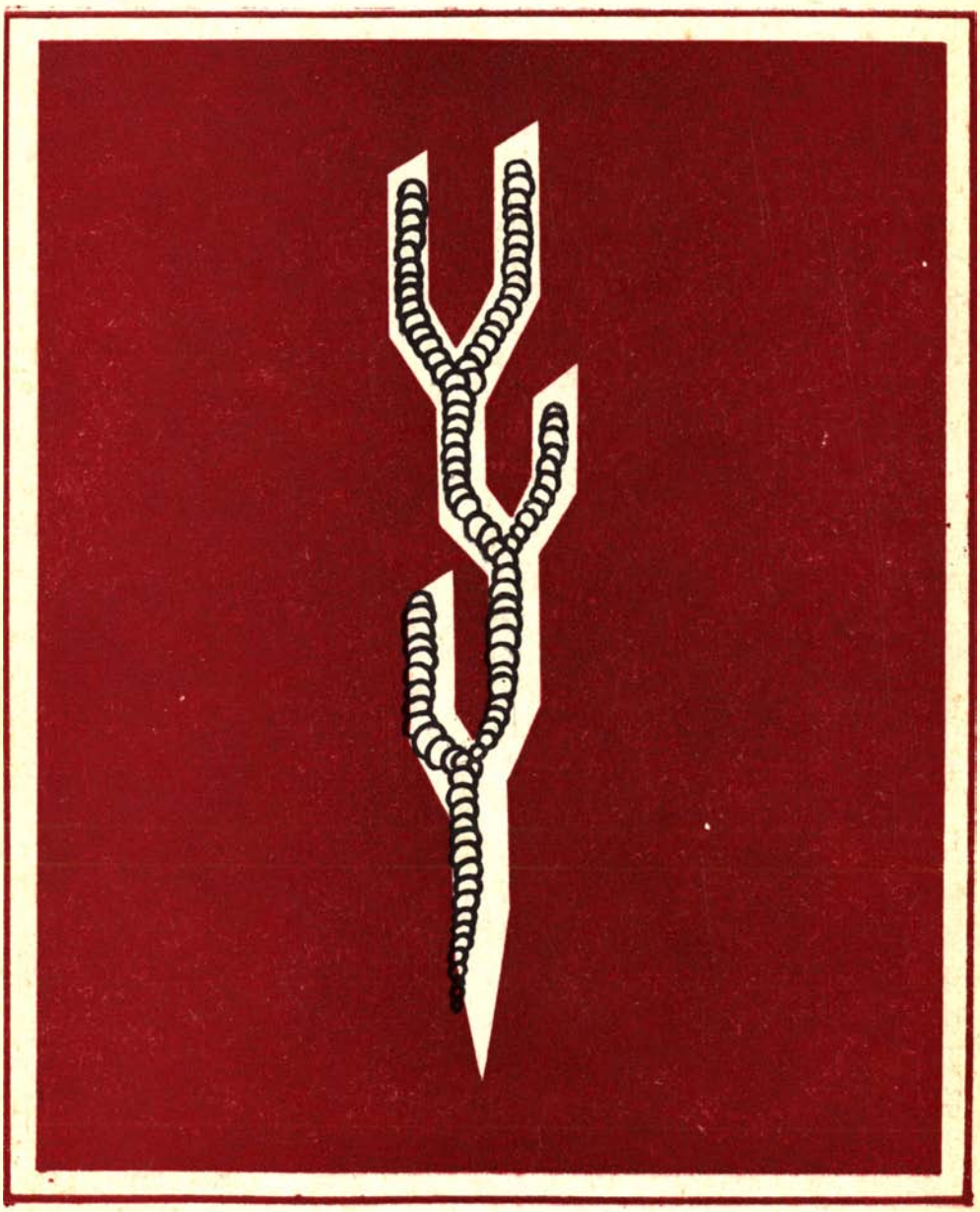
М. Е. РААБЕН

СТРОМАТОЛИТЫ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ

(ГИМНОСОЛЕНИДЫ)



ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

GEOLOGICAL INSTITUTE

M. E. RAABEN

UPPER RIPHEAN STROMATOLITES

(GYMNOSOLENIDES)

(Transactions, vol. 203)

PUBLISHING OFFICE «NAUKA»

MOSCOW 1969

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

М. Е. РААБЕН

СТРОМАТОЛИТЫ ВЕРХНЕГО РИФЕЯ
(ГИМНОСОЛЕНИДЫ)

Труды, вып. 203

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1969

УДК 551.71+550.86+551.7

Работа представляет собой общую сводку по строматолитам верхнего рифея. В ней рассмотрены вопросы диагностики и систематики столбчатых строматолитов верхнего докембрия, их основные признаки — морфологические и текстурные, вопросы их соподчинения и таксономического значения. Критически пересмотрены существующие схемы классификации строматолитов и предложена новая схема подразделения столбчатых строматолитов.

Монографически описаны строматолиты, объединенные автором по типу построек и форме столбиков в надгруппу Gymnosolenida, имеющие руководящее значение для выделения верхнерифейских отложений. Рассмотрено вертикальное распространение групп и форм гимносоленид в разрезах верхнего докембрия как различных районов Советского Союза — Урало-Тиманской зоны, Сибири и др., так и некоторых внесоюзных территорий. Освещено значение групп и форм гимносоленид для расчленения верхнего рифея.

Книга представляет интерес для широкого круга стратиграфов, палеоальгологов, а также для геологов-съемщиков, работающих в областях развития докембрийских отложений.

Таблиц 3. Библ. 102 назв. Иллюстраций 45.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

академик *А. В. ПЕЙВЕ* (главный редактор),
К. И. КУЗНЕЦОВА, академик *В. В. МЕННЕР*, *П. П. ТИМОФЕЕВ*

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

А. Ю. РОЗАНОВ

EDITORIAL BOARD:

Academician *A. V. PEIVE* (Chief Editor),
K. I. KUZNETZOVA, Academician *V. V. MENNER*, *P. P. TIMOFEEV*

RESPONSIBLE EDITOR

A. Yu. ROZANOV

2—10—1+2—9—3
1969(I)+№ 436

ВВЕДЕНИЕ

Строматолиты, в особенности столбчатые, приобрели сейчас исключительно большое значение для стратиграфии верхнего докембрия и лежат в основе подразделения рифейских отложений. Если в течение многих лет возможность их использования для широких стратиграфических корреляций представлялась в лучшем случае сомнительной, то в настоящее время скептики остаются в меньшинстве. Такое решительное изменение прежних представлений во многом явилось результатом исследований, проведенных сотрудниками Геологического института АН СССР И. Н. Крыловым, М. А. Семихатовым, Вл. А. Комаром и другими под руководством Б. М. Келлера и В. В. Меннера.

В итоге их работ, посвященных изучению строматолитов из опорных разрезов рифея — стратотипического разреза Южного Урала (И. Н. Крылов), разрезов Енисейского кряжа и Туруханского поднятия (М. А. Семихатов), Учуро-Майского района (С. В. Нужнов), была намечена схема трехчленного деления рифея (Келлер и др., 1960), впоследствии подтвержденная во многих районах Советского Союза, где развиты карбонатные толщи верхнего докембрия со строматолитами.

Важнейшее значение имела увязка данных о распространении строматолитовых комплексов в опорных разрезах рифея с данными об абсолютном возрасте толщ в этих разрезах, полученными Г. А. Казаковым, А. И. Тугариновым, Н. И. Полевой, М. А. Гаррис и многими другими исследователями (Казаков, Полевая, 1958; Казаков, Тугаринов, 1963; Казаков, 1963; Гаррис и др., 1964; и др.). В свете этих данных оказалось, что интервалы распространения трех основных строматолитовых комплексов — нижне-, средне- и верхнерифейского — в различных разрезах примерно совпадают во времени.

Палеонтологическая характеристика стратиграфических подразделений рифея, выделенных по строматолитам, была значительно дополнена впоследствии не только в результате дальнейшего изучения строматолитов, но и в результате исследований по микрофитолитам, начатых Е. А Рейтлингер (1948, 1959, 1960) и успешно развиваемых З. А. Журавлевой (1963, 1964), И. К. Королюк (1966), В. Е. Мильштейн (1963, 1965), В. Е. Забродиным (1965, 1968), Л. И. Нарожных (1965) и другими исследователями. Комплексы микрофитолитов позволяют сейчас в ряде случаев устанавливать основные подразделения рифея и в тех разрезах, где фациальные условия были неблагоприятны для развития строматолитов.

Широкие стратиграфические сопоставления, основанные на строматолитах, оказались возможными лишь благодаря существенной перестройке методики их изучения, основу для которой подготовили исследования В. П. Маслова (1937а, б, 1939а, б, 1953, 1960 и др.). Особенно большая роль в разработке методики изучения столбчатых строматолитов принад-

лежит И. К. Королюк (1960) и И. Н. Крылову (1959б, 1963). На морфологических признаках, принимаемых этими исследователями как главные, основаны все те таксономические категории столбчатых строматолитов, которые определяют каждый из комплексов верхнего докембрия — нижне-, средне- и верхнерифейский. В связи с проблемой более детального расчленения рифейских отложений большое значение приобрело и изучение текстурных признаков строматолитов, или, как чаще говорят, микроструктуры. Это направление, которое представлено в работах В. П. Маслова и И. К. Королюк и для которого характерно рассмотрение микроструктур во взаимосвязи с морфологическими признаками строматолитов, разрабатывается М. А. Семихатовым (1962) и особенно Вл. А. Комаром (1966).

Объем исследований, посвященных строматолитам, непрерывно растет, а к ним подключается все большее число исследователей. Интересные данные по пластовым строматолитам получены Ф. Я. Власовым (1965), по столбчатым — И. Г. Шаповаловой (1965), В. Ю. Шенфелем (1965), Р. С. Фурдуем (1965), А. Д. Сидоровым (1960), Р. В. Бутиным (1966), А. Е. Мирошниковым (1965) и др. Естественно, что в связи с потоком непрерывно поступающих данных встает множество новых вопросов и возникает необходимость вновь и вновь обращаться как к вопросам методики исследования строматолитов, так и к вопросам характеристики конкретных групп и подгрупп. Так, недавно была монографически описана группа *Conophyton* (Комар, Раабен, Семихатов, 1965).

Настоящая работа посвящена пересмотру столбчатых строматолитов группы *Gymnosolen* Steinm. и некоторых других, близких к ней групп, объединенных в надгруппу Gymnosolenida (Раабен, 1964).

Эти прямостолбчатые строматолиты со своеобразным ветвлением занимают особое место среди строматолитов рифея. Они встречаются почти исключительно только в верхнерифейских отложениях (включая венд). Именно они придают комплексу строматолитов верхнего рифея его характерный облик. Приуроченность *Gymnosolen* к определенному стратиграфическому уровню была замечена даже раньше, чем стала ясна систематическая принадлежность этих органических остатков. О. Хольтедаль (Holtedahl, 1919) и Н. Н. Яковлев (Виттенбург, Яковлев, 1922), еще причисляя их к целентератам, установили стратиграфическое единство слоев с *Gymnosolen* ряда районов Северной Европы. Первоначально эти слои относили к ордовику, но уже через несколько лет их возраст был пересмотрен и стал считаться докембрийским или эокембрийским (Яковлев, 1934).

Дингельштедт (1935) впервые указал на присутствие *Gymnosolen* в каратауской серии Южного Урала, в тех разрезах, которые после работ Н. А. Шатского (1945) стали стратотипом рифея. Как эти, так и более поздние данные О. Хольтедаля (Holtedahl, 1953), Е. М. Люткевича (1953), В. Б. Харланда и К. Б. Вильсона (Harland, Wilson, 1956), О. А. Солнцева и Т. А. Кушнаревой (1957), Г. И. Кириченко (1955), И. Н. Крылова (1959а, б) и других о распространении *Gymnosolen* и сходных с ним строматолитов в разрезах докембрия различных районов позволили установить, что слои с *Gymnosolen* отвечают верхней части рифея (Раабен, 1960).

Однозначное их выделение, предшествовавшее детальному изучению рифейских строматолитов, оказалось возможным только благодаря исключительной четкости морфологических признаков этой группы, сводившей до минимума ошибки в определениях даже при несовершенной еще методике исследования. Сейчас, когда строматолиты рифея изучены неизмеримо полнее, чем прежде, *Gymnosolen* все же остался характернейшей группой верхнерифейского комплекса столбчатых строматолитов, распространение которого, как мы знаем теперь, ограничено интервалом абсолютного возраста 950 ± 50—600 ± 25 млн. лет. Вместе с *Gymnosolen*,

группой или формальным родом, установленным более полувека тому назад (Steinmann, 1911), в том же интервале распространены и некоторые другие строматолиты, которые близки к этой группе по ряду признаков — типу построек, характеру их ветвления и форме столбиков. Именно их мы называем Gymnosolenida. В настоящей работе заново рассмотрены все те группы и формы, которые включались или могут включаться в эту надгруппу.

Наряду с этим оказалось необходимым рассмотреть диагностические признаки, положенные в основу изучения, описания и сравнения столбчатых строматолитов, их таксономическое значение и в связи с этим некоторые вопросы систематики строматолитов. Такая необходимость возникла отчасти и потому, что значение морфологических признаков, которое, казалось, было совершенно ясно несколько лет тому назад, сейчас пересматривается многими авторами. Вновь возрождаются представления о том, что форма постройки и ее изменения зависят в основном от внешних экологических моментов (Вотах, Чайка, 1962; Шаповалова 1965; Мирошников, 1965; Крылов, 1965). Эти представления, по-видимому, связаны, при все возрастающем количестве материала, с теми неясностями и тем разнобоем, которые наблюдаются в вопросах описания и диагностики морфологических признаков строматолитов.

В своей работе автор широко пользовался материалом из коллекций Вл. А. Комара, И. Н. Крылова, М. А. Семихатова, любезно предоставленным в его распоряжение. Благодаря этому автор имел возможность не только познакомиться с голотипами ряда форм, но и провести сравнительное изучение гимносоленид из различных регионов, а также в случаях, когда это было необходимо, сделать некоторые статистические подсчеты, дополнительные реконструкции некоторых форм и т. д.

Автор приносит свою искреннюю благодарность всем перечисленным исследователям.

Глава I

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СТОЛБЧАТЫХ СТРОМАТОЛИТОВ

Весь комплекс морфологических признаков столбчатых строматолитов определяется в сущности двумя основными факторами — формой строматолитовых слоев и характером их последовательного нарастания в процессе образования постройки. Закономерность их сочетания у различных строматолитов обусловливает и устойчивость морфологических признаков, положенных в основу выделения тех или иных таксонов. Основными признаками, входящими в диагноз групп, а иногда и таксонов более высокого ранга, считаются ветвление, форма столбика, характер их бокового ограничения и форма строматолитовых слоев (Королюк, 1960; Крылов, 1963; и др.).

Рассмотрим сначала признаки строматолитовых слоев, затем связанные с ними признаки столбика и, наконец, те признаки столбика и постройки, которые обусловлены характером нарастания слоев в процессе их образования.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОМАТОЛИТОВЫХ СЛОЕВ

Строматолитовый слой столбчатых строматолитов нередко удачно сравнивали с часовым стеклом. Это вогнуто-выпуклое тело с замкнутым поперечным контуром, в той или иной степени утолщенное в средней части и утоненное к краевой. Высота и форма арки, т. е. выпуклой поверхности строматолитового слоя в столбчатых постройках, форма контура слоя в плане, степень утолщения его центральной части, резкость переходов от утолщенных частей к утоненным и другое могут значительно варьировать и по-разному сочетаться друг с другом.

Форма арки, или, иначе говоря, форма продольного осевого сечения слоя, у столбчатых строматолитов варьирует от плоско-выпуклой до остроконической. Для характеристики степени выпуклости или крутизны арок ряд исследователей (Маслов, 1939а, б, 1953, 1960; Королюк, 1960; Кириченко, 1961; Семихатов, 1962) пользуются числовым коэффициентом $^{h}/_{d}$, выражающим отношение высоты арки к ее диаметру. Чаще в описаниях можно встретить качественную, сравнительно-описательную их характеристику, такую, как плоская, уплощенная, плоско-выпуклая, слабовыпуклая, пологовыпуклая, сильновыпуклая арка или коробчатая, уплощенно-коробчатая, куполовидная, колоколовидная, бокаловидная, коническая арка и др.

Форма арки используется В. П. Масловым (1953, 1960) при классификации строматолитов как признак самого высокого ранга, для выделения

таких морфотипов, как *Conophyton*, *Collenia* и другие, И. К. Королюк (1960) использовала тот же признак в качестве основного или одного из основных при выделении групп, а Г. И. Кириченко (1961) и С. В. Нужнов (1960) — при выделении форм.

Учитывая то значение, которое придавали ей предыдущие исследователи, И. Н. Крылов (1963) провел большую работу по изучению формы арок у различных ветвящихся строматолитов и пришел к выводу о необходимости отказаться от использования этого признака в качестве таксономического ввиду крайней его изменчивости у одних и тех же строматолитов. «На современной стадии изучения необходимо вводить форму арок в описание форм, однако опираться на этот признак как на руководящий вряд ли возможно» (1963, стр. 46).

М. А. Семихатов (1962) также не включал форму слоя в диагноз групп, но привел коэффициент крутизны арок $^{h}/_{d}$ при описании большинства форм, а в отдельных случаях использовал этот признак для сравнения и диагностики морфологических видов, таких, как *Baicalia prima*, *Conophyton cylindricus*, *Collenia frequens*.

М. Е. Раабен (1964), учитывая изменчивость высоты и формы свода арок у ветвящихся строматолитов, предложила различать арки в основном не по высоте и степени выпуклости, а по наличию или отсутствию у них дифференцированных участков — выпуклой центральной зоны или круто спускающегося периферического края, отделенного перегибом от остальной части арки.

Форма арок, в таком понимании, была включена наряду с другими признаками в диагноз ряда групп ветвящихся строматолитов (*Gymnosolen*, *Inseria* и др.), а также в диагноз некоторых форм. Для неветвящихся столбчатых строматолитов, однако, форма свода арок (высокая, субконическая) указана в качестве одного из главных диагностических признаков группы *Conophyton* Masl.

Вл. А. Комар (1964) также принял этот признак в качестве диагностического для выделения среди неветвящихся строматолитов групп *Conophyton* Masl. и *Colonella* Kom.

Изучение формы арок (и формы слоя вообще) производится в палеонтологических шлифах и в пришлифовках; И. Н. Крылов, исследуя форму арки, использовал фотографии шлифов, разрезая столбики на отдельные слои или небольшие их пачки и монтируя их с небольшими интервалами, но в естественной последовательности. Таблицы серий слоев, изображенных таким способом, отличаются большой наглядностью и дают четкое представление о форме свода арок. С. В. Нужнов (1967) рекомендует прорисовку слоев по шлифу при помощи рисовального аппарата.

Необходимо подчеркнуть, что при изучении формы арок и ее изменчивости в пределах столбика следует пользоваться только осевыми продольными сечениями столбиков. Практически это создает тем большее затруднение, чем менее правильна форма столба. В прямых, цилиндрических столбиках конофитонов возможность ошибки невелика, тем более что наличие осевой зоны позволяет контролировать ориентировку изучаемого среза по отношению к оси столбика. В субцилиндрических столбиках колонелл и пассивноветвящихся строматолитов, а также в вертикальных отрезках колонок гимносоленид прямолинейность столбиков создает также благоприятные условия для сравнительного изучения формы арок на достаточно длинных отрезках одного и того же столбика. Напротив, в изогнутых столбиках многих из активноветвящихся строматолитов сравнительное изучение формы арок можно проводить, используя лишь короткие, хорошо ориентированные отрезки, для которых можно быть уверенным в том, что видимое изменение формы арок соответствует действительному, а не является результатом изменения угла между плоскостью среза и осевой плоскостью строматолитовой колонки.

В настоящее время материал по форме арок столбчатых строматолитов изучен еще недостаточно и таксономическое значение количественных показателей во многом не ясно.

При отсутствии достаточных количественных характеристик, а следовательно, при невозможности их сравнения, мы вынуждены ограничиваться качественной характеристикой формы арок, различая у столбчатых строматолитов: а) простые арки различной формы и высоты; б) сложные арки с дифференцированной осевой зоной и сводом субсферической или субконической формы той или иной высоты; в) сложные арки с дифференцированной периферической частью и сводом той или иной формы и высоты.

Более детальное изучение формы арок, с применением статистической обработки полученных количественных и качественных показателей, может представить определенный интерес, хотя предварительные данные исследований в этом направлении дали пока отрицательные результаты при попытке, например, использовать высоту арок для диагностики морфологических видов конофитонов (Комар, Раабен, Семихатов, 1965) и некоторых других столбчатых строматолитов. У всех известных форм пассивноветвящихся *Kussiella* и *Jurusania* высота и крутизна арок в постройках изменяются обратно пропорционально диаметру столбиков, а у истинноветвящихся строматолитов число плоско-выпуклых арок возрастает вместе с частотой ветвления.

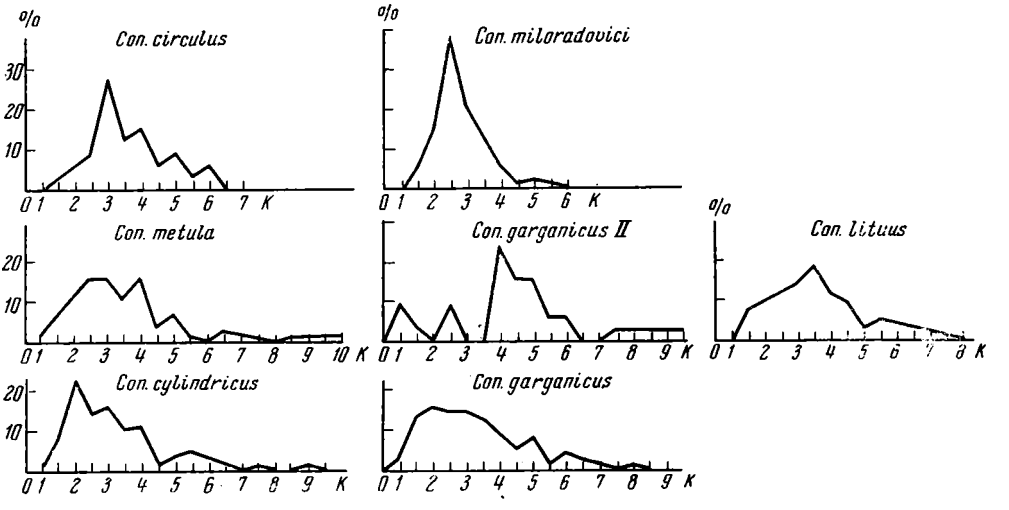
Контур строматолитового слоя в плане. Истинная форма слоя в плане большей частью не поддается непосредственному наблюдению из-за изгиба арки, хотя самое общее представление об ее очертаниях — округлом, эллиптически вытянутом, двух- или трехлопастном и т. п.— можно составить, наблюдая поперечные сечения столбиков. В тех случаях, когда арка лишена резкого перегиба в краевой части, контур поперечного сечения столбика дает достаточно четкое представление и о деталях формы слоя в плане — о степени его изрезанности, большей или меньшей симметрии и других; это представление тем более верное, чем положе и более плоска арка (см. табл. IX).

Напротив, в тех случаях, когда края строматолитового слоя резко отгибаются книзу, контур поперечного сечения столбиков не позволяет судить об особенностях очертания слоев, которые могут быть наблюдаемы тогда только в сечениях продольных и с меньшей степенью точности. Отражением тех или иных особенностей очертаний края слоя являются в обоих случаях различные элементы боковой поверхности (см. фиг. 3), которые, являясь лишь производными, легче поддаются зато непосредственному наблюдению.

Поэтому контур слоя в плане не включается в число диагностических признаков, для понимания смысла которых он, однако, представляет значительный интерес.

Изменение толщины слоя от центра к периферии. У большинства столбчатых строматолитов толщина слоя уменьшается от центра к периферии, но лишь у некоторых из них это явление закономерно и выражено четко. У многих строматолитов наблюдаются слои, имеющие резкое утолщение в центральной части. Утолщенная часть слоя образует вздутие небольшого диаметра, обычно не превышающего одной-двух десятых от общего диаметра слоя. Величина коэффициента утолщения варьирует в широких пределах, достигая в отдельных случаях в центре 10—11 относительно толщины слоя вне утолщенной зоны. Такая дифференцированная утолщенная центральная зона возникает спорадически, на коротких отрезках у некоторых ветвящихся строматолитов. Для неветвящихся строматолитов группы *Conophyton* наличие утолщенной центральной зоны закономерно и очень характерно (Комар, Раабен, Семихатов, 1965). Статистический подсчет показывает, что такие показатели, как диаметр осевой зоны и отношение максимальной толщины слоя в центральной зоне к его толщине

вне этой зоны (коэффициент утолщения), варьируют в определенных интервалах, несколько отличающихся у различных форм конофитонов. Особенно заметно это при сравнении конофитонов, приуроченных к различным стратиграфическим уровням. Верхнерифейские конофитоны отличаются от более древних наиболее узкими пределами (фиг. 1) вариантности коэффициента утолщения (Комар и др., 1965, рис. 29). Другой, широко распространенный тип слоя — это слой с периферическим краем, утоненным относительно основной части слоя. В какой-то степени слои этого типа могут рассматриваться как модификация слоев с утолщенной центральной зоной, с большим диаметром и малой толщиной этой последней.



Фиг. 1. Вариационные кривые коэффициента утолщения микрослоев в осевой части зоны (*K*) у различных форм группы *Conophyton* (из работы Вл. А. Комара, М. Е. Раабен, М. А. Семихатова, 1965)

К сожалению, изучение числовых показателей для слоев этого типа обычно затруднено нечеткостью их границ в периферической части столбиков, которые они слагают, и исследователи вынуждены констатировать резкое утонение краевой части слоя, не приводя точных его характеристик.

Характер изменения толщины слоя, как правило, тесно связан с формой арки. Слои, не имеющие четко выраженного утонения в периферической части или утолщения в центральной, обычно дают арку простой формы с плавным изгибом, лишенную четко выраженного перегиба в периферической или центральной части. Слои, у которых дифференцируется резко утолщенная узкая центральная зона, образуют арку большей частью субконической формы, иногда в форме шлема с оттянутой вверх макушкой.

Слои, периферическая часть которых резко утоняется, образуют арку более сложной формы, в которой можно различить закругленный свод и субцилиндрическую периферическую часть.

Наличие или отсутствие утоненного, резко отогнутого вниз периферического края, длина и выдержанность такого края непосредственно обусловливают характер бокового ограничения столбиков.

Боковое ограничение столбиков. Характер бокового ограничения колонок у столбчатых строматолитов является одним из признаков, вводимых большинством исследователей в диагноз таксонов различного ранга — форм, групп, подтипов.

Важность этого признака впервые подчеркнула И. К. Королюк (1960), которая установила, что в нижних горизонтах рифея Иркутского амфитеатра столбчатые строматолиты представлены формами с неровной бахромчатой боковой поверхностью, в верхних же горизонтах рифея и в особенности в кембрийских отложениях преобладают строматолиты, у которых слои многократно и плотно облекают столбики. И. К. Королюк ввела понятие о «стенке» как одном из типов бокового ограничения колонок столбчатых строматолитов. «Стенка образуется в результате соединения микрослоев друг с другом в краевой части постройки. Обычно образуется основными микрослоями, которые при этом могут несколько изменить свой характер. Стенки бывают тонкие, однослойные и сложные, многослойные» (Королюк, 1960, стр. 117).

Учитывая стратиграфическое значение типа бокового ограничения столбиков, И. К. Королюк считала его признаком высокого таксономического ранга и подразделяла на этом основании выделенный ею тип столбчатых строматолитов на подтипы. М. А. Семихатов (1960) и С. В. Нужнов (1960), не разбирая специально этого вопроса, принимали предложенное И. К. Королюк разделение столбчатых строматолитов на «стеночные» и «бесстеночные». Эта же точка зрения нашла отражение и в совместной статье Б. М. Келлера, Г. А. Казакова, И. Н. Крылова и других (1960).

В процессе изучения столбчатых строматолитов рифея стало очевидным, что у многих из них «стенка» выражена нечетко, а потому отнесение тех или иных строматолитов к «стеночным» или «бесстеночным» нередко условно. Это отчасти можно было заметить и в диагнозах некоторых групп, установленных И. К. Королюк (1960). Так, *Compactocollenia*, отнесенные к бесстеночным строматолитам, имеют «столбики частично без стенок, местами же — с полным облеканием микрослоев» (Королюк, 1960, стр. 132), а отнесенные к подтипу с однослойной стенкой *Linocollenia* Korol. «местами имеют стенку, местами — нет» (там же, стр. 138).

Поскольку число рифейских строматолитов, не подходящих ни к категории «стеночных», ни к категории «бесстеночных», все возрастало, большинство исследователей, имеющих дело в основном с рифейскими строматолитами, постепенно отказались от применения этого признака на высоком таксономическом уровне и стали включать характер бокового ограничения в число признаков формальных родов строматолитов наряду с другими морфологическими признаками столбиков и построек.

