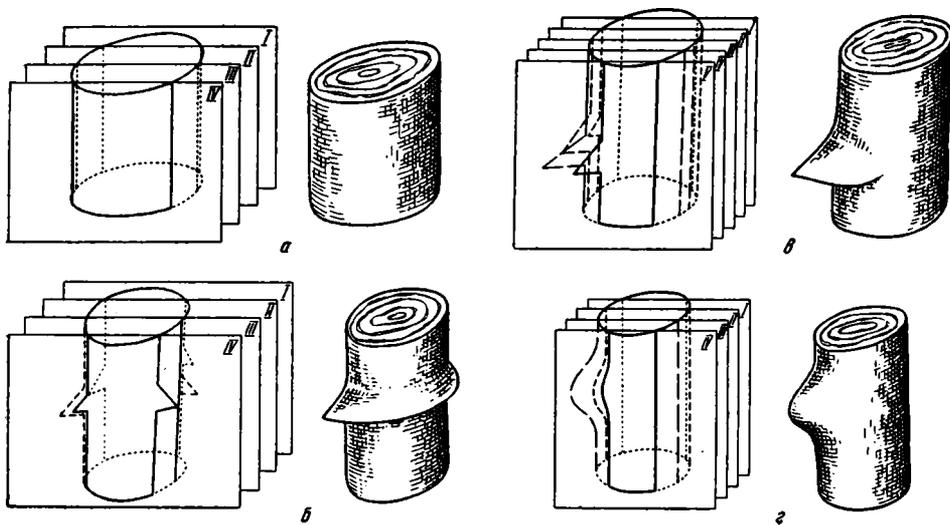
Полученные зарисовки накладываются одна на другую в соответствующем порядке, и в виде объемной блок-диаграммы (по всем правилам начертательной геометрии) восстанавливается форма постройки. На фиг. 4 показано несколько случаев восстановления формы столбиков — простейший случай, когда столбик имеет форму цилиндра с гладкой боковой поверхностью, и три наиболее часто встречающиеся случая — столбики с неровной боковой поверхностью: карнизик, опоясывающий столбик по всему его периметру; козырек, свисающий с одной стороны столбика, и бугорок, выступающий на его поверхности.

Восстановление формы постройки довольно трудоемко. В зависимости от сложности рисунка и твердости породы в среднем на обработку одного образца от начала резки до получения готового рисунка требуется от 5—6 до 10—12 час. Но опыт показал, что при изучении строматолитов со сложной формой столбиков эта методика совершенно необходима, и получающиеся результаты полностью оправдывают затраты времени.

Часть полученных пластинок была использована для изготовления крупных палеонтологических шлифов и приполировок. В этих случаях отбирались пластинки с наиболее типичными для каждой формы строматолита срезами. В основном это были продольные и поперечные срезы, проходящие через центральную часть столбиков. Было изготовлено и просмотрено около 300 крупных палеонтологических шлифов. Они изучались под бинокулярном и под микроскопом в проходящем и отраженном свете при различных увеличениях. При этом выяснялись струк-

тура микрослоев, их минералогический состав, облекание слоями боковой поверхности столбиков, характер контакта столбиков с вмещающей породой, состав и структура породы, заполняющей межстолбиковое пространство, и пр. Для определения минералов, слагающих породу, иногда применялись реакции окрашивания.

Для выяснения типа напластования микрослоев, формы арок, степени их выпуклости и их бокового контакта с вмещающей породой хорошие результаты давало проектирование шлифов через фотоувеличитель на фотобумагу. Получались негативные отпечатки шлифов с увеличением в 2—5 раз. Негативность отпечатков обычно не только не



Фиг. 4. Восстановление формы столбиков с помощью «графического препарирования»: а — гладкий субцилиндрический столбик; б — столбик с карнизом; в — столбик с козырьком; г — столбик с бугорком на боковой поверхности

мешала выявлению строматолитовой структуры, но в ряде случаев подчеркивала ее. На полученной таким способом фотографии тушью намечались границы строматолитовых слоев, затем по этим линиям столбик разрезался на наслоения, каждое из которых последовательно наклеивалось на бумагу, а затем фотографированием они уменьшались до естественных размеров (см. табл. III, IV и др.). Эта работа была аналогична той, которую проводят энтомологи, расчлняя насекомых по сегментам и описывая и зарисовывая каждый сегмент в отдельности. Такая методика не только дает максимально наглядное изображение формы арок, но и позволяет проводить количественный подсчет слоев различной формы.

Все просмотренные шлифы показали, что порода, как правило, сильно перекристаллизована и изменена. Никаких клеточных водорослевых микроструктур обнаружено не было.

Часть образцов была отдана в химическую лабораторию Геологического института АН СССР (руководитель — Э. С. Залманзон), где были сделаны анализы. В большинстве случаев анализы делались попарно: отдельно для строматолитовых столбиков и для вмещающей породы, которая разделяет эти столбики. Результаты всех этих исследований приведены при описании строматолитов в других разделах работы.

Глава третья

ОБРАЗОВАНИЕ СТРОМАТОЛИТОВЫХ ПОСТРОЕК

Строматолитами называются слоистые, прикрепленные к субстрату образования, встречающиеся преимущественно в карбонатных породах. Обычно строматолиты хорошо выделяются на выветрелой поверхности пласта и без труда узнаются геологами при самом беглом осмотре обнажений. Закономерное повторение одинаково изогнутых наслаивающихся одна над другой пластин-слоев показывает, что вряд ли такие структуры могли образовываться случайно. Впрочем, некоторые геологи до самого последнего времени продолжали описывать строматолиты только как «скорлуповатые» текстуры, структуры типа «конус в конус», «структуры часовых стекол», «кокардовые структуры» и т. п. И сейчас еще время от времени в печати появляются работы (см., например, Schindewolf, 1956), в которых ставится под сомнение органическое происхождение если не всех, то большинства строматолитов.

Можно считать доказанным, что строматолиты образуются в результате жизнедеятельности водорослевых или водорослево-бактериальных колоний. Многочисленные и очень убедительные доводы в пользу этой точки зрения приведены во многих работах, из которых в первую очередь следует отметить статьи В. П. Маслова (1945, 1950, 1953) и А. Г. Вологодина (1955, 1960). Краткий, но очень четкий обзор доводов в пользу водорослево-органогенного происхождения строматолитов привел Р. Резак (Rezак, 1957).

Образование строматолитовой постройки в общей схеме можно представить следующим образом.

На каком-нибудь выступе, возвышающемся над дном водоема, нарастает пленочка, дерновинка, представляющая собой водорослево-бактериальную колонию. Таким основанием для биогерма может служить галька, выступ твердой породы или просто уплотненный бугорок на песчаном дне. В результате жизнедеятельности слагающих колонию водорослей и бактерий идет осаждение карбоната из морской воды. Этот процесс сопровождается хемогенным и механическим осаждением карбонатных и глинистых частиц. В конечном итоге возникает прослой карбонатного осадка, в общем повторяющий очертания водорослево-бактериальной дерновинки. Многократное повторение таких наслаений связано с сезонностью. По мнению А. Г. Вологодина и К. Б. Кордэ, весной и в первую половину лета, когда идет бурный рост водорослей, преобладает биогенное осаждение карбонатного материала; в это время образуется зернистая рыхлая нижняя часть прослоя. Водорослевая слизь препятствует проникновению внутрь колонии терригенных частиц, поэтому нижняя часть прослоя более светлая, менее загрязненная примесью обломочного материала. К осени рост

колонии прекращается; в это время преобладает хемогенное и механическое осаждение карбоната и обломочных частиц, что приводит к образованию верхней, более темной части наслоения. С наступлением весны цикл повторяется. Многократное наложение друг на друга сезонных слоев приводит к образованию строматолитовой постройки.

Эта схема образования строматолитов кажется вполне правдоподобной, хотя в наши дни в средних широтах строматолиты не образуются и проверить это предположение нельзя. Современные строматолиты с Багамских островов образуются вблизи тропиков, где рост водорослей не прекращается в течение всего года. Но и в них чередование слоев, слагающих строматолиты, вызывается сезонными явлениями: чередуются периоды роста водорослей в относительно спокойной обстановке (весна, лето) и в периоды бурь (осень), когда приносится большое количество терригенного осадка.

В. П. Маслов высказал интересную мысль о возможном различном относительном значении водорослей и бактерий в разные сезоны. Весной и летом бурно растут водоросли; осенью и зимой их рост прекращается, многие из них отмирают, а остатки умерших клеток перерабатываются бактериями с образованием углистых частиц. Поэтому верхние части прослоев, подвергавшиеся такой переработке, становятся более темными.

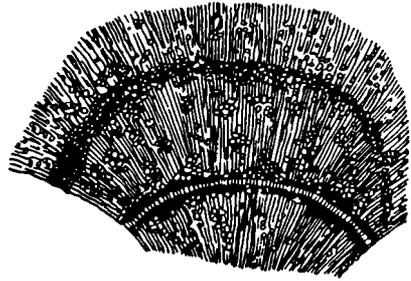
Эти общие закономерности процесса образования строматолитовой постройки установлены в результате наблюдений за современными строматолитами на Багамских островах, во Флориде (Black, 1933; Rezak, 1957), в Австралии (Logan, 1961) и в Большом Соленом озере (Eardley, 1938), а также благодаря изучению ископаемых строматолитов многими исследователями. Некоторые особенности этого процесса заслуживают более подробного разбора.

ОСАЖДЕНИЕ КАРБОНАТА И СТРУКТУРА СТРОМАТОЛИТОВОЙ ПОРОДЫ

Строматолиты возникают в тех участках бассейнов, где идет интенсивное химическое и механическое осаждение карбоната на дно водоема. Блэк (Black, 1933) вообще был склонен считать, что подавляющая часть строматолитовой породы образуется из механически или химически осаждающегося карбонатного материала, а водорослевые биогермы служили как бы ловушками, где задерживались частицы оседавшего на дне ила. Такие идеи развивает и другой исследователь современных строматолитовых образований Гинзбург (Ginsburg, 1955, 1957). Но это мнение вряд ли верно. В работах многих исследователей убедительно показано, какую большую роль играет при образовании строматолита карбонат, осаждение которого обусловлено жизнедеятельностью самих водорослей. В первую очередь следует отметить работы А. А. Еленкина (1938), Н. Н. Ворониной (1932, 1953) и большое количество работ В. П. Маслова, последовательно и успешно изучавшего самые различные группы известьосаждающих водорослей. Н. Н. Воронин (1932) указывает на три способа отложения извести водорослями: 1) кальцит отлагается в виде отдельных зерен между нитями водорослей, 2) зерна кальцита отлагаются на поверхности водорослевых клеток, 3) кальцит инкрустирует пленки водорослей, образуя шарики или корочки вокруг водорослевых клеток. К этому следует добавить, что большую роль в осаждении карбоната могут играть и бактерии (Вологдин, 1947; Калинин, 1952).

Следовательно, в строматолитах мы имеем дело с карбонатным осадком, образовавшимся путем химического, механического и органического (водорослевое и бактериальное) осаждения из морской воды.

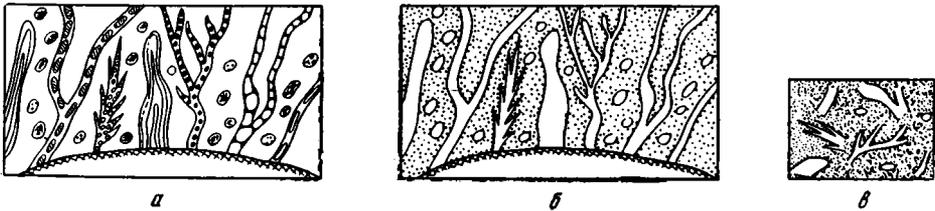
Этот осадок заполняет пространство между водорослевыми нитями и бактериальными клетками и в некоторых случаях инкрустирует их поверхность. Когда клетки отмирают, осадок приобретает вид рыхлого пористого известкового туфа. Если такой туф нацело состоит из пленочек, инкрустировавших водорослевые нити, и обладает достаточной прочностью, то он не разрушается, каналы внутри известковых трубочек в процессе диагенеза заполняются кальцитом и получается корковая водорослевая порода, каждый слой которой сохраняет водорослевую микроструктуру. Обычно такие водорослевые структуры строматолитами не называют, хотя, по существу, это самый настоящий строматолит. Как пример образований этого типа можно назвать постройки *Rivularia haematites* (D. C.), изображенные в работах А. А. Еленкина (1949) и И. К. Королюк (1960). Приведенное здесь изображение этой формы (фиг. 5) взято из работы И. К. Королюк.



Фиг. 5. Вертикальный разрез через молодую часть колонии *Rivularia haematites* (D. C.). По Гейтлеру, взято у И. К. Королюк (1960, стр. 114)

Противоположностью этому будет случай, когда промежутки между нитями заполнены несцементированными зернами кальцита и нет никаких признаков инкрустации поверхностей клеток. После отмирания водорослевых нитей зерна кальцита равномерно распределяются по слою, и мы видим однородную зернистую карбонатную массу без каких-либо водорослевых микроструктур.

Между этими крайними случаями можно видеть всю гамму переходных — от единичных клеточных микроструктур до многочисленных (фиг. 6) ¹. Однако во всех случаях мы будем иметь дело не с самими



Фиг. 6. Схема, показывающая образование водорослевых микроструктур в строматолитовой породе:

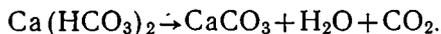
а — водорослевая колония, б — известковый туф, в — строматолитовая порода с редкими остатками водорослевых структур

водорослевыми клетками, а только с их следами. Как будет показано дальше, всевозможные сгустки, пятна кристаллического кальцита и другие структуры могут возникать в карбонатной породе по самым разным причинам (например, при перекристаллизации) и не обязательно должны быть отпечатками водорослей. Поэтому, как справедливо указывает В. П. Маслов, при изучении структуры строматолитов необходимо сочетать палеонтологический подход с тщательными литологическими исследованиями. Чтобы избежать грубых ошибок, нужно выяснять природу тех или иных структур с большой осторожностью.

¹ На схеме для наглядности промежутки между нитями водорослей изображены гораздо более широкими, чем они бывают на самом деле.

Но все эти оговорки несколько не умаляют важности работ по выявлению и изучению остатков клеточных микроструктур в строматолитах, проводимых в течение последних лет в Палеонтологическом институте Академии наук СССР А. Г. Вологдиным, К. Б. Кордэ и их сотрудниками. Без выяснения вопроса о водорослях — строматолитообразователях — мы никогда не сможем решить до конца большую и сложную проблему использования строматолитов для целей стратиграфии.

Процесс осаждения извести из воды сводится в общем к очень простой реакции



Но какие физиологические и физико-химические процессы лежат в основе этого осаждения кальцита водорослями, неясно. Н. Н. Воронихин отмечает до восьми теорий, в которых делаются попытки объяснить выпадение кальцита под влиянием водорослей, но все эти теории в большей или меньшей степени основаны на предположениях и условных допущениях. Чаще всего можно встретить такое объяснение: «Выбирая из среды обитания углекислоту (CO_2), они (т. е. водоросли. — И. К.) повышали щелочность (рН) среды и этим способствовали выделению из нее растворимых бикарбонатов в виде нерастворимого карбоната кальция» (Вологдин, 1960). Были сделаны попытки экспериментально проверить этот процесс. Брэдли (Bradley, 1929) культивировал колонии синезеленых водорослей *Nostoc sacralium* Lyngbe в воде, богатой CaCO_3 , и в течение года получил шарики кальцита, инкрустировавшего водорослевые нити колонии. В. О. Калинин (1952), поместив колонии бактерий в бассейн, вода в котором содержала кальций и железо, получил бобовидные и овальные стяжения кальцита и окислов железа. В обоих случаях опыты подтвердили, что водоросли и бактерии могут активно осаждают кальцит и окислы железа из окружающей их воды.

Иногда (Краснопеева, 1946) можно встретить такое объяснение: водоросли и бактерии в процессе жизнедеятельности выделяют аммиак, который вступает в реакцию с бикарбонатом кальция и переводит его в нерастворимый карбонат:



Однако существует мнение, что карбонат кальция организмы выделяют не путем захвата ионов с последующим их соединением, а путем захвата дисперсных частиц CaCO_3 и их агглютинирования. В этом случае роль химических реакций, обуславливающих осаждение карбоната организмами, сводится к нулю (Алекин, Моричева, 1961).

Обобщая данные многих исследователей, В. П. Маслов (1961) выделяет три основных типа осаждения извести водорослями:

1. Органическое выделение извести. Наблюдается у харовых, у багряннок и др. У этих групп водорослей содержание извести в клеточном соке повышенное, независимо от концентрации солей кальция в окружающей воде. В определенные моменты жизни водоросли (например, после оплодотворения оогония у харовых) начинается медленное обезествление стенок клеток, что приводит к образованию очень четких известковых микроструктур.

2. Физиологическое выделение извести. В процессе обмена веществ водоросли поглощают вместе с водой растворенные в ней соли, в том числе $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Внутри клеток происходит расщепление этой соли, CO_2 усваивается, а CaCO_3 выбрасывается наружу и оседает на стенках клеток, образуя иногда как бы чехлы вокруг водорослевых нитей.

3. Биохимическое выделение извести. В процессе жизнедеятельности водоросли поглощают из окружающей воды CO_2 , в тонкой пленке

воды вокруг колонии изменяется рН, и это ведет к выпадению на поверхности водорослевых нитей разрозненных кристалликов кальцита.

Строматолитообразование, по мнению В. П. Маслова,— особый тип осаждения извести, когда сочетаются в разных пропорциях химический, биохимический и отчасти физиологический типы осаждения одновременно с механическим осаждением терригенного материала.

Выяснение закономерностей и условий этого процесса, очевидно, много дало бы для правильного понимания и выяснения природы водорослевых микроструктур, сохраняющихся в строматолитах. Но для современных строматолитов таких исследований, насколько мне известно, пока еще не проводилось.

СВЯЗЬ ФОРМЫ СТРОМАТОЛИТОВОЙ ПОСТРОЙКИ С РОДОВЫМ И ВИДОВЫМ СОСТАВОМ ВОДОРΟΣЛЕЙ И БАКТЕРИЙ

Основным вопросом при использовании строматолитов для целей стратиграфии является вопрос о связи формы строматолитовых построек с водорослями и бактериями, образующими колонии. Если форма строматолита обусловлена только случайными, чисто фациальными признаками: освещенностью, направлением и скоростью течения, притоком терригенного материала и другими, и никак не связана с видовым составом организмов, слагающих водорослево-бактериальную колонию, то это значит, что все попытки использовать строматолиты для стратиграфических построений не имеют под собой никакой биологической основы и обречены в конце концов на провал.

Всем исследователям, изучавшим строматолиты, всегда бросалось в глаза удивительное сходство строматолитов из разновозрастных отложений разных мест. Можно без большого труда подобрать неотличимые друг от друга образцы конофитонов из докембрийских отложений Урала, Сибири, Северной Америки и Африки. Можно говорить о полной тождественности некоторых гимносоленов из каратавской серии рифея Южного Урала и из метаморфических толщ полуострова Канина. Удивительно похожи друг на друга третичные строматолиты из США, из Рейнского грабена и с Керченского полуострова. И в то же время ничего похожего на конофитоны не встречается в отложениях моложе среднего палеозоя.

Это показывает, что форма строматолитовых построек как-то изменялась во времени, и если удастся хотя бы в самых общих чертах подметить признаки сходства и различия строматолитов из разновозрастных толщ и закономерности их изменения во времени, то можно надеяться и на их использование для стратиграфии.

Как уже говорилось выше, выявление и определение ископаемых водорослевых клеточных структур— очень сложно и во многих случаях достаточно спорно. Поэтому обратимся сначала к современным строматолитам.

Строматолиты Багамской банки описаны Блэком (Black, 1933); к этой работе неоднократно обращались многие авторы. В частности, достаточно полное и четкое изложение основных положений работы Блэка можно найти в статье В. П. Маслова (1950).

Блэк выделяет среди строматолитов Багамской банки четыре типа биогермов:

- 1) строматолиты с волнистыми слоями;
- 2) водорослевые «головы» — низкие куполообразные биогермы;
- 3) вогнутые дискообразные колонии;
- 4) неприкрепленные желваки, напоминающие биогермы третьего типа, но отделившиеся от субстрата.

Для каждого из этих типов биогермов характерен и свой состав водорослей, образующих колонию. Биогермы первого типа образуются водорослями *Symloca laete-viridis* Gom., *Phormidium tenue* (Meneg.) Gom. и редкими *Scytonema* sp., *Gloeocapsa magma* (Brebiss) Kütz. и *G. fusco-lutea* (Naegli) Kütz. Биогермы второго типа образованы *Gloeocapsa magma* (Brebiss) Kütz., *G. viridis* Black, *G. fusco-lutea* (Naegli) Kütz., *G. gelatinosa* (Berkl.) Kütz., *Aphanocapsa marina* Hangsing, *Symploca laete-viridis* Gom. и редкими *Scytonema* sp. Для биогермов третьего типа характерно наличие водорослей *Gloeocapsa atrata* (Turpin) Kütz., *G. fusco-lutea* (Naegli) Kütz., *G. viridis* Black, *Aphanocapsa marina* Hangsing, *Schizotrix braunii* Gom., *Plectonema atroviride* Black, *Scytonema androsense* Black, *Sc. crustaceum* Agarth. var. *catenula* Black. Биогермы четвертого типа имеют тот же состав водорослей, что и биогермы третьего типа, но отличаются несколько большим количеством *Scytonema* и меньшим количеством *Aphanocapsa*.

Таким образом, на значительной площади прослеживаются различные по внешнему облику строматолитовые биогермы, причем каждый тип биогерма образован «своим» комплексом водорослей. Это позволяет сделать вывод, что форма биогерма не случайна, а отражает форму колонии водорослей определенного видового и родового состава.

В Большом Соленом озере США (Eardley, 1938) современные строматолиты встречаются на площади около 100 кв. миль в виде вытянутой вдоль береговой линии полосы на различной глубине — от нескольких десятков сантиметров до 6 м. На всей этой площади строматолиты одинаковы по внешнему виду — это крупные биогермы — «головы». И во всех случаях состав водорослей, образующих известковые корки, одинаков. Здесь повсеместно встречаются *Aphanotheca packardii* (Farl.) Setch., а в отдельных местах *Aphanotheca utahensis* Tild. и, возможно, *Pleurocapsa entophysaloides* Setch. and Gard.

Таким образом, здесь опять наблюдается та же картина, что и на Багамской банке: биогермы определенной формы образованы определенными комплексами видов водорослей.

Для ископаемых строматолитов проверить соотношения между составом водорослей и формой биогермов гораздо сложнее. Брэдди (Bredley, 1923), изучавший строматолиты из формации Грин Ривер (эоцен США), отмечает, что в биогермах одного и того же типа на большой площади встречен один и тот же вид водоросли *Chlorellopsis coloniata* Reis. Возможно, что в других случаях в образовании строматолитовой постройки могут принимать участие несколько видов водорослей. Так, А. Г. Вологдин (1960, стр 11, рис. 5) отмечает присутствие восьми видов водорослей в небольшом по объему куске строматолитовой постройки. Он так объясняет связь формы строматолита с составом водорослей: «Одни и те же водоросли в неизменных условиях могли создавать одновременно одинаковые по виду строматолиты в разных местах древних бассейнов. Если по микроскопическим данным строматолиты изучены, то с соответствующей осторожностью можно пользоваться данными и их простого сопоставления по внешнему облику» (там же, стр. 17—18). Все это показывает, что нет никаких оснований считать условия образования древних строматолитов принципиально отличающимися от современных.

Каким образом состав водорослей определял форму колонии, неясно. В. П. Маслов полагает, что во многих случаях в колонии преобладал какой-нибудь один вид водоросли («хозяин»), но вполне возможно, что все водоросли колонии как-то влияли друг на друга, и форма водорослевой дерновинки определялась всем набором водорослей. К сожалению, количественные подсчеты содержания водорослей в современных строматолитах не проводились.

Можно встретить такое возражение: ряд форм проходит, не изменяясь, через всю геологическую колонку; следовательно, форма строматолитовых построек стратиграфического значения не имеет (Кордэ, 1953). Действительно, В. П. Маслов, например, отмечал большое сходство биогермов первого типа Багамских островов с древними строматолитами типа *Collenia undosa* Walcott, которые встречаются в толщах, начиная с глубокого докембрия.

Может быть два объяснения подобных случаев. Известно, что существует довольно много организмов, чрезвычайно медленно изменявшихся в течение геологической истории (например, лингулы). Такая слабая изменчивость особенно характерна для примитивных организмов. Поэтому в принципе не было бы ничего противоестественного, если бы оказалось, что некоторые группы синезеленых водорослей существуют сотни миллионов лет. Но для такого утверждения нет достаточных оснований. Можно сделать другое предположение. Вполне вероятно, что разные комплексы водорослей могли создавать сходные по форме постройки. В результате детального изучения строматолитов выявляются все новые и новые диагностические признаки, которые раньше не учитывались. Возможно, что после более тщательного изучения сходства и различия таких «не изменяющихся во времени» форм строматолитов число их окажется незначительным и будет все время уменьшаться. Такие формы, несомненно, есть. Но это вовсе не означает, что следует вообще отказаться от использования для стратиграфии формы строматолитовых построек.

Из сравнения списков водорослей можно сделать еще один важный вывод. Мы видим, что некоторые формы водорослей, например, *Gloeocapsa fusco-lutea* (Naegli) Kütz., встречаются во всех четырех типах биогермов Багамских островов. Представим себе случай, что порода, слагающая биогерм, подверглась перекристаллизации и в биогермах всех четырех типов сохранились остатки только этих общих видов водорослей. Тогда мы сможем сделать ошибочный вывод, что различные типы биогермов были образованы одним и тем же видом водоросли. Если же после перекристаллизации в каждом из биогермов сохранятся остатки только разных видов водорослей, то можно будет сделать противоположный (и тоже ошибочный) вывод, что среди водорослей, образовавших биогермы, отсутствовали общие виды. Мы видим не все водоросли, которые были в биогерме, а только те, остатки которых сохранились. А это далеко не одно и то же, если учесть, как редко сохраняются клеточные микроструктуры в строматолитах.

Наконец, из анализа связи формы строматолитовых построек с составом водорослей следует вывод, что сами по себе ни современные, ни ископаемые строматолиты нельзя рассматривать как биологические виды. Это не скелет и не отпечаток водоросли, а образование, возникшее в результате жизнедеятельности водорослевой колонии и отражающее форму этой колонии.

ФОРМА СТРОМАТОЛИТОВЫХ ПОСТРОЕК И ФАЦИИ

Строматолиты встречаются в карбонатных породах — в известняках, доломитах и мергелях с самыми разнообразными соотношениями кальция и магния и самым различным количеством примесей терригенно-обломочного материала. Геологи иногда описывают строматолитовые постройки, сложенные кварцем, кремнем, окислами железа и т. д. Но во всех известных мне случаях (см. табл. XXXVI) такой необычный состав строматолитовой породы был обусловлен наложенными процессами метасоматического замещения карбонатов другими минералами. Подробнее об этом сказано в главе о структурах строматолитов.

Подавляющее большинство строматолитов приурочено к отложениям очень мелководных бассейнов. Это вполне понятно, так как для жизнедеятельности водорослей, даже таких неприхотливых, как синезеленые, был необходим свет. По мнению Клода (Cloud, 1942), глубина 100 м является нижним пределом для водорослей, но обычно строматолиты встречаются в более мелководных условиях. Современные строматолиты почти не опускаются ниже приливно-отливной зоны, а толщи, содержащей более древние строматолиты, несут, как правило, четко выраженные следы мелководности осадка: трещины усыхания, волноприбойные знаки и т. д.

Другой особенностью строматолитов является их приуроченность к отложениям бассейнов с ненормальным, непостоянным соевым режимом. На Багамских островах (Black, 1933) строматолиты в основном встречаются в узкой прибрежной лагунной полосе. В засушливое время солености воды в этой полосе резко возрастает, а после сильных дождей с острова стекает пресная вода, и соленость становится значительно ниже нормальной. То же наблюдается и в Большом Соленом озере (США). В зависимости от количества выпадающих осадков уровень озера изменяется. В засушливое время вода отступает от берегов, открывая полосу шириной до нескольких десятков метров, покрывающуюся корочкой соли. Максимальное развитие строматолитов приурочено к нижней границе этой полосы (Eardley, 1938).

Для ископаемых строматолитов не всегда удается восстановить условия образования, но в ряде случаев мы видим похожую картину. В эоцене Рейнского грабена (Bucher, 1918) строматолиты приурочены к опресненным участкам осолоненного в целом бассейна. На Керченском полуострове основная часть миоценовых строматолитов приурочена к нижней пачке караганского горизонта. Условия образования этих отложений до сих пор вызывают много споров: с одной стороны, они несут следы явного осолонения, в частности в них наблюдаются загипсованность глин, а с другой стороны, в них в изобилии встречается раковинки пелеципод *Spaniodontella*, характерных для опресненных водоемов. В данково-лебедянских слоях на Русской платформе, по данным В. Г. Махлаева (1958), строматолиты приурочены к толщам, отлагавшимся в лагунных условиях с непостоянной соленостью. Лагунные условия, по данным В. П. Маслова (1960), характерны и для образования основной части ордовикских строматолитов Сибири.

Многие исследователи уже давно отмечали своеобразие остатков фауны в толщах, содержащих строматолиты. В подавляющем большинстве случаев фаунистические остатки встречаются в породах со строматолитами крайне редко. В. П. Маслов (1959) пишет, что «основная часть строматолитов является «антагонистами» животных». В отдельных случаях в строматолитовых породах встречается довольно много остатков различных раковинок, но они принадлежат очень небольшому числу видов, как, например, упоминавшиеся уже остатки пелеципод *Spaniodontella* в караганских отложениях Керченского полуострова. Маслов совершенно справедливо предполагает, что все эти особенности можно связывать «с мелководными условиями отложения при ненормально соленой морской воде, где не могли жить обычные морские организмы, а развивалась лишь флора водорослей, преимущественно синезеленых. В случае же нормальной и морской солености в таких же мелководных условиях развивалась обычная морская фауна» (Маслов, 1960, стр. 139).

В этой связи интересно предположение Клода (см. Rezak, 1957, p. 146) о том, что в прошлые геологические эпохи строматолиты могли жить и на больших глубинах, чем сейчас, но в процессе развития органического мира они были вытеснены в зону мелководья из-за конкуренции с более высоко развитыми организмами.

Значение фациальной обстановки при образовании строматолитов, несомненно, было очень велико, что справедливо отмечают многие исследователи строматолитов. Но, к сожалению, только в немногих работах делаются попытки показать на конкретных примерах, каким образом эти условия влияли на форму или структуру строматолитов. В большинстве случаев можно встретить только отвлеченные рассуждения на этот счет. Так, А. Г. Вологдин и К. Б. Кордэ полностью отрицают какое-либо значение формы строматолитовых построек для стратиграфии. Этот тезис они аргументируют тем, что форма строматолита определяется прежде всего условиями среды: освещенностью, направлением и силой течений, количеством терригенного осадка и т. д. Но все эти замечания не сопровождаются никакими конкретными примерами. Более того, иногда приводятся явно надуманные объяснения образования тех или иных форм строматолитов. В. П. Маслов (1960, стр. 161) совершенно справедливо критикует К. Б. Кордэ за малообоснованную и неубедительную гипотезу о механизме образования слоистости в строматолитах типа *Conophyton* путем подъема водорослевых пленок скопившимися под ними газами.

Большое внимание уделено условиям образования строматолитов в работе Резака (Rezак, 1957), где имеется специальный раздел «Палеоэкология». Резак описывает условия образования современных строматолитов на Багамских островах и во Флориде и с некоторыми оговорками переносит эти условия на поздний докембрий. Разумеется, при таком подходе рассуждения об условиях образования докембрийских строматолитов сводятся только к более или менее обоснованным предположениям и догадкам.

В работах В. П. Маслова намечается другой, очевидно, более верный путь выяснения связи строматолитов с фациями. За основу берется детальное изучение самих строматолитовых пород и заключающих их осадков, восстановление фациальной обстановки и потом уже проводится сравнение с более молодыми и современными строматолитами.

Разумеется, восстановление обстановки образования докембрийских отложений очень сложно. Полный фациальный анализ рифейских отложений Урала еще не проводился. Схемы и профили, отражающие изменения фаций, известны только для отдельных горизонтов на небольших по площади участках, например для бакальской свиты в районе Бакала (Старостина, 1959, 1960), но и эти построения встречаются в некоторых деталях возражения других исследователей (Гринштейн и др., 1960). Поэтому сейчас приходится говорить главным образом не о связи докембрийских строматолитов с фациями, а о приуроченности различных типов строматолитов к карбонатным породам разного состава.

Для выяснения этих вопросов детально изучались шлифы строматолитовых пород и были сделаны карбонатные анализы, причем анализы делались попарно: для породы из строматолитового столбика и для вмещающего осадка из межстолбикового промежутка. Следует заметить, что химический состав породы только в самых общих чертах отражает первичный состав осадка, потому что в процессе эпигенеза и диагенеза могло существенно измениться соотношение $MgO : CaO$ и т. д. Но все-таки можно сделать некоторые выводы.

Результаты химических анализов приведены на табл. 1. Как видно, подавляющее большинство образцов строматолитов имеет близкий химический состав, причем различия в составе породы между несколькими образцами одной и той же формы строматолита могут быть больше, чем различия между образцами строматолитов разных форм. Количество терригенной примеси (масса нерастворимого остатка) в строматолитах группы *Minjaria* колеблется в пределах 1,3—6,86%, в строматолитах группы *Gymnosolen* — 1,08—20,11%, в строматолитах группы

Таблица 1

Карбонатные анализы строматолитовых пород рифей Южного Урала *

Форма	Место	Образец	Масса нераство- римого остатка	R ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	Сумма	CaCO ₃	MgCO ₃	Избыток CO ₂	Избыток MgO
<i>Kussiella kussiensis</i>	Бердяуш	Ст. **	11,18	0,96	27,88	17,92	41,85	99,79	49,79	37,48	0,38	—
		В. п.	8,94	0,90	28,77	18,77	42,90	100,28	51,37	38,89	—	0,18
<i>Kussiella kussiensis</i>	Бердяуш	Ст.	10,52	1,14	27,29	18,98	42,10	100,03	48,73	39,59	—	0,06
		В. п.	9,72	0,94	27,88	18,77	42,55	99,86	49,79	39,25	0,16	—
<i>Baicalia baicalica</i>	Авзян	Ст.	10,44	0,92	30,85	16,21	42,45	100,87	55,09	33,90	0,52	—
		В. п.	6,32	0,78	28,77	19,62	44,45	99,94	51,37	41,03	0,44	—
<i>Baicalia baicalica</i>	Средний Урал	Ст.	0,94	0,60	30,85	20,90	46,85	100,14	55,09	43,32	—	0,19
		В. п.	0,86	0,80	30,10	19,95	46,90	98,61	53,79	41,72	0,61	—
<i>Inzeria tjomusi</i>	р. Инзер	Ст.	11,60	1,22	37,85	8,83	39,70	99,20	67,59	18,47	0,32	—
		В. п.	15,20	1,02	39,75	5,76	37,50	99,23	70,98	12,01	—	0,02
<i>Inzeria tjomusi</i>	р. Инзер	Ст.	13,98	1,96	30,10	14,01	39,30	99,35	53,79	29,30	0,32	—
		В. п.	7,92	1,86	32,46	14,22	42,90	98,76	58,01	29,76	0,13	—
<i>Inzeria tjomusi</i>	р. Инзер	Ст.	10,38	1,84	37,18	9,76	40,10	99,26	66,44	20,41	0,19	—
		В. п.	8,42	1,58	34,53	11,88	41,45	97,86	61,71	24,84	0,21	—
<i>Katavia karatavica</i>	Миньяр	Ст.	6,08	0,62	50,72	0,43	41,00	98,85	90,57	0,90	0,68	—
		В. п.	3,80	0,54	52,20	0,43	41,95	98,92	93,21	0,90	0,47	—
<i>Jurusania cylindrica</i>	р. Юрюзань	Ст.	12,12	2,08	30,99	13,79	40,15	99,13	55,38	28,84	0,71	—
		В. п.	11,32	2,24	30,10	14,85	40,65	99,16	53,79	31,06	0,52	—
<i>Jurusania cylindrica</i>	р. Юрюзань	Ст.	13,38	1,54	40,42	9,41	35,10	99,85	72,23	12,43	0,27	—
		В. п.	20,02	0,82	41,00	5,12	32,47	99,43	73,27	5,32	—	—
<i>Jurusania cylindrica</i>	р. Юрюзань	Ст.	16,28	1,42	38,66	6,68	37,40	100,44	69,09	13,35	—	0,59
		В. п.	4,62	0,48	47,21	1,06	38,45	91,82	84,36	2,22	0,14	—
<i>Jurusania cylindrica</i>	р. Инзер	Ст.	14,88	1,14	38,95	6,37	37,00	98,34	69,60	12,17	—	0,52
		В. п.	20,90	0,50	41,90	1,59	34,10	98,99	74,88	3,33	0,38	—

Таблица 1 (окончание)

Форма	Место	Образец	Масса нерастворимого остатка	R ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	Сумма	CaCO ₃	MgCO ₃	Избыток CO ₂	Избыток MgO
<i>Minjaria uralica</i>	Миньяр	Ст.	3,74	0,40	29,36	20,69	45,60	99,79	52,43	43,17	0,05	—
		В. п.	2,24	0,42	30,37	20,69	46,45	100,17	54,23	43,27	0,01	—
<i>Minjaria uralica</i>	Миньяр	Ст.	2,40	0,34	30,25	20,90	46,30	100,19	54,02	43,17	—	0,26
		В. п.	2,16	0,28	30,08	21,24	46,35	100,11	53,71	43,53	—	0,43
<i>Minjaria uralica</i>	Тирлян	Ст.	1,92	0,48	32,25	19,30	46,65	100,60	57,63	40,36	0,21	—
		В. п.	1,92	0,32	30,14	21,50	47,20	101,08	53,86	44,96	0,02	—
<i>Minjaria uralica</i>	Тирлян	Ст.	1,30	0,64	30,14	21,21	47,40	100,69	53,86	44,35	0,54	—
		В. п.	1,92	0,24	29,91	21,21	47,00	100,28	53,39	44,37	0,36	—
<i>Minjaria uralica</i>	Тирлян	Ст.	1,64	0,44	30,23	21,07	46,70	100,08	53,96	43,87	0,17	—
		В. п.	1,70	0,40	30,23	21,07	46,80	100,20	53,96	43,87	0,27	—
<i>Minjaria uralica</i>	Тирлян	Ст.	6,86	0,64	28,42	19,72	43,95	99,59	50,70	41,23	0,16	—
		В. п.	1,46	0,36	29,97	20,99	46,65	99,43	53,47	43,89	—	—
<i>Gymnosolen</i> sp.	о-в Кильдин	Ст.	10,57	2,28	43,68	3,61	38,32	98,46	78,06	7,55	—	—
		В. п.	20,11	2,44	38,88	3,24	34,40	99,07	69,48	6,77	—	—
<i>Gymnosolen</i> sp.	о-в Кильдин	Ст.	9,73	2,18	45,38	3,22	39,80	100,31	81,09	—	—	—
		В. п.	19,42	2,51	40,23	2,65	35,10	99,91	71,89	5,54	—	—
<i>Gymnosolen</i> sp.	о-в Кильдин	Ст.	10,84	2,91	42,55	4,66	38,90	99,86	76,04	9,74	—	—
		В. п.	15,19	2,73	41,35	3,66	36,65	99,58	73,89	7,65	—	—
<i>Gymnosolen</i> sp.	Авзян	Ст.	1,50	0,56	31,72	20,06	47,00	100,84	56,68	41,94	0,16	—
		В. п.	1,08	0,58	30,66	21,02	47,45	100,79	54,79	43,95	0,39	—
<i>Pseudokussiella</i> sp.	Николаевка	Ст.	8,28	0,22	28,18	19,62	43,60	99,90	50,32	41,03	0,05	—
		В. п.	7,68	0,16	29,07	19,41	44,05	100,37	51,91	40,52	0,10	—

* Теоретический состав доломита: CaO — 30,4%, MgO — 21,7%, CO₂ — 47,9%.

** Ст. — столбик, в. п. — вмещающая порода.

Jurusania — 4,62—20,90%; соотношение CaO : MgO изменяется для *Gymnosolen* от 45 : 3 до 31 : 21, для *Jurusania* — от 42 : 1,6 до 31 : 14.

По составу породы форма *Baicalia baicalica* из Авзяна (анализ 3) ближе к *Jurusania cylindrica* (анализ 9), чем к *Baicalia baicalica* со Среднего Урала (анализ 4). Строматолиты группы *Gymnosolen* на Южном Урале приурочены к серым доломитам и доломитизированным известнякам. На Охотском массиве, по данным С. В. Нужнова, эти строматолиты встречаются в красноцветных, слабо доломитизированных известняках.

Таким образом, в разновозрастных отложениях одинаковые формы строматолитов могут встречаться в довольно различных по составу породах. В то же время в одинаковых по составу, но разновозрастных породах содержатся различные строматолиты. Можно, конечно, попытаться объяснить это различие какими-нибудь фаціальными особенностями, не отразившимися в осадках. Но более правильно, очевидно, было бы связывать эти различия в первую очередь с эволюцией водорослей. В следующих главах показано, что мы имеем дело не просто с различием строматолитов в разных горизонтах, а с направленным изменением ряда их признаков, причем основные закономерности этой эволюции прослеживаются в нескольких удаленных друг от друга разрезах.

Конечно, это не означает, что в разновозрастных отложениях повсюду встречаются только совершенно одинаковые строматолиты. Так, в подинзерской толще мы находим и столбчато-пластовые и столбчатые строматолиты. В катавской свите встречаются формы из групп *Inzeria* и *Jurusania*, в миньярской свите встречены *Gymnosolen*, *Minjaria* и *Copnophyton*. Подобные же явления отмечал и В. П. Маслов, который писал, что иногда «при одном и том же карбонатном или песчано-карбонатном составе пород по простиранию наблюдается разная смена форм строматолитов и их микроструктур...» (Маслов, 1959, стр. 1086).

Объяснить это можно только различием в составе водорослей, образовавших указанные строматолиты. Возможно, что имели значение и какие-нибудь местные изменения условий жизни водорослей. Но во всех случаях влияние фацальной обстановки было, очевидно, не прямым, а косвенным: определенные виды водорослей и бактерий могли жить только в определенных фацальных условиях. С изменением условий изменялся состав водорослей, и это вызывало изменение формы колонии и соответственное изменение формы строматолитовой постройки. Приходится, следовательно, делать допущение, что в течение времени образования строматолитовой постройки определенного типа фацальная обстановка практически не изменялась. Некоторым исследователям такое допущение кажется рискованным. Скорость накопления карбонатных илов, как известно, невелика, а строматолитовые колонии могут иметь высоту до нескольких метров. Казалось бы, что для их образования нужно огромное даже в геологическом масштабе время. А фацальные условия в прибрежной полосе могут изменяться очень быстро.

Но подсчеты показывают, что время, необходимое для образования строматолитовых биогермов, не так уж велико: при средней толщине сезонных наслоений от 0,75 до 1,5 мм для образования строматолитового столбика высотой 50 см (средний размер столбчатых строматолитов) потребуется от 650 до 350 лет. Эти данные вполне совпадают с подсчетами Брэдли (Bradley, 1923), который оценивал время образования наиболее крупных строматолитовых рифов формации Грин Ривер высотой до 5,5 м всего в 350 лет. В. П. Маслов (1937₁) считал, что для образования некоторых кембрийских и нижнесилурийских рифов потребовалось до 1000 лет. Эти подсчеты, конечно, весьма приблизитель-

ны, но они определяют порядок цифр. Но, как известно, для подавляющего большинства морей за последние 500—1000 лет не отмечено значительных изменений очертаний береговой линии и фациальной обстановки. Конечно, есть и тектонически активные участки, где изменения рельефа на дне моря и в прибрежной полосе происходят буквально на наших глазах, вроде побережья Чили или Японии. Но такие районы редки. Да и встречаются строматолиты преимущественно в отложениях древних эпиконтинентальных морей, где глубина водоема или очертания береговой линии изменялись крайне медленно.

Таким образом, предположение о том, что во время образования строматолитового биогерма вполне возможно сохранение определенных фациальных условий, не противоречит геологическим данным. Наоборот, все эти данные позволяют полностью присоединиться к выводу В. П. Маслова (1953, стр. 112): «По-видимому, различие ценозов карбонатосажающих водорослей обуславливает различные морфологические типы и структуры строматолитов... Эволюция водных растений, а также осадкообразования обуславливает существование неповторяющихся форм строматолитов в геологической летописи». А это означает, что после достаточного изучения строматолиты, несомненно, могут быть использованы для установления возраста заключающих их толщ.

Глава четвертая

КРАТКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ

Вопросы систематики строматолитов разработаны совершенно недостаточно и пока еще, к сожалению, очень далеко до создания единой схемы классификации этих образований. Объясняется такое положение тем, что при объединении в группы чрезвычайно разнообразных по форме и структурам строматолитовых построек надо иметь какие-то общие диагностические признаки. Значение же различных признаков строматолитов до сих пор неясно. Все это вполне естественно, если учесть, как еще мало изучены строматолиты.

На первых стадиях изучения к строматолитам относились как к остаткам организмов и легко выделяли «виды» и «роды» по комплексу признаков без достаточного анализа того, в чем состоит сходство и различие между разными видами и родами.

Первую попытку создания единой классификации строматолитовых построек по их форме сделал Уолкотт (Walcott, 1914, стр. 103—104). Он объединил выделенные им «виды» строматолитов в четыре группы:

массивно-ячеистые *Camasia spongiosa* Walc.

Полусферические { *Cryptozoon* и близкие к ним,
? *Newlandia concentrica* Walc.;
Weedia tuberosa Walc.
Collenia undosa Walc.
Collenia compacta Walc.

Веерообразные { *Newlandia frondosa* Walc.
Newlandia lamellosa Walc.
Newlandia major Walc.
Kinneyia simulans Walc.

Трубнообразные { *Greysonia basaltica* Walc.
Copperia tubiformis Walc.

Можно согласиться или не согласиться с подобным объединением строматолитов в группы, но несомненно правильным был сам подход к классификации — поиск единых четких признаков и выделение по этим признакам крупных групп. К сожалению, эти идеи не были подхвачены последующими исследователями, и до 30-х годов о группах строматолитов речь не шла вообще. Выделялись и сопоставлялись только «роды» и «виды» строматолитов, причем основанием для таких сравнений служил обычно какой-нибудь признак, наиболее бросающийся в глаза. Так, для «рода» *Cryptozoon* (Hall, 1883) основным признаком было наличие на поперечных срезах концентрических слоев сложного рисунка; для «рода» *Collenia* (Walcott, 1914) — наличие куполовидно изогнутых пластин-слоев, слагающих постройку; для «рода» *Gymnosolen*

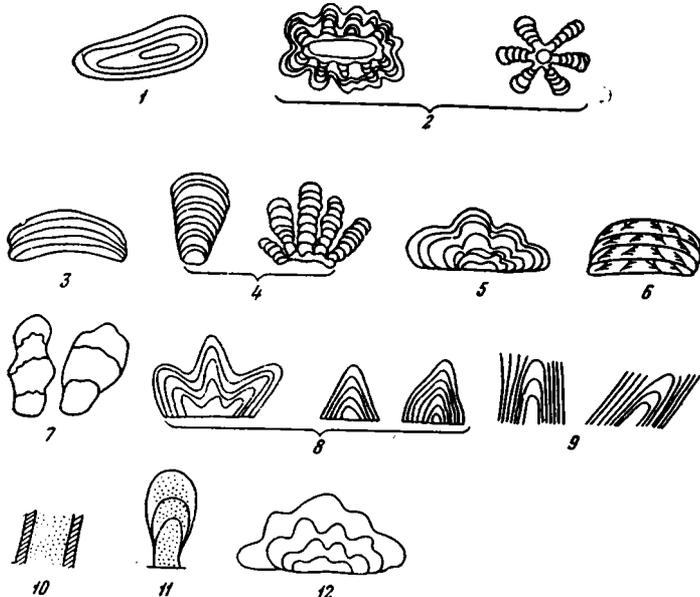
(Steinmann, 1911) — ветвление строматолитовых столбиков. Такое выделение «родов» по различным признакам давало самый широкий простор при определениях похожих или одних и тех же строматолитов различными авторами. Если было видно ветвление столбиков — строматолиты относили к *Gymnosolen* (Hirmer, 1927; Cloud, 1942); если основное внимание уделялось характеру поперечных срезов — похожие формы относили к *Cryptozoon* (Mawson, 1925); в то же время все эти строматолиты полностью отвечали признакам, необходимым для отнесения их к *Collenia*. Кроме того, определение проводили подчас по случайным срезам единичных, разрозненных образцов. В. П. Маслов (1939₂) совершенно справедливо критиковал палеоботанический справочник Хирмера, в котором при описании «родов» иногда приводятся изображения срезов, проходящих наклонно или по краю строматолитовой колонки или бугра.

Только в 30-х годах В. П. Маслов впервые разделил строматолиты на группы по единому, общему для различных форм признаку. Таким признаком он считал характер напластований, образующих строматолитовую постройку. Все строматолиты с выпуклыми куполообразными наслоениями В. П. Маслов отнес к «роду» (впоследствии — типу) *Collenia*, все строматолиты с коническими наслоениями — к «роду» (типу) *Conophyton*. Позже (Маслов, 1953, 1960) он добавил несколько новых типов — строматолиты со сложной или нечетко выраженной слоистостью (типы *Crustella*, *Glebulella* и др.) (фиг. 7). Внутри этих больших типов В. П. Маслов выделил «виды» (формы). Так, тип *Collenia* объединял большое количество разных «видов» строматолитов, выделенных по характеру слоистости, обособления столбиков, форме и размерам этих столбиков и другим признакам. Отдельные формы В. П. Маслов объединял в «ветви», которые были не просто формальным объединением разных «видов», но и отражали проблематические родственные соотношения между разными строматолитами (фиг. 8).

Классификация В. П. Маслова была большим шагом вперед, так как намечала путь к уничтожению путаницы в названиях строматолитов и давала возможность отказаться от многих наименований, как от излишних синонимов. Его классификация не была чисто формальной, она отражала и развитие строматолитов во времени. Четкие и определенные принципы подхода к систематике строматолитов, высказанные В. П. Масловым в статьях 30-х годов, полностью сохраняют силу в настоящее время и послужили основой при разработке предлагаемой в этой работе схемы классификации.

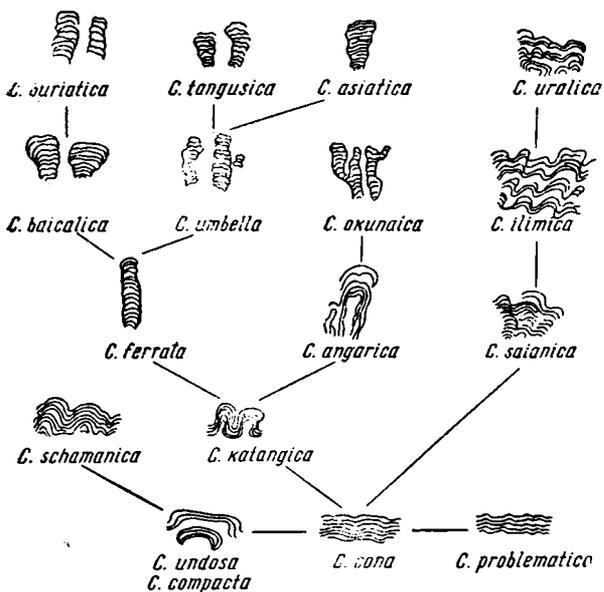
В последних работах В. П. Маслов (1953, 1960) предложил несколько иную схему систематики строматолитов. Исходя из того, что формы и типы строматолитов нельзя считать биологическими родами и видами, он предложил новую, чисто формальную классификацию их, отказавшись от многих выделенных ранее форм. Кроме морфологического типа и групп, он предложил ввести в название формы также основные морфологические признаки, тип структур, а если будут встречены остатки водорослей, то и названия этих водорослей. Он считает, что в конечном итоге название строматолита должно состоять из нескольких латинских слов.

Вряд ли можно принять это предложение. Введение признака в название не заменяет описание и в то же время очень усложняет использование этих названий. Как известно, подобные попытки делались в отношении аммонитов (Соболев, 1927). Но опыт показал, насколько это неудобно (Руженцев, 1960). С другой стороны, вряд ли можно согласиться с объединением в одну группу *Collenia columnaris* (колления столбчатая) всех столбчатых строматолитов. Такое объединение уничтожает вполне определенные и отчетливо отделяющиеся друг от друга



Фиг. 7. Морфологические типы строматолитов. Из В. П. Маслова (1960, стр. 55);

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



Фиг. 8. Проблематичные родственные отношения между некоторыми «видами» колоний. Из В. П. Маслова (1937, стр. 298)

формы, известные ранее как *Collenia tungusica* Maslov, *Collenia baicalica* Maslov и др. Это было бы, по-существу, малообоснованным отказом от уже завоеванных позиций. Вводить же эти названия в виде еще одного «этажа» — это значит нарушить цельность и стройность предлагаемой системы, которая требует, чтобы название было характеристикой признака. Что получается из такого смешения — видно на примере морфологической группы *Collenia undosa* (Маслов, 1960, стр. 68 и след.): Слово *undosa* не отражает признак и в название не вводится. Поэтому частные формы, входящие в эту группу, названы *Collenia plana*, *Collenia planotumulosa*, *Collenia planolaminaris* и др. С другой стороны, существует группа *Collenia columnaris*, совершенно несоизмеримая по объему ни с одной из перечисленных выше коллений. Стало быть, «многоэтажность» названий не уничтожает необходимость сохранения дополнительных подразделений (вроде *Collenia undosa*).

Вот почему, принимая почти все выводы и положения В. П. Маслова в отношении строматолитов, я не могу принять его последнюю схему систематики.

Кроме того, можно отметить недостаток, который свойствен многим систематикам, в том числе и систематике, предложенной В. П. Масловым. Стройность системы нарушается использованием различных признаков для выделения разных форм. Так, одна форма столбчатых коллений названа В. П. Масловым *Collenia columnaris obliqua granulosa* (колления колонковидная косая зернистая), а следующая форма — *Collenia macrocolumnaris glebulosa* (колления крупноколонковая сгустковая). Таким образом, для одной формы отмечается наклон столбиков, для другой — размеры столбиков, для третьей вообще не дается характеристики столбика, зато отмечается характер слоистости, например: *Collenia columnaris planolaminaris granulosa* (колления колонковидная плоскослоистая зернистая).

Из других систематик следует отметить схемы классификации строматолитов, предложенные П. С. Краснопеевой, Р. Резаком и И. К. Королюк. П. С. Краснопеева (1946), учитывая форму строматолитов и микроструктуру образующих их слоев, основное внимание уделяет минералогическому составу слагающих их пород, который она берет в качестве главного диагностического признака. По мнению П. С. Краснопеевой, физико-химические условия среды обуславливали развитие тех или иных сообществ водорослей и бактерий, а каждое из таких сообществ в свою очередь отличалось своими биохимическими особенностями. Все это должно иметь отражение в минералогическом составе строматолитов, поэтому минералогический состав их и положен в основу выделения родов.

Видовыми признаками служат: форма строматолита, характер выпуклости, толщина и правильность слоев и детали микроструктуры (табл. 2). Вот несколько кратких описаний родов П. С. Краснопеевой (1946):

Newlandiella: чередование «тонких слоев, из которых светлые сложены крупнокристаллическим кальцитом и в меньшей степени мелкокристаллическим доломитом. В состав темных слоев входит бурый мелкокристаллический доломит и скопления углистого вещества, ориентированные послойно... Форма строматолитов коническая и полусферическая» (стр. 87).

Kabyrsina: «слои различной толщины; темные сложены крупными кристаллами антраконита, а светлые — кристаллически-зернистым кальцитом. В светлых слоях представлено большое количество гнезд крупнокристаллического кальцита, заполнившего собою полости. Форма строматолитов полусферическая, реже неправильная, параллельно-слоистая» (стр. 94).

Sibirephycus: «параллельно-слоистые текстуры... Темные слои сложены мелкокристаллическим доломитом, а светлые — крупнокристаллическим, отложившимся в полостях...» (там же, стр. 89).

Т а б л и ц а 2

Основные признаки родов строматолитов по П. С. Краснопеевой
(взято у В. П. Маслова, 1960, стр. 44)

Род	Светлые слои	Темные слои	Внешняя форма
<i>Newlandiella</i>	Крупнокристаллический кальцит	Бурый мелкокристаллический доломит	Коническая, полусферическая
<i>Algostroma</i>	Тонкокристаллический кальцит	Бурый мелкокристаллический доломит	Коническая, цилиндрическая
<i>Kabyrsina</i>	Кристаллический кальцит	Крупнокристаллический антраконит (! В. М.)	Полусферическая
<i>Sibirephycus</i>	Крупнокристаллический доломит	Мелкокристаллический доломит	Пластовая

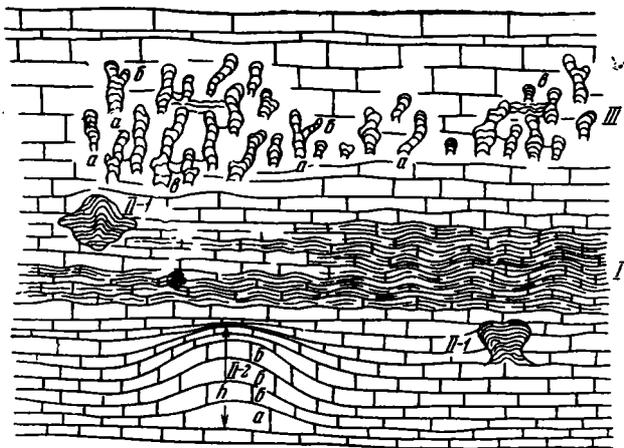
Подробная и очень убедительно аргументированная критика этой систематики дана В. П. Масловым (1960), и при описании микроструктур и вторичных изменений мы к ней еще вернемся. Основной недостаток этой систематики в том, что она построена на ничем не обоснованном допущении, что минералогический состав строматолитов и их текстура — первичные и сохраняются без изменений на протяжении многих миллионов лет геологической истории. Даже разница в размерах зерен или появление полостей в строматолитовой породе обусловлены, по мнению П. С. Краснопеевой, «как биологическими свойствами организмов, образующих слои, так и в основном незначительными изменениями в условиях среды». Следовательно, совершенно снимаются со счетов такие явления, как вторичное перераспределение материалов в породах и перекристаллизация, чрезвычайно глубоко изменяющие все докембрийские породы.