И. Н. Крылов, придавая боковому ограничению большое значение, отрицал возможность выделять среди рифейских строматолитов Южного Урала «стеночные» и «бесстеночные». Боковое ограничение он понимал прежде всего как характер боковой поверхности столбиков (гладкий, бугристый, с козырьками, карнизами и т. п.). Именно в таком понимании этот признак, вместе с характером ветвления и общей формой столбиков, вошел в число основных характеристик морфологических групп строматолитов в его схеме классификации (Крылов, 1962, 1963).

Некоторые из выделенных этим автором групп (например, *Minjaria*, *Jurusania* и *Katavia*) различаются, судя по диагнозам, именно по этому признаку: мелкобугорчатая поверхность без козырьков и карнизов у *Katavia* Kryl., гладкая, иногда с многократным облеканием — у *Minjaria* Kryl. и гладкая, иногда со своеобразной оболочкой и с длинными козырьками — у *Jurusania* Kryl. (Крылов, 1963, стр. 59).

М. А. Семихатов в своей монографии (1962) не проводил уже подразделения строматолитов на «стеночные» и «бесстеночные», а ввел боковое ограничение в диагноз групп, понимая его в том же смысле, как И. К. Королюк: «...у одних форм краевые части микрослоев, подходя к боковому ограничению столбика, не сближаются друг с другом, не облекают боковой поверхности столбика, а как бы утыкаются в нее под тем или иным углом

(бесстеночные формы, по Королюк, 1960). У других форм в периферической части столбика микрослои более или менее резко подгибаются вниз, сближаются и облекают боковую поверхность столбика, образуя стенку, по терминологии И. К. Королюк. При этом микрослои на периферии столбика обычно утоняются или несколько меняют свой характер, а некоторые из них — выклиниваются» (стр. 194). М. А. Семихатов отметил у некоторых строматолитов, таких, например, как представители выделенной им группы *Tungussia*, наличие участков, где края слоев облекают боковую поверхность столбика наряду с участками, лишенными облекания.

М. Е. Раабен (1964) также включала боковое ограничение в число признаков групп столбчатых строматолитов. Так, например, в качестве основного отличия групп *Kussiella* и *Jurusania*, объединенных на основании типа их ветвления в единую надгруппу Kussiellida, указано наличие кольцевых карнизов у первой из названных групп и редких козырьков — у другой. Были отмечены изменчивый характер бокового ограничения у некоторых строматолитов верхнего рифея Полюдова кряжа — у *Inseria tjomusi* Kryl., *Poludia polymorpha* Raab. и других, а также зависимость характера боковой поверхности как от формы арок в профиле и плане, так и от степени унаследованности расположения слоев, образующих столбик. Гладкое ограничение связывалось в основном с преобладанием в столбике арок с дифференцированным, облекающим периферическим краем, а негладкое — с преобладанием «простых» арок.

Близкие представления развиваются и в работах Вл. А. Комара (1964, 1966). «Боковое ограничение строматолитового столбика... может быть без облекания — неровным и ровным — и с облеканием. Неровное ограничение столбика (бахромчатое, зубчатое и т. п.) образуется, когда строматолитовые слои слепо заканчиваются во вмещающей породе на различном расстоянии от оси столбика... При ровном боковом ограничении столбика краевые части строматолитовых слоев как бы срезаются вмещающей породой на одинаковом расстоянии от его оси... Боковое ограничение с облеканием, или «стенка», образуется, когда слои в краевой части столбика подгибаются вниз, постепенно утоняются, плотно, иногда многократно облекая его боковую поверхность» (1964, стр. 86). Вл. А. Комар также включил боковое ограничение строматолитов в диагноз групп.

Из приведенного обзора видно, что в понятие «боковое ограничение столбчатых строматолитов» входит, с одной стороны, взаимоотношение строматолитовых слоев между собой в периферической части столбиков, а с другой — находящийся от него в прямой зависимости характер боковой поверхности столбиков, т. е. поверхности, отделяющей строматолитовый столбик от вмещающей породы. В настоящее время, характеризуя боковое ограничение строматолитовых столбиков, представляется более правильным исходить из взаимоотношения строматолитовых слоев между собой в периферической части столбика, пользуясь характером поверхности в качестве вспомогательного признака и имея в виду, что сходные особенности морфологии поверхности могут возникать в результате различных причин.

На фиг. 2, 3 показаны возможные соотношения краевых частей слоев на периферии столбиков и различные, обусловленные ими типы и элементы боковых поверхностей колонок.

Боковое ограничение без облекания (фиг. 2). Слои, слагающие столбик, подходя к его краю, не спускаются на нижележащую часть столбика, не примыкают к нижележащим слоям, а врезаются концами в окружающую породу. В зависимости от симметричности контура края слоев в плане, от длины выступающих краев и их толщины поверхность столбика может быть: 1) почти ровной, если края слоев очень коротки, симметричны, слои тонкие, а утонение слоев незначительно;

2) поперечно-ребристой, т. е. покрытой кольцевыми карнизами той или иной длины и ширины, если края слоев симметричны, но достаточно длинны; карнизы могут располагаться равномерно, если контуры всех слоев в плане примерно равны, или неравномерно, если некоторые из слоев имеют бóльший диаметр, чем ниже- и вышележащие; 3) неровной, с незакономерно расположенными козырьками и карнизами, если края слоев асимметричны.

Боковое ограничение без облекания связано обычно с преобладанием в столбиках слоев с простой аркой, лишенных резко утоненного края (см. фиг. 2 и табл. VII—VIII).

Боковое ограничение с частичным облеканием. Слои, слагающие столбики, подходя к его краю, с одной стороны вдаются концами в окружающую породу, с другой — круто изгибаются и облекают свисающим краем нижележащую часть столбика, плотно прилегая к нижележащим слоям. Поверхность столбика с одной стороны оказывается гладкой, с другой — поперечно-ребристой или снабженной резко выступающими, неравномерно расположенными козырьками, или почти ровной, в зависимости от соотношений вдающихся в породу концов слоев (см. фиг. 2, табл. IV—VI).

Боковое ограничение со сплошным облеканием. Края слоев утоняются, изгибаются книзу и облекают нижележащую часть столбика (фиг. 3) по всей периферии, плотно примыкая к ниже расположенным слоям (см. табл. I—III).

При наличии сплошного облекания по всей периферии слоя поверхность столбиков лишена выступающих карнизов или козырьков и ее можно назвать гладкой. Однако такая гладкая поверхность может осложняться иного рода выступами: буграми — «натеками», а также поперечными кольцевыми валиками плавных очертаний. «Натеки» образуются за счет неравномерной длины облекающего края в последовательной серии слоев, образующих колонку. Валики могут возникать как результат волнистости слоев в их периферической части.

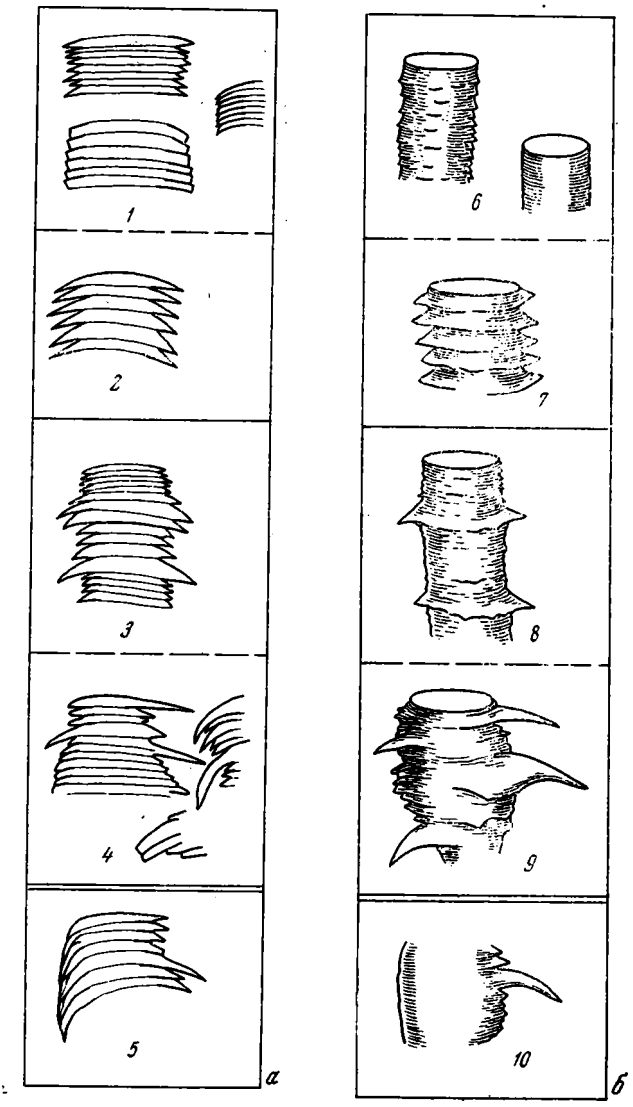
На такой гладкой поверхности столбиков нередко наблюдаются продольные борозды, возникающие в тех случаях, когда контуры слоев в плане имеют сложную многолопастную форму, наследуемую достаточно большой пачкой строматолитовых слоев.

Сочетание такого рода борозд с положительными элементами — «натеками» и валиками — может придавать большую сложность гладкой поверхности строматолитовых столбиков, образованных слоями с облекающим периферическим краем.

Среди рифейских строматолитов нет, пожалуй, ни одной формы, столбики которой снизу доверху характеризовались бы совершенно одинаковым боковым ограничением. Однако многим формам присущ тот или иной преобладающий тип бокового ограничения: без облекания, с частичным облеканием и с полным облеканием.

Так, большинство форм, принадлежащих к группам *Kussiella*, *Jurusania* *Conophyton*, *Colonella*, *Baicalia*, имеет столбики, лишенные облекания, при достаточно большой вариантности в деталях соотношения слоев по периферии столбиков и в рельефе поверхности столбиков. При этом, например для *Kussiella*, наиболее характерны кольцевые карнизы, создающие поперечную ребристость столбиков. Для *Jurusania* и *Baicalia* более характерны неравномерно расположенные козырьки, нередко в сочетании с короткими кольцевыми карнизами. Однако на некоторых участках столбиков у представителей этих групп наблюдается иногда и облекание.

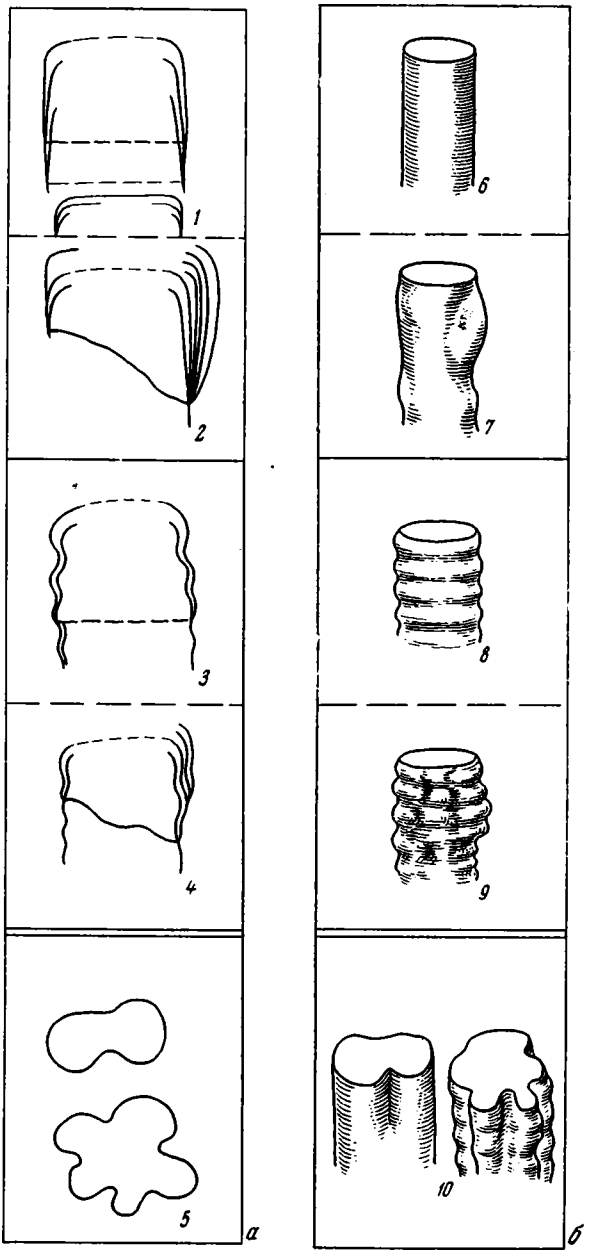
Представители групп *Gymnosolen* Steinm., *Boxonia* Korol., *Katavia* Kryl., одна из форм *Anabaria* Kom. обычно имеют столбики, по всей периферии которых наблюдается облекание; поверхность их гладкая, осложненная лишь буграми — «натеками», а иногда и продольными бороздками.



Фиг. 2. Соотношение слоев в краевой части строматолитовых столбиков (2*а*) и обусловленный им характер боковой поверхности (2*б*) при отсутствии облекания и при частичном облекании.

Соотношение слоев (2*а*) при отсутствии облекания:] *1* — края слоев мало изменяют очертания в сечении симметричны, короткие, *2* — то же, но края длинные, *3* — края значительно изменяют очертания снизу вверх, в сечении симметричны, *4* — то же, но в сечении асимметричны; *5* — соотношение слоев при частичном облекании (одностороннее облекание).

Поверхность столбиков (*2б*) при отсутствии облекания: *6* — с мелкими карнизами, козырьками или ступеньками, иногда почти ровная, *7* — с крупными частыми карнизами, ровными или неровными (поперечно-ребристая), *8* — с редкими неравномерно расположенными кольцевыми карнизами, *9* — с неравномерно расположенными козырьками; *10* — поверхность столбиков при частичном облекании, с одной гладкой стороной



Фиг. 3. Соотношение слоев в краевой части строматолитовых столбиков (3а) и обусловленный им характер боковой поверхности (3б) при полном облекании

Соотношение слоев при полном облекании: *1* — край гладкий, равномерной длины, *2* — край гладкий, неравномерной длины, *3* — край волнистый, равномерной длины, *4* —край волнистый, неравномерной длины; *5* — край с усложненным поперечным сечением

Поверхность столбиков при полном облекании: *6*—гладкая, ровная, *7* — гладкая, с неравномерно расположенными буграми (натеками), *8* — гладкая, с поперечными валиками, *9* — сложная бугристая; *10* — поверхность осложнена продольными бороздками и валиками

Однако на небольших участках их поверхности облекание может отсутствовать.

Строматолиты групп *Tungussia*, *Poludia*, *Parmites*, некоторые *Anabaria*, *Inseria* на отдельных участках столбиков имеют ясно выраженное одностороннее, а иногда и полное облекание, на других лишены его (см. фиг. 4, 9, 10, 11 и табл. I—VIII).

Если проследить, как выражен этот признак у рифейских столбчатых строматолитов на различных уровнях, можно убедиться, что в нижнем рифее практически отсутствуют формы с облеканием как полным, так и частичным. Столбчатые строматолиты представлены здесь, как известно, несколькими формами группы *Kussiella* Kryl., тремя формами *Conophyton* Masl. и двумя формами *Colonnella* Komar. Все эти формы сложены слоями, не имеющими дифференцированного облекающего периферического края, за исключением, быть может, одной из форм *Colonnella* с Оленекского поднятия, описанной Вл. А. Комаром (1966).

Интересно отметить, что облекание отсутствует и у столбчатых строматолитов *Sundia*, описанных из ятулийских отложений Карелии (Бутин, 1966), что вместе с типом ветвления сближает эту форму с такими ложноветвящимися строматолитами, как *Kussiella* и *Jurusania*. Несмотря на значительную перекристаллизацию породы, в краевых частях столбиков можно проследить, как слои под углами, близкими к прямым, подходят вплотную к боковой ровной и даже «гладкой» поверхности столбиков благодаря явлениям растворения и отсутствию длинных, резко выступающих концов слоев.

В среднем рифее наряду с множеством строматолитов, лишенных облекания, появляются и формы с облеканием, чаще всего частичным. Такой тип бокового ограничения характерен для всех среднерифейских форм группы *Tungussia* Semikh., а также для группы *Anabaria* Komar; для одной из форм этой группы характерно даже полное облекание (Комар, 1966).

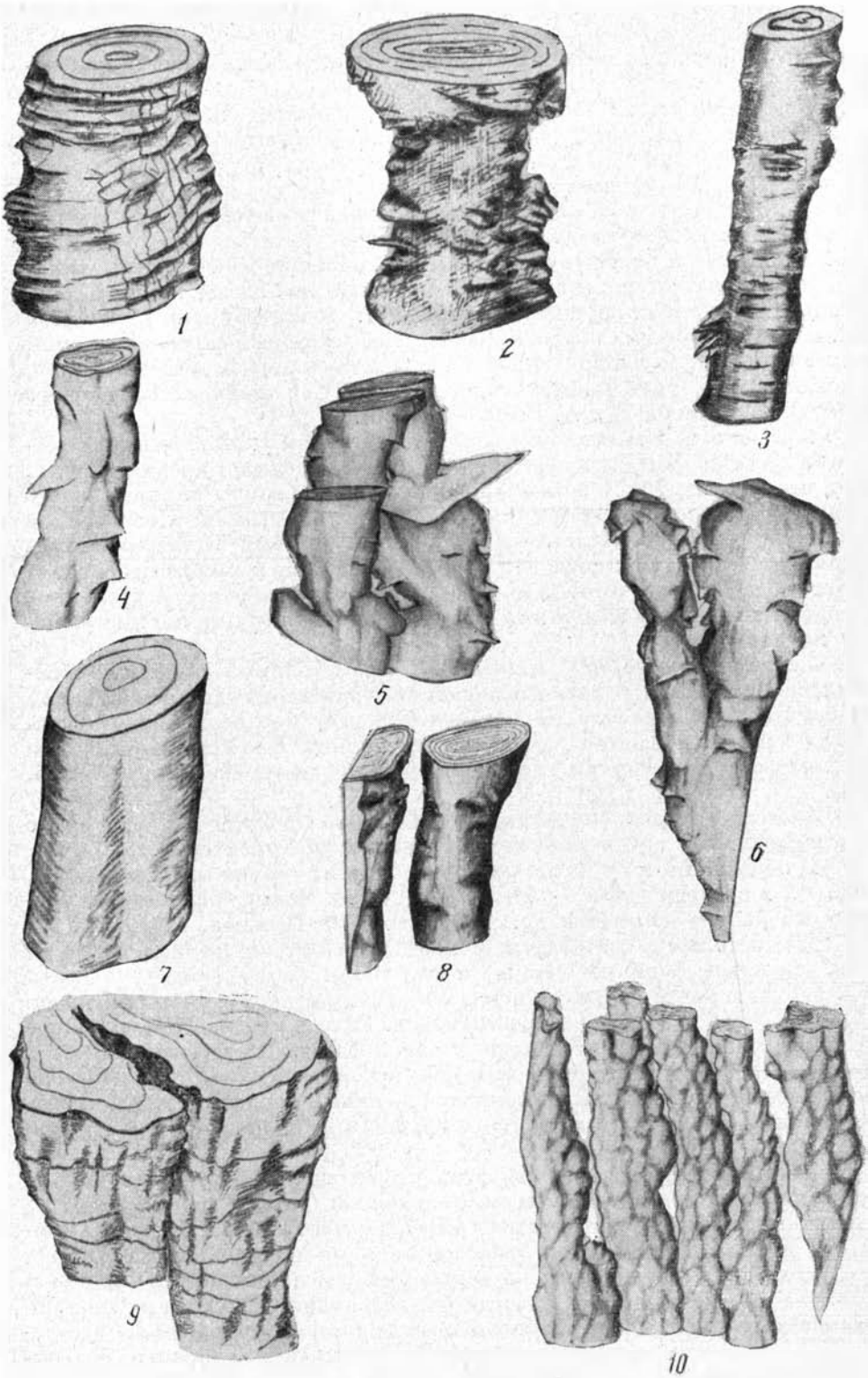
В то же время для различных форм группы *Baicalia* Kryl., широко представленной в среднем рифее, облекание не характерно.

Нет облекания и у представителей других групп строматолитов, развитых в среднем рифее,— *Kussiella* Kryl. из эннинской свиты Учуро-Майского района (Комар и др., 1964, стр. 179; Нужнов, 1967, стр. 68, 135, 141), а также у конофитонов, представленных в среднем рифее не менее чем пятью формами (Комар и др., 1965).

В верхнем рифее строматолиты с облекающим периферическим краем получают более широкое распространение. Если в среднем рифее полное облекание пока наблюдалось лишь у одной формы, то здесь появляются многочисленные строматолиты, столбики которых сложены по преимуществу слоями с облекающим, дифференцированным периферическим краем. Это главным образом представители группы *Gymnosolen* Steinm. и близких к ней групп.

У некоторых представителей этих групп полное облекание наблюдается лишь на отдельных участках столбиков (*Inseria tjomusi* Kryl. из катавской и деминской свит верхнего рифея Южного Урала и Полюдова кряжа). У других столбчатых строматолитов (*Gymnosolen* Steinm., *Katavia* Kryl. и др.) оно преобладает на большей части периферии столбиков и лишь местами наблюдаются участки без облекания. Наиболее полное облекание характеризует некоторые формы группы *Boxonia* Korol., известные из самых верхних горизонтов рифея (надбокситовый горизонт боксонской свиты Иркутского амфитеатра, венд?).

В то же время такие строматолиты, как, например, *Tungussia*, представлены в верхнем рифее, как и в среднем, главным образом формами, для которых характерно частичное облекание. Однако в верхних горизонтах верхнего рифея, например на Урале, присутствуют строматолиты,



Фиг. 4. Боковая поверхность столбиков

1 — *Kussiella enigmatica* Raab.— кольцевые карнизы; *2* — *Baicalia maica* Nuschn. (по С. В. Нужнову, 1967); *3* — *Jurusania nisvensis* Raab.; *4* — *Jurusania cylindrica* Kryl. (по И. Н. Крылову, 1963); *5* — *Baicalia lacera* Semikh; *6* — *Baicalia prima* Semikh. (по М. А. Семихатову, 1962)— незакономерно расположенные козырьки и карнизы; *7*, *8* — *Gymnosolen uralicus* (Kryl.) (*8* — по М. А. Семихатову, 1962) — поверхность гладкая или с натеками; *9*— *Inseria tjomusi* Kryl., поперечные валики и продольные бороздки; *10* — *Katavia karatavica* Kryl. (по И. Н. Крылову, 1965) — поверхность мелкобугристая, «шагреневая». Реконструкции с уменьшением

близкие к *Tungussia*, имеющие полное или почти полное облекание и, соответственно, гладкую или почти гладкую поверхность.

У верхнерифейских представителей группы *Kussiella* облекание практически отсутствует, как и у группы *Jurusania* Kryl., характерной для верхнего рифея.

Диагностика типов бокового ограничения. Характер бокового ограничения устанавливается наиболее точно в срезах, пришлифовках и особенно в палеонтологических шлифах макроскопически или под бинокуляром, при малых увеличениях. Наблюдения в естественных обнажениях или в штуфах дают худшие результаты: если общий характер поверхности столбика обычно улавливается, то наличие или отсутствие облекания, как это отмечал Крылов (1963), не всегда удается установить, особенно в тех случаях, когда по периферии столбиков развита сплошная зона растворения или перекристаллизации, маскирующая взаимоотношения концов слоев между собой и со вмещающей породой.

Наиболее трудно в таких случаях бывает отличить боковое ограничение с облеканием от ограничения без облекания, но с короткими ровными карнизами. Присутствие длинных карнизов и козырьков обычно легко устанавливается при любой сохранности материала, но иногда возникает опасность принять за козырьки или карнизы выступы поверхности столбиков, обусловленные вторичными процессами — раскалыванием столбика, с последующим смещением одного из отрезков относительно другого, что особенно часто наблюдается в раздробленных, пронизанных жилками кальцита строматолитовых породах.

В зависимости от сохранности материала в каждом отдельном случае бывает необходимо наблюдать то большее, то меньшее число столбиков изучаемого строматолита для того, чтобы составить верное представление о характере его бокового ограничения.

Таксономическое значение бокового ограничения отражающего, как мы видели, прежде всего характер краевой части слоя, различно для разных надгрупп столбчатых строматолитов. В надгруппе Gymnosolenida оно представляется важным признаком, позволяющим выделить группы или морфологические роды среди строматолитов, имеющих единый тип ветвления и сходную форму столбиков, т. е. объединенных общностью типа нарастания слоев в колонках и в постройках.

Группа *Inseria* Kryl. с частичным облеканием хорошо отличается по этому признаку от группы *Gymnosolen* Steinm., облекание у которых почти сплошное и отсутствует лишь на коротких участках столбиков, главным образом на их нижних отрезках, и обе эти группы обычно легко отличаются от *Boxonia* Korol., имеющей сплошное, хорошо выраженное облекание (см. табл. I—IV).

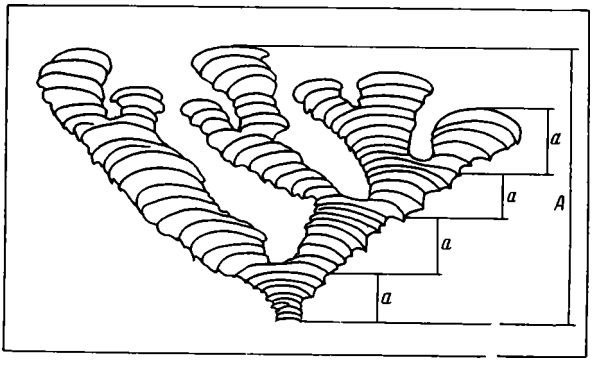
СТРОМАТОЛИТОВЫЕ СТОЛБИКИ И ПОСТРОЙКИ

Постройки столбчатых строматолитов, образованные сериями последовательно нараставших строматолитовых слоев, могут быть как ветвящимися, так и неветвящимися. У неветвящихся форм каждая постройка состоит из одного столбика, и между этими двумя понятиями можно провести знак равенства. У ветвящихся строматолитов постройка состоит из нескольких или многих колонок: начинаясь с одного столбика, она разветвляется на два или несколько новых, каждый из которых в свою очередь может дать начало двум и более столбикам и т. д. В этом случае понятия «столбик» и «постройка» удобнее разграничивать.

В литературе такое разграничение не всегда проводится достаточно четко. Так, например, И. К. Королюк определяла столбик как строматолитовую постройку столбчатой формы, которая может быть «неправильной изогнутой, разветвляющейся». И. Н. Крылов редко пользуется термином

«постройка», предпочитая ему названи «ветвящийся столбик» (см., например, Крылов, 1963). Отдельные элементы «ветвящихся столбиков» он также называет столбиками (первоначальной, основной, боковой столбики и т. д.). При описании формы столбика он приводит морфологию именно таких элементов, а не ветвящейся постройки в целом. М. А. Семихатов (1962) также не разграничивал понятия «столбик» и «постройка», перечисляя, например, главнейшие признаки столбчатых строматолитов, он упоминает в одном случае «общую форму постройки и тип ее ветвления» (стр. 197), а в другом «общую форму столбиков и характер их ветвления» (там же).

Автор настоящей работы здесь, как и ранее (1964), называет столбиком у ветвящихся строматолитов отрезок постройки между двумя участками ветвления (фиг. 5) или отдельное ответвление. Соответственно под формой столбика понимаются морфологические особенности именно этих элементов строматолитовой постройки.



Фиг. 5. Схема соотношения строматолитовой постройки и образующих ее столбиков

A — постройка; *a* — столбики

Форма столбиков. Под этим термином обычно понимается общая геометрическая форма строматолитовой колонки. Хотя иногда в ее характеристику включаются такие показатели, как ребристость, бугорчатость и другие, от рассмотрения подобного рода осложнений, отражающих скорее характер бокового ограничения, здесь правильнее отвлечься.

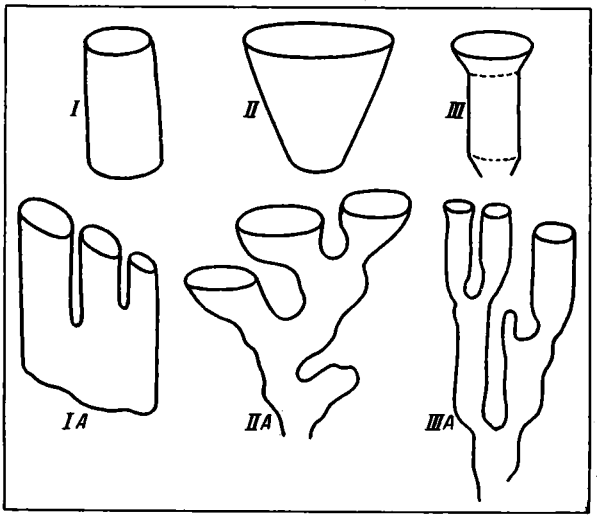
На первых этапах изучения строматолитов форма столбика не играла ведущей роли в вопросах классификации. Но когда И. К. Королюк (1960) выделила столбчатые строматолиты в особый тип, этот признак стал включаться наряду с другими в диагноз групп (морфологических рядов). В пределах подтипов выделенных по характеру бокового ограничения, И. К. Королюк (1960) уже различала некоторые группы не только по форме арок, но и по форме столбиков (*Columnacollenia*, *Planocollina*, *Compactocollenia*).