Вряд ли можно согласиться с мнением о водорослевом происхождении всех минералогических и текстурных особенностей строматолитовой породы. Ниже, в разделе, посвященном описанию структур строматолитовых слоев, показано, как в результате, несомненно, вторичных процессов в различных частях одного и того же строматолитового слоя могут возникать и различные микроскопические структуры, и зерна различного минералогического состава.

Р. Резак (Rezак, 1957) за основу предложенной им схемы систематики строматолитов серии Белт (докембрий США) берет общий характер строматолитовой колонии, определяющийся типом напластования слоев, слагающих строматолитовую постройку. Строматолиты, образованные выпуклыми пластинами с выпуклостью, обращенной кверху, и начинающие рост столбика от точки на субстрате, отнесены к морфологическому роду *Cryptozoon*; строматолиты, образованные выпуклыми пластинами с выпуклостью, обращенной кверху, и начинающие рост от площадки на субстрате, — к морфологическому роду *Collenia*; строматолиты, образованные вогнутыми пластинами, — к морфологическому роду *Newlandia*; строматолиты, образованные конически изогнутыми напластованиями, — к морфологическому роду *Conophyton*.

Схема эта — простая и четкая, но малоприменимая в отношении уральских строматолитов, так как на Урале нет форм группы *Newlandia*, почти нет *Cryptozoon* и большинство форм относится к группе *Collenia*. Пути для дальнейшего расчленения на более мелкие группы типа *Collenia* систематика Резака не указывает.

Наиболее полная классификация строматолитов докембрия и нижнего кембрия дана И. К. Королук (1960) (фиг. 9). По характеру строматолитовой постройки она выделяет три типа строматолитов: 1) пластовые (слои, не прерываясь, протягиваются через всю постройку), 2) желваковые (изолированные постройки желвакоподобной формы) и 3) столбчатые (строматолитовые постройки, высота которых больше их диаметра).



Фиг. 9. Типы строматолитовых построек. Из И. К. Королук (1960, стр. 116):

I — пластовый строматолит; *II* — желваковые строматолиты: *II-1* — постройки типа колленел; *II-2* — караваяеобразные постройки; *a* — слои, образующие бугор; *b* — слои, облекающие бугор; *h* — высота бугра; *III* — строматолитовое тело из столбчатых построек: *a* — столбчатая постройка; *b* — дочерняя постройка; *в* — соединительные мостики

Столбчатые строматолиты разделяются на четыре подтипа по характеру бокового контакта строматолитовых столбиков с вмещающей породой.

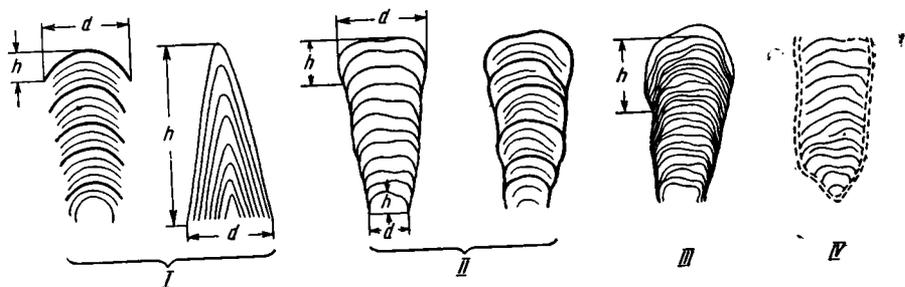
Прежде всего устанавливается понятие об облекаемости слоев и о «стенке». Разная степень облекаемости означает, что «различная часть предыдущего слоя перекрывается последующими слоями». При этом выделяются слои, образующие бугор, т. е. или особые микрослои, образовавшие первоначальную выпуклость, или микрослои, увеличивающие в этом месте свою мощность, и слои, облекающие бугор, т. е. микрослои, точно повторяющие форму бугра, но почти не изменяющие свою толщину.

«Стенка, — продолжает И. К. Королук, — образуется в результате соединения микрослоев друг с другом в краевой части постройки. Обычно образуется основными микрослоями, которые при этом могут несколько изменять свой характер. Стенки бывают тонкие, однослойные и сложные, многослойные (рис. 10). Имеются не у всех столбиков» (Королук, 1960, стр. 117).

По характеру «стенки» среди столбчатых строматолитов выделяются четыре подтипа: 1) столбики не имеют стенок (фиг. 10, I); 2) стенка тонкая, однослойная, образована опусканием основного слоя до соединения его с подобным слоем (фиг. 10, II); 3) стенка толстая, многослойная, образована последовательно несколькими основными слоями, налегающими или непосредственно друг на друга или с тонкими прослоями дополнительного слоя (фиг. 10, III); 4) стенка образована особыми тканями (фиг. 10, IV) (Королук, 1960). «Выделение групп в

пределах типов и подтипов,— пишет И. К. Королук,— проводилось главным образом по характеру наслоения: по унаследованности микрослоев, по выпуклости арок, по степени облекаемости и пр. Формы в пределах групп устанавливаются по более мелким отличиям характера напластования и по структуре микрослоев» (Королук, 1960, стр. 120).

Систематика И. К. Королук явилась большим шагом вперед и дала реальную основу для разделения огромной группы коллений. Впервые был отмечен характер построек в качестве главного таксономического признака, основы для выделения наиболее крупных подразделений — типов строматолитов. Впервые отмечено значение такого важного признака, как боковое ограничение столбиков, и перечислены основные признаки строматолитов, заслуживающие внимания и изучения.



Фиг. 10. Боковая поверхность столбиков у строматолитов различных групп.
Из И. К. Королук (1960, стр. 117):

I — столбики без стенок с различной степенью облекаемости; II — столбики с тонкими стенками; III — столбики со сложными толстыми стенками; IV — столбики со стенками, образованными особыми тканями; h — высота арок; d — диаметр арок; жирными линиями подчеркнута зональность в столбиках

Недостатком систематики является нечеткость применения этих основных принципов к конкретным группам. В табл. 3 сведены признаки, взятые из диагнозов и описаний групп, выделенных И. К. Королук¹. Уже первый взгляд на эту таблицу показывает, что разные группы были выделены по разным признакам, причем характер наслоения — признак, отмеченный И. К. Королук как ведущий, при выделении групп, в некоторых диагнозах даже не упоминается (группы *Compactocollenia* и *Voxonia*). Такая неопределенность применения единого принципа в систематике значительно снижает четкость классификации и возможности ее использования.

Кроме того, следует отметить еще две работы, в которых не дана полная систематика строматолитов, но предлагается выделение одной очень характерной группы из типа *Collenia*. Речь идет о «роде» *Gymnosolen* (Steinmann, 1911). Эта группа, по мнению Е. М. Люткевича (1953, стр. 18), имеет важные признаки, отделяющие *Gymnosolen* от других столбчатых строматолитов и заключающиеся «в росте слоевищ вверх от чашеобразной до цилиндрической формы, что дает основание выделить *Gymnosolen* по меньшей мере в подрод *Collenia*». Таким образом, «род» *Gymnosolen*, по Е. М. Люткевичу, следует считать добавлением к двум большим группам В. П. Маслова — *Collenia* и *Conophyton*, причем *Gymnosolen* должны занимать промежуточное положение между этими группами, приближаясь скорее к *Collenia*. Если считать основным признаком тип напластований и принимать схему В. П. Маслова, то это предложение Е. М. Люткевича звучит вполне обоснованно.

В работе М. Е. Раабен (1960) тоже ставится вопрос о восстановлении группы *Gymnosolen*. Однако из-за нечеткости формулировок

¹ Группа *Ilicta* описана А. Д. Сидоровым (1960).

Классификация столбчатых строматолитов по И. К. Королюк (1960)

Подтип (по характеру стенки)	Группа	Столбик			Наслоение		
		форма	размер	стенка	выпуклость	унаследованность	структура
I — без стенок	<i>Collumnacollenia</i>	Прямые столбики	Широкие	Стенки нет. «Рваные» края	$\frac{h}{d} = 0,3-0,6$	Унаследованные наслоения	Тонкая, четкая слоистость
	<i>Compactocollenia</i>	Желвак, переходящий в столбик		Частично без стенок, местами с полным облеживанием микрослоев			
	<i>Planocollina</i>	Неправильные столбики		Без стенок	Почти плоские наслоения		
II — однослойная стенка	<i>Schancharia</i>		Небольшие	Почти каждый темный слой является стенкообразующим	$\frac{h}{d} = 0,3$		
	<i>Collumnaefacta</i>			Стенки неровные и нечеткие	Пологовывуклые арки $\frac{h}{d} = 0,3$		
	<i>Linocollina</i>	Формы, переходные от столбчатых к коробчатым		Стенка прерывистая	Очень плоские арки $\frac{h}{d} = 0,1$		
III — многослойная стенка	<i>Boxonia</i>	Ровные прямые столбики		Очень четкие ровные многослойные стенки	Арки значительной крутизны $\frac{h}{d} = 1$		
	<i>Ilicta</i>	Изогнутые столбики	1—4 см	Многослойная (от 1—2 до 7—8 слоев)		Неунаследованные наслоения	Губчатые, пятнистые и трубчатые слои
IV — стенки образованы особыми тканями	<i>Sacculia</i>			Широкая мешкообразная оболочка, охватывающая постройку			

создается впечатление, что к *Gymnosolen* надо относить вообще все столбчатые ветвящиеся строматолиты докембрия¹. *Gymnosolen* сопоставляется только с одной группой рифейских строматолитов — *Collenia buriatica* Maslov и из этого сопоставления делается вывод, что «характеристика последней (т. е. *Collenia buriatica*. — И. К.) является менее определенной, охватывает меньшее число признаков и позволяет включить в эту группу как формы типа *Gymnosolen*, так и неветвящиеся строматолиты» (разрядка моя. — И. К.). Далее М. Е. Раабен пишет: «Если ветвление (важнейший признак) позволяет отличать *Gymnosolen* от докембрийских столбчатых колоний², то другие признаки, также весьма существенные, дают возможность отличать его от ветвящихся колонковых форм из кембрия, ордовика и более молодых отложений. Такими признаками являются характер слоистости и наличие стенки» (Раабен, 1960, стр. 128—129).

Gymnosolen — характерная группа столбчатых ветвящихся строматолитов, и она должна быть восстановлена. Однако устанавливать группы следует на какой-либо единой основе, и вряд ли можно согласиться с выделением и сопоставлением групп по разным признакам.

Необходимость как-то называть строматолиты, не имея единых критериев для их сопоставлений, вызывало и будет, очевидно, вызывать создание ряда параллельных систематик. Отказ от латинских наименований в этом отношении вряд ли является выходом из положения. К чему приводит на деле такой путь, показывает одна из последних работ по строматолитам Австралии (Robertson, 1960).

Робертсон, описавший строматолиты Северной Австралии, считает, что на современной стадии изученности вообще рано говорить о какой-нибудь систематике строматолитов, можно только дать их краткое морфологическое описание и все. Однако это утверждение не помешало ему тут же выделить три основных типа среди изучаемых им строматолитов: цилиндрические, волнистослоистые и субполусферические, т. е. фактически он дает еще одну схему классификации, а отказ от латинских наименований — это, по-существу, способ отказаться от каких-либо определенных сопоставлений с уже описанными ранее формами.

В изучение строматолитов включаются все новые и новые исследователи. Различен материал, который они изучают, различны методики, которыми они пользуются. Это не может не привести к разным взглядам на систематику строматолитов.

Существование нескольких параллельных классификаций на ранних (да и не только на ранних) стадиях изучения групп органических остатков — явление вполне закономерное. Это естественная «болезнь роста», для излечения от которой необходимо укреплять связи между палеонтологами и палеоальгологами, изучающими строматолиты, проводить коллоквиумы, совещания, изучать и переопределять голотипы и т. д. Само собой разумеется, что при установлении новых форм необходимо детальное ознакомление с уже описанными в литературе формами.

¹ В цитируемой статье приведена таблица признаков группы *Gymnosolen*, из которой видно, что автор не имел в виду включать в эту группу все столбчатые ветвящиеся строматолиты. — Прим. ред.

² В тексте статьи ошибочно напечатано слово «колоний».

Глава пятая

ПРИЗНАКИ СТРОМАТОЛИТОВ И ИХ ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Строение биогерма. Краткие указания о строении строматолитовых биогермов даны уже в работах Уолкотта (Walcott, 1914). Однако последующие исследователи за основу систематики брали не биогерм, а отдельный столбик. О строении биогермов в лучшем случае упоминалось в примечаниях к описаниям форм. Даже когда описанию биогермов посвящались самостоятельные работы (Fenton a. Fenton, 1933), не делалось никаких выводов о таксономическом значении строения биогерма как признака.

Резак (1954, 1957) предложил учитывать при классификации строматолитов «форму колоний», но в предложенной им систематике принимаются во внимание, по-существу, только характер слоистости и форма столбиков.

И. К. Королюк (1960) приняла характер строения строматолитовых построек в качестве основы для выделения наиболее крупных подразделений — типов строматолитов, разделив все строматолиты на пластовые, желваковые и столбчатые.

Этот принцип принят и в предлагаемой работе, хотя выделяемые типы строматолитов несколько не совпадают с типами, выделенными И. К. Королюк.

Форма столбиков. Большинство исследователей, изучавших строматолиты, так или иначе учитывали форму строматолитовых столбиков при описаниях «видов». В ряде случаев характерные особенности формы столбика служили руководящим признаком: например, пережимы и резкие расширения столбиков отмечались как характерная особенность формы *Collenia baicalica* Maslov. Но в большинстве случаев форма строматолитовых столбиков считалась признаком второстепенным по сравнению, скажем, с характером слоистости или с микроструктурой слоев.

В значительной степени такое недостаточное внимание этому признаку было обусловлено тем, что сама форма столбика определялась обычно весьма приблизительно по единичным продольным или поперечным срезам. Даже в том случае, когда делались попытки «удалить» вмещающую породу (Вологдин, 1955₂), такие «реконструкции» создавались чисто умозрительно и были весьма далеки от действительной формы построек.

Изучение большого количества построек, форма которых была достаточно точно восстановлена с помощью «графического препарирования», показало, что форма столбиков имеет, несомненно, очень боль-

шое значение. Характерные поперечно-ребристые, иногда уплощенные столбики группы *Kussiella*, клубнеподобные узловатые столбики группы *Baicalia*, мелкобугорчатые столбики группы *Katavia*, субцилиндрические гладкие столбики групп *Jurusania* и *Minjaria* очень четки и распространены в разновозрастных отложениях на огромных площадях.

Все это нельзя объяснить случайными совпадениями. Очевидно, наиболее убедительное объяснение этого явления — в естественной эволюции организмов-строматолитообразователей, которая отразилась в эволюции формы строматолитовых построек. Наиболее веским доводом в пользу этого мнения может послужить сравнение уральских строматолитов рифея с рифейскими строматолитами других, достаточно удаленных регионов — Туруханского поднятия (Семихатов, 1960) и Учуро-Майского района (Нужнов, 1960). Строматолиты в этих регионах имеют ряд особенностей, встречаются местные специфические формы, но общие закономерности изменений во времени характера столбиков и других признаков очень близки к закономерностям развития рифейских строматолитов Южного Урала (Келлер и др., 1960).

Все это позволяет считать форму строматолитовых столбиков одним из главнейших диагностических признаков.

Характер ветвления. Ветвление строматолитовых столбиков как диагностический признак было указано только для форм группы *Gymnosolen*. Г. Штейнманн (Steinmann, 1911), выделяя этот «род», принял строматолиты за кораллы и отметил, что они «размножаются делением». После этого неоднократно делались попытки противопоставить *Gymnosolen* как ветвящиеся строматолиты неветвящимся столбчатым коллениям. Такую точку зрения проводит Пиа в посвященном строматолитам разделе палеоботанического справочника Хирмера (Hirmer, 1927). То же делает Клод (Cloud, 1942, 1945). Фактически это же делает и М. Е. Раабен (1960).

Но ветвление столбиков видно не на каждом срезе, а при описаниях строматолитов опирались именно на единичные срезы. Поэтому один и тот же строматолит мог быть отнесен и к *Gymnosolen* и к *Collenia*. Совершенно прав В. П. Маслов, который отмечает, что при таком подходе во многих случаях различия между разными «видами» коллений гораздо больше, чем различия между некоторыми «видами» коллений и гимносоленами (Маслов, 1960, стр. 26).

В рифейских отложениях Южного Урала отсутствуют неветвящиеся столбчатые строматолиты (в данном случае речь не идет о желваковых постройках). В одних случаях столбики ветвятся чаще, и мы на небольшом по площади продольном срезе можем видеть несколько разветвленных (табл. XXVII, 1); в другом случае (например, у группы *Jurusania*) ветвление наблюдается крайне редко. Очень редко ветвятся конофитоны. Сравнение типа ветвления столбиков у строматолитов из разновозрастных отложений позволило сделать вывод, что способ ветвления закономерно усложняется у строматолитов из более молодых отложений по сравнению с ветвлением строматолитов из более нижних горизонтов (Крылов, 1960₂). Эта закономерность, как и изменение формы столбиков, была полностью подтверждена при изучении строматолитов Сибири (Семихатов, 1960; Келлер и др., 1960).

Для строматолитов группы *Kussiella* (нижний рифей) характерно простое последовательное распадение широкого столбика на более узкие. У строматолитов группы *Baicalia* (средний рифей) наблюдается ветвление на два, реже на несколько новых столбиков с резким пережимом в основании ответвляющегося столбика. Наконец, у верхнерифейских строматолитов групп *Gymnosolen*, *Minjaria* и других видно сложное кустистое и древовидное ветвление столбиков.

Все это позволяет сделать вывод, что тип ветвления столбиков следует считать вместе с другими признаками одной из важнейших диагностических характеристик для столбчатых строматолитов.

Форма строматолитовых слоев. Под названием *микрослой* и *слой* И. К. Королюк (1960, стр. 116) понимала «слои толщиной от долей миллиметра до нескольких миллиметров, имеющие различную микроструктуру, ритмично повторяющиеся в постройке. Они являются основным элементом всех строматолитовых построек, так как сумма их образует строматолит». С. В. Нужнов (1960) называет слои и микрослои «элементарными наслоениями». Последний термин неточен, от него следует отказаться. Во-первых, термин «наслоение» уже используется И. К. Королюк для обозначения характера наслаивания друг над другом строматолитовых слоев—унаследованное или неунаследованное наслоение (Королюк, 1960, стр. 117). Во-вторых, являясь элементом строматолитовой постройки, строматолитовый слой сам по себе далеко не «элементарный». Он состоит по крайней мере из двух еще более «элементарных» прослоев. Нередко строматолитовый слой представляет собой сложное сочетание линзочек и неровных, невыдержанных тонких прослоев (табл. III, слои 9, 37, 91, 126; табл. VII, слои 33—47 и многие другие). В настоящей работе термины «слой», «микрослой» и «наслоение» употребляются в том значении, как их понимает И. К. Королюк.

Для обозначения формы строматолитового слоя И. К. Королюк ввела понятие «арка». Под этим она понимает выпуклую «поверхность, образованную парой микрослоев в столбчатых постройках. В арке различаются диаметр (d) и высота (h)» (Королюк, 1960, стр. 117). Разумеется, форма слоя—это не арка, а купол или конус, но обычно мы видим продольные срезы через этот купол, которые имеют форму арок. Именно в таком значении термин «арка» употребляется в тексте этой работы.

Форму арки принято определять двумя основными показателями: соотношением высоты купола к его диаметру ($\frac{h}{d}$) и морфологическим типом купола (коробчатый, уплощенно-выпуклый, бокаловидный и пр.). Этот признак является руководящим в нескольких систематиках. В. П. Маслов (1939₂) выделял по форме слоя типы строматолитов *Collenia*, имеющие куполовидно изогнутые арки и *Conophyton* с конически изогнутыми слоями. Позднее он добавил к ним промежуточный тип *Conocollenia* (Маслов, 1960). Резак (Rezак, 1957) использует форму слоя как один из важнейших признаков наряду с характером роста столбиков при выделении морфологических родов. К морфологическому роду *Collenia* он относит столбчатые формы, образованные наслоением куполовидно изогнутых пластин, растущих от поверхности на субстрате, к морфологическому роду *Cryptozoon*—формы, образованные куполовидными пластинами, растущими от точки на субстрате, и т. д. П. С. Краснопеева (1946) отмечает важность использования формы арки при выделении видов. Е. М. Люткевич (1953) предлагал, кроме *Collenia* и *Conophyton*, выделять «род» *Gymnosolen*, имеющий сильно выпуклые куполовидные арки. И. К. Королюк (1960) считает форму арок одним из важнейших признаков при выделении морфологических групп. Так, выделяется группа *Planocollina*, имеющая столбики с почти плоским наслоением; группа *Collumnaefacta*, имеющая столбики с пологовыпуклыми арками ($\frac{h}{d}=0,3$) и т. д.

Для выяснения значения этого признака, как уже говорилось, очень много дает послойное «расчленение» строматолитовых столбиков. Результаты таких исследований показаны на таблицах III, IV и др.

Можно видеть, что для каждой группы характерен свой комплекс, свой специфический набор арок. Однако для большинства групп вряд

ли возможно говорить о каком-то руководящем, характерном только для этой группы типе арок. В большинстве случаев в пределах одного столбика или у соседних столбиков в одном образце можно видеть различные по форме арки. Так, у верхнерифейских строматолитов группы *Inzeria* в пределах одного столбика (табл. XIV) имеются конические (слои 4—7, 20—21), куполовидные (слои 15—17) и плоские арки (слои 13—14, 35—38). Это же характерно и для нижнерифейских строматолитов *Kussiella* (табл. III—IV), где встречаются и конические (слои 163—166, 198), и куполовидные (слои 180—190 и др.), и бокаловидные (слои 4—8), и коробчатые (слои 20, 140—149) слои. При этом вопрос о преобладающей форме арки становится, по- существу, вопросом количества изученных слоев: для одной части столбика характерно преобладание плоских арок (табл. XIV, слои 30—38), другая часть того же столбика сложена преимущественно коническими или куполовидными арками (табл. XIV, слои 15—25). Если этот признак взять за основу для определения строматолита, то разные части одного и того же столбика пришлось бы отнести к разным группам. Возможно, этот вопрос будет решен после изучения максимально большого числа арок и применения к ним вариационно-статистических методов. Но это — дело будущего.

Несомненно, что форму арок нужно изучать и что дальнейшее изучение поможет установить какие-либо закономерности. Но на современной стадии изучения необходимо вводить форму арок в описание форм, однако опираться на этот признак, как на руководящий, вряд ли возможно.

Унаследованность. Под унаследованностью наслоения И. К. Королюк, предложившая этот термин, понимает «повторение последующими слоями формы предыдущих» (Королюк, 1960, стр. 117). Как можно понять из цитируемой работы, это повторение формы не обязательно должно быть точным. Отмечается, например, что форма *Compactocollenia tuvensis* Koroljuk имеет унаследованное наслоение. Но в описании этой формы говорится, что «микрослои располагаются примерно параллельно друг другу, хотя не повторяют полностью форму нижележащих. В столбчатой части наслоение от почти плоского до крутосыпуклого» (там же, стр. 134). Следовательно, в данном случае унаследованность наслоения проявляется только в том, что выпуклые части арок расположены друг над другом. Очевидно, следовало бы как-то сузить границы применения понятия «унаследованность». Совершенно точное повторение формы арок в пределах небольших участков столбиков встречается довольно редко у строматолитов групп *Minjaria* (табл. XIX—XX), *Gymnosolen* (табл. XXV) и *Baicalia* (табл. VII, слои 19—25). Разумеется, об унаследованности наслоения можно говорить только для участков из субцилиндрических отрезков столбиков, потому что в местах раздувов, пережимов или ветвления столбиков форма слоев будет совсем иная.

Боковая поверхность столбиков. На необходимость учета характера контакта строматолитового столбика с вмещающей породой впервые указала И. К. Королюк (1960), отметив, что для нижне- и среднерифейских строматолитов характерны «бахромчатые», «рваные» края столбиков, а в верхнем рифее появляются строматолиты с гладкими столбиками. В связи с этим было установлено понятие об облекаемости микрослоев и о «стенке» (см. стр. 39 и фиг. 10). При этом И. К. Королюк подчеркивает, что не любое облекание образует «стенку». Важно именно слияние краевых частей микрослоев.

По характеру стенки, как уже отмечалось, И. К. Королюк выделила среди столбчатых строматолитов четыре подтипа строматолитов: 1) без стенок, 2) с однослойными стенками, 3) с многослойными стен-

ками и 4) со стенками, образованными особой тканью. Но уже в той же работе И. К. Королюк (1960) видны все трудности применения этого критерия на практике.

Выяснилось, что по-настоящему отчетливые стенки у строматолитов появляются только в самых верхних горизонтах докембрия и в кембрии (группа *Voxonia* Korol.), в рифее же встречается большое количество строматолитов, которые имеют «стенку» только в отдельных участках столбиков. В диагнозе группы *Compactocollenia* Korol., относящейся к бесстеночным строматолитам, говорится, что столбчатые постройки этой группы бывают «частично без стенок, местами с полным облеканием микрослоев» (там же, стр. 132); для группы *Linocollenia* Korol., относящейся к стеночным строматолитам, отмечается, что столбики «местами имеют стенку, а местами нет» (там же, стр. 139). У строматолитов группы *Collumnaefacta* Korol., тоже отнесенных к стеночным, «стенкообразующие слои появляются периодически» (там же, стр. 138).

Таким образом, из работы И. К. Королюк следует, что «стенка» у рифейских строматолитов — явление непостоянное: у одних форм она проявляется более четко, у других менее четко.

Этот вывод полностью применим и к рифейским строматолитам Южного Урала. Действительно, ниже- и среднерифейские строматолиты имеют, как правило, столбики с бахромчатыми, лохматыми краями, а в верхнем рифее появляются строматолиты с гладкой и ровной поверхностью столбиков. Но определить «стенку» бывает крайне трудно: в одной части столбиков слои глубоко облекают боковую поверхность и проявляют явную тенденцию к слиянию в краевых частях, в других участках того же столбика никакого многократного облекания и слияния слоев не видно, хотя боковая поверхность столбика продолжает оставаться гладкой.

Вот почему можно говорить о важности для рифейских строматолитов Южного Урала таких признаков, как наличие «козырьков» или «карнизов», образованных свисающими с краев столбиков слоями (на срезах они выглядят как свисающие «лохмотья»), и о гладкой боковой поверхности столбиков. Образование же «стенки», т. е. слияние краевых частей слоев в единый слой-оболочку, иногда наблюдается в некоторых участках столбиков, но считать это устойчивым признаком для какой-либо группы нельзя.

Чем можно объяснить различную облекаемость слоев и образование однослойных и многослойных «стенок»?

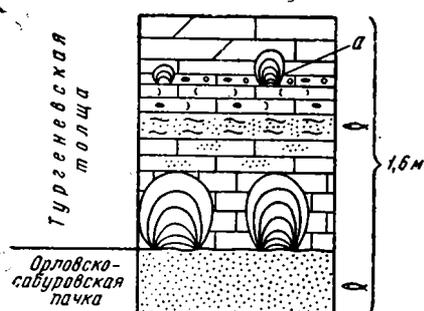
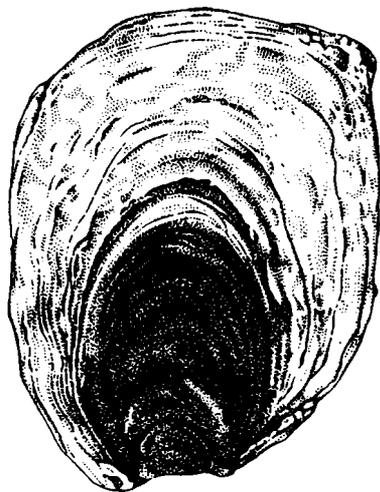
Частично ответ на этот вопрос дает В. Г. Махлаев (1958). Изучая строматолиты данково-лебедянских слоев Русской платформы, он встретил своеобразные строматолитовые биогермы, у которых слои начинают расти с одного уровня от поверхности субстрата и, становясь все более выпуклыми, многократно облекают нижележащие слои (фиг. 11). Учитывая, что водоросли не могли расти ниже поверхности осадка, так как нуждались в свете для фотосинтеза, В. Г. Махлаев делает естественный вывод, что во время образования этого биогерма осадок вокруг него не отлагался.

Эти выводы полностью совпадают с наблюдениями автора над неогеновыми строматолитами Керченского полуострова. Удастся видеть однотипные биогермы, которые жили в несколько различных условиях. В том случае, если осадок во время своего роста не заносил строматолиты, слои опускались до основания биогерма, многократно облекая его (фиг. 12, а). Если шло накопление осадка вокруг биогерма, то рост каждого следующего слоя начинался с более высокого уровня и новые слои перекрывали предыдущие только частично (фиг. 12, б). Наконец, были случаи, когда накопление осадка шло неравномерно с разных

сторон биогерма. В этом случае с одной стороны биогерма наблюдалось многократное облекание слоями боковой поверхности столбика, а с другой стороны — только частичное облекание (фиг. 12, в).

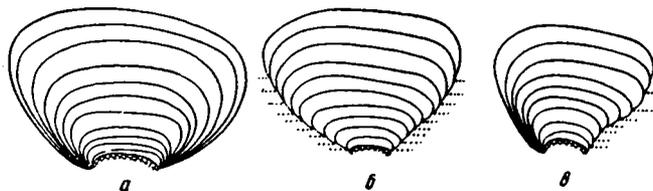
О большом значении скорости накопления вмещающей породы во время роста строматолитовых построек неоднократно говорил в своих работах В. П. Маслов. Он отмечал, что по размеру краевой части слоя, облекающей боковую поверхность столбика, можно судить о высоте столбика относительно поверхности дна (фиг. 13).

Вот почему при одном и том же составе водорослей, слагавших столбик, степень облекания слоев могла определяться скоростью накопления

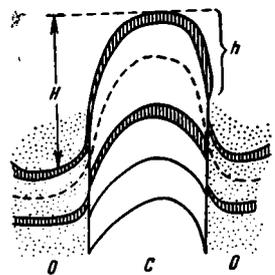


Фиг. 11. Вертикальный разрез строматолитового биогерма из нижней части тургеневской толщи данково-лебедянских слоев близ Орла (уменьшено в 2 раза). Из В. Г. Махлаева (1958, стр. 113)

вмещающей породы. Если рост столбика шел быстрее, чем накопление осадка, могло происходить многократное облекание слоями боковой поверхности столбика; если накопление осадка шло равномерно и примерно одинаково со скоростью роста столбиков, строматолитовые слои полностью облекали предыдущий слой. Неравномерность накопления вмещающего осадка при прочих равных условиях обуславливала чередование разных способов облекания.



Фиг. 12. Зависимость облекания слоями боковой поверхности биогермов от скорости накопления вмещающей породы у миоценовых строматолитов Керченского полуострова: а — осадок не накапливался; б — скорость накопления осадка близка к скорости роста строматолита; в — неравномерное накопление осадка у разных сторон биогерма



Фиг. 13. Схема строения столбчатого строматолита. Из В. П. Маслова (1960, стр. 46):

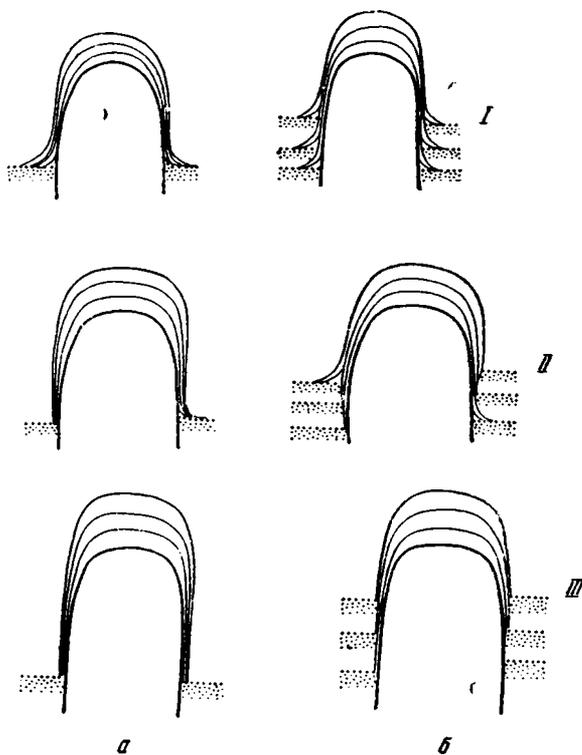
С — тело строматолита;
О — механический осадок;
Н — «прижизненная высота» строматолита во время его образования; h — высота облекания слоя

Поэтому более важным признаком является, очевидно, не глубина облекания, а характер соотношения столбика с вмещающей породой. Столбики с гладкой боковой поверхностью появляются на определен-

ном стратиграфическом уровне. Это можно объяснить так. Возвышающийся над дном столбик был сложен плотными известковыми корками предыдущих слоев, тогда как окружающий его осадок был, очевидно, мягким и рыхлым карбонатным илом. Если новый нарастающий слой водорослей был «неразборчив» к субстрату, то слой мог расти на поверхности столбика и мог спускаться на илстую межстолбиковую породу. Так возникали «лохматые» столбики со слоями, свисающими по всему периметру столбика (фиг. 14, I). В другом случае слои в общем росли только на плотном основании возвышающегося столбика и лишь частично сползали на вмещающую породу. Так возникали «kozyрьки» (фиг. 14, II). Со временем появились комплексы водорослей, которые росли только на плотных корках предыдущих слоев и не спускались на окружающий осадок. Так образовались столбики с гладкой боковой поверхностью (фиг. 14, III).

Другое объяснение этому явлению предложил В. В. Меннер (устное сообщение). При равной скорости накопления осадка глубина обложения могла зависеть от скорости роста строматолита. В верхнем рифее и нижнем кембрии появились строматолиты, растущие гораздо быстрее, чем ниже- и среднерифейские. Это могло обусловить глубокое обложение столбиков слоями и образование стенок на вполне определенном стратиграфическом уровне. Можно провести аналогию с развитием кораллов: в верхнем мелу и в третичных отложениях появляются быстрорастущие кораллы с пористыми скелетными образованиями, тогда как для палеозоя характерны кораллы, которые росли медленно и скелеты которых не имели пор.

Оба объяснения нельзя считать доказанными, но появление строматолитовых столбиков с гладкими боковыми поверхностями на определенном стратиграфическом уровне и закономерное сочетание этого признака с другими признаками, в первую очередь с формой столбиков и характером их ветвления, — все это позволяет считать форму боковой поверхности столбика одним из важных морфологических признаков столбчатых строматолитов. Степень обложения слоями боковой поверхности столбика и наличие многослойного или однослойного обложения учитываются и отмечаются при описаниях, однако вряд ли можно выделить по этим признакам более высокие таксономические категории.



Фиг. 14. Зависимость обложения слоями боковой поверхности столбиков от скорости накопления вмещающего осадка:

a — незначительное осадконакопление; *b* — быстрое осадконакопление; *I* — столбики с карнизами; *II* — столбики с козырьками; *III* — столбики с гладкой боковой поверхностью

Структура строматолитовых слоев. Все исследователи, изучавшие строматолиты, отмечали необходимость изучения структуры строматолитовой породы, хотя по-разному оценивали значение этого признака. П. С. Краснопева (1946 и др.) считает текстурно-минералогические особенности строматолитовой породы главным критерием для выделения не только «видов», но и «родов» строматолитов. М. А. Семихатов (1962) выделяет формы строматолитов по структуре строматолитовых слоев, не приводя никаких доказательств органической природы этих структур. А. Г. Володин и К. Б. Кордэ вообще отказываются от какой-либо классификации строматолитов как построек и все внимание уделяют только изучению встречающихся иногда в отдельных слоях микроструктур, которые они считают остатками водорослей. Темные сгустки углисто-глинистого материала они рассматривают как остатки органической структуры водорослевых биогермов.

Но для большинства исследователей расшифровка природы строматолитовых структур представляется гораздо более сложной задачей. «Самым трудным вопросом является отличие типов построек, обусловленных видовым составом водорослей-строматолитообразователей, от форм роста, определенных средой существования. Эта же неопределенность систематического значения признаков сохраняется и для низких таксономических категорий, выделяемых на основании изучения главным образом микроструктуры, так как биологический смысл наблюдаемой микроструктуры неизвестен и неясно, какие ее показатели являются твердыми признаками типа видовых, а какие могут изменяться в зависимости от условий обитания» (Королюк, 1960, стр. 120).

Об этом же говорит и В. П. Маслов (1960, стр. 35—36): «На мой взгляд описание строматолита произвести легче, чем привести доказательства в пользу его органического происхождения, которое во многих случаях действительно неясно. 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».

Строматолиты образуются в результате жизнедеятельности водорослей и бактерий. Вполне естественно предположить, что какие-то остатки клеточных органических структур могут сохраняться в виде различных микроструктур в строматолитовой породе. Поиски таких органических микроструктур в строматолитах — это самостоятельная и очень сложная проблема.

К сожалению, материал по современным строматолитам для решения этой проблемы ничего не дает. Водорослевые микроструктуры в современных строматолитах не изучались и не описывались. Когда альгологи приступают к изучению водорослей из современных строматолитов, они первым делом растворяют в кислоте карбонатную породу и изучают остатки водорослей. Литологи же, наоборот, подробно изучают структуры породы, а все, что касается водорослей, просто берут у альгологов. В последнее время были опубликованы интересные работы американского литолога Гинзбурга (Ginsburg, 1955, 1957), изучавшего современные карбонатные осадки, в том числе и строматолитовые, у побережья Флориды. Из его статей можно было сделать вывод, что какие-либо органические клеточные структуры совершенно не характерны для современных строматолитов. Еще более определенно он высказался об этом в своем докладе на 22-й сессии Международного геологического конгресса в Копенгагене в 1960 г. По устному сообщению В. В. Меннера, в ответ на вопрос об органических структурах в современных строматолитах Гинзбург сказал, что следы клеточных структур встречаются только в самых верхних слоях строматолитовых построек и совершенно исчезают в более нижних слоях. Об этом же пишет

Б. Логан (Logan, 1961), изучавший современные строматолиты Австралии.

При поисках и изучении водорослевых структур в более древних строматолитах может быть два пути. Можно просматривать шлифы строматолитовых пород под микроскопом и из бесчисленного разнообразия карбонатных комочков, сгустков и пятнышек выбирать все те, которые напоминают какие-либо современные или ископаемые водорослевые остатки. Это сходство является единственным доказательством водорослевой природы выделяемых микроструктур. Такой подход характерен для работ А. Г. Вологодина и в несколько меньшей степени для работ К. Б. Кордэ. Иногда, кроме водорослей, А. Г. Володин и К. Б. Кордэ описывают структуры, соответствующие теоретическим представлениям авторов об образовании строматолитов. «Заранее допускается, что более светлый карбонат — это рыхлое (при росте строматолита) отложение, что просветленные пятна — это пузыри воздуха и т. д. и т. п.» (Маслов, 1960, стр. 45—46). При таком подходе вообще исчезает всякая объективность описания: в одном и том же слое один темный комочек описывается как остаток водорослевой микроструктуры, а соседний комочек не упоминается вообще; одна жеодка кристаллического кальцита описывается как отпечаток «воздушной полости», а другая, соседняя, принимается за вторичное образование и не описывается. При этом никакой аргументации не приводится, и эти структуры относятся к органическим остаткам, как совершенно справедливо отмечает В. П. Маслов, только на основании личного мнения исследователей.

Более правильным следует, очевидно, признать другой путь изучения строматолитов: подробно описывать все наблюдаемые структуры и отдельно объяснять возможное образование этих структур. При этом, разумеется, описания, фактический материал должны четко отделяться от мнения автора о природе структур. Критикуя П. С. Краснопееву, В. П. Маслов совершенно правильно писал: «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 которым не в диагнозе» (Маслов, 1960, стр. 45).

Поиски остатков органических структур в строматолитах — чрезвычайно трудны. Надо быть уверенным при определении структуры, что они действительно первично-органического происхождения. А чтобы выяснить это, необходимо «снять» все наложенные процессы. Если мы видим, что порода подвергалась перекристаллизации, выветриванию или воздействию каких-либо процессов, то мы должны путем тщательного литолого-петрографического анализа попытаться выяснить, какие изменения вызвали эти процессы. В этом отношении исследование строматолитов совершенно аналогично работе петрографа, который пытается определить первичное строение и состав метаморфизованной породы.

Проведенное изучение рифейских строматолитов Южного Урала показало, что в них нет структур, которые можно было бы отнести к клеточным водорослевым образованиям. Не встречено никаких образований, напоминающих органические структуры строматолитов, изображенные в работах Уолкотта, Рейса, Брэдли, Маслова и других исследователей. Очевидно, это обусловлено чрезвычайно широким развитием в рифейских строматолитах Южного Урала структур, связанных с самыми различными вторичными процессами. Нет буквально ни одного образца, который не носил бы следов переработки в эпигенезе. Среди этих эпигенетических процессов особое значение имели: 1) процессы

растворения, приводящие к уничтожению части строматолитовой постройки; 2) процессы, связанные с перекристаллизацией и внутренним перераспределением вещества в строматолитовой породе, и 3) процессы метасоматического замещения, приводящие к замещению карбонатной породы строматолита окислами железа, кварцем и т. д.

Коротко рассмотрим проявление этих процессов.

1. Структуры эпигенетического растворения в строматолитах изучали А. В. Копелиович и автор, и результатам этих работ посвящена отдельная статья (Копелиович, Крылов, 1960). Растворение в строматолитах происходит по поверхностям двух типов: конформным и микростилолитовым. Конформные поверхности совпадают с какими-либо естественными границами внутри строматолитовой породы — с границей слоев, боковой поверхностью столбиков и т. д. Это — ровная или слабо-волнистая поверхность, образующая на срезе ровную или слегка изогнутую линию. Микростилолитовая поверхность характеризуется большим количеством бугорков, зубчиков и шипов и дает на срезах сутурообразный зубчатый шов. На поверхностях растворения образуется обычно тонкая глинистая примазка, являющаяся «нерастворимым остатком» — скоплением углисто-глинистых частиц, оставшихся на месте после уноса растворенного карбоната. Зная количество нерастворимых частиц в породе, по толщине этой примазки можно судить о масштабе растворения.

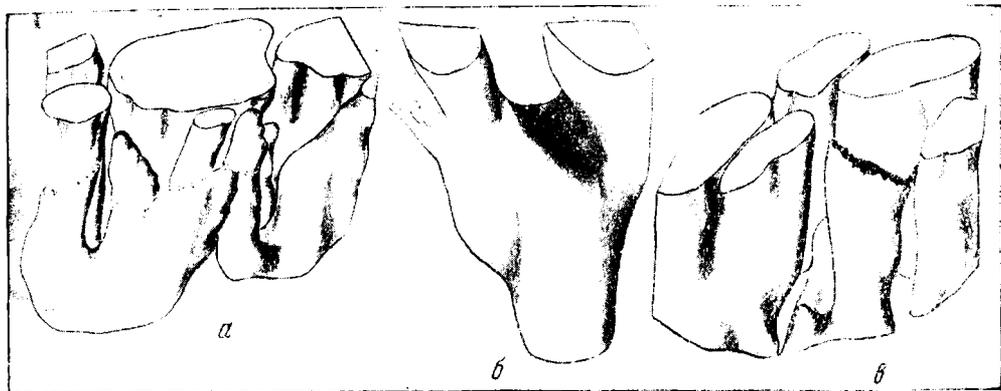
По отношению к строматолитовым постройкам структуры растворения можно разделить на три группы: 1) поверхности растворения совпадают с поверхностями напластования строматолитовых слоев; тип поверхности конформный, реже стилолитовый; размеры растворенной части слоев от долей миллиметра до 1—2 мм; 2) поверхности растворения приурочены к границам строматолитовых столбиков с вмещающей породой; тип поверхности растворения конформный, реже стилолитовый; растворяется часть столбиков и вмещающей породы; размеры растворенных участков — от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров; 3) поверхности растворения пересекают под различными углами и столбики, и вмещающую породу; тип поверхности стилолитовый; размеры растворенных участков биогермов — от нескольких сантиметров до 10—20 см.

Чрезвычайно важно распознавать структуры растворения и учитывать их при изучении строматолитов, чтобы избежать серьезных ошибок.

Для формы *Gymnosolen ramsayi* Steinm., например, характерны гладкие столбики, иногда с многократным облеканием слоями их боковой поверхности. Но в результате эпигенетического растворения на границе столбика и вмещающей породы иногда возникают микростилолитовые поверхности (табл. XXVIII, 6). При недостаточно внимательном изучении эту поверхность можно принять за естественное ограничение столбика и изобразить на рисунках козырьки и карнизы.

Структуры растворения, приуроченные к границам слоев, могут значительно изменить толщину этих слоев и форму их нижней и верхней поверхностей. Это хорошо видно, например, у формы *Inzeria tjomusi* Крылов, изображенной на табл. XVI, 4 и 5. На первый взгляд кажется, что слои соприкасаются друг с другом по неровной зубчатой поверхности, резко изменяются по толщине, а иногда совсем выклиниваются. В действительности и толщина, и характер нижней и верхней поверхностей слоев связаны со стилолитовыми и конформными поверхностями растворения.

Наконец, бывают случаи, когда в результате растворения уничтожается значительная часть столбиков и по стилолитовой поверхности в



Фиг. 15. Растворение части строматолитовых построек по стилолитовым поверхностям:
а — в — Южный Урал, миньярская свита

соприкосновение приходят различные участки строматолитовых построек (фиг. 15).

2. Структуры, связанные с перекристаллизацией карбонатной породы и внутренним перераспределением вещества в рифейских строматолитах Южного Урала, развиты чрезвычайно широко. При детальном изучении более 300 крупных шлифов ни разу не встретились остатки первичных клеточных микроструктур, зато во всех без исключения образцах были видны четкие следы процессов перекристаллизации.

Выяснение всех закономерностей этих процессов могло бы явиться темой для специальных исследований. Однако о некоторых закономерностях можно говорить уже сейчас.

К несомненно вторичным образованиям следует отнести прежде всего многочисленные прожилки кристаллического кальцита и доломита, рассекающие породу в различных направлениях. Наблюдениями над составом карбонатов, заполняющих трещины, и над соотношениями трещин друг с другом установлено по пяти разновозрастных систем трещин, выполненных различными по составу минералами в одном образце. Часто в результате простого протравливания кислотой пришлифованной поверхности образца становится наглядно видно различие между прожилками: кальцит растворяется, образуя глубокие борозды в породе, доломит же, наоборот, образует выступающие над поверхностью образца валики (табл. VIII, 1). Есть системы трещин, которые ограничиваются только пределами слоя, разбивая его на пластинки и образуя на продольных срезах структуру, напоминающую кирпичную кладку (табл. XXIII, 3). Другие трещины рассекают столбики или вмещающую их породу под различными углами к поверхности напластования. Трещины имеют различную толщину (от долей миллиметров до десятков сантиметров) и разную длину (от нескольких миллиметров до многих метров).

Несомненно вторичными структурами являются жеоды и стяжения, выполненные крупнокристаллическим кальцитом или доломитом. В их распределении можно подметить некоторые закономерности. Обычно пятна кристаллического доломита и известняка бывают приурочены к границам столбиков и вмещающей породы (табл. XXII, 2) или вытягиваются цепочкой вдоль поверхностей строматолитовых слоев. При этом нередко можно видеть их непосредственную связь с прожилками вторичного карбоната, рассекающими столбик (табл. XXVIII, 1). Если пятна светлого кристаллического доломита достаточно крупны и расположены в породе наискосок к слоям, пересекая несколько слоев или

захватывая одновременно участок столбика и вмещающей породы, то в этом случае их наложенный характер сомнений не вызывает. Но если такое пятно кристаллического карбоната «съедает» только часть слоя, для доказательства их вторичного происхождения иногда приходится проводить большую работу по выяснению минералогического состава, связи с трещинами и т. д. Именно такие обособленные пятна светлого кристаллического карбоната и описывает К. Б. Кордэ как «отпечаток воздушных полостей» или «воздушных пузырьков», которые возникали в слизистой пленке, окружавшей водоросли, и сохранились в твердой строматолитовой породе.

Наиболее часты случаи, когда в результате перекристаллизации возникают различные слоисто-пятнистые и слоисто-сгустковые структуры. Пятнистость их обуславливается скоплениями зерен различного размера с неравномерно распределенными темными углисто-глинистыми частицами. Размеры этих сгустков — от долей миллиметров до нескольких сантиметров. Следует подчеркнуть, что слоистость не исчезает даже в полностью перекристаллизованной породе. При перекристаллизации не могло не сказаться то обстоятельство, что столбики имеют слоистую текстуру, а межстолбиковое пространство — относительно однородно, что разные части строматолитового слоя различались размерами зерен и неравномерным распределением темных глинистых частиц и пр. При перекристаллизации изменяется размер зерен, но более чистый прозрачный карбонат дает светлый прослой, а более темный, глинистый, образует более темные полосы. Поэтому строматолитовая слоистая структура отчетливо видна даже в крупнозернистых мраморовидных известняках и доломитах.

Равномерная перекристаллизация в строматолитах встречается довольно редко. Гораздо чаще процессы перекристаллизации приводят к образованию сложного сочетания слоисто-сгустковых пятнистых структур. Часть этих пятен — остаток первичной структуры, другая часть (обычно более крупнозернистые и более светлые пятна) — образования вторичные. Структуры такого рода можно объединить в несколько типов: сгустково-пятнистые, линзовидно-пятнистые и др. Разнообразие таких структур обычно невелико; нередко можно встретить абсолютно идентичные структуры у строматолитов, взятых из очень удаленных друг от друга районов (табл. VIII).

Возможно, что такое сходство вторично-кристаллизационных структур свидетельствует о сходстве первичной строматолитовой структуры в этих образцах. Процессы перекристаллизации накладывались на одинаковый первичный фон, протекали примерно одинаково и создавали одинаковые структуры. Таким образом, сгустково-пятнистые структуры могут в какой-то мере отражать первично-водорослевую строматолитовую структуру и текстуру. Первичную строматолитовую текстуру и структуру породы можно сравнить с канвой, на которой накладывалась «вышивка» вторичных процессов. Первичная текстура давала каркас, общий план строматолитовой породы, а вторичные процессы создавали орнамент. Степень сохранности первичной текстуры и структуры определяется в первую очередь соотношением размеров первичных образований и зерен вторичного карбоната. Когда зерна вторичного доломита или кальцита становятся крупнее, чем первичные микроструктуры, очертания этих структур постепенно стираются и затушевываются. Как пример можно привести структуру строматолитовых слоев формы *Pseudokussiella aii* Kylov, изображенную на табл. XXXI, 3. Строматолитовые столбики этой формы имеют сгустково-слоистую структуру, которая хорошо видна, пока размер зерен не превышает размера сгустков. Но когда в процессе перекристаллизации зерна доломита становятся более крупными, чем эти сгустки, слоистая структу-

ра породы исчезает. Подобную картину можно наблюдать и у форм *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (табл. XXVIII, 6), и у многих других.

При детальном изучении иногда в одном шлифе можно видеть разные стадии перекристаллизации и проследить последовательные переходы от первичных строматолитовых структур к вторичным.

На табл. IX приведены микрофотографии разных участков одного и того же шлифа, представляющего собой продольный разрез столбика *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov. На этих фотографиях видны различные стадии перекристаллизации, изменяющие структуру породы.

Первичная структура слоев видна на табл. IX, 1; эти слои сложены тонкозернистым, довольно однородным доломитом. Границы между слоями четко отбиваются по темным углисто-глинистым прослойкам. Слои разбиты трещинками, выполненными светлым кристаллическим доломитом. Рассматривая взаимоотношения между кристаллическим доломитом из трещинок и доломитом, слагающим строматолитовый слой, мы видим, что в одних случаях граница прожилки четкая, в других — нерезкая, «размазанная». Эта нерезкость границы вызвана образованием вдоль прожилки осветленной вторичной каемки, сложенной доломитом со структурой, являющейся как бы промежуточной между тонкозернистым доломитом из строматолитового слоя и кристаллическим доломитом из прожилки.

На табл. IX, 2 показана следующая стадия, когда слой разбивается прожилками на кирпичики и края этих кирпичиков начинают постепенно скругляться, «разъедаться», замещаясь тем же осветленным среднезернистым доломитом.

Дальнейшее развитие процесса (табл. IX, 3) приводит к постепенному стиранию границ слоя. Отдельные участки с первичной тонкозернистой структурой приобретают овальные очертания, а сам слой превращается в цепочку линзочек.

В конечной стадии (табл. X, 1) от первичных слоев остаются небольшие реликты округлых очертаний, помещенные в среднезернистую слоистую массу вторичного доломита. Следует отметить, что слоистость не исчезла, во вторичном доломите отчетливо видно чередование более темных, обогащенных углисто-глинистым материалом прослоев и слоев более чистого карбоната.

Подобную картину можно видеть и на табл. VIII, 5. Строматолитовый слой распадается на «кирпичики», часть которых начинает «разъедаться» перекристаллизацией и приобретает линзовидные очертания. На табл. XVI, 3 показан участок продольного среза формы *Inzeria tjomusi* Krylov. Хорошо видно, как в краевой части столбика равномернoзернистая первичная структура слоя резко сменяется пятнисто-сгустковой вторичной структурой. В перекрывающем его слое перекристаллизация проявилась сильнее, и пятнисто-сгустковая структура начинается гораздо ближе к центру столбика.

У образца формы *Baicalia baicalica*, изображенного на табл. XI, 2, перекристаллизация почти полностью уничтожила первичную структуру, и если бы не сохранились маленькие участки с тонкозернистым доломитом (табл. XI, 1), то у нас не было бы никаких критериев для определения первичности или вторичности его структуры.

Но таких образцов, где можно видеть одновременно и первичнозернистую и вторичнопятнистую структуру слоев, встречается немного. У строматолитов групп *Kussiella* (табл. V, VI), *Gymnosolen* (табл. XXVIII, XXIX), *Minjaria* (табл. XXI, XXII), *Pseudokussiella* (табл. XXXI, XXXII) все участки столбиков имеют пятнисто-сгустковую зернистую структуру, и нет никаких оснований для выводов о первичности или вторичности этой структуры.

В результате сравнения результатов карбонатных анализов можно

высказать предположение, что в более чистых известняках и доломитах процессы перекристаллизации идут более равномерно и приводят к образованию довольно однородных пятнисто-сгустковых структур. В более глинистых строматолитовых породах перекристаллизация шла более неравномерно, и именно в них сохраняются реликтовые участки первичной структуры. Глинистые примазки иногда являются резкими границами двух довольно различных по степени перекристаллизации участков породы. На табл. XXVIII, 6 видна тонкая глинистая примазка по стилолитовому шву, отделяющему столбик от вмещающей породы. Доломит, слагающий столбик, довольно сильно перекристаллизован. Вмещающая порода по другую сторону от глинистой примазки имеет тонкозернистую структуру. На табл. XXVIII, 5 мы видим обратную картину: более сильно перекристаллизована вмещающая порода; глинистая примазка четко отделяет ее от более тонкозернистой породы, слагающей столбик. Возможно, эти глинистые примазки служили препятствием для движения воды в процессе перекристаллизации.

Нет сомнений, что специальное исследование этих вопросов явилось бы очень интересным и много дало бы как палеонтологам для выяснения условий сохранения и изменения водорослевых структур, так и литологам, изучающим закономерности эпигенеза карбонатных пород. Но разработка этих вопросов — дело будущего.

Следует говорить, что под первичной строматолитовой структурой породы понималась структура породы к началу процесса перекристаллизации. Понятие «первичная» структура в этом случае очень условно, поскольку порода уже пережила этап диагенеза, с которым тоже связано немало процессов перераспределения вещества и соответствующей перестройки структуры породы.

Из приведенного материала видно, что многие структуры в строматолитах, несомненно, вторичные, неорганические. Поэтому на современной стадии изучения строматолитов следует воздержаться от использования различных сгустково-пятнистых структур неясного генезиса в качестве таксономических признаков. В дальнейшем, с накоплением материала и выяснением природы строматолитовых структур, безусловно появятся надежные критерии для отделения органогенных структур от неорганических образований.

3. Известно, что строматолиты являются карбонатными образованиями, и все теории, объясняющие их происхождение, исходят из предположения об осаждении водорослями карбонатов из окружающей воды. Но встречаются случаи, когда явно строматолитовые структуры образованы кремнем, кварцем или окислами железа. Детально эти образцы не изучались, но уже полевые наблюдения и предварительная обработка материала показывают, что во всех случаях мы имеем дело с явно вторичными, метасоматическими замещениями первичнокарбонатной строматолитовой породы.

На табл. XXXVI, 1 изображена глыба строматолитового доломита из бакальской свиты. Наикосей к напластованию среднезернистый доломит замещается кристаллическим сидеритом, который в краевой части глыбы в процессе выветривания заместился гидрогетитом и лимонитом. На табл. XXXVI, 3, 4 приведена фотография шлифа строматолита из досинийских отложений Китая (она была передана автору Г. И. Бушинским). Отчетливо видно, как первичный доломит, слагавший строматолитовую постройку (светлое), замещается гематитом (черное). На табл. XXXVI, 2 изображена строматолитовая структура во вторичном кварците, замещившем строматолитовый доломит.

Изучение этих явлений могло бы стать темой специальных исследований. Но это уже не имеет прямого отношения к вопросу о таксономических признаках строматолитов.

Глава шестая

ОПИСАНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ

Из приведенного в предыдущей главе анализа признаков строматолитов можно сделать следующие основные выводы, положенные в основу принятой в настоящей работе схемы описания строматолитов.

Предлагаемая классификация рифейских строматолитов предусматривает употребление бинарных латинских названий и строгое соблюдение всех правил палеонтологической и ботанической номенклатуры. Эта классификация — не биологическая, а искусственная морфологическая, с употреблением следующих систематических категорий: тип — подтип — группа — форма.

При изучении и описании строматолитов следует последовательно и подробно рассматривать: 1) строение и форму строматолитового биогерма; 2) строение и форму столбиков, образующих биогерм; 3) строение и форму слоев, слагающих столбик, и 4) структуру строматолитовых слоев. Характер биогермов служит основой при выделении наиболее крупных подразделений — типов и подтипов. По характеру столбиков выделяются группы и формы. Тип напластования, форма арок и структура слоев должны быть подробно охарактеризованы при описаниях форм, но на современной стадии изученности характер слоистости и микроструктуру вряд ли можно использовать как самостоятельные таксономические признаки. Отдельно коротко описываются вторичные процессы и структуры, образовавшиеся в результате этих процессов.