Особенно подчеркнул значение формы столбиков И. Н. Крылов, впервые включивший этот признак в число главнейших и применивший для его изучения метод «графического препарирования», т. е. восстановления формы столбиков (и построек) по серии параллельных срезов (Крылов, 1960, 1962, 1963). Форма столбиков вошла в диагноз всех выделенных им групп столбчатых ветвящихся строматолитов наряду с ветвлением и характером боковой поверхности. И. Н. Крылов использовал морфологию столбиков и при выделении форм внутри таких групп, как *Baicalia*, *Gymnosolen*, *Inseria*. Так, например, *Baicalia baicalica* Kryl. характеризуется «клубневидными узловатыми столбиками с округлым или овальным попе-

речным сечением», а *B. kirgisica* Kryl.— «клубнеподобными столбиками, сплюснутыми с боков».

В ходе дальнейших исследований стала, однако, выявляться целесообразность введения формы столбика в диагноз морфологических видов. М. А. Семихатов (1962) первым отказался от этого признака в качестве видового. М. Е. Раабен (1964) и Вл. А. Комар (1966) также применяли форму столбика лишь при выделении таксонов, рангов не ниже группы.

Форма столбика, как уже отмечалось выше, обусловлена, с одной стороны, очертанием строматолитовых слоев в плане, от которых иногда прямо зависит контур его поперечного сечения, а с другой — характером нарастания слоев друг на друга в процессе формирования колонок.



Фиг. 6. Типовые формы строматолитовых столбиков (схема)

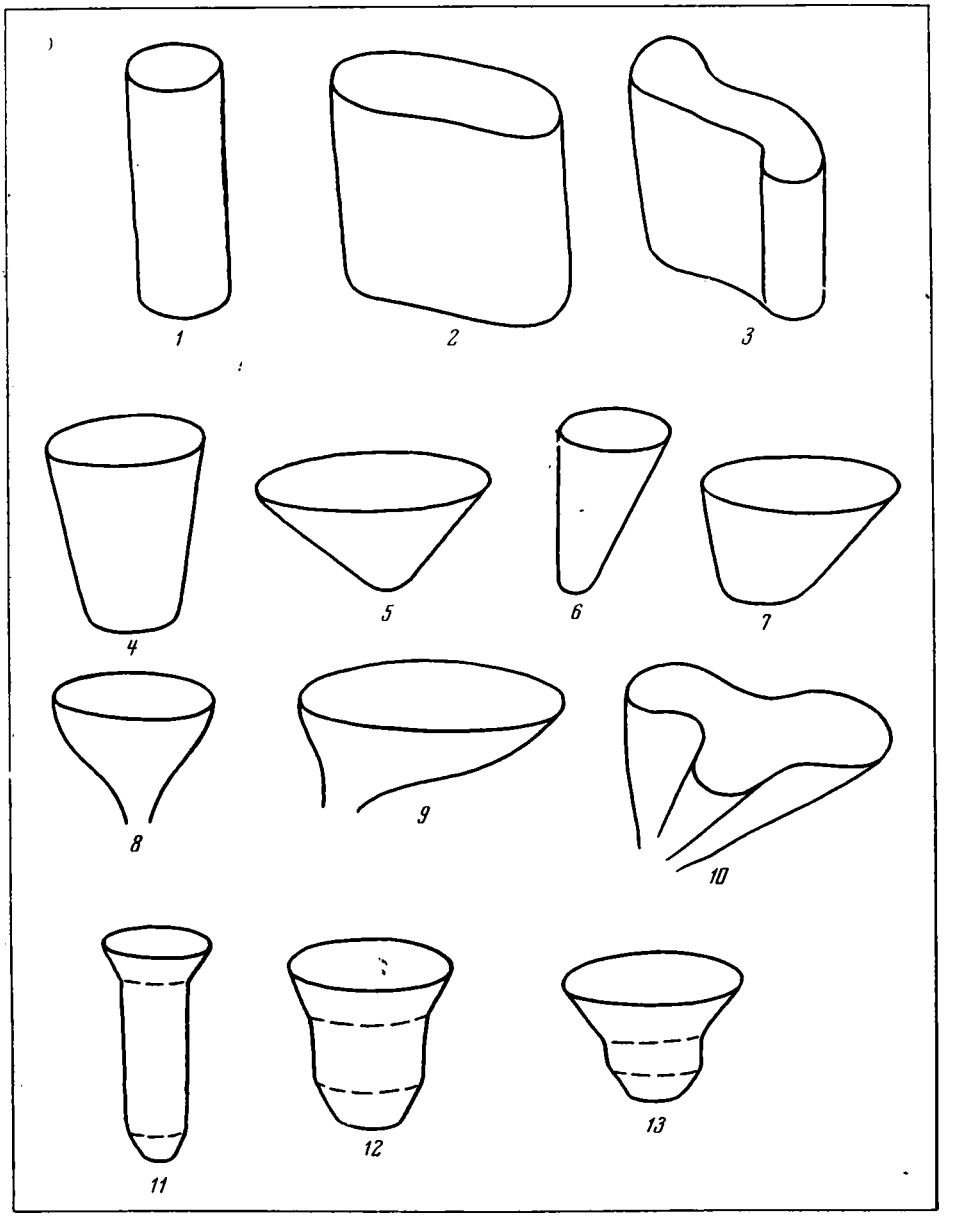
I — цилиндрический столбик; *II, III*—дилатантные столбики: *II* — простой, *III* — ложноцилиндрический; *IA, IIA, III A*— формы построек, соответствующие типам столбиков *I, II, III*

Как правило, у одних строматолитов слои, нарастая, не увеличивают свою площадь, у других происходит закономерное расширение слоев по мере роста колонки. Первый тип нарастания характерен для неветвящихся и ложноветвящихся строматолитов, второй — для активно- или истинноветвящихся. В первом случае образуются колонки цилиндрической или субцилиндрической формы, во втором — столбики, суженные у основания и расширенные в верхней части; такие столбики мы будем для краткости называть дилатантными (фиг. 6, 7).

Цилиндрические и субцилиндрические столбики наиболее просты по форме (фиг. 8), и все их разнообразие обусловлено различием контуров поперечного сечения. Хотя столбики в форме круглых цилиндров встречаются часто, еще чаще можно видеть колонки с эллиптическим, более или менее вытянутым сечением. Нередки и цилиндрические столбики с еще более сложным, изогнутым и вытянутым поперечным контуром (см. табл. IX).

Столбики дилатантные, т. е. суженные у основания и расширенные в верхней части, значительно более разнообразны. В зависимости от степени расширения слоев по мере их роста и от его равномерности колонки могут приобретать то форму правильного повернутого конуса, острого или тупого, то бокаловидную или чашевидную, то еще более сложную форму (см. фиг. 7). Различные неправильности формы поперечного сечения и тот или иной угол наклона оси нарастания обусловливают бесчисленные модификации формы отдельных столбиков (фиг. 9—11).

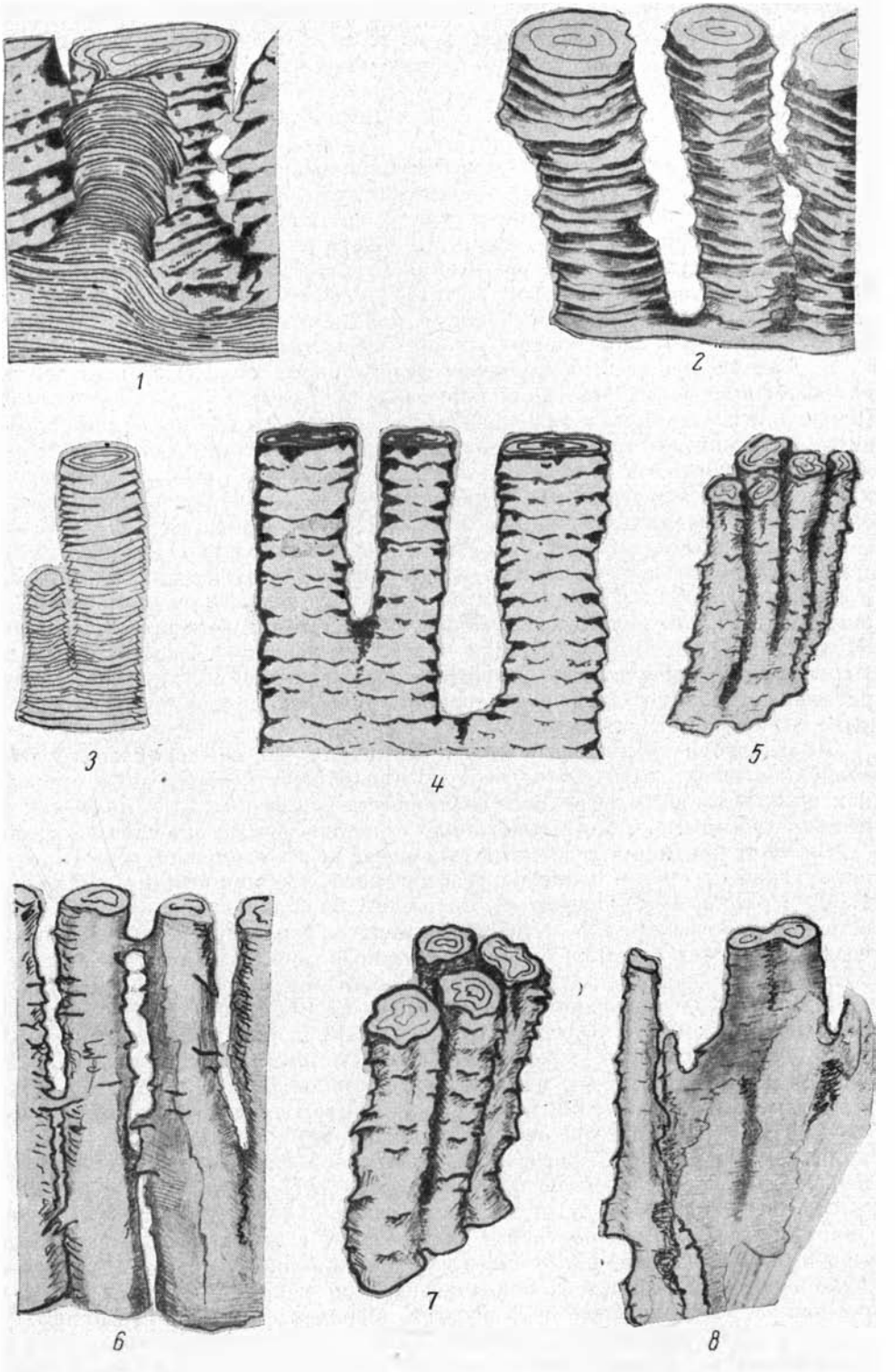
Следует остановиться на нарастании особого типа, для которого характерно быстрое первоначальное расширение, сменяющееся унаследованным



Фиг. 7. Различные модификации формы строматолитовых столбиков (схема)

1—3 — цилиндрические столбики; *4—10* — простые дилатантные столбики; *11—13* — ложноцилиндрические дилатантные столбики

нарастанием, за которым вновь следует расширение площади нарастающих слоев. В этом случае также образуются столбики, суженные в основании и расширенные вверху, но в их средней части обособляется субцилиндрический отрезок той или иной длины. Такие столбики чаще всего называют просто цилиндрическими и субцилиндрическими, однако они принципиально отличаются от настоящих субцилиндрических столбиков, представляя собой особую модификацию дилатантных, расширяющихся снизу вверх столбиков (см. фиг. 7).



Фиг. 8. Форма столбиков и построек у пассивноветвящихся строматолитов (надгруппа Kussiellida)

1, 4 — *Kussiella kussiensis* Kryl.: *1* — по И. Н. Крылову, 1963; *4* — по Вл. А. Комару, 1966; *2* — *Kussiella enigmatica* Raab.; *3* — *Kussiella* sp. (по С. В. Нужнову, 1967); *5, 7* — *Jurusania* Kryl. (из колл. Миссаржевского); *6, 8* — *Jurusania nisvensis* Raab. Реконструкция с уменьшением

Мы намеренно остановились на таких столбиках ложноцилиндрической формы с пережимом в основании и расширенной капителью, ибо они чрезвычайно характерны для таких групп строматолитов, как *Inseria* Kryl., *Gymnosolen* Steinm. и других, т. е. для гимносоленид (см. табл. I—III, фиг. 13—16).

В постройках столбчатых строматолитов нередко наблюдаются недоразвитые столбики, прекратившие свой рост раньше других. Чаще всего такие столбики присутствуют в постройках активноветвящихся строматолитов (фиг. 10,*3* фиг. 11,*1—7*). Они отличаются от нормально развитых столбиков тем, что, не разветвляясь, слепо заканчиваются в породе. Форма таких столбиков зависит от типовой формы колонок постройки, от того, насколько близко от основания прекратился рост столбика, и от формы арки слоев, образующих его верхнюю поверхность.

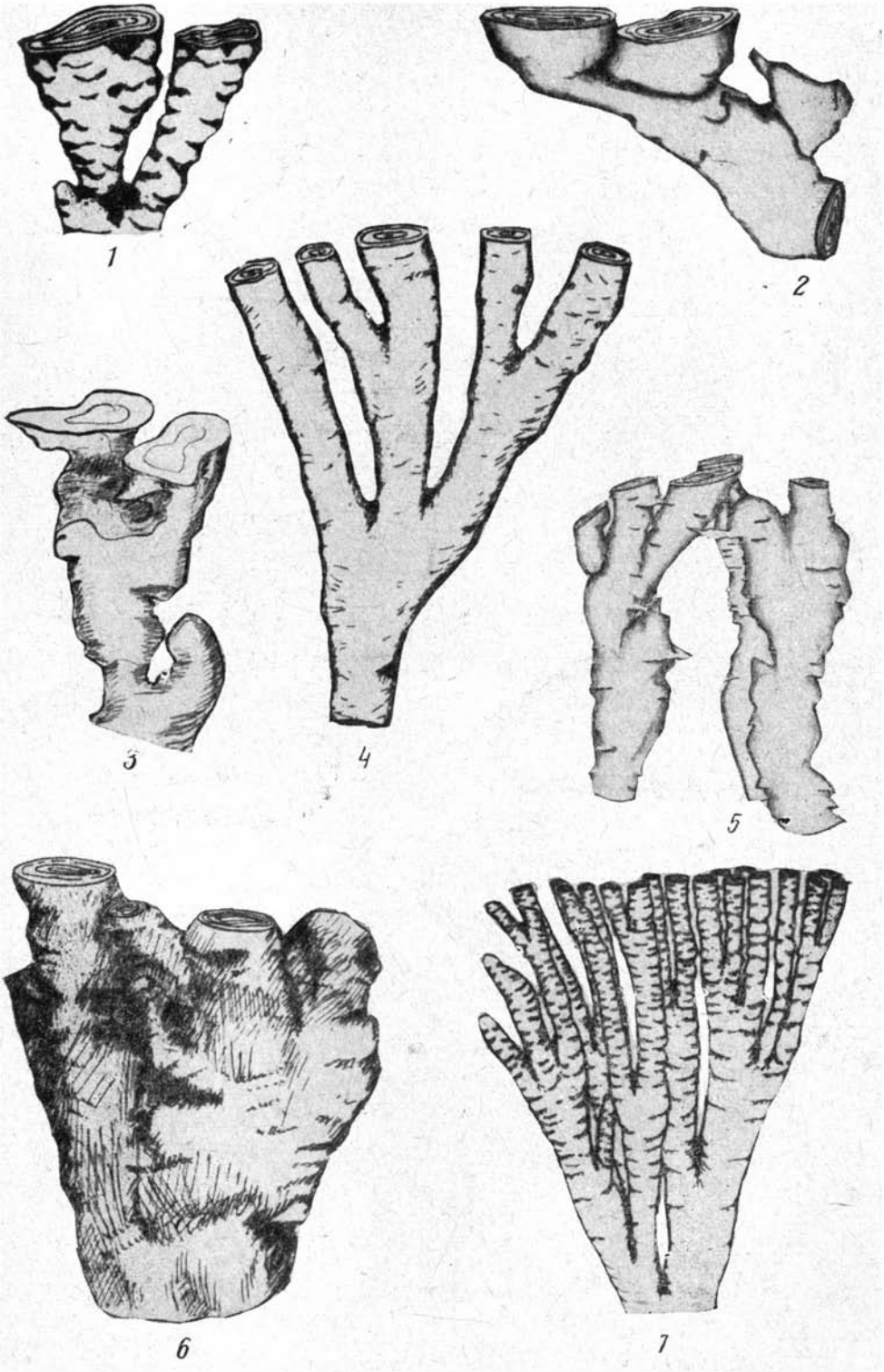
В зависимости от этих факторов недоразвитые столбики могут иметь клубневидную форму, иногда сильно сплюснутую, или же пальцевидную. Последняя очень характерна для гимноселенид, в то время, как недоразвитые столбики активно-, но непараллельно ветвящихся столбчатых строматолитов тунгуссид (*Baicalia*, *Tungussia*, *Poludia* и др.) имеют обычно клубневидную, более или менее уплощенную форму. В постройках неветвящихся и пассивноветвящихся строматолитов недоразвитые столбики редки; это связано, по всей вероятности, с особенностями роста колонок этих строматолитов, который идет, как правило, без расширения в стороны. У активноветвящихся строматолитов при их отчетливой тенденции к расширению каждого нового возникающего строматолитового столбика часть водорослевых пленок оказывается как бы вытесненной соседними, что и выражается в прекращении развития соответствующих столбиков. Недоразвитые столбики следует рассматривать обособленно от нормальноразвитых, особенно при сравнениях.

Диагностика формы столбиков. Типичная форма строматолитовых столбиков может быть установлена по продольным и поперечным срезам, как по естественным, если есть возможность наблюдать их в поле, так и по искусственным — в ориентированных пришлифовках и больших шлифах.

Более точно форма отдельных столбиков восстанавливается по сериям параллельных срезов методом графического препарирования (Крылов, 1963), достоинством которого является его большая наглядность. Ввиду большой трудоемкости его следует применять в основном при монографическом описании строматолитов: для обычного определения достаточно наблюдений в ориентированных срезах, если число срезов достаточно велико.

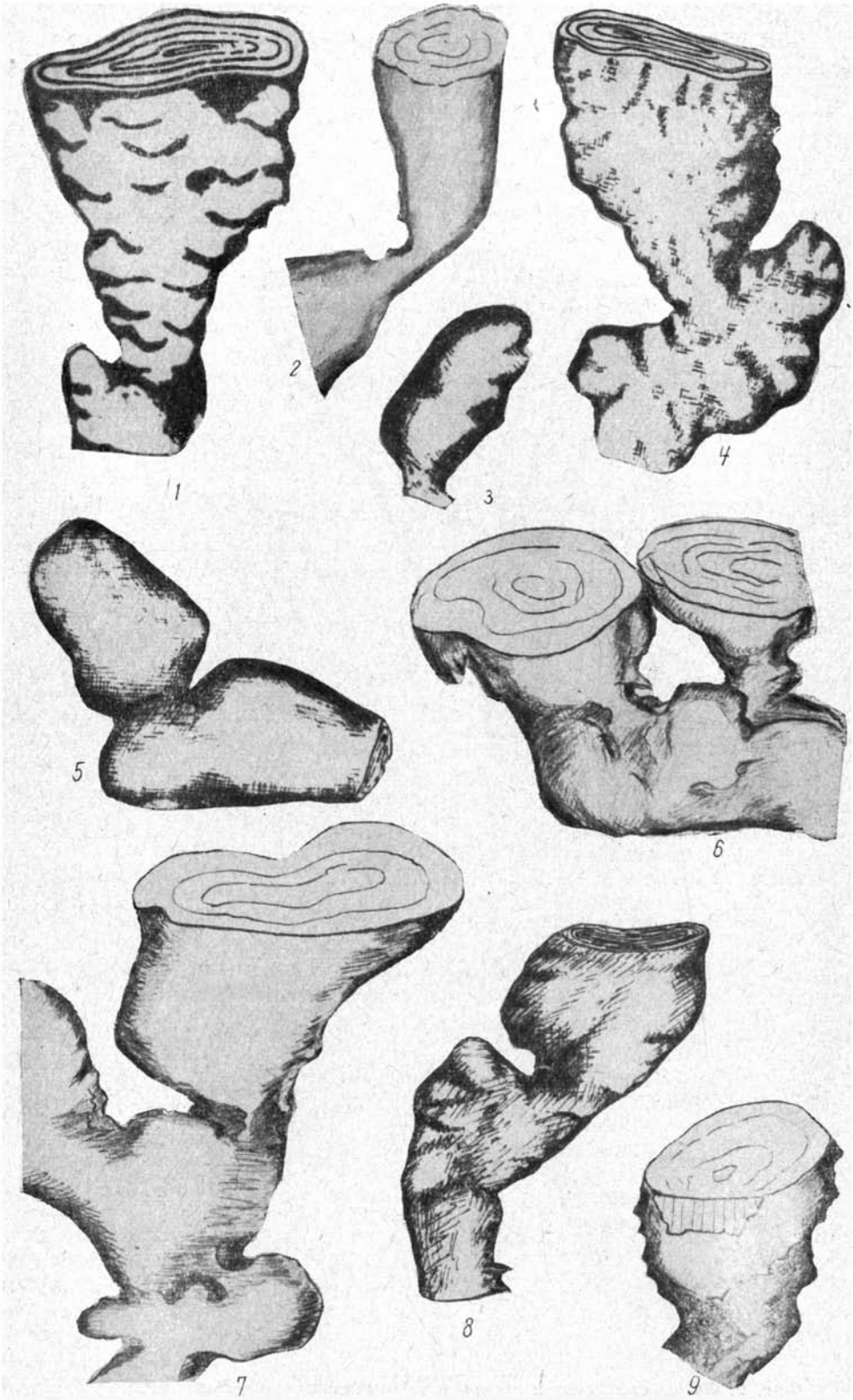
Имея даже очень точно восстановленную форму одного-двух столбиков, исследователь легко может впасть в ошибку при определении, так как в постройках различных строматолитов, с разной типичной формой столбиков, могут встретиться малотипичные колонки, порой сходные друг с другом. Для исключения такой ошибки необходимо иметь возможность наблюдать достаточно большое количество столбиков. При этом следует помнить, что установление формы должно основываться на наблюдении над целыми колонками, а отнюдь не над их отдельными фрагментами.

Соответственно при отсутствии полевых наблюдений над формой столбиков той или иной постройки определение столбчатых строматолитов может быть проведено достаточно уверенно лишь при условии, что имеется либо один большой штуф, заключающий по меньшей мере 5—6 целых столбиков, либо не менее 5—6 штуфов, каждый из которых содержит по крайней мере один целый столбик. Даже самые точные реконструкции, сделанные по распилам штуфов, не удовлетворяющих этому условию, дают лишь частичное представление о форме столбиков. Определения, и тем более сравнения, основанные на таких реконструкциях, легко могут оказаться ошибочными. Так, на основании формы отдельных фрагментов практически невозможно отличить настоящие цилиндрические столбики куссиелид от средней части ложноцилиндрических столбиков гимносоленид:



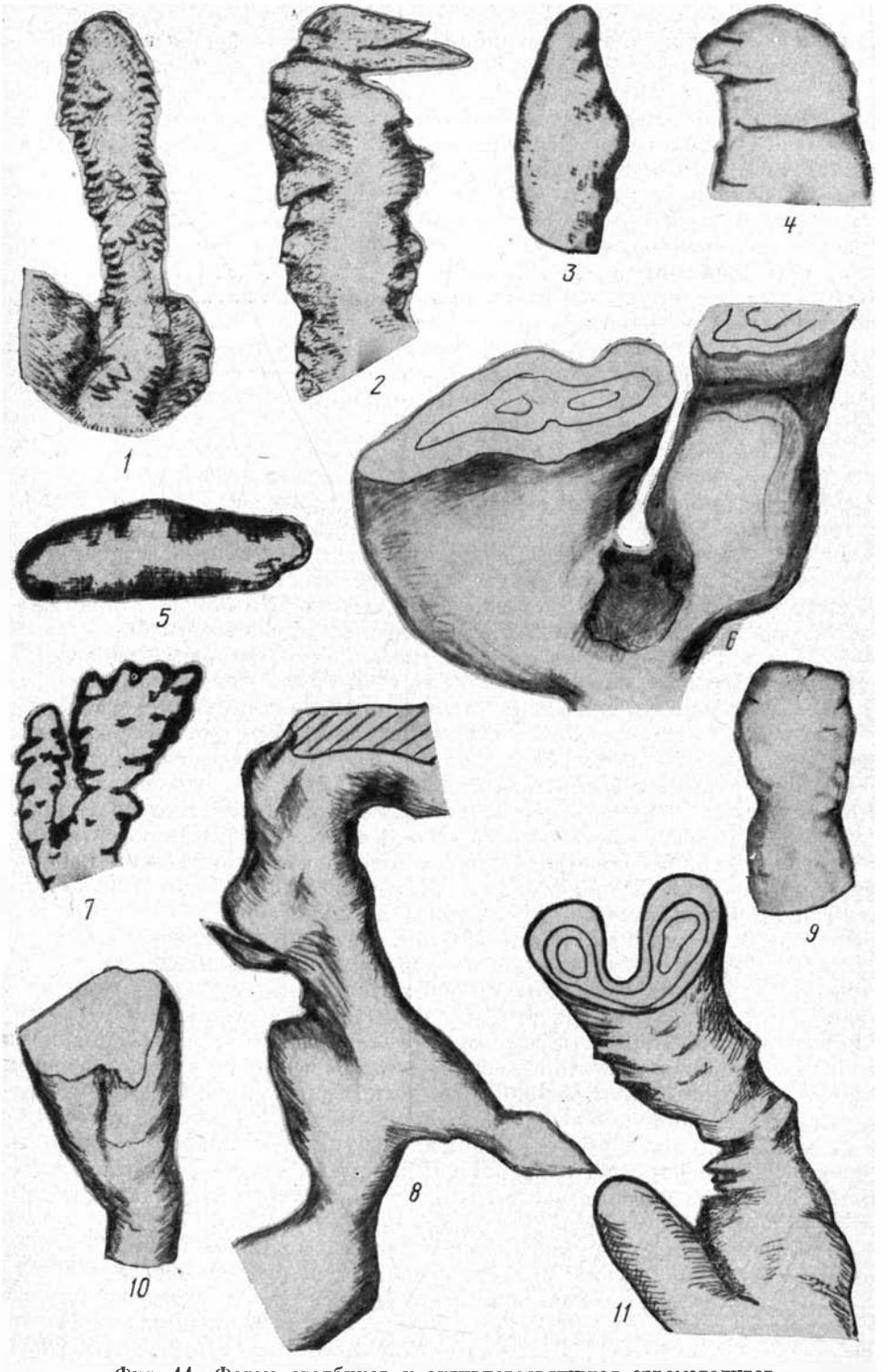
Фиг. 9. Форма столбиков и построек у активноветвящихся строматолитов из надгруппы Tungussida

— *Baicalia minuta* Kom. (по Вл. А. Комару, 1966); *2, 3* — *Tungussia nodosa* Semikh. (*2*—по М. А. Семихатову, 1962); *4* — *Anabaria divergens* Kom. (по Вл. А. Комару, 1966); *5* — *Baicalia prima* (по М. А. Семихатову); *6* — *Baicalia maica* Nuschn. (по С. В. Нужнову, 1967); *7* — *Anabaria radialis* Kom. (по Вл. А. Комару, 1964). Реконструкция с уменьшением



Фиг. 10. Форма столбиков и построек у активноветвящихся строматолитов надгруппы Tungussida

1 — *Baicalia minuta* Kom. (по Вл. А. Комару, 1966); *2* — *Poludia polymorpha* Raab.; *3*, *4*, *5* — *Baicalia baicalica* Kryl. (по И. Н. Крылову, 1963); *6*, *7*, *9* — *Tungussia* Semikh.; *8* — *Baicalia aimica* Nuschn. (по С. В. Нужнову, 1967); *3*, *5* — недоразвитые столбики. Реконструкция с уменьшением



Фиг. 11. Форма столбиков у активноветвящихся строматолитов

1, 2—Baicalia prima Semikh. (по С. В. Нужнову, 1967); *3, 9— Gymnosolen uralicus* (Kryl.) (*3* — по И. Н. Крылову, 1963; *9* — по М. А. Семихатову, 1962); *4* — *Tungussia nodosa* (по М. А. Семихатову, 1962); *5* — *Baicalia baicalica* Kryl. (по И. Н. Крылову, 1963); *6* — *Tungussia* Semikh.; *7* — *Baicalia minuta* Kom. (по Вл. А. Комару, 1964); *8, 10, 11* — *Poludia polymorpha* Raab.; *1—5, 7—9* — недоразвитые столбики. Реконструкция с уменьшением

при плохой сохранности периферической части фрагмент столбика *Kussiella* легко может быть принят за *Minjaria* или *Gymnosolen*. Не случайно на Урале под общим названием *Collenia buriatica* Masl. была описана как нижнерифейская форма, впоследствии получившая название *Kussiella kussiensis*(Masl.), так и верхнерифейская *Minjaria uralica* Kryl. Еще труднее отличать один от другого, при наличии лишь фрагментов столбиков, представителей гимносоленид и тунгуссид. Если в штуфе окажется представленным отрезок постройки *Minjaria* или *Gymnosolen*, заключающий лишь расширенную часть материнского столбика и основания дочерних столбиков, каждый из которых начинается пережимом и затем расширяется, то такой фрагмент постройки вряд ли удастся отличить от постройки *Tungussia* или другого непараллельно ветвистого строматолита.

В отдельных случаях по таким фрагментам постройки даже устанавливались особые группы: например, строматолиты, по которым была установлена группа *Pseudokussiella* Kryl., по-видимому, представляют собой участки разветвления *Minjaria uralica* Kryl.

Размеры колонок столбчатых строматолитов, как продольные, так и поперечные, колеблются, вообще говоря, в очень широких пределах. Наиболее мелкие столбики известны у представителей таких групп ветвящихся строматолитов, как *Parmites* Raab., *Ilicta* Sidor., *Gymnosolen* Steinm., *Microstylus* Kom., *Jurusania* Kryl. и некоторых других. Наименьший диаметр столбиков этих строматолитов равен 0,3—0,5 *см*. Соответственно невелика и высота отдельных столбиков, в ряде случаев не достигающая и 2—3 *см*. Наиболее крупные столбы — свыше 1 *м*, а в отдельных случаях — до нескольких метров в диаметре — наблюдались у неветвящихся строматолитов групп *Conophyton* Maslov и *Colonnella* Komar. Высота таких столбов может достигать десятка метров и более. Столбы неветвящихся строматолитов обнаруживают и наибольшую вариантность диаметров столбиков, причем это относится, по-видимому, ко всем ныне известным их формам. До недавнего времени казалось, что, например, верхнерифейские конофитоны отличаются от более древних меньшими размерами построек (Комар и др., 1965). Однако в настоящее время автор располагает материалами по верхнерифейским конофитонам о. Западный Шпицберген (п-ов Нью-Фрисланд), указывающими, что наиболее крупные столбы этих конофитонов достигают 100—105 *см* в диаметре, почти не уступая, таким образом, в размерах средне- и нижнерифейским формам. У огромного большинства ветвящихся столбчатых строматолитов как диаметры столбиков, так и их высота варьируют в пределах от нескольких сантиметров до нескольких дециметров.

Размеры столбиков как особый таксономический признак никем из исследователей не рассматривались, но почти во всех работах, посвященных описанию строматолитов, можно найти данные о предельных, реже — средних диаметрах колонок каждого из рассмотренных в них морфологических видов. Однако в диагноз форм или групп этот признак включается сравнительно редко, что объясняется, вероятно, теми большими колебаниями размеров, которые наблюдаются в большинстве случаев. Характеристика размеров столбиков («мелкие» или «узкие» столбики) все же вошла в диагноз некоторых групп: *Parmites* Raab., *Micostylus* Kom., *Patomia* Kryl. и некоторых других. Размеры столбиков включатся иногда и в диагноз морфологических видов или используются при сравнении близких форм внутри групп (*Baicalia minuta* Komar, *Inseria djejimi* Raaben, *Columnacollenia tigris* Korol., *Columnacollenia uluntuica* Korol., *Gymnosolen giganteus* Raab., *G. altus* Sem. и др.).

Анализируя ранг этого признака в практике его применения к ветвящимся строматолитам, можно заметить, что размеры столбиков оказываются диагностическим признаком лишь в отношении групп или форм, характеризующихся такими столбиками, интервал величин которых за-

метно отклоняется от среднего интервала, характерного для большинства близких строматолитов,— очень мелкими или очень крупными.

При этом в тех случаях, когда группа представлена одной формой, размеры столбиков оказываются включенными в родовой диагноз (*Parmites* Raab., *Patomia* Kryl.). Если группа представлена двумя формами, из которых одна является мелкостолбчатой, размер столбиков представляется основным видовым диагностическим признаком каждой из форм. Когда же группа представлена многими формами, размер столбиков оказывается включенным в диагноз лишь одной формы, той, которая резко отличается по размерам от остальных, как, например, *Baicalia minuta* Komar, *Gymnosolen altus* Semikh. и др.

Лишь располагая большим цифровым материалом, можно будет решить вопрос о том, действительно ли в ряде групп ветвящихся строматолитов обособляются единичные формы, размеры столбиков которых резко отличаются от других форм той же группы, или же каждая из форм характеризуется устойчивым интервалом размеров столбиков, прежде всего поперечных. Устойчивость поперечных размеров свидетельствовала бы в таком случае о известной стабильности размеров пленок водорослей, создавших соответствующие строматолитовые слои.

Вопрос о продольных размерах столбиков совершенно не разработан, и мы можем лишь отметить исключительно большую изменчивость длины столбика, нередко варьирующей в несколько десятков раз у столбиков, составляющих одну и ту же постройку. С длиной столбика в непосредственной связи находится такая особенность постройки, как частота ветвления, которая до сего времени определяется произвольно, но в сущности может быть объективно выражена лишь через длину столбика.

Таксономическое значение особенностей строматолитового столбика. Несмотря на большое разнообразие частных модификаций, формы строматолитовых столбиков, как мы видели, выражены двумя главными типами, отвечающими основным общим типам нарастания строматолитовых слоев. Определенная геометрическая форма столбиков — цилиндрическая или дилатантная, в том числе ложноцилиндрическая, — является общей для ряда групп строматолитов. Забегая несколько вперед, скажем, что она сочетается с тем или иным определенным же типом ветвления и вместе с ним характеризует таксоны ранга, во всяком случае, выше группы. И ветвление, и геометрическая типовая форма столбиков отражают тип нарастания строматолитовых слоев. Можно предположить, что последний связан в свою очередь с такими особенностями водорослей-строматолитообразователей, которые имеют таксономическое значение высокого ранга.

Такие особенности формы столбиков, которые отражают не специфику характера нарастания или смены водорослевых слоев пленок, а свойства самих пленок, характеризуют в принимаемой схеме классификации таксоны более низкого ранга (см. табл. 2).

Ветвление строматолитовой постройки. Ветвление, которое обычно определяется как разделение строматолитового столбика на два или более новых столбиков, отражает определенный тип роста строматолитовой постройки с возникновением новых строматолитовых столбиков, связанных своим основанием с ранее образовавшимися, иначе говоря, нижерасположенными столбиками. Ветвление у строматолитов давно отмечалось многими исследователями (Steinmann,1911; Pia, in Hirmer, 1927; Маслов, 1937а,б; Кириченко, 1955; Королюк, 1960; и др.). Особое внимание оно привлекло к себе, когда И. Н. Крылов, а затем и другие исследователи стали восстанавливать форму строматолитовой постройки методом графического препарирования. Если прежде ветвление отмечалось лишь у немногих строматолитов и могло считаться характерным только для них, то впоследствии возникло представление о ветвлении, как о признаке, общем почти для всех столбчатых строматолитов рифея.

И. Н. Крылов считал, что в рифейских отложениях Урала вообще не встречаются неветвящиеся столбчатые строматолиты и что имеются лишь отличия в частоте ветвления (Крылов, 1963).

М. А. Семихатов из неветвящихся столбчатых строматолитов отмечал только *Conophyton* Masl., считая, что строматолиты этой группы резко отличаются от других отсутствием ветвления (1962). В результате дальнейших исследований выяснилось, что кроме конофитонов имеются и другие столбчатые строматолиты, лишенные ветвления (Комар, 1964; Комар, Раабен, Семихатов, 1965; Комар, 1966).

Все же ветвление свойственно очень большому числу столбчатых строматолитов, причем у разных строматолитов оно выражено по-разному, иными словами, известно несколько типов или способов ветвления.

Тип ветвления определяется соотношением в постройке «материнских» и «дочерних» столбиков, их взаимным расположением и ориентировкой. Первая попытка наметить различные способы ветвления принадлежит И. Н. Крылову (1962, 1963). Он различал: а) «простое последовательное распадение широкого столбика на более узкие, так что в плане окружности верхних, узких столбиков вписываются в контур нижнего широкого»; б) ветвление на два столбика с пережимом в основании (дихотомическое ветвление); в) сложное кустистое и древовидное ветвление, разновидностями которого являются ветвления на 2—3 столбика, подобно стволу дерева, кустистое ветвление и мутовчатое ветвление.

Примерно те же типы ветвления (или способы отделения дочерних колонок) различал и М. А. Семихатов (1962). Из сложных способов ветвления он перечислял: деление на ряд расходящихся из одной точки колонок; ветвление с образованием пологонаклонных или горизонтальных побегов; мутовчатое ветвление.

Особое значение И. Н. Крылов придавал сложности ветвления. Усложнение способа ветвления столбиков является, по его представлению, одним из главных направлений, по которым шло развитие столбчатых строматолитов в рифейское время (Крылов, 1963). Критерий сложности ветвления широко использован им в диагнозах как групп, так и форм, особенно при сравнениях. Остается, однако, большей частью неясным, какое конкретное содержание вкладывается в это понятие. Наиболее «простым», несомненно, считается «простое последовательное распадение широкого столбика на более узкие». Для строматолитов же, ветвящихся по-иному, критерий сложности ветвления не указан. Просматривая сравнительные характеристики морфологических родов (Крылов, 1963, 1967), трудно сказать, чем именно руководствовался автор, сравнивая по сложности ветвления, например *Baicalia* и *Minjaria*, *Pseudokussiella*, *Katavia* и *Gymosolen*, *Gymnosolen* и *Linella* и другие,— числом ли столбиков, средним или максимальным, отходящих при ветвлении от материнского, формой столбиков или их ориентировкой. Указаний на этот счет автор не дал, и можно лишь догадываться, что он произвольно пользуется то тем, то другим из этих критериев. Таким образом, представляется, что критерий сложности, в силу его расплывчатости, мало пригоден для сравнительной характеристики ветвления строматолитовых построек.

Кроме сложности ветвления для характеристики различных его способов (или типов) использовались различными исследователями частота ветвления, количество столбиков, отходящих от материнского (дихотомическое ветвление), ориентировка столбиков, наличие пережимов, нишеобразных выемок в основании ответвляющих столбиков, сходство с деревом, кустом, мутовкой. Для одного из типов ветвления («простое последовательное распадение») указывалось соотношение площади материнского и дочерних столбиков в плане.

Сплошь и рядом приходится встречаться с указанием на частое или редкое ветвление в диагнозах тех или иных строматолитов и со сравнением

групп или форм по частоте ветвления. Частота ветвления, очевидно, должна была бы определяться длиной столбиков, т. е. отрезков постройки между участками ветвления, либо безотносительно к толщине этих столбиков, либо с введением коэффициента пропорциональности, позволяющего учитывать поперечные размеры колонок. Однако, по-видимому, частота ветвлений определялась до сих пор произвольно, на основании частоты встреченных в штуфах участков ветвления. Количественных критериев, которые позволили бы отличать строматолиты с «редким ветвлением» от строматолитов с «частым» или «более частым» ветвлением в литературе найти не удается.

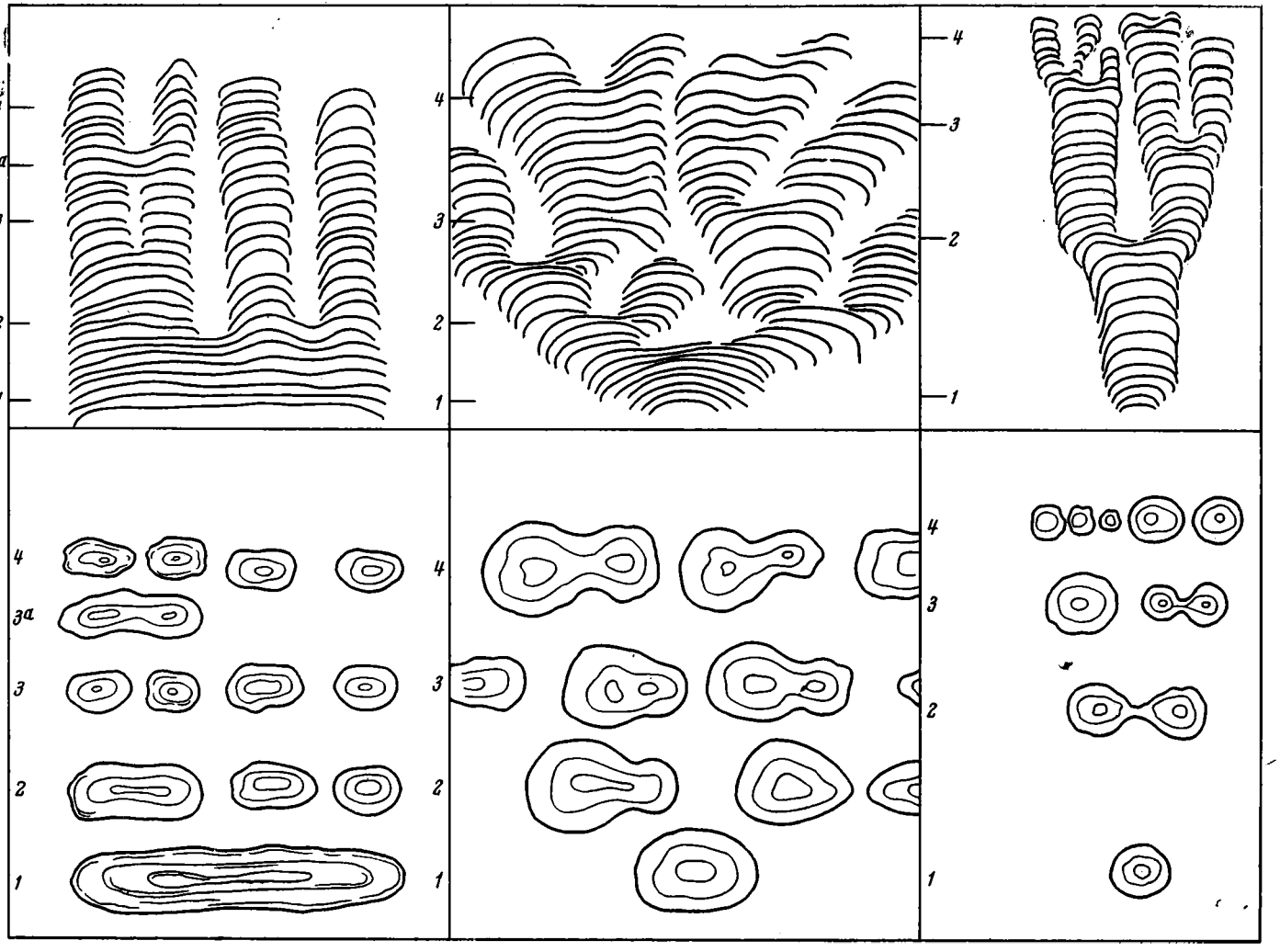
Вряд ли можно также говорить о дихотомическом ветвлении как об особом его типе или способе, ибо представители единственной группы, для которой такое ветвление считалось характерным,— *Baicalia* Kryl.— нередко обнаруживают ветвление на три и более столбика. Это можно заметить даже на реконструкциях типичной формы этой группы — *Baicalia baicalica* Masl. (Крылов, 1963, рис. 19*б*, 20*г*).

Вряд ли рационально также различать способы ветвления на основании сходства ветвящихся построек с кустом, деревом, мутовкой и т. п. Такие сравнительно-описательные характеристики и неточны, и субъективны: сходство с кустом можно усмотреть в постройках самых различных групп, определение же «древовидное ветвление» явно неудачно, поскольку ветвление деревьев крайне разнообразно, даже, например, у лиственных пород, не говоря уже о хвойных. С мутовкой же автор настоящей работы не решился бы сравнить ни одной строматолитовой постройки, не зная примеров мутовчатого расположения дочерних столбиков вокруг материнского.

Более конкретными и четкими критериями, тем самым и более пригодными для характеристики способов ветвления, представляются, с одной стороны, соотношения поперечных размеров постройки до и после ветвления, а с другой — ориентировка столбиков в постройке.

Соотношение площади материнского столбика и дочерних, отражающее соотношение величины водорослевых пленок в процессе образования строматолитовой постройки, представляется особенно важным автору настоящей работы, который и предложил различать на этом основании два главных типа или способа ветвления (фиг. 12): 1) ложное, или пассивное, 2) истинное, или активное (Раабен, 1964).

Ложным, или пассивным, было названо такое ветвление, при котором в процессе образования строматолитовой постройки увеличение количества столбиков сопровождается уменьшением площади, занимаемой постройкой. При таком ветвлении столбики фактически не ветвятся, а распадаются на два или несколько меньших столбиков, контуры которых в плане вписываются в контур материнского столбика. Такое ветвление было описано как «простое последовательное распадение» И. Н. Крыловым у представителей группы *Kussiella* (1963). Оно характерно также для *Jurusania* Kryl. (Раабен, 1964), *Platella* Komar (Комар, 1966) и некоторых других строматолитов. Нарастание слоев при ложном ветвлении происходит следующим образом: на верхнем строматолитовом слое материнской колонки нарастают, нигде не выходя за ее пределы, два или несколько новых, обособленных слоев; их суммарная площадь оказывается меньшей, чем площадь материнского слоя. Каждый из них служит основанием новой субцилиндрической колонки, продолжающей свой рост прямо вверх, иногда с небольшими отклонениями, так что все новые образовавшиеся колонки имеют субпараллельные оси и как бы стоят на общем цоколе. При повторных ветвлениях суммарная площадь колонок еще более уменьшается, а общая площадь, занимаемая постройкой в любом горизонтальном срезе, остается примерно одинаковой, поскольку контуры новых колонок, возникающих при ветвлении, вписываются в контур исходного столбика.



Фиг. 12. Типы ветвления столбчатых строматолитов (схема)

Цифрами обозначены уровни срезов

а — пассивное, или ложное, ветвление; *б*, *в* — активное, или истинное, ветвление; *б* — тунгуссоидное, *в* — гимносолеиои дное

При активном, или истинном, ветвлении увеличение числа столбиков в процессе роста постройки сопровождается увеличением как суммарной площади дочерних столбиков, так и общей площади постройки. Нарастание слоев при таком ветвлении идет следующим путем: слои материнского столбика перед ветвлением все более увеличиваются в площади, свод арок обычно усложняется двумя или несколькими дополнительными выпуклостями, поперечное сечение приобретает вытянутое или двухлопастное, субтригональное или трехлопастное, полигональное или многолопастное очертание. На образовавшихся дополнительных выпуклостях затем возникают изолированные слои, общая площадь которых вначале меньше площади подстилающего слоя материнского столбика, но затем быстро возрастает; площадь каждого столбика в плане увеличивается, а общий контур разветвившейся постройки выходит за пределы контура материнского столбика. В дальнейшем рост новых столбиков может идти с резким непрерывным расширением площади слоев, образующих новые столбики, и со значительным их смещением в стороны от оси материнского столбика; оси столбиков при этом расходятся в стороны и приобретают различную ориентировку. Или же первоначально расширение столбиков может сменяться этапом унаследованного нарастания водорослевых пленок, происходящего без существенного и закономерного их расширения и смещения. Следующее затем новое расширение почти каждого столбика предшествует его разветвлению, т. е. возникновению новых столбиков, связанных с ним своим основанием. Постройка на первый взгляд кажется состоящей из параллельных, субцилиндрических, а в действительности — из ложноцилиндрических столбиков. Изгибы столбиков, «пережимы» в их основании и расширенные отрезки приурочены к участкам ветвления постройки.

Тот или иной способ ветвления, как правило, весьма выдержан в постройках тех или иных строматолитов. Так, у строматолитов групп *Kussiella* Kryl., *Jurusania* Kryl., *Platella* Komar наблюдается только пассивное, или ложное, ветвление. Истинное, или активное, ветвление характерно для многих ветвящихся строматолитов, причем у большинства из них постройки образованы различно ориентированными столбиками. Лишь у нескольких групп истинноветвящихся строматолитов, таких, как *Gymnosolen* Steinm., очень близкой к нему *Minjaria* Kryl., которая, по-видимому, даже не может считаться самостоятельной группой, *Inseria* Kryl., *Katavia* Kryl. и *Boxonia* Korol., постройки образованы преимущественно параллельными столбиками, что связано, как мы видели, с двукратной сменой характера нарастания слоев в процессе формирования столбиков.

Незначительные отклонения, например, от параллельности столбиков в постройках ложноветвящихся строматолитов носят случайный характер и обычно не нарушают общего плана постройки. Вряд ли следует подробно разъяснять и то очевидное положение, что в постройках активноветвящихся строматолитов с различно ориентированными столбиками, таких, как *Tungussia*, *Baicalia* и многих других, наряду с наклонными могут присутствовать и вертикальные столбики. Если постройки в целом имеют, как это нередко наблюдается, радиальное, более или менее симметричное строение, то такие вертикальные или субвертикальные столбики, естественно, располагаются в ее средней части.

Выдержанность типа ветвления, отражающего определенные закономерности формирования строматолитовой постройки, у большинства групп ветвящихся строматолитов определяет диагностическое значение этого признака. Поскольку каждый из известных типов ветвления (как и тесно связанная с ним общая форма столбика) является общим для ряда групп ветвящихся строматолитов, ранг этого признака правильнее считать надгрупповым.

Диагностика типов ветвления. Установить тип ветвления строматолитовой постройки возможно лишь в том случае, когда наблюдению досту-

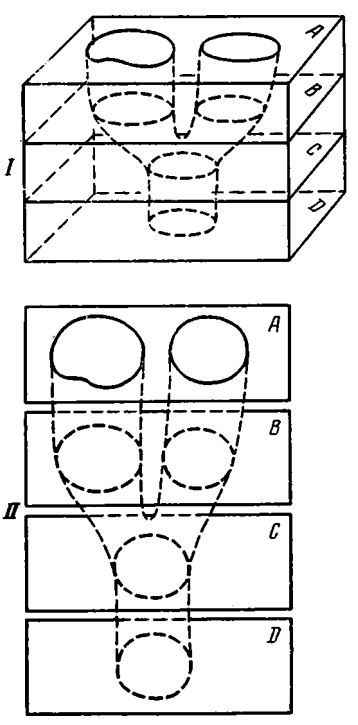
пен достаточно большой ее участок, где видно соотношение образующих ее столбиков. Тип ветвления может быть установлен в поле при наличии хорошо обнаженных построек, если имеются естественные ориентированные срезы, продольные — нормальные к поверхности напластования и поперечные — параллельные к поверхности напластования. При этих условиях пассивноветвящиеся строматолиты легко отличимы от активноветвящихся. На продольных срезах первых наблюдаются параллельные, одинаково ориентированные контуры колонок, как правило, не расширяющиеся ни в местах ветвления, ни в промежутках между ними.

Если все же в таких срезах и наблюдаются отдельные участки расширения, то относительная редкость и незакономерность таких участков на общем фоне указывают на то, что их появление либо связано со случайной деформацией прижизненной или вторичной, типичной формы, либо эти расширения кажущиеся и связаны с неровностью естественной поверхности, секущей постройку в данном обнажении, или с неровностью поверхности столбика (особенно в тангентальных, удаленных от оси столбика срезах).

В поперечных сечениях построек пассивноветвящихся строматолитов обнаруживается ряд замкнутых, главным образом овальных, контуров, нередко очень вытянутых и иногда изогнутых (когда срез проходит по цоколю материнского столбика или в месте слияния смежных столбиков) (см. табл. IX, *1—3*).

В постройках активноветвящихся строматолитов в продольных естественных сечениях обычно видно расширение каждой хорошо вскрытой срезом постройки снизу вверх, по мере увеличения числа столбиков. Отдельные фрагменты построек, попавших в плоскость среза лишь небольшой своей частью, имеют обычно сложный, вильчатый контур, замкнутый или незамкнутый, в зависимости от угла наклона постройки к поверхности сечения.

У строматолитов гимносоленоидного типа при достаточно большой и ровной поверхности естественного сечения форма контуров варьирует мало. У строматолитов с ветвлением тунгуссоидного типа наблюдается очень пестрая картина; наряду с вытянутыми, вильчатыми контурами видны короткие, округлые, овальные или лопастные контуры. В поперечных сечениях постройки активноветвящихся строматолитов обнаруживают большое количество лопастных сечений. При гимносоленоидном ветвлении такие лопастные сечения ассоциируются только с округлыми и овальными, отвечающими поперечным срезам столбиков между участками ветвления. У тунгуссоидных к ним добавляются вытянутые и вильчатые контуры, и общий рисунок поперечного среза постройки может мало отличаться от рисунка продольного среза. Это объясняется непараллельностью стол-



Фиг. 13. Схема реконструкции формы постройки столбчатых строматолитов по серии параллельных поперечных срезов

I — объемная реконструкция; *II* — восстановление типа ветвления; *A*, *B*, *C*, *D* — плоскости срезов

биков в постройке; срез, продольный или поперечный по отношению к одному-двум столбикам, оказывается косым по отношению к большинству остальных.

При отсутствии полевых наблюдений тип ветвления может быть определен в штуфе, при условии, что такой штуф представляет собой достаточно большой фрагмент постройки, позволяющий установить соотношение в ней столбиков. Это создает определенные трудности, главным образом в отношении крупностолбчатых строматолитов. Для надежного определения типа ветвления таких строматолитов потребовался бы штуф, иногда практически нетранспортабельный: например, при диаметре столбиков порядка 10 *см* нужен штуф размером не менее чем 30×30 — 40×40 *см* при высоте в 50—60 *см*. Большинство гимносоленид имеет меньший средний диаметр, и для уверенного их определения обычно достаточно штуфа площадью в несколько десятков сантимеров при высоте 15—20 *см*.

Примерный подсчет минимальных необходимых размеров штуфа может быть произведен по следующей формуле: длина стороны поперечного сечения (при квадратной его форме, наиболее благоприятной) должна быть равна $3d + 2a$, где d — средний диаметр столбика и a—средняя величина межстолбикового пространства. Высота штуфа должна быть не менее 1,5 l, где l — средний промежуток между участками ветвления или средняя длина столбика.

Располагая штуфом достаточных размеров, можно получить полноценную реконструкцию постройки ветвящихся строматолитов методом графического препарирования. Обычно пользуются серией срезов, ориентированных нормально по отношению к поверхности наслоения, иначе говоря продольных срезов. При этом иногда возникают затруднения, связанные с малым диаметром строматолитовых столбиков: для получения более или менее точного изображения постройки необходимо, чтобы каждый столбик был рассечен несколькими плоскостями, минимальная же толщина пластинок, получаемых при помощи дисковой пилы, в лучшем случае составляет 2—3 *мм* при ширине щели распила 1—1,5 *мм*.

Восстанавливая форму постройки гимносоленид, многие из которых имеют небольшой диаметр столбиков — 1,5—2 *см*, можно пользоваться серией непродольных, а поперечных сечений через постройку. Этот способ, кстати, и проще в практике его применения. В тех случаях, когда нет необходимости в изображении общего вида постройки, а необходимо лишь установить схему ее ветвления, задача еще упрощается (фиг. 13).

Глава II

ТЕКСТУРА СТРОМАТОЛИТОВЫХ СЛОЕВ

Текстуры, или, как их чаще называют, микроструктуры строматолитовых слоев освещались в литераутре неоднократно. Наиболее полный их обзор дан в недавно опубликованной монографии Вл. А. Комара (1966), где подробно рассмотрены, в частности, вопросы влияния на них перекристаллизации и критерии, позволяющие отличать первичные структуры от вторичных. Там же подробно разобраны две основные концепции, нашедшие отражение в различных работах.

Первая, концепция А. Г. Вологдина, интерпретирующего каждый элемент микроструктуры как определенную особенность водорослей-строматолитообразователей и строящего систематику этих водорослей на основе предложенной интерпретации, уже неоднократно критически рассматривалась многими, в том числе и автором этой работы (Раабен, Комар, 1964), и ее слабые стороны, пожалуй, наиболее четко сформулированы в одной из работ И. К. Королюк (1963).

Вторая концепция принимает за основу непосредственно наблюдаемые особенности микроструктур, или, как мы далее будем их называть, текстур строматолитовых слоев. Такими особенностями являются «форма, размеры, взаимное расположение, количественные соотношения и характер чередования участков карбоната, различающихся по своей зернистости, цвету и обогащению остаточным органическим веществом» (Комар, 1966, стр. 56) [1].

Текстуры, понимаемые таким образом, рассматриваются в общем ряду признаков строматолитов, наравне с их морфологическими признаками (Королюк, 1960, 1963; Семихатов, 1962; Комар, 1964, 1966; Голованов, 1966).