По характеру строения строматолитовых биогермов можно выделить следующие морфологические типы и подтипы строматолитов:

1. Тип пластовых строматолитов: «пластообразная постройка из микрослоев, протягивающихся через весь строматолит» (Королюк, 1960, стр. 121).

2. Тип столбчато-пластовых строматолитов: постройка состоит из столбиков, но встречается большое количество слоев, проходящих через весь биогерм.

3. Тип столбчатых строматолитов: постройка состоит из столбиков, отчетливо отделяющихся от вмещающей породы.

Тип столбчатых строматолитов по строению биогермов разделяется на четыре подтипа:

1) желваковые строматолиты — постройка представляет собой единичные обособленные столбики;

2) столбчато-желваковые строматолиты — биогерм состоит из тесно сближенных столбиков;

3) столбчатые ветвящиеся строматолиты — биогерм состоит из ветвящихся столбиков, отчетливо обособленных друг от друга и разделенных промежутками, выполненными вмещающей породой;

4) строматолиты группы *Conophyton* и связанные с ними формы (*Collenia frequens* Walcott и др.).

Выделение группы *Conophyton* и связанных с ней форм в самостоятельный подтип несколько противоречит принимаемому в этой работе принципу и проводится условно. Автор убежден, что детальное изучение конофитонов позволит по-иному подойти к их систематике, потому что, как уже говорилось, конические арки встречаются довольно часто у различных столбчатых строматолитов и не являются принадлежностью только одной какой-нибудь группы. Но пока недостаточная изученность этих строматолитов не дает возможности разделять их или включать в один из выделенных подтипов.

На группы разделяется только подтип столбчатых ветвящихся строматолитов. По типу ветвления столбиков, характеру наслоений и другим признакам выделяется восемь морфологических групп:

1. *Kussiella* — поперечно-ребристые субцилиндрические и уплощенные столбики, ветвящиеся путем последовательного распада широкого столбика на более узкие. Слои свисают с краев столбика карнизом по всему его периметру.

2. *Baicalia* — узловатые, напоминающие клубень картофеля столбики. Ветвление на два новых столбика с характерным пережимом в основании ответвляющегося столбика. Слои свисают с краев столбика козырьками.

3. *Inzeria* — узловатые неровные субцилиндрические столбики с мелкой поперечной ребристостью. Ветвление сложное: в главном столбике образуется нишеподобное углубление, в котором помещаются ответвляющиеся столбики. Слои выклиниваются на разном расстоянии от краев столбика, не облекая его боковую поверхность, но и не образуя крупных козырьков или карнизов.

4. *Minjaria* — субцилиндрические гладкие столбики. Ветвление на два, редко на три новых столбика без перехватов и пережимов, напоминающее разветвление ствола дерева. Слои облекают боковую поверхность столбика; карнизов или козырьков нет.

5. *Jurusania* — очень редко ветвящиеся субцилиндрические столбики, по форме и характеру ветвления близкие к строматолитам *Minjaria*, но отличающиеся характером боковой поверхности столбиков: слои не облекают столбики, а свисают с их краев, образуя козырьки.

6. *Gymnosolen* (Steinmann, 1911) — гладкие столбики непостоянного диаметра, с раздувами и пережимами, со сложным кустистым ветвлением. Иногда слои многократно облекают боковую поверхность столбиков.

7. *Pseudokussiella* — гладкие столбики с частым и сложным ветвлением. При ветвлении столбик резко расширяется, а затем ветвится по типу простого последовательного распада широкого столбика на более узкие. Слои облекают боковую поверхность столбиков; козырьков и карнизов нет.

8. *Katavia* — субцилиндрические столбики, напоминающие формой и характером ветвления строматолиты группы *Minjaria* и *Gymnosolen*, но образованные узловатыми, неровными микрослоями. Слои плотно облекают боковую поверхность столбиков, но из-за их узловатости и неравномерной толщины боковая поверхность столбика имеет мелкобугорчатый вид.

В состав групп *Baicalia* и *Gymnosolen* входит по несколько форм, выделяемых главным образом по различию в морфологии столбиков. В состав остальных групп входит только по одной форме.

Предлагаемая схема (табл. 4) охватывает только строматолиты, непосредственно изучавшиеся автором, и не исключено, что часть выделяемых форм может повторять уже описанные формы. Автор старался избежать этого, просматривая голотипы и топотипы из коллекций

Таблица 4

Предлагаемая классификация столбчатых ветвящихся строматолитов

Подтип	Биогерм	Столбик			
		Ветвление	Форма	Боковая поверхность	Группа
Столбчатые ветвящиеся строматолиты	Крупные биогермы и пласты, сложенные четко обособленными ветвящимися столбиками, разделенными вмещающей породой	«Мутовчатое»	Субцилиндрические, с раздувами в местах ветвления	Гладкая	<i>Pseudokussiella</i>
		Кустистое	Субцилиндрические, изогнутые, с раздувами и пережимами	Гладкая, иногда многократное облекание	<i>Gymnosolen</i>
		На два-три столбика, подобно разветвлению ствола дерева	Субцилиндрические, ровные столбики	Мелкобугорчатая, без козырьков	<i>Katavia</i>
				Гладкая, иногда многократное облекание	<i>Minjaria</i>
				Гладкая, иногда с длинными козырьками	<i>Jurusania</i>
		На несколько столбиков, с углублением в основном столбике	Неровные, узловатые субцилиндрические столбики	Мелкая поперечная ребристость без крупных козырьков и карнизов	<i>Inzeria</i>
		На два столбика, с пережимами	Клубнеподобные узловатые столбики	Крупнобугорчатая, с козырьками	<i>Baicalia</i>
Простое последовательное распадение	Субцилиндрические прямые столбики	Поперечная ребристость, с карнизом	<i>Kussiella</i>		

В. П. Маслова и И. К. Королюк, хранящиеся в Геологическом институте АН СССР и в Институте геологии и разведки горючих ископаемых АН СССР.

Сравнение с формами, известными только по литературе, вызывает большие затруднения. Как правило, основные признаки строматолитов — форма столбиков и характер ветвления — не учитывались исследователями, и по описаниям и изображениям случайных срезов трудно составить представление об этих признаках. Но в тех случаях, когда с известной долей условности сопоставления все-таки можно провести, такие сопоставления делаются с соответствующими оговорками.

- 1934? *Gymnosolen sibiricus*. Н. Н. Яковлев. О находке мурманского рода *Gymnosolen* в нижнем кембрии Восточной Сибири. Докл. АН СССР, новая серия, 2, стр. 589—590, рис. 1—3.
1939. *Collenia buriatica* (Partim.) В. П. Маслов. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 5, табл. 1, 1.
1960. *Collenia kussiensis*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 895—896, рис. 1, а.
1960. *Collenia kussiensis*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 35, рис. 1, 9 и 2, 1.

Тип группы. *Kussiella kussiensis* (Maslov) Krylov, саткинская свита рифея Южного Урала.

Диагноз. Прямые поперечноребристые субцилиндрические столбики с округлым или эллипсовидным поперечным сечением. Ветвление путем простого последовательного распада широкого столбика на более узкие. Краевые части слоев, слагающих столбик, иногда прилегают к его боковой поверхности, чаще свисают по всему периметру столбика, образуя карнизы.

Сравнение. В небольших образцах иногда похожи на формы группы *Minjaria*, но отличаются от них типом ветвления и поперечно-ребристыми столбиками; от поперечно-ребристых столбиков группы *Inzeria* отличаются, помимо способа ветвления, значительно более крупными размерами поперечных валиков и карнизов. От группы *Pseudokussiella* отличаются поперечно-ребристыми столбиками, наличием карнизов и типом ветвления.

Состав группы. Кроме типовой формы, к группе *Kussiella*, возможно, относится форма, описанная Н. Н. Яковлевым как *Gymnosolen sibiricus* Jakovlev. Однако нельзя сделать окончательный вывод, основываясь на изображениях единичных срезов.

Геологический возраст и распространение. Нижний рифей, саткинская свита Южного Урала; нижние горизонты билляхской свиты северного склона Анабарского массива; возможно, учурская серия Учуро-Майского района.

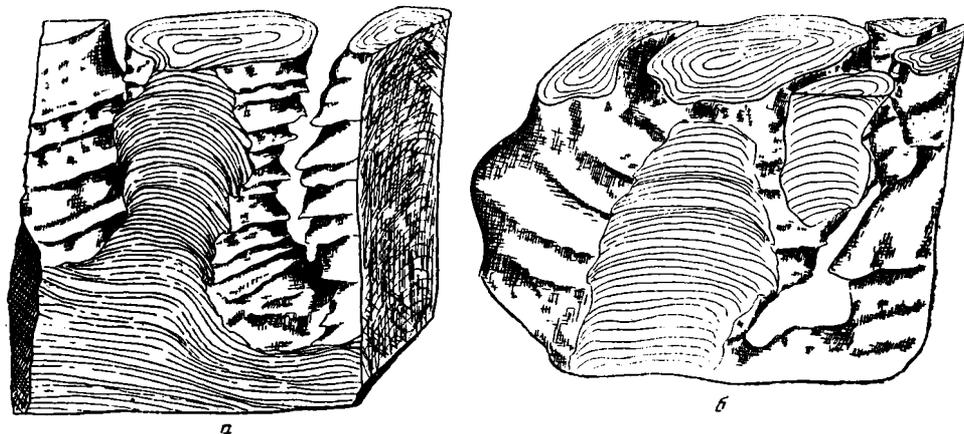
Kussiella kussiensis (Maslov) Krylov

Табл. I—V; фиг. 16, 17

1939. *Collenia buriatica* (Partim.) В. П. Маслов. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 5, табл. 1, 1.
1960. *Collenia kussiensis*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифе Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 895—896, рис. 1, а.
1960. *Collenia kussiensis*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 35, рис. 1, 9 и 2, 1.

Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/419, саткинская свита, Южный Урал, правый берег, р. Бердяш, против устья р. Топкого.

Описание. Ровные прямые субцилиндрические столбики, расположенные вертикально в пласте. Поперечное сечение округлое, овальное или эллипсовидное, иногда сильно вытянутое. Ширина столбиков от 30—40 см в нижней части до 1 см в верхней; высота более 2 м. Рост биогерма начинается с возникновения очень широкого столбика, который выше последовательно распадается на более узкие, так что в плане окружности верхних узких столбиков вписываются в контур нижнего, широкого, не выходя за его пределы. У краев столбика слои утоняются,



Фиг. 16. Форма столбиков *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov. Уменьшено в $2\frac{2}{3}$ раза:
а — б — Южный Урал, саткинская свита, район ст. Бердяуш

подгибаются вниз, иногда прилегают к подстилающему слою, чаще свисают с краев столбика, образуя карнизы по всему периметру.

Слоистость. Отчетливая; чередуются более светлые и более темные прослои тонкозернистого доломита толщиной 0,2—0,5 мм, иногда до 1 мм.

Форма арок (табл. III, IV). Слои изогнуты куполовидно с различной степенью выпуклости и разной формой арок. Встречаются куполовидные полусферические арки (слои 11, 110—113 и др.), уплощенно-коробчатые (слои 21—24, 140—149), сильно выпуклые, бокаловидные (слои 4—8) и конические (слои 164—166, 198 и др.).

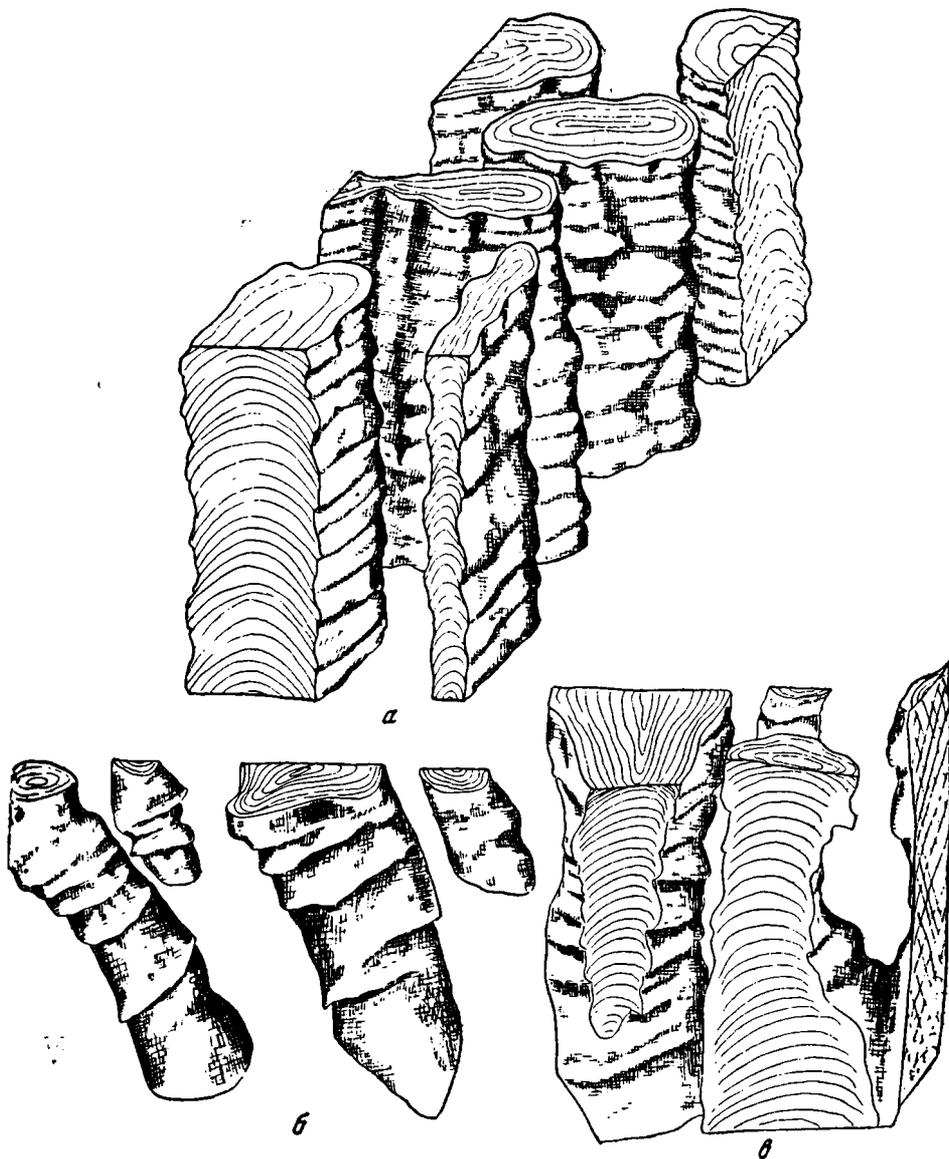
Структура слоев. Можно выделить три основных типа слоев, слагающих столбики.

1. Слои, образованные среднезернистым светлым доломитом. Зерна доломита обычно изометричных очертаний, размеры в нижней части слоя до 0,2—0,3 мм. Структура равномернозернистая. Нижняя граница слоя резкая, неровная. В верхней части слоя наблюдается постепенное обогащение углисто-глинистым материалом, уменьшается размер зерен, светлый карбонат постепенно переходит в тонкозернистый темный доломит слоя 2.

2. Слои, образованные тонкозернистым темным доломитом. Зерна округлые и угловатые, размером до 0,01—0,03 мм. Темная окраска их обусловлена мелкораспыленными глинистыми частицами. В нижней части слоя их меньше, в верхней больше, отчего и окраска слоя неравномерна. Как уже отмечалось, в нижней части слой типа 2 связан постепенным переходом со слоем типа 1 и является верхней частью ритма. Верхняя граница резкая, имеет обычно неравномерно-бугристые очертания (табл. V, 1).

3. Кроме того, встречаются слои с неравномернозернистой структурой и пятнистой окраской. Слой состоит из сгустков, комочков средней тонкозернистого доломита с неравномерно распыленными в них глинистыми частицами. Сгустки имеют форму линзочек и пятен неправильной формы. Часто эти сгустки и линзочки образуют на срезе как бы цепочку, вытянутую по наслоению (табл. V, 2, 3).

Какая-либо связь структуры слоев с формой арок у строматолитов группы *Kussiella*, как и у строматолитов других групп, не наблюдается.



Фиг. 17. Форма столбиков *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov. Уменьшено в 2 раза.
Южный Урал, саткинская свита:

а — р. Ай около г. Куса; б, в — район ст. Бердяуш

Вмещающая порода. Столбики разделены тонкозернистым светло-серым доломитом, иногда слоистым, чаще без определенной ориентировки зерен. Местами в этом доломите заключены темно-серые комочки и сгустки, похожие на обломки строматолитовых слоев. Граница столбика и вмещающей породы четкая, неровная, слои свисают с краев столбика (табл. VI, 1).

Вторичные изменения. Несомненно, вторичными являются структуры растворения — не крупные стилолитовые швы, совпадающие обычно с верхней границей слоев типа 2, а также мелкие прожилки и

гнезда кристаллического доломита, рассекающие столбик (табл. VI, 2; табл. V, 2, 3). Послойное растворение было, очевидно, небольшим — доли миллиметра.

Возможно, с явлениями перекристаллизации связана отчасти пятнистая структура слоев: пятна светлого среднезернистого доломита, местами как бы «разъедающие» слои, весьма похожи на участки вторичного кристаллического доломита (табл. V, 2, 3).

З а м е ч а н и е. Первоначально В. П. Маслов (1939₂) относил описываемую форму к *Collenia buriatica* Masl. Несколько позже, определяя строматолиты с р. Ай из разреза у г. Куса (коллекция М. И. Гараня), он рассматривал эту форму как новый вариант — *Collenia buriatica* var. *kussiensis* Masl. Описание варианта опубликовано не было, но название неоднократно упоминается в литературе (Гарань, 1946; Олли, 1948; Келлер, 1952 и др.). Учитывая своеобразные формы, автор счел возможным рассматривать ее как самостоятельную — *Collenia kussiensis* Maslov (Крылов, 1960₂).

Геологический возраст и распространение. Нижний рифей, саткинская свита в районе ст. Бердяуш и около г. Куса (разрез по р. Ай); нижняя часть билляхской свиты западного склона Анабарского массива (разрезы по рекам Котуйкан и Фомич).

М а т е р и а л. 18 образцов из двух обнажений.

ГРУППА *BAICALIA* KRYLOV, GR. N.

1937. *Collenia baicalica*. В. П. Маслов. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 2—3. стр. 287, табл. 4, 2, 4; рис. 8.
1937. *Collenia baicalica*. В. П. Маслов. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири. Там же, стр. 331, табл. 2, 1, рис. 1.
1960. *Collenia baicalica*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 896, рис. 1, б.
1960. *Collenia baicalica*. М. А. Семихатов. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района. Докл. АН СССР, 135, № 6, стр. 1480—1481, рис. 1, а, в, рис. 4, а.
- 1960? *Planocollina serrata*. И. К. Королюк. Строматолиты нижнего кембрия и протерозоя Иркутского амфитеатра. Труды Ин-та геол. и разраб. горюч. ископаемых, т. 1, стр. 134—135, табл. 8, 1, 2.
1960. *Collenia baicalica*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 36—37, рис. 1, 4, 7, 8, рис. 2, 4.

Тип группы. *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov, улунтуйская свита Прибайкалья.

Д и а г н о з. Клубнеподобные крупнобугристые столбики. Ветвление на два, реже на несколько новых столбиков с пережимом в местах ответвления. Краевые части слоев местами облекают боковую поверхность столбиков, а иногда свисают с их краев, образуя козырьки различных размеров.

С р а в н е н и е. Типом ветвления и клубнеподобной формой столбиков строматолиты группы *Baicalia* отчетливо отличаются от форм других групп. Похожие столбики иногда встречаются в группе *Inzeria*, но для *Inzeria* характерно более сложное ветвление, с отделением нескольких столбиков и образованием в главном столбике нишеподобного углубления. Кроме того, у *Baicalia* обычно бывают крупные козырьки, которые у строматолитов группы *Inzeria* встречаются редко и имеют небольшие размеры.

С о с т а в г р у п п ы. Две формы.

З а м е ч а н и е. М. А. Семихатов (1962), полностью соглашаясь с приведенным выше диагнозом группы *Baicalia*, дальнейшее разделение

на формы проводит по характеру структуры строматолитовых слоев, выделяя пять форм. Таксономическое значение структуры строматолитовых слоев мне представляется неясным, и выделение форм в данной работе проводится по различию в морфологии построек.

Геологический возраст и распространение. Средний и, возможно, нижняя часть верхнего рифея. Авзянская свита Южного Урала; клыктанская свита Среднего Урала; свиты сухотунгусинская, деревнинская, Буровой и шорихинская Туруханского района; свиты Карточки, джурская и Серого ключа Енисейского края, улунтуйская свита Прибайкалья, нижняя часть боксонской свиты Восточного Саяна, эннинская, лахандинская и ципандинская свиты Учуро-Майского района, верхняя оввская свита Тянь-Шаня, возможно, средняя часть билляхской свиты западного склона Анабарского массива, средние горизонты синийской системы Китая в районе г. Фусун.

Baicalia baicalica (Maslov) Krylov

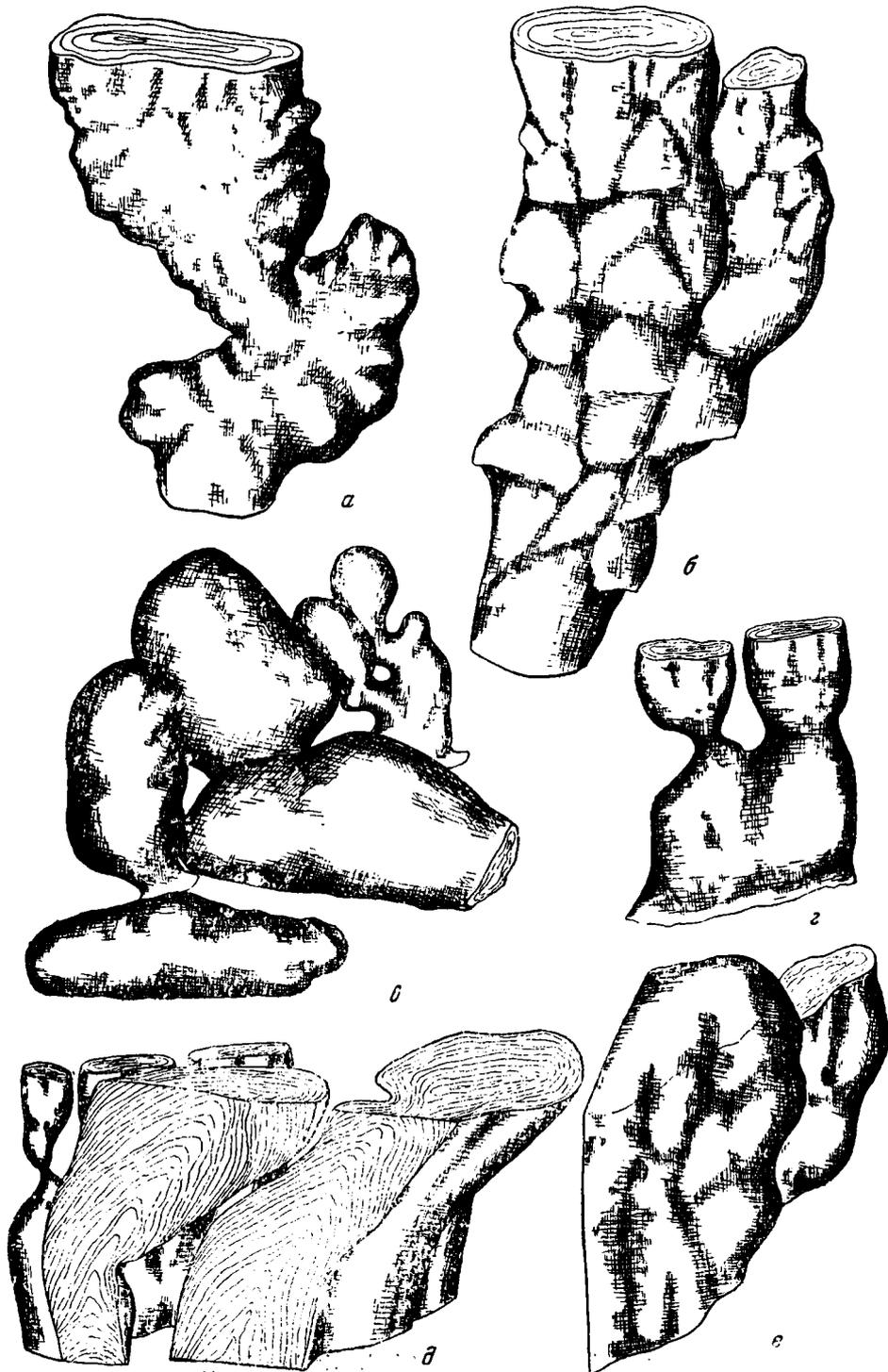
Табл. VII—XI; фиг. 18—20, а — д

1937. *Collenia baicalica*. В. П. Маслов. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 2—3, стр. 287, табл. 4, 2, 4, рис. 8.
1937. *Colleria baicalica*. В. П. Маслов. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири. Там же, стр. 331, табл. 2, 1, рис. 1.
- 1939? *Collenia baicalica*. В. П. Маслов. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 5, табл. 1, 3.
1960. *Collenia baicalica*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 896, рис. 1, б.
1960. *Collenia baicalica*. М. А. Семихатов. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района. Докл. АН СССР, 135, № 6, стр. 1480—1481, рис. 1, а, в, рис. 4, а.
1960. *Planocollina serrata*. И. К. Корольюк. Строматолиты нижнего кембрия и протерозоя Иркутского амфитеатра. Труды Ин-та геол. и разраб. горюч. ископаемых, т. 1, стр. 134—135, табл. 8, 1, 2.
1960. *Collenia baicalica*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 36—37, рис. 1, 4, 7, 8, рис. 2, 4.

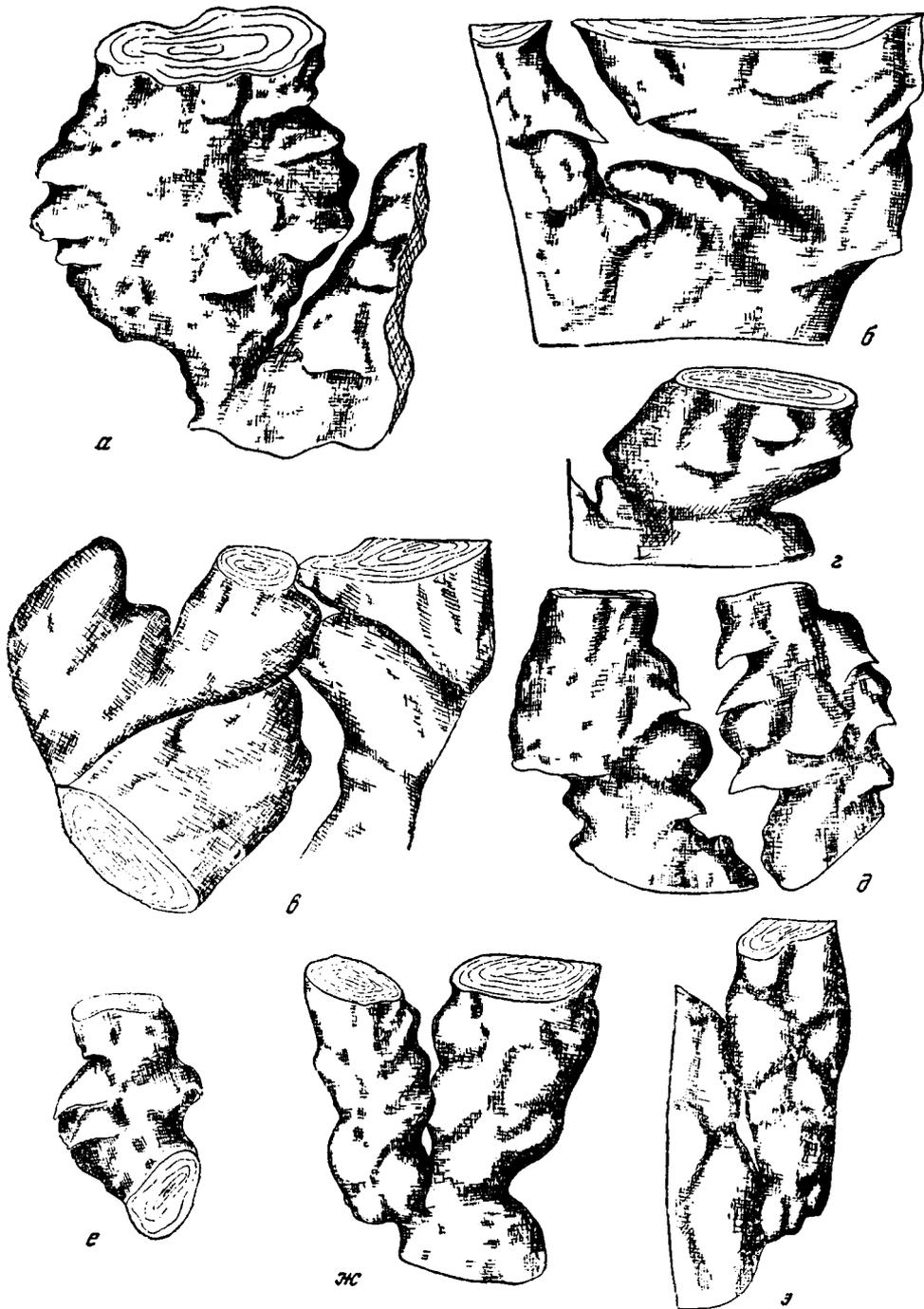
Топотип. ГИН АН СССР, № 56/8-а, улунтуйская свита Прибайкалья, падь Кадильная (коллекция В. П. Маслова).

Описание. Узловатые клубнеподобные столбики, расположенные вертикально и наклонно в пласте. Поперечное сечение округлое или овальное, с волнистыми краями из-за бугристости столбиков. Толщина столбиков от 2—3 до 10—12 см в широкой части и от 0,5 до 1—2 см в местах пережимов в основании ответвляющихся столбиков; высота до 10—15 см; общая высота постройки достигает 1,5—2 м. Ветвление двумя способами: 1) столбик дихотомически разделяется на два новых столбика с пережимом в основании ответвляющихся столбиков (фиг. 20, в); 2) от широкого столбика сбоку ответвляется более узкий новый столбик, тоже имеющий пережим в основании (фиг. 18, а). Оба способа ветвления наблюдаются вместе, у соседних, рядом расположенных столбиков. Краевые части слоев изгибаются книзу и обычно облекают боковую поверхность столбиков, но нередко свисают с его краев, образуя козырьки различных размеров.

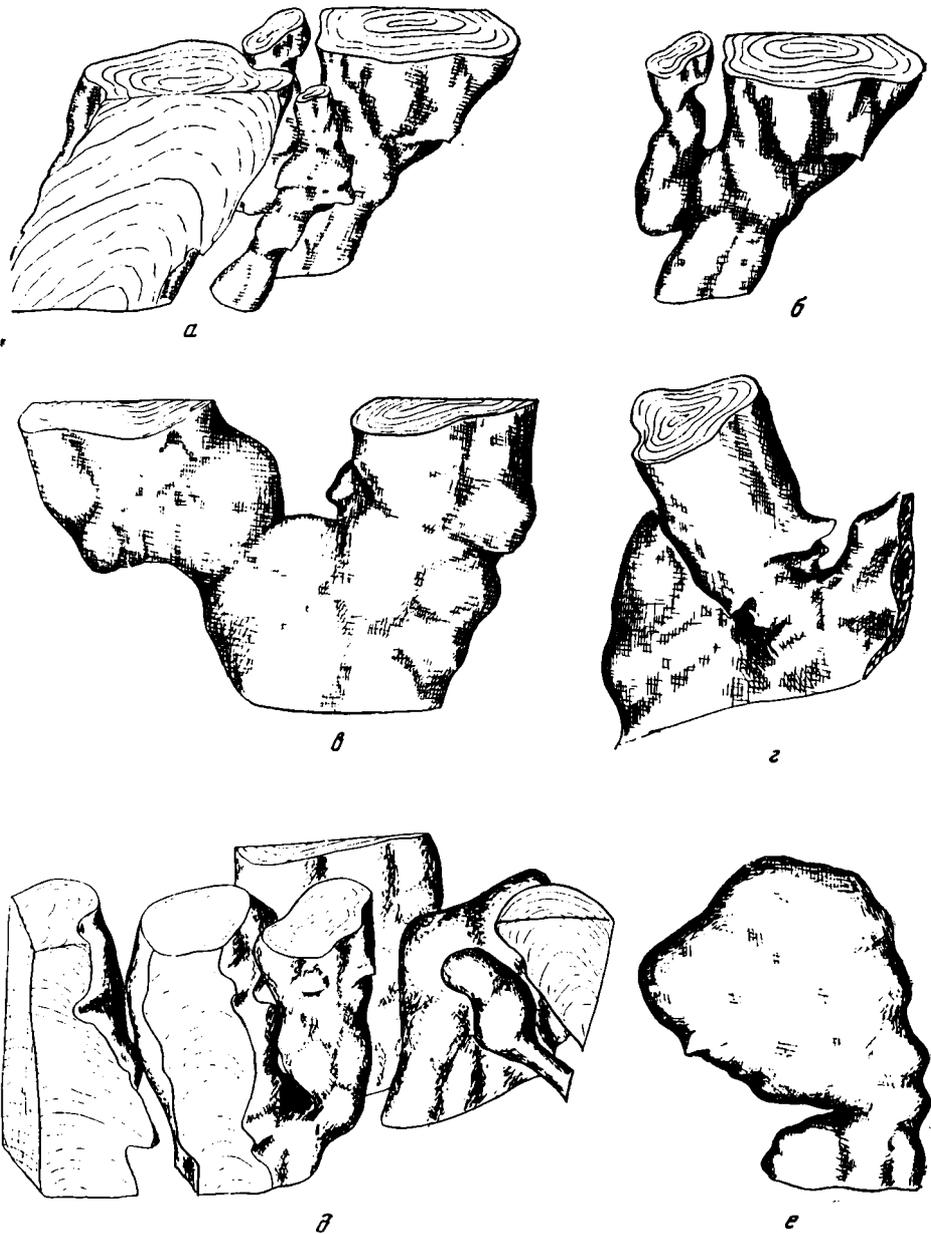
Слоистость. Видна по-разному в различных образцах. Чередуются невыдержанные прослой более светлого и более темного неравномерно окрашенного доломита толщиной от 0,5 до 1—2 мм. Местами границы между слоями подчеркиваются примазками глинистых частиц или прожилками светлого кристаллического доломита, но обычно эти границы очень нечеткие. Особенно плохо видна слоистость в сильно перекристаллизованных образцах. Нередки случаи, когда трудно



Фиг. 18. Форма столбиков *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov. Уменьшено в 2 раза:
 а — Прибайкалье, улунтуйская свита (топотип, колл. В. П. Маслова); б — е — Южный Урал,
 авзянская свита; б — д — район Верхнего Авзяна; е — река Малый Инзер, около пос. Катаскин

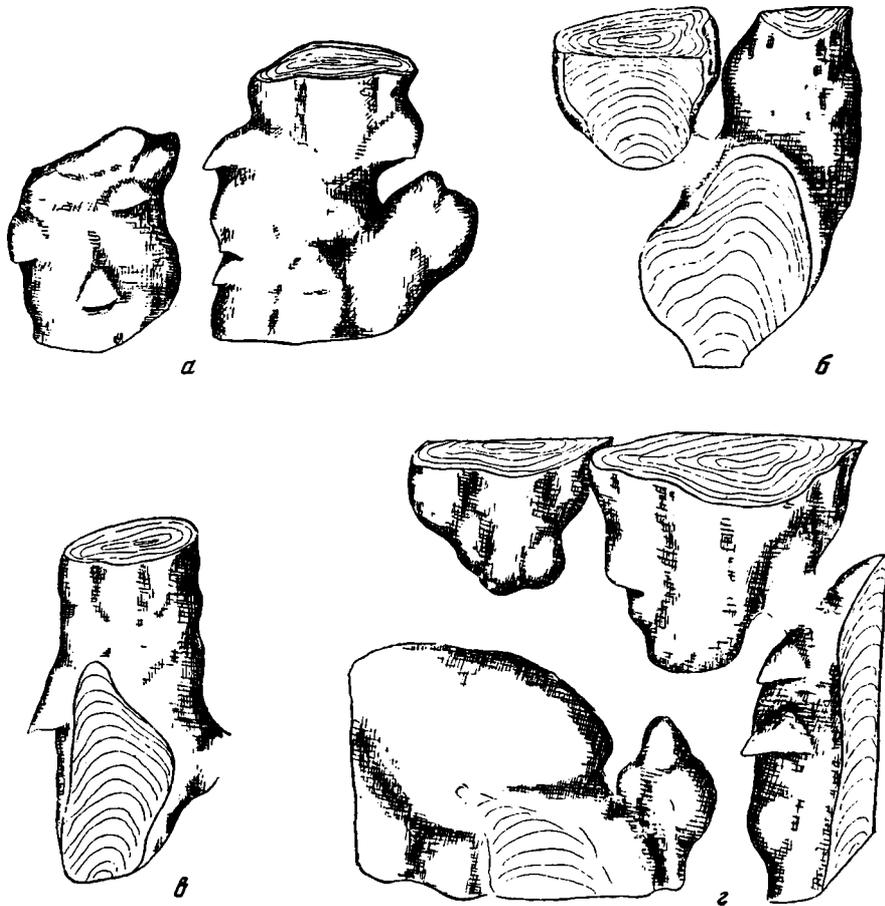


Фиг. 19. Форма столбиков *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov. Уменьшено в 2 раза.
 Южный Урал, авзянская свита:
 а — река Большой Инзер; б — в — район дер. Первуха; ж, з — район Верхнего Авзяна



Фиг. 20. Форма столбиков *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov (a—d) и *Baicalia kirgisia*, f. n. (e). Уменьшено в 2 [раза:

a—e — Южный Урал, авзянская свита, район Верхнего Авзяна; г — Прибайкалье, улунгуйская свита (колл. В. П. Маслова); d — Средний Урал, клыктанская свита (колл. В. С. Кротова); e — Тянь-Шань, верхняя овская свита (колл. В. Г. Королева)



Фиг. 21. Форма столбиков *Baicalia* (?) sp. Уменьшено в 2 раза:
 а — г — Китай, синийская система из района г. Фусуна (колл. Ю. А. Ходака)

бывает определить даже очертания столбиков, и приходится прибегать к протравливанию поверхностей срезов кислотой, чтобы различить строматолитовый рисунок на распилах. Но встречаются образцы и с более отчетливой слоистостью и четким отделением столбиков от вмещающей породы.

Форма арок. В общем арки полого выпуклые, но могут резко меняться в пределах одного и того же столбика. Обычно степень выпуклости уменьшается в широких частях столбиков, где встречаются почти совсем плоские арки (табл. VII, слои 28—31), и увеличивается в узких участках, где встречаются крутосыпуклые, иногда бокаловидные арки (табл. VII, слои 32—36).

Структура слоев. Чрезвычайно разнообразна. Возможно, это объясняется в значительной степени неравномерной перекристаллизацией изучавшихся образцов. Поэтому нельзя дать какой-то обобщенной характеристики структур и приходится говорить об отдельных типах структур, наблюдающихся в разных образцах.

Для образца, взятого за топотип (ГИН № 56/8-а, улунтуйская свита Прибайкалья, колл. В. П. Маслова), характерна нечеткая слоистость,

обусловленная чередованием вытянутых полос и линз доломита двух типов.

1. Невыдержанные слои, линзы и вытянутые по слоистости скопления темного тонкозернистого доломита. Их слагают угловатые и округлые зернышки доломита размером до 0,01 мм. В породе распылены тонкие углисто-глинистые частицы, обуславливающие ее темную окраску. Обычно они распределены в породе довольно равномерно, но иногда образуют темные сгустки, вытянутые по напластованию, из-за чего в пределах этих темных слоев слабо намечается полосчатость (табл. VIII, 2—3).

2. Линзы и пятна неправильных очертаний, сложенные светлым среднезернистым кристаллическим доломитом. Образующие их зерна доломита округлой, угловатой или ромбовидной формы размером от 0,5—0,7 мм. Эти включения кристаллического доломита как бы разделяют слои тонкозернистого доломита первого типа, и столбик приобретает сложную петельчато-ячеистую структуру. В центральной части столбика включения кристаллического доломита типа 2 преобладают над темным тонкозернистым доломитом (табл. VIII, 3), в краевых частях обычно наблюдается обратное.— преобладает темный слоистый доломит типа 1 (табл. VIII, 2). Граница между кристаллическими включениями и вмещающим их темным тонкозернистым доломитом очень четкая, резкая, что обусловлено прежде всего различием в окраске породы и в размерах зерен. Иногда эта граница подчеркивается тонкой темной глинистой примазкой.

Межстолбиковое пространство заполнено пятнистым крупнокристаллическим доломитом (табл. XI, 6). Размеры зерен до 5—6 мм. Пятнистость обусловлена большим количеством тонких прожилков светлого кристаллического доломита, разделяющего темные зерна, и наличием пятен более светлого кристаллического доломита. Какой-либо закономерности в ориентировке зерен не видно.

Похожие структуры встречены и в образцах *Baicalia baicalica* из авзянской свиты района дер. Первуха (Южный Урал); здесь тоже видна сложная ячеисто-петельчатая структура, обусловленная сочетанием пятен, линз и сгустков темного тонкозернистого доломита и светлого среднезернистого кристаллического доломита (табл. VIII, 4).

В других слоях того же самого образца встречаются и более сложные образования— сгустки и линзы из комочков темного тонкозернистого доломита, сцементированных светлым среднезернистым кристаллическим доломитом (табл. X, 5). В другом образце *Baicalia baicalica*, взятом из того же обнажения, удается видеть все стадии постепенного перехода от слоев, сложенных тонкозернистым доломитом с однородной структурой, до участков с полосчато-крупнозернистой структурой (табл. IX, 1—3 и табл. X, 1). Подробнее эти явления описаны выше. Вмещающая порода представляет собой доломит, состоящий из темных сгустков, сцементированных более крупнозернистым светлым доломитом (табл. XI, 6).

В образцах из авзянской свиты района пос. Авзян столбики сложены чередующимися светлыми и темными слоями, образованными среднезернистым кристаллическим доломитом. Разница в окраске обусловлена неравномернополосчатым распределением темных глинистых частиц (табл. X, 2—3). Но и здесь в отдельных слоях встречаются линзовидные участки, сложенные однородным тонкозернистым доломитом.

Вторичные изменения. Прежде всего следует упомянуть о большом количестве структур растворения, которое шло как по конформным, так и по стилолитовым поверхностям. Встречается много прожилков и гнезд, сложенных крупнозернистым кристаллическим кальцитом и доломитом. На табл. VIII, 1 видны прожилки по крайней мере

двух типов, выполненные кальцитом (он растворился при протравливании кислотой, образовав темные борозды) и доломитом (образует белые выступающие над поверхностью шлифовки валики). Крупные прожилки кальцита и доломита видны почти на всех фотографиях (табл. VIII, 3, 4; табл. XI, 4).

Образование сложных ступцково-петельчатых структур в значительной степени связано с явлениями перекристаллизации. Это явление отчетливо видно на табл. VIII, 4 и 5 и на табл. X, 4—5. Подробно все это описано выше, в разделе, посвященном структурам пород и вторичным процессам. Изучение шлифов позволяет сделать вывод, что сложная ячеисто-петельчатая структура образцов из Прибайкалья (табл. VIII, 2—3) и из района дер. Первуха (табл. VIII, 4) образуется вследствие разрастания участков вторичного светлого среднезернистого доломита, «разъедающего» тонкозернистый темный доломит, первоначально слагавший слои. Темные пятна сложных очертаний — реликты первоначальной структуры.

Зернисто-полосчатая структура образцов из района Авзяна очень похожа на вторичнозернистую структуру образцов района Первухи (табл. X, 1 и 3). Твердых доказательств вторичного характера этой структуры нет, но встречающиеся участки тонкозернистого доломита в этом образце (табл. X, 2) дают основание предположить, что это — реликты первичной структуры.

Сравнение. Клубнеподобной формой столбиков и способом ветвления с пережимом ответвляющихся столбиков резко отличается от других строматолитов. От *Baicalia kirgistica* Krylov отличается клубнеподобными, неуплощенными столбиками.

Геологический возраст и распространение. Средний рифей. Авзянская свита юрматинской серии Южного Урала; клыкчанская свита среднего Урала; улунтуйская свита Прибайкалья; верхняя овская свита Тянь-Шаня.

Материал. 50 образцов из четырех точек Южного Урала: в пос. Авзян, у пос. Первуха, из района среднего течения р. Большой Инзер и с р. Малый Инзер в 2 км выше пос. Реветь; восемь образцов из двух точек Тянь-Шаня: с р. Каракол и р. Джельдысу; шесть образцов со Среднего Урала, р. Межевая Утка у пос. Висимо-Уткинск, два образца из Прибайкалья, падь Кадильная.

Baicalia kirgistica Krylov, f. n.

Табл. VII, 3; фиг. 20, e

Голотип. ГИН АН СССР, № 3570/1, овская свита. Тянь-Шань, правый берег долины р. Джельдысу, в 4 км выше поселка рабочих конезавода.

Описание. Сильно сплюснутые с боков клубнеподобные столбики, расположенные вертикально или наклонно в пласте. В поперечном сечении они образуют вытянутый овал с неровными волнистыми краями. Толщина столбиков (по короткой оси) до 1—1,5 см, ширина (по длинной оси) от 5—6 до 10—20 см, высота от 7—8 до 10—15 см. Общая высота постройки достигает 60—70 см. Ветвление на два новых столбика с резким пережимом в основании ответвляющихся столбиков. Слои в краевой части столбиков подгибаются книзу и иногда облекают столбики, иногда свисают с его краев, образуя некрупные козырьки.

Слоистость. Довольно отчетливая; чередуются невыдержанные по толщине слои более светлого и более темного доломитизированного и слабо окремленного известняка толщиной от долей миллиметра до 4—5 мм. Границы между слоями иногда подчеркиваются тонкими глинистыми темноокрашенными примазками.

Форма арок. Арки в вертикальном сечении по продольной оси столбика в общем куполовидные пологовыпуклые. В узкой части, у основания столбиков арки более крутовыпуклые, в широкой части столбиков нередко имеют коробчатую форму: они почти плоские в середине столбика и резко подгибаются книзу у его краев. В вертикальном сечении вдоль короткой оси столбиков арки крутовыпуклые, иногда коробчатые, иногда островершинные, близкие к коническим.

Сравнение. Сильной сплюснутостью столбиков описываемая форма резко отличается от *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov и от других столбчатых ветвящихся строматолитов. Этот признак сближает их со строматолитами группы *Pitella Semikhatov* (Семихатов, 1962), однако другие признаки — клубнеподобная форма столбиков и способ ветвления — сближают их с *Baicalia*.

Замечание. Описываемые строматолиты встречены только в разрезах Тянь-Шаня (сборы В. Г. Королева, В. В. Киселева и автора). Для детального описания всех признаков необходимы дополнительные сборы образцов и их детальное изучение. Это не входило в задачу предлагаемой работы. Однако представлялось целесообразным поместить здесь краткое описание данной формы для более полного представления о характере строматолитов выделяемой группы *Baicalia*.

Геологический возраст и распространение. Средний рифей, верхняя оввская свита Тянь-Шаня.

Материал. Четыре образца с р. Джельдысу, оввская свита, Тянь-Шань.

ГРУППА *INZERIA* KRYLOV GR. N.

Тип группы. *Inzeria tjomusi*, f. n.; катавская свита рифея Южного Урала.

Диагноз. Узловатые неровные субцилиндрические столбики с мелкой поперечной ребристостью. Ветвление сложное и своеобразное: от основного столбика отделяются вбок один или несколько новых столбиков меньшего диаметра, иногда с пережимом в основании. Основной столбик продолжает свой рост, но в нем образуется нишеподобное углубление, в котором помещаются дочерние столбики. Боковая поверхность мелкобугристая. Слои подходят к боковой поверхности столбика под разными углами и оканчиваются на различном расстоянии от края, что обуславливает мелкую поперечную ребристость столбиков. Облеkanie столбика краевыми частями слоев встречается редко, козырьки редки и имеют небольшие размеры.

Сравнение. В отдельных случаях ответвление узловатых столбиков с пережимом в основании похоже на ветвление форм *Baicalia*. Но у строматолитов группы *Inzeria* обычно наблюдается более сложное ответвление сразу нескольких столбиков. Кроме того, у *Baicalia* нет характерных нишеподобных углублений в основном столбике. Большинство столбиков форм группы *Inzeria* имеет субцилиндрическую форму с поперечной ребристостью в отличие от клубнеподобных «kozyрьковых» столбиков *Baicalia*. От форм группы *Kussiella*, которые тоже имеют поперечноребристые столбики, *Inzeria* отличается типом ветвления; кроме того, поперечная ребристость у *Kussiella* более грубая, крупная, в отличие от мелкой послышной поперечной ребристости форм группы *Inzeria*.

Состав группы. Одна форма.

Геологический возраст и распределение. Верхний рифей. Нижние горизонты катавской свиты Южного Урала в бассейне р. Инзер; деминская свита Полюдова кряжа.

Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/929, катавская свита Южного Урала, правый берег р. Инзер, в 1,5 км выше пос. Ассы.

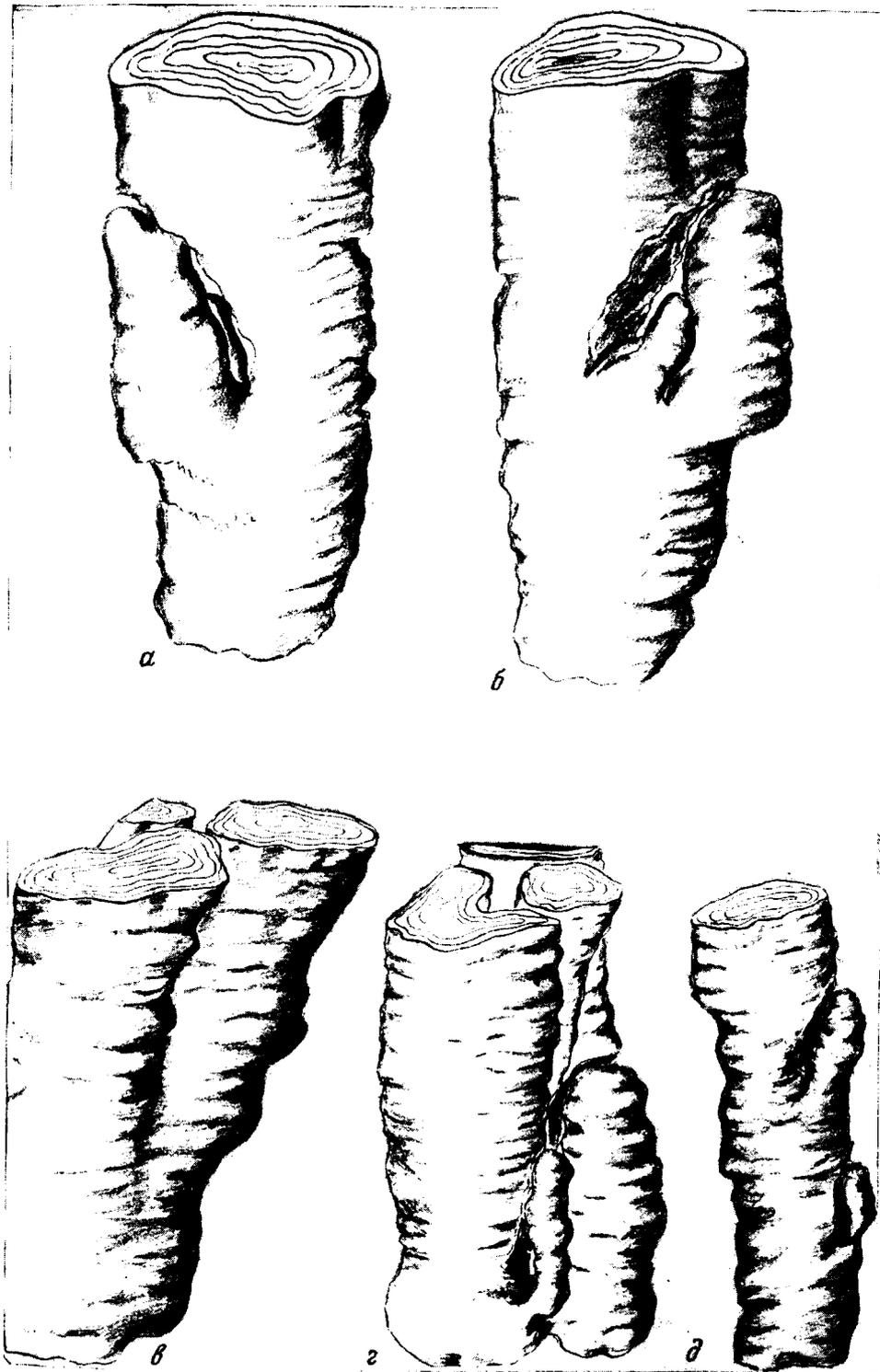
Описание. Узловатые неровные столбики, расположенные вертикально или слегка наклонно в пласте. Поперечное сечение в общем округлое, но из-за узловатости и бугристости боковой поверхности столбика оно имеет обычно вид сложной зазубренной кривой. Толщина столбиков от 2—3 до 9—10 см, высота более 2,5 м (табл. XII), причем в этом случае ни основания, ни кровли биогерма не видно. Ветвление довольно частое и сложное: от столбика отделяются сбоку один или несколько новых, более тонких столбиков, иногда субцилиндрических, иногда клубнеподобных, часто с пережимом в основании. Основной столбик продолжает свой рост, но в месте ветвления в нем образуется как бы ниша, в которой и помещаются, полностью или частично, дочерние столбики. Когда боковые столбики прекращают свой рост, основной столбик приобретает свою прежнюю форму. Реже можно видеть, как столбик разветвляется на два примерно равных по толщине столбика. Из-за небольших размеров образца не удастся видеть, что происходит с этими столбиками при дальнейшем росте. Не исключено, что в дальнейшем будет то же явление: один из столбиков расширится и перекроет соседний. Слои под разными углами подходят к боковой поверхности столбика и выклиниваются на различном расстоянии от края, так что столбик имеет неровную, мелкобугристую поверхность. Краевые части слоев слегка подворачиваются книзу, но облекания нижележащих слоев или образования крупных козырьков не наблюдается.

Слоистость. Четкая; чередуются пластинчатые прослои равномернозернистого и довольно однородного по цвету и структуре кальцита с невыдержанными прослоями со сложной неравномернозернистой структурой и пятнистой окраской. Толщина слоев от 0,5 до 2—3 мм, редко больше. Границы слоев резкие, отчетливые. Они обычно подчеркиваются тонкими примазками, связанными, возможно, с явлениями эпигенетического растворения.

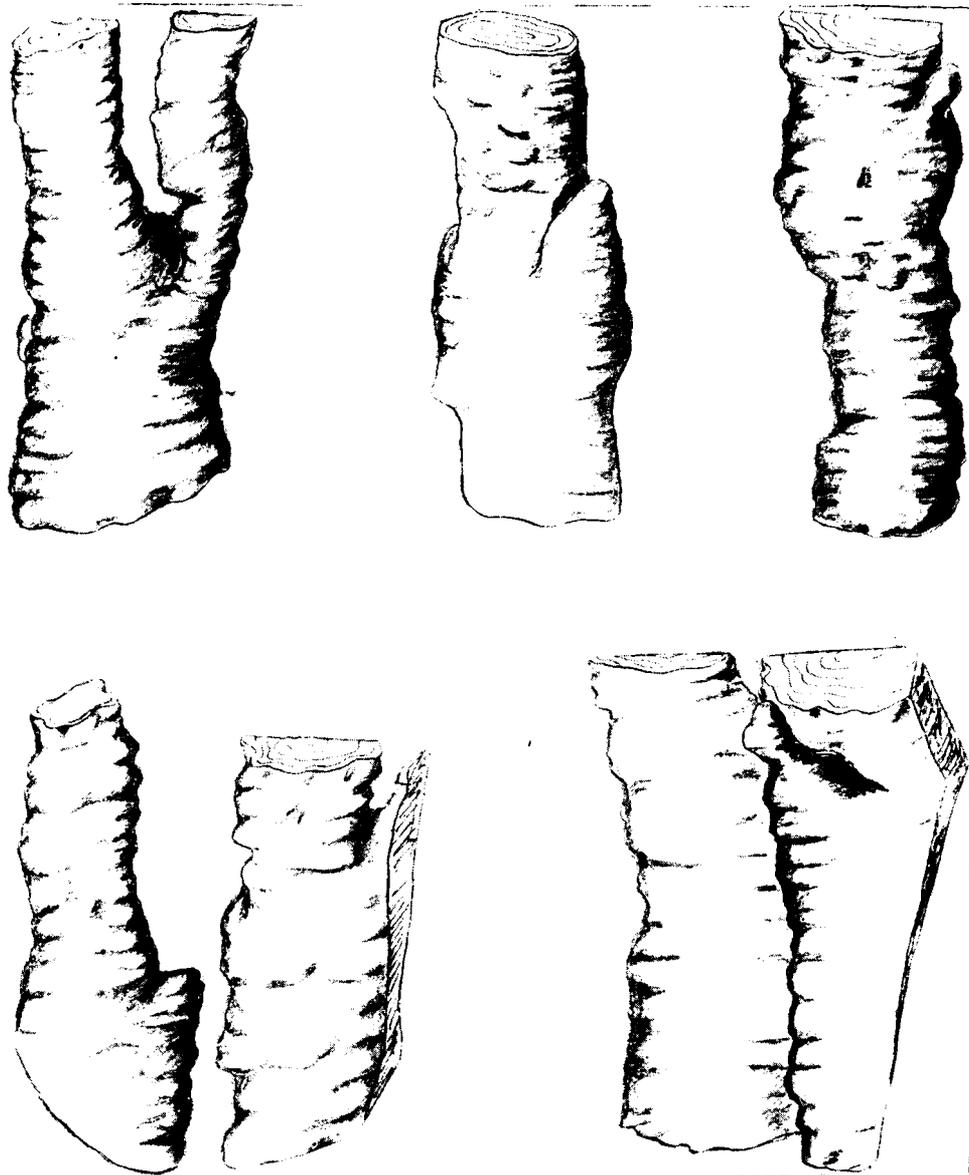
Форма арок (табл. XIV, XV). Слои изогнуты в общем куполовидно, но степень выпуклости изменяется в одном и том же столбике. Встречаются совсем плоские арки (слои 14, 38, 51), есть полусферические и пологовыпуклые арки (слои 15, 16), но встречаются и отчетливые конически изогнутые слои (слои 5—7), причем у вершины конуса можно видеть характерную узловато-сгустковую структуру породы, что еще больше сближает эти слои с конофитоновыми. Возможно, что именно наличие этих участков с конически изогнутыми слоями и послужило основанием для утверждений о находках конофитонов в катавской свите.

Структура слоев. Строматолитовые столбики образованы слоями мергелистого доломитизированного известняка двух типов.

1. Пластинчатые, малоутоняющиеся к краям слои, сложенные однородным тонкозернистым известняком (табл. XVI, 1, 4). Зерна кальцита округлой формы, размером до 0,1 мм. Распыленные в породе мелкие глинистые частицы и окислы железа придают ей буровато-красный цвет. Обычно эти частицы распределяются равномерно по слою, но иногда в верхней части слоя глинистых частиц несколько больше, чем в нижней, поэтому верхняя часть окрашена темнее. Толщина слоев от 1—2 до 5—6 мм.



Фиг. 22. Форма столбиков *Inzeria tjomusi*, f. п. Уменьшено в 2 раза:
 а — б — Южный Урал, катавская свита, р. Инзер, около пос. Ассы



Фиг. 23. Форма столбиков *Inzeria tjomusi*, f. п. Уменьшено в 2 раза; Южный Урал, катавская свита, р. Инзер, около пос. Ассы

2. Невыдержанные по толщине слои с раздувами и пережимами, имеющие неравномерную пятнистую окраску (табл. XVI, 2). Они образованы более светлыми и более темноокрашенными сгустками кальцита. Разница в окраске зависит от неравномерного распределения в породе окислов железа и глинистых частиц, а также от разницы в размерах зерен. В темных сгустках зерна кальцита более мелкие (0,05—0,1 мм), в светлых — более крупные (до 0,2—0,3 мм). Иногда темные сгустки образуют линзочки и овальные стяжения, чаще — просто пятна неправильных очертаний. Пятнистость лучше выражена в краевых частях столбиков. Иногда можно видеть, как слои, имеющие в централь-

ной части столбика однороднозернистую структуру, к краям становятся более пятнистыми (табл. XVI, 3).

Вмещающая порода. Мергелистый известняк, разделяющий столбики, сложен мелкими зернами кальцита размером 0,1—0,2 мм, которые являются как бы цементом, скрепляющим большое количество сгустков, линз и обломков темного тонкозернистого известняка. Некоторые из таких сгустков и линзочек похожи на кусочки слоев, слагающих столбик. Мелкие сгустки и обломки расположены во вмещающей породе в беспорядке, более крупные вытянутые обломки размещены обычно крутонаклонно относительно столбиков. Это создает впечатление, что обломки слоев сваливались в межстолбиковые впадины и цементировались впоследствии илистым карбонатным осадком.

Вторичные изменения. К несомненно вторичным изменениям следует отнести структуры растворения, прожилки и гнезда крупнокристаллического кальцита. Растворение происходило по конформным и стилолитовым поверхностям, в общем совпадающим с поверхностями наложения строматолитовых слоев. Реже крупные стилолитовые швы пересекают столбик и вмещающую породу под углом к наложению. При растворении, по-видимому, уничтожалась часть слоя, карбонат уносился, а нерастворимый осадок (глинистые частицы и окислы железа) образовали тонкие примазки по поверхности растворения. Размер растворенной части слоев можно оценивать от долей миллиметра до нескольких миллиметров. На срезах, в шлифах и на шлифовках конформные поверхности растворения дают пологоволнистую неровную линию (табл. XVI, 4), а стилолитовые поверхности — характерный зубчатый сутуробразный шов (табл. XVI, 5).

Прожилки и жеодки, выполненные светлым кристаллическим кальцитом, приурочены в основном к двум системам трещин в строматолитовой породе. Одни прожилки пересекают под различными углами и столбики, и вмещающую породу. Толщина их колеблется от долей миллиметра до 7—10 мм, размеры слагающих их кристаллов кальцита — до 5 мм (табл. XVI, 2, 3). Прожилки, относимые ко второй группе, ограничиваются отдельными слоями. Они ориентированы перпендикулярно к поверхности наложений, так что на срезах и шлифах получается структура, напоминающая кирпичную кладку (табл. XVI, 4, 5).

Вполне вероятно, что пятнистая структура слоев типа 2 связана с перераспределением вещества внутри строматолитовых слоев в процессе перекристаллизации. Иногда можно видеть, как прожилки кальцита переходят постепенно в светлые пятна известняка; кроме того, пятнистость всегда лучше выражена в более сильно перекристаллизованных участках.

Замечание. По устному сообщению М. Е. Раабен, идентичные формы встречены в пестроцветных известняках деминской свиты Полюдова кряжа. Однако эти образцы не обработаны, поэтому сопоставление проводится с некоторой долей условности.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Нижняя, пестроцветная толща катавской свиты Южного Урала в бассейне р. Инзер; деминская свита Полюдова кряжа.

Материал. Семь крупных штуфов из двух точек с правого берега р. Инзер выше пос. Ассы и против дер. Бриш.

ГРУППА *MINJARIA* KRYLOV, GR. N.

1959. *Collenia buriatica*. И. Н. Крылов. О строматолитах уральского рифея. Докл. АН СССР, 126. № 6, стр. 1314—1315, рис. 1, и.

1960. *Collenia buriatica* (Partim). И. Н. Крылов. О значении строматолитов *Collenia buriatica* Maslov для стратиграфии позднекембрийских отложений окраин

Русской платформы. Межд. Геол. Конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8, стр. 133—134, рис. 1, 2.

1960. *Collenia buriatica*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 896, рис. 1, в.
1960. *Collenia buriatica*. М. А. Семихатов. О вертикальном распределении строматолитов в рифейских отложениях Туруханского района. Докл. АН СССР, 135, № 6, стр. 1481, рис. 2, а, рис. 3, а, д, рис. 4, в, г.
1960. *Collenia buriatica*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 38, фиг. 1, 1, 2, фиг. 2, 2.

Тип группы. *Minjaria uralica* f. n., миньярская свита рифея Южного Урала.

Диагноз. Ровные субцилиндрические столбики с гладкой боковой поверхностью. Ветвление напоминает ветвление ствола дерева: столбик разветвляется на два, реже на три новых столбика. Слои, приближаясь к краю столбика, утоняются, подгибаются книзу и плотно облегают боковую поверхность столбика. Козырьков или карнизов нет.

Сравнение. В отдельных срезах формы группы *Minjaria* похожи на *Gymnosolen*, *Pseudokussiella* и *Jurusania*. От двух первых они отличаются правильной, субцилиндрической формой столбиков, выдержанностью их диаметра и относительно редким и простым ветвлением, от *Jurusania* — отсутствием козырьков и характерной пленочки, облегающей столбики.

Замечания. 1. Строматолиты группы *Minjaria* определялись раньше как *Collenia buriatica* Maslov (Крылов, 1959, 2, 1960, 1, 2; Келлер и др., 1960; Семихатов, 1960). Однако ознакомление с топотипом формы *Collenia buriatica* Masl. с р. Бирюсы (сборы Семихатова, 1961 г.) показало, что у этих форм очень мало общего. *Collenia buriatica* Maslov имеет неровные столбики непостоянного диаметра с крупными козырьками на боковой поверхности¹. Это заставляет отказаться от сопоставления данных форм.

2. М. А. Семихатов, в общем соглашаясь с приведенным выше диагнозом группы *Minjaria*, разделяет ее на формы по характеру структуры строматолитовых слоев и, помимо *Minjaria uralica* Krylov, выделяет еще две формы. Как и в случае с группой *Baicalia*, таксономическое значение структуры слоев у строматолитов группы *Minjaria* неясно, поэтому принять предложенный М. А. Семихатовым путь разделения группы автор не может. Следует добавить также, что М. А. Семихатов считает одним из признаков группы *Minjaria* (а ранее — *Collenia buriatica* Maslov) наличие редких козырьков и даже соединительных мостиков (Семихатов, 1960, стр. 1481; 1962, стр. 215). У уральских строматолитов группы *Minjaria* козырьки и мостики отсутствуют.

Состав группы. Одна форма.

Распространение. Верхний рифей, миньярская свита Южного Урала; очевидно, свиты Туруханского района — шорихинская, туруханская, речкинская и дурномысская и свиты Енисейского края — Серого ключа, дадыктинская, нижнеангарская и дашкинская.

Minjaria uralica Krylov, f. n.

Табл. XVII—XXIII; фиг. 24—26

1959. *Collenia buriatica*. И. Н. Крылов. О строматолитах уральского рифея. Докл. АН СССР, 126, № 6, стр. 1314—1315, рис. 1, u.
1960. *Collenia buriatica* (Partim). И. Н. Крылов. О значении строматолитов *Collenia buriatica* Maslov для стратиграфии позднедокембрийских отложений окраин Рус-

¹ При выделении формы (Маслов, 1937₁) эти признаки отмечены не были.

- ской платформы. Межд. Геол. Конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8, стр. 133—134, рис. 1, 2.
1960. *Collenia buriatica*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 896, рис. 1, в.
1960. *Collenia buriatica*. М. А. Семихатов. О вертикальном распространении строматолитов в рифейских отложениях Туруханского района. Докл. АН СССР, 135, № 6, стр. 1481, рис. 2, а, рис. 3, д, рис. 4, в, г.
1960. *Collenia buriatica*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 38, фиг. 1, 1, 2, фиг. 2, 2.

Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/915, миньярская свита Южного Урала, восточная окраина пос. Пролетарка, в 4 км северо-западнее ст. Сулея.

Описание. Субцилиндрические столбики с гладкой боковой поверхностью, расположенные вертикально в пласте. Поперечное сечение округлое или овальное, реже оно имеет форму многоугольника со скругленными углами. Толщина столбиков от 2—3 до 7—10 см (средний размер 3—4 см), высота более 70—80 см. Столбики ветвятся на два, редко на три новых столбика чуть меньшего диаметра, чем у первоначального столбика. Это ветвление похоже на ветвление ствола дерева. Слои, слагающие столбики, утоняются к его краям, подгибаются вниз и плотно, иногда многократно, облекают его боковую поверхность, козырьки и карнизы отсутствуют.

Слоистость. Нечеткая, границы слоев расплывчатые, нерезкие. Часто слои трудно отделить один от другого, и форма арок угадывается только по общей дугообразной ориентировке светлых и темных пятен доломита. Иногда слоистость подчеркивается прожилками и линзовидными скоплениями кристаллического доломита. Особенно плохо видна слоистость в краевых частях столбиков. Здесь слои сливаются в сплошную однороднозернистую массу, отделяющую столбик от вмещающей породы [«стенка» (?) по терминологии И. К. Королюк]. Поэтому при определении формы арок иногда приходилось показывать эту краевую часть столбиков отдельно от центральной слоистой массы.

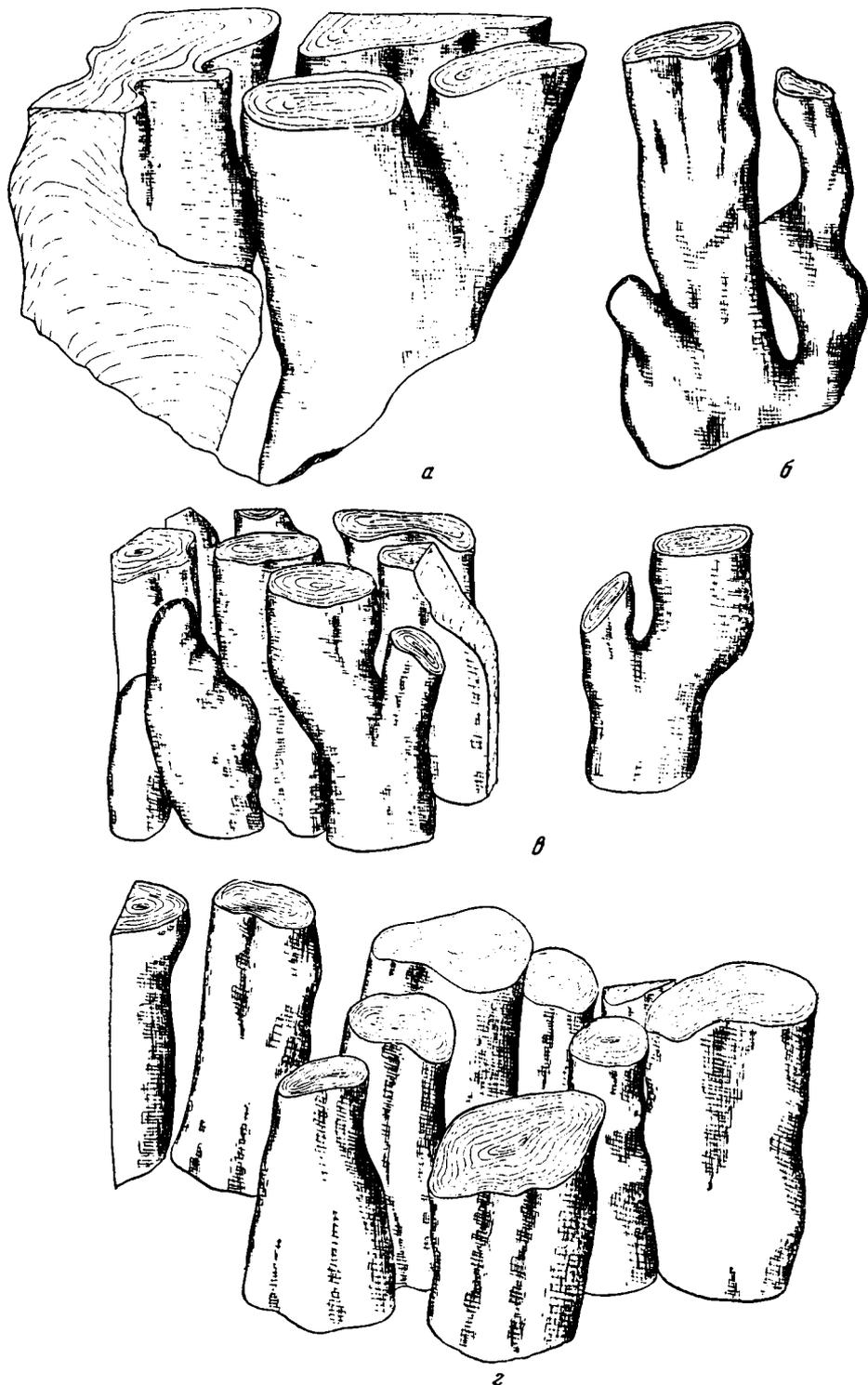
Форма арок (табл. XIX—XX). Слои, слагающие столбики *Minjaria uralica*, изогнуты в общем куполовидно с различной степенью выпуклости. Арки иногда имеют уплощенную верхнюю часть (слои 80—82), иногда встречаются и более крутые арки, приближающиеся по форме к бокаловидным (слои 33—35).

Структура слоев. Как уже отмечалось, слои очень нечетки. Можно выделить три основных типа структур.

1. Светлые слои с однороднозернистой структурой. Они образованы зернами доломита размером 0,2—0,3 мм. Границы нечеткие, слабоволнистые. Слои в общем линзовидные с утолщениями в центральной части (до 1—1,5 мм) и утоняющиеся к краям. В породе довольно равномерно рассеяны тонкие глинистые частицы (табл. XXI, 1).

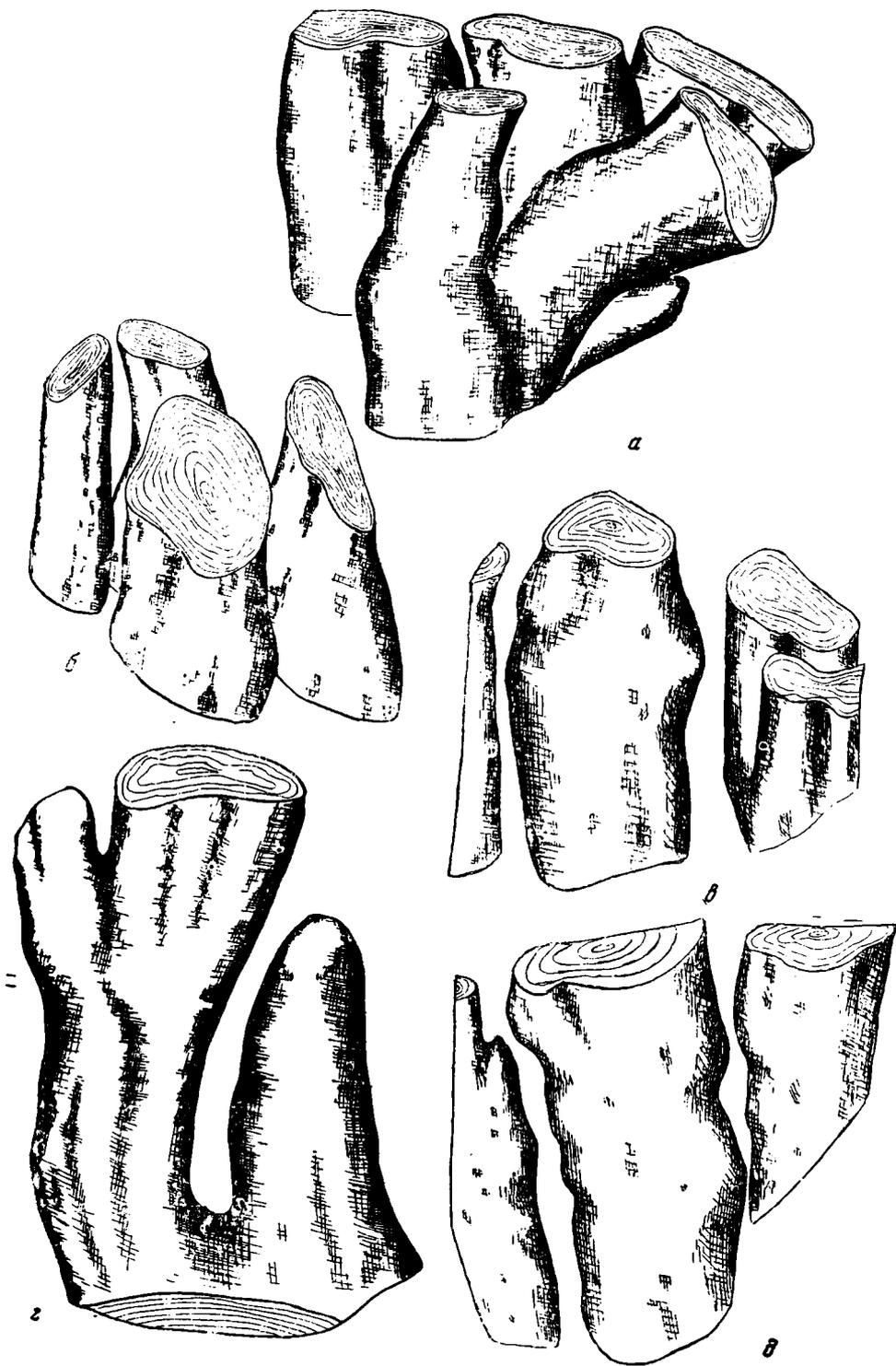
2. Темные тонкие слои с однороднозернистой структурой, образованные зернами доломита размером 0,05—0,1 мм. Границы нерезкие, но верхняя граница в общем более отчетлива, чем нижняя. Темную окраску слою придают распыленные в нем глинистые частицы. Иногда они распределены довольно равномерно, чаще — пятнисто, так что слой как бы состоит из цепочки темных линзовидных пятен (табл. XXI, 1).

3. Гораздо чаще слои не отделяются друг от друга, а образуют как бы более толстый слой, состоящий из вытянутых пятен, линзочек и сгустков более светлого и более темного доломита. Пятнистость подчеркивается и усиливается большим количеством включений светлого кристаллического доломита, тоже ориентированных по слоистости (табл. XXI, 2—4).



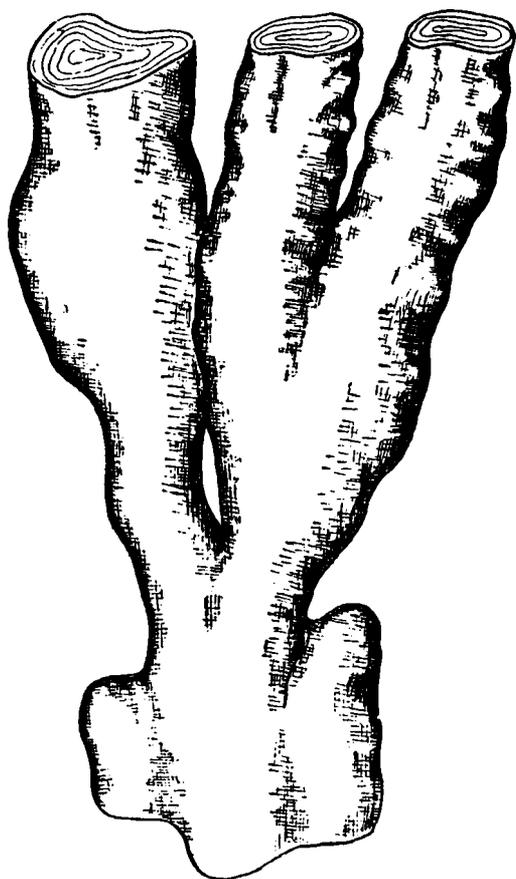
Фиг. 24. Форма столбиков *Minjaria uralica*, f. n. Уменьшено в 2 раза. Южный Урал, миньярская свита:

а — район ст. Сулея; б — район пос. Тирлян; в, г — район г. Миньяр



Фиг. 25. Форма столбиков *Minjaria uralica*, f. n. Уменьшено в 2 раза. Южный Урал, миньярская свита:

а — район дер. Ялмаш; б, в — район г. Миньяр; г — район пос. Тирлян; д — район пос. Жага



Фиг. 26. Форма столбика *Minjaria* (?) sp.
Уменьшено в 2 раза. Сибирь, Уджинское
поднятие (колл. Э. Ч. Эрлиха)

Вмещающая порода. Межстолбиковое пространство заполнено зернистым доломитом с неравномернопятнистой структурой. Темные пятна напоминают обломки слоев типа 2 с нечеткими очертаниями; светлые пятна имеют тоже очень расплывчатые границы, и в них можно видеть всю гамму переходов от однороднозернистой структуры, похожей на структуру слоев типа 1, до явно вторичных жеод и стяжений крупнокристаллического доломита. Иногда в породе наблюдается слоистость, обусловленная более или менее горизонтальной ориентировкой чередующихся темных и светлых пятен.

Вторичные изменения. Доломит, образующий строматолитовые слои, несет ярко выраженные следы вторичной перекристаллизации. В процессе ее слои утратили четкость границ, приобрели пятнистую зернистую структуру, образовалось большое количество прожилков, линзочек и жеодок крупнокристаллического белого доломита. Во многих случаях можно видеть непрерывный переход от заведомо вторичных гнезд кристаллического доломита к светлым

пятнам среднезернистого доломита, слагающего слои (табл. XXII, 3; табл. XXIII, 3).

Из всего этого можно сделать вывод, что мы имеем дело не с первичностроматолитовой слоистостью, а с вторичной полосчатостью, которая отражает в общем строматолитовую структуру, но в значительной степени затушевывает ее.

Не менее отчетливо влияние вторичной перекристаллизации видно в краевых частях столбиков (табл. XXII, 1, 2). Гнезда вторичного светлого кристаллического доломита с двух сторон — от столбика и от вмещающей породы — вторгаются в темный слой, расположенный по краю столбика, и как бы «разъедают» его.

Часто можно встретить и структуры растворения. Обычно они представлены крупными стилолитами (табл. XXIII, 1, 2). При растворении иногда уничтожалась значительная часть столбиков (см. фиг. 15).

Замечание. Как уже отмечалось выше, строматолиты Туруханского района и Енисейского края, по данным М. А. Семихатова (1960, 1962), очень близки к *Minjaria uralica*, но отличаются наличием редких козырьков и даже соединительных мостиков.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Миньярская свита Южного Урала на всей площади ее рас-

пространения — от ст. Сулея до пос. Ялмаш с севера на юг и от Аши до Тирляна с запада на восток; очевидно, свиты Туруханского района — шорихинская, туруханская, речкинская, и дурномысская и свиты Енисейского края — Серого ключа, дадыктинская, нижеангарская и дашкинская.

Материал. Более 200 образцов из 18 обнажений по всей площади развития миньярской свиты Южного Урала.

ГРУППА *JURUSANIA* KRYLOV, GR. N.

Тип группы. *Jurusania cylindrica*, f. n., катавская свита рифея Южного Урала.

Диагноз. Ровные субцилиндрические столбики с округлым или овальным поперечным сечением. Ветвление редкое, на два новых столбика, несколько более тонких, чем первоначальных. Слои обычно утыкаются в край столбика под разными углами, но иногда подгибаются книзу и или облекают боковую поверхность столбика, или свисают с его краев, образуя длинные опущенные книзу козырьки. Обычно столбик окружен своеобразной пленочкой, сложенной светлым тонкозернистым доломитизированным известняком.

Сравнение. Резко отличается от других строматолитов ровными редко ветвящимися столбиками с длинными опущенными вниз козырьками и пленочкой, облекающей столбик.

Состав группы. Одна форма.

Замечание. По устному сообщению М. Е. Раабен, в деминской свите Полюдова края наряду со строматолитами, полностью аналогичными форме *Jurusania cylindrica* с Южного Урала, встречаются очень близкие к ним формы, но несколько отличающиеся от них характером ветвления. По-видимому, они окажутся самостоятельными формами той же группы. Но эти материалы пока еще не изучены.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Катавская свита Южного Урала в районе г. Юрюзань и в бассейне р. Инзер; деминская свита Полюдова края.

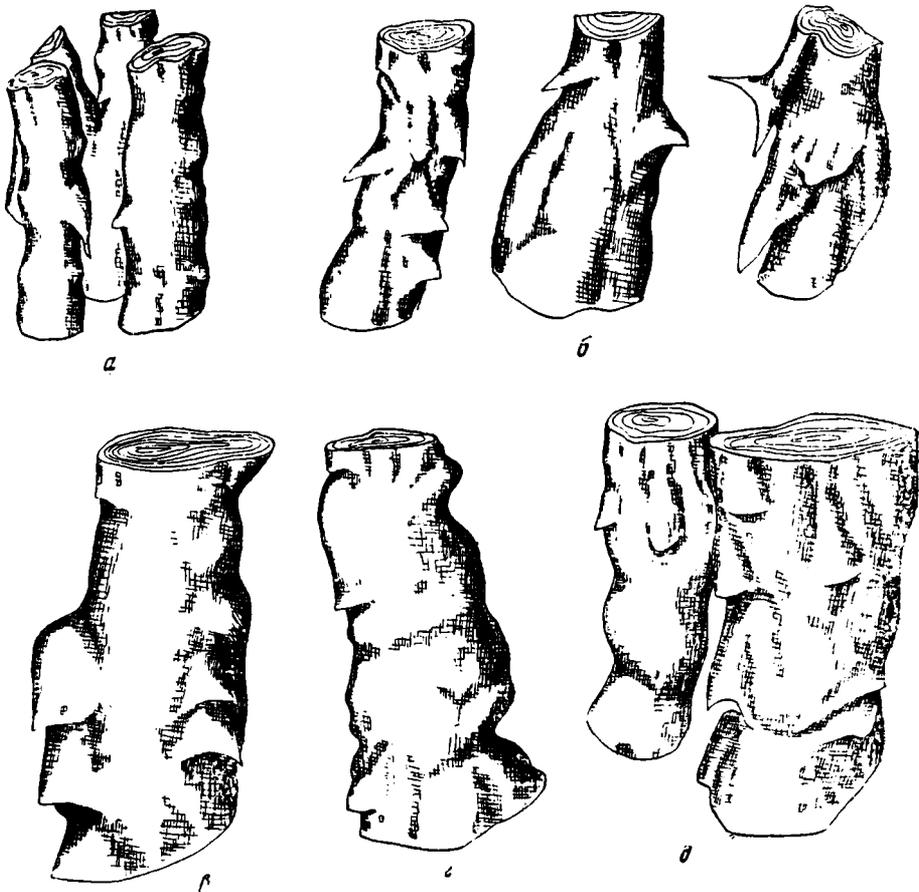
Jurusania cylindrica Krylov, f. n.

Табл. XXIV—XXVI; фиг. 27

Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/379, катавская свита Южного Урала, правый берег р. Юрюзань в дер. Екатериновка.

Описание. Ровные субцилиндрические столбики, расположенные вертикально в пласте. Толщина столбиков от 4 до 8 см, высота более 40 см. Поперечное сечение округлое или овальное. Ветвление наблюдается редко. Столбик, увеличиваясь в диаметре, разветвляется на два новых столбика. Боковое ограничение столбика очень отчетливое и своеобразное. Слои подходят к краю столбика под разными углами и обычно оканчиваются на расстоянии 1—3 мм от краев; но столбик как бы обволакивается своеобразной пленочкой из тонкозернистого карбоната, которая и обуславливает его четкую гладкую поверхность. Отдельные слои у краев столбика опускаются книзу, облекая его боковую поверхность или свисая с нее длинными узкими козырьками.

Слоистость. Очень четкая, чередуются прослойки более светлого прозрачного и более темного, буровато-желтого ожелезненного кальцита толщиной 0,3—1,5 мм. Граница слоев отчетливая, обычно мелкобугристая. Слои имеют в общем линзовидную форму, утолщаясь к центральной части столбиков и утоняясь по краям.



Фиг. 27. Форма столбиков *Jurusania cylindrica*, f. п. Уменьшено в 2 раза:
 а — д — Южный Урал, катавская свита, район деревни Екатериновка

Форма арок (табл. XXV, а). Слои изогнуты в общем куполовидно с разной степенью выпуклости — от пологовыпуклых (слои 51, 52) до крутовыпуклых (слои 1, 40, 65); реже встречаются арки коробчатой формы с уплощенным сводом (слои 26—28) и арки с острыми вершинами, приближающиеся к коническим (слои 6, 16, 18).

Структура слоев. Строматолитовые слои сложены мергелистым слабо доломитизированным известняком. По структуре в этих слоях можно выделить три основных типа:

1. Линзовидные слои, расширяющиеся в центральной части столбиков и резко утоняющиеся к краям, сложенные светлым мелкозернистым кальцитом. Зерна кальцита имеют округлую форму, реже угловатые очертания; их диаметр в нижней части слоя 0,1—0,2 мм; в верхней части слоя зерна уменьшаются до 0,05—0,03 мм. Нижняя граница слоя резкая и неровная, в верхней его части появляются распыленные окислы железа и глинистые частицы, и порода постепенно переходит в темный тонкозернистый известняк. Толщина слоев в центральной части столбиков до 1—1,5 мм (табл. XXVI, 2, светлые слои).

2. Сгустково-пластинчатые слои, сложенные плотным мелкозернистым известняком с большим количеством распыленных глинистых

частиц и окислов железа, которые придают породе характерный желтовато-бурый цвет. Зерна кальцита округлых очертаний. Размеры их 0,03—0,01 мм и меньше. Зерна расположены обычно довольно равномерно, слой имеет однороднозернистую структуру. Иногда окислы железа и глинистые частицы распределяются в виде сгустков и струек (табл. XXVI, 3). В нижней части слой 2 связан постепенным переходом со слоем 1, верхняя граница резкая, отчетливая. Слои имеют форму пластин, утоняющихся и утолщающихся без какой-либо закономерности. Иногда такие слои распадаются на цепочки линзочек и пластинок, не связанных друг с другом (табл. XXVI, 2, 4, темные слои).

3. Отдельно следует упомянуть об участках столбиков, сложенных светлым известняком с равномернозернистой структурой. Этот известняк как бы заполняет промежутки между краевыми частями слоев типа 2 и образует своеобразную пленочку, облегающую столбик и четко отделяющуюся от вмещающей породы (табл. XXVI, 1). Это тонкозернистый однородный известняк, сложенный зернами кальцита размером 0,02—0,05 мм. В нем довольно равномерно распылено небольшое количество глинистого материала, придающего породе сероватый оттенок. Иногда у края столбика глинистых частиц становится больше, и по краю намечается тонкая темная полоска, отчетливо отделяющая столбик от вмещающей породы.

Вмещающая порода. Промежутки между столбиками заполнены обломочным неравномернозернистым известняком. Он состоит из большого количества сгустков, пластинок и скоплений неправильной формы тонкозернистого темно-бурого и желтовато-бурого известняка, очень похожих на обломки темных слоев типа 2. Мелкие обломки располагаются между столбиками без какой-либо ориентировки, крупные обломки обычно вытянуты вдоль боковой границы столбиков. Возможно это и есть обломки строматолитовых слоев и отломанные кусочки козырьков, которые сваливались в промежутки между столбиками и потом цементировались илито-карбонатным осадком (табл. XXVI, 5).

Вторичные изменения. К несомненно вторичным изменениям относятся не крупные стилолитовые швы (табл. XXVI, 6), ориентированные по поверхности слоев и свидетельствующие о небольшом растворении, а также тонкие прожилки прозрачного белого кальцита толщиной до 0,1—0,3 мм, ориентированные вертикально и проходящие через центральную часть столбиков (табл. XXVI, 2); но такие образования встречаются редко. Слабое развитие вторичных образований, связанных с перекристаллизацией и растворением, кажется просто удивительным, особенно если учесть, что у форм группы *Inzeria*, встречающихся в тех же слоях в соседних обнажениях, следы вторичных изменений проявляются очень резко и встречаются в каждом образце. Такая разница в степени перекристаллизации свидетельствует, очевидно, об избирательном, неравномерном проявлении начальных стадий метаморфизма в породах катавской свиты.

Геологический возраст и распределение. Верхний рифей, катавская свита Южного Урала в бассейне р. Юрюзань (около дер. Екатериновка) и в бассейне р. Инзер (около дер. Бриш); деминская свита Полюдова кряжа в бассейне р. Низьвы (500 м ниже камня Рассольного).

Материал. Около 20 образцов из двух обнажений с Южного Урала и два образца из одного обнажения с Полюдова кряжа (из коллекции А. Н. Гейслера).

1911. *Gymnosolen* G. Steinmann. Über *Gymnosolen ramsayi*, eine Coelentegate von der Halbinsel Kanin. Fennia, 31, N 4, S. 18—23, Taf. 3, 1—3.
1922. *Gymnosolen*. Н. Н. Яковлев, П. В. Виттенбург. К вопросу о возрасте пород острова Кильдина на западном Мурмане. Изв. Росс. АН, серия 6, 16, № 1—18, стр. 359—368, рис. 1—3.
1959. *Collenia buriatica* (partim). И. Н. Крылов. Рифейские строматолиты острова Кильдина. Докл. АН СССР, 127, № 4, стр. 890—891, рис. 1, а, в, рис. 2, а, б.
1960. *Gymnosolen* (partim). М. Е. Раабен. О стратиграфическом положении слоев с *Gymnosolen*. Межд. Геол. Конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8, стр. 125—126, рис. 1—3.
1960. *Collenia buriatica* (partim). И. Н. Крылов. О значении строматолитов *Collenia buriatica* Masl. для стратиграфии позднекембрийских отложений окраин Русской платформы. Там же, стр. 133, 134, рис. 6—11.
1960. *Gymnosolen*. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 44, стр. 896—898, рис. 1, 2.
1960. *Collenia* (= *Gymnosolen*) *ramsayi*. М. А. Семихатов. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района. Докл. АН СССР, 135, № 6, стр. 1481—1482, рис. 2, б, рис. 3, б, рис. 4, д.
1960. *Collenia* (*Gymnosolen*) *ramsayi*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол., № 12, стр. 38, рис. 1, 3, 5, 6, рис. 2, 3.

Тип группы. *Gymnosolen ramsayi* Steinmann, метаморфическая серия полуострова Канина.

Диагноз. Гладкие столбики непостоянного диаметра с раздувами и пережимами. Ветвление сложное и частое. Столбик слегка расширяется и разветвляется на несколько новых столбиков так, что постройка напоминает куст. В краевой части столбиков слои утончаются и плотно, часто многократно облекают боковую поверхность. Козырьков или карнизов нет.

Сравнение. От похожих в отдельных срезах форм групп *Minjaria* и *Pseudokussiella* отличается частым кустистым ветвлением.

Замечания. 1. Как уже отмечалось, некоторые исследователи были склонны относить к *Gymnosolen* все строматолиты с ветвящимися столбиками, противопоставляя их «неветвящимся» коллениям (Higmer, 1927; Cloud, 1942, 1945 и другие). Анализ литературы позволяет отнести к *Gymnosolen* не все, а только часть ранее относившихся к этой группе строматолитов. Систематическое положение остальных форм, в частности *Gymnosolen sinensis* Yang-Kieh (1935), остается неясным. Кроме того, как уже отмечалось, сопоставления строматолитов по изображениям единичных срезов надо считать весьма условными.

2. Формы внутри группы выделяются по внешнему виду столбиков. Выделение форм по характеру микроструктуры слоев, предлагаемое М. А. Семихатовым (1962), вряд ли можно принять, так как органическая природа микроструктуры слоев не выяснена, и таксономическое значение этого признака неизвестно.

Состав группы. Две формы.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Подинзерская толща катавской свиты Южного Урала; низьвенская свита Полюдова кряжа; карбонатная толща метаморфической серии полуострова Канина; кильдинская серия острова Кильдина; спарагмитовая формация района Варангер-фиорда (Норвегия); Енисейский кряж; свиты Серого ключа, дадыктинская, нижнеангарская и дашкинская; Туруханский район: свиты шорихинская и туруханская; верхняя часть билляхской свиты северного склона Анабарского массива; верхние горизонты рифея Охотского массива, холычская свита патомского комплекса Патомского нагорья, верхняя часть чаткарагайской свиты Тянь-Шаня.

Gymnosolen ramsayi Steinmann

Табл. XXV, б, XXVII, XXVIII, XXIX, 1, 2, 4, 5; фиг. 28, 29, а, з; фиг. 30, 31

1911. *Gymnosolen ramsayi*. G. Steinmann. Über *Gymnosolen ramsayi*, eine Coelenterate von der Halbinsel Kanin. Fennia 31, N 4, S. 18—23, Taf. 3, 1—3.
1922. *Gymnosolen*. Н. Н. Яковлев, П. В. Витгенбург. К вопросу о возрасте пород острова Кильдина на западном Мурмане. Изв. Росс. АН, серия 6, 16, № 1—18, стр. 359—368, рис. 1—3.
1959. *Collenia buriatica* (partim). И. Н. Крылов. Рифейские строматолиты острова Кильдина. Докл. АН СССР, 127, № 4, стр. 890—891, рис. 1, а, в, рис. 2 а, б.
1960. *Gymnosolen* (partim). М. Е. Раабен. О стратиграфическом положении слоев с *Gymnosolen*. Межд. Геол. конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8, стр. 125—126, рис. 1—3.
1960. *Collenia buriatica* (partim). И. Н. Крылов. О значении строматолитов *Collenia buriatica* Masl. для стратиграфии позднедокембрийских отложений окраин Русской платформы. Там же, стр. 133—134, рис. 6—11.
1960. *Gymnosolen* (partim). М. Е. Раабен. О стратиграфическом положении слоев матолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 896—898, рис. 1, з.
1960. *Collenia* (= *Gymnosolen*) *ramsayi*. М. А. Семихатов. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района. Докл. АН СССР, 135, № 6, стр. 1481—1482, рис. 2, б, рис. 3, б, рис. 4, д.
1960. *Collenia* (*Gymnosolen*) *ramsayi*. Б. М. Келлер и др. Новые данные по стратиграфий рифейской группы (верхний протерозой). Изв. АН СССР, серия геол. № 12, стр. 38, рис. 1, 3, 5, 6, рис. 2, 3.

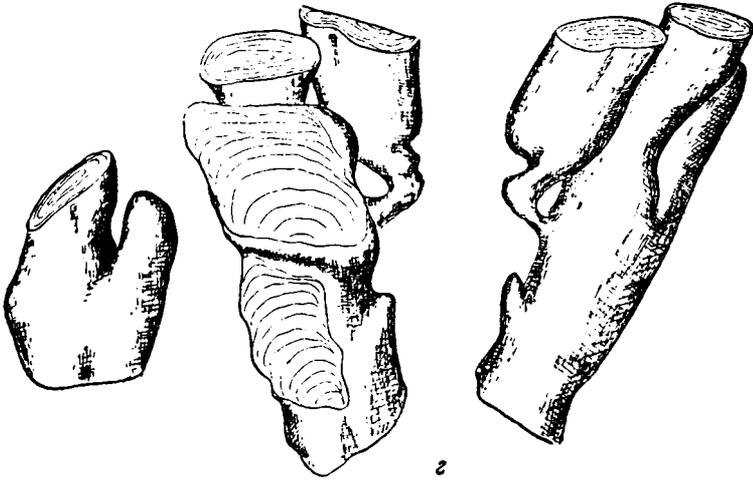
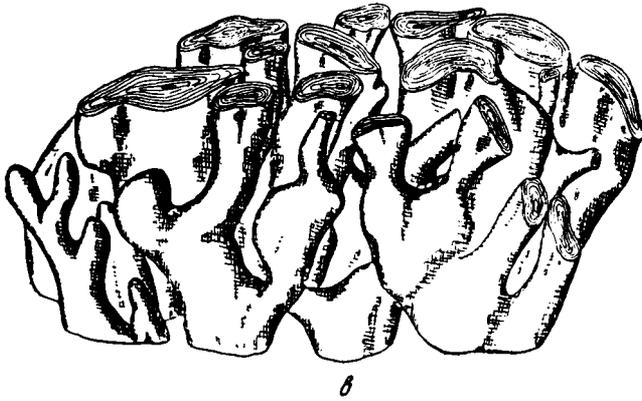
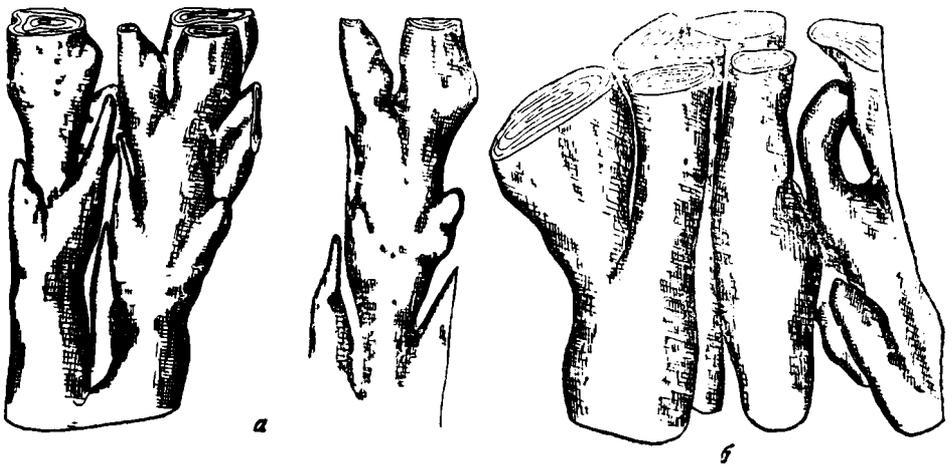
Топотип ГИН АН СССР, № 3572/9. Карбонатная толща метаморфической серии полуострова Канина (коллекция М. Е. Раабен).

Описание. Гладкие прямые или изогнутые столбики, расположенные в пласте вертикально или слабо наклонно. Поперечное сечение округлое, овальное или угловатое. Толщина столбиков изменяется довольно резко от долей сантиметра до 5—7 см, высота более 1—1,5 м. Ветвление довольно частое и сложное, кустистое. Столбик разветвляется иногда на два-три новых столбика, иногда на целый куст новых столбиков, которые в свою очередь снова неоднократно ветвятся. Такое частое ветвление в сочетании с раздувами и пережимами столбиков и обуславливает столбчато-пальчатый рисунок на продольных срезах и пришлифовках образцов. Боковая поверхность столбиков гладкая, отделение от вмещающей породы четкое. В краевой части столбика слои становятся тоньше, подгибаются вниз и плотно, иногда многократно облекают подстилающий слой.

Слоистость. Обычно нечеткая; чередуются прослой, состоящие из вытянутых светлых и темных пятен доломита и доломитизированного известняка с расплывчатыми, нерезкими границами. В большинстве случаев при выяснении характера наслоений с трудом удается отделить один слой от другого, особенно в краевых частях столбиков. Иногда в центральной части столбиков граница слоев подчеркивается прожилками и гнездами светлого кристаллического карбоната.

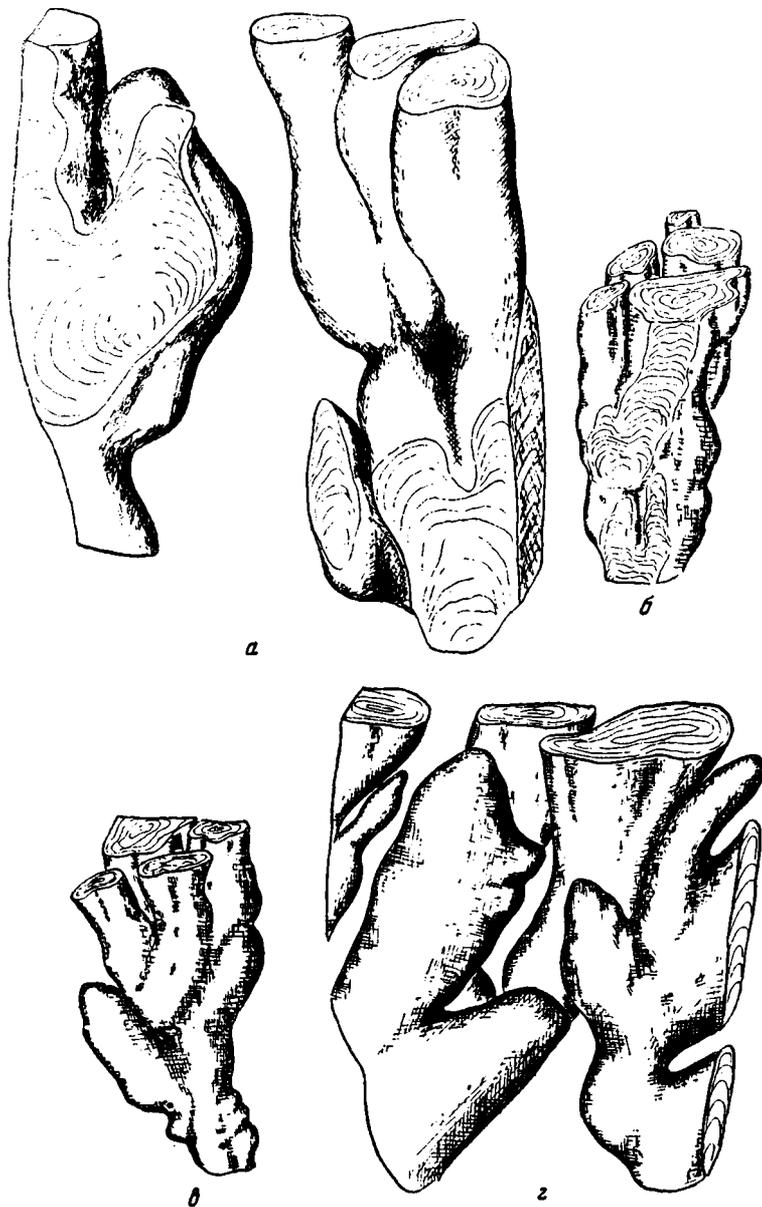
Форма арок (табл. XXV, б, слои 16—42). Арки у *Gymnosolen ramsayi* Steinmann чрезвычайно разнообразны по форме и степени выпуклости — от очень слабовыпуклых, уплощенных и коробчатых до конических. Приведенные на таблице изображения арок далеко не отражают всего их разнообразия. Следует отметить, что краевые части слоев часто сливаются и отделяются друг от друга с большим трудом, так что степень облекания и выпуклость арок могут оказаться больше, чем это показано на таблице.

Структура слоев. В целом структуру слоев можно охарактеризовать как сгустково-пятнистую. Не удается обычно выделить отдельные слои, чаще это просто сочетания вытянутых светлых и темных пятен. Темные пятна слагаются тонкозернистым доломитом, состоящим из округлых и угловатых зерен размером 0,01—0,03 мм. В нем



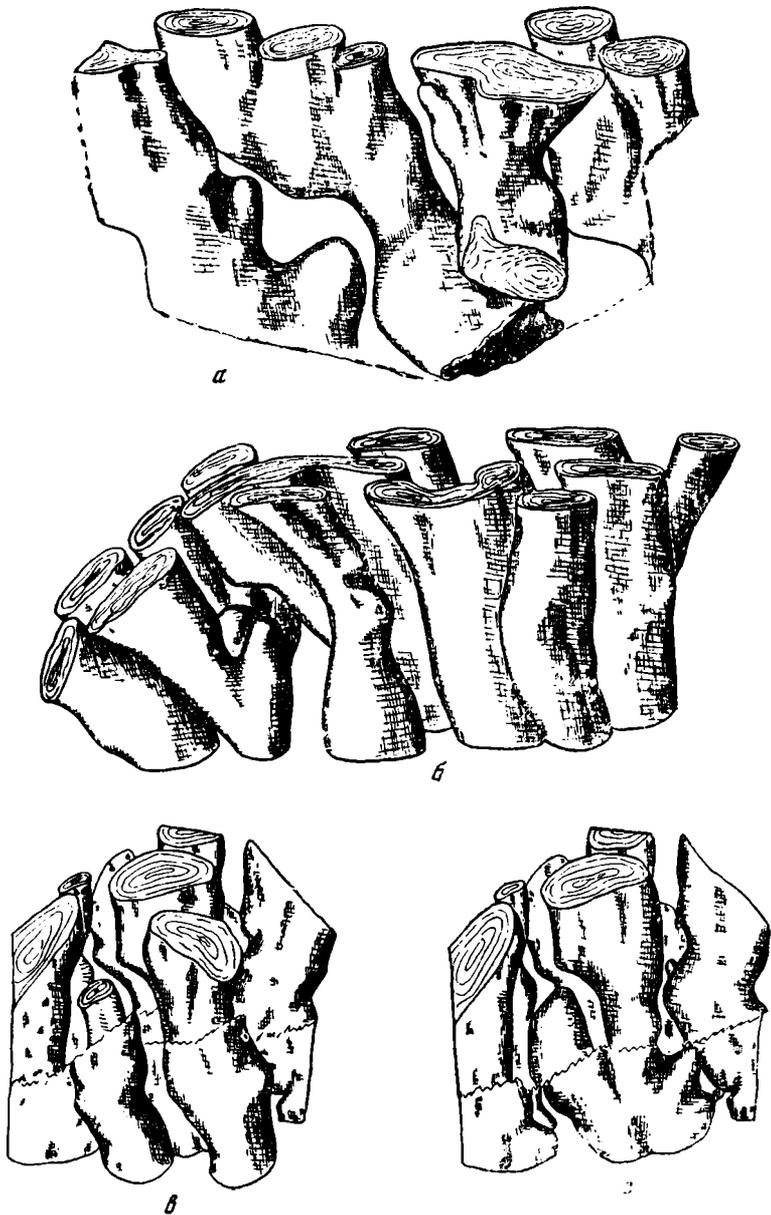
Фиг. 28. Форма столбиков *Gymnosolen ramsayi* Steinm. Уменьшено в 2 раза.
Южный Урал

а - в — подзинзерская толща катавской свиты: а - б — район г. Аши; в — район г. Миньяра
г — миньярская свита, район хутора Маткалын (около пос. Узьян)

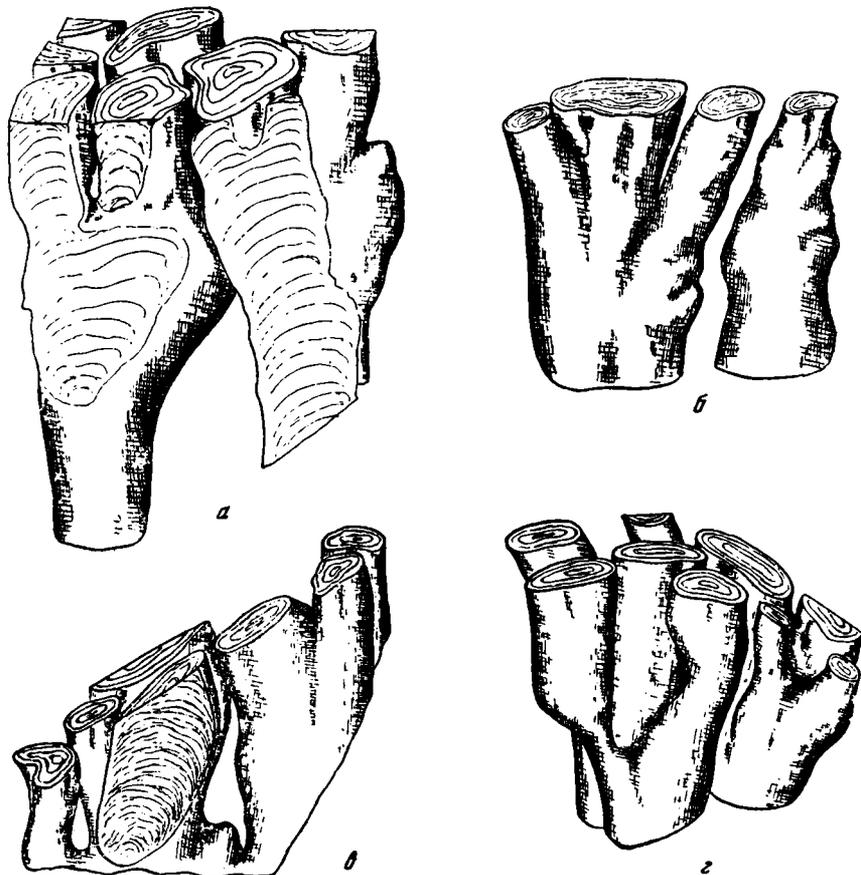


Фиг. 29. Форма столбиков *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (а, г) и *Gymnosolen levis*, f. п. (б, в). Уменьшено в 2 раза. Ю. Урал, Миньярская свита: а — район пос. Кулмас; б, в — район хут. Кривая Лука; г — район Нижнего Авзяна

распылено темное глинистое вещество, иногда равномерно, иногда темные частицы группируются в линзочки и тонкие прослойки. Светлые пятна образованы более крупнозернистым прозрачным доломитом; в центре светлого пятна размер зерен-кристаллов достигает 1—2 мм, а к краям уменьшается до 0,3—0,5 мм. Распространены светлые пятна по всему столбику, но обычно их больше в центральной части. Иногда можно видеть непосредственную связь светлых пятен с прожилками доломита, пересекающими столбики (табл. XXVIII, 1).



Фиг. 30. Форма столбиков *Gymnosolen ramsayi* Steinm. Уменьшено в 2 раза.
 Верхний рифей:
 а, б — о-в Кильдин, кильдинская серия (колл. Б. М. Келлера); в, г — Охотский массив
 (колл. С. В. Нужнова)



Фиг. 31. Форма столбиков *Gymnosolen ramsayi* Steinm. Уменьшено в 2 раза:

а — Анабарский массив, бильяхская свита (колл. Б. А. Комара); б — Патомское нагорье, хольцкая свита (колл. Н. М. Чумакова); в, г — Полдюов кряж, деминская свита (колл. А. Н. Гейслера)

Вмещающая порода. Столбики разделены зернистым доломитом с большим количеством темных сгустков и включений, напоминающих обломки строматолитовых слоев (табл. XXVIII, 2, 4). Обычно эти обломки расположены беспорядочно, но иногда наблюдается плохо заметная слоистость (табл. XXVIII, 6).

Вторичные изменения. Значительную часть отмеченных выше структурных особенностей строматолитовых слоев и вмещающей породы следует отнести за счет перекристаллизации: она шла очень неравномерно в пределах одного и того же образца. В одних случаях мы видим довольно равномерное распределение ромбовидных кристалликов доломита по всему столбику (табл. XXVII, 2), а в других случаях они приурочены к центральным частям столбика (табл. XXVIII, 1), в третьих — к краевым участкам столбиков (табл. XXVIII, 6). Следует отметить, что в последнем случае, как видно на фотографии, вмещающая порода на границе со столбиком имеет тонкозернистую структуру, тогда как на другом участке того же образца вмещающая порода перекристаллизована значительно сильнее, чем доломит, слагающий столбик (табл. XXVIII, 5).

Иногда пятна светлого кристаллического доломита рассеяны без каких-либо закономерностей и в разных частях столбика, и во вмещающей породе (табл. XXIX, 1). Встречается большое количество прожилок и гнезд, выполненных крупнокристаллическим доломитом и пересекающих столбик в различных направлениях (табл. XXIX, 3 и др.). Довольно часто встречаются стилолиты, которые либо приурочены к контакту столбиков и вмещающей породы (табл. XXVIII, 5, 6), либо пересекают столбик поперек (табл. XXIX, 5). Растворение по этим поверхностям можно оценить приблизительно в несколько миллиметров.

Сравнение. От *Gymnosolen levis*, f. n. отличается формой столбиков. Для *Gymnosolen ramsayi* характерны сложноветвящиеся гладкие столбики с раздувами, пережимами, пальчатыми отростками различной толщины, с относительно широкими промежутками между столбиками, для *Gymnosolen levis* f. n.— часто ветвящиеся, сближенные, слабобугристые столбики довольно постоянного диаметра.

З а м е ч а н и е. У строматолитов, отнесенных к *Gymnosolen ramsayi*, форма столбиков чрезвычайно разнообразна. Однако на современной стадии их изученности нет надежных критериев для выделения среди них обособленных самостоятельных форм. Для этого необходимо иметь большое количество материала и проверить выдержанность определенных признаков у строматолитов из разных районов.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Подинзерская толща катавской свиты и миньярская свита каратавской серии Южного Урала; низьвенская свита Полюдова кряжа; карбонатная толща метаморфической серии полуострова Канина; кильдинская серия острова Кильдина; возможно, спарагмитовая формация в районе Варангер-фиорда (Норвегия); шорихинская и туруханская свиты Туруханского района; свиты: Серого ключа, дадыктинская, нижнеангарская и дашкинская Енисейского кряжа; верхняя часть билляхской свиты северного склона Анабарского массива, верхние горизонты рифея Охотского массива, холычская свита патомского комплекса Патомского нагорья, верхняя часть чаткарагайской свиты Тянь-Шаня.