Общее число таких текстур, описанных в нашей литературе, достигает нескольких десятков. Так, различными авторами описаны: простейшая, пластинчатая, зонально-пластинчатая, полосчатая, ленточно-полосчатая, ленточная, простейшая ленточная, линейно-струйчатая, прерывистая, прерывисто-пластинчатая, облаковидно-пластинчатая, прерывисто-ленточная, линзовато-пластинчатая, непрерывно-линзоватая, линзовидно-сгустковая, линзовидно-сгустковая штриховатая, сгустково-ленточная, сгустково-полосчатая, сгустково-слоистая, сгустково-струйчатая, шестовато-сгустковая, шестовато-слоисто-сгустковая, сгустково-перистая, перистая, пятнистая, пятнисто-сгустковая, пятнисто-комковатая, комковатая, мелкокомковатая, комковато-слоистая, пятнисто-петельчатая, губ-

[1] С таким определением можно согласиться, внеся лишь поправку на отсутствие сколько-нибудь систематизированных данных по содержанию остаточного органического вещества в тех или иных участках карбоната, принимаемых за элементы или компоненты микроструктуры.

чатая, волокнисто-инкрустационная и ряд других (Семихатов, 1962; Комар, 1964, 1966; Раабен, 1964; Комар и др., 1965).

Эти разнообразные микроструктуры до сих пор еще окончательно не систематизированы и не всегда имеют достаточно четкие определения. Поэтому нередко одна и та же текстура различными авторами или даже одним и тем же автором называется по-разному. Так, текстура *Boxonia* характеризуется то как сгустковая, то как комковатая, текстура *Inseria nimbifera* — то как прерывисто-линзовато-полосчатая (Комар, 1966), то как прерывисто-сгустково-полосчатая (Семихатов, 1962), *Inseria djejimi* — как прерывисто-линзовато-полосчатая (Комар, 1966) и как пятнисто-сгустковая (Раабен, 1964), *Baicalia lacera* — как линзовидно-штриховатая и как прерывисто-линзовидная (Комар, 1966), *Gymnosolen confragosus* — как облаковидно-пластинчатая и как сгустково-слоистая (Комар, 1966) и т. д.

Таким образом, в понимании и наименовании микроструктур пока еще нет необходимого единообразия.

Как попытку некоторой систематизации текстур следует рассматривать выделение типов, подтипов и разновидностей микроструктур конофитонов, приведенное в монографии, посвященной этой группе строматолитов (Комар и др., 1965).

Вл. А. Комар (1966) осуществил такую попытку в более широком масштабе, рассмотрев различные аспекты текстуры и подробно разобрав важный вопрос о взаимосвязи текстур слоев с морфологическими признаками столбиков и построек строматолитов. Из его работы видно, что текстурные признаки распадаются на две категории, причем для одной категории устанавливается тесная взаимосвязь с определенными особенностями морфологии построек, а для другой такую связь установить не удается. К первой категории относится, во-первых, то, что называется упорядоченностью или неупорядоченностью микроструктуры, во-вторых — так называемая дифференцированность и недифференцированность микроструктуры.

«Упорядоченные» текстуры характеризуются линейным, послойным расположением темных элементов; выдержанность толщины слоев, параллельность границ слоев и их непрерывность являются основным их отличием от неупорядоченных структур.

«Упорядоченность» или «неупорядоченность» текстуры слоя тесно связана с наличием или отсутствием ветвления, и сравнительный анализ признаков показывает, что ветвящимся строматолитам присущи неупорядоченные микроструктуры, а неветвящимся — упорядоченные (Комар, 1966). Упорядоченные текстуры свойственны неветвящимся строматолитам *Conophyton* и *Colonella*; у ветвящихся строматолитов, даже в участках построек, лишенных ветвления, такие текстуры не возникают.

Вл. А. Комар (1966) высказал предположение, что сама способность или неспособность к ветвлению обусловлена характером микростроения строматолитового слоя.

Такая односторонняя причинная связь кажется сомнительной автору настоящей работы. Вряд ли можно считать, что параллельное расположение элементов текстуры с а м о п о с е б е обусловливает неспособность построек к ветвлению. Мало вероятной кажется и обратная зависимость; скорее всего, можно думать, что оба фактора являются отражением в «рисунке» текстуры, с одной стороны, и в морфологии постройки — с другой, каких-то общих механических и физико-химических свойств водорослевых пленок.

К сожалению, мы лишены возможности конкретнее установить, что это были за свойства и какое они могли иметь систематическое значение.

Второй признак той же категории, дифференцированность или недифференцированность слоя в латеральном направлении, обнаруживает тесную связь с другим морфологическим признаком — формой стромато-

литового слоя и формой арки строматолитового слоя. Эта связь, эмпирически прочно установленная, проявляется у *Conophyton*, где резкое утолщение «темного» пелитоморфного компонента слоя в его центре всегда сопровождается утолщением всего слоя в целом, что выражается в образовании «осевой зоны» и конической формы арки в серии слоев, образующих постройку. Аналогичная связь обусловливает определенный комплекс текстурных и морфологических признаков у ряда ветвящихся строматолитов, обнаруживающийся, хотя и не столь четко, как у конофитонов, у нескольких групп активноветвящихся строматолитов.

Обеднению строматолитового слоя темными пелитоморфными компонентами обычно сопутствует резкое утонение этого слоя в периферической части. Последнее сопровождается резким перегибом слоя и образованием облекания (стенки), что в свою очередь находит отражение в гладкой поверхности возникающих столбиков.

Степень дифференциации текстуры, резкость перегиба, длина и выдержанность периферического края сами по себе нередко трудно поддаются наблюдению и особенно сравнению у различных строматолитов. Напротив, обусловленные ими различия в степени облекания и характере поверхности часто столь явны, что именно они ставятся на первое место в диагнозах соответствующих групп.

Другая категория текстурных признаков — признаки, не обнаруживающие закономерной связи с особенностями строматолитов. К ним относятся очертания (форма) «сгустков» пелитоморфного карбоната, видимого в шлифе как темный компонент текстуры, их размеры и сочетание со светлым, более крупнозернистым карбонатом (Комар, 1966). Вл. А. Комар различает несколько главных типов микроструктур (текстур): пластинчатые (ленточные), штриховатые, сгустковые (комковатые) и послойношестоватые. Первые три типа различаются по форме «темных» компонентов, четвертый в отличие от них,—по расположению кристаллов карбоната, слагающего светлый слой. Представляется, что этот четвертый тип не может быть включен в общий ряд с тремя первыми.

Анализ текстурных признаков строматолитовых слоев надгруппы Gymnosolenida в общем подтверждает вывод Вл. А. Комара об отсутствии прямой зависимости между рисунком («типом») текстуры и морфологией столбика и постройки.

Напротив, весьма спорным, в свете ряда фактов, представляется предположение, что «данные, полученные при изучении микроструктур строматолитов, намечают в какой-то степени возможность подхода к созданию такой (естественной.— *М. Р.*) систематики этих органических остатков путем разработки классификации по типам и разновидностям микроструктур» (Комар, 1966, стр. 67).

Прежде всего уже сейчас очевидно, что попытка использования для создания какой-либо классификации, приближающейся к естественной, типов текстур, подобных перечисленным выше и основанных на характере очертаний темных сгустков, наблюдаемых в срезах, вряд ли может привести к успеху.

Подобные типы структур сами по себе, по-видимому, являются неоднородными. Так, текстуры пластинчатого и ленточного рисунка обусловлены непрерывностью темного «сгустка», имеющего форму пластинки или пленки, которая протягивается от края до края строматолитового столбика и кажется однородной по сложению.

В слагающем ее пелитоморфном карбонате обычно не удается уловить каких-либо более мелких элементов, образующих эту пластинку или пленку. Однако в отдельных случаях такие элементы, при очень хорошей сохранности структуры, все же улавливаются: Вл. А. Комар (1966) описал, например, мелкие округлые комочки (диаметр 0,01—0,05 *мм*), из которых состоят слои *Kussiella kussiensis* Kryl.,— формы с классической зонально-

пластинчатой структурой. Автору настоящей работы удалось наблюдать в столбчатом строматолите из свиты Рюссе архипелага Шпицберген другую структуру, которая при наблюдении в продольных срезах не может быть названа иначе, как тонкопластинчатой. Однако в срезе, ориентированном тангентально по отношению к своду очень плоской арки слоя этого строматолита, видно, что тонкий темный слой образован сложным переплетением нитевидных «сгустков» темного карбоната (см. табл. XVII).

Таким образом, хотя в большинстве случаев пластинчатый, зонально-пластинчатый или ленточный слой кажется однородным при любых увеличениях, уже эти единичные наблюдения показывают, что более тонкая его структура может быть в разных случаях различной и что группа или тип ленточных структур, по всей вероятности, является сборным.

Представлять их себе как нечто, отвечающее каким-либо определенным и всегда одним и тем же образованиям синезеленых водорослей, например их крупным (немикроскопическим) колониям, образованным мелкими клетками, или же слоевищам или сложным колониям, состоящим из ряда мелких одинаковых колоний, вряд ли можно, так как они могут быть то тем, то другим, или даже ни тем, ни другим.

То же относится, по всей вероятности, и к структурам штриховатого типа (собственно штриховатым, линзовидно-штриховатым, линзовидно-сгустковым и др.). Исследование показывает, что часть «штрихов» создается присутствием чешуевидных, лопастных или линзовидных «сгустков» в сечениях, приобретающих вид коротких полосок, «палочек» или линз (Комар и др., 1965). Другие образованы за счет различно ориентированных веретеновидных или нитевидных телец («сгустков»), дающих в сечении то полоски, то короткие линзочки, то эллиптические контуры, то, наконец, округлые контуры, в зависимости от их ориентировки относительно плоскости шлифа (см. табл. X, XVI). Уловить разницу удается далеко не всегда, а лишь при очень хорошей сохранности материала и то обычно на небольших участках шлифов. Это показывает, что и штриховатый тип структуры является сборным, и надежда на использование его при создании таксонов, близких к естественным, вряд ли имеет основание. Часть штриховатых структур могла бы отвечать, например, синезеленым водорослям с колониями или слоевищами пластинчатой или уплощенно-линзовидной формы, небольших размеров; другая часть могла бы принадлежать, например, водорослям с нитевидной формой колоний или настоящими нитями; такими среди синезеленых являются тубиелловые — одноклеточные колониальные водоросли из класса хроококковых и многие из хамесифоновых и гормогониевых.

Тип комковато-сгустковых структур также объединяет принципиально неодинаковые темные элементы текстуры. Особняком в нем стоят крупносгустковые или пятнистые текстуры, даже чисто морфологическая интерпретация которых наталкивается на те же затруднения, как и в случае ленточных и пластинчатых структур. Из сравнения, например, «прерывисто-сгустковой» текстуры *Conophyton lituus* Masl. (Комар и др., 1965, табл. IX, 2, 3) и текстуры *Boxonia* (Комар, 1966, табл. VI, VII), также называемой «сгустковой», видна условность их объединения в один и тот же тип.

Но даже морфологически более однородные мелкогустковые или мелкокомковатые текстуры вряд ли можно интерпретировать однозначно. Округлую форму и размеры, близкие к наблюдаемым у ряда форм «комочкам», имеют, например, как крупные клетки, так и микроскопические колонии ряда современных синезеленых водорослей. Действительно, округлые комочки, определяющие текстуру слоев *Boxonia lissa* (диаметр 0,05—0,07 *мм*), *Kotuicania torulosa* (0,01—0,07 *мм*) или входящие в состав пластинчатого слоя *Kussiella kussiensis* (0,01—0,05 *мм*) (Комар, 1966), близки по размерам и форме как к клеткам ряда современных синезеленых водо-

рослей, например *Synechococeus major* (диаметр 0,04—0,07 *мм*), *Gleocapsa gigantea* (0,05—0,07 *мм*), *Gleocapsa alpina* (0,1—0,04 *мм*), так и к колониям других *Cyanophyta*: *Cleocapsa punctata* (0,02—0,05 *мм*), *Coolosphaerium minutissima* (0,02—0,03 *мм*), *Gomphosphaeria lacustria* (0,03—0,07 *мм*), *Chrecoecopsis gigantea* (около 0,04 *мм*), *Macrocystis pulverea*, f. *delicatissima* (0,02—0,05 *мм*), f. *conferta* (0,05—0,07 *мм*), *M. anadontea* (0,01—0,04 *мм*) и др. Более крупные округлые темные сгустки по форме и размерам соответствуют как колониям ряда одноклеточных водорослей из класса хроококковых, так и колониям некоторых многоклеточных, в частности гармогониевых (Косинская, 1948; Голлербах и др., 1953).

Таким образом, даже в том случае, если выделение типов микроструктур удалось бы последовательно привести на основании объемной формы (а не очертаний в том или ином сечении) темных элементов текстуры (микроструктуры) — «сгустков», мы все же мало приблизились бы к возможности создания естественной классификации, прежде всего в связи с невозможностью отличать в наблюдаемых сгустках клетки от колоний, колонии — от нитей или от слоевищ и т. д.

Иначе говоря, даже имея возможность уверенно говорить о пластинчатой или линзовидной, округлой, нитевидной или веретеновидной форме темных «сгустков» или элементов текстуры, мы не могли бы судить о систематической принадлежности водорослей-строматолитообразователей к тому или иному подразделению естественной системы классификации.

Наибольший интерес представило бы, может быть, исследование, ставящее своей целью выявление текстур нитчато-веретеновидного типа и анализ распространения таких структур в разрезах. Хотя нитевидные образования известны у представителей всех трех ныне существующих классов синезеленых водорослей, подавляющее большинство их принадлежит представителям двух более сложноорганизованных классов — хамесифоновых и особенно гормогониевых; среди наиболее примитивных, хроококковых они встречаются почти исключительно у тубиелловых — у семейства (порядка?), которое рассматривается как переходное и более высокоорганизованное (Голлербах и др., 1953).

Появление нитевидных текстур строматолитовых слоев на определенном стратиграфическом уровне представило бы интерес как для оценки систематического значения хотя бы некоторых типов текстур, так и для проблемы развития органического мира в позднем докембрии.

Среди гимносоленид формы с нитевидной текстурой появляются только в верхних горизонтах верхнего рифея, где им сопутствуют некоторые формы из других подгрупп с тем же типом текстуры (см. табл. XVIII, XIX, XX).

Отсутствие данных о нитевидных структурах у достаточно большого числа строматолитов пока не позволяет говорить об их вертикальном распространении в целом; основной трудностью при решении этой задачи будет диагностика таких структур.

Что касается текстур других типов, то Вл. А. Комар, например, анализируя их вертикальное распространение, пришел к выводу об отсутствии как комковатых, так и штриховатых микроструктур у столбчатых ветвящихся строматолитов нижнего рифея. На неветвящиеся строматолиты и на пластовые это не распространяется: достаточно вспомнить штриховатую текстуру *Conophyton garganicus* Korol. (Комар и др., 1965) или комковатую — *Gongylina differenciata* Komar (Комар, 1966).

Таким образом, если в вертикальном распределении типов текстур и наблюдается какая-либо закономерность, то она проявляется только внутри определенных морфологических группировок строматолитов или, иначе говоря, внутри таксонов, выделенных по морфологическим признакам.

Отсутствие закономерной связи между морфологическими признаками и теми категориями текстурных признаков, которые послужили основани-

ем для выделения типов и разновидностей микроструктуры, не позволяет автору включать их в диагноз групп или более высоких таксонов. Текстура слоев рассматривается как основной признак формального вида внутри групп, как это предложила И. К. Королюк и как это было принято в ряде работ других исследователей.

Рассматривая текстуры строматолитов из надгруппы гимносоленид, автор придерживался следующего порядка их наименования: основное название текстуры произведено от формы темного компонента слоя, за которым дана кратчайшая характеристика расположения темных компонентов (послойное, зональное, равномерное). Характеристика светлого компонента добавляется после основного определения и только в случае необходимости (например, «светлый слой шестоватый»). Синонимы описательного характера, употреблявшиеся для названия той же структуры, если таковые имеются, приведены далее в скобках. Размерность темных и светлых компонентов и детали их расположения приводятся дополнительно; они обязательны для характеристики большинства конкретных форм (формальных видов), обеспечивая возможность объективного сравнения более или менее однотипных текстур.

Мне кажется, что при общем пересмотре текстур строматолитов, который далеко выходит за рамки этой работы, но который неизбежно предстоит исследователям в дальнейшем, подобный порядок наименования структур также мог бы быть принят. Возможны и другие варианты, но, во всяком случае, пересмотр и систематизация структур должны вестись на единой основе.

Глава III

СТРОЕНИЕ СТРОМАТОЛИТОВЫХ БИОГЕРМОВ И ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИКИ

Материалы о строении строматолитовых биогермов, имеющиеся в распоряжении исследователей, пока довольно ограниченны. Это объясняется прежде всего трудностью изучения полных биогермов, особенно крупных, в поле без специальных горных работ. Большие биогермы лишь изредка оказываются целиком вскрытыми в карьерах или естественных обнажениях, и наблюдению чаще всего доступны разобщенные участки таких биогермов или небольшие биогермы. Даже в условиях хорошей обнаженности слишком выветрелые или недостаточно выветрелые поверхности скал, большие и малые неровности рельефа затрудняют наблюдения, маскируя истинные соотношения, а иногда и создают просто неверное впечатление о характере взаимоотношений между различными участками одного биогерма, между отдельными постройками или между смежными биогермами.

Это тем более досадно, что вопросы строения строматолитовых биогермов вновь встали сейчас с большой остротой.

До последнего времени среди исследователей господствовало представление об однородности их характера, т. е. о том, что каждый биогерм сложен одинаковыми строматолитовыми постройками.

Понятие «строение биогермов» иногда прямо отождествлялось с понятием «общий характер строматолитовой постройки» (Крылов, 1963), и этот признак был принят за основу выделения наиболее крупных таксонов, пластового, желвакового, столбчатого и других типов, всеми исследователями, применявшими морфологическую классификацию строматолитов (Королюк, 1960; Крылов, 1962; Комар, 1964, 1966, и др.). Лишь в самое последнее время стали появляться данные о существовании биогермов, построенных более сложно (Власов, 1965; Крылов, 1965, 1967; Шаповалова, 1965; Нужнов, 1967). Эти данные вызвали большой интерес к общим закономерностям строения биогермов, и уже сделаны интересные попытки обобщать имеющийся фактический материал. И. Н. Крылов (1967), например, пришел к выводу, что в большинстве рифейских и кембрийских строматолитовых биогермов присутствуют строматолиты, принадлежащие к разным группам и даже типам в сочетаниях, вполне закономерных для определенных строматолитов, и что «несмотря на громадное разнообразие биогермов, в их строении можно без труда проследить общие закономерности» (Крылов, 1967, стр. 20).

Основные указанные им закономерности относятся к дифференциации типов построек в вертикальном и латеральном направлениях. По вертикали в биогермах закономерно дифференцируются три части или зоны (Власов, 1965; Крылов, 1965, 1967): нижняя, средняя и верхняя, образованные

постройками, которые могут быть отнесены к различным типам строматолитов. В частности, нижняя зона может быть сложена пластовыми, столбчато-пластовыми или желваковыми строматолитами, средняя — столбчатыми и верхняя — снова пластовыми или столбчато-пластовыми. Различия этих зон связываются с возрастными стадиями развития биогерма — юношеской, зрелой, или взрослой, и старческой, из которых «стадия зрелости, отвечающая созданию средней части биогерма, характеризуется максимальным развитием всех водорослей, входящих в состав колонии» (Крылов, 1967, стр. 22). Ф. Я. Власов приравнивает стадии развития биогерма к возрастным фазам развития биологической особи (Власов, 1965).

Кроме вертикальной стадийности или зональности для биогермов устанавливается закономерная смена построек, могущих быть отнесенными к различным типам или группам, в латеральном направлении. Отмечена смена столбчатых строматолитов пластовыми и столбчато-пластовыми в краевых частях биогермов *Kussiella* и *Baicalica*, смена «центровых» *Minjaria* и *Gymnosolen* «краевыми» *Tungussia*.

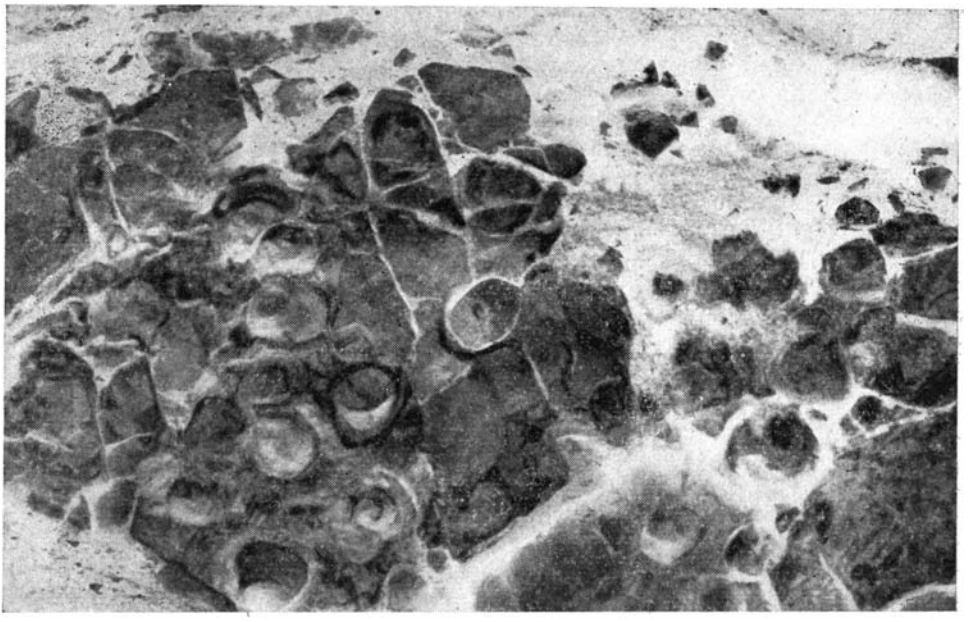
Наконец, закономерным признается совместное нахождение в одном биогерме групп строматолитов: *Inseria* и *Jurusania*, *Inseria* и *Conophyton*, *Conophyton* и *Baicalia*, без указания пространственного положения тех и других в биогермах (Крылов, 1967).

Анализ имеющегося все еще довольно ограниченного материала по биогермам рифейских строматолитов показывает, однако, что те особенности их строения, которые так ярко подчеркнуты И. Н. Крыловым, свойственны лишь некоторым из них, а потому не могут считаться общими закономерностями.

Чаще приходится встречаться с большой выдержанностью форм построек в биогерме, чем с явлениями разнородности биогерма, в чем автор имел возможность убедиться, изучая верхнерифейские отложения западного склона Урала, Тимана, Канина, а также архипелага Шпицберген (фиг. 14,15). Более сложно построенные биогермы наблюдались лишь в единичных случаях.

Сочетание столбчатых и пластовых строматолитов, близкое к тому, которое описано И. Н. Крыловым в биогермах *Baicalia*, автор настоящей работы наблюдал только в биогермах *Tungussia* в укской свите верхнего рифея Южного Урала, в выемке железной дороги близ пос. Шубино. Ряд линзовидных, очень выпуклых вверху биогермов, диаметром от 1 до 5 *м* и высотой до 1,5—2 *м*, четко обособленных от вмещающей породы, образован в большей своей части радиально расходящимися постройками *Tungussia*. Столбчатые постройки не обнаруживают каких-либо отклонений в морфологии, выходящих за рамки группы *Tungussia*. Радиальная структура куста обусловливает различный угол наклона построек, более пологий в краевых частях. Разумеется, каждый из столбиков обнаруживает индивидуальные особенности. Столбчатые постройки окаймлены сверху и с боков биогерма пластовыми строматолитами, зона развития которых не превышает нескольких сантиметров, и лишь в месте максимального расширения линзы протягивается шлейфом на расстояние до 20—25 *см*. Нижняя зона пластовых строматолитов не устанавливается.

По-видимому, вообще присутствие всех трех вертикальных частей или зон, которые должны отвечать юношеской, зрелой и старческой стадиям, наблюдается относительно редко. Даже описание биогермов, приведенных с целью иллюстрировать стадии их развития, показывает, что любая из них может отсутствовать: в биогерме *Baicalia* из улунтуйской свиты нет нижней зоны (Крылов, 1967, фиг. 8, 9, 10), а столбики средней зоны биогермов строматолитов из жербинской свиты засыпаны песками (там же, фиг. 11, 12), и верхней зоны построек иной формы не возникает. Надо сказать, что в жербинских биогермах зональность вообще проявляется не вполне отчетливо. «Толстый и короткий столбик», образующий основание биогерма и представ-



Фиг. 14. Часть большого биогерма конофитонов. О. Западный Шпицберген, Ломфьорд, слои Сванбергфьеллет

ляющий его «юношескую стадию», отличается только размерами от расположенных выше более узких столбиков: уменьшение диаметра столбиков при ветвлении — явление довольно обычное для ветвящихся строматолитов, и отнесение нижнего материнского столбика к иному типу, чем дочернии, а именно к желваковым строматолитам (Крылов, 1967) вызывает сомнение.

Мне случалось наблюдать хорошо обнаженные биогермы столбчатых строматолитов, вообще совершенно лишенные какой бы то ни было вертикальной зональности. Примером их могут служить небольшие биогермы *Tungussia* из верхнерифейских отложений — свиты Хуннберг (формация Гекла-Хук) о. Северо-Восточная Земля арх. Шпицберген. Неправильно-линзовидной формы, диаметром и высотой от 1,5 до 2 *м* они сложены снизу доверху однотипными столбчатыми постройками. Столбики, расширяющиеся снизу вверх и ветвящиеся на различных уровнях, начинают свой рост непосредственно от субстрата — на неровной поверхности подстилающих брекчиевидных доломитов — и перекрываются толстоплитчатыми доломитами, лишенными каких бы то ни было признаков строматолитовой текстуры. Отсутствие вертикальной зональности видно здесь, таким образом, весьма отчетливо. Никак не дифференцируются и краевые части этих биогермов (см. фиг. 15).

Сходная картина наблюдается в биогермах тунгуссий из более высоких горизонтов формации Гекла-Хук, а именно из доломитов Баклундтоппен, хорошо обнаженных в районе ледника Полярисбрен на о. Западный Шпицберген.

В обоих случаях не наблюдается ни существенных изменений морфологии столбчатых построек, ни появления в периферических частях (снизу, сверху или по краям) биогерма пластовых или столбчато-пластовых строматолитов.

Систематическая самостоятельность строматолитов различных частей биогерма, даже обнаруживающего зональность, нуждается в анализе в каждом отдельном случае. Так, например, нижняя зона пластовых или

сходных с пластовыми построек, иногда наблюдаемая в биогермах пассивноветвящихся строматолитов, как мне кажется, принципиально мало чем отличается от любого широкого столбика, выше распадающегося на более мелкие. Аналогичные или сходные постройки легко возникают и внутри таких биогермов.

Мной уже было описано (Раабен, 1964) сочетание в одном биогерме цилиндрических, обособленных столбиков и неправильных построек, напоминающих постройки столбчато-пластовых строматолитов *Jurusania nisvensis* Raab. из деминской свиты Полюдова кряжа (см. фиг. 8,*8*). Переход цилиндрических столбиков в неправильные слоистые тела осуществляется многократно как в латеральном, так и в вертикальном направлениях, без изменения структуры слоев. При обычном для *Jurusania* обилии переходных слоев-мостиков возникновение сложных неправильных столбиков не кажется аномальным, напротив, слияние столбиков является одной из характернейших черт пассивноветвящихся строматолитов верхнего рифея изученных автором областей и наблюдается не только у *Jurusania*, но и у двух форм *Kussiella* из быстринской свиты Тиманского кряжа (см. табл. VII).

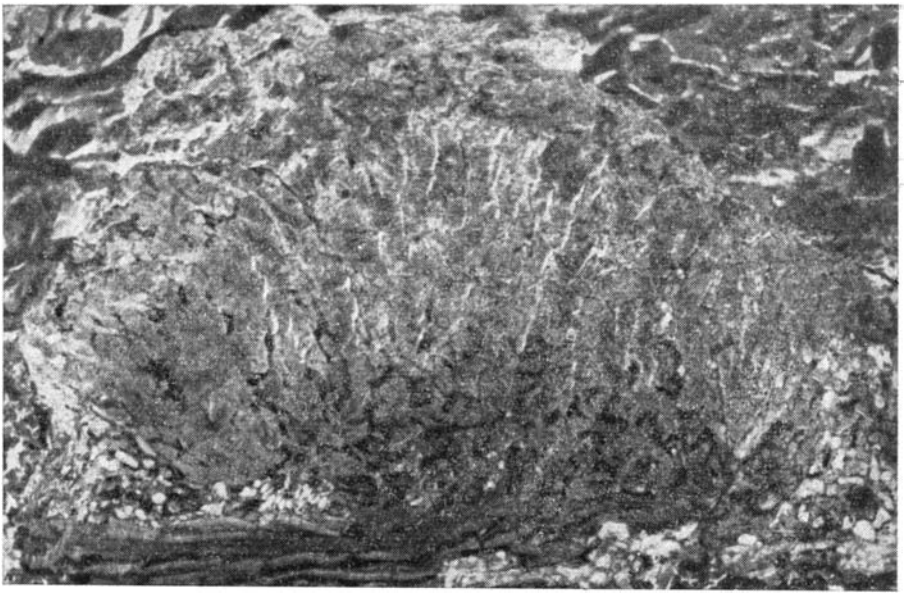
Диагностика таких неправильных столбов, лишенных четких геометрических элементов, по их форме, естественно, затруднительна; лишь имея штуфы с хорошо обособленными столбиками, можно с уверенностью определить принадлежность строматолита к той или иной группе. Это вносит трудность лишь в процесс определения, но отнюдь не в вопросы систематики.