Материал. Около 60 образцов из шести точек из подинзерской толщи катавской свиты и из миньярской свиты Южного Урала; три образца из низьвенской свиты Полюдова кряжа, с р. Петрунихи (коллекция А. Н. Гейслера); два образца из кильдинской серии острова Кильдина (коллекция Б. М. Келлера); восемь образцов из чаткарагайской свиты с р. Чичкан, Тянь-Шань.

Gymnosolen levis Krylov, f. n.

Табл. XXVII, 3; фиг. 29, б, в

Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/723, миньярская свита Южного Урала, левый берег р. Белой у хутора Кривая Лука.

Описание. Бугорчатые изогнутые столбики, расположенные вертикально или наклонно в пласте. Поперечное сечение округлое с неровными волнистыми краями. Толщина столбиков между участками ветвления довольно постоянная — 0,8—1,2 см; в местах ветвления столбики расширяются до 1,5—2 см. Ветвление частое и сложное, столбики тесно сближены друг с другом, почти без промежутков. Боковая поверхность столбиков гладкая, без козырьков или карнизов, слои в краевой части столбиков утоняются, подгибаются вниз и плотно, а иногда многократно облекают их боковую поверхность. Отделение от вмещающей породы довольно четкое.

Слоистость. Нечеткая; чередуются более темные и более светлые узловатые и линзовидные пятна доломита и доломитизированного известняка с расплывчатыми, нерезкими очертаниями. Они имеют неодинаковую толщину в разных частях слоя и волнисто изогнуты, что придает слоям неровный, узловатый вид. Отделить один слой от другого обычно удается с трудом. Особенно нечетко разделяются слои в краевых частях столбиков.

Форма арок (табл. XXV, б, слои 1—15). Очень невыдержанная. В пределах небольшого участка столбика следующие один за другим слои имеют бокаловидную форму (слои 1, 2), затем сменяются коническими (слои 3, 4, 5) и через бокаловидный слой (6) переходят в коробчатые (слои 7, 8). Как и у *Gymnosolen ramsayi*, в боковой части столбиков слои разделить очень трудно, поэтому степень облекания и выпуклость арок могут оказаться еще большими, чем на таблице.

Структура слоев. В целом структуру слоев можно охарактеризовать как пятнисто-сгустковую и сгустково-слоистую (табл. XXIX, 3). Темные пятна сложены тонкозернистым доломитом с распыленным в нем темным глинистым веществом. Размер зерен доломита в этих пятнах не более 0,1 мм, обычно меньше. Темные пятна разделяются участками более крупнозернистого светлого доломита с зернами размером 0,1—0,2 мм. Форма темных пятен в шлифе округлая, овальная или линзовидная; разделяющие их участки светлого кальцита иногда имеют форму прожилков, ориентированных по слоистости, иногда имеют петельчатое строение, облекая темные пятнышки.

Вмещающая порода. Столбики разделяются узкими (3—5 мм) промежутками, выполненными зернистым доломитом. Основную массу (до 60—75%) образуют светлые кристаллики доломита, иногда ромбовидной формы, размером 0,1—0,3 мм. В этой массе заключены овальные и округлые включения, сложенные темным тонкозернистым доломитом, близким по структуре к темным сгусткам в строматолитовых слоях (табл. XXIX, 3).

Вторичные изменения. По характеру вторичных изменений описываемые образцы близки к строматолитовым породам других форм подинзерской толщи катавской свиты и миньярской свиты — *Minjaria uralica* и *Gymnosolen ramsayi*. Пятна светлого зернистого доломита имеют ту же форму и размеры, что и зерна доломита в прожилках, пересекающих и столбики, и вмещающее пространство (табл. XXIX, 3, 4), и иногда непосредственно связаны с прожилками. Из этого можно сделать вывод, что наблюдаемая сейчас структура строматолитовой породы в значительной степени связана с процессами перекристаллизации, проходившими уже после образования строматолита, в эпигенезе. Структуры растворения встречаются редко и представлены мелкими стилолитами, расположенными по поверхностям напластования и у контакта столбиков с вмещающей породой. Растворение по этим поверхностям, по-видимому, не превышало долей миллиметра.

Сравнение. Об отличии от *Gymnosolen ramsayi* сказано выше. В отдельных срезах из-за волнистости и узловатости слоев иногда напоминают формы *Katavia karatavica* Krylov, но отличаются от них более сложным характером ветвления столбиков, меньшей бугристостью их боковой поверхности и большей сближенностью столбиков.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей, миньярская свита в бассейнах рек Белой и Инзера, Южный Урал.

Материал. Шесть образцов из двух обнажений, Южный Урал.

1959. *Collenia, buriatica* (Partim). И. Н. Крылов. Рифейские строматолиты острова Кильдина. Докл. АН СССР, 127, № 4, стр. 890, рис. 1, б, г.

Тип группы. *Pseudokussiella aii*, f. n., миньярская свита рифея Южного Урала.

Диагноз. Гладкие столбики со сложным и частым ветвлением. При ветвлении столбик резко расширяется (его первоначальный диаметр увеличивается в 4—8 раз), а затем распадается на несколько новых столбиков. Слои, приближаясь к краю столбика, становятся тоньше, подгибаются книзу и плотно прилегают к подстилающему слою. Козырьки очень редки.

Сравнение. В небольших образцах похожи на *Minjaria* и *Gymnosolen*, но отличаются от них способом ветвления. В местах ветвления похожи на *Kussiella*, но отличаются гладкими столбиками, без поперечной ребристости и карнизов.

Замечание. Два образца строматолитов с острова Кильдина (из коллекции Б. М. Келлера), относящиеся, по-видимому, к группе *Pseudokussiella*, были описаны автором ранее как *Collenia buriatica* Maslov (Крылов, 1959₂, рис. 1, б, г). Ознакомление с топотипом формы *Collenia buriatica* (см. замечание на стр. 76 относительно группы *Minjaria*) заставляет отказаться от этого сопоставления.

Состав группы. Одна форма.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Миньярская свита Южного Урала; кильдинская серия острова Кильдина.

Pseudokussiella aii Krylov, f. n.

Табл. XXX—XXXII; фиг. 32

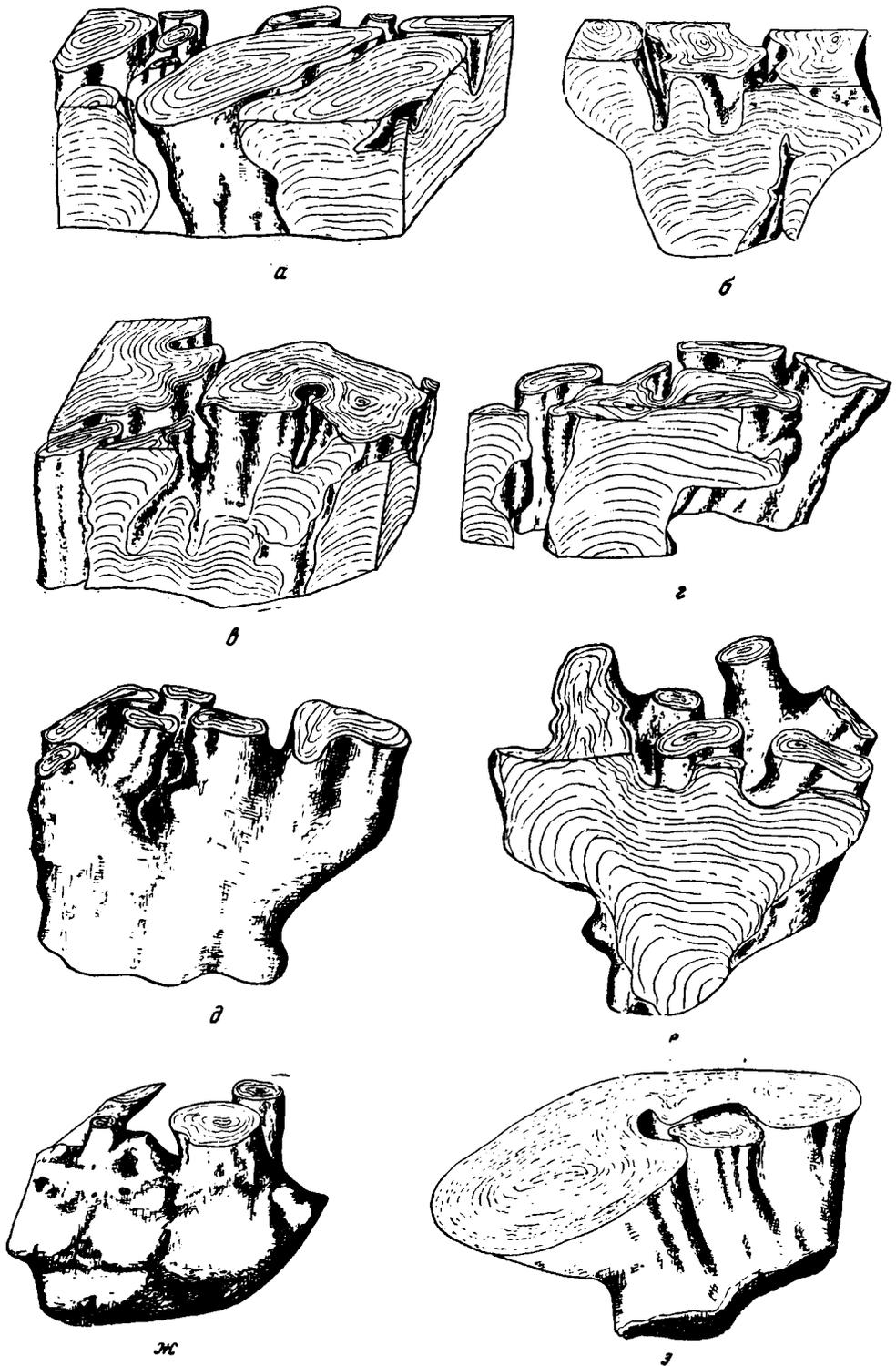
Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/497, миньярская свита Южного Урала, восточная окраина пос. Пролетарка, в 4 км северо-западнее ст. Сулея.

Описание. Гладкие столбики, расположенные вертикально или наклонно в пласте, с резкими расширениями в участках ветвления. У цилиндрических отрезков столбиков (между участками ветвления) поперечное сечение округлое, в участках ветвления поперечное сечение столбиков сложное: подковообразное, вытянуто-овальное или многоугольное. Ширина столбиков колеблется от 2—3 см в цилиндрических отрезках столбиков до 15—20 см в участках ветвления; высота цилиндрических отрезков достигает 10—12 см; общая высота постройки более 40—50 см.

При ветвлении столбик резко расширяется, увеличиваясь в диаметре в несколько раз, а затем распадается на несколько новых субцилиндрических столбиков.

Слои в краевых частях столбика утоняются, изгибаются книзу и плотно прилегают к подстилающему слою, что обуславливает гладкую боковую поверхность столбиков.

Слоистость. Нечеткая. Формы *Pseudokussiella* встречаются совместно с *Minjaria*. Породы, слагающие столбики строматолитов обеих групп, имеют одинаковый состав (см. табл. 1) и подвергались тем же вторичным процессам с образованием похожих структур. Поэтому к структурам слоев *Pseudokussiella* полностью относится большинство замечаний, сделанных относительно структуры слоев и вмещающей породы форм *Minjaria*. Границы слоев нерезкие, часто слоистость только приблизительно угадывается по чередованию светлых и темных пятен, вытянутых по напластованию.



Фиг. 32. Форма столбиков *Pseudokussiella aii*, f. n. Уменьшено в 2 раза:
 а — е — Южный Урал, миньярская свита; а — г — район ст. Сулея; д, е — район дер. Николаевка;
 ж, з — о-в Кильдин, кильдинская серия (колл. Б. М. Келлера)

Форма арок (табл. XXX). В цилиндрических участках столбиков слои изогнуты в общем куполовидно, иногда с уплощенной верхней частью арки (слои 7—10, 18—22); в местах ветвления слои волнистые, сильно уплощенные (слои 15—17, 37).

Структура слоев. Доломит, слагающий столбики, чрезвычайно близок по структуре к породе, образующей столбики *Minjaria*, описанной выше. Чередуются темные и светлые линзы и пятна, сложенные зернистым доломитом с неравномерной окраской, обусловленной неравномерным распределением глинистых частиц. Большинство слоев похоже на слои 3 *Minjaria*, т. е. представляют собой скопления вытянутых пятен и полос нечетких очертаний. Слои типа слоев 1 и 2 *Minjaria*, более или менее определенно прослеживающееся от одного края столбика до другого, у *Pseudokussiella* практически отсутствуют (табл. XXXII, 1, 2).

Вмещающая порода. Столбики разделены зернистым доломитом, имеющим неравномерно-пятнистую структуру. По структуре этот доломит одинаков с доломитом, разделяющим столбики *Minjaria uralica*.

Вторичные изменения. Порода имеет отчетливые следы перекристаллизации. Встречается большое количество гнезд крупнокристаллического доломита (табл. XXXI, 2, 3), которые во многих случаях постепенно переходят в светлоокрашенные пятна строматолитовых слоев. Иногда встречаются некрупные стилолиты (табл. XXXII, 3). Расстворение по этим поверхностям было, очевидно, небольшим (до нескольких миллиметров).

Замечание. К *Pseudokussiella aii*, f. n. условно отнесены строматолиты из кильдинской серии с острова Кильдина из коллекции Б. М. Келлера. Небольшие размеры этих образцов не дают возможности более точно определить их и сравнить с уральскими строматолитами, но ряд признаков — резкое расширение столбика и следующее затем распадение на тонкие субцилиндрические столбики (фиг. 32, з), а также характерное подковообразное поперечное сечение у другого образца (фиг. 32, ж) сближает эти формы с уральскими.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Миньярская свита Южного Урала около станции Сулея и у дер. Николаевка (к северу от Тирляна); возможно, кильдинская серия острова Кильдина.

ГРУППА *KATAVIA* KRYLOV, GR. N.

1960. *Collenia ferrata* (?). И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 989, рис. 1, д.

Тип группы. *Katavia karatavica*, f. n., подинзерская толща катавской свиты рифея Южного Урала.

Диагноз. Субцилиндрические столбики с бугорчатой боковой поверхностью. Ветвление их напоминает ветвление ствола дерева: столбик разветвляется на два-три более узких столбика. В краевой части столбика слои становятся тоньше, подгибаются книзу и плотно прилегают к подстилающему слою, так что не образуется ни козырьков, ни карнизов.

Сравнение. От похожих по типу ветвления форм групп *Gymnosolen ramsayi* Steinm. и *Minjaria uralica* Kryl. резко отличаются узловатой бугорчатой боковой поверхностью столбиков. От *Gymnosolen levis* Крылов, тоже имеющих столбики с бугорчатой боковой поверхностью, отличаются более редким и простым ветвлением и относительно равными, прямыми, далеко отстоящими друг от друга столбиками.

Замечание. Строматолиты группы *Katavia* раньше условно определялись автором как *Collenia ferrata* (?) Grout a. Brod. (Крылов,

1960₂). Однако детальное изучение их заставило отказаться от такого сопоставления. Судя по изображению *Collenia ferrata* (Grout, Broderick, 1919, fig. 2), эта форма имеет столбики, ветвящиеся по типу распадаения широкого столбика на более узкие, причем столбики имеют ровную, небугристую боковую поверхность с единичными козырьками. Таким образом, формы группы *Katavia* отличаются, по-видимому, от *Collenia ferrata* Grout а. Вгод. и типом ветвления, и характером боковой поверхности столбиков. В этом сравнении остается, однако, значительная доля условности, поскольку оно проводится по единичному и довольно схематическому изображению продольного среза, приведенному в работе Гроута и Бродерика.

Состав группы. Одна форма.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Подинзерская толща катавской свиты Уральского Каратау в районе Аши и Миньяра.

Katavia karataovica Krylov, f. n.

Табл. XXXIII—XXXV; фиг. 33

1960. *Collenia ferrata* (?). И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. Докл. АН СССР, 132, № 4, стр. 898, рис. 1, д.

Голотип. ГИН АН СССР, № 3562/568. Подинзерская толща катавской свиты, Южный Урал, северо-западная окраина г. Миньяра.

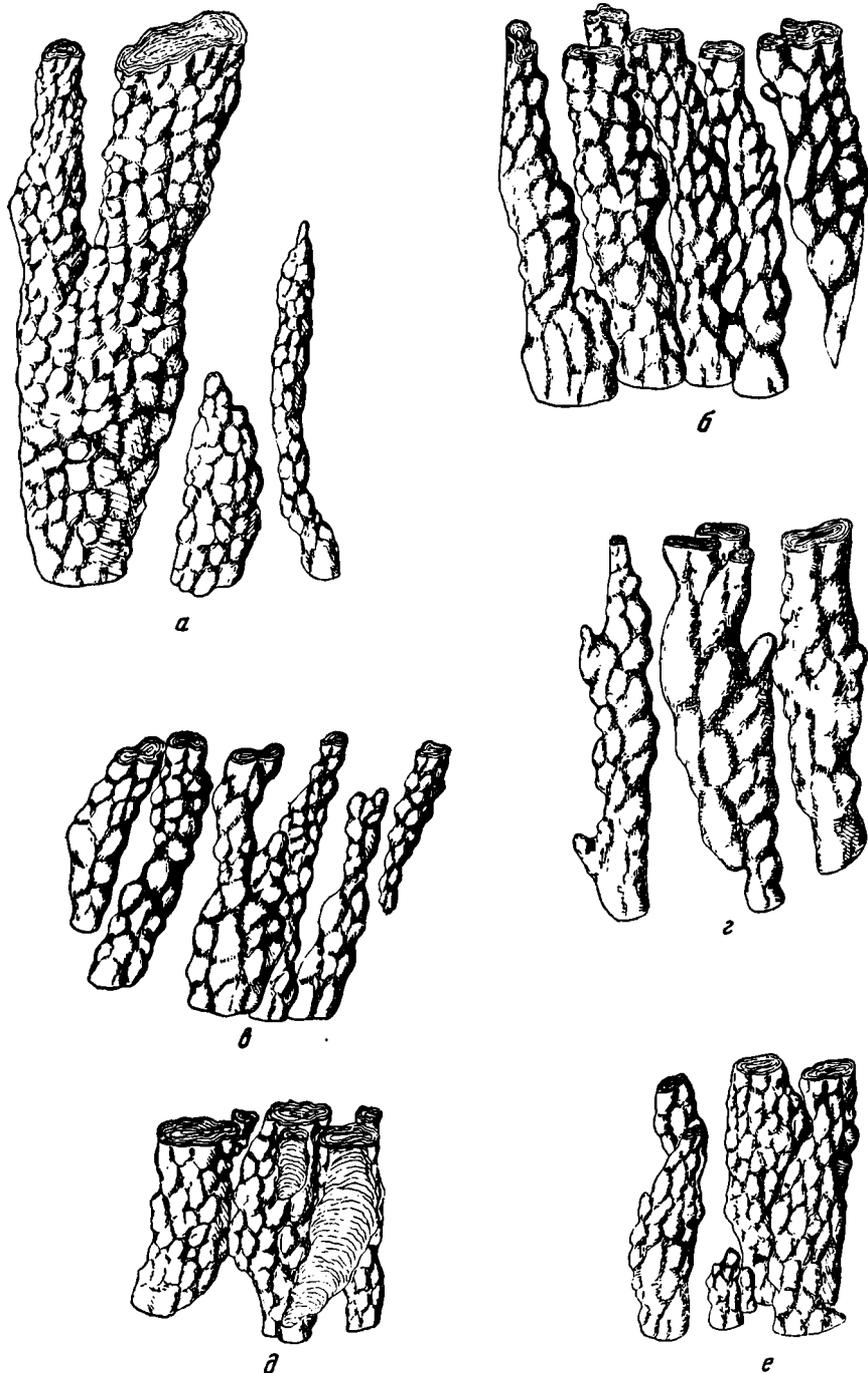
Описание. Субцилиндрические столбики с мелкобугорчатой боковой поверхностью, расположенные вертикально в пласте. Поперечное сечение имеет форму многоугольника со скругленными углами или сложные зубчатые очертания. Толщина столбиков от 0,7 до 2—3 см, высота более 20 см. Ветвление на два-три новых столбика, диаметром несколько меньше, чем у первоначального. Приближаясь к краю столбика, слои становятся тоньше, подгибаются книзу и плотно прилегают к подстилающему слою, а местами многократно облекают боковую поверхность столбиков так, что не образуется ни козырьков, ни карнизов.

Слоистость. Нечеткая. Чередуются более светлые и более темные прослои доломитизированного известняка. Толщина их неодинаковая, с резкими раздувами и пережимами, но в целом слои можно назвать линзовидными — с утолщением в центральной части столбиков и уменьшением толщины слоев к их краям. Границы слоев нечеткие, иногда очертания и форму слоя можно угадать только приблизительно по чередованию светлых и темных пятен. Верхняя и нижняя поверхности слоев (где это можно видеть) неровные, бугристые.

Форма арок (табл. XXXIII). Слои изогнуты в общем куполовидно, но форма арок очень изменчива — от куполовидных, округлых (слои 22, 55) до сильно выпуклых, бокаловидных (слои 45, 50), но встречаются и корбчатые арки (слои 61, 62), и конусообразные (слои 9, 46, 67), и арки более сложной формы (слои 35, 40).

Структура слоев. Более 90% породы, слагающей столбик, — округлые, овальные и вытянутые лепешкоподобные стяжения кристаллического кальцита. Тонкозернистая слоистая порода сохраняется только в отдельных участках в краевой части столбика (табл. XXXV, 2, 5), реже — в центральной его части (табл. XXXIV, 2). Это известняк с равнозернистой структурой, сложенной округлыми зернами кальцита размерами 0,01—0,03 мм. В известняке рассеяны глинистые частицы, неравномерное распределение которых придает ему слоистый облик.

Стяжения кристаллического кальцита представляют собой жеоды с кристаллами размерами до 0,1—0,3 мм, растущими в виде щеток от



Фиг. 33. Форма столбиков *Katavia karatavica*, f. п. Уменьшено в 2 раза:
 а — е — Южный Урал, подлинзерская толща катавской свиты, район г. Миньяр

краев жеоды к центру (табл. XXXIV, 2; табл. XXXV, 3). Центральная часть этих жеод заполнена обычно тонкозернистым кальцитом с большим количеством глинистых частиц и окислов железа, которые, очевидно, «сгонялись» к центру стяжений в процессе роста кристаллов. Толщина этих жеод 0,5—1 мм, длина от 0,5 до 5—6 мм. Они мозаично притыкаются одна к другой, но ориентированы в целом по слоистости.

Вмещающая порода. Столбики разделяются тонкозернистым известняком с большим количеством сгустков, стяжений и обломков однороднозернистого темного известняка округлой и овальной формы (табл. XXXV, 5). Кристаллические образования во вмещающей породе встречаются гораздо реже, чем в столбиках, и составляют не более 5—10% породы. Граница столбика с вмещающей породой достаточно четкая (табл. XXXV, 1, 2, 5).

Вторичные изменения. Несомненно вторичными являются описанные выше жеоды кристаллического кальцита. Следует отметить неравномерное распределение этих образований. Иногда они нацело слагают породу (табл. XXXV, 4), иногда сохраняются участки с первичной тонкозернистой полосчатой структурой. В межстолбиковом пространстве их мало. Возможно, минералогический состав и структура строматолитовых слоев были более благоприятны для образования таких стяжений, чем межстолбиковая порода. Иногда наблюдаются продольные трещины, приуроченные к центральной части столбиков и выполненные кристаллическим кальцитом, близким по структуре и размеру зерен к кристаллам из жеодок. Изредка встречаются очень мелкие стилолиты, но растворение, очевидно, было незначительным — не больше долей миллиметра.

Геологический возраст и распространение. Верхний рифей. Подинзерская толща катавской свиты в районе городов Аша и Миньяр.

Материал. 11 образцов из двух обнажений, севернее г. Аша и к северо-западу от г. Миньяр, Южный Урал.

Глава седьмая

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ В РАЗРЕЗАХ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА

В структурно-тектоническом отношении западный склон Южного Урала представляет собой «складчатую полосу, осложненную крутыми разломами, взбросами, надвигами» (Шатский, 1945, стр. 61). В пределах этой области Н. С. Шатский выделяет несколько крупных структурных единиц: Бакало-Саткинское поднятие, Ямантауский антиклинорий, Инзерский синклинорий, Каратауский структурный комплекс и Симскую мульду. Эта область отделяется от антиклинория Уралтау Зилаиро-Юрюзанской синклинальной полосой. Каждое из тектонических подразделений представляет собой довольно просто построенную положительную или отрицательную структуру, в крыльях которой обнажаются различные части разреза рифейских отложений. Стратиграфическая последовательность толщи свит в пределах каждого из таких разрезов сомнений не вызывает, а результаты детальных геолого-съёмочных работ и литологических исследований позволяют уверенно сопоставлять эти разрезы друг с другом.

Следует сразу же заметить, что верхняя возрастная граница рифейских отложений Южного Урала до самого последнего времени вызывает большие споры. Кембрийские отложения с остатками фауны в местах развития древних свит встречены не были. Рифейские отложения перекрываются в разных частях Южного Урала толщами ордовика (район Тирляна, бассейн р. Белой) или девона (Каратау, Инзерский район и др.).

Поэтому некоторые исследователи (например, К. А. Львов) были склонны относить верхнюю часть рифейских отложений Урала к кембрию и даже к девону (Домрачев, 1952). При этом нередко ссылались на находки в древних свитах Урала остатков археоциат, мшанок, растений и т. д.

Проанализировав все данные о находках органических остатков в рифейских отложениях Южного Урала, Б. М. Келлер (1952) пришел к выводу, что эти находки не могут служить основанием для отнесения каких-либо свит уральского рифея к палеозою. Однако до самого последнего времени не было получено прямых доказательств и для безоговорочного отнесения этих толщ к докембрию. Так, например, результаты определений спор и пыльцы (Чибрикова, 1960, стр. 22) могут свидетельствовать и о докембрийском, и о нижнекембрийском возрасте этих толщ.

Результаты изучения отложений верхнего рифея и нижнего кембрия в различных частях Русской платформы довольно убедительно показы-

вают, что ашинская свита является, по-видимому, несомненным аналогом валдайской серии северо-западных частей Русской платформы. Валдайская серия лежит под синими глинами с фауной древнейших слоев кембрия.

Отсюда следует вывод, что и ашинская свита и тем более каратавская серия — образования докембрийские (Келлер, Хоментовский, 1960). Это подтверждается в последнее время довольно большим количеством определений абсолютного возраста.

Результаты определения строматолитов не противоречат этим выводам. Строматолиты каратавской серии, как показано в следующей главе, очень близки к строматолитам из верхних горизонтов заведомо докембрийских отложений Сибири и других районов. В то же время на Урале не были встречены строматолиты, характерные для фаунистически охарактеризованных кембрийских отложений Сибири, известных по работам И. К. Королюк (1960), А. Д. Сидорова (1960) и С. В. Нужнова (1960).

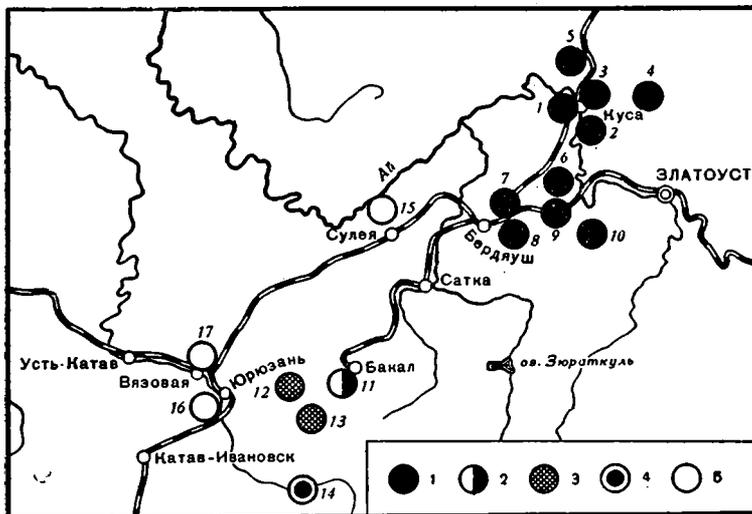
В то же время надо отметить, что распределение строматолитов в кембрийских отложениях изучено еще совершенно недостаточно. Изучение кембрийских строматолитов должно стать одной из первоочередных задач.

Рифейские отложения в целом довольно хорошо выдерживаются по площади Южного Урала, различаясь в разных разрезах в основном мощностями свит и толщ и в значительно меньшей степени — типом пород. При изучении строматолитов выяснялись закономерности вертикального распространения строматолитов в каждом из разрезов, а потом проводилось сравнение строматолитовых комплексов из разных разрезов.

Приведем краткую характеристику распределения строматолитовых комплексов в основных разрезах рифейских отложений Южного Урала.

БАКАЛО-САТКИНСКИЙ РАЙОН

В геологическом отношении этот район (фиг. 34, 35) представляет южное окончание крупной и достаточно сложно построенной антиклинальной структуры. В ядре обнажаются тараташские гнейсы. На них



Фиг. 34. Места сборов строматолитов в Бакало-Саткинском районе: 1 — саткинская свита; 2 — бакальская свита; 3 — авзянская свита; 4 — катавская свита; 5 — миньярская свита

Серия	Свита, толща	Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	Описание	Строматолиты	
Каратавская	asch	0-70			Ашинская свита — песчаники и сланцы		
	min	50-150			Миньярская свита — доломиты и известняки	<i>Minjaria uralica</i> Krylov <i>Pseudokuskiella</i> au Krylov	
	inz	200			Инзерская свита — песчаники и сланцы		
	kt	400			Катавская свита — пестроцветные мергели и известняки	<i>Jurusania cylindrica</i> Krylov <i>Inzeria tjumusi</i> Krylov	
	zlm	IV	300-350			Зильмердакская свита — песчаники и кварциты, в основании аркозовые, с прослоями сланцев	
III		300-350					
II		250-300					
I		200-250					
Юрматинская	avz	V		1263*	Авзянская свита — чередование пластов доломитов, сланцев и песчаников	<i>Baicalia baicalica</i> (Maslov) Krylov <i>Conophyton</i> (?) sp. <i>Collenia frequens</i> (?) Walcott Пластовые строматолиты	
		IV					200-250
	III	150-200					
	II	200					
	I	300					
z-k	III	300			Зигазино-камаровская свита — сланцы с прослоями песчаников		
	II	100					
	I	250					
zig		250-500			Зигальгинская свита — кварциты и песчаники		
Бурзаянская	bak	II		1400***	Саткинская свита — чередование мощных пачек доломитов и сланцев. Прорывается гранитами роговики бердяшского массива	<i>Conophyton cylindricus</i> Maslov <i>Collenia frequens</i> Walcott Столбчато-железистые строматолиты	
		I					400
	st	V				300-350	
		IV				300	
		III				200-250	
		II				600	
	ai					I	300
						IV	300
						III	650-700
						II	400
trt		I	150-300		Тараташская серия — енейсы, кристаллические сланцы, прослои джеспилитов		
		II	300				

Фиг. 35. Распространение строматолитов в рифейских отложениях района Сатки и Бакала (разрез — по материалам М. И. Гараня)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукониту; *** — по прорывающему граниту

ложатся породы айской свиты, а выше следует весь разрез рифейских отложений, до катавской свиты включительно (у дер. Екатеринбург).

По северо-западному крылу этой структуры (район ст. Сулея, Вязовая, Юрюзань) развиты и более молодые отложения — инзерская, миньярская и ашинская свиты, перекрывающиеся такатинской свитой девона. Данные о геологии района и стратиграфии рифейских отложений подробно изложены во многих работах, из которых в первую очередь следует назвать работы М. И. Гараня (1946 и др.).

В целом для рифейских отложений района характерно полное развитие толщ бурзянской серии с большим количеством карбонатных пород, несколько сокращенный разрез юрматинской серии и резко сокращенный разрез каратавской серии.

В последние годы появились первые данные об абсолютном возрасте пород. Возраст гранитов Бердяшского массива, прорывающих саткинскую свиту, оценивается в 1400 млн. лет (Овчинников, Гаррис, 1960). В бассейне р. Катав около ст. Запрудовка Н. А. Вербицкая собрала образцы из авзянской свиты, содержащие глауконит. По устному сообщению А. И. Тугаринова и Г. А. Казакова (доклад в ГИН АН СССР, март 1961 г.), возраст этих пород равен 1263 млн. лет.

Строматолиты встречаются в саткинской, бакальской, авзянской, катавской и миньярской свитах.

Саткинская свита

1. Разрез по р. Ай ниже г. Куся до железнодорожного моста через р. Ай — пластовые строматолиты *Stratifera* (?) Kogol., столбчато-пластовые и желваковые строматолиты и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Kussiella kussiensis* Krylov (фиг. 17, а).

2. Карьер у шоссе Куся — Медведевка на восточной окраине г. Куся — пластовые строматолиты *Stratifera* (?) Kogol. и желваковые строматолиты.

3. Выемки около шоссе Куся — Магнитка между г. Куся и устьем р. Навыш — пластовые и столбчато-желваковые строматолиты, а также столбчатые строматолиты из группы *Conophyton* Maslov и *Collenia frequens* (?) Walcott.

4. Правый берег р. Куся около устья р. Юважелга — пластовые и столбчато-пластовые строматолиты и столбчатые строматолиты, близкие к *Conophyton* Maslov.

5. Район к северу от г. Куся у пересечения железной дороги и шоссе Куся — Петропавловка — пластовые и столбчато-пластовые строматолиты плохой сохранности.

6. Выемки вдоль железной дороги между ст. Куся и Жукатау — пластовые, столбчато-пластовые и желваковые строматолиты.

7. Выемки вдоль железной дороги между ст. Жукатау и Бердяш — пластовые строматолиты и столбчатые строматолиты плохой сохранности, напоминающие *Conophyton*.

8. Правый берег р. Бердяш против устья р. Топкая в 2 км восточнее ст. Бердяш — небольшой, хорошо вскрытый эрозией биогерм столбчатых ветвящихся строматолитов *Kussiella kussiensis* Krylov (фиг. 16 и 17, б, в). В соседних обнажениях встречаются желваковые строматолиты.

9. Выемки вдоль железной дороги около ст. Салган — пластовые строматолиты *Stratifera* (?) Kogol. плохой сохранности.

10. Горки на западной окраине с. Куваши — четкие пластовые строматолиты группы *Stratifera* Kogol.

Бакальская свита

11. Карьеры в разных частях г. Бакал. В нижних горизонтах бакальской свиты развиты столбчато-желваковые строматолиты, близкие к *Collenia undosa* Walcott, *Collenia symmetrica* Fenton и др.; в средней части бакальской свиты (гаевский горизонт) встречаются крупные сложнопостроенные биогермы *Collenia frequens* Walcott, *Conophyton cylindricus* Maslov и связанных с ними форм; в верхних горизонтах свиты встречаются столбчато-желваковые строматолиты, похожие на *Collenia columnaris* Fenton.

Авзянская свита

12. Северо-западная окраина дер. Первуха — пластовые строматолиты, близкие к *Stratifera* Kogol. и *Irregularia* (?) Kogol., столбчато-пластовые строматолиты плохой сохранности, нечеткие столбики, напоминающие *Conophyton*, и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov (фиг. 19, б—е).

13. Выемки около шоссе в 10 км восточнее г. Юрюзань — столбчатые строматолиты, близкие к *Collenia frequens* Walcott и *Conophyton* Maslov.

Катавская свита

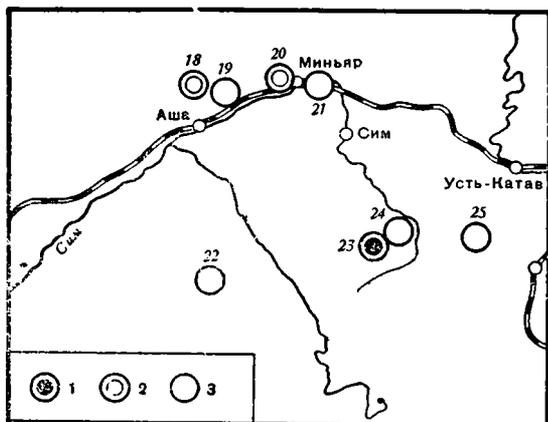
14. Берег р. Юрюзань около дер. Екатериновка — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Jurusania cylindrica* Krylov (фиг. 27) и *Inzeria* (?) Krylov.

Миньярская свита

15. Разрез у шоссе в 4 км северо-западнее ст. Сулея, у окраины пос. Первомайка — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov (фиг. 24, а) и *Pseudokussiella aii* Krylov (фиг. 32, а—г).

16. Ряд обнажений в пределах р. Юрюзань — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

17. Разрез вдоль железной дороги к западу от ст. Вязовая — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov и *Gymnosolen* Steinmann.



Фиг. 36. Места сборов строматолитов в районе Уральского Каратау и Симской мульды:

1 — катавская свита (пестроцветная толща); 2 — катавская свита (подинзерская толща); 3 — миньярская свита

КАРАТАУ И СИМСКАЯ МУЛЬДА

В пределах Уральского Каратау (фиг. 36) и по обрамлению Симской мульды обнажаются только верхнерифейские отложения — от зильмердакской до ашинской свит. Стратиграфия этих отложений детально изучена Н. В. Дорофеевым, В. Н. Рябининым (1932), В. Н. Крестовниковым, а в последние годы — С. И. Домрачевым, Ю. Р. Беккером и другими исследователями.

Разрез характеризуется в целом несколько сокращенными мощностями и преобладанием карбонатных пород. Резко сокращается в мощности терригенная зильмердакская свита, почти выпадает из разреза инзерская свита, особенно в западных частях района. Карбонатные свиты (катавская и миньярская), напротив, наиболее мощные и полные. В верхней части катавской свиты в этом районе появляется своеобразный пласт доломитизированного известняка со строматолитами — подинзерская (симская) толща; миньярская свита разделяется на две толщи — минскую и бьянскую (Беккер, 1961), а верхняя часть свиты местами отделяется следами перерыва и описывается некоторыми исследователями как самостоятельная укская свита (Домрачев, 1952; Беккер, 1958).

Для инзерской, миньярской и ашинской свит района имеется несколько определений абсолютного возраста по глаукониту. Возраст нижней части инзерской свиты в районе Миньяра (колл. И. Е. Постниковой) 921 млн. лет (Доклад А. И. Тугаринова и Г. А. Казакова на совещании по верхнему докембрию, Москва, март 1961) или 932 млн. лет (Полевая и др., 1960); пород инзерской свиты из того же района, без указания более точного положения в разрезе свиты — 865 млн. лет (Казаков, Полевая, 1958); нижней части миньярской свиты из района Миньяра (коллекция Ю. Р. Беккера) 766 млн. лет (доклад Н. И. Полевой, Г. А. Казакова и др. на совещании по абсолютному возрасту пород в Москве, весна 1960 г.) и 760 млн. лет (доклад А. И. Тугаринова и Г. А. Казакова, 1961 г.); пород нижней части ашинской свиты к северу от г. Аша, в долине Киселева ключа (коллекция И. Е. Постниковой) — 573 млн. лет (Полевая и др., 1960).

Строматолиты встречены в нижней пестроцветной и в верхней подинзерской толщах катавской свиты и в миньярской свите.

РАЙОН АШИ И МИНЬЯРА (ФИГ. 37)

Подинзерская толща катавской свиты

18. Южный склон Воробьиных гор к северу от г. Аша — столбчато-пластовые строматолиты и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen ramsayi* Steinmann (фиг. 28, а, б) и *Katavia karatavica* Krylov.

Серия	Свита, толща	Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	О п и с а н и е	Группы строматолитов
					Верхний девон — известняки и доломиты	
Ашинская	asch	100-800		573*	Ашинская свита — песчаники и сланцы	
Катавская	min	450-550		616-618*	Миньярская свита — доломиты и известняки	<i>Minjaria uralica</i> Krylov <i>Gymnosolen</i> sp. <i>Sporophyton</i> sp. Столбчато-пластовые строматолиты
	172	10-100		760*	Инзерская свита — песчаники и сланцы	
	kt	200-300		865* 932*	Катавская свита — пестроцветные мергели и известняки в верхках —	<i>Gymnosolen ramsayi</i> Steinm. <i>Katavia karatavica</i> Krylov Столбчато-пластовые строматолиты
	zlm	300-400			Зильмердакская свита — доломиты, песчаники, в основании аркозые с простыми сланцы	

Фиг. 37. Распределение строматолитов в рифейских отложениях района Аши и Миньяра (разрез — по материалам В. Н. Крестовникова, А. И. Олли, С. М. Домрачева)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукониту

19. Северо-западная окраина г. Миньяр — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen ramsayi* Steinmann (фиг. 28, в) и *Katavia karatavica* Krylov (фиг. 33).

Миньярская свита

20. Правый склон долины Киселева ключа в 5 км севернее г. Аша — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

21. Разрез вдоль железной дороги к востоку от ст. Миньяр — нечеткие столбики плохой сохранности, напоминающие *Soprophyton*, и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen* Steinmann и *Minjaria uralica* Krylov (фиг. 24, в, г; фиг. 25, б, в).

22. Долина р. Веселая в 3 км восточнее пос. Вилей — столбчатые строматолиты, близкие к *Soprophyton*, и столбчато-пластовые строматолиты.

РАЙОН СЕРПЕЕВКИ И КАРАУЛОВКИ, ЮЖНОЕ КРЫЛО СИМСКОЙ МУЛЬДЫ

Катавская свита

23. Правый берег р. Куряк около пос. Куряк — столбчато-пластовые строматолиты плохой сохранности.

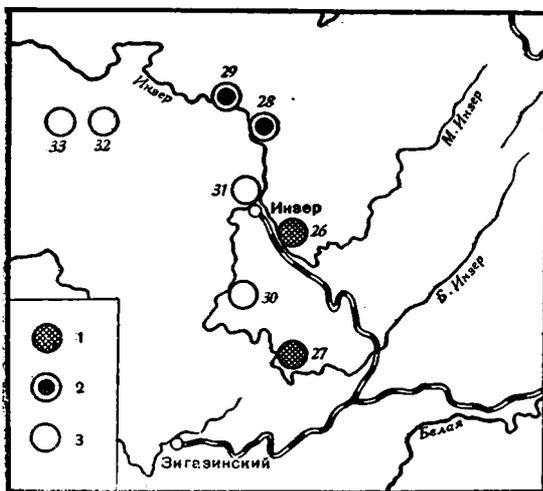
Миньярская свита

24. Долина р. Сим в 3 км восточнее с. Серпеевка — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

25. Район с. Карауловка — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

БАССЕЙН РЕК МАЛЫЙ И БОЛЬШОЙ ИНЗЕР

В этот район (фиг. 38 и 39) входят западный склон антиклинория Ямантау, где обнажаются толщи бурзянской и юрматинской серий, и крупный Инзерский синклиний, выполненный отложениями каратавской серии. Стратиграфию этих отложений подробно изучали А. И. Иванов (1937), О. П. Горяинова и Э. А. Фалькова (1933, 1937, 1940), А. И. Олли (1936, 1948) и другие исследователи. Разрез достаточно



Фиг. 38. Места сборов строматолитов в бассейне Малого и Большого Инзера:
1 — авзянская свита; 2 — катавская свита (пестроцветная толща); 3 — миньярская свита

ловно до пос. Инзер, по р. Б. Инзер от ст. Ишля до пос. Архангельское и по р. Басу от ее истоков до с. Кулмас.

Авзянская свита

26. Долина р. Малый Инзер между пос. Катаскин и пос. Реветь — пластовые и столбчатые строматолиты *Conophyton* Maslov и *Collenia frequens* Walcott и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov (фиг. 18, e).

27. Правый берег р. Большой Инзер, около с. Нижняя Митиза — столбчатые строматолиты, близкие к *Conophyton*, и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov (фиг. 19, a).

Катавская свита

28 Правый берег р. Инзер в 1 км выше с. Ассы — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Inzeria tjomusi* Krylov (фиг. 22, 23).

29. Правый берег р. Инзер против дер. Бриш — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Inzeria tjomusi* Krylov и *Jurusania cylndrica* Krylov.

Миньярская свита

30. Левый берег р. Большой Инзер около дер. Римашты — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen ramsayi* Steinmann и *Minjaria uralica* Krylov.

31. Скалы у р. Инзер около пос. Инзер — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

32. Долина р. Басу в 4 км выше пос. Кулмас, около лесопильного завода — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

33. Правый берег р. Басу против пос. Кулмас — столбчато-пластовые строматолиты и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen ramsayi* Steinmann (фиг. 29, a) и *Minjaria uralica* Krylov.

БАССЕЙН Р. БЕЛОЙ В СРЕДНЕМ ЕЕ ТЕЧЕНИИ

Площадь распространения рифейских отложений (фиг. 40 и 41), ограниченная с севера трактом Стерлитамак — Белорецк, а с востока и с юга р. Белой, представляет собой в геологическом отношении южное окончание антиклинория Ямантау. Здесь развиты главным образом отложения юрматинской и каратавской серий, а местами в ядрах

полный и мощный; именно здесь находятся стратотипы всех толщ авзянской свиты, зильмердакской и инзерской свит.

В последнее время получены данные по абсолютному возрасту рифейских толщ этого района. Возраст пород инзерской свиты по глаукониту 900 млн. лет (устное сообщение Г. А. Казакова), возраст верхней части миньярской свиты — 616 млн. лет (р. Басу, коллекция Ю. Р. Беккера; Полевая и др., 1960).

Строматолиты встречены в авзянской, катавской и миньярской свитах. Для сбора материалов автором были сделаны маршруты по р. М. Инзер от с. Бердагу-

Серия	Свита, толща	Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	Описание	Строматолиты	
КАРАТАВСКАЯ	асч	10			Ашинская свита — песчаники		
	4 min	до 800			Миньярская свита — доломиты и известняки	<i>Gymnosolen levis</i> (?) Krylov <i>Minjaria uralica</i> Krylov <i>Gymnosolen ramsayi</i> Steinmann	
	inz	100-1000		900*	Инзерская свита — сланцы, аргиллиты, песчаники		
	кт	325-400			Катавская свита — пестроцветные известняки и мергели	<i>Inzeria tjomusi</i> Krylov <i>Jurusania cylindrica</i> Krylov	
	zlm	IV	310-350			Зильмердакская свита — песчаники, сланцы и алевролиты. В основании мощная толща аркозовых песчаников	
		III	300-725				
		II	300				
	I	750					
ЮРМАНСКАЯ	авз	V	250-750			<i>Baicalia baicalica</i> (Maslov) Krylov	
		IV	110-160			<i>Soprophyton</i> sp. <i>Collenia frequens</i> Walcott	
		III	200-325			Пластовые строматолиты	
	z-k	I	350-410			Зигазино-комаровская свита — алевролиты и сланцы с прослоями песчаников	
		II	220-280				
	zig	I	160-300			Зигальгинская свита — кварциты с прослоями сланцев	
		II	250-400-1000				
III							

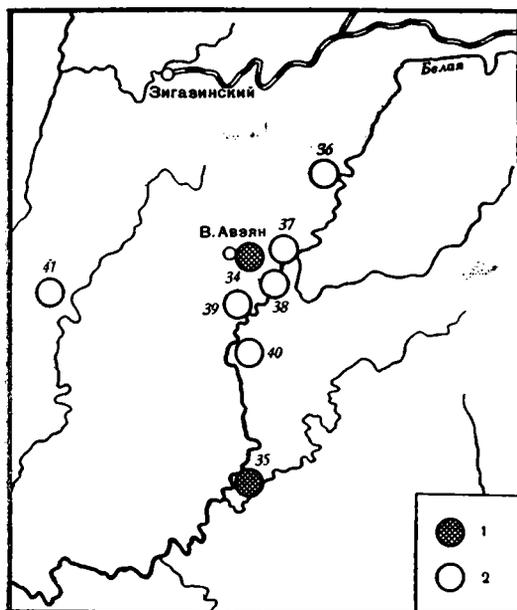
Фиг. 39. Распространение строматолитов в рифейских отложениях бассейна р. Инзер (разрез — по материалам О. П. Горяиновой и Э. А. Фальковой)
 Определение абсолютного возраста: * — по глауковиту

антиклинальных структур выходят и породы бурзянской серии. Стратиграфия этих отложений хорошо изучена К. А. Львовым, А. И. Ивановым, О. П. Горяиновой, Э. А. Фальковой, Б. М. Келлером и многими другими исследователями.

В общих чертах разрез рифейских отложений района близок к разрезам рифея других частей Южного Урала. Можно отметить только уменьшение к востоку мощностей толщ нижней части каратавской серии зильмердакской, катавской и инзерской свит.

Имеются два определения абсолютного возраста пород из западной части района: породы инзерской свиты из бассейна р. Нугуш (коллекция Н. А. Вербицкой) имеют возраст 876 млн. лет, а породы из верхней части миньярской свиты бассейна р. Зилим — 618 млн. лет (Полевая и др., 1960).

Строматолиты были встречены в авзянской и миньярской свитах.



Фиг. 40. Места сборов строматолитов в районе среднего течения р. Белой: 1 — авзянская свита; 2 — миньярская свита

Серия	Свита, толща	Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	Описание	Строматолиты
Ашкиская Картавская	асш	до 500-600			Ордовик — песчаники Ашкиская свита — сланцы, песчаники Прослои тиллитоподобных конгломератов	
	мип	650			Миньярская свита — доломиты и известняки	<i>Mintaria vralica</i> Krylov <i>Gymnosolen levis</i> Krylov <i>Gymnosolen ramsayi</i> Steinthal <i>Soparhyton</i> sp.
	инз	600-900		876*	Инзерская свита — песчаники и сланцы	
	кт	n-ю			Катавская свита — светлые известняки	
	злм	1380-1500			Зильмердакская свита — кварциты и песчаники, иногда аркозовые с прослоями сланцев	
Юрматинская	авз	950-1100			Авзянская свита — чередование мощных пачек доломитов и сланцев	<i>Vaicalla baicalica</i> (Maslov) <i>Krylov</i> <i>Soparhyton</i> (?) sp. Столбчато-желваковые строматолиты Пластовые строматолиты
	з-к	до 1200			Зигазино-комаровская свита — сланцы, песчаники, редкие прослои доломитов	
	зиг	1500-1600			Зигальгинская свита — кварциты с прослоями сланцев	

Фиг. 41. Распределение строматолитов в рифейских отложениях района среднего течения р. Белой. (Разрез — по материалам О. П. Горяиновой, Б. М. Келлера, К. А. Львова, А. И. Олли, Э. А. Фальковой и др.)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукошиту

Авзянская свита

34. Скалы по левому берегу р. Авзян в поселке Авзян — пластовые строматолиты, столбчато-желваковые строматолиты, близкие к *Collenia columnaris* Fenton, столбчатые строматолиты, напоминающие *Conophyton*, и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov (фиг. 18, б—г; фиг. 19, ж, з; фиг. 20, а—в).

35. Район пос. Бурзян в 2 км севернее дер. Старомусятово — пластовые строматолиты.

Миньярская свита

36. Район хут. Маткалын, правый склон долины р. Белой ниже пос. Узян — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen ramsayi* Steinmann (фиг. 28, г; фиг. 29, е), *Minjaria uralica* Krylov.

37. Правый берег р. Белой в 4 км ниже пос. Кага, у паромной переправы через р. Белую — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov (фиг. 25, д).

38. Скалы по правому берегу р. Белой выше устья р. Авзян — столбчатые строматолиты, близкие к *Conophyton*, и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov.

39. Скалы вдоль правого берега р. Белой ниже устья р. Шилимовки — столбчатые строматолиты, близкие к *Conophyton*, и столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen* Steinmann и *Minjaria uralica* Krylov.

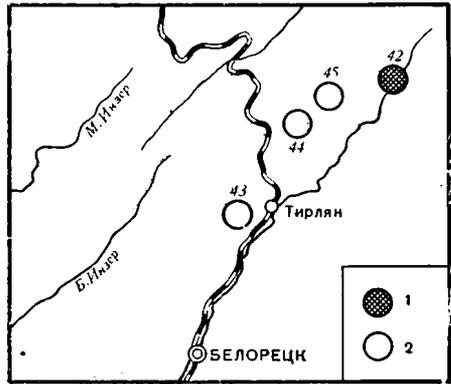
40. Левый берег р. Белой около хутора Кривая Лука — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Gymnosolen ramsayi* Steinmann.

41. Крайняя западная точка выхода миньярской свиты — скалы около пос. Ялмаш — *Minjaria uralica* Krylov (фиг. 25, а).

ВЕРХОВЬЯ Р. БЕЛОЙ

В пределах Зилаиро-Юрюзанской синклиналильной полосы (фиг. 42 и 43), отделяющей антиклинорий Ямантау от Уралтау, выделяются крупные синклиналильные структуры — Зилаирский синклиналирий, Тирлянская мульда и Александровская (Юрюзанская) синклиналиль, выполненные отложениями ордовика, силура и девона. В северной части этой полосы из-под палеозойских отложений выходят толщи юрматинской и каратавской серий рифея. Единой точки зрения на стратиграфию этих толщ нет, увязка разрезов южной и северной частей района, известных по работам Д. Г. Ожиганова и А. И. Иванова, вызывает большие споры.

Строматолиты были встречены только в рифейских отложениях по западному и северному обрамлению Тирлянской мульды. Здесь стратиграфию рифея изучали Н. И. Дингельштедт, С. М. Чихачев, А. И. Иванов, А. И. Олли, В. А. Романов, а в последнее время С. С. Горохов. Район имеет сложное геологическое строение, плохо обнажен, и не все вопросы стратиграфии рифея здесь решены. По мнению А. И. Иванова (Тезисы докладов совещания..., 1956), разрез рифейских отложений Тирлянского района полностью аналогичен разрезу этих толщ на западном склоне Урала, и можно выделить не только одни и те же свиты, но и те же толщи. По мнению А. И. Олли и В. А. Романова (1960), часть толщ, считающихся рифейскими, надо относить к ордовика. С. С. Горохов (1961) полагает, что мощная сланцево-алевролитовая аршинская свита, которую все предшествующие исследователи сопоставляли с ашинской



Фиг. 42. Места сборов строматолитов в районе Тирлянской мульды:
1 — авзянская (?) свита; 2 — миньярская свита

Серия	Свита, толща	Мощность, м	Разрез	Описание	Строматолиты
АШУНСКАЯ	arsch	II 1100-2000		Ордовик — кварцитоподобные песчаники	
		I 0-2000		Аршинская свита — сланцы с прослоями песчаников и конгломератов и линзами эффузивов	
КАРТАВСКАЯ	min	600		Миньярская свита — доломиты и известняки	<i>Minjaria uralica</i> Krylov <i>Gymnosolen</i> sp. <i>Pseudokussiella aii</i> Krylov
	inz	400		Инзерская свита — сланцы с линзами эффузивов	
	kt	250-300		Катавская свита — кристаллические известняки	
	zlm	IV 200-250		Зильмердакская свита — кварциты, в нижней части — аркозовые песчаники, чередующиеся со сланцами	
		III 1500			
ЮРТАТИНСКАЯ	avz	V 300-400		Авзянская свита — доломиты с прослоями филлитовидных сланцев	<i>Vaicolia</i> (?) sp.
		IV 50-100			
		III 15-35			
	z-k	II 400-500		Зигазино-камаровская свита — филлитовидные сланцы	
		I 400			
		I 750			
	zig	1500		Зигальгинская свита — кварциты с прослоями филлитовидных сланцев	

Фиг. 43. Распространение строматолитов в рифейских отложениях района Тирлянской мульды (разрез — по материалам А. И. Иванова)

		Морфо.				
		е	т	ш	щ	ь
Серии	Святославен	Група	Група	Група	Група	Група
		Катска	Катска	Минерга	Минерга	Девидкасиелла
Коратавская	Катавская	Мин	Мин	Мин	Мин	Мин
Юрматинская	Ав	Зидат	Зидат	Зидат	Зидат	Зидат
		Зидат	Зидат	Зидат	Зидат	Зидат
Бурзянская	Сай	Бай	Бай	Бай	Бай	Бай
		Бай	Бай	Бай	Бай	Бай

Ой
от,
ну
ав-
лет

леся:

гвя-

длб-
лао-
лает

гвя-
е к

ро-
ло-
лму
:то-
ма-
ет-
ими
зые
уп-
ла.
но-
их
лп
ла.
то-
по-
то-
зем.
его
жж-
дро.
кю-
по

уб-
ль-
би-
пы
ым
то-
ми.

Серия	Морфологические типы и группы Свиты	Пластовые <i>Stratifera</i> и др.	Столбчатопластовые <i>Shancharia</i> и др.	С т о л б ч а т ы е										
				Желваковые и столбчатожелваковые <i>Collenia undosa</i> и др.	Группа <i>Conophyton</i>	С т о л б ч а т ы е				в е т в я щ и е с я				
						Группа <i>Kussiella</i>	Группа <i>Baicalia</i>	Группа <i>Inzeria</i>	Группа <i>Jurusama</i>	Группа <i>Gymnosolen</i>	Группа <i>Katavia</i>	Группа <i>Minjaria</i>	Группа <i>Pseudokussiella</i>	
Каратавская	Миньярская													
	Инзерская													
	Катавская	Верхняя толща												
		Нижняя толща												
	Зильмердакская													
Юрматинская	Абзянская													
	Зигазино-камаровская													
	Зигальгинская													
Бурзянская	Бакальская													
	Саткинская													
	Айская													

Фиг. 44. Строматолиты рифейских отложений Южного Урала

свитой, занимает стратиграфическое положение выше зильмердакской свиты, но ниже миньярской. Но все исследователи единодушно считают, что в разрезе рифея района имеются две пачки карбонатных пород, одну из которых следует сопоставлять с миньярской свитой, другую — с авзянской. Проведенное изучение строматолитов полностью подтверждает правильность этой точки зрения.

Авзянская свита

42. Правый берег р. Белой в 4 км выше с. Махмутово — столбчатые ветвящиеся строматолиты плохой сохранности, напоминающие формы из группы *Baicalia*.

Миньярская свита

43. Левый берег р. Тирлян в 6 км выше Тирлянского пруда — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Minjaria uralica* Krylov (фиг. 24, б; фиг. 25, з).