Указать какие-либо черты отличия морфологии сложных бесформенных построек, спорадически возникающих в биогермах, например *Jurusania*, от таких же бесформенных слоистых подушек других пассивноветвящихся строматолитов вряд ли возможно. Оговоримся, что в биогермах *Jurusania* часто возникают слоистые постройки неправильно-цилиндрической формы с вытянуто-эллипсовидным, изогнуто-эллипсовидным или лопастным сечением, пожалуй, не менее характерные, чем правильно-цилиндрические столбики, и что благодаря частым слияниям и разветвлениям форма столбиков порой сильно усложняется, оставаясь все же определимой. Вряд ли целесообразно было бы выделение каждой из бесчисленных возможных модификаций или даже некоторых из них в особую таксономическую единицу, поскольку все их особенности вытекают из основных свойств строматолитовых слоев и типа их нарастания.

Данные о присутствии в некоторых биогермах двух или трех зон, образованных строматолитами различных типов, например пластовых и столбчатых, не представляют пока практического интереса для вопросов диагностики столбчатых строматолитов: лишь в присутствии центральной зоны, сложенной столбчатыми постройками, возможно их определение до группы или до морфологического вида. Чем и как отличаются друг от друга пластовые, столбчато-пластовые или желваковые постройки, слагающие основание или кровлю сложного биогерма, и действительно ли существуют такие отличия, иными словами — соответствуют ли определенным столбчатым строматолитам особые формы строматолитов иных типов, пока совершенно неясно.

Гораздо больший интерес могут представить те различия в форме построек собственно столбчатых строматолитов, которые иногда наблюдаются в одном и том же биогерме.

Остановимся сперва на изменениях характера столбчатых построек от центра к периферии, отмеченных И. Н. Крыловым. Наблюдая биогермы тунгуссий, миньярий и гимносоленов из дадыктинской свиты Туруханского района, он пришел к выводу, что «параллельно-ветвистые» *Gymnosolen* в краевых частях биогермов закономерно образуют наклонные и горизонтально ориентированные ответвления и переходят таким образом



Фиг. 15. Биогерм тунгусский из свиты Хуннберг (арх. Шпицберген)

в «непараллельно ветвистые» *Tungussia*» (Крылов, 1967, стр. 24). Даже если родовая принадлежность строматолитов определена здесь верно, сочетание «центровых» *Gymnosolen* с «краевыми» *Tungussia* вряд ли является обязательным. В этом можно убедиться, наблюдая постройки типовой формы группы *Gymnosolen*— *G. ramsayi* Steinm. на п-ове Канин, прекрасно обнаженные на мысе Западный Лудоватый в скалах и огромных глыбах в приливно-отливной зоне. Они образуют здесь ряд пластовых биогермов, сложенных совершенно однотипными параллельно-ветвистыми постройками, состоящими из ложно-цилиндрических столбиков, расположенных нормально к поверхности пласта. Короткие наклонные участки построек отвечают только местам их разветвлений. Уже Рамзей (Ramsay, 1911) отмечал, что в краевых частях пластов-биогермов постройки сохраняют все свои особенности и лишь расположены более редко. Показательными представляются и данные о строении других пластов, сложенных постройками *ymnosolen*. Такие пласты, приуроченные к определенным стратиграфическим горизонтам и толщам— к низьвенской свите Полюдова кряжа (низы III подсвиты), миньярской свите Южного Урала (бьянкская подсвита), к свите Хуннберг о. Северо-Восточная Земля арх. Шпицберген и другим, протягиваются на многие сотни метров, а иногда прослеживаются на десятки километров. На всем их протяжении не наблюдается иных построек, кроме параллельно-ветвистых, субвертикальных, сложенных ложноцилиндрическими столбиками *Gymnosolen*. Это же относится к биогермам *Gymnosolen uralicus* (Kryl.), приуроченным к основанию III подсвиты низьвенской свиты Полюдова кряжа, миньярской свите Тираянской мульды и др. Такая же выдержанность характера и наклона построек на большом протяжении устанавливается, например, для пластового биогерма конофитонов, тянущегося вдоль западного берега Ломе-фьорда (п-ов Ньюфрисланд, о. Западный Шпицберген) в слоях Сванбергфьеллет серии Академикербрен формации Гекла-Хук. На отпрепарированной эрозией поверхности биогерма, обнаженной более чем на километр по простиранию, обнаруживается бесчисленное множество верхушек построек, ориентированных перпендикулярно к поверхности пласта и имеющих форму головки артиллерийского снаряда. В промоинах же видны продольные раз-

резы цилиндрических, местами соединенных мостиками столбов, расположенных параллельно друг другу и нормально к поверхности слоя (фиг. 14).

Напротив, в биогермах *Baicalia*, *Tungussia*, *Parmites*, *Anabaria* и других тугнуссид, постройки которых в типе расходятся радиально, часто можно наблюдать увеличение наклона столбов от центра к периферии. Представляется, что наклон столбов в обширной надгруппе Tungussida можно использовать лишь с большой осторожностью при определении групповой принадлежности строматолитов и что здесь следует обращаться к другим признакам, прежде всего к тем из них, которые зависят от особенностей слоев (см. главу V). Напомним, что именно различная, т. е. непараллельная, ориентировка столбиков в постройках, а не отсутствие вертикальных столбиков характеризует надгруппу Tungussida (Раабен, 1964).

Некоторые другие сочетания различных столбчатых строматолитов, которые представляются И. Н. Крылову закономерными, но пространственные соотношения для которых еще не установлены, также заслуживают внимания. Из них сочетание *Inseria* и *Jurusania* (Крылов, 1967), по-видимому, встречается весьма не часто. Во всяком случае, наблюдая многочисленные постройки *Jurusania nisvensis* из низов деминской свиты Полюдова кряжа, о которых уже упоминалось выше, мне ни разу не удалось встретить совместно с ними столбиков *Inseria*. Постройки *Inseria tjomusi*, приуроченные к той же свите, образуют в ней обособленный пласт, темно-кирпичная окраска которого резко отличает его от желто-бурых мергелистых доломитов, содержащих *Jurusania*. Текстура строматолитовых слоев *J. nisvensis* четко отличается от текстуры *Inseria tjomusi*, как, впрочем, и текстура *Jurusania cylindrica* (см. фиг. 22 и 23 и табл. XV и XXII). Не наблюдались и постройки *Jurusania* среди многочисленных *Inseria djejimi*, слагающих выдержанный по простиранию пласт в низвенской свите того же района (Раабен, 1964).

Остановимся также на сочетаниях *Conophyton* с ветвящимися строматолитами. По указанию И. Н. Крылова, он встречается в одних биогермах с *Inseria*, *Baicalia* и другими и является их «конически слоистой разновидностью» (Крылов, 1967).

Отрезки столбиков с субконическими слоями были и ранее отмечены им у *Inseria tjomusi* (Крылов, 1963, стр. 72, табл. XIV) и у *Kussiella kussiensis* (там же, стр. 61, табл. IV). Мне случалось наблюдать такие же отрезки в столбиках *Inseria djejimi*, *Gymnosolen ramsayi*, *Jurusania nisvensis* и других ветвящихся строматолитов (Раабен, 1964), а Вл. А. Комару — в столбиках *Colonnella laminata* (1966, табл. IV). Ничто, однако, кроме субконической формы арок, не сближает во всех указанных случаях такие спорадически возникающие у различных строматолитов отрезки столбиков с представителями группы *Conophyton*, которая характеризуется целым комплексом признаков (Комар и др., 1965), важнейшими из которых являются осевая зона, упорядоченный тип микроструктуры и др. Упомянутые вариации формы свода арок не имеют прямого отношения к вопросам систематики, тем более что у многих ветвящихся строматолитов эта форма вообще очень изменчива (Крылов, 1963; Раабен, 1964).

Больший интерес для рассматриваемого вопроса представляют данные об иного рода сочетаниях *Conophyton* с ветвящимися строматолитами: в некоторых конофитоновых биогермах наряду со столбами *Conophyton*, наблюдаются строматолиты существенно иного строения. Так, в биогермах верхнерифейских *Conophyton milaradovi*ĉ*i* местами присутствуют небольшие колонки, сложенные полого-выпуклыми строматолитовыми слоями (Раабен, 1964). Высота таких колонок может достигать нескольких сантиметров, диаметр 1—2 *см*. Иногда они ветвятся. Такие колонки нередко развиваются на свисающих концах строматолитовых слоев по периферии столбиков *Conophyton miloradovi*ĉ*i* Raab. из быстринской свиты Джежим-

ской Пармы (Южный Тиман) и низьвенской свиты Полюдова кряжа. К сожалению, небольшой размер этих колонок, не достигающих полного развития, не позволяет с достаточной достоверностью определить, принадлежат ли они к какой-либо из известных нами групп ветвящихся строматолитов. Текстура слоев, слагающих колонки, характеризуется присутствием тонких веретеновидных участков микрозернистого карбоната, располагающихся на фоне неяснослоистого, светлого, более крупнозернистого карбоната и отчетливо различающихся лишь при хорошей сохранности. Эта микроструктура заметно отличается от микроструктуры центральных частей построек конофитонов (см. табл. XVIII).

По данным И. Г. Шаповаловой (1965), в среднем рифее Юдомо-Майского прогиба (лахандинская и ципандинская свиты) наблюдаются строматолиты, названные ею *Jacutophyton*, в постройках которых наблюдаются сходные соотношения. Морфология основных столбиков полностью отвечает по диагностическим признакам формальному виду *Conophyton cylindricus* Masl., по периферии же развиваются небольшие колонки строматолитов «байкалоидного типа». В некоторых биогермах пласты, образованные такими сложными постройками, чередуются, иногда неоднократно, с пластами или зонами, сложенными постройками *Conophyton cylindricus*, без каких-либо ответвлений. И. Г. Шаповалова не находит разницы между микроструктурой ответвляющихся столбиков и основного столбика *Jacutophyton*, «в некоторых случаях напоминающей микроструктуру *C. cylindricus*, в других — микроструктуру *Baicalia prima* Semikh.» Однообразие строения микрослоев этих строматолитов указывает, по мнению И. Г. Шаповаловой, на постоянство состава синезеленых водорослей - строматолитообразователей.

Представляется, однако, что присутствие в одном и том же биогерме столбиков *Conophyton* и ветвящихся колонок существенно иного строения говорит не о систематической близости водорослей-строматолитообразователей, слагающих эти разнотипные постройки, а скорее о возможности сосуществования в одном биогерме различных водорослей, или сообществ водорослей, *каждая* (или каждое) из которых образует постройки свойственной ей (или ему) формы, при одних определенных условиях слагая особые зоны, состоящие только из построек какого-нибудь одного типа, при других — зону смешанных построек.

Близкой концепции придерживается С. В. Нужнов, который также отметил «формирование ветвящихся клубневидных столбиков *Baicalia* на поверхности конусов *Conophyton*» в мильконской подсвите лахандинской свиты р. Маи (Нужнов, 1967, стр. 130, табл. VII). Он считает нецелесообразным выделять гетерогенные постройки в какие-либо обособленные систематические категории и предпочитает определять их в отрезках, относя каждый из отрезков к той группе или форме, диагнозу которой он соответствует. Образование гетерогенных построек он связывает со сменой во времени и колониях (напластованиях строматолитов) одних сообществ водорослей другими.

Текстурные отличия в случае тесной пространственной взаимосвязи различных строматолитов, по-видимому, не всегда улавливаются. Иногда же они достаточно очевидны. Так, например, описывая постройки *Boxonia* из боксонской свиты Иркутского амфитеатра, И. К. Королюк (1960) отметила, что «на *Boxonia gracilis* часто появляются мелкие столбчатые строматолиты другого типа» (стр. 140). Просмотр образцов, происходящих из того же района, любезно предоставленных в мое распоряжение М. А. Семихатовым, позволил уточнить, как именно сочетаются между собой эти различные строматолиты: в едином штуфе (см. табл. II, *1*), большая часть которого сложена столбиками *Boxonia gracilis* Korol., на каждом из таких столбиков располагаются ветвящиеся постройки строматолитов, довольно значительно отличающиеся от этой формы по ряду признаков. Смена про-

исходит на одном уровне, хорошо заметном благодаря присутствию во всех столбиках двух прослоев белого крупнокристаллического кальцита, разделенных строматолитовым слоем с комковатой текстурой. Не переходя в межстолбиковые промежутки, они прослеживаются от столбика к столбику, сохраняя свое строение и примерную толщину (около 0,5 *см*). В каждой постройке они служат границей раздела между ровными, вертикальными довольно крупными столбиками *Boxonia* с редким ветвлением, гладкой поверхностью, глубоко облекающим периферическим краем слоев, высоким сводом арок и расположенными выше постройками; каждая из построек имеет в основании тот же или несколько больший диаметр, что и служащий ей основанием столбик *Boxonia* (2—6 *см*), но выше, иногда всего в 3—4 *см* от разделяющей пачки, она разветвляется на несколько мелких столбиков диаметром в 0,5—1,5 *см*. Эти столбики отличаются неровной поверхностью; выступы на ней, особенно заметные благодаря малому диаметру столбиков, имеют характер коротких карнизов, реже — валиков и обусловлены прерывистым характером облекающего края строматолитовых слоев. Свод арок здесь плоский ($h/d = 0{,}22—0{,}33$), в отличие от высокого, круто выпуклого свода арок *Boxonia gracilis*, отношение высоты которого к диаметру столбиков колеблется в рассмотренных постройках от 0,45 до 0,70.

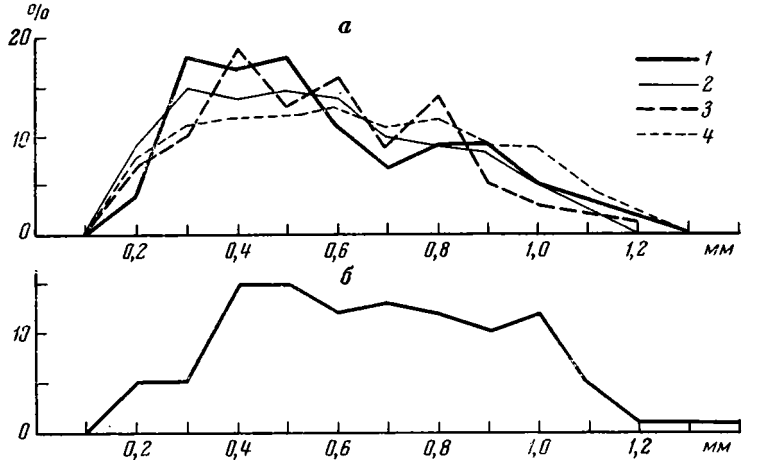
Текстура в обеих зонах различается достаточно четко: оставаясь в обоих случаях комковатой (глобулярной), она различается по размерности и густоте расположения комочков. Диаметр их у *Boxonia gracilis* от 0,25 до 0,150 *мм*, при наиболее частом 0,05—0,07 *мм*. У верхних строматолитов диаметр составляет от 0,015 до 0,075 *мм*, при наиболее часто наблюдающемся размере 0,03—0,04 *мм*. Средняя частота комочков на 1 $мм^2$ шлифа в продольном сечении у *B. gracilis* 50—60, у строматолитов верхней зоны 80—100. Кроме того, светлые слои, хорошо описанные И. К. Королюк у *Boxonia gracilis*, почти не выражены у строматолитов верхней зоны; у последних, кроме того, не удается усмотреть той отчетливо выраженной зональности в расположении слоев, которая характерна для *B. gracilis*. Интересно отметить, что и в структуре карбоната межстолбиковых промежутков нижней и верхней зон обнаруживается заметное отличие. Таким образом, изменение морфологии строматолитовых построек в пределах одного и того же биогерма в данном случае сопровождается и изменением текстуры слоев.

Хотя совместное существование в одном биогерме различных столбчатых строматолитов и возможно, однако не следует каждый раз, когда мы встречаем в биогерме столбики различной формы, причислять их к различным группам или хотя бы морфологическим видам. Ряд строматолитов, особенно из надгруппы Tungussida, замечателен именно тем колоссальным количеством индивидуальных изменений, обнаруживаемых столбиками, каждый из которых похож на соседний лишь тем, что быстро расширяется после ответвления от «материнского» столбика. Наиболее разнообразны, пожалуй, столбики строматолитов группы *Poludia*, варьирующие от почти прямых, цилиндрических до сложно-изогнутых, грибообразных и еще более прихотливых, тесно переплетающихся в любом штуфе, взятом, например, из пласта строматолитовых доломитов с *Poludia*, который прослеживается в верхней части низьвенской свиты Полюдова кряжа (верхний рифей) на несколько десятков километров. Достаточно изменчивы и столбики *Baicalia*, *Tungussia* (Крылов, 1963, фиг. 18—21; Семихатов, 1962, табл. I—IV; Раабен, 1964, табл. II и др.; см. также фиг. *9—11* наст. работы). Индивидуальные вариации формы таких столбиков и построек не следует смешивать с изменчивостью систематического состава биогерма.

Следует помнить также о возможности другого рода ошибок при установлении состава строматолитов в биогермах, возникающей при отсутствии достаточных данных о взаиморасположении тех фрагментов построек,

которыми располагает исследователь: фрагменты одной и той же постройки иногда могут быть приняты за постройки различных строматолитов.

В 1961 г. в моем распоряжении оказался ряд штуфов крупных столбчатых строматолитов из одного обнажения верхнего рифея с р. Низьвы (Полюдов кряж). В нескольких штуфах при реконструкции обнаружились прямые цилиндрические гладкие столбы, типичные для *Minjaria* или крупных *Gymnosolen*. В двух штуфах реконструкция дала толстые изогнутые фрагменты столбов, а один из штуфов обнаружил кустообразный фрагмент постройки, весьма напоминающей постройку *Pseudokussiella aii* Kryl. Посетив в 1962 г. обнажение, из которого происходили все образцы, принадлежавшие, как казалось, разным строматолитам, я убедилась, что как цилиндрические столбы, так и разветвленные «кусты» вместе составляют единые крупные постройки, причем вторые отвечают участкам их разветвлений (фиг. 16).



Фиг. 16. Вариационные кривые толщины пленочных темных компонентов текстуры у *Jurusania* Kryl.

а — *Jurusania nisvensis* Raab., деминская свита, Полюдов кряж (*1* — голотип; *2—4* — другие образцы из той же свиты); *б* — *Jurusania cylindrica* Kryl., голотип

Не исключено, что аналогичные взаимоотношения объединяют столбы *Minjaria uralica* Kryl. и постройки, послужившие типом группы *Pseudokussiella* Kryl., встречающиеся совместно и имеющие одинаковый состав и текстуру (Крылов, 1963).

Оставив в стороне не вполне достоверные данные и различного рода предположения, мы можем считать, что в рифейских отложениях кроме строматолитовых биогермов обычного типа, сложенных однородными постройками, иногда встречаются и биогермы, в состав которых входят либо строматолиты различных типов — столбчатые и пластовые, либо столбчатые строматолиты различных групп. В ряде случаев, хотя не всегда, они распределяются зонально, сменяя друг друга или по вертикали, или в направлении от центра к периферии.

Причины такого полиморфизма построек одного и того же строматолитового биогерма пока неизвестны, и на этот счет высказывались различные предположения. Мы уже подробно останавливались на представлении о «возрастных стадиях», которыми пытались объяснить смену по вертикали столбчатых строматолитов пластовыми, наблюдаемую в некоторых биогермах. Для объяснения изменения формы построек от центра к периферии некоторых биогермов было высказано предположение о том, что в крае-

вых частях строматолитовые постройки были больше подвержены влиянию волн, течений и т. п. (Крылов, 1967).

Более вероятным кажется иное предположение: в центральной части биогермов развивались строматолитовые постройки, образованные определенными водорослями-строматолитообразователями, без примеси чужеродных форм, что и обусловливало четкость и устойчивость тех признаков, которые мы можем наблюдать в этих постройках. В краевых же частях к ним могли присоединиться иные формы водорослей, а может быть, и других организмов, которые тем сильнее нарушали характер постройки, чем ближе к периферии биогерма эти постройки были расположены, вплоть до образования здесь бесформенных, пластовых построек. Не исключено, что пластовые строматолиты, залегающие в основании биогерма столбчатых строматолитов, могли быть образованы бо́льшим числом форм, чем сменяющие их столбчатые постройки, которые возникли в результате вытеснения одних определенных водорослей другими.

Появление «корки» — верхней зоны пластовых строматолитов, иногда покрывающей биогерм столбчатых строматолитов, по всей вероятности, связано со сменой или значительным изменением комплекса водорослей-строматолитообразователей. К сожалению, данные по микроструктуре строматолитов сейчас вообще еще не таковы, чтобы по ним можно было судить об изменчивости или, наоборот, о стабильности водорослевого комплекса, образовавшего их постройки, и высказанное представление пока остается лишь гипотезой. Во всяком случае, представляется правомерным сравнивать сложно построенный биогерм строматолитов, особенно имеющий зональное строение, скорее с таким образованием, как линза торфяника, чем с отдельным организмом или особью. Закономерная смена растительных сообществ, обычная для таких образований, могла бы объяснить ту зональность, которая иногда наблюдается в биогермах.

Различие двух изложенных точек зрения сводится к тому, что первая из них предполагает большую изменчивость, текучесть формы построек, присущей тому или иному виду (или устойчивому симбиозу) водорослей-строматолитообразователей. Изменение формы построек со всеми их морфологическими признаками связывается с изменением внешних условий, «возрастом» биогерма и другими причинами при неизменном составе водорослей-строматолитообразователей.

Вторая, кажущаяся мне более правильной, предполагает, что различия формы построек обусловливаются в основном различием состава водорослей-строматолитообразователей в тех или иных частях биогерма.

Та или иная из этих точек зрения определяет и позицию в отношении систематики строматолитов и схем их классификации, базирующихся на морфологических данных.

Каждый исследователь, предлагая ту или иную схему классификации строматолитов, отмечает ее искусственный характер, зависящий от того весьма досадного обстоятельства, что доступные наблюдению особенности строения или признаки строматолитов не могут пока быть непосредственно связаны с особенностями водорослей-строматолитообразователей (см. главу IV). Однако в то время, как одни исследователи допускают известную близость такой искусственной морфологической классификации к естественной, считая, что комплекс морфологических и микроскопических признаков строматолитов отражает, хотя бы и косвенно, состав и особенности водорослей, создавших эти строматолиты, другие считают любую морфологическую классификацию чисто искусственной.

Это представление в свое время заставило А. Г. Вологдина (1963) и К. Б. Корде отказаться от изучения строматолитов как таковых.

И. Н. Крылов (1967) также пришел сейчас к заключению, что «многие из известных сейчас таксономических категорий строматолитов являются категориями не естественными, а сборными» и «не отражают естественных

соотношений между постройками» (стр. 24). Основанием для такого существенного пересмотра его прежних взглядов (Крылов, 1960, 1963) послужили именно данные о присутствии в одних и тех же биогермах строматолитов, принадлежащих к различным типам и группам. Эти данные хотя и без достаточного, по-видимому, основания распространенные им на большинство рифейских и кембрийских строматолитов, могли бы поставить под сомнение самостоятельность или «естественность» ряда таксонов.

Однако этот вывод мог бы считаться верным только при одном условии, а именно, если допустить, что любой строматолитовый биогерм непременно должен быть образован целиком одним строматолитообразователем — видом или устойчивым сообществом водорослей.

Такое допущение, по-видимому принимаемое И. Н. Крыловым за аксиому, не только не очевидно, но и никак не доказано. Даже сходство «структурных и текстурных признаков строматолитовой породы» (Крылов, 1967, стр. 23) в морфологически различных постройках одного биогерма не явилось бы достаточным его доказательством, поскольку те особенности текстуры слоев, которые удается наблюдать микроскопически, не позволяют нам пока установить состав водорослей-строматолитообразователей.

И. Н. Крылов не дал в своей работе (1967) какой-либо новой классификации строматолитов. Не ввел он и изменений в объем прежних сборных, с его точки зрения, групп. Он предлагает остаться на позициях формальной систематики, ссылаясь на опыт палеоботаников, которые объединяют в отдельные формальные роды «стволы, листья, плоды, споры и пыльцу и т. д.».

По мысли этого автора, каждому строматолитообразователю свойственна не одна, а несколько различных, зависящих от их места в биогерме форм построек, каждая из которых может отвечать диагнозу какой-либо группы. Действительно, если считать, что совместное нахождение строматолитов в биогерме доказывает их биологическое тождество, придется признать, что целый ряд различных групп строматолитов представляет собой простые модификации построек одного и того же вида или устойчивого симбиоза водорослей.

Правда, И. Н. Крылов (1967) оговаривается, что, например, лишь «часть тунгуссий является «краевыми» разновидностями «центровых» миньярий и гимносоленов» (стр. 23). Очевидна, однако, невозможность отличать самостоятельные *Tungussia* или *Conophyton* от тех, которые представляют модификации других групп, пользуясь морфологическими критериями. Применение морфологической классификации с этих позиций кажется неоправданным. Ссылка на практику палеоботаников вряд ли убедительна, ибо между систематическими категориями, принимаемыми для различных частей организмов высших растений, с одной стороны, и для строматолитовых построек, с другой, вряд ли можно провести сколько-нибудь близкую аналогию. В первом случае известно, с какими частями организмов приходится иметь дело, следовательно, возможно изучение и сравнение заведомо однородных образований, хотя бы и представляющих лишь части организмов. Напротив, в различных по морфологии постройках, составляющих части строматолитовых биогермов, вряд ли можно усмотреть нечто подобное органам высших растений, с их функциональной нагрузкой и тесной взаимозависимостью.

И. Н. Крылов почти не останавливается на вопросах взаимоотношений между формальными видами, и можно было бы думать, что различные виды, искусственно объединенные в ту или иную группу, но в действительности представляющие собой закономерные части разных биогермов, могут соответствовать модификациям различных водорослей-строматолитообразователей. Однако, во-первых, И. Н. Крылов нигде прямо не указывает, что он имеет в виду именно такую возможность, во-вторых, в его работе есть указания на совместное нахождение в одном биогерме различных видов

одного формального рода, например *Baicalia baicalica* и *B. kirghisica* (1967, стр. 26).

Представляется, что если основные морфологические признаки, положенные в основу выделения групп, не отражают свойств водорослей-строматолитообразователей, то более мелкие особенности морфологии, по которым и только по которым И. Н. Крылов устанавливает формы внутри этих групп, еще в меньшей степени могут дать ключ к разработке естественной классификации, создание которой он все же считает главнейшей задачей, стоящей перед исследователями (Крылов, 1967).

Позиция И. Г. Вологдина и К. Б. Корде представляется поэтому более последовательной. Если бы удалось доказать, что разнородные строматолитовые постройки обязаны спецификой своей морфологии не различию в составе водорослей-строматолитообразователей, а лишь условиям взаимодействия с окружающей средой, то нам пришлось бы также отказаться от какой бы то ни было морфологической классификации строматолитов.

Если оказалось бы, что *Conophyton* легко превращаются, например, в *Baicalia* или *Inseria*, а эти последние — в пластовые или столбчатопластовые строматолиты без изменения состава водорослей-строматолитообразователей, то было бы очевидно, что морфологические признаки строматолитов являются лишь функцией ряда внешних факторов, трудно поддающихся учету. Это полностью закрыло бы также и перспективы изучения развития строматолитов во времени, оставив исследователю, стоящему на этих позициях, но все же стремящемуся использовать строматолиты в стратиграфии, возможность описывать и сравнивать между собой строматолиты из различных горизонтов, полагая вопреки теоретическим предпосылкам, что сходные строматолиты все же встретятся на сходных стратиграфических уровнях.

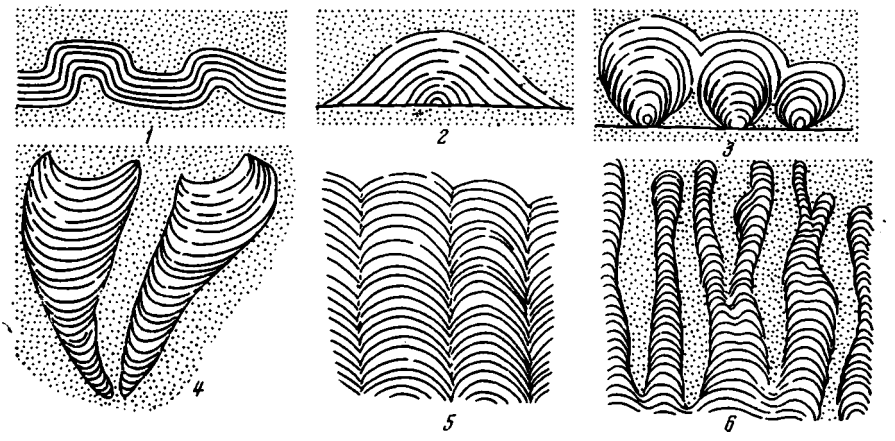
Поскольку это, как известно, и имеет место в действительности, можно думать, что упомянутые теоретические предпосылки ошибочны и что морфологические признаки строматолитовых построек являются отражением, хотя и косвенным, состава водорослей-строматолитообразователей.

Глава IV

РАЗЛИЧНЫЕ СХЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ И СОПОДЧИНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ

Первая схема классификации строматолитов была опубликована Пиа в середине 20-х годов (Pia, in Hirmer, 1927). На более ранних стадиях их изучения, немногим менее сотни лет назад вопросы их классификации еще не ставились, ибо они далеко не сразу были выделены в особую таксономическую единицу. Отдельные формы были описаны в составе различных, то фаунистических, то флористических, групп (Hall, 1883; Matthew, 1907; Salomon, 1908; Haack, 1909; Steinmann, 1911, и др.). Даже важнейшие исследования Уолкотта (Walcott, 1914) вряд ли можно расценивать как попытку создания классификации строматолитов: описывая «докембрийскую альгонкскую водорослевую флору», Уолкотт не оперировал еще самым понятием «строматолит», незадолго до того введенным в литературу Кальковским (Kalkowski, 1908), а из описанных им родов только *Collenia* и, возможно, *Newlandia* являются строматолитами (C. L. Fenton, M. A. Fenton, 1936; Маслов, 1960).

В схеме Пиа (фиг. 17) в очень сжатой форме систематизированы основные представления о строматолитах, сложившиеся к этому времени: их положение среди низших растений; формальный характер самой груп-



Фиг. 17. Важнейшие роды (типы роста) строматолитов (*Stromatolithi* Pia) по Пиа (Pia, in Hirmer, 1927)

1 — *Weedia* Walcott, *2* — *Collenia* Walc., *3* — *Cryptozoon* Hall, *4* — *Cryptozoonboreale* Dawson *5* — *Archaeozoon* Matthew, *6* — *Gymnosolen* Steinm.

пы *Stromatolithi* Pia и близость ее к онколитам (*Oncolithi* Twenh.); принцип выделения формальных родов (*Gattungen*), представляющих, по указанию автора, «главнейшие типы нарастания» (wichtichgste Wuchstypen) водорослевых образований. Все это вряд ли позволяет считать справедливой критику (Маслов, 1960; Крылов, 1963), которой впоследствии подверглась эта первая схема классификации, основные положения которой сохранили свое значение до настоящего времени.

Разумеется, эта схема, созданная более сорока лет назад, не могла еще претендовать на полноту, поскольку основное накопление фактического материала по строматолитам падает на последующие десятилетия (Маслов, 1960). Однако и во всех последующих классификационных схемах начиная со схемы В. П. Маслова 1937 г. «при классификации последних (т. е. строматолитов.— *М. Р.*) применен принцип способа построения и роста строматолитов» (Маслов, 1960, стр. 10), но уже на более полной основе, с учетом целого ряда их признаков.

Особняком стоят работы того направления, которое отрицает систематическое значение морфологических признаков строматолитовых построек, сосредоточиваясь целиком на изучении микроскопических элементов строматолитовых слоев. При этом классифицируются не строматолиты как таковые, а водоросли-строматолитообразователи или то, что представляется остатками таких водорослей (Вологдин, 1963; Корде, 1954, и др.).

Из схем классификации, опирающихся исключительно на способ роста (mode of growth), следует упомянуть схему Режака (Rezak, 1957).

Большинство исследователей оперируют в настоящее время как макроскопическими признаками построек и элементов построек строматолитов, как и текстурой их слоев. Относительная важность или таксономический ранг признаков по-разному оценивались различными исследователями. Это нашло свое отражение в большом разнообразии схем классификации строматолитов, опубликованных в последнее время.

В. П. Маслов (1960) исходил при выделении наиболее крупных подразделений (морфотипов) из формы наслоений — конической, субсферической и других, промежуточных — из формы постройки и наиболее мелких— из микроструктуры слоев.

В других схемах выделение таксонов высшего ранга основано на форме построек. И. К. Королюк (1960) впервые выделила по этому принципу типы пластовых, желваковых и столбчатых строматолитов и предложила первую схему классификации столбчатых строматолитов, подразделив их на основании характера их бокового ограничения на четыре подтипа: 1) столбчатые формы без стенок, 2) столбчатые формы с тонкими однослойными стенками, 3) столбчатые формы с многослойными сложными стенками, 4) столбчатые формы со стенками, образованными особой тканью.

Группы в рамках подтипов были выделены главным образом по характеру наслоения: унаследованности микрослоев, выпуклости арок, степени облекаемости, отчасти — по форме столбиков, а формы — по более мелким отличиям в характере напластования и по структуре микрослоев (Королюк, 1960).

Схема классификации, предложенная И. К. Королюк, обладает важным достоинством: в ней было дано совершенно определенное соподчинение признаков в рамках типа столбчатых строматолитов. Ведущим признавался характер взаимоотношения слоев в краевой части столбика. Если эта схема не получила дальнейшего развития при изучении рифейских строматолитов, то это объясняется, вероятно, тем обстоятельством, что она была построена в значительной степени на кембрийском материале, огромное же большинство рифейских строматолитов не имеет достаточно четко выраженной стенки и либо характеризуется неполным, прерывистым облеканием, либо вовсе лишено облекания. Схема И. К. Королюк, однако,

не потеряла своего значения и сейчас: после ее появления стало ясно, что характер взаимоотношения строматолитов в периферической части столбиков — явление не случайное, что один и тот же тип бокового ограничения является общим для целого ряда столбчатых строматолитов, а следовательно, является признаком, во всяком случае, надвидового ранга в рамках искусственной классификации.

И. Н. Крылов подверг эту схему критике за недостаточную выдержанность принципа выделения групп внутри подтипов (Крылов, 1963). В действительности же при выделении групп И. К. Королюк довольно последовательно руководствовалась высотой и формой арки как главным признаком, иногда привлекая морфологию столбика как признак вспомогательный.

Относительно небольшое внимание, уделенное И. К. Королюк геометрии постройки и столба, объяснялось, по-видимому, тем, что последняя была в то время изучена недостаточно подробно и не могла быть учтена сколько-нибудь полно в морфологической классификации.

И. Н. Крылов предложил новую схему классификации (1963), уже полностью учитывая эти признаки. Он выделил три типа: 1) пластовые строматолиты (в объеме И. К. Королюк), 2) столбчато-пластовые строматолиты, 3) столбчатые строматолиты. Последний тип был подразделен на четыре подтипа: а) желваковые строматолиты, б) столбчато-желваковые строматолиты, в) столбчатые ветвящиеся строматолиты, г) строматолиты группы *Conophyton* и связанные с ними формы.

Как типы, так и подтипы (кроме последнего) основаны, как и типы И. К. Королюк, на общей форме построек, а не на характере строения биогерма, как это неточно указано автором схемы (Крылов, 1963, стр. 57). И. Н. Крылов сохранил, таким образом, выделенный И. К. Королюк тип пластовых строматолитов и изменил объем типа столбчатых строматолитов, включив в него желваковые строматолиты в качестве подтипа и выделив из него новый тип столбчато-пластовых строматолитов.

В пределах подтипов, вернее в пределах рассмотренного им подробно подтипа столбчатых ветвящихся строматолитов, И. Н. Крылов выделял лишь группы и формы, не вводя промежуточных таксонов, отказавшись при этом от какого-либо соподчинения признаков и рассматривая характер ветвления, форму столбика и характер их бокового ограничения, понимаемого в основном как форму боковой поверхности, на равных основаниях как признаки, характеризующие группу. Он отказался от использования характеристик формы слоя в качестве диагностического признака, не вполне последовательно выделив при этом *Conophyton* в качестве подтипа. Правда, он сам подчеркнул условность такого выделения. И. Н. Крылов отказался и от применения микроструктуры в качестве признака формального вида. Причиной этого явилась, вероятно, плохая сохранность текстуры слоев большинства рифейских строматолитов Южного Урала, изучение которых легло в основу его построений. Столкнувшись с множеством вторичных структур в строматолитовых слоях, он пришел к неверному выводу о принципиальной невозможности использования микроструктур для целей систематики.

Таксоны низшего ранга выделялись по «различиям в морфологии столбика», т. е. по существу по тем же признакам, что и группы.

Это последнее обстоятельство, особенно в практике применения, явилось наиболее слабым местом схемы классификации, предложенной И. Н. Крыловым. Бо́льшая часть выделенных им групп, а именно шесть из семи, оказалась представленной одной формой, и лишь одна — *Baicalia* Kryl.— объединяла две формы. Две формы различались также в рамках старой группы *Gymnosolen* Steinm., единственной из ранее существовавших групп, включенных в рассматриваемую схему классификации столбчатых ветвящихся строматолитов (Крылов, 1963).

В большинстве более поздних по времени их создания схем тип столбчатых строматолитов принимался в смысле И. К. Королюк, подразделение же типа различно у разных авторов.

М. А. Семихатов (1962), рассматривая столбчатые строматолиты центральных районов Сибири, оперировал только группами и формами, избегая их объединения в более крупные таксоны. Выделение групп он, как и И. Н. Крылов, проводил по комплексу признаков — общей форме столбика, характеру ветвления, типу бокового ограничения и поверхности столбиков. Подразделение же групп на формы он, вслед за В. П. Масловым и И. К. Королюк, но более последовательно, проводил на основании строения и текстуры микрослоев. М. Е. Раабен (1964) подразделила столбчатые строматолиты на две категории, соответствующие примерно по рангу подтипам И. К. Королюк, но основанные на ином признаке: 1) неветвящиеся и ложно- или пассивноветвящиеся, 2) истинно- или активноветвящиеся. В основу этого подразделения был положен характер изменения площади строматолитовых построек по мере их роста и ветвления.

Первая категория подразделялась на две надгруппы: 1) неветвящиеся столбчатые строматолиты (Conophytonida), 2) пассивно- или ложноветвящиеся столбчатые строматолиты (Kussiellida).

Вторая категория была подразделена также на две надгруппы: 1) параллельно-ветвистые (Gymnosolenida), 2) непараллельно-ветвистые (Tungussida).

Группы в рамках надгрупп выделялись по особенностям формы столбиков и характеру их бокового ограничения, а формы — по таким деталям морфологии, как размеры столбиков, форма их поперечного сечения, а также по особенностям свода арки строматолитового слоя и микроструктуре слоев.

Близкую схему классификации столбчатых строматолитов, основанную для рангов ниже типа также на наличии или отсутствии ветвления и на характере ветвления, принял Вл. А. Комар (1964), который не различал, однако, среди столбчатых строматолитов подтипов или категорий, а подразделял их непосредственно на три надгруппы: 1) неветвящиеся, 2) пассивноветвящиеся, 3) активноветвящиеся.

Две первые полностью совпадают с надгруппами, выделенными М. Е. Раабен, но не объединены в какой-либо таксон более высокого ранга, а третья целиком соответствует второй категории М. Е. Раабен, но не подразделена на таксоны промежуточного ранга, выше группы.

Группы, как и в предшествующих схемах, выделены на основании комплекса морфологических признаков столбика и постройки. Что касается таксонов низшего ранга — форм, то Вл. А. Комар выделял их на основании особенностей строматолитовых слоев — характера микроструктур и формы арки.

В более поздней работе Вл. А. Комар (1966) дал общую схему классификации, охватывающую как столбчатые, так и нестолбчатые строматолиты. Эта схема представляет особый интерес, так как автор имел возможность учесть в ней большой фактический материал, накопившийся за те несколько лет, когда строматолиты, оказавшись в центре внимания, изучались особенно интенсивно (табл. 1).

Из приведенной схемы видно, как автор представлял себе соподчинение признаков.

Наличие или отсутствие четко изолированных от вмещающей породы столбиков является здесь признаком наиболее высокого ранга, позволяющим противопоставить столбчатые строматолиты пластовым и желваковым, вместе взятым. В границах этих главных подразделений следующий по рангу таксон выделен для столбчатых строматолитов сразу по двум признакам — морфологическому (наличию или отсутствию ветвления) и текстурному (упорядоченность или неупорядоченность микроструктур).

Таблица 1

Схема классификации строматолитов (по Вл. А. Комару, 1966)

Надтип	Тип	Подтип	Надгруппа	Группа	
				название	характеристика
	Неветвящиеся: ветвление нехарактерно, микроструктуры упорядоченные			*Colonnella*	Арка субсферической формы; слои с недифференцированной структурой
				Conophyton	Арка высокая коническая или субконическая; слои в верхушечной части утолщены и образуют осевую зону
Столбчатые строматолиты; четко обособленные субцилиндрические столбики	Ветвящиеся: ветвление различного типа, микроструктуры неупорядоченные, разнообразные	Пассивно-ветвящиеся	С недифференцированной микроструктурой: боковое ограничение без облекания	*Kussiella*	Столбики прямые вертикальные, поверхность ребристая, микроструктура пластинчатая
				Microstylus	Столбики прямые вертикальные, мелкие; слоистость нечеткая; микроструктура волнисто-инкрустационная
				Platella	Постройки вертикальные, с сильно вытянутым эллиптическим сечением, имеют вид параллельных пластин; ограничение ровное, без облекания
			С дифференцированной микроструктурой; боковое ограничение с облеканием	*Boxonia*	Столбики прямые вертикальные; облекание совершенное, многократное; микроструктура сгустковая
			С недифференцированной микроструктурой; боковое ограничение без облекания	*Baicalia*	Столбики с раздувами и пережимами, оси непараллельные; боковая поверхность неровная
				Anabaria	Столбики различной формы, расходятся веерообразно; поверхность обычно довольно ровная
		Активно-ветвящиеся	С дифференцированной микроструктурой	*Gymnosolen*	Столбики прямые субпараллельные, с раздувами в местах ветвления; поверхность гладкая, облекание может местами отсутствовать
				Kotuikania	Столбики неправильной формы, с фестончатым сечением; боковая поверхность гладкая, облекание многократное, микроструктура шестовато-сгустковая

Таблица 1 (окончание)

Надтип	Тип	Подтип	Надгруппа	Группа	
				название	характеристика
Пластовые и желваковые (нестолбчатые) строматолиты	Пластовые			*Stratifera*	Слои волнистые, с чередованием бугров и впадин; наслоение унаследованное, микроструктура простейшая
				Gongylina	Наслоение неунаследованное и плохоунаследованное; темные слои выдержаны по толщине, светлые не выдержаны и имеют комковатую структуру
	Желваковые			*Paniscollenia*	Постройки караваеобразные, с плоским основанием, арки полусферические; слои в центральной части утолщены, к краю большей частью утоняются и прослеживаются по пласту, участвуя в строении других построек
				Colleniella	Постройки обособленные, округлые; слои образуют бугры и впадины, в краевых частях выполаживаются и могут прослеживаться по пласту, участвуя в сложении других построек
				Nucleella	Постройки полусферические, обладающие различной микроструктурой или характером наслоения центральной части (ядра) и облекающих его слоев

Эти подразделения по рангу, по-видимому, соответствуют типам нестолбчатых строматолитов. В принципе выделения тех и других можно усмотреть определенную аналогию: постройкам неветвящихся строматолитов, в противоположность ветвящимся, а также пластовым, в отличие от желваковых, присуща непрерывность слоев в пределах постройки. Можно заметить и аналогию между тем, что называется упорядоченностью микроструктуры, и параллельностью слоев некоторых пластовых строматолитов, весьма характерной, например, для *Stratifera* Korol. Правда, у другой группы пластовых строматолитов — *Gongylina* Komar — эта особенность не наблюдается.

Неветвящиеся строматолиты подразделены далее на группы, опять-таки на основании двух признаков — морфологического и текстурного, эмпирически установленная взаимосвязь которых легко объяснима, как мы видели выше. Группа *Colonella* подразделена прямо на формы, но для группы *Conophyton* Вл. А. Комар принял предложенное ранее (Комар и др., 1965) подразделение на подгруппы, основанное на «типах микроструктуры», т. е. на общей форме контуров темных компонентов слоев.

Ветвящиеся строматолиты подразделены более дробно: между типом и группой введены промежуточные таксоны двух соподчиненных рангов. Высший из них выделен по типу ветвления; сопутствующего текстурного признака в данном случае нет. Следующее по рангу подразделение, как у активно-, так и у пассивноветвящихся строматолитов, выделено снова по комплексу взаимосвязанных признаков — дифференциации структуры и наличию или отсутствию облекания. Ведущим, как можно предположить по названию таксонов, признается признак текстурный. Здесь следует заметить, что это подразделение, надгруппового ранга, выделено по тому же комплексу признаков, который был положен в основу выделения групп неветвящихся строматолитов. Группы же ветвящихся строматолитов, в рамках всех промежуточных подразделений, выделяются на смешанной основе.

В диагнозах фигурируют форма и размеры столбиков, тип их боковой поверхности, степень облекания, а иногда и тип микроструктуры. Впрочем, для ряда групп, особенно тех, которые представлены многочисленными формами, текстура в диагноз групп не входит.

При выделении форм столбчатых строматолитов текстура слоев служит основным, а нередко единственным признаком. У нестолбчатых строматолитов в рамках обоих типов выделяются только группы и формы. Группы пластовых строматолитов выделены сразу по двум признакам — степени унаследовательности бугров и впадин строматолитовых слоев и их текстуре.

Формы в группе *Stratifera* Korol. выделены по морфологическому признаку — форме бугров, а в группе *Gongylina* Kom.— по текстурному. Более последовательно проведено разделение типа желваковых строматолитов (группы — по форме слоев, а формы — по типу текстуры).

Рассмотренная схема, охватывающая все разнообразие строматолитов и отличающаяся исключительной полнотой, отражает и те трудности, которые встают перед исследователем, систематизирующим тот огромный материал, с которым приходится иметь дело в настоящее время. Именно они обусловливают ряд противоречий, которые можно заметить в рассмотренной схеме.

Так, например, в ущерб стройности предложенной схемы формы в группе *Stratifera* выделены на ином основании, чем во всех других группах: не по текстурным признакам, а по форме бугров. Это противоречит одной из главных предпосылок автора, согласно которой основной систематической единицей строматолитов следует считать формальный вид, выделенный по микроструктуре с учетом морфологических признаков постройки и ее нахождения в биогерме.

Известную неясность в понимание автором групп вносит то обстоятельство, что часть групп столбчатых строматолитов выделена только по морфологическим признакам, в диагнозы же других включен и тип микроструктуры. Придерживаясь данной схемы классификации, пришлось бы в дальнейшем новую форму, например с морфологическими признаками *Kussiella*, но с непластинчатым типом текстуры, выделять в особую группу; напротив, форма с морфологическими признаками *Baicalia* или *Gymnosolen* оказалась бы включенной в состав этих групп независимо от ее текстуры. Группы в рассматриваемой схеме оказываются, таким образом, неравноценными, понимаемыми то узко, то широко.

Поскольку взаимосвязь между морфологическими признаками и теми особенностями текстуры, которые обозначаются как «тип микроструктуры» (Комар, 1966), не только не является доказанной, но, напротив, известно, что ряд морфологически четких групп обладает разнообразными текстурами, объединение этих двух категорий признаков в диагнозе одного и того же таксона, группы, представляется нерациональным.

Напротив, включение в диагноз, например, группы *Conophyton* наряду с формой арки также дифференциации текстуры допустимо, поскольку оба признака, как мы убедились выше, взаимообусловлены. То же относится и к сочетанию облекания на периферии столбика с дифференциацией текстуры в краевой части слоя. Несколько менее ясен вопрос о взаимосвязи между «упорядоченностью» текстуры и отсутствием ветвления в постройках.

Не вполне удачным представляется в некоторых отношениях и соподчинение морфологических признаков, предложенное в рассмотренной схеме. Так, например, тип ветвления введен в диагнозе таксонов надгруппового ранга, а форма столбиков —в диагнозе групп. Между тем оба признака теснейшим образом связаны между собой, и их вряд ли стоило бы отрывать друг от друга.

Автор настоящей работы, предложив в 1964 г. схему подразделения столбчатых строматолитов, попытался сгруппировать однородные признаки и соответственно выделить таксоны ранга выше группы на основании особенностей морфологии постройки и столбика, отражающих характер нарастания строматолитовых слоев в процессе их образования. Предложенная тогда схема требует, однако, уточнения в части, касающейся характеристики групп (формальных родов) и особенно формальных видов, не получивших в ней достаточно четких диагнозов.

В пересмотренном варианте этой схемы в качестве признаков высокого таксономического ранга принимаются морфологические признаки, отражающие характер роста постройки и столбиков, иными словами — отражающие закономерности смены водорослевых пленок в процессе восстановления построек. К таким признакам принадлежат форма постройки, форма столбика, характер ветвления, ориентировка столбиков или их взаиморасположение в разветвляющейся постройке. Таксоны, выделенные по этим признакам, позволяют выделять крупные стратиграфические подразделения внутри рифея.

Признаки, характеризующие форму слоя, и морфологические признаки столбика, отражающие форму слоя— наличие или отсутствие облекания и рельеф поверхности, приняты в качестве признака групп в рамках надгрупповых таксонов.

Текстура (микроструктура) слоя — форма темных компонентов, их размерность и характер сочетания рассматриваются как признаки формальных видов. Однако изменения слоя по простиранию, всегда связанные с морфологией столба, в категории видовых признаков не рассматриваются. В качестве вспомогательного признака формальных видов в отдельных случаях могут рассматриваться размеры столбиков. На первый план в диагнозе каждого таксона могут выдвигаться те или иные особен-

ности, характеризующие слой или столбик и постройку, в силу того, что эти особенности лучше проявляются и легче наблюдаются.

Так, в рамках надгруппы Gymnosolenida различие лучше всего улавливается по степени облекаемости и характеру боковой поверхности; в пределах надгруппы Conophytonida — по форме арки; для Kusiellida ведущими признаками выделения групп становятся рельеф боковой поверхности и форма поперечного сечения столбика: оба признака тесно взаимосвязаны. Более сложным является вопрос о наиболее рациональном подразделении надгруппы Tungussida. Многочисленные группы и формы, входящие в эту надгруппу, еще требуют детального пересмотра, который является задачей ближайшего будущего.

Автор отдает себе отчет в том, что предлагаемая схема классификации является не менее, хотя и не более искусственной, чем другие, ранее предложенные, и лишь рассматривает ее как попытку применить единый принцип при установлении соподчинения признаков.

Разумеется, в рамках искусственной классификации три выделенных комплекса или категории признаков, характеризующих соответственно текстуру слоя, форму слоя и закономерности нарастания слоев в постройке, можно, казалось бы, расположить в любом другом порядке.

Так, принципиально не исключен, например, такой вариант схемы, где за признак высшего ранга была бы принята текстура слоев, с подчинением этой категории обеих групп морфологических признаков в том или ином порядке.

Такая классификация может показаться более близкой к естественной исследователям, которые считают, что лишь микроструктура непосредственно отражает прижизненные свойства водорослей-строматолитообразователей (Комар, 1966).

В действительности же она оказалась бы не менее искусственной, а крупные таксоны, выделенные по особенностям текстуры слоя, заведомо и неизбежно были бы сборными. Те особенности текстуры (микроструктуры), которые мы имеем возможность наблюдать — очертания темных сгустков пелитоморфного карбоната, их размеры и взаимное расположение — не могут быть уверенно отождествлены, как мы уже говорили выше, с какими-либо признаками синезеленых водорослей, к которым обычно причисляют все водоросли-строматолитообразователи.

Прежде всего нельзя быть уверенным в том, что сгустки темного пелитоморфного карбоната всегда соответствуют однородным образованиям. Наблюдаемая их форма и размеры таковы, что некоторые могут быть сравнены, например, одинаково как с крупными клетками одних синезеленых водорослей, так и с мелкими колониями других *Cyanophyta*. Другие могли бы отвечать как колониям одноклеточных, так и нитям многоклеточных синезеленых из различных классов; третьи — как колониям одноклеточных, так и колониям многоклеточных и т. д.

Таким образом, объединяя строматолиты по их текстуре, на основании формы и размеров сгустков темного пелитоморфного карбоната в какие-либо надвидовые таксоны, мы заранее должны иметь в виду, что в один и тот же выделенный нами надвидовой таксон неизбежно попадут представители различных классов синезеленых водорослей.

С другой стороны, известно, что представители не только одного рода, но даже одного вида синезеленых водорослей имеют иногда существенно различную форму колоний. Так, например, различные формы вида *Microcystis aeroginosa* имеют нитевидную (f. *pseudofilamentosa*), округлую или неправильную (f. *flosaquae*, f. *marginata*), или плоскую форму колоний (Голлербах и др., 1953). Таким образом, представители одного и того же вида водорослей-строматолитообразователей рискуют оказаться включенными в состав различных крупных таксонов, если последние будут выделены по указанным текстурным (микроструктурным) признакам.

Таблица 2

Схема классификации столбчатых строматолитов

Категория	Надгруппа		Группа		Форма
	название	характеристика	название	характеристика	
Активноветвящиеся (истинноветвящиеся) Постройки и столбики расширяются по мере роста. Столбики в типе дилатантные	Gymnosolenida	Постройки параллельно-ветвистые, состоят из ложноцилиндрических столбиков	Gymnosolen, Inseria, Katavia, Boxonia	Различаются по характеру и степени облекания и по характеру боковой поверхности	Различаются по текстурным признакам. Вспомогательный признак — размер столбиков
	Tungussida	Постройки состоят из различно ориентированных дилатантных столбиков	Tungussia, Baicalia, Parmites, Poludia, Anabaria	Различаются по характеру бокового ограничения и по форме арки	Различаются по текстурным признакам
Неветвящиеся и пассивноветвящиеся Постройки и столбики не расширяются по мере роста. Столбики в типе цилиндрические	Conophytonida	Ветвления нет. Постройки в типе состоят из одного столба	Conophyton, Colonella	Различаются по форме арки и слоя	То же
	Kussiellida	Ветвление ложное (пассивное). Постройки распадаются на ряд столбиков, которые могут вновь сливаться	Kussiella, Jurusania, Platella, Microstylus	Различаются по характеру боковой поверхности и по форме слоя в плане	»

Указанные признаки в систематике современных синезеленых водорослей могли бы иметь диагностическое значение лишь в рамках более крупных систематических единиц, выделяемых, как известно, на иной основе. Эти соображения заставили отказаться от использования указанных текстурных признаков на уровне высоких таксономических рангов также и в принимаемой искусственной классификации и сохранить за ними лишь значение видового признака, подчинив признакам морфологическим.

При выборе одной из двух групп морфологических признаков, положенных в основу выделения таксонов более высокого ранга, автор руководствовался следующим соображением: анализируя диагнозы групп, выделенных исследователями на основании всех морфологических признаков колоний и столбиков, без указания их соподчинения, легко заметить, что особенности, характеризующие геометрию постройки и столбика, т. е. отражающие закономерности нарастания слоев, оказываются общими для большого числа групп, повторяются в их диагнозах и как бы сами просятся быть «вынесенными за скобки». Группа признаков, характеризующих самый слой и зависящие от него особенности внешнего очертания, включая сюда наличие или отсутствие обтекания и рельеф поверхности, много разнообразнее, а потому кажутся более пригодными для выделения таксонов подчиненного порядка. В соответствии с этим и составлена предлагаемся схема (табл. 2).

Эта схема имеет еще то практическое преимущество, что позволяет исследователю уже в поле определять надгруппы строматолитов, а тем самым в ряде случаев позволяет, в грубых чертах, определить в поле возраст толщ — верхне-, средне- или нижнерифейский.

При камеральной обработке устанавливаются признаки, характеризующие таксоны подчиненных рангов.

Подчеркивая здесь еще раз, что истинный биологический смысл признаков, положенных в основу выделения групп и надгрупп, неясен, заметим, что соображения стратиграфического порядка все же заставляют нас считать, что морфология столбчатых строматолитов косвенно отражает свойства водорослей-строматолитообразователей и их эволюцию во времени.

Глава V

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГИМНОСОЛЕНИДАМ

Надгруппа Gymnosolenida объединяет столбчатые ветвящиеся строматолиты, по морфологии построек близкие к *Gymnosolen* Steinm. Типовая форма.— *G. ramsayi* была одной из первых форм строматолитов, описанных как настоящий палеонтологический объект, быть может, именно потому, что была первоначально принята за остатки животных, близких к кораллам. Во всяком случае, уже в 1911 г. было опубликовано ее подробнейшее описание, а род *Gymnosolen* получил развернутый диагноз.

Приведем здесь этот диагноз, который еще ни разу полностью не был опубликован в русском переводе:

«Колонии больших размеров, до 0,75 *м* высотой и до нескольких километров в ширину, состоящие из вертикальных или слабо наклонных трубок шестиугольного сечения, около 15—20 *мм* в поперечнике. Они срастаются со своими стенками без сколько-нибудь заметной разделяющей пластинки или структуры. Размножение (?) делением. Септы полностью отсутствуют. Трубки заполнены компактной эндотекой (?) с выпуклыми линиями нарастания. Стенки, толщиной 5 *мм*, кажутся компактными и обладают вогнутой слоистостью нарастания. Верхняя поверхность колонии не наблюдалась, как и нижняя ее сторона» (Steinmann, 1911, стр. 21, 22).