44. Северо-западное окончание Тирлянской мульды, берег р. Черный ключ — столбчатые ветвящиеся строматолиты, близкие к *Minjaria uralica* (?) Krylov, но отличающиеся более крупными размерами. Сильная перекристаллизация породы не позволяет провести более точное определение.

45. Правый берег р. Авяяр в 2 км к югу от дер. Николаевка — столбчатые ветвящиеся строматолиты *Pseudokussiella aii* Krylov (фиг. 32, д, е) и формы, близкие к *Gymnosolen* Steinmann.

Из этого краткого обзора видно, что столбчатые ветвящиеся строматолиты встречаются во всех карбонатных толщах рифейских отложений Южного Урала, но занимают в них разное по относительному значению положение. В нижнем рифее широко распространены пластовые, столбчато-пластовые, желваковые, столбчато-желваковые строматолиты и столбчатые строматолиты группы *Conophyton*. Столбчатые ветвящиеся строматолиты встречаются редко и представлены формами группы *Kussiella*. В среднем рифее встречаются пластовые, желваковые и столбчато-желваковые строматолиты, столбчатые строматолиты группы *Conophyton* и столбчатые ветвящиеся строматолиты группы *Baicalia*. Верхний рифей характеризуется повсеместным распространением разнообразных столбчатых ветвящихся строматолитов и преобладанием их среди других типов строматолитов. Здесь встречаются формы групп *Inzeria*, *Jurusania*, *Katavia*, *Minjaria*, *Gymnosolen* и *Pseudokussiella*. Встречаются столбчатые строматолиты группы *Conophyton* и столбчато-пластовые строматолиты (фиг. 44).

Сравнительное изучение столбчатых ветвящихся строматолитов позволяет прийти к выводу о направленном изменении во времени некоторых признаков строматолитовых построек. Это развитие шло по трем направлениям.

1. Общее усложнение формы построек. Оно выразилось прежде всего в изменении характера ветвления столбиков. Для строматолитов нижнего рифея (группа *Kussiella*) характерно просто распадение широкого столбика на более узкие, причем ветвление столбиков вообще наблюдается очень редко. Столбики ровные, прямые, не изменяющиеся по толщине.

В среднем рифее появляются строматолиты (группа *Baicalia*) с клубнеподобными столбиками; ветвление — на два, реже на три или несколько новых столбиков с резким пережимом в местах ответвления столбиков. Наконец в верхнем рифее появляются строматолиты (группы *Inzeria*, *Katavia*, *Gymnosolen*, *Minjaria*, *Pseudokussiella*) со сложным древовидным или кустистым ветвлением столбиков. Столбики у некоторых групп (*Gymnosolen*, *Pseudokussiella*, *Inzeria*) неровные, с раздувами и пережимами, иногда (группа *Katavia*) узловатые, бугорчатые.

Строматолиты группы *Kussiella* встречены только в саткинской свите, в двух обнажениях в пределах Бакало-Саткинского района; строматолиты группы *Baicalia* — только в отложениях авзянской свиты в четырех разрезах: в Бакало-Саткинском районе, в бассейне рек М. и Б. Инзер, в районе среднего течения р. Белой и в Тирлянском районе; строматолиты группы *Inzeria* и *Jurusania* — в нижней пестроцветной пачке катавской свиты в двух разрезах: в бассейне рек М. и Б. Инзер и в Бакало-Саткинском районе; формы из группы *Katavia* встречены в подинзерской толще катавской свиты в двух точках в районе Каратау; строматолиты группы *Gymnosolen* — в подинзерской толще катавской свиты в двух точках в районе Каратау и в миньярской свите в пяти разрезах: в Бакало-Саткинском районе, в Каратау, в бассейне рек М. и Б. Инзер, в районе среднего течения р. Белой и в Тирлянском районе; формы группы *Minjaria* — в миньярской свите во всех шести разрезах; строматолиты группы *Pseudokussiella* — в породах миньярской свиты в Бакало-Саткинском и в Тирлянском районах.

Все это позволяет рассматривать выделяемые группы и формы столбчатых ветвящихся строматолитов как руководящие для определенных стратиграфических горизонтов рифейских отложений по крайней мере в пределах всего Южного Урала.

Строматолиты других типов пока не могут быть использованы для стратиграфии, но уже самые предварительные определения показывают, что существуют большие различия между конофитонами, столбчато-пластовыми и другими типами строматолитов нижнего и верхнего рифея. Относительная редкость находок этих строматолитов, их плохая сохранность и недостаточная изученность не позволяют пока говорить о каких-либо закономерностях в изменении их признаков. Все же нет никакого сомнения, что не только столбчатые ветвящиеся строматолиты, но и строматолиты других типов заслуживают самого тщательного и глубокого изучения.

Глава восьмая

РИФЕЙСКИЕ СТРОМАТОЛИТЫ ИЗ ДРУГИХ РЕГИОНОВ

В последние годы строматолиты из позднекембрийских отложений разных районов нашей страны изучаются многими исследователями в различных организациях. Большие коллекции строматолитов имеются в Институте геологии и разработки горючих ископаемых АН СССР у И. К. Королюк и А. Д. Сидорова (Присаянье, Прибайкалье), в Геологическом институте АН СССР у М. А. Семихатова (Туруханское поднятие и Енисейский кряж), С. В. Нужнова (Учуро-Майский район), М. Е. Раабен (Тиман, Полюдов кряж, полуостров Канин) и у Вл. А. Комара (Анабарский массив). Указанные исследователи представили автору возможность ознакомиться с их коллекциями и с предварительными результатами их изучения, в значительной степени еще не опубликованными. Кроме того, в моем распоряжении были единичные образцы из коллекций различных геологов, переданные ими мне для изучения. Я глубоко благодарен всем этим товарищам за те сведения о строматолитах, которые они мне сообщили.

В результате просмотра этих материалов можно сформулировать следующий общий вывод: несомненно, строматолиты имеют большое значение для стратиграфии докембрия в пределах довольно крупных регионов. Более широкие сопоставления можно проводить уже со значительной долей условности, поскольку строматолиты в разных местах иногда значительно отличаются друг от друга, а общие закономерности их развития нам еще далеко не ясны. Но все же такие сопоставления вполне возможны.

Рассмотрим распределение строматолитов в разрезах докембрия различных районов.

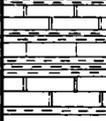
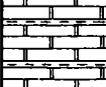
ПРИБАЙКАЛЬЕ И ПРИСАЯНЬЕ

И. К. Королюк (1956_{1, 2}, 1959, 1960) и А. Д. Сидоров (1960) детально изучали распределение строматолитов в разрезах позднего докембрия и кембрия Присаянья и Прибайкалья. Эти исследования показали, что строматолиты из нижних и верхних горизонтов докембрия и из кембрийских отложений четко отличаются друг от друга и могут быть использованы для стратиграфии, по крайней мере в пределах Иркутского амфитеатра.

По данным И. К. Королюк, для нижних и средних горизонтов байкальского комплекса характерны «бесстеночные» строматолиты, у которых слои свисают с краев столбиков, *Compactocollenia* Koroljuk, *Masloviella* Korol. и различные конофитоны (фиг. 46).

Более верхние горизонты байкальского комплекса (качергатская свита) строматолитов не содержат. Но в разрезах Присаянья в верхних

горизонтах рифея появляются строматолиты, у которых слои плотно прилегают к боковой поверхности столбиков, образуя, по терминологии И. К. Королюк, однослойную невыдержанную стенку. Наконец, в кембрийских отложениях комплекс строматолитов резко изменяется: исчезают конофитоны, широко распространены пластовые строматолиты, появляются столбчатые строматолиты, у которых слои многократно облекают боковую поверхность столбиков (по терминологии И. К. Королюк — многослойная стенка).

Серия	Мощность, м	Разрез	О п и с а н и е	Группы строматолитов
байкальский комплекс	до 1000		Качергатская свита — песчаники, алевролиты, сланцы	
	900—1100		Улунтуйская свита — сланцы, известняки, доломиты	<i>Masloviella Koroljuk</i> <i>Baicalia Krylov</i> <i>Conophyton Maslov</i>
	700—1000		Голоустенская свита — доломиты с прослоями сланцев и песчаников	<i>Compactocollenia Koroljuk</i>

Фиг. 46. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Прибайкалья (по данным И. К. Королюк)

На Южном Урале мы видим похожую картину: строматолиты с гладкими столбиками и многослойным облеплением их боковой поверхности появляются только в верхнем рифее (группы *Minjaria*, *Gymnosolen* и др.). Ознакомление с отдельными образцами строматолитов из улунтуйской свиты Прибайкалья из коллекций И. К. Королюк и В. П. Маслова позволяет прийти к выводу, что они очень близки к строматолитам группы *Baicalia* из авянской свиты Южного Урала (фиг. 18, а).

Все это показывает, что в докембрийских отложениях этих регионов содержится немало строматолитов, близких к уральским, и нет сомнения, что после окончания проводящейся сейчас И. К. Королюк детальной монографической обработки больших коллекций строматолитов, можно будет уверенно говорить о сопоставлениях рифейских отложений Прибайкалья и Присаянья со стратотипическим разрезом рифея.

ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ И ТУРУХАНСКОЕ ПОДНЯТИЕ

Стратиграфию верхнедокембрийских отложений Енисейского кряжа и Туруханского поднятия изучали многие исследователи, и общая последовательность выделяемых в каждом районе свит и толщ, несмотря на ряд нерешенных стратиграфических вопросов, сомнений не вызывает (см. статьи Г. И. Кириченко, В. И. Драгунова и др. Труды Междуведомственного совещания..., 1958).

В разрезе Енисейского кряжа (фиг. 47) выделяются (снизу вверх):

Тейская серия

Свита хребта Карпинского — парагнейсы и кристаллические сланцы с подчиненным количеством микросланцев и мигматитов.

Пенченгинская свита — мраморы и сланцы, с преобладанием мраморов в нижней части свиты и сланцев — в верхней; мощность до 1300—1500 м.

Серия	Мощность, м	Разрез	Абс. Возраст, млн. лет	Описание	Группы строматолитов
О с л я н с к а я	1500-2000			Кембрий - ковальская свита - песчаники	
	500-600			Дашкинская свита - известняки с редкими прослоями сланцев	<i>Gymnosolen Steinmann</i>
	500-600			Нижнеангарская свита - сланцы с прослоями песчаников и доломитов	<i>Minjaria Krylov</i> <i>Gymnosolen Steinmann</i>
Т у н г у с и к с к а я	550-600			Дадькинская свита - сланцы с прослоями доломитов и песчаников	<i>Minjaria Krylov</i> <i>Gymnosolen Steinmann</i>
	500-550			Свита Серого ключа - известняки и доломиты с прослоями сланцев	<i>Minjaria Krylov</i> <i>Gymnosolen Steinmann</i> <i>Tungus'ia Semikhatov</i>
	900-1200			Шунтарская свита - сланцы с прослоями доломитов и песчаников	<i>Pitette Semikhatov</i>
	500-600			Джусовская свита - известняки и доломиты, иногда красноватые с прослоями сланцев	<i>Conophyton Maslov</i> <i>Collenia frequens Walcott</i> <i>Baicalia Krylov</i> <i>Tungus'ia Semikhatov</i>
	400-800			Красногорская свита - сланцы с прослоями песчаников	
С у х о п и т с к а я	500-600			Аладьинская свита - доломиты	
	300-400			Свита Карточки - пестроцветные глинистые известняки	<i>Conophyton Maslov</i> <i>Baicalia Krylov</i>
	1000-1300		1140*	Позарюйская свита - сланцы с прослоями песчаников	
	1000-1500			Удерейская свита - темные глинистые сланцы	
	800			Горбилковская свита - филлитовидные сланцы	
Т е й с к а я	1300-1500			Пенченгская свита - мраморы, сланцы	
				Свита хребта Карпинского - парагнейсы и кристаллические сланцы	

Фиг. 47. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Енисейского края (по данным М. А. Семихатова)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукониту

Сухопитская серия

Горбилкокская свита — филлитовидные сланцы и филлиты; мощность до 800 м.

Удережская свита — глинистые и филлитовидные сланцы с прослоями алевролитов и песчаников; мощность 1000—1500 м.

Погорюйская свита — глинистые полосчатые сланцы, алевролиты, песчаники; мощность 1000—1300 м.

Свита Карточки — пестроцветные глинистые полосчатые известняки, реже карбонатные сланцы; мощность 300—400 м.

Аладьинская свита — серые толстослоистые и массивные доломиты; мощность 500—600 м.

Тунгусикская серия

Красногорская свита — темные глинистые и глинисто-алевролитовые сланцы с прослоями кварцитовидных песчаников и алевролитов, иногда железистых; мощность 400—800 м.

Джурская свита — серые и красные известняки и доломиты с прослоями глинистых сланцев; мощность 500—600 м.

Шунтарская свита — темные глинистые сланцы с прослоями и пачками песчаников, алевролитов и карбонатных пород; мощность до 900—1200 м.

Свита Серого ключа — серые тонкослоистые известняки и доломиты с прослоями сланцев; мощность 500—600 м.

Дадыктинская свита — темные глинистые сланцы с прослоями алевролитов, песчаников и доломитов; мощность 550—600 м.

Ослянская серия

Нижнеангарская свита — темные глинистые сланцы с линзами сидеритов, прослоями кварцитовидных песчаников и доломитов; мощность до 500—600 м.

Дашкинская свита — темные тонкослоистые известняки с редкими прослоями сланцев; мощность до 1500—2000 м.

В целом эти отложения составляют единый, лишенный крупных перерывов комплекс. Каждая серия представляет собой крупный ритм с преобладанием терригенных пород в нижней части и карбонатов — в верхах.

В Туруханском районе (фиг. 48) выделяются (снизу вверх):

Безыменская свита — песчаные сланцы с прослоями и линзами песчаников; мощность до 800—900 м

Свита Линок — пестроцветные глинистые известняки и доломиты; мощность 200—250 м.

Сухотунгусинская свита — темные известняки, в верхней части — доломиты, иногда с кремнями; мощность 500—600 м.

Деревнинская свита — доломиты и доломитизированные известняки; в средней части — пачка кварцитов; мощность 150—300 м.

Свита Буровой — темные доломиты, в верхней части с прослоями сланцев и песчаников; мощность 900—1000 м.

Шорихинская свита — светлые доломиты с прослоями и линзами кремней; мощность 600—700 м.

Мироедихинская свита — глинистые сланцы, в верхней части — зеленовато-серые и красные глинистые известняки и доломиты; мощность 200 м.

Туруханская свита — доломиты, преимущественно красноцветные; мощность до 200 м.

Речкинская свита — доломиты, преимущественно серые и темно-серые; мощность 200 м.

Дурномысская свита — желтовато-серые и коричневатые доломиты; мощность 200—250 м.

Рифейские отложения Туруханского района представляют собой единый мощный комплекс; ритмичность проявляется слабо, поэтому пока нет единого мнения об объединении свит в более крупные подразделения — серии.

По мнению многих исследователей (Кириченко, Драгунов и др., Труды Междуведомственного совещания..., 1958), разрезы рифейских отложений Енисейского кряжа и Туруханского поднятия очень хорошо сопоставляются друг с другом как по литологическому составу пород,

так и по сходству общего строения свит и стратиграфической последовательности отдельных отрезков геологических колонок.

Свитам безыменной и Линок в Енисейском краже соответствуют свиты погорюйская и Карточки; сухотунгусинской свите — аладьинская и красногорская; деревнинской свите — джурская. Для вышележащих частей разрезов Туруханского поднятия и Енисейского кража прямая

Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	Описание	Группы строматолитов
			Кембрий — платоновская свита — доломиты	
300			Дурномысская свита — доломиты	<i>Mirjaria Krylov</i> <i>Turuchania Semikhatov</i>
200-250			Речкинская свита — доломиты	<i>Mirjaria Krylov</i> <i>Turuchania Semikhatov</i>
200			Туруханская свита — доломиты	<i>Mirjaria Krylov</i> , <i>Gymnosolet Steinmann</i> , <i>Turuchania Semikhatov</i> , <i>Tungussia Semikhatov</i>
200			Мироедихинская свита — сланцы с прослоями известняков и доломитов	
200			Шорихинская свита — доломиты с прослоями и линзами кремней	<i>Mirjaria Krylov</i> <i>Gymnosolet Steinmann</i> <i>Baicalia Krylov</i>
400-500				
50-80		925*	Свита буровой — доломиты с прослоями сланцев	<i>Baicalia Krylov</i>
500-600				
300				
150-300			Деревнинская свита — массивные известняки и доломиты	<i>Conophyton Maslov</i>
320-350			Сухотунгусинская свита — массивные известняки и доломиты	<i>Baicalia Krylov</i> <i>Tungussia Semikhatov</i>
200				
100			Свита Линок — глинистые известняки и доломиты	
80-90				
80-100				
800-900			Безыменная свита — песчаные сланцы с прослоями и линзами песчаников	

Фиг. 48. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Туруханского района (по данным М. А. Семихатова)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукониту

аналогия не наблюдается, но все же довольно уверенно проводится сопоставление свиты Буровой с шунтарской свитой, шорихинской свиты — со свитами Серого ключа и дадыктинской и четырех вышележащих свит туруханского разреза — мироедихинской, туруханской, речкинской и дурномысской — с осянской серией рифея Енисейского кража. Это сопоставление подтверждается первыми результатами определений абсолютного возраста пород по глаукониту: 1140 млн. лет для погорюйской свиты Енисейского кража и 925 млн. лет для свиты Буровой Туруханского района (Келлер и др., 1960).

Результаты проведенного М. А. Семихатовым изучения строматолитов из рифейских отложений этих регионов с применением различных методик, в частности «графического препарирования», полностью подтвердили правильность проводившихся сопоставлений и несомненное значение строматолитов для стратиграфии этих толщ (Семихатов, 1960, 1962).

В разрезах Енисейского кража (рис. 47) в средних горизонтах рифейских отложений (свиты Карточки, джурская, шунтарская) широко развиты конофитоны и близкие к ним формы строматолитов и столбчатые ветвящиеся строматолиты из групп *Baicalia Krylov*, *Tungussia Semikhatov* и *Pitella Semikhatov*. В более верхних горизонтах (свиты Серого ключа, дадыктинская, нижеангарская и дашкинская) широко распро-

странены строматолиты из групп *Gymnosolen* Steinmann и *Minjaria* Krylov. Кроме того, в свите Серого ключа встречаются строматолиты из групп *Tungussia* Semikhatov и *Baicalia* Krylov.

В разрезах Туруханского поднятия (рис. 48) наблюдается похожая картина вертикального распределения столбчатых строматолитов. В нижней части разреза (свиты сухотунгусинская, деревнинская, Буровой) встречаются конофитоны и столбчатые ветвящиеся строматолиты из групп *Baicalia* Krylov и *Tungussia* Semikhatov. В более верхних горизонтах (свиты шорихинская, мироедихинская, туруханская, речкинская и дурномысская) широко распространены столбчатые ветвящиеся строматолиты из групп *Gymnosolen* Steinmann, *Minjaria* Krylov, *Turuchania* Semikhatov. Вместе с ними иногда встречаются строматолиты из групп *Baicalia* Krylov (шорихинская свита) и *Tungussia* Semikhatov (туруханская свита).

Таким образом, и состав строматолитовых комплексов в рифейских отложениях этих двух регионов, и характер их вертикальной смены полностью совпадают.

Исследования М. А. Семихатова были серьезной проверкой выводов о стратиграфическом значении строматолитов, полученных для рифейских отложений Южного Урала, и полностью подтвердили эти выводы. Сравнивая распределение строматолитов в рифейских отложениях Туруханского района и в разрезах Южного Урала, М. А. Семихатов (1960, стр. 1483) делает вывод, что выделяемые им два строматолитовых комплекса соответствуют среднему и верхнему строматолитовым комплексам из рифейских отложений Южного Урала.

Ослянскую серию и две верхние свиты (дадыктинскую и Серого ключа) тунгусикской серии Енисейского кряжа и их аналоги в Туруханском районе (от дурномысской до шорихинской свиты включительно), содержащие представителей верхнего строматолитового комплекса — *Gymnosolen* Steinmann и *Minjaria* Krylov, по мнению Семихатова, можно отнести к верхнему рифею и сопоставлять с каратавской серией Южного Урала. Подтверждением служит результат определения абсолютного возраста из свиты Буровой — 925 млн. лет. Нижнюю часть тунгусикской серии и, по-видимому, всю сухопитскую серию Енисейского кряжа и их аналоги в Туруханском районе (от свиты Буровой до стрельногорской включительно), содержащие строматолиты группы *Baicalia* Krylov, *Conophyton* Maslov и близкие к ним формы, по мнению Семихатова, можно отнести к среднему рифею. Это подтверждается и определением абсолютного возраста пород погорюйской свиты — 1140 млн. лет.

Сравнение рифейских строматолитов Урала и Туруханского района позволяет Семихатову совершенно справедливо заключить, что «отмеченное сходство состава и последовательности двух строматолитовых комплексов в двух столь удаленных районах, как Урал и Туруханское поднятие, не может быть объяснено влиянием фациальных условий и, по-видимому, может быть обусловлено лишь общим направлением эволюции строматолитов» (Семихатов, 1960, стр. 1483).

Строматолиты из этих же разрезов Прибайкалья, Енисейского кряжа и Туруханского поднятия изучал А. Г. Вологдин. В недавно опубликованной работе (Вологдин, 1961) он приводит сводную таблицу распределения остатков водорослей в докембрийских отложениях Сибири. Вологдин выделяет три системы, причем верхнюю — синийскую — разделяет на 40 зон. Сводный разрез докембрия Восточной Сибири имеет на этой таблице следующий вид (снизу вверх):

I. Саянская система. Свиты: онгуренская, илгинская, солонцовая и шартлинская; общая мощность 6000–8500 м.

II. Енисейская система. Свиты: удерейская, Хорьков, Сухого хребта, погорюйская, Карточки, аладьинская, потосуйская, Хамадочи и Лантак; общая мощность до 3400 м.

III. Спийская система.

Нижний отдел — свиты: гребенская (зоны I—III), теринская (зона IV), шантарская (зона V), манжинская (зона VI), ваничковская, джурская (зоны VII—X) и стрельногорская; общая мощность до 3000 м.

Средний отдел — свиты: нерусядинская (зоны XI—XIII), первокаменная (зона XIV), третьякаменная (зоны XV—XVII), коврижжинская (зоны XVIII—XXI), мироедихинская (зоны XXII—XXIV) и дурномысская (зоны XXV—XXIX); общая мощность до 3900 м.

Верхний отдел — свиты: голоустинская, улунтуйская (зоны XXX—XL) и качергатская; общая мощность 3200—3600 м.

Как мы видим, выводы А. Г. Вологодина, основанные на изучении остатков водорослевых структур, и выводы М. А. Семихатова, изучавшего строматолиты, находятся в резком противоречии друг с другом. По мнению А. Г. Вологодина, рифейские отложения Енисейского кряжа, Туруханского поднятия и Прибайкалья — разновозрастны и не могут быть сопоставлены друг с другом.

Мне представляется более убедительной точка зрения М. А. Семихатова, подтверждающего мнение Г. И. Кириченко и других исследователей о возможности достаточно четкой корреляции этих разрезов, так как это заключение основано не только на результатах детального изучения строматолитов, но и полностью подтверждается всеми геологическими построениями и результатами первых определений абсолютного возраста пород.

УЧУРО-МАЙСКИЙ РАЙОН

Стратиграфия верхнедокембрийских отложений Юго-Восточной окраины Сибирской платформы, бассейна рек Май и Юдомы и прилегающих складчатых сооружений Станового хребта и Джугджура в последние годы детально изучали В. А. Ярмолюк, С. В. Нужнов, В. Р. Алексеев и другие исследователи.

В настоящее время принята следующая схема стратиграфии рифейских отложений Учуро-Майского района, предложенная В. А. Ярмолюком и С. В. Нужновым (фиг. 49).

Уянская серия

Залегает в основании разреза и представлена одной конкулинской свитой — аркозовые песчаники и алевролиты с прослоями конгломератов; мощность до 400 м.

Учурская серия

Гонамская свита: аркозовые и кварцевые песчаники с прослоями доломитов, известняков и алевролитов; местами в основании имеются конгломераты; мощность 100–650 м. Абсолютный возраст пород свиты по глаукониту 1500 млн. лет (данные Г. А. Казакова, см. Келлер и др., 1960).

Омахтинская свита: серые доломиты с редкими прослоями аргиллитов, алевролитов и песчаников; мощность 200–500 м.

Породы учурской серии прорываются гранитами Улканского субвулканического комплекса с абсолютным возрастом около 1100 млн. лет. Считалось, что эти граниты прорывают только конкулинскую свиту (Келлер и др., 1960), но последние данные (устное сообщение С. В. Нужнова) показывают, что породы Улканского комплекса, по-видимому, прорывают и учурскую серию.

Майская серия

Энинская свита: кварцевые песчаники с прослоями алевролитов и известняков; мощность 150–200 м. По глаукониту возраст пород свиты равен 1195 млн. лет (данные Г. А. Казакова, см. Келлер и др., 1960).

Оминская свита: тонколитчатые аргиллиты и алевролиты с прослоями кремнистых пород; мощность 200–700 м.

Малгинская свита: пестроцветные плитчатые глинистые известняки; мощность от нескольких десятков метров до нескольких сотен метров.

Цыпандинская свита: светлые массивные доломиты; мощность 200—600 м.

Лахандинская свита: известняки и доломиты, чередующиеся с прослоями аргиллитов и алевролитов; мощность 400—1400 м.

Уйская серия

Кандыкская свита: светлые кварцевые песчаники с прослоями алевролитов и редкими прослоями известняков; мощность до нескольких сотен метров.

Устькирбинская свита: алевролиты и аргиллиты с прослоями песчаников; мощность 150—300 м.

Породы уйской серии прорываются щелочными интрузивными породами Ингилийского массива с абсолютным возрастом 640—650 млн. лет.

Каждая из выделяемых серий в этом мощном едином комплексе пород представляет собой отчетливый цикл с грубообломочными толщами в основании и сланцевыми и карбонатными породами в верхней части. Местами в основании серий отмечаются перерывы и несогласия.

Выяснение общих закономерностей строения рифейских отложений Учуро-Майского района с учетом данных об абсолютном возрасте пород позволило В. А. Ярмолюку и С. В. Нужнову с некоторой долей условности отнести толщи уянской и учурской серий к нижнему рифею, майскую серию — к среднему рифею, уйскую — к верхнему рифею.

По данным С. В. Нужнова, эти сопоставления полностью подтверждаются результатами изучения строматолитов. С. В. Нужнов проводил детальные сборы строматолитов из основных разрезов района и, кроме того, обработал большое количество образцов, собранных сотрудниками геологических отрядов Всесоюзного Аэрогеологического треста. Уже первые результаты обработки собранных коллекций и ознакомление с материалами И. К. Королюк, М. А. Семихатова и Т. П. Жадновой позволили С. В. Нужнову сделать вывод о несомненном значении строматолитов для стратиграфии отложений позднего докембрия «не только восточных склонов Алданского щита, где это проверено на большом фактическом материале, но и более широких территорий Сибирской платформы» (Нужнов, 1960, стр. 1424).

В Учуро-Майском районе строматолиты встречаются в карбонатных свитах учурской и майской серий (фиг. 49). В гонамской и омахтинской свитах учурской серии встречены конофитоны, пластовые и столбчато-пластовые строматолиты. В цыпандинской и лахандинской свитах майской серии встречаются конофитоны, пластовые и столбчато-пластовые строматолиты и «бесстеночные» столбчатые ветвящиеся строматолиты. В уйской серии, венчающей разрез докембрия Учуро-Майского района, строматолиты не найдены. По мнению С. В. Нужнова, возможными аналогами уйской серии являются докембрийские отложения на Охотском массиве, где были встречены строматолиты группы *Gymnosolen Steinman*.

Ознакомление с коллекциями С. В. Нужнова позволяет заключить, что некоторые формы из учурской серии близки к строматолитам группы *Kussiella Kyulov*. Отличие их от уральских в том, что между столбиками иногда можно наблюдать «соединительные мостики». На этом основании С. В. Нужнов относит эти формы к столбчато-пластовым строматолитам. К сожалению, небольшие размеры образцов не позволили применить к ним методику «графического препарирования», и сопоставления проводились только на основании сравнения единичных пришлифовок. Но в целом комплекс строматолитов из учурской серии довольно близок к нижнему, бурзянскому комплексу строматолитов из разреза рифея Южного Урала.

Столбчатые ветвящиеся строматолиты из майской серии очень близки к строматолитам из группы *Baicalia* Krylov. Несомненно большое сходство *Gymnosolen* с Охотского массива (см. фиг. 30, в, г) с верхнерифейскими гимносоленами Урала.

Сравнение строматолитов из рифейских отложений Южного Урала, Енисейского края и Туруханского поднятия и Учуро-Майского района показало, что в этих трех регионах совпадают и вертикальная смена

Серия	Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	Описание	Группы строматолитов
Уйская	200-400			Кембрий-докембрий (?) Юдомская свита - доломиты и известняки	
	от 150-200 до 300			Устькирбицкая свита - аргиллиты и алевролиты с прослоями песчаников	
	от 80 до 900		640-650*	Кандыкская свита - песчаники с прослоями сланцев	
Майская	от 400 до 1400			Лахандинская свита - известняки и доломиты с прослоями сланцев и песчаников	<i>Baicalia</i> Krylov <i>Sopophyton</i> Maslov Пластовые строматолиты
	200-600			Цыпандинская свита - светлые доломиты	<i>Sopophyton</i> Maslov, <i>Baicalia</i> Krylov, столбчатые-пластовые строматолиты
	170-300			Налгинская свита - известняки	
	200-700			Омнинская свита - аргиллиты и алевролиты	
	150-200		1195*	Эншинская свита - песчаники	
Учурская	200-500		1140±20*	Оматинская свита - доломиты	<i>Sopophyton</i> Maslov, столбчатые-пластовые строматолиты
	от 100 до 650		1500*	Тонамская свита - песчаники с прослоями сланцев и доломитов	Столбчатые-пластовые строматолиты, пластовые строматолиты
Уян-ская	до 400		1100±50***	Конкулинская свита уянской серии - песчаники и алевролиты	

Фиг. 49. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Учуро-Майского района (по данным С. В. Нужнова)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукониту; *** — по прорывающей интрузивной породе

строматолитовых комплексов, и характер эволюции столбчатых ветвящихся строматолитов. Эти данные были подтверждены первыми результатами определений абсолютного возраста пород. Все это дало возможность сопоставить разрезы рифейских отложений этих регионов и поставить вопрос о выделении в рифее трех следующих стратиграфических комплексов (Келлер и др., 1960).

1. Нижний рифей (бурзьянская серия Южного Урала и ее аналогии) охватывает толщи пород с абсолютным возрастом порядка 1500—1300 млн. лет. Для этих отложений характерно повсеместное распространение конофитонов и близких к ним форм, пластовых строматолитов и столбчатых ветвящихся строматолитов группы *Kussiella* Krylov.

2. Средний рифей (юрматинская серия Южного Урала и ее аналоги) охватывает возрастной интервал в пределах 1300—1000 млн. лет. В этих отложениях также широко распространены конофитоны и связанные с ними формы и повсеместно встречаются столбчатые ветвящиеся строматолиты группы *Baicalia* Krylov.

3. Верхний рифей (каратавская серия Южного Урала и ее аналоги) охватывает толщи пород с абсолютным возрастом 1000—600 млн. лет, причем большинство имеющихся определений можно объ-

единить в две группы: 850—900 и 750—600 млн. лет. Строматолитовые комплексы из этих отложений характеризуются резким преобладанием разнообразных столбчатых ветвящихся строматолитов групп *Gymnosolen* Steinmann, *Minjaria* Krylov и др. Конофитоны встречаются довольно редко и представлены своеобразными формами.

Эти выводы, сделанные на основании изучения рифейских отложений Урала, Туруханского поднятия, Енисейского кряжа и Учуро-Майского района, подтверждаются и первыми результатами изучения строматолитов в других районах.

Строматолиты рифейских отложений Анабарского массива изучает Вл. А. Комар. Его исследования еще не закончены, но предварительное

Милл. лет, н	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	О п и с а н и е	Группы строматолитов
			Нижний кембрий — устькочуй-ланская и др. свиты — известняки и мергели	Желваковые строматолиты Пластовые строматолиты
80—150			Старореченская свита — доломиты и песчаники	<i>Gymnosolen</i> Steinmann <i>Voxonia</i> Koroljuk <i>Collumnaefacta</i> Koroljuk Конофитоны (?) Маслов Пластовые строматолиты
600			билляхская свита — доломиты	<i>Baicalia</i> (?) Krylov, <i>Kussiella</i> Krylov, <i>Conophyton</i> Maslov, пластовые и столбчатопластовые строматолиты
250				
200		1500*		<i>Kussiella</i> Krylov, <i>Conophyton</i> Maslov
700		1550*	Мукунская свита — песчаники	
			Архейские гнейсы и кристаллические сланцы	

Фиг. 50. Распределение строматолитов в рифейских отложениях севера Сибирской платформы (по данным В. А. Комара)

Определение абсолютного возраста: * — по глаукониту

определение собранных образцов (Комар, 1961, а также его устное сообщение) позволило ему выделить четыре строматолитовых комплекса, имеющих несомненное стратиграфическое значение.

Рифейские строматолиты на Анабарском массиве встречаются в мощной (более 1000 м) карбонатной билляхской свите. В результате работ В. А. Комара билляхская свита была разделена на три толщи, а самая верхняя пачка, мощностью 80—150 м, выделена в самостоятельную старореченскую свиту (фиг. 50). Нижняя толща билляхской свиты содержит конофитоны и близкие к ним формы и столбчатые ветвящиеся строматолиты группы *Kussiella* Krylov. В средней пачке билляхской свиты встречаются конофитоны, столбчатопластовые и пластовые строматолиты и столбчатые ветвящиеся строматолиты групп *Kussiella* Krylov и *Baicalia* (?) Krylov. В верхней части билляхской свиты встречаются пластовые строматолиты, своеобразные конофитоны, столбчатопластовые строматолиты и столбчатые ветвящиеся строматолиты групп *Gymnosolen* Steinmann (фиг. 31, а), *Voxonia* Koroljuk и *Collumnaefacta* Koroljuk. В старореченской свите широко развиты пластовые и желваковые строматолиты и полностью отсутствуют строматолиты с ветвящимися столбниками.

Сопоставление докембрийских строматолитов Анабарского массива с рифейскими строматолитами Южного Урала и других регионов позволили Вл. А. Комару высказать предположение о том, что на склонах Анабарского массива имеется полный разрез рифейских отложений в платформенных фациях, причем мукунская и билляхская свиты (без старореченской) могут быть сопоставлены со всем разрезом рифея Южного Урала. Это предположение в последнее время получило подтверж-

дение в определениях абсолютного возраста пород — 1550 млн. лет для мукунской свиты и 1500 млн. лет для нижней части билляхской свиты. Все это делает вполне обоснованным вывод Вл. А. Комара о том, что «выделенные комплексы строматолитов, несомненно, могут быть использованы для расчленения и корреляции верхнедокембрийских отложений» (Комар, 1961, стр. 25).

Строматолиты из других регионов детально еще не изучались. Но уже предварительные результаты определений образцов показывают, что мы вправе рассчитывать на успешное использование строматолитов для стратиграфии докембрия самых различных областей.

Коллекции строматолитов с Тимана, Полюдова края и Канина полуострова, собранные В. С. Журавлевым и М. Е. Раабен, в настоящее время изучаются М. Е. Раабен. Предварительные результаты определений (по устному сообщению М. Е. Раабен) позволяют говорить о большом сходстве верхнерифейских строматолитов этих районов со строматолитами из каратавской серии Южного Урала. Отмечается присутствие форм, близких к *Gymnosolen*, *Inzeria* и *Baicalia*.

Эти выводы М. Е. Раабен полностью совпадают с результатами обработки нескольких образцов строматолитов с Полюдова края, переданных мне для изучения А. Н. Гейслером. Два образца, несомненно, близки к *Gymnosolen* (фиг. 31, в, г), три других образца с некоторой долей условности (из-за небольших их размеров) определяются как *Gymnosolen*, *Minjaria* и *Jurusania*. Все эти строматолиты очень близки к верхнерифейским строматолитам Южного Урала.

Из кильдинской серии острова Кильдина Б. М. Келлером собрано несколько образцов строматолитов, которые определены мной как *Collenia buriatica* Maslov (Крылов, 1959₂) и сопоставлены со строматолитами их верхних горизонтов каратавской серии Южного Урала (Крылов, 1960₁). Последующие переопределения позволяют два из этих образцов отнести к *Gymnosolen* Steinmann (фиг. 30, а, б), а два, с некоторой долей условности, — к *Pseudokussiella* Krylov (фиг. 32, ж, з). На Южном Урале указанные формы характерны для верхнего рифея. Это сопоставление подтверждается данными Г. А. Казакова по абсолютному возрасту пород кильдинской серии — 860—890 млн. лет.

В последние годы были встречены строматолиты в рифейских отложениях Среднего Урала (фиг. 51). Из пород клыктанской свиты с р. Межевая Утка Б. С. Кротовым в 1959 г. были переданы мне для определения несколько образцов, среди которых определены несомненные *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov (фиг. 20, г). Это определение подтвердило выводы П. М. Есипова, сопоставляющего по геологическим данным клыктанскую свиту Среднего Урала с авзянской свитой Южного Урала. Летом 1961 г. мне удалось просмотреть несколько разрезов рифейских отложений Среднего Урала. Предварительные определения собранных образцов строматолитов из клыктанской свиты подтверждают предположения о ее среднерифейском возрасте. Помимо многочисленных форм из группы *Baicalia*, здесь были встречены своеобразные столбчатые строматолиты, напоминающие *Collenia frequens* (?) Walcott. Эти формы на Южном Урале обычно встречаются вместе с конофитами в породах юрматинской и бурзянской серий.

В рифейских отложениях Тянь-Шаня в последние годы В. Я. Медведев, Н. А. Чекалина, В. Г. Королев, В. В. Киселев, Л. Б. Дядюченко, Т. А. Додонова и многие другие исследователи обнаружили много точек со строматолитами из различных горизонтов. В разрезе Таласского хребта в известняках кызылбельской свиты в бассейне рек Курган и Бала-Чичкан (южный) В. Я. Медведев, А. В. Григорьев и Г. Н. Баженова собрали строматолиты, среди которых И. К. Королюк определила формы из групп *Collumnacollenia calciolata* Koroljuk (р. Курган) и

Planocollina serrata Korol. и *Compactocollenia* Korol. (р. Бала-Чичкан). На основании этих определений В. Я. Медведев и И. К. Королюк (1958) сделали вывод о докембрийском возрасте кызылбельской свиты. В 1960 г. Л. Б. Дядюченко, В. В. Киселев и В. Г. Королев собрали большую коллекцию строматолитов из нескольких точек с Киргизского и Таласского хребтов, переданную мне для определения. В породах кенкольской серии Киргизского хребта (фиг. 52) определены формы, близкие к *Collenia frequens* Walcott и *Baicalia baicalica* (Maslov) Krylov.

Серия	Мощность, м	Разрез	О п и с а н и е	Строматолиты
Ашinsky	1000		Ордавик - песчаники	
			Ашинская свита - песчаники, сланцы, алевриты	
К а р а т а в с к а я	250		Касьвинская свита - конгломераты, песчаники и сланцы, иногда пестроцветные. В верхней части - тиллитоподобные конгломераты	
	700 - 1000			
	300 - 400			
	0 - 300		Висимская свита - сланцы, в верхней части - мраморовидные известняки	
	400 - 1400			
150 - 600		Ослянская свита - песчаники и кварциты, иногда аркозовые		
К р а т а в с к а я	до 300		Клыктанская свита - доломиты с прослоями сланцев	<i>Baicalia baicalica</i> (Maslov) Krylov

Фиг. 51. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Среднего Урала (разрез — по материалам П. М. Есипова)

Кроме того, были встречены строматолиты, близкие к *Baicalia*, но имеющие уплощенные столбики и выделяемые в самостоятельную форму *Baicalia kirgisisca* Krylov (см. фиг. 20, e). Весь этот комплекс строматолитов близок к строматолитам среднего рифея (авзянская свита) Южного Урала.

В разрезе Таласского хребта (фиг. 53) из верхней части чаткарагайской свиты определены формы, близкие к *Gymnosolen* Steinmann и *Sacculia* (?) Kоголжук, позволяющие сопоставить эти отложения с верхними горизонтами рифея Урала и других районов (Королев, Крылов, 1961). Летом 1961 г. мне удалось совместно с В. Г. Королевым и В. В. Киселевым просмотреть несколько разрезов рифейских отложений в Таласском и Киргизском хребтах. Предварительные определения собранных образцов полностью подтверждают эти выводы.

Все это позволяет надеяться, что детальное изучение строматолитов из рифейских отложений Тянь-Шаня позволит провести корреляцию докембрийских отложений Средней Азии с одновозрастными отложениями других регионов. Это, в свою очередь, позволило бы подойти с новых позиций к проблеме расчленения и возраста мощных толщ докембрия Казахстана.

В моем распоряжении имелись также единичные образцы из докембрийских отложений Уджинского поднятия (Северная Якутия, сборы Э. Н. Эрлиха), Патомского нагорья (сборы Н. М. Чумакова) и из синийских отложений Китая (сборы Ю. А. Ходака). Строматолит из

Серия	Мощность, м	Разрез	Описание	Строматолиты
Терская	300-400		Толща известняков с кремнями	
	до 2000		Терекская свита — разнообразные туфы, яшмы, сланцы в основании; туфа-конгломераты	
	до 120		Джельдысуйская свита — кварциты	
Кенкольская	от 10 до 1500-2000		Верхняя овская свита — флишеподобное чередование известняков и сланцев; в верхней части — доломитовые известняки	<i>Baicalia baicalica</i> (Maslov) Krylov <i>Baicalia kirgisisca</i> Krylov <i>Collenia freque's (?)</i> Walcott Пластовые строматолиты
	900-1200		Курганташская свита — песчаники и алевролиты; в основании местами конгломераты	
К и з с к а я	2000-3000		Каиндинская свита — филлиты с прослоями алевролитов и песчаников	
	450-600		Ачикташская свита — мраморы и доломиты с прослоями сланцев	
	500-1500			
	400-500			
	750-1500		Нельдинская свита — сланцы с прослоями кварцитов и мраморов	
	1000		Макбальская свита — кварциты и сланцы с прослоями мраморов и амфиболитов	

Фиг. 52. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Киргизского хребта (Тянь-Шаня) (разрез — по материалам В. Г. Королева)

Серия	Мощность, м	Разрез	Абс. возраст, млн. лет	Описание	Строматолиты
Королевская	0-400			Терександская свита — полимиктовые тиллитоподобные конгломераты	
	50-1000			Курганская свита — туфы, туффиты, песчаники, кремнистые породы / Кызылбельская свита — роды пестроцветные сланцы и алевролиты с прослоями песчаников и известняков	
	250-700			Чаткарагайская свита — сланцы, известняки и песчаники, иногда красочцветные	<i>Gymnosolen</i> sp. Стерлячатопластовые строматолиты
	500-600			Сарыджанская свита — полимиктовые песчаники с прослоями сланцев и известняков	
	2000-2500			Узунхматская свита — песчаники, сланцы и известняки с прослоями конгломератов	
	1000			Кетменьтюбинская свита — мраморы с прослоями карбонатных сланцев и песчаников	
	2500-3000			Каракульджинская свита — филлиты и песчаники с линзами мраморов	

Фиг. 53. Распределение строматолитов в рифейских отложениях Таласского хребта (Тянь-Шань) (разрез — по материалам В. Г. Королева)

рифейских отложений Уджинского поднятия близок к верхнерифейским формам группы *Minjaria* Kyulov (см. фиг. 26); строматолиты из холычской свиты Патомского нагорья можно сопоставить с формами из группы *Gymnosolen* Steinmann (см. фиг. 31, б); плохая сохранность и своеобразие строматолитов из синийских отложений района г. Фусуна (юго-восточный Китай) не позволяет проводить точного определения форм, но по общему облику они довольно близки к строматолитам группы *Baicalia* (см. фиг. 21).

Разумеется, сопоставления по единичным образцам небольших размеров или плохой сохранности на современной стадии изучения строматолитов крайне условны. Однако сам факт находок близких форм строматолитов в разновозрастных отложениях дает основание надеяться, что после достаточного изучения строматолитов мы сможем перейти к созданию подлинной биостратиграфической шкалы для рифейских отложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный выше обзор распределения строматолитов в разрезах рифея различных регионов показывает, что, несмотря на своеобразие строматолитовых комплексов рифея в каждом из этих регионов, отчетливо видно сходство общих черт распределения строматолитов по разрезу и их изменения во времени. Это позволяет уже на современной стадии изучения довольно уверенно выделять по строматолитовым комплексам отложения верхнего, среднего и нижнего рифея. Однако стратиграфическое значение каждой из выделяемых групп и форм пока еще не выяснено до конца. Так, строматолиты группы *Kussiella* Krylov на Южном Урале и в Учуро-Майском районе характерны для нижнего рифея; на Анабарском массиве эти формы встречены и в основании разреза и выше совместно со строматолитами, предположительно отнесенными В. А. Комаром к группе *Baicalia* Krylov. Строматолиты группы *Baicalia* на Южном Урале, в Учуро-Майском районе и в других местах характерны для отложений среднего рифея. Но в разрезе Туруханского поднятия в шорихинской свите, по данным М. А. Семихатова, строматолиты групп *Baicalia* встречаются совместно с типично верхнерифейскими строматолитами из групп *Gymnosolen* Steinmann и *Minjaria* Krylov.

Мне кажется, что эти случаи не должны дать повод для очередного «разочарования» в строматолитах. Известно огромное количество форм из самых разных групп животного мира, которые, являясь руководящими для определенных горизонтов, встречаются и в более молодых стратиграфических подразделениях. Так, трилобиты *Triangulaspis meglitzkii* Legm. и брахиоподы *Botsfordia caelata* (Hall), характерные для алданского яруса нижнего кембрия, переходят в ленский ярус; зональная форма верхнего кембрия *Glyptagnostus fossus* Pokr. встречается в нижней части следующей зоны *Glyptagnostus reticulatus* (Ang.). Эти случаи показывают, что надо быть очень осторожным при определениях возраста по единичным образцам, в особенности если строматолиты в этих образцах плохой сохранности.

Сейчас еще только выясняется стратиграфическое значение строматолитов, поэтому необходима тройная осторожность во всех выводах. Несколько грубых ошибок, допущенных по небрежности или из-за ненужной поспешности, на современной стадии изучения могут совершенно опорочить весь метод и зачеркнуть даже те выводы, правильность которых несомненна.

Можно привести один пример, показывающий, насколько реальна такая угроза. В недавно вышедшей работе Б. М. Келлера, Г. А. Казакова, И. Н. Крылова, М. А. Семихатова и С. В. Нужнова (1960) при описании разреза докембрия Учуро-Майского района отмечено, что

этот разрез венчается отложениями курунуряхской свиты, залегающей с резким несогласием на отложениях учурской, майской и уйской серий. Строматолиты в курунуряхской свите встречены не были, но были известны находки *Gymnosolen ramsayi* Steinm. в верхних горизонтах рифея Охотского массива, в толщах, сопоставлявшихся с курунуряхской свитой. В тексте статьи, по небрежности авторов, было сказано, что *Collenia (Gymnosolen) ramsayi* Steinm. встречены в самой курунуряхской свите, и эта свита была сопоставлена с каратавской серией Южного Урала. Летом 1960 и 1961 гг. в курунуряхской свите геологи Всесоюзного Аэрогеологического треста обнаружили фауну кембрия и даже ордовика (устное сообщение В. Р. Алексеева) и это, вполне естественно, позволило им усомниться в правильности самих попыток сопоставлений толщ по строматолитам.

Чтобы такие случаи не повторялись, следует, очевидно, при описаниях строматолитов давать точную привязку всех описываемых образцов и очень четко разграничивать выводы и фактический материал, на основании которого эти выводы делаются. Только так мы сможем избежать тех срывов и провалов, которые уже не раз сопровождали попытки геологов использовать строматолиты, споры, пыльцу и другие органические остатки для стратиграфии докембрия. Все эти рассуждения целиком относятся не только к геологам, изучающим строматолиты, но и к геологам, собиравшим образцы и публикующим в своих работах результаты определений.

Выделение сейчас с помощью строматолитов в рифее трех комплексов — верхнего, среднего и нижнего — это, конечно, очень грубое расчленение докембрия и оно, очевидно, важно только как первый шаг в попытках применения к докембрийским отложениям методов биостратиграфии. Достаточно сказать, что продолжительность верхнего рифея, судя по определениям абсолютного возраста, около 400 млн. лет (от 600 млн. лет до 1000 млн. лет). Это почти соответствует продолжительности палеозоя и мезозоя вместе взятых. Но вряд ли можно сомневаться, что дальнейшее изучение строматолитов и других органических остатков докембрия позволит установить их новые диагностические признаки, и точность определений возраста по этим образованиям будет непрерывно повышаться.

В заключение этой работы хотелось бы повторить слова В. П. Маслова (1960): «Я не ошибусь, если скажу, что для изучения строматолитов потребуется еще много усилий, терпения и труда исследователя».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Строматолиты представляют собой слоистые образования, возникающие в результате жизнедеятельности водорослевых и, возможно, бактериальных колоний. Состав водорослей и бактерий обуславливает форму колоний, а форма колонии находит свое отражение в форме строматолитовых построек.

2. Влияние фациальных условий на строматолиты проявляется не прямо, а косвенно: фациальная обстановка определяет состав водорослей в колонии, а этот состав в свою очередь обуславливает ее форму. В одинаковых фациальных условиях возникают близкие типы строматолитов (столбчатые и пр.).

Изменение во времени внутри этих типов отражает, очевидно, эволюцию водорослей и бактерий-строматолитообразователей, а также условий осадкообразования, что приводило к созданию неповторяющихся строматолитовых построек.

3. К строматолитам применяются бинарные названия, но классификация их не биологическая, а формальная.

4. Наиболее крупные единицы — типы и подтипы строматолитов выделяются по характеру строения биогермов, а группы и формы — по характеру строматолитовых столбиков. Тип слоистости, форма арок и микроструктура должны подробно изучаться и описываться вместе с другими признаками, но их таксономическое значение пока неясно.

5. Строматолиты подвергались неоднократно воздействию различных наложенных процессов, в первую очередь — перекристаллизации и эпигенетического растворения. Поэтому для установления органической или неорганической природы тех или иных структур необходимо сочетать изучение строматолитов с тщательными литолого-петрографическими исследованиями.

6. В рифейских отложениях Южного Урала выделяются три комплекса строматолитов, приуроченных к трем сериям рифея: бурзянской, юрматинской и каратавской. Эти комплексы четко отличаются друг от друга, а в разновозрастных отложениях хорошо выдерживаются на площади в пределах всего региона.

7. Сравнительное изучение столбчатых ветвящихся строматолитов позволяет говорить о направленном изменении этих строматолитов во времени. Развитие их шло по трем направлениям: 1) усложнение формы построек, проявляющееся в усложнении способа ветвления столбиков и в изменении формы столбиков; 2) изменение характера боковой поверхности столбиков — от столбиков со свисающими с их краев слоями к столбикам с гладкой боковой поверхностью, а иногда и с многократным облеканием слоями предыдущих наслоений; 3) изменение характера слоистости: появление в верхнем рифее форм с мелковолнистыми «дрожащими» слоями.

Эти закономерности проверены по всей площади Южного Урала и подтверждаются результатами изучения строматолитов из других регионов.

8. Строматолиты имеют несомненное стратиграфическое значение для рифейских отложений всей площади Южного Урала, и выделяемые группы и формы строматолитов можно рассматривать как руководящие органические остатки, характеризующие определенные этапы геологической истории докембрия, по крайней мере, в пределах Урала.

9. При сопоставлениях рифейских отложений из удаленных друг от друга областей наиболее правильным путем следует считать детальное изучение строматолитов в пределах отдельных регионов, выделение строматолитовых комплексов, выяснение их распределения по площади и вертикальной смене, а затем сопоставление их со строматолитовыми комплексами из других регионов.

Первые попытки таких сопоставлений (Урал — Туруханское поднятие и Енисейский кряж — Учуро-Майский район) показывают большую перспективность использования строматолитов для стратиграфии докембрия и позволяют надеяться на создание в недалеком будущем настоящей биостратиграфической шкалы для отложений позднего докембрия.

10. Определения возраста и сопоставления докембрийских отложений по единичным образцам следует проводить с большой осторожностью, во всех случаях оговаривая достоверность их привязки к разрезу и степень их сохранности.

11. В изучении докембрийских строматолитов сделаны только самые первые шаги. Дальнейшее изучение их, несомненно, повысит точность определений возраста с помощью этих образований.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А., Моричева Н. П. О выделении карбоната кальция организмами из морской воды.— Докл. АН СССР, 1961, **136**, № 6.
- Беккер Ю. Р. О стратиграфическом положении уских отложений на Южном Урале.— Докл. АН СССР, 1958, **122**, № 5.
- Беккер Ю. Р. Возраст и последовательность напластования отложений верхней части каратауской серии Южного Урала.— Изв. АН СССР, серия геол., 1961, № 9.
- Бутин Р. В. Органические остатки в протерозойских отложениях Южной Карелии.— Труды Карельск. фил. АН СССР, 1961, вып. 26.
- Виттенбург П. В., Яковлев Н. Н. К вопросу о возрасте пород острова Кильдина на западном Мурмане.— Изв. Росс. АН, серия 6, 1922, **16**, № 1—18.
- Вологдин А. Г. Археоциаты и водоросли среднего кембрия Южного Урала.— Проблемы палеонтол., 1939, 5.
- Вологдин А. Г. О древних известковых водорослях Тимана.— Докл. АН СССР, 1944, **45**, № 5.
- Вологдин А. Г. Геологическая деятельность микроорганизмов.— Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 3.
- Вологдин А. Г. О конофитонах протерозоя и кембрия Сибирской платформы.— Докл. АН СССР, 1955, **102**, № 3.
- Вологдин А. Г. Разгадка происхождения строматолитов.— Природа, 1955, № 9.
- Вологдин А. Г. О некоторых результатах изучения синийских водорослей и методике исследования.— Acta paleontol. sinica, 1960, **8**, № 1.
- Вологдин А. Г. Палеонтологическое обоснование выделения синия в пределах Восточной Сибири.— Сов. геология, 1961, № 5.
- Воронихин Н. Н. К познанию флоры и растительности водорослей пресных водоемов.— Ботан. журн., 1932, **17**, № 3.
- Воронихин Н. Н. Растительный мир континентальных водоемов. Изд-во АН СССР, 1953.
- Гарань М. И. О возрасте и условиях образования древних свит западного склона Южного Урала. Госгеолиздат, 1946.
- Горохов С. С. Стратиграфическое положение аршинской свиты в Тирлянском районе Башкирской АССР.— Докл. АН СССР, 1961, **139**, № 4.
- Горяинова О. П., Дорофеев Н. В. и др. Стратиграфия древних немых толщ западного склона Урала.— Изв. Всес. геол.-развед. объедин., 1931, вып. 70.
- Горяинова О. П., Фалькова Э. А. Геологические исследования в бассейне р.р. Б. Инзер и Зилим.— Труды Всес. геол.-развед. объедин., 1933, вып. 272.
- Горяинова О. П., Фалькова Э. А. Древние свиты западного склона Южного Урала.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 1937, **15**, вып. 3.
- Горяинова О. П., Фалькова Э. А. Геология Инзерского и Зигазино-Комаровского района Башкирской АССР.— Труды Башкир. геол. упр., 1940, вып. 9.
- Гринштейн Н. В., Давыденко Ю. А., Сергеев О. П., Тимесков В. А. О положении бакальских сидеритов во вмещающих породах.— Изв. АН СССР, серия геол., 1960, № 7.
- Дингельштедт Н. Н. К вопросу о происхождении скорлуповатых доломитов и о возрасте «немых» толщ Южного Урала.— Зап. Всер. мин. об-ва, 1935, **64**, вып. 2.
- Домрачев С. М. Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала.— Труды Всес. нефт. н.-и. геол.-развед. ин-та, 1952, вып. 61.
- Дорофеев Н. В., Рябинин В. Н. Аша-Миньярский район.— Труды Всес. геол.-развед. объедин., 1932, вып. 243.
- Еленкин А. А. Синезеленые водоросли СССР. Вып. 1. Изд-во АН СССР, 1938.
- Еленкин А. А. Синезеленые водоросли СССР. Вып. 2. Изд-во АН СССР, 1949.
- Иванов А. И. К стратиграфии и древнему орогенезу западного склона Южного Урала.— Труды Башкир. геол. треста, 1937, вып. 7.

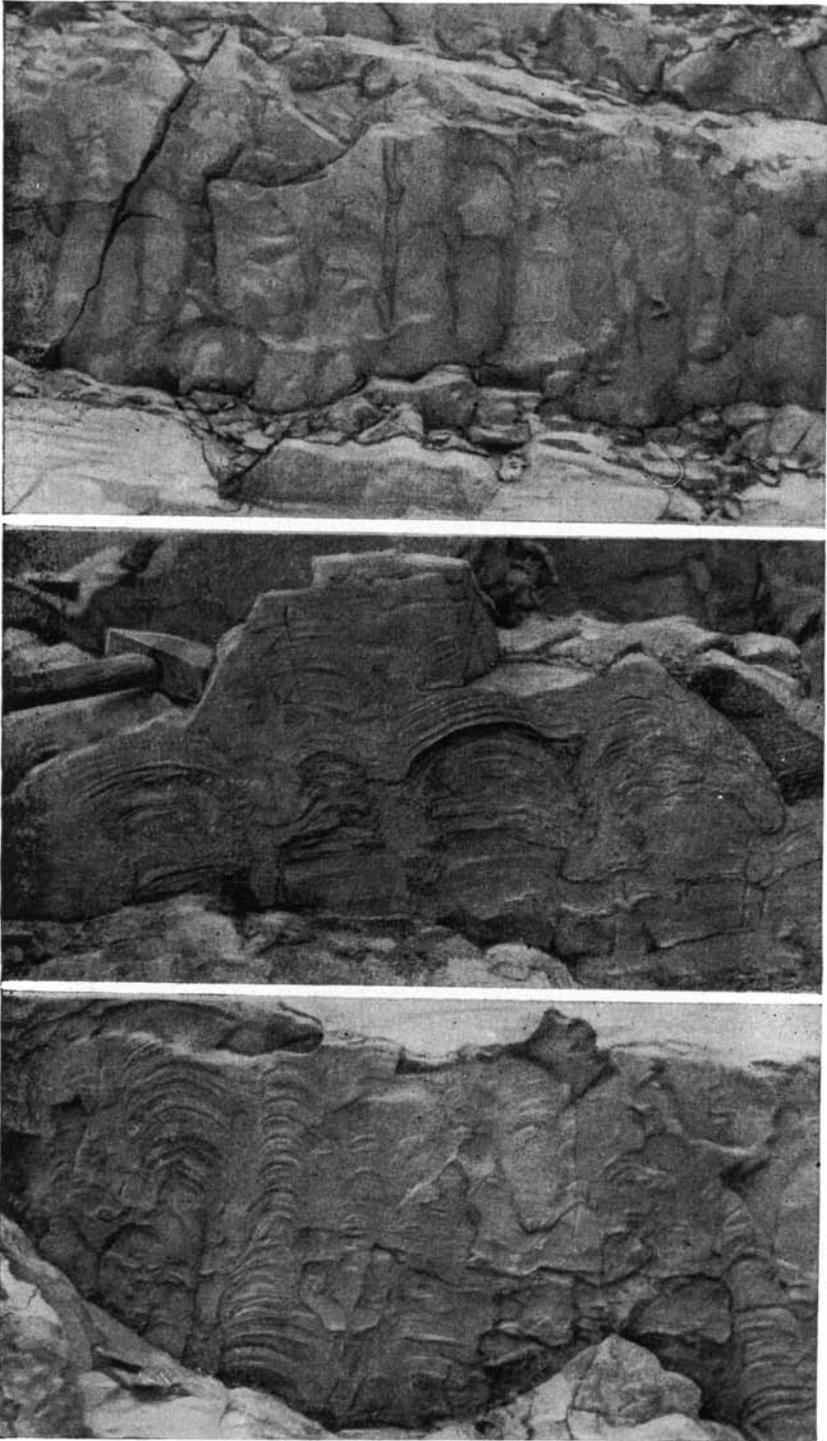
- Жазаков Г. А., Полевая Н. И. Некоторые предварительные данные по разработке послекембрийской шкалы абсолютной геохронологии по глауконитам.— Геохимия, 1958, № 4.
- Жалиненко В. О. Геохимическая деятельность бактериальной колонии.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 1.
- Келлер Б. М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, 1952, вып. 109, геол. серия (37).
- Желлер Б. М., Жазаков Г. А., Крылов И. Н., Нужнов С. В., Семихатов М. А. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой).— Изв. АН СССР, серия геол., 1960, № 12.
- Келлер Б. М., Хоментовский В. В. Рифейская группа и ее подразделения. В кн.: «Стратиграфия позднего докембрия и кембрия», М., 1960. (Межд. геол. конгресс, 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8).
- Жомар В. А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. В кн.: «Тезисы докладов Совещания по разработке стратиграфических схем Якутской АССР», Л., 1961.
- Жопелиович А. В., Крылов И. Н. О структурах растворения в строматолитах.— Докл. АН СССР, 1960, 135, № 3.
- Жордэ К. Б. Макроскопическая структура строматолитов и типы сохранности *Suaephrysea*. Докл. АН СССР, 1950, 71, № 6.
- Жордэ К. Б. Образование и систематическое положение конических и цилиндрических корок типа *Soporphyton*. Докл. АН СССР, 1953, 89, № 6.
- Жоролев В. Г., Крылов И. Н. К стратиграфии верхнего докембрия Северного Тянь-Шаня.— Докл. АН СССР, 1962, 144, № 6.
- Жоролук И. К. Значение строматолитов для стратиграфии кембрия и докембрия на примере юга Сибирской платформы. В кн.: «Тезисы докладов на Межд. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири», Л., 1956.
- Жоролук И. К. Некоторые строматолиты кембрия Иркутского амфитеатра.— Труды Ин-та нефти АН СССР, 1956, 7.
- Жоролук И. К. Волнисто-слоистые пластовые строматолиты (*Stratifera*) кембрия юго-восточной Сибири.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 1959, 34, вып. 3.
- Жоролук И. К. Строматолиты нижнего кембрия и протерозоя Иркутского амфитеатра.— Труды Ин-та геол. и разраб. горюч. ископаемых АН СССР, 1960, 1.
- Жраснопеева П. С. Об альгонкской флоре в Саралинском районе Западной Сибири.— Материалы по геол. Зап.-Сиб. края, 1933, вып. 4.
- Жраснопеева П. С. Древнейшие водоросли Больше-Питского района Енисейской тайги.— Материалы по геол. Зап.-Сиб. края, 1936, вып. 35.
- Жраснопеева П. С. Водоросли и археоцитаты древнейших толщ Потехинского планшета Хакассии.— Материалы по геол. Красноярск. края, 1937, вып. 3.
- Жраснопеева П. С. Альгонкская флора и фауна Саралинского района Кузнецкого Ала-Тау.— Материалы по геол. Красноярск. края, 1940, вып. 8.
- Жраснопеева П. С. Палеонтологические данные для сопоставления некоторых свит докембрия Кузнецкого Ала-Тау. В кн.: «Вопросы геологии Сибири», т. I, М.—Л., 1945.
- Жраснопеева П. С. Некоторые строматолиты протерозоя Кабырзинского района Горной Шории.— Труды Горно-геол. ин-та, Зап.-Сиб. фил. АН СССР, 1946, вып. 2.
- Жрылов И. Н. О строматолитах Уральского рифея.— Докл. АН СССР, 1959, 126, № 6.
- Жрылов И. Н. Рифейские строматолиты острова Кильдина.— Докл. АН СССР, 1959, 127, № 4.
- Жрылов И. Н. О значении строматолитов *Collenia buriatika* Maslov для стратиграфии позднекембрийских отложений окраины Русской платформы. В кн.: «Стратиграфия позднего докембрия и кембрия». М., 1960, (Межд. геол. конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8).
- Жрылов И. Н. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала.— Докл. АН СССР, 1960, 132, № 4.
- Жрылов И. Н. О значении строматолитов для стратиграфии позднего докембрия. В кн.: «Тезисы докладов Совещания по разработке стратиграфических схем Якутской АССР», Л., 1961.
- Жрылов И. Н. О принципах систематики рифейских строматолитов.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 1961, 36, вып. 2.
- Львов К. А., Олли А. И. Об отношении среднего девона к ашинской свите и о возрасте немых толщ западного склона Урала.— Зап. Росс. мин. об-ва, 1935, 64, вып. 2.
- Люткевич Е. М. Геология Канина полуострова.— Труды Всес. нефт. н.-и. геол.-развед. ин-та, спец. серия, 1953, вып. 4.
- Маслов В. П. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 2—3, 1937, 1.
- Маслов В. П. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 2—3, 1937, 2.

- Маслов В. П. О природе строматолита *Conophyton*. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 4, 1938.
- Маслов В. П. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 1939.
- Маслов В. П. Род *Collenia*. В кн.: «Проблемы палеонтологии», т. 5, 1939.
- Маслов В. П. К вопросу о значении строматолитов как указателей геологического возраста вмещающих формаций. В кн.: «Вопросы геологии Сибири», т. 1, 1945.
- Маслов В. П. Систематическое положение и отличие строматолитов и онколитов от ископаемых известковых водорослей.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 1950, 25, вып. 4.
- Маслов В. П. Принципы номенклатуры и систематики строматолитов.— Изв. АН СССР, серия геол., 1953, № 4.
- Маслов В. П. Строматолиты и фации.— Докл. АН СССР, 1959, 125, № 5.
- Маслов В. П. Строматолиты.— Труды Геол. ин-та АН СССР, 1960, вып. 41.
- Маслов В. П. Водоросли и карбонатоосаждение.— Изв. АН СССР, серия геол., 1961, № 12.
- Махлаев В. Г. Строматолиты как показатели подводных перерывов в накоплении осадков. Научн. докл. Высш. школы, геол.-геогр. науки, 1958, № 3.
- Медведев В. Я., Корольюк И. К. К вопросу о возрасте древних толщ Киргизского и Таласского хребтов Северного Тянь-Шаня.— Докл. АН СССР, 1958, 123, № 2.
- Нужнов С. В. Строматолиты позднего докембрия и кембрия Учуро-Майского района.— Докл. АН СССР, 1960, 132, № 6.
- Овчинников Л. Н., Гаррис М. А. Абсолютный возраст геологических образований Урала и Приуралья. В кн.: «Определение абсолютного возраста дочетвертичных геологических формаций», М., 1960. (Межд. геол. конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 3).
- Олли А. И. Геологические исследования в районе среднего течения рек Лемезы и Инзера.— Труды Башкир. геол. упр., 1936, вып. 1.
- Олли А. И. Древние отложения западного склона Урала. Изд-во Саратов. гос. ун-та, 1948.
- Олли А. И. О возрасте верхнебабалинских отложений востока Русской платформы. В кн.: «Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала», вып. 7, Уфа, 1960.
- Олли А. И., Романов В. А. О сопоставлении допалеозойских отложений западного склона Южного Урала и хр. Урал-Тау. В кн.: «Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала», вып. 7, Уфа, 1960.
- Полевая Н. И. и др. Определение абсолютного возраста осадочных и вулканогенных формаций. В кн.: «Определение абсолютного возраста дочетвертичных геологических формаций», 1960. (Межд. геол. конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 3).
- Раабен М. Е. К вопросу о стратиграфическом положении машакской свиты Южного Урала.— Докл. АН СССР, 1957, 117, № 6.
- Раабен М. Е. О стратиграфическом положении слоев с *Gymnosolen*. В кн.: «Стратиграфия позднего докембрия и кембрия». М., 1960. (Межд. геол. конгресс. 21-я сессия. Доклады сов. геологов. Проблема 8).
- Решетников Н. Ф. К вопросу о стратиграфическом положении машакской свиты Башкирского Урала.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Южного Урала, 1960, вып. 2.
- Руженцев В. Е. Принципы систематики, система и филогения палеозойских аммонидей.— Труды Палеонтол. ин-та АН СССР, 1960, 83.
- Семихатов М. А. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района.— Докл. АН СССР, 1960, 135, № 6.
- Семихатов А. Рифей и нижний кембрий Енисейского края.— Труды Геол. ин-та АН СССР, 1962, вып. 68.
- Сидоров А. Д. Новый нижнекембрийский строматолит Восточной Сибири.— Палеонтол. журн., 1960, № 4.
- Соболев Д. Н. Опыт построения ретикулярной градивно-комбинативной системы гониматитов.— Науч. зап. по биол., Харьков, 1927.
- Старостина З. М. Об условиях размещения сидеритовых руд во вмещающих породах Бакальской группы месторождений (Южный Урал).— Изв. АН СССР, серия геол., 1959, № 7.
- Старостина З. М. О бакальских сидеритах.— Изв. АН СССР, серия геол., 1960, № 9.
- Стратиграфический словарь СССР. Госгеолтехиздат, 1956.
- Тезисы докладов совещания по унификации стратиграфических схем Урала и соотношению древних свит Урала и Русской платформы. Свердловск, 1956.
- Труды Междуведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Изд-во АН СССР, 1958.
- Фентон К. Л., Фентон М. А. Древние водоросли как показатели окружающей среды и руководящие ископаемые. В кн.: «Труды 17-й сессии Межд. геологич. конгр.», т. 6, 1940.
- Чибрикова Е. В. Результаты изучения пор из древних отложений Башкирии. В кн.: «Древние отложения Западной Башкирии», М., 1960.

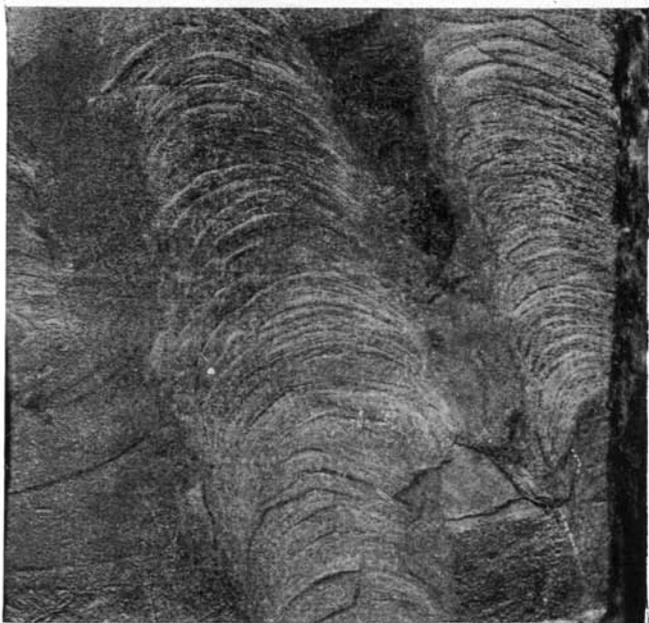
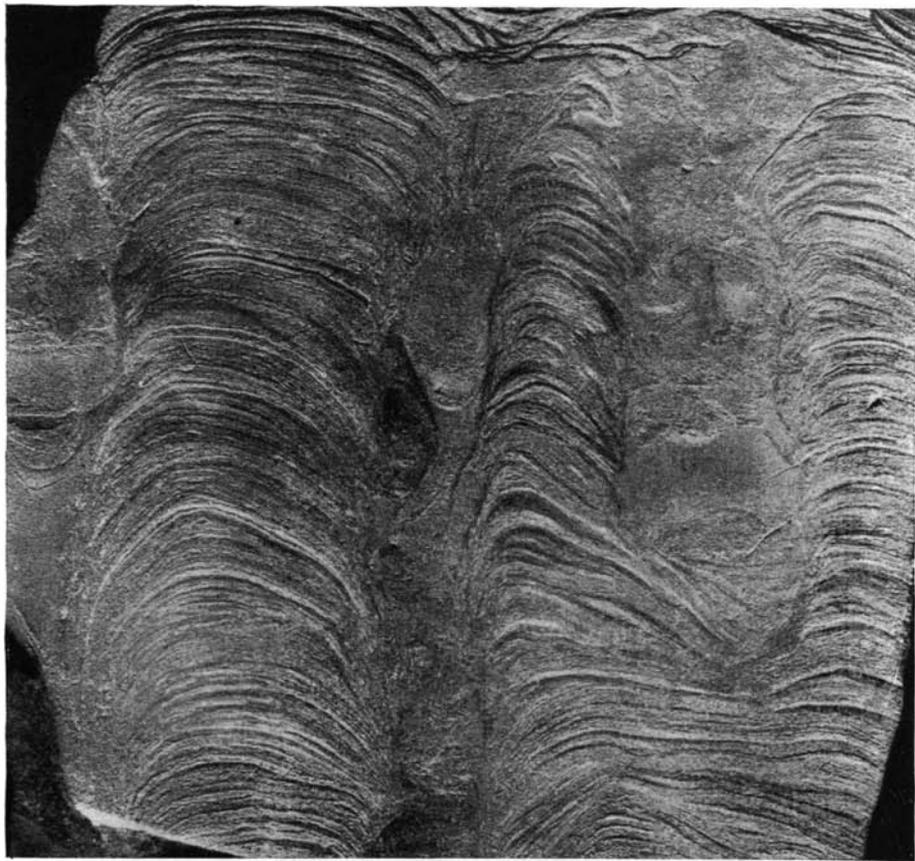
- Чихачев С. М. О соотношении разрезов эопалеозоя Урала и Китая.— Докл. АН СССР, 1953, 90, № 2.
- Чураков А. Н. Значение водорослей для определения возраста древних свит. Водоросль *Osagia*.— Изв. АН СССР, серия геол., 1945, № 3.
- Шатский Н. С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. М., 1945. (Материалы к познанию геол. строения СССР, вып. 2/6).
- Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород. М., ИЛ, 1950.
- Яковлев Н. Н. О находке мурманского рода *Gymnosolen* в нижнем кембрие Восточной Сибири.— Докл. АН СССР. новая серия. 1934. 2.
- Black M. The Algal sediments of Andros Island, Bahams.— Philos. Roy. Soc., London, Ser. B., 1933, 222.
- Bradley W. H. Algal reefs and oolites of the Green River formation.— U. S. Geol. Survey, Prof. Pap., 1923. N 154-G.
- Bradley W. H. Cultures of algal oolites.— Amer. J. Sci., ser. 5, 1929, 18.
- Bucher W. Über einige Fossilien und über Stromatolithbildung im Tertiär der bayerischen Rheinpfalz.— Geognost. Jahrb., 1918, 26.
- Cahen L. et autres. Aperçu sur la question des algues des séries calcaires anciennes du Congo Belge et essai de corrélation.— Bull. Soc. géol. Belge, 1946, 55.
- Cahen L. et autres. 2. Note préliminaire sur les algues des séries calcaires anciennes du Congo Belge.— Bull. Serv. géol. Congo Belge, 1946, 2, N 2.
- Clarke J. M. The water biscuit of Squaw Island, Canadaigna Lake, N. Y.— Bull. New York State Museum, 1900, 39, N 8.
- Cloud P. E. Notes on stromatolites.— Amer. J. Sci., 1942, 240, N 5.
- Cloud P. E. The stromatolith *Gymnosolen* not a salinity index.— Amer. J. Sci., 1945, 243, N 2.
- Eardley A. J. Sediments of Great Salt Lake.— Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol., 1938, 22.
- Fenton C. L. Pre-cambrian and early paleozoic algae.— Amer. Midl. Natur., 1943, 30, N 1.
- Fenton C. L., Fenton M. A. Algae and algal beds in the Belt series of Glacier National Park.— J. Geol., 1931, 39, N 7.
- Fenton C. L., Fenton M. A. Algal reefs or bioherms in the Belt series of Montana.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1933, 44, N 6.
- Fenton C. L., Fenton M. A. Walcotts «Pre-cambrian algonkian algal flora» and associated animals.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1936, 47, N 4.
- Fenton C. L., Fenton M. A. Belt series in the North; stratigraphy, sedimentation, paleontology.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1937, 48, N 12.
- Fenton C. L., Fenton M. A. Primitive algae as environment indicators.— Pan-Amer. Geol., 1938, 70, N 1.
- Fenton C. L., Fenton M. A. Pre-cambrian and paleozoic algae.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1939, 50, N 1.
- Forel F. A. Le Leman. V. 3. Laussane, 1901.
- Ginsburg R. N. Recent stromatolitic sediments from South Florida (abstr.).— J. Paleontol., 1955, 29.
- Ginsburg R. N. Early diagenesis and lithification of shallow-water carbonate sediments in South Florida.— Soc. Econ. Paleontol. and Min., Okl., Spec. Publ., 1957, N 5.
- Grout F. F., Broderick T. M. Organic structures in the Biwabik iron-bearing formation of the Huronian in Minnesota.— Amer. J. Sci., 1919, 48, N 287.
- Gurich G. Les Spongiostromides du Viséen de la province de Namur.— Mém. Musée d'Hist. natur. Belgique, 1906, pt 3.
- Hall J. (Cryptozon proliferum n. gen. and sp.).— Ann. Rep. New York State Museum, 1883, 36, tabl. 6.
- Hirmer M. Handbuch der Palaeobotanik. (Bd 1). Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta. München—Berlin, 1927.
- Holtedah O. Cryptozoonlike structures.— Amer. Sci., 4 ser., 1919, 47.
- Howe N. A. The geologic importance of the limesecreting algae.— U. S. Geol. Survey, Prof. Pap., 1932, N 170-E.
- Kalkowsky E. Über Oolith und Stromatolith in norddeutschen Buntsandstein.— Zs. Deutsch. geol. Gesellsch., 1908, 60.
- Kao C. S., Hsung V. H., Kao P. Preliminary notes on sinian stratigraphy of North China.— Bull. Geol. Soc. China, 1934, 13, N 12.
- Logan B. W. Cryptozoon and associate stromatolites from the recent, Shark Bay, Western Australia.— J. Geol., 1961, 69, N 5.
- Magdeburg P. Organogene Kalkkoncretionen in Hohlen etc.— Sitzb. Naturforsch. Gesellsch., Leipzig, 1929—1932, 56, N 9.
- Matthey C. Note on Archaeozoon.— Bull. Nat. Hist. Soc., New Brunswick, 1907, 25.
- Mawson D. Evidence and indication of algal contribution in the cambrian and pre-cambrian limestones of South Australia.— Trans. Roy. Soc. South Australia, 1925, 49.
- Mawson D. 1. Fossil algae from a pre-cambrian horizon in the Macdonnell Ranges, Central Australia.— Quart. J. Geol. Soc. London, 1929, 85. (Annivers. adress).

- Mawson D. 2. Some Australian algal limestones in process of formation.—*Quart. J. Geol. Soc.*, London, 1929, 85.
- Mawson D., Madigan C. The pre-Ordovician rocks of the Macdonnell Ranges (Central Australia).—*Quart. J. Geol. Soc. London*, 1930, 86.
- Menchikoff N. Données sur la géologie du Sahara occidental.—*C. R. Acad. Sci. Paris*, 1933, 196.
- Menchikoff N. A propos des stromatolithes sud marocains.—*C. R. Soc. géol. France*, 1945, N 12.
- Menchikoff N. Les formations à stromatolithes dans le Sahara occidental.—*Bull. Soc. géol. France*, 1946, 16, N 7—9.
- Menchikoff N. A propos des «Conophyton» du Congo Belge.—*C. R. Soc. géol. France*, 1948, N 9—10.
- Murray G. Calcareous pebbles formed by algae.—*Phycol. Mem.*, 1895.
- Penhallow D. F. Note on calcareous algae from Michigan.—*Bot. Gaz.*, 1896, 21.
- Pia J. Pflanzen als Gesteinbildung. Berlin, 1926.
- Polinard E. Le niveau à stromatolithes du système de la Bushimaie aux confins des régions du Kassai et du Katanga.—*Bull. Soc. géol. Belgique*, 1948, 71, N 5—7.
- Reis O. M. Kalkalgen und Seesinterkalk aus rheinpfanzischen Tertiär.—*Geognost. Jahrb.*, 1923, 36.
- Rezak R. Stromatolite classification in the Belt Series.—*Science*, Lancaster, Pa, 1954, 119, N 3097.
- Rezak R. Stromatolites of the Belt Series in Glacier National Park and vicinity, Montana.—*U. S. Geol. Survey, Prof. Pap.*, 1957, N 294-D.
- Robertson W. A. Stromatolites from the Paradise Creek area, North-Western Queensland, Melbourne, 1960.—*Commonwealth of Australia, Rep. N 47*.
- Rothpletz A. Über systematische Deutung und stratigraphische Stellung usw. V. 2. Über Cryptozoon—Eozoon und Anticocania.—*Abhand. Bayer. Akad. Wiss., Abt. 4*, 1916, 28.
- Salomon N. Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv und seine Bedeutung usw.—*Abhande. Geol. Reichsanst. Wien*, 1908, 21, H. 1.
- Schindewolf O. H. Über präkambrische Fossilien. *Geotektonisches Symposium*, Stuttgart, 1956.
- Eteinmann G. Über *Gymnosolen ramsayi*, eine Coelenterate von der Halbinsel Kainin.—*Fennia*, 1911, 31, N 4.
- Twenhofel W. H. Pre-Cambrian and Carboniferous algal deposits.—*Amer. J. Sci.*, 1919, 48.
- Walcott C. D. Pre-cambrian algonkian algal flora.—*Smiths. Misc. Col.*, 1914, 64, N 2. (Cambrian geology and paleontology, III).
- Yang-Kieh. Un fossile dans le marbre du Sud de Nantai.—*Bull. Geol. Sc. China*, 1935, 14, N 3.

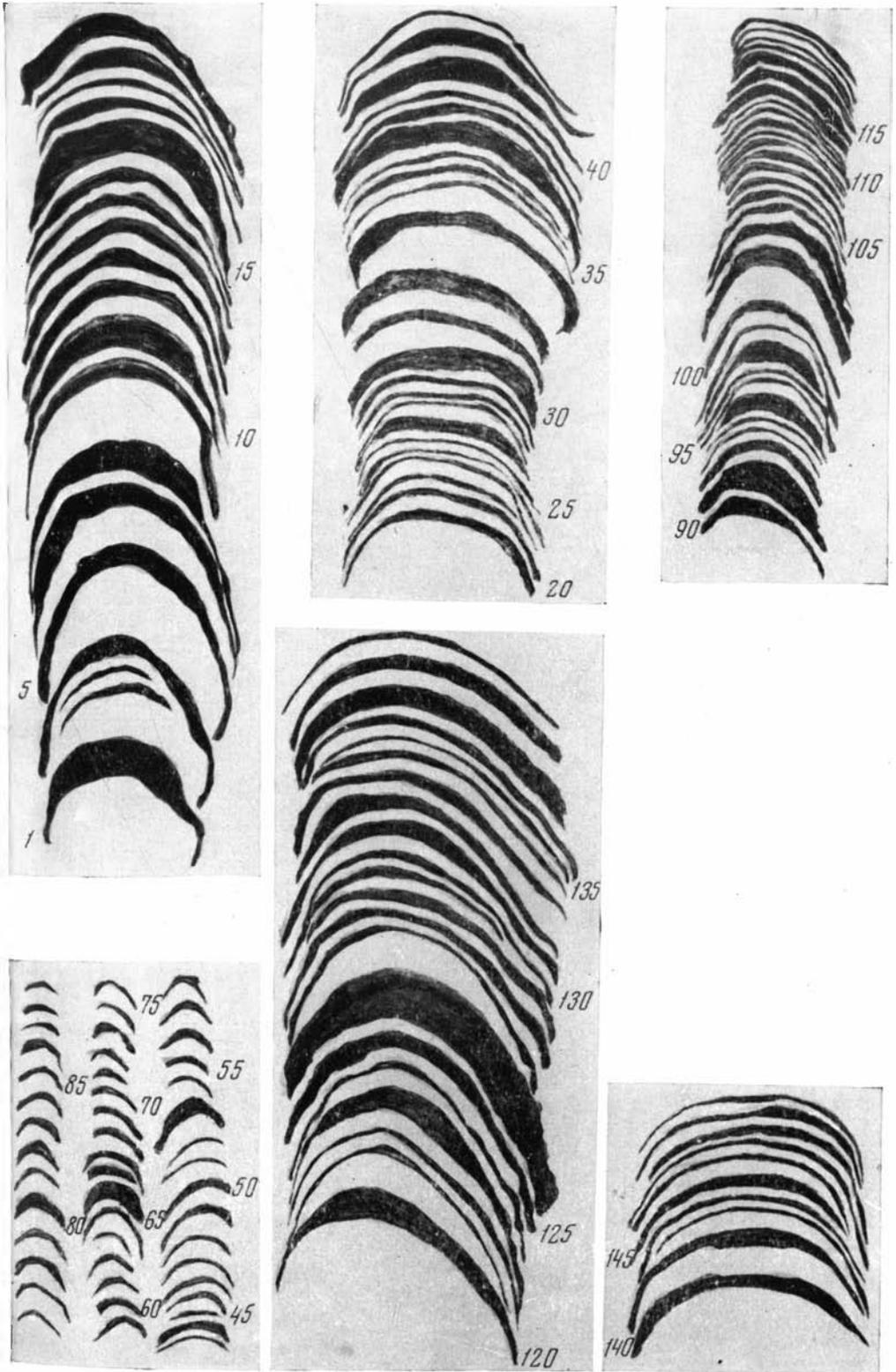
ТАБЛИЦЫ



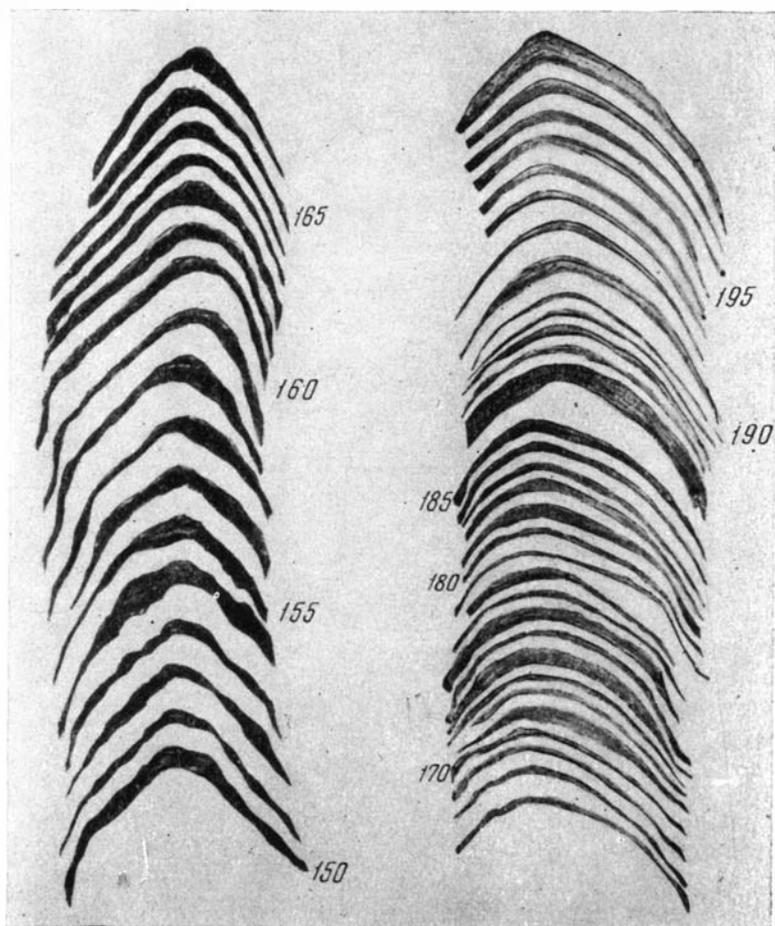
Общий вид различных частей биогерма, сложенного строматолитами *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov. Южный Урал, саткинская свита, район ст. Бердяуш (уменьшено в 4—5 раз).



Продольное сечение столбиков *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov (нат. вел.). Южный Урал, саткинская свита, район ст. Бердяуш



Форма арок *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov (нат. вел.) 1—140 — нумерация слоев
Объяснение в тексте. То же относится ко всем аналогичным таблицам



Форма арок *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov (нат. вел.) 150—190 — продолжение нумерации слоев (см. табл. III)



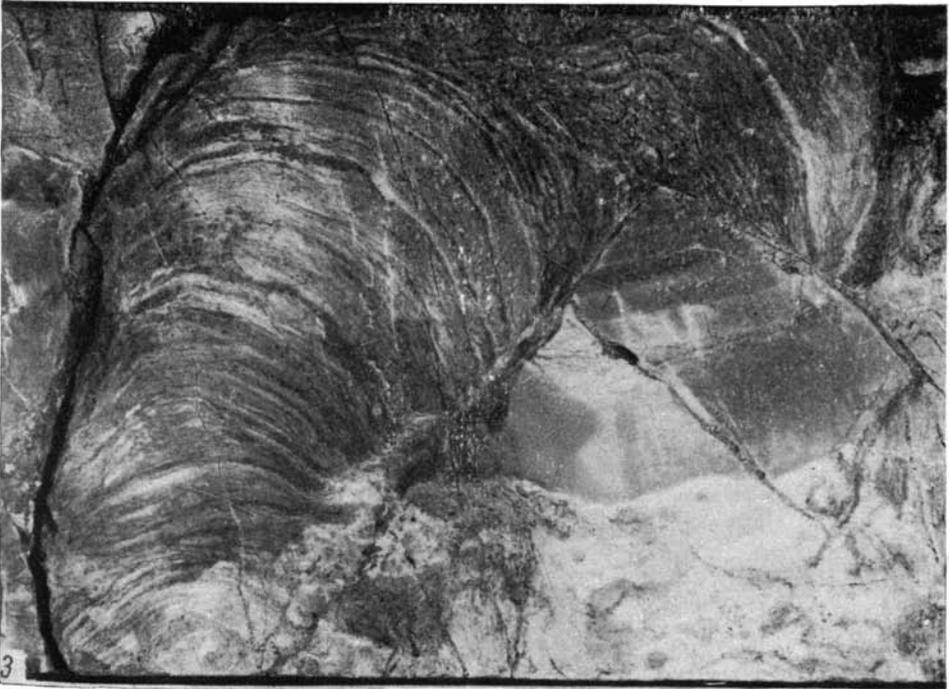
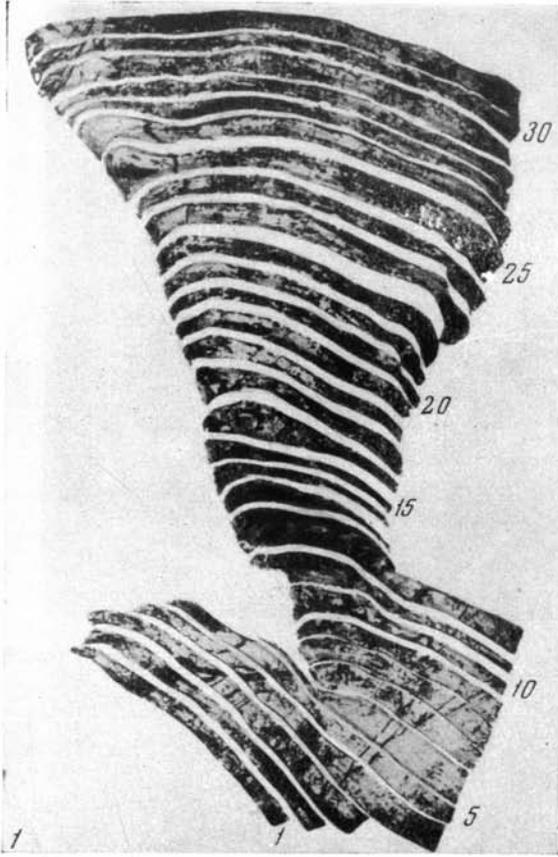
Структура слоев *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov ($\times 8$)

1 — слоисто-полосчатая структура, 2 — сгустково-слоистая структура, 3 — пятнисто-сгустковая структура

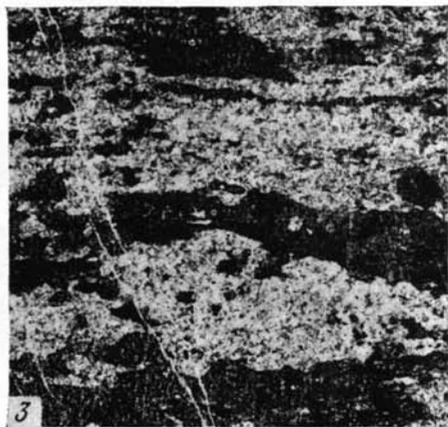
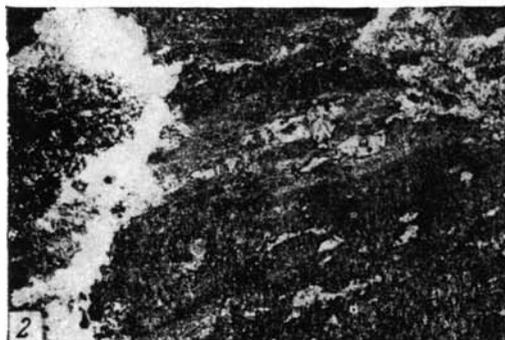
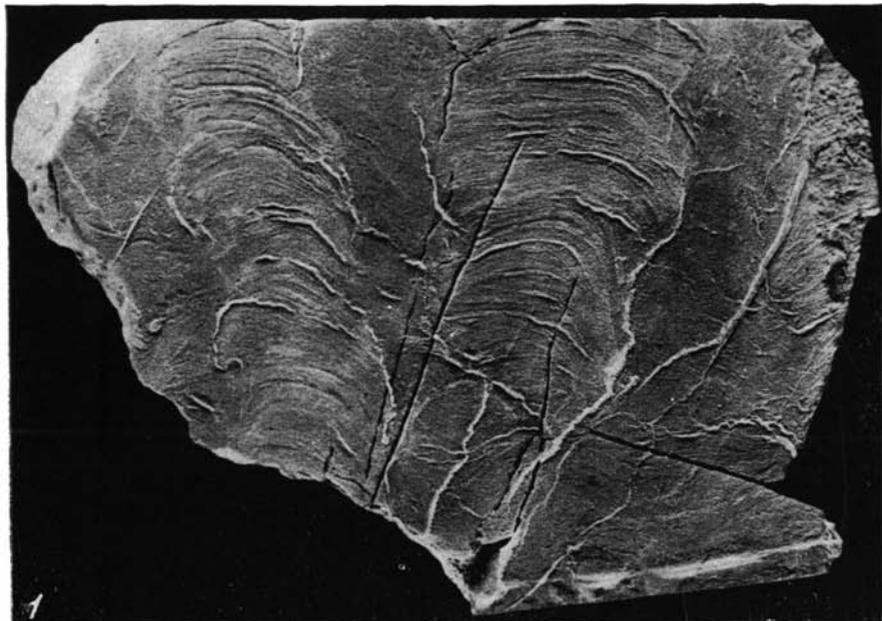


Kussiella kussiensis (Masl.) Krylov

1 — характер боковой поверхности столбика ($\times 8$), 2 — прожилки светлого кристаллического доломита в строматолитовой породе, 3 — сгустково-слоистая и пятнисто-сгустковая структура слоев ($\times 8$), 4 — основание биогерма (уменьшено в 4 раза)

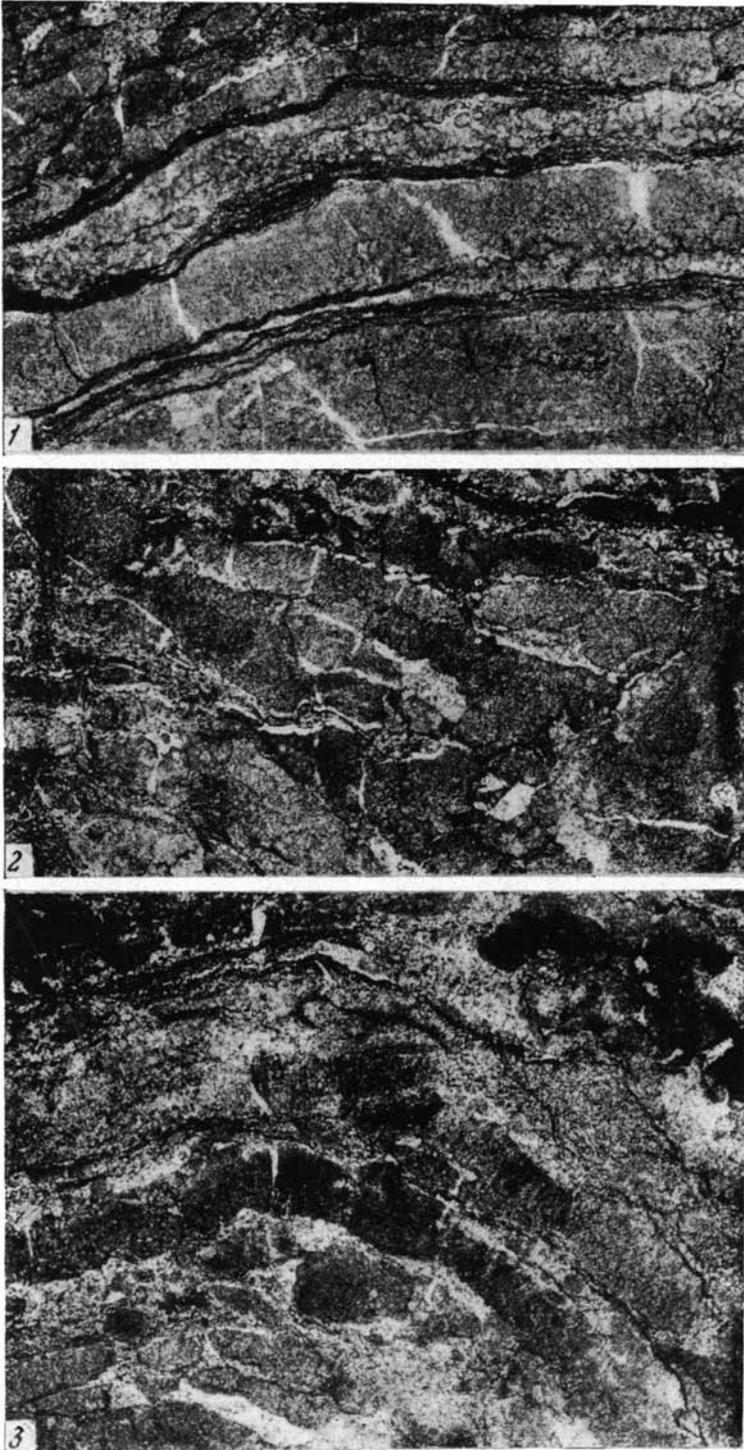


1—2 — форма арок *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov (нат. вел.), 3 — *Baicalia kirgisisca* f. n., продольное сечение столбиков (нат. вел.), Тянь-Шань, оввская свита, р. Дженьды-су

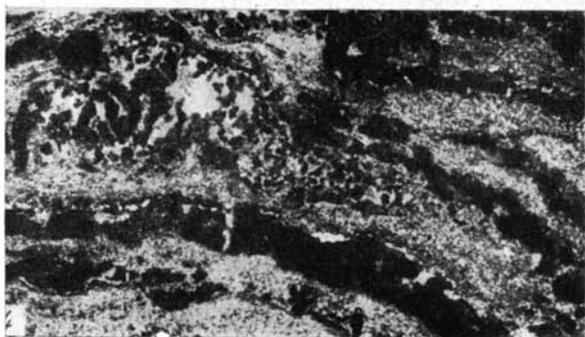
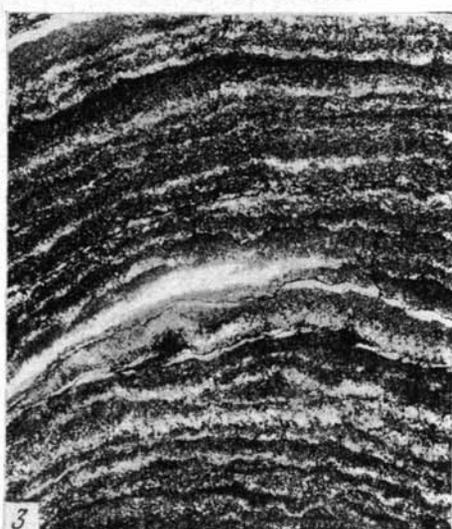
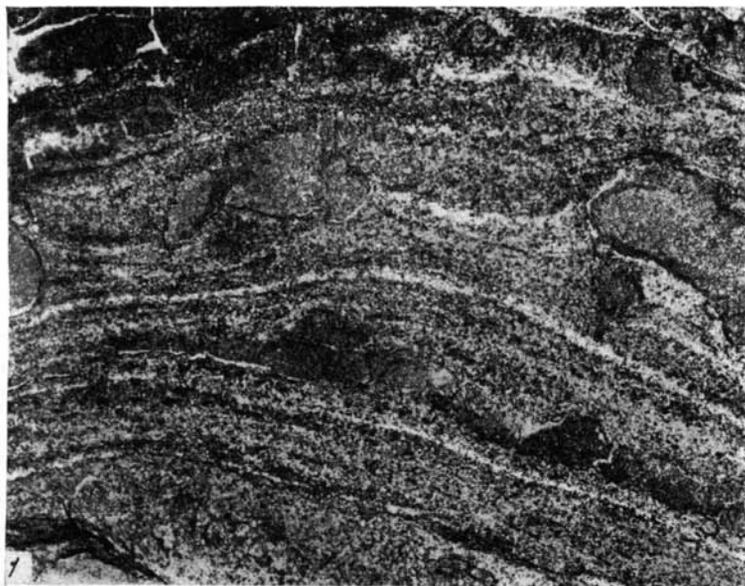


Baicalia baicalica (Masl.) Krylov

1 — продольное сечение столбиков (нат. вел.), Южный Урал, авзянская свита, район Верхнего Авяна, 2—5 — структура слоев (×8); 2, 3 — включения светлого кристаллического доломита в темную слоистую строматолитовую породу; 4 — петельчатая структура, образованная разрастанием светлого зернистого доломита, «съедающего» первичный темный тонкозернистый доломит; 5 — пятнисто-сгустковая и сгустково-слоистая структура слоев

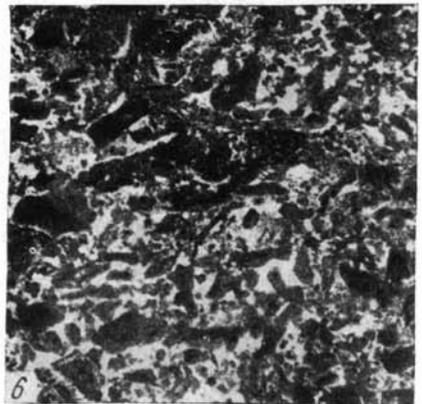
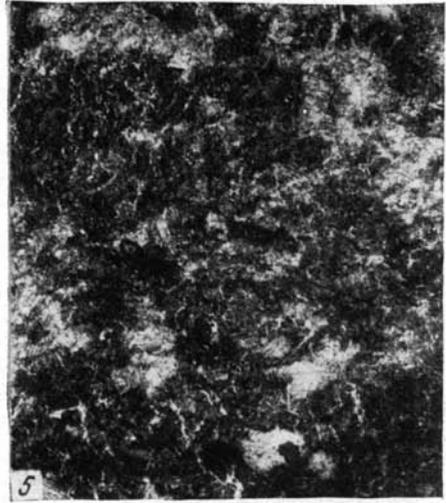
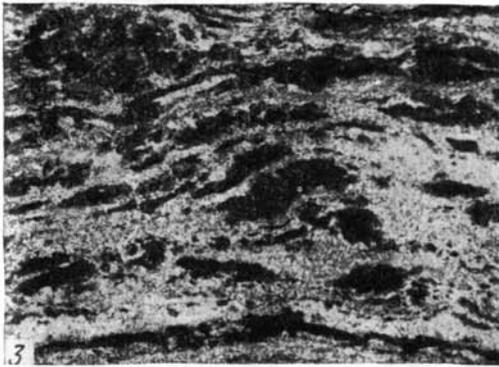
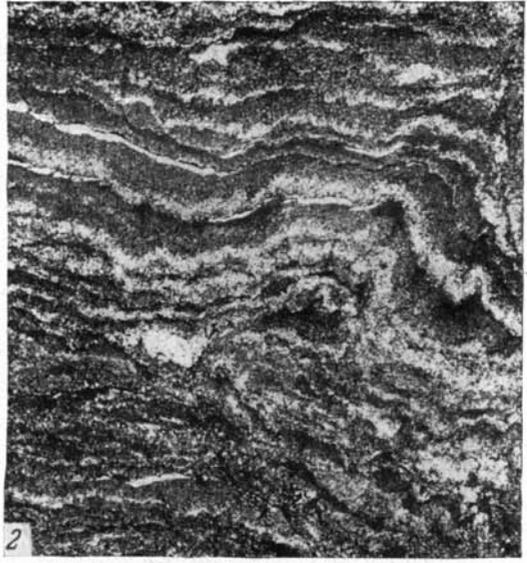


Различная степень перекристаллизации слоев *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov ($\times 8$)
 1 — слои разбиты прожилками вторичного доломита; 2 — от прожилок разрастается вторичный светлый доломит, «разъедающий» первичный темный доломит; 3 — преобладает вторичный зернистый доломит; слои теряют четкость очертаний (см. табл. X, 1)



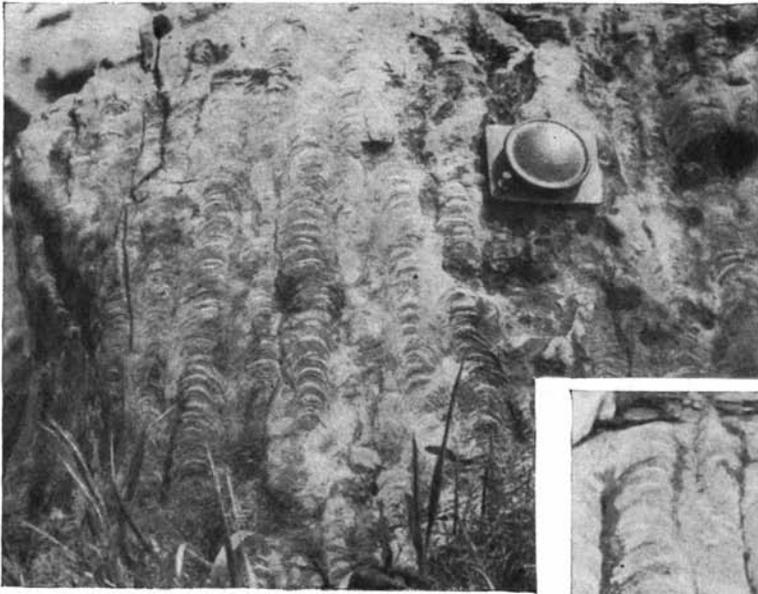
Структура слоев *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov ($\times 8$)

1 — полосчатая вторичная структура с реликтами первичных строматолитовых слоев (см. табл. IX).
2, 3 — слоисто-полосчатая структура, 4 — сгустково-слоистая структура, 5 — пятнисто-сгустковая структура.



Структура слоев и вмещающей породы *Baicalia baicalica* (Masl.) Krylov ($\times 8$)

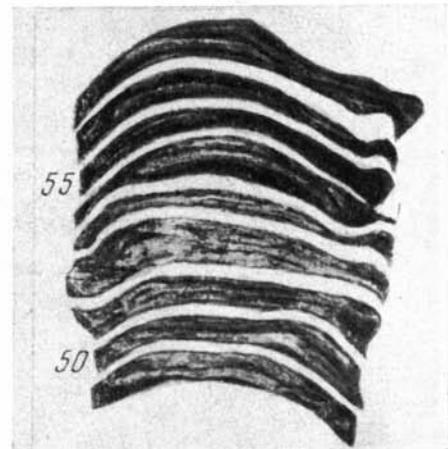
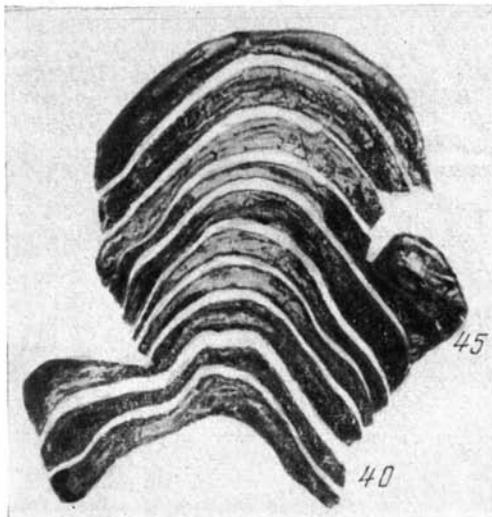
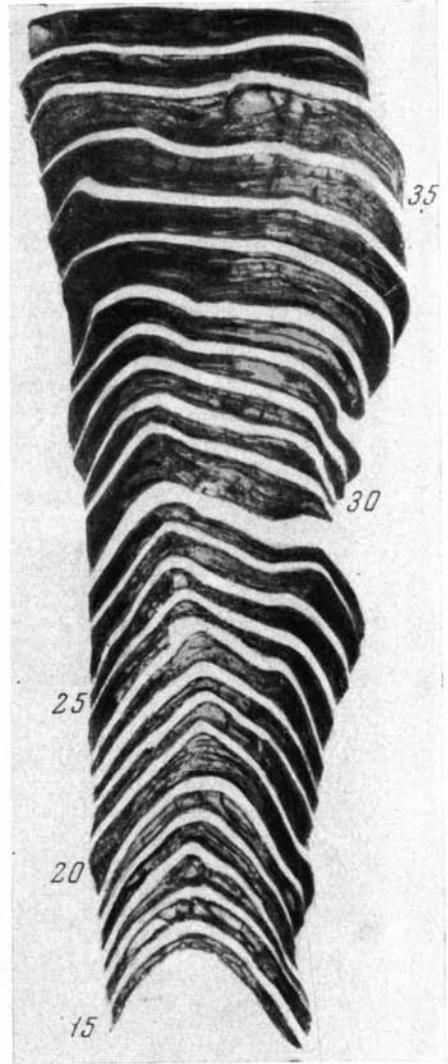
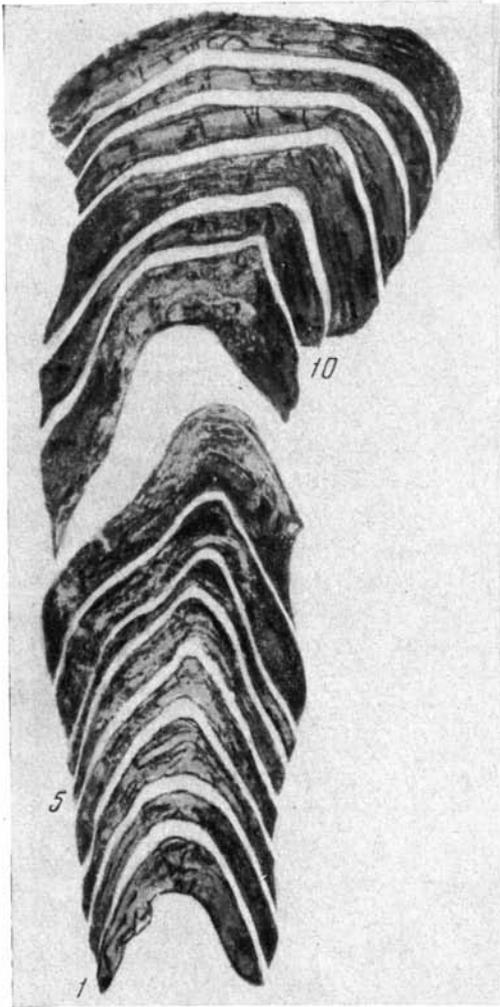
1, 2 — слоисто-полосчатая структура, 3 — сгустково-слоистая структура, 4 — прожилки кристаллического доломита, 5, 6 — сгустково-пятнистая структура вмещающей породы



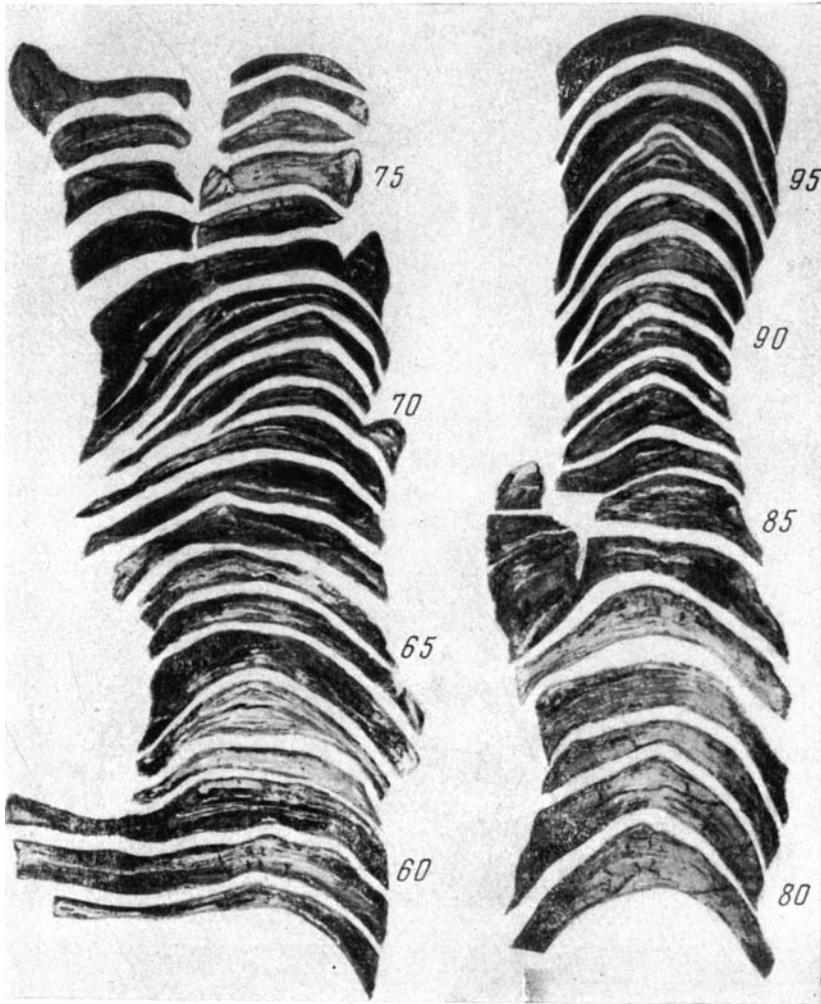
Общий вид различных частей бногерма, сложенного строматолиитами *Inzeria tjomusi*.
г. п. Южный Урал, катавская свита, р. Инзер, около пос. Ассы



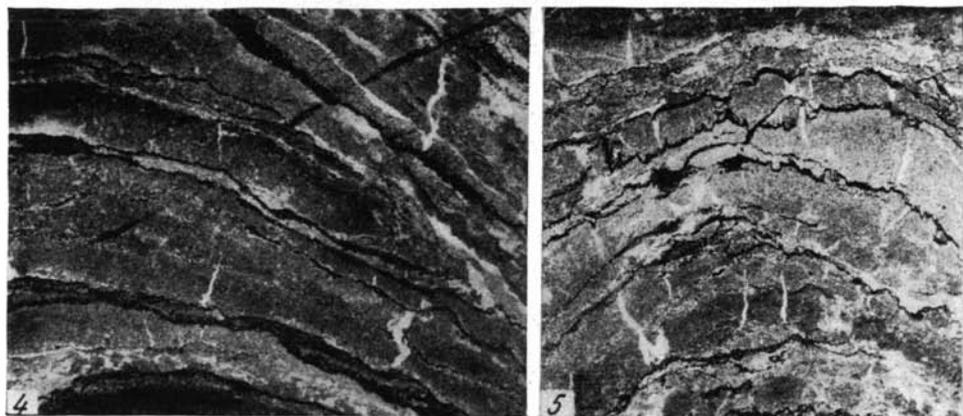
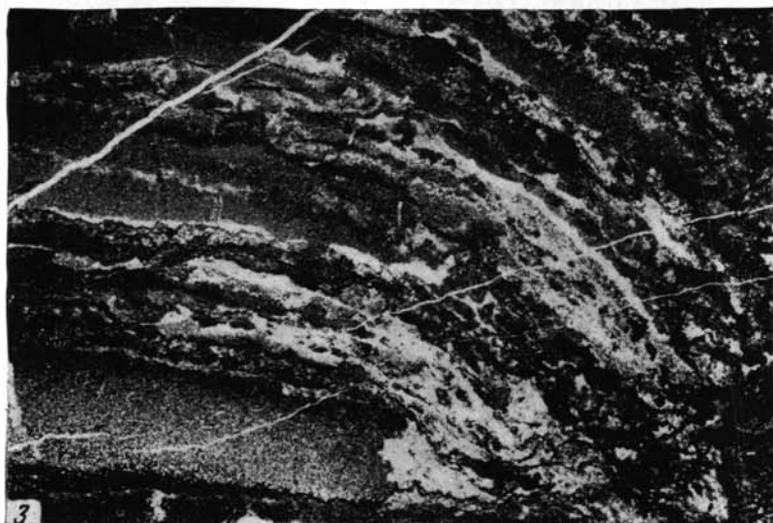
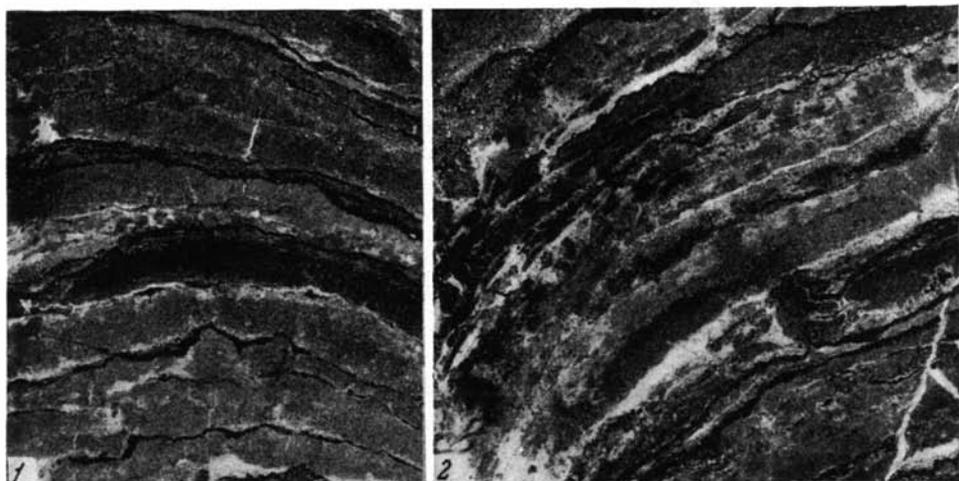
Продольное сечение столбиков *Inzeria tjomusi*, f. n. (нат. вел.). Южный Урал, катаевская свита, р. Инзер около пос. Ассы



Форма арок *Inzeria tjomusi*, Г. П. (нат. вел.)