Терминология, которой пользовался Штейнманн, отражала его представление о гимносоленах как о *Coelenterata*, однако он сделал ряд оговорок об условности такого представления и неясности систематической принадлежности описанных им остатков.

Кроме родового диагноза в той же работе даны описание типичной формы — *Gymnosolen ramsayi* с п-ова Канин, а также ее изображение. Последнее, в силу тектонических представлений Рамзея об опрокинутом залегании вмещающих толщ, помещено в перевернутом виде, но Штейнманн подчеркнул, что считает «нормальным» обратное положение описанных построек (там же, стр. 23). С фактической стороны как диагноз, так и описание отличаются полнотой и тщательностью, что позволило правильно понять основные характеристики *Gymnosolen* при пересмотре его систематической принадлежности. В основе такого пересмотра лежат без сомнения работы Уолкотта, посвященные строматолитам (Walcott, 1914, и др.), хотя представление о гимносоленах как о *Coelenterata* удержалось в литературе до начала 20-х годов (Holtedahl, 1919; Виттенбург и Яковлев, 1922, и др.). Но уже в сводке Хирмера *Gymnosolen*, наряду с *Collenia*, *Cryptozoon* и *Weedia*, был включен в число строматолитов (Pia, in Hirmer, 1927). Приведенное в таблице изображение (см. фиг. 17) позволяет заметить, что морфологические элементы и признаки, указанные Шейнманном, получили

правильное истолкование: трубки — как столбики, стенки — как межстолбиковые промежутки, «линии нарастания эндотеки» — как поверхности строматолитовых слоев и, наконец, «размножение делением» — как ветвление. Напомним, что характер последнего был уточнен в описании типовой формы следующим образом: «Сильно расширившаяся трубка (столбиков.— *М. Р.*), имеющая сначала дугообразно-выпуклую слоистость, в направлении снизу вверх приобретает две раздельные дугообразные выпуклости, между которыми, наконец, возникает новая стенка (межстолбиковой промежуток.— *М. Р.*), так что образуются две более узкие, полностью отделенные друг от друга трубки (столбика.— *М. Р.*)» (Steinmann, 1911, стр. 25).

Строматолитовая природа *Gymnosolen* впоследствии уже не вызывала сомнений. В геологической литературе появились указания на находки этих строматолитов не только в Норвегии и на Мурманском побережье, где они были отмечены еще ранее (Holtedahl, 1919; Виттенбург, Яковлев, 1922; и др.), но и на Шпицбергене (Kulling, 1934), на Южном Урале (Дингельштедт, 1935) и в ряде других районов (Яковлев, 1934; Yang, 1935; Малахов, 1940; и др.).

Признавал строматолитовую природу *Gymnosolen* и крупнейший специалист по строматолитам В. П. Маслов, который, однако, отрицал его систематическую самостоятельность, включив в состав широко понимаемого рода *Collenia* (Маслов, 1939б). Это не могло не оказать влияния и на представления других исследователей. Все же *Gymnosolen* неоднократно упоминается и в более поздних работах, особенно в зарубежной геологической литературе (Claud, 1945; Menchikoff, 1946; Holtedahl, 1953, и др.).

В нашей литературе это название надолго почти исчезло из списков ископаемых остатков, так что Е. М. Люткевич (1953) счел необходимым поставить вопрос о «восстановлении» рода *Gymnosolen*: работая на п-ве Канин, откуда происходит типовая форма *G. ramsayi*, он имел возможность убедиться в ее своеобразии.

В сводной работе В. П. Маслова по строматолитам (1960) *Gymnosolen* Steinm., однако, еще рассматривается как синоним *Collenia* Walc. Эта же точка зрения разделялась одно время И. Н. Крыловым, который сближал как канинскую форму, так и гимносоленов, изображенных в работах Хольтедаля (Holtedahl, 1953) и Куллинга (Kulling, 1934), с *Collenia buriatica* Masl. (Крылов, 1960).

Точка зрения Е. М. Люткевича и его предшественников была, однако, более правомерной. Она не только соответствовала правилам приоритета (Steinmann, 1911; Walcott, 1914), но, что особенно важно, не затушевывала, а напротив, подчеркивала специфику рода *Gymnosolen*, что позволяло использовать эти строматолиты для стратиграфии.

Мной была сделана попытка обосновать эти положения (Раабен, 1960), а работы И. К. Королюк, доказавшие необходимость разделения «рода» *Collenia*, и появившаяся вскоре возможность ознакомиться с топотипом *Gymnosolen ramsayi* [1] привели к тому, что род *Gymnosolen* вновь получил признание и нашел широкое применение для корреляции верхнедокембрийских отложений (Крылов, 1962, 1963, 1967; Комар и др., 1964; Комар, 1964, 1966; Семихатов, 1962; Келлер, 1963, 1964; Королюк, 1963; Красильщиков и др., 1965; Раабен, Журавлев, 1962; Раабен, 1964; Голованов, Раабен, 1967; и др.).

Что касается *Collenia buriatica*, то ознакомление с топотипом этой формы показало, что она имеет мало общего с гимносоленами, отличаясь от них по большинству морфологических признаков (Семихатов, 1962). Она не может считаться ни синонимом *G. ramsayi* Steinm., ни новой формой

[1] Коллекция строматолитов с мыса Западный Лудоватый, п-ова Канин, собранная автором в 1959 г., хранится в Москве, в ГИН АН СССР.

того же рода, ни представителем надгруппы Gymnosolenida. Формы, ранее описанные под этим названием из различных горизонтов рифея Южного Урала, были пересмотрены И. Н. Крыловым (1963), который установил, что они принадлежат к различным морфологическим группам. Лишь некоторые из них могут быть теперь отнесены к *Gymnosolen*.

С начала текущего десятилетия в связи с поставленной Н. С. Шатским проблемой стратиграфии верхнего докембрия, привлекшей к строматолитам пристальное внимание, в нашей литературе появилось множество посвященных им работ. Как вопросы методики изучения строматолитов, так и их систематика подверглись значительной переработке (Королюк, 1960; Крылов, 1962, 1963; Семихатов, 1962; Раабен, 1964; Комар, Раабен, Семихатов, 1965; Комар, 1966; и др.). Был выделен и описан ряд новых групп, в том числе и принадлежащих к Gymnosolenida — *Minjaria* Kryl., *Inseria* Kryl., и множество новых форм.

Диагноз *Gymnosolen* можно найти у нескольких исследователей. В частности, он был опубликован почти одновременно И. Н. Крыловым (1962, 1963) и М. А. Семихатовым (1962). Хотя первый из них поставил после названия группы «Emendet» (Крылов, 1963), а второй указал, что группа *Gymnosolen* сохранена «в общем в прежнем объеме» (Семихатов, 1962, стр. 197), оба диагноза значительно отличаются от первоначального, в котором были подчеркнуты следующие признаки, характеризующие, как мы знаем теперь, постройку и столбик этих строматолитов: а) ветвление, происходящее у типичной формы путем разделения предварительно расширившейся колонки на более узкие дочернии колонки, б) вертикальное или слабонаклонное расположение колонок в постройке, в) прямая субцилиндрическая или округленно-призматическая их форма. Характер внешнего ограничения столбиков в диагнозе Штейнманна отражен лишь постольку, поскольку в нем отмечено отсутствие какой-либо особой структуры в периферической части колонок (стенки, образованной особой тканью, по терминологии И. К. Королюк).

Важность этого признака после работ И. К. Королюк (1960) стала очевидна, и как И. Н. Крылов, так и М. А. Семихатов существенно дополнили диагноз с этой стороны, подчеркнув наличие облекания у *Gymnosolen*. И. Н. Крылов отметил, кроме того, гладкую поверхность их столбиков.

Однако наряду с этим важным дополнением оба исследователя включили в диагноз некоторые показатели, не наблюдающиеся у типовой формы и иначе, чем в диагнозе Штейнманна, характеризующие морфологию постройки и столбика. Так, ветвление построек характеризовалось как «сложное и частое», и особо подчеркивалось наличие участков, где несколько дочерних столбиков расходится из одной точки «так что постройка напоминает куст» (Крылов, 1963; Семихатов, 1962). Между тем для построек типовой формы наиболее характерно ветвление на 2—3 параллельных столбика, в форме вилки или камертона; ветвление в форме куста, с расхождением осей дочерних столбиков в разные стороны у нее вообще не наблюдается. Что касается «частоты» ветвления, то расположение ветвящихся участков у типовой формы крайне незакономерно, в тесном соседстве наблюдаются как длинные (до нескольких десятков сантиметров) отрезки столбиков без разветвлений, так и столбики, разветвляющиеся на таком же отрезке 5—6 раз.

В обоих диагнозах опущено указание на субвертикальную, субпараллельную ориентировку столбиков, чрезвычайно характерную для типовой формы, а сами столбики охарактеризованы как изогнутые, с непостоянным диаметром, с раздувами и пережимами (Крылов, 1963; Семихатов, 1962). У голотипа столбики прямые, субцилиндрические, изгибы, приуроченные только к местам разветвлений, выражены слабо, пережимы наблюдаются только в основании столбиков, а раздувы представляют собой не что

иное, как натеки и становятся заметными лишь при малом диаметре столбиков. Надо отметить, что И. Н. Крылов (1963) хотя и включил изменчивость диаметра столбиков в диагноз рода *Gymnosolen*, по-видимому, не придавал этому признаку решающего значения: выделив новую форму — *G. levis*, он указал, что, в отличие от типовой формы, для нее характерны и столбики довольно постоянного диаметра. Изменения, внесенные И. Н. Крыловым (1962, 1963) и М. А. Семихатовым (1962) в понимание группы *Gymnosolen*, привели к включению в ее состав некоторых форм, морфологически далеких от типовой формы, обладающих изгибающимися неправильными столбиками, расходящимися от мест разветвления под различными углами, таких, например, как *G. altus* Semikh. и некоторых *G. confragosus* Semikh. Особенно резкое отличие от *G. ramsayi* обнаруживают представители последней формы, происходящие из дашкинской свиты Туруханского поднятия (Семихатов, 1962, табл. XVII, фиг. 8). Позже М. А. Семихатов склонен был считать их особой формой, отличной от голотипа, основываясь на характере текстуры их слоев (Семихатов, Комар, 1965).

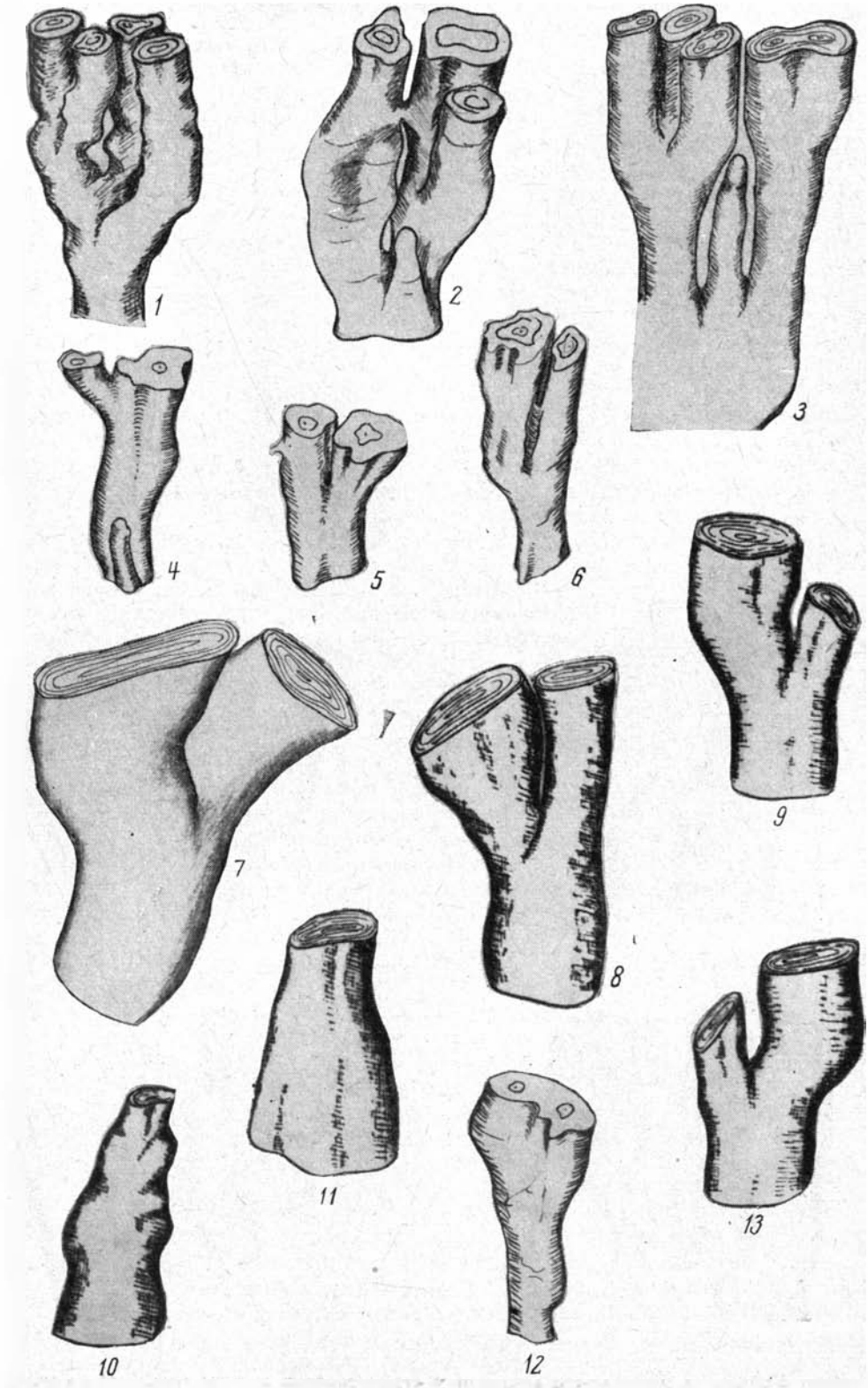
Диагнозы группы *Gymnosolen*, приведенные или принятые в других работах, посвященных докембрийским строматолитам (Раабен, 1964; Комар, 1964, 1966; Голованов, 1966; Крылов, 1967), ближе по существу к первоначальному диагнозу Штейнманна; в них полнее учтены характерные особенности типовой формы. В этих работах описаны несколько новых форм — *G. furcatus* Kom., *G. asymmetricus* Raab. и др. И. Н. Крылов (1967) согласился с необходимостью включить в диагноз *Gymnosolen* указание на параллельность столбиков в постройках (стр. 36) и пересмотрел систематическую принадлежность нескольких форм, ранее отнесенных им к *G. ramsayi* (Крылов, 1963, фиг. 28в — е, фиг. 29а); некоторые из них просто исключены им из синонимики этой формы, другие отнесены им к группе *Linella* Kryl. (Крылов, 1967).

Если некоторые формы строматолитов, описанные как *Gymnosolen*, имеют, как было указано, мало сходства с типовой формой и должны быть, по-видимому, исключены из состава группы, то строматолиты, выделенные в группу *Minjaria* (Крылов, 1962, 1963), напротив, очень близки к *Gymnosolen*, а диагноз *Minjaria* по существу во многом повторяет первоначальный диагноз *Gymnosolen* (разумеется, с учетом поправок на терминологию). Постройки типовой формы *Minjaria uralica* Kryl. морфологически почти не отличимы от построек *G. ramsayi* Steinm., в чем можно убедиться, сравнивая реконструкции тех и других (фиг. 18, 19). Первые отличаются лишь более крупными средними размерами столбиков. Текстура слоев обеих форм, однако, различается достаточно четко, что заставляет считать *Minjaria uralica* Kryl. особой формой рода *Gymnosolen*. Синонимом этой формы следует считать и *G. giganteus* Raab., близость которого к *M. uralica* уже была отмечена (Раабен, 1964). Текстура слоев этой формы аналогична текстуре голотипа *M. uralica*.

В составе группы *Minjaria* были описаны еще три формы: *M. procera* Sem. и *M. nimbifera* Sem. из верхнего рифея Туруханского поднятия и Енисейского кряжа (Семихатов, 1962) и *M. calciolata* (Korol.) из чаткаргайской свиты Тянь-Шаня (Крылов, 1967).

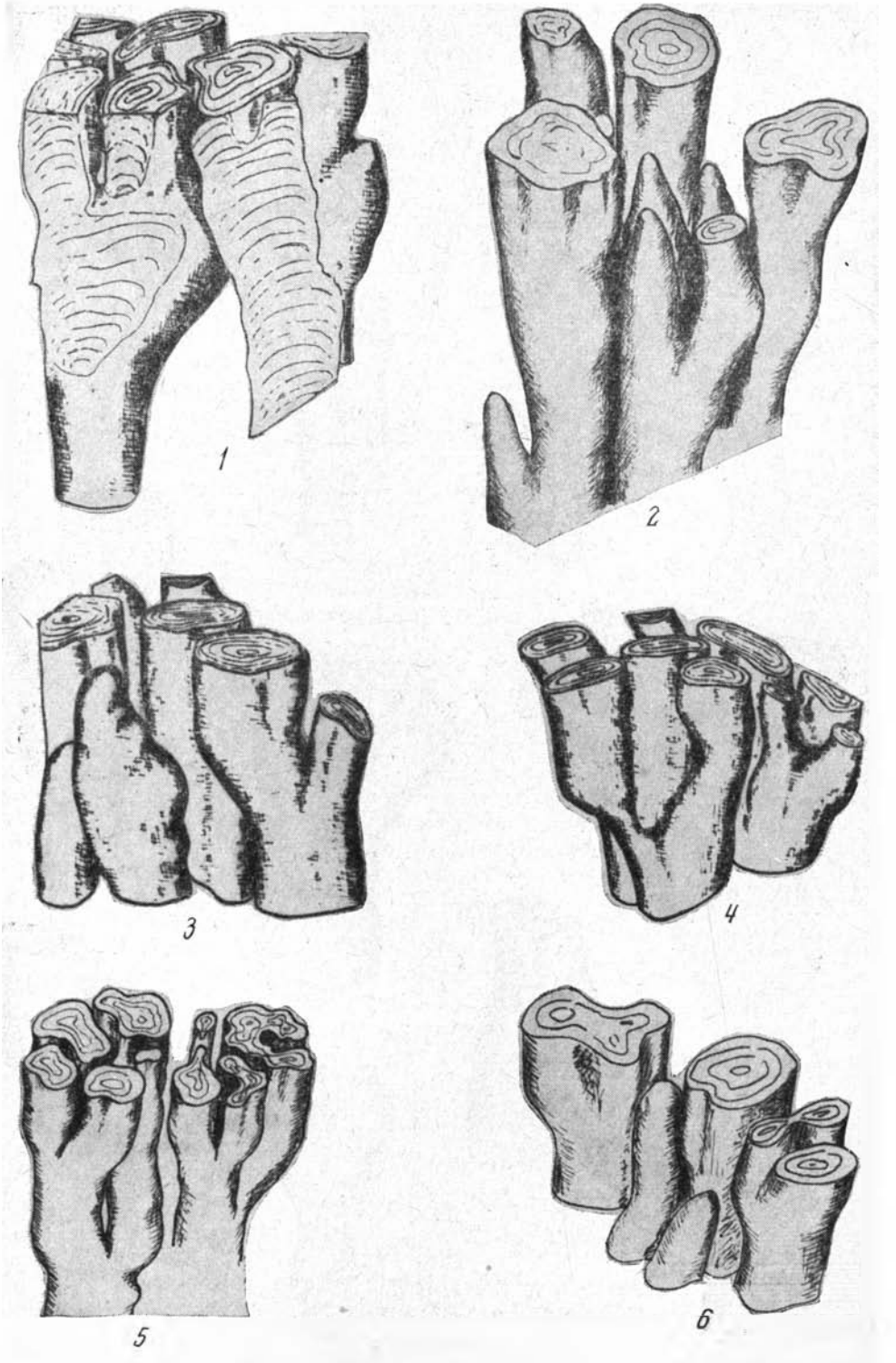
Первая из перечисленных форм морфологически не отличается от *M. uralica* Kryl., характеризуясь, однако, также особым типом текстуры слоев (см. табл. XI).

Для *M. nimbifera* Semikh. кроме текстурных особенностей, в отличие от других форм *Minjaria*, было отмечено еще и прерывистое облекание (Семихатов, 1963). По морфологии постройки она сходна с формами группы *Inseria* Kryl. (см. фиг. 20). М. А. Семихатов и В. А. Комар уже указывали на принадлежность этой формы к *Inseria*, сближая ее с *I. djejimi* Raab. на основании текстурных признаков (Семихатов, Комар, 1965; Комар,



Фиг. 18. Форма столбиков и построек у строматолитов группы *Gymnosolen* Steinm.

1, *2*, *4—6*, *8*, *10*, *12* — *G. ramsayi* Steinm. (*8*, *10* — по И. П. Крылову, 1963; *1*, *4—6* — топотип); *3* — *G. furcatus* Komar (по Вл. А. Комару); *7*, *9*, *11*, *13* — *G. uralicus* (Kryl.) (*7* — по М. А. Семихатову, 1962; *9*, *11*, *13* — по И. Н. Крылову, 1963). *10*, *11* — недоразвитые столбики. Реконструкции с уменьшением



Фиг. 19. Форма столбиков и построек у строматолитов группы *Gymnosolen* Steinm.

1, 2, 4, 6 — *G. ramsayi* Steinm. (*4* — по И. Н. Крылову, 1963); *3* — *G. uralicus* (Kryl.) (по И. Н. Крылову, 1963); *5* — *G. furcatus* Kom. (из колл. Вл. А. Комара). Реконструкция с уменьшением

1966, табл. III). Сходство текстур этих двух форм при более детальном исследовании, однако, не подтвердилось. В частности, на цитированной таблице видимость сходства получилась в результате различных увеличений приведенных фотографий шлифов (×1 для *I. nimbifera* и ×4 для *I. djejimi*).

Текстура слоев *I. nimbifera* оказалась идентичной текстуре типовой формы *I. tjomusi* Kryl. не только по общему ее характеру, но и по числовым параметрам (см. табл. IV, XIV, XV и фиг. 22 настоящей работы).

Наконец, *Minjaria calciolata*, ранее описанная как *Columnaecollenia calciolata* (Медведев, Королюк, 1958), судя по приведенным реконструкциям (Крылов, 1967, фиг. 18), вероятно, принадлежит к группе *Gymnosolen*. Сильная перекристаллизация строматолитовой породы не позволяет установить, является ли она новой формой или относится к одной из ранее описанных форм. Сравнение фотографий этих строматолитов и *G. cf. ramsayi* из того же местонахождения (Крылов, 1967, табл. II и III) заставляет предположить, что как первые, так и вторые представляют одну и ту же форму. Кстати, интересно отметить, что «часто ветвящийся» *Gymnosolen* представлен на фотографии тремя столбиками, лишенными разветвлений, а «редко ветвящаяся» *Minjaria* — фрагментом разветвленной постройки.

Рассмотрим теперь другие группы строматолитов, входящие в состав надгруппы Gymnosolenida. Кроме *Minjaria*, которую, ввиду совпадения ее основных характеристик с *Gymnosolen* Stein m., мы не можем считать самостоятельной группой, И. Н. Крылов (1962, 1963) выделил группы *Inseria* и *Katavia*, которые по типу ветвления и геометрической форме столбиков близки к *Gymnosolen*, но достаточно резко отличаются от него по тем признакам, которые связаны с формой слоя, и прежде всего — по характеру боковой поверхности.

Inseria Kryl., в отличие от *Gymnosolen*, обладает неровной, бугристой поверхностью (Крылов, 1963). Несколько позднее удалось установить, что боковое ограничение у типовой формы характеризуется прерывистым облеканием, местами глубоким, и что, кроме того, для инзерий характерны сложная форма арки, с дополнительными буграми и впадинами и нередко изрезанная форма поперечного сечения (Раабен, 1964). Менее существенными, но также довольно характерными представляются такие особенности морфологии постройки *Inseria*, как резкий пережим в основании некоторых из ответвляющихся столбиков и наличие в них нишеобразных выемов (Крылов, 1963).

Группа *Inseria* вскоре после ее выделения пополнилась несколькими новыми формами: *I. djejimi* Raab., *I. sovinica* Golov., *I. macula* Golov., *I. chunnbergica* Golov., *I. nimbifera* Semikh., как уже упоминалось, является синонимом *I. tjomusi* Kryl.

Группа *Katavia* Kryl. характеризуется мелкобугорчатой поверхностью столбиков, при полном облекании в периферической их части. Бугорчатая, «шагреневая» поверхность связана с узловатостью строматолитовых слоев (Крылов, 1963). Единственный представитель этой группы — *Katavia karatavica* Kryl. описан пока только в опорном разрезе рифея Южного Урала. По форме слоя к этой группе, по-видимому, близки тонкостолбчатые строматолиты группы *Muromniella* Nuschn. из кембрийских отложений Учуро-Майского района (Нужнов, 1967). Морфология построек этих строматолитов во многом еще не ясна, и степень их сходства с группой *Katavia* еще предстоит выяснить.

Кроме перечисленных выше групп в состав Gymnosolenida была включена также группа *Boxonia* Korol., выделенная уже в 1960 г. Однако такое систематическое положение нельзя считать в настоящее время окончательно установленным. Дело в том, что характер ветвления и форма столбиков у этих строматолитов с гладкой поверхностью и глубоким облеканием лишь иногда обнаруживают особенности, присущие постройкам

активноветвящихся строматолитов (см. фиг. 23). И. К. Королюк отмечала, что ветвление у типовой формы — *B. gracilis* происходит без расширения постройки, а форма столбиков является почти правильно цилиндрической (Королюк, 1960). Вл. А. Комар характеризовал ветвление как «пассивное, иногда активное» (1964), а позже отнес эту форму к пассивноветвящимся строматолитам, отметив, однако, что расширение постройки при ветвлении все же наблюдается (Комар, 1966). Такая же характеристика ветвления построек *Boxonia* дана и Н. П. Голованов ым (1966). На реконструкциях ряда форм этой группы — *B. lissa* Komar, *B. grumulosa* Kom.— видно, кроме того, что пережимы в основании ответвляющихся столбиков выражены слабо или вовсе не выражены и что соответственно форма столбиков представляется скорее цилиндрической, чем ложноцилиндрической (Комар, 1966, фиг. 18). Забегая вперед, укажем, что и постройки у новой формы *B. bianca*, описанной в этой работе, напоминают скорее постройки *Kussiella* или *Jurusania*, чем постройки активноветвящихся строматолитов. Участки разветвления, однако, наблюдались настолько редко, что вопрос о типе ветвления как этой *Boxonia*, так и других форм группы остается под сомнением, и пока *Boxonia* условно описывается в составе надгруппы Gymnosolenida.

Глава VI

ОПИСАНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ

НАДГРУППА GYMNOSOLENIDA RAABEN, 1964

Фиг. 18—21

Диагноз. Столбчатые активноветвящиеся строматолиты, постройки которых состоят из прямых, субпараллельных ветвей-столбиков ложноцилиндрической формы, с расширенной верхней частью и нередко с пережатым основанием.

Сравнение. От строматолитов надгрупп Conophytonida и Kussiellida, также имеющих субпараллельно ориентированные столбики, Gymnosolenida отличаются активным ветвлением. От Tungussida, обладающих также активным ветвлением, отличаются формой и взаиморасположением столбиков: у Tungussida столбики резко расширяются снизу вверх, не имеют среднего цилиндрического отрезка и ориентированы незакономерно.

Состав надгруппы: *Gymnosolen* Steinm. (типичная группа), *Inseria* Kryl., *Katavia* Kryl., *Boxonia* Korol.

Замечание. Группа *Minjaria* Kryl. упразднена, и ее представители включены в надгруппу Gymnosolenida в составе формальных родов *Gymnosolen* и *Inseria*.

Вертикальное распространение. Верхний рифей (включая венд) Урала, Тимана, п-ова Канин, Анабарского массива, Оленекского поднятия, Туруханского района, Енисейского кряжа, Учуро-Майского района и Северо-Восточного Саяна; надбокситовая пачка боксонской свиты района Боксона; формация Средняя Гекла-Хук Шпицбергена, доломиты Порсангер-фьорда Северной Норвегии, возможно, серия Элеонора-Бей Восточной Гренландии, серия Адуду Северной Африки.

Группа *Gymnosolen* Steinmann

Gymnosolen: Steinmann 1911, стр. 18—23; Виттенбург, Яковлев, 1922, стр. 359—368 (part); Раабен, 1960, стр. 125—126; Раабен, 1964, стр. 96—97; Крылов, 1963, стр. 84 (part); Крылов, 1967, стр. 36; Комар, 1964, стр. 95; Комар, 1966, стр. 88.

Minjaria: Крылов, 1962, стр. 12; Крылов, 1963, стр. 75; Семихатов, 1962, стр. 215 (part).

Collenia buriatica: Маслов, 1939, стр. 278 (part); Крылов, 1960, стр.133—134.(part).

Типовая форма (вид) — *G. ramsayi* Steinmann, 1911. Верхний рифей, свита доломитов мыса Западный Лудоватый, п-ов Канин.

Диагноз. Гимносолениды с полным