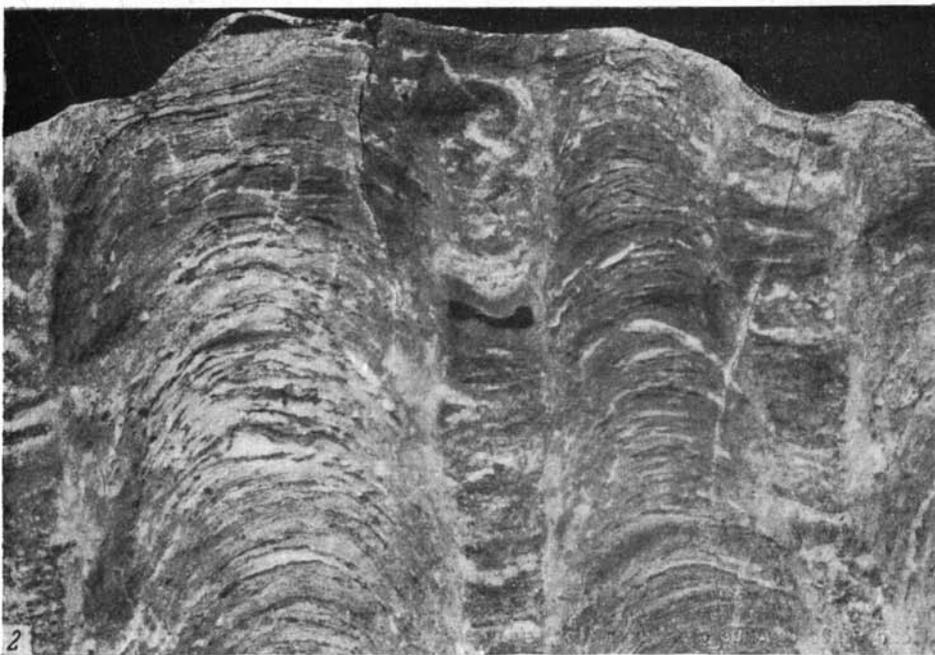


Форма арок *Inzeria tjomusi*, f. n. (нат. вел.)



Структура слоев *Inzeria tjomusi*, f. n. (×4)

1 — слои с однородно-зернистой структурой, 2 — слои с пятнисто-сгустковой структурой, 3 — переход между однородно-зернистой и пятнисто-сгустковой структурой в краевой части столбика, 4 — конформные поверхности растворения на границах слоев, 5 — стилолитовые поверхности растворения

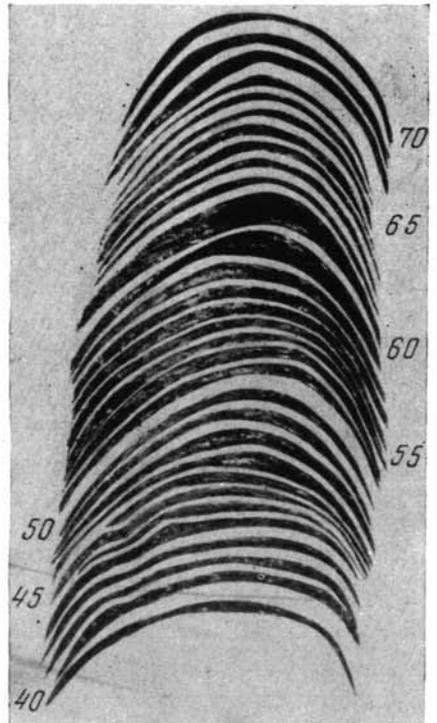
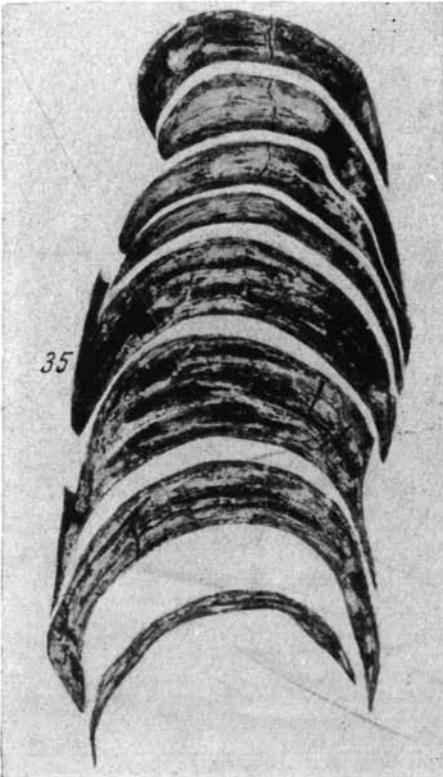
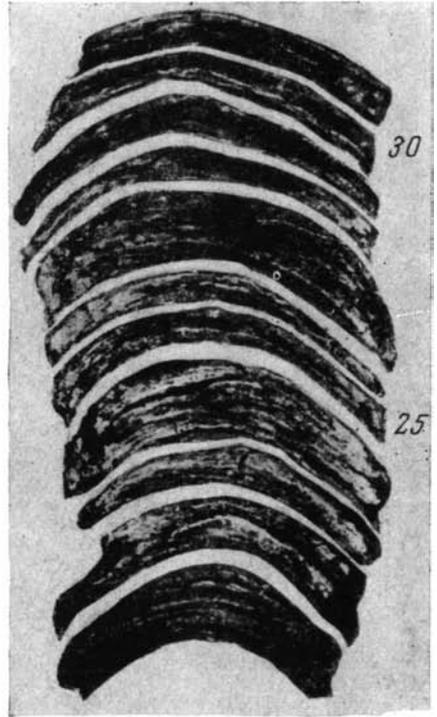
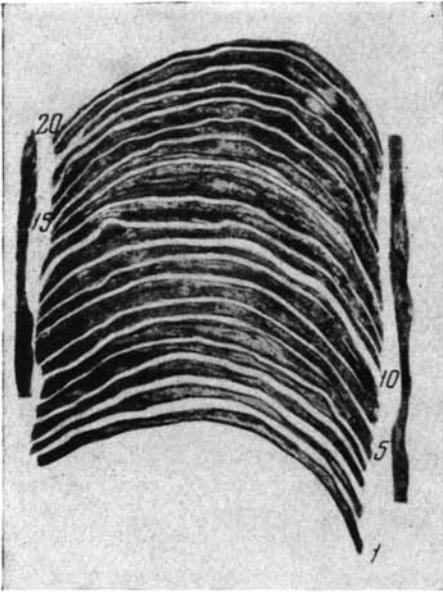


Продольное сечение столбиков *Minjaria uralica*, f. п. (нат. вел.). Южный Урал.
миньярская свита

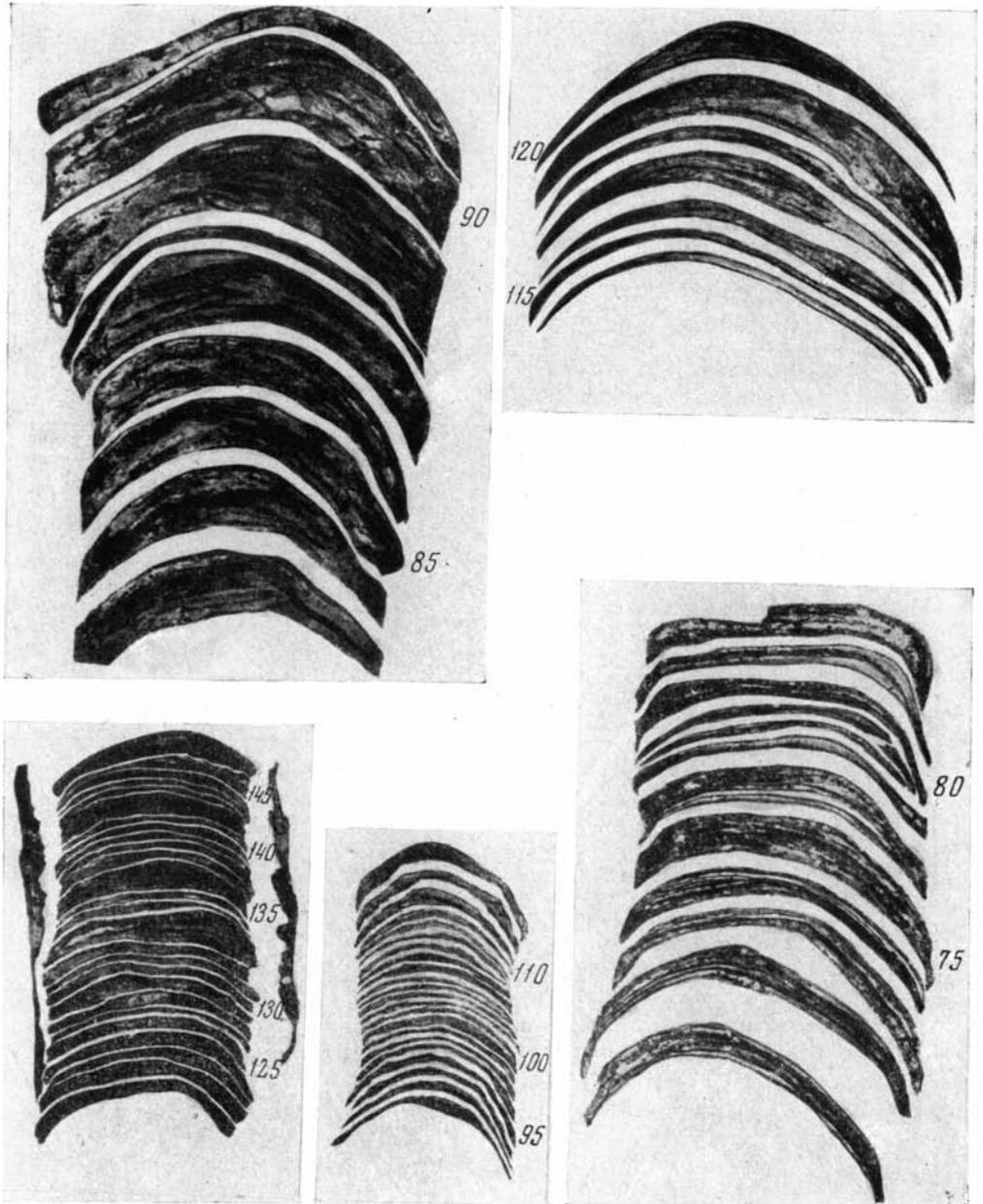
1 — район ст. Сулея, 2 — район г. Миньяр



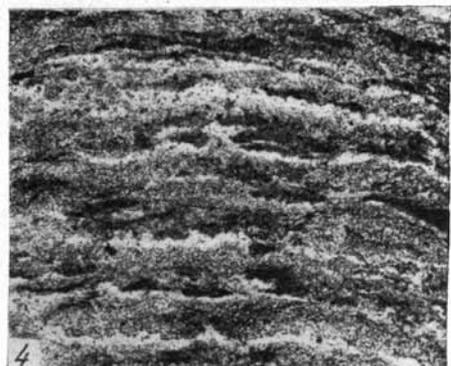
Поперечное сечение столбиков *Minjaria uralica*, f. n. (нат. вел.). Южный Урал, миньярская свита, район г. Миньяр



Форма арок *Minjaria uralica*, f. n. (нат. вел.)

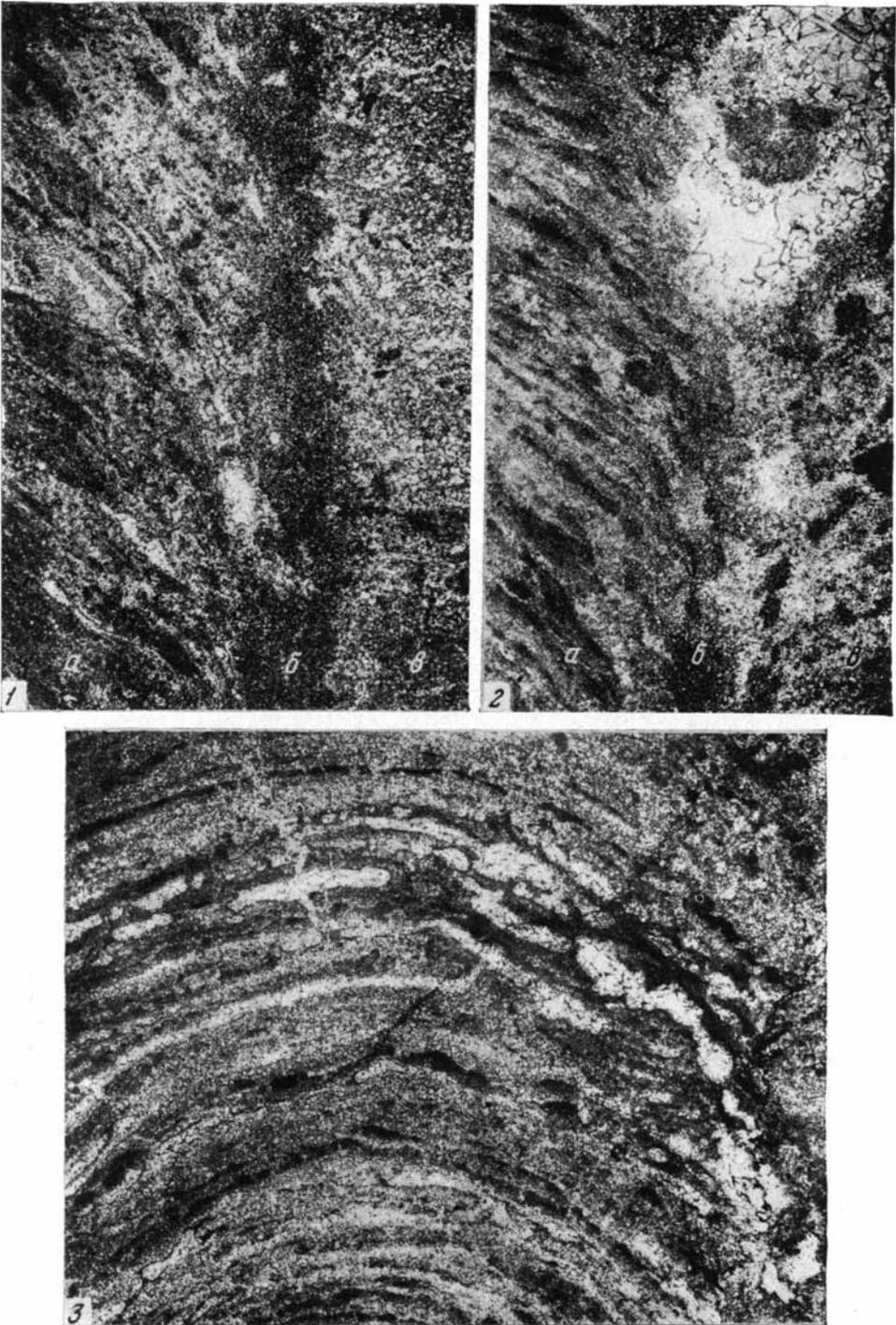


Форма арок *Minjaria uralica*, f. n. (нат. вел.)



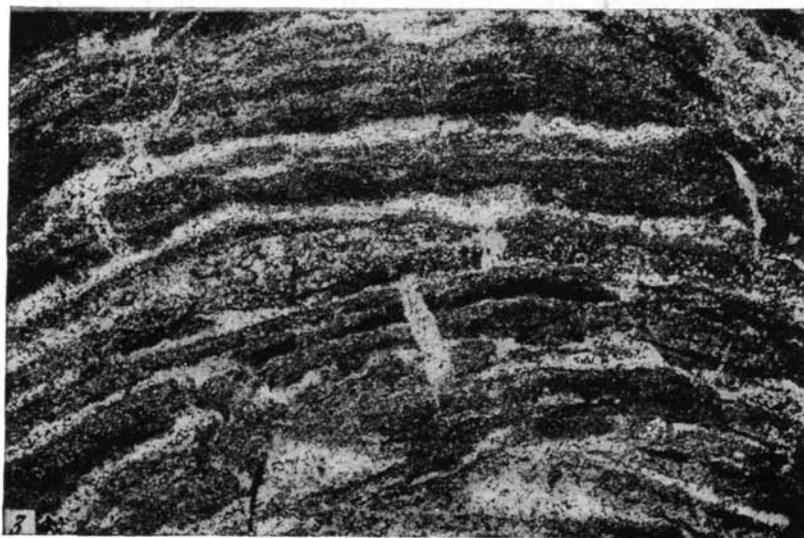
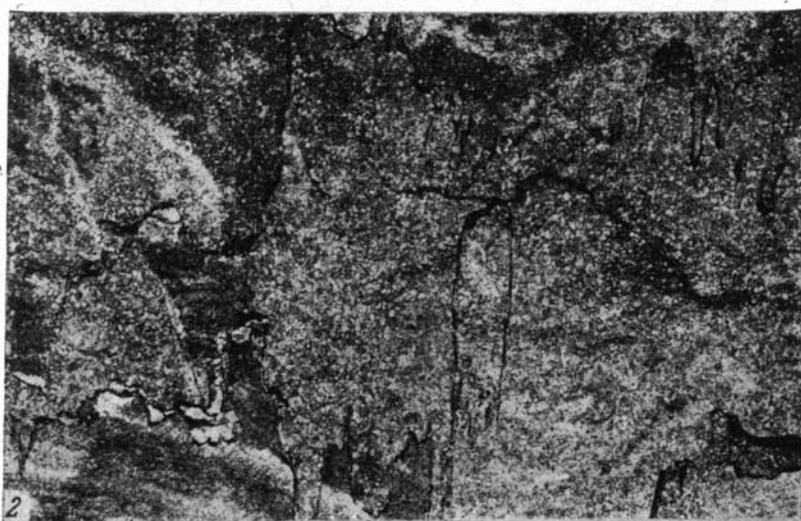
Структура слоев *Minjaria uralica*, f. п. ($\times 4$)

1 — сгустково-слоистая структура; 2—4 — сгустково-слоистая и пятнисто-сгустковая структура



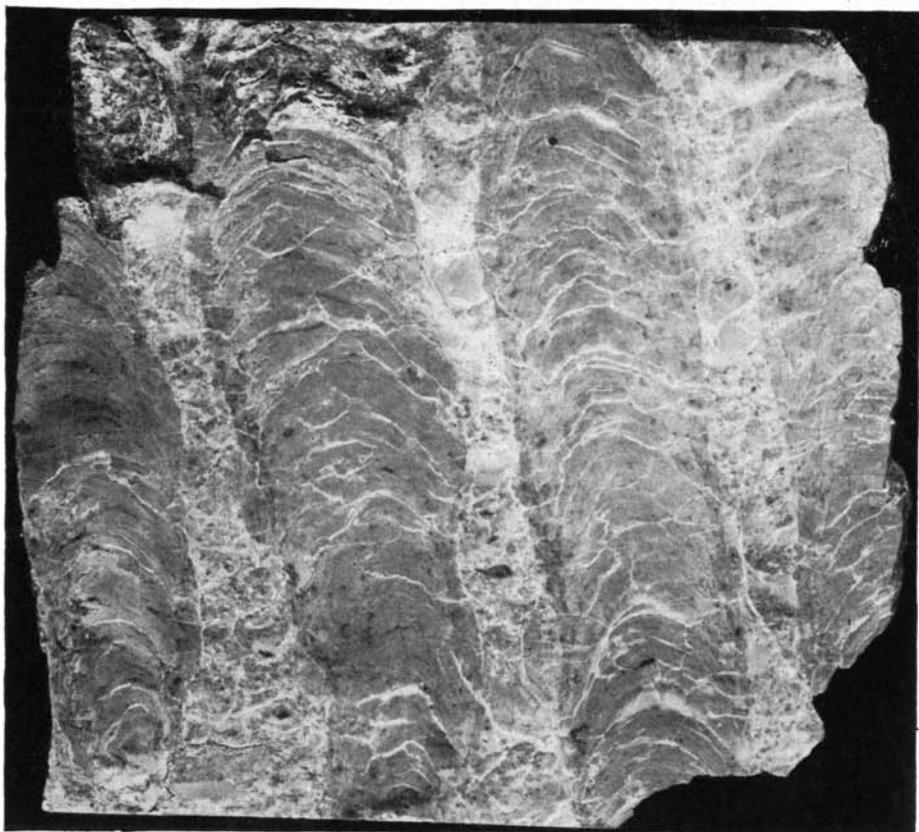
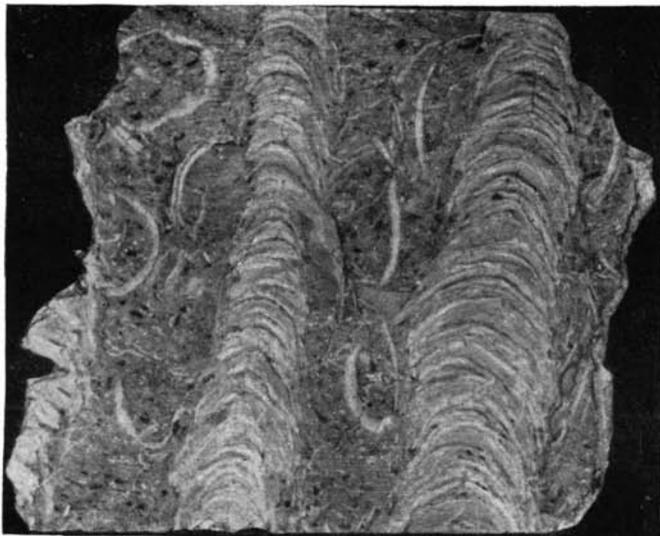
Minjaria uralica, f. n. (×4)

1, 2 — характер боковой поверхности столбиков: а — строматолитовые слои, б — темный слой у поверхности столбиков, в — вмещающая порода; 3 — гнезда кристаллического доломита, ориентированные по строматолитовой слоистости

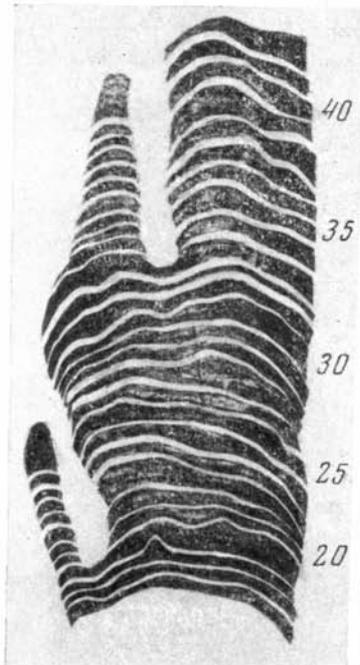
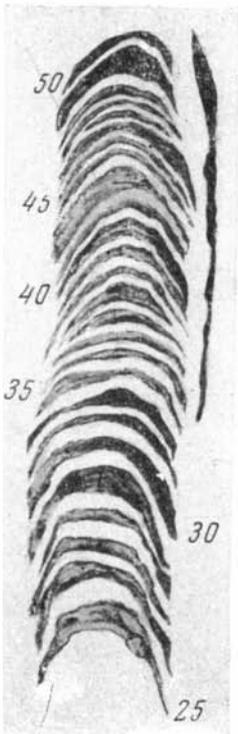
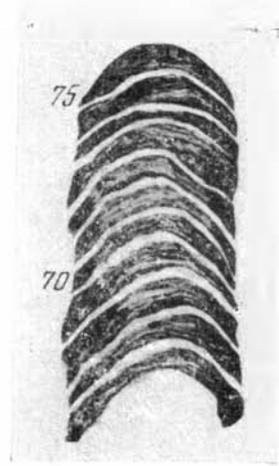
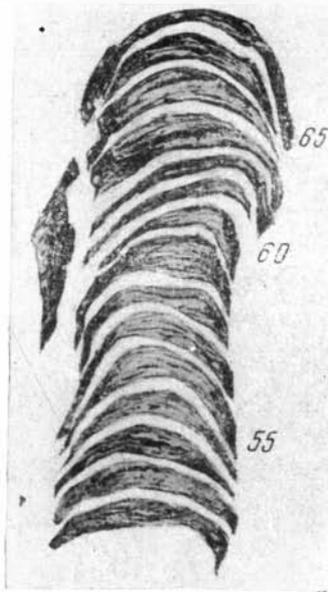
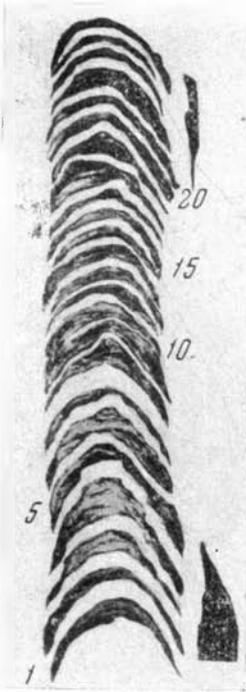


Вторичные изменения строматолитовой породы *Minjaria uralica*, Г. п. (×4)

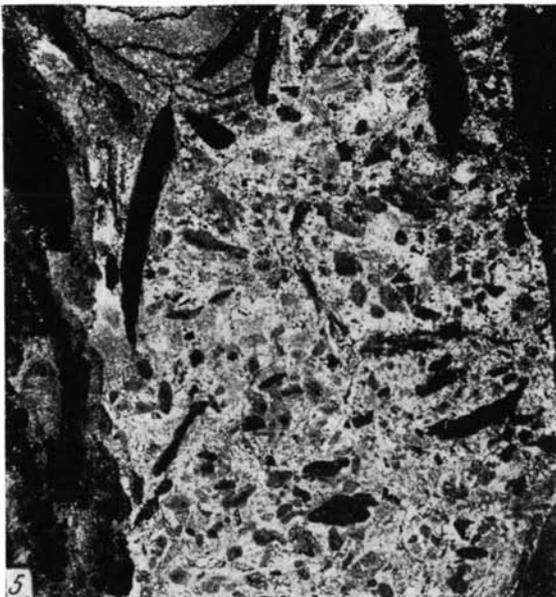
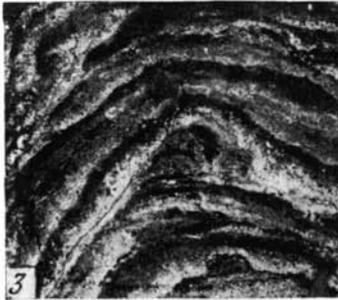
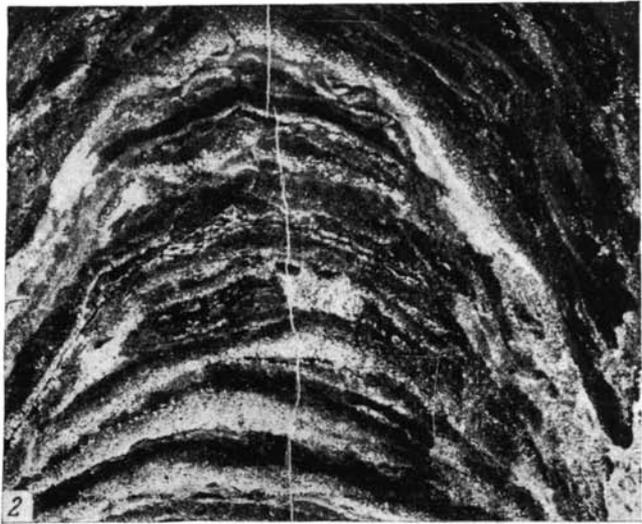
1, 2 — стилолитовые поверхности растворения, 3 — прожилки и жеоды кристаллического доломита в строматолитовой породе



Продольное сечение столбиков *Jurusania cylindrica*, f. n. (нат. вел.). Южный Урал, катаевская свита, р. Юрюзань, около дер. Екатериновка

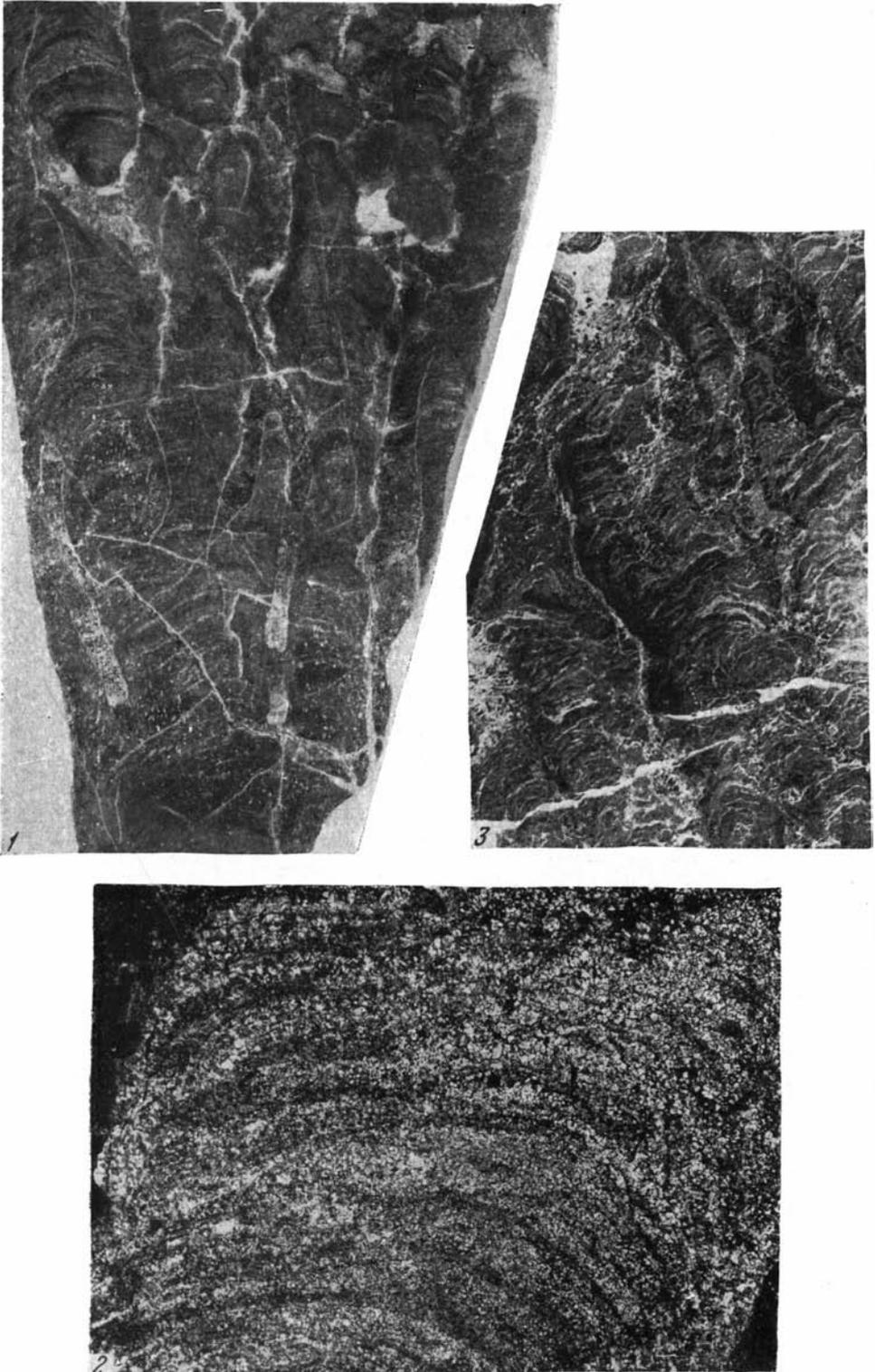


Форма арок (нат. вел.): *Jurusania cylindrica*, f. n. (четыре первых рисунка); *Gymnosolen ramsayi* Steinm (два последних рисунка).

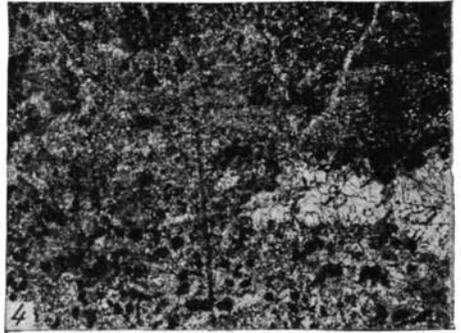
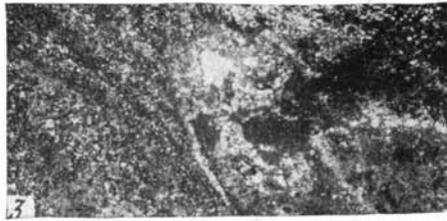
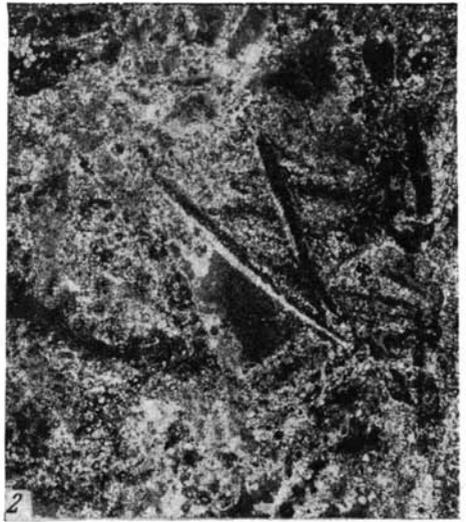
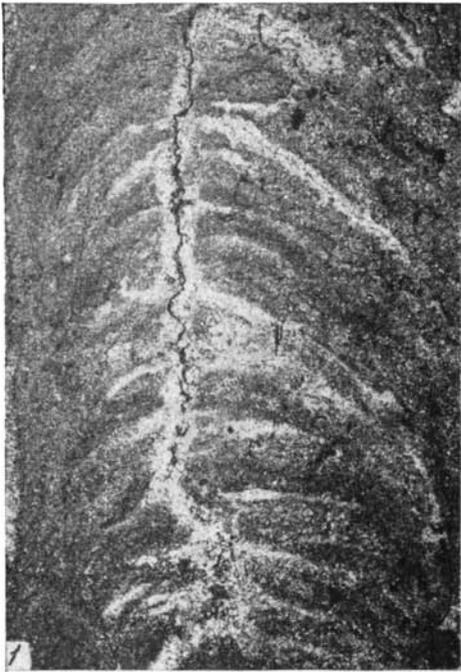


Jurusania cylindrica, f. п. (×4)

1 — характер боковой поверхности столбиков, 2—4 — слоисто-полосчатая и сгустково-слоистая структура слоев, 5 — вмещающая порода, 6 — стилолитовая поверхность растворения

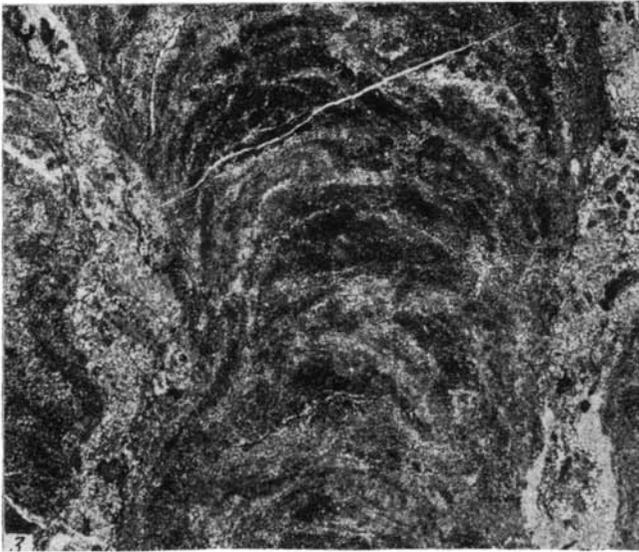
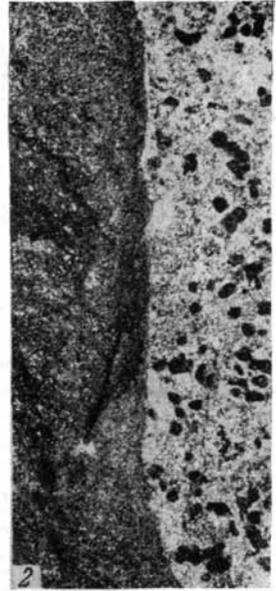


1, 2 — *Gymnosolen ramsayi* Steinm. Южный Урал, подизерская толща, район г. Аша: 1 — продольное сечение столбиков (нат. вел.), 2 — зернистая структура слоев ($\times 4$); 3 — *Gymnosolen levis*, f. n. Южный Урал, миньярская свита, р. Белая у хут. Кривая Лука; продольное сечение столбиков (нат. вел.)

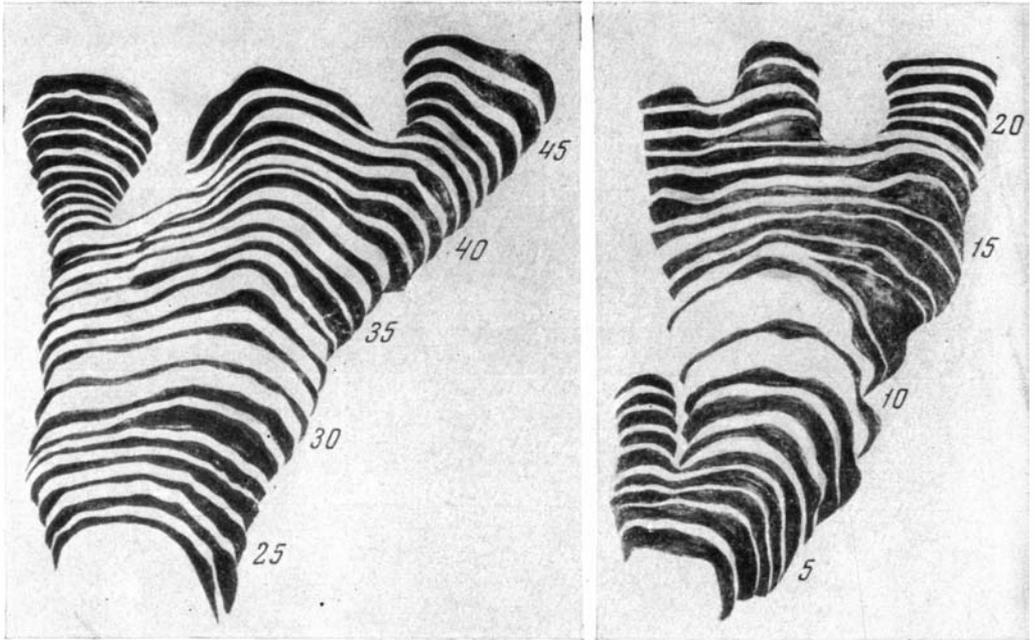


Gynnosolen ramsayi Steinm (×4)

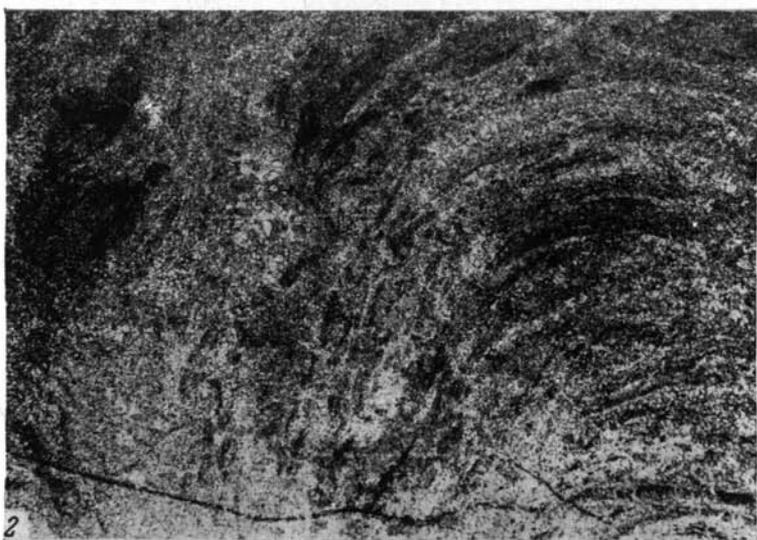
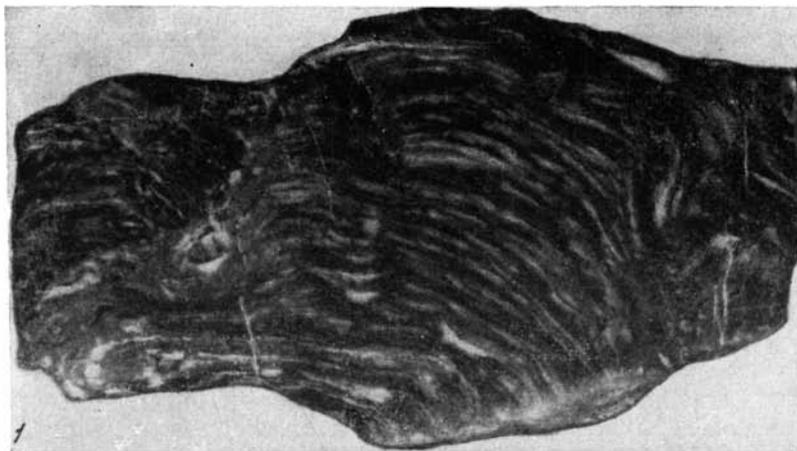
1 — прожилки кристаллического доломита в строматолитовом столбике, 2, 4 — вмещающая порода.
3, 5, 6 — контакт столбика с вмещающей породой



1, 2, 5 — *Gymnosolen ramsayi* Steinm (×4): 1 — сгустково-слоистая структура слоев, 2 — контакт столбика с вмещающей породой, 5 — стилолитовая поверхность растворения; 3, 4, 6 — *Gymnosolen levis*, f. n. (×4); 3 — пятнисто-сгустковая и сгустково-слоистая структура слоев, 4 — прожилки кристаллического доломита в породе, 6 — контакт столбика с вмещающей породой

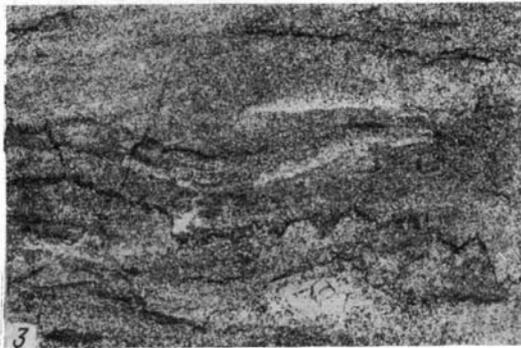
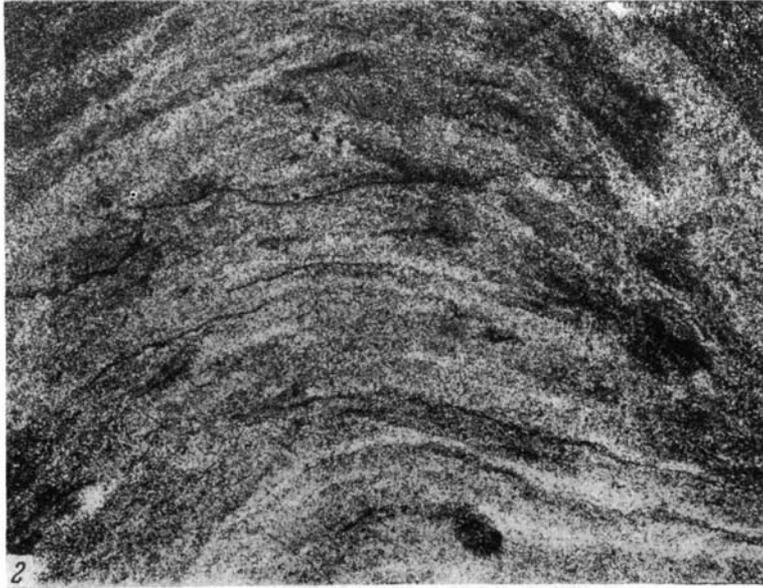
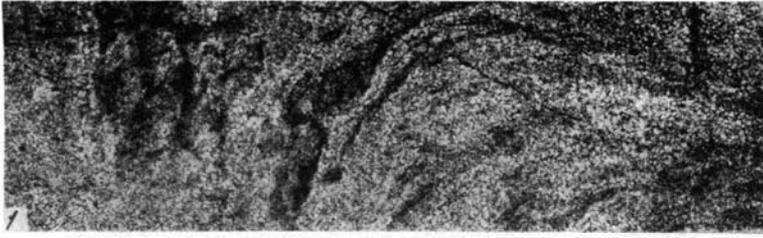


Форма арок *Pseudokussiella aii*, ф. п. (нат. вел.)



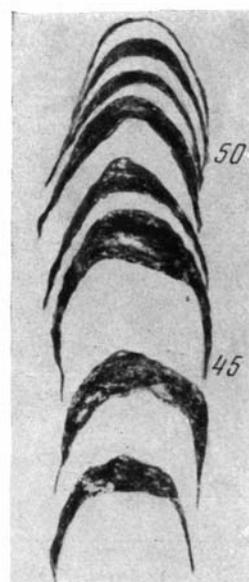
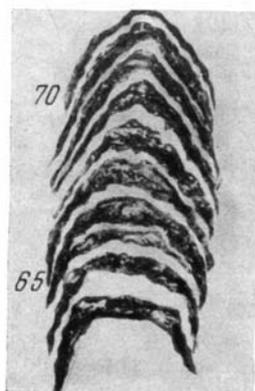
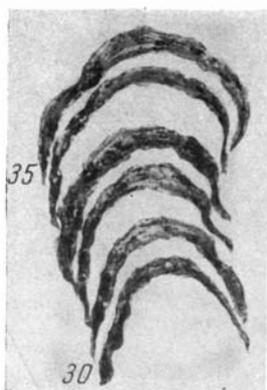
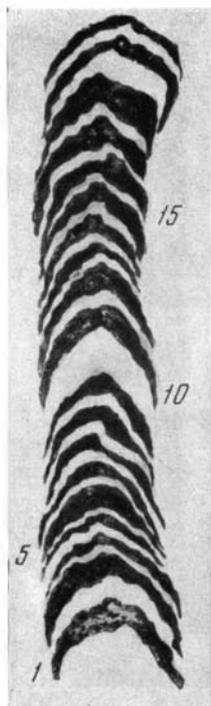
Pseudokussiella aii, f. п. Южный Урал, миньярская свита, район ст. Сулея

1 — продольное сечение столбиков (нат. вел.), 2 — ступково-слоистая структура строматолитовых слоев (×4), 3 — участки крупнокристаллического доломита в строматолитовой породе (×4)

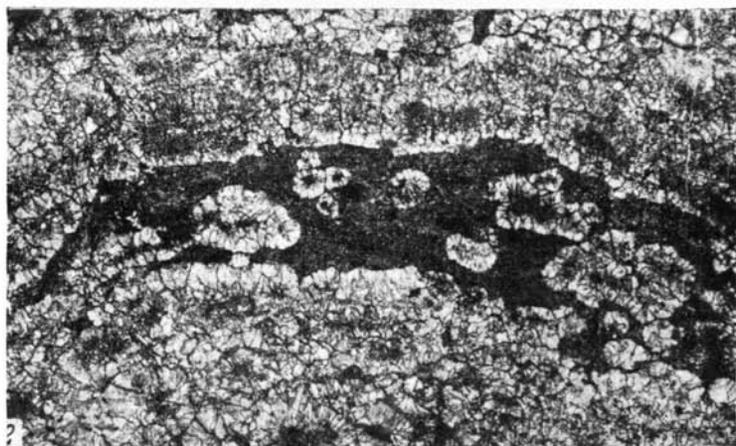
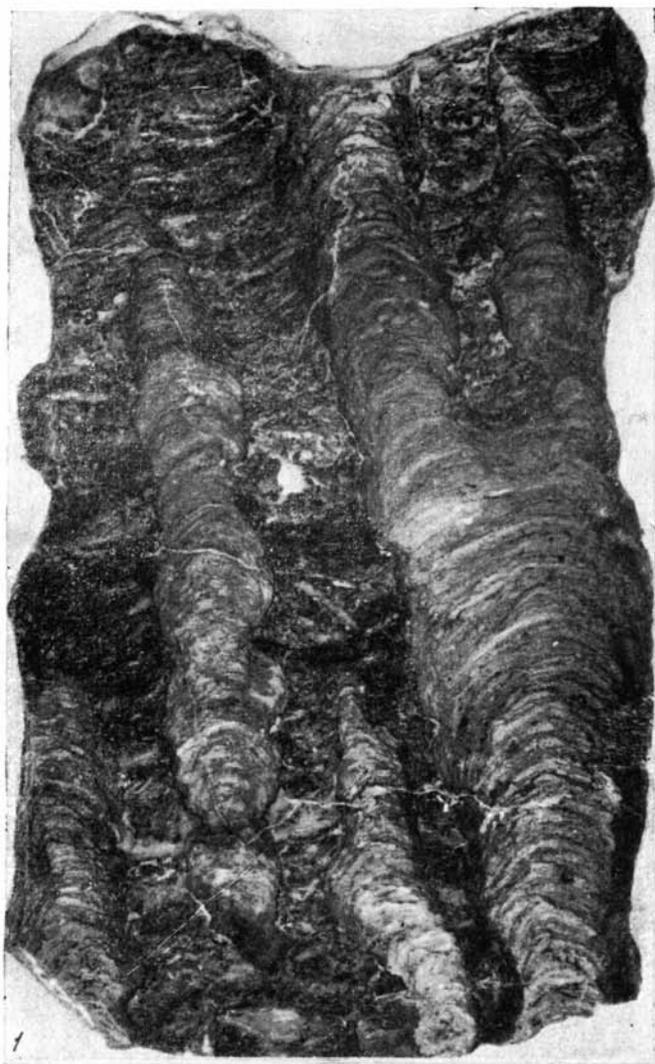


Pseudokussiella aii, f. n. ($\times 4$)

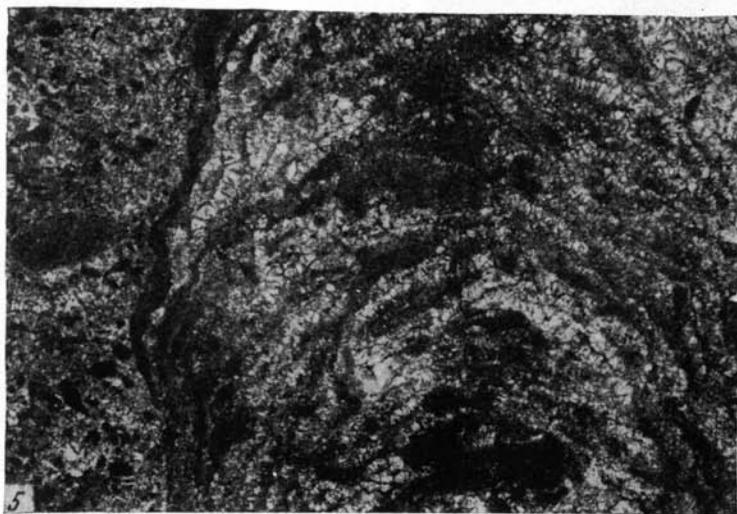
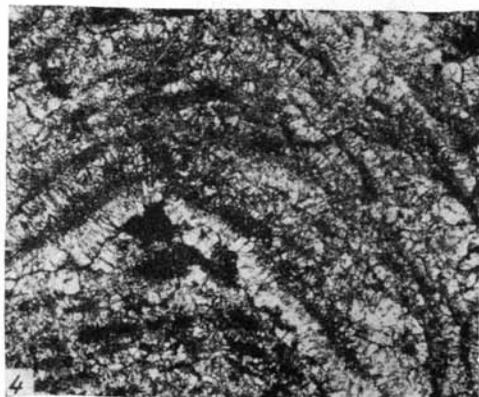
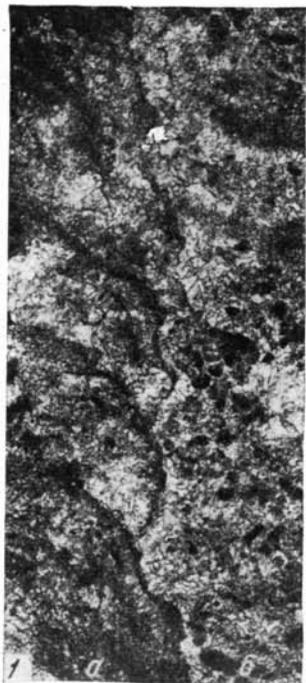
1, 2 — сгустково-слоистая и пятнисто-сгустковая структура слоев. 3 — стилолитовая поверхность растворения.



Форма арок *Katavia karatavica*, f. n. (нат. вел.)

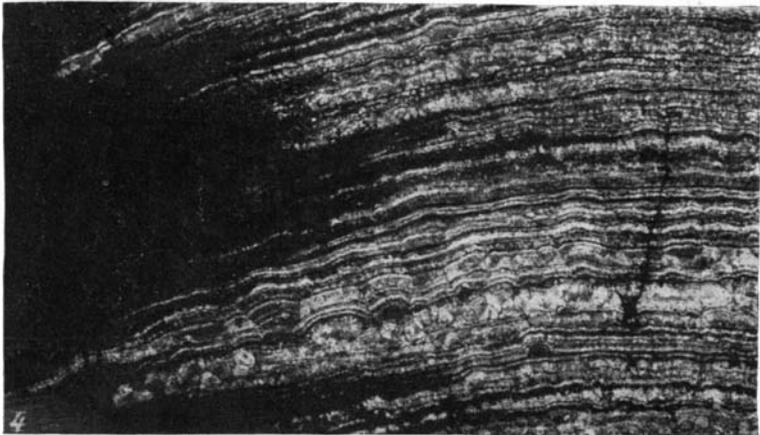
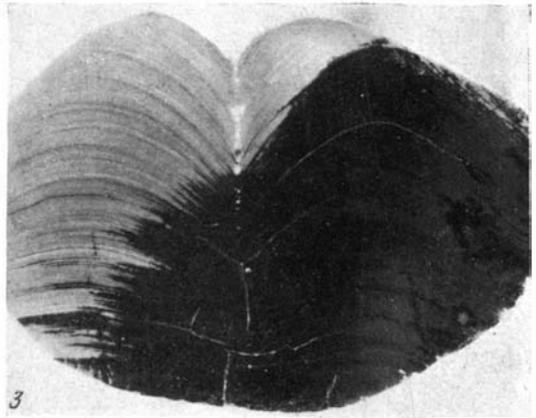
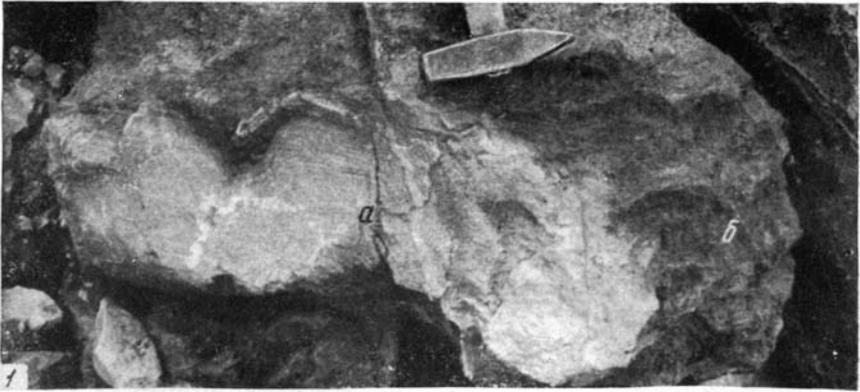


Katavia karatavica, г. п. Южный Урал, подинзерская свита, район г. Миньяр.
 1 — продольное сечение столбиков (нат. вел.), 2 — структура строматолитовых слоев (×8)



Структура строматолитовых слоев и характер боковой поверхности столбиков *Katavica karatavica*, f. n. (×8)

1, 2, 5 — боковая поверхность столбиков: а — столбик, б — вмещающая порода; 3, 4 — жеоды и стяжения кристаллического кальцита в строматолитовых слоях



Процессы метасоматического замещения карбонатов в строматолитах

1 — замещение доломита (а) кристаллическим сидеритом (б), Южный Урал, бакальская свита, Бакал, 2 — остатки строматолитовой структуры во вторичном кварците (нат. вел.), Южный Урал миньярская свита, район гос. Тирлян; 3, 4 — замещение карбонатной породы (светлое) гематитом (черное): 3 — нат. вел., 4 — $\times 8$, Китай, досинийские отложения

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
85	16 св.	1960. <i>Gymnosolen</i> (partim) М. Е. Раабен. О стратиграфическом положении слоев	1960. <i>Gymnosolen</i> gamsayi. И. Н. Крылов. О развитии столбчатых ветвящихся стро-

Цена 1 р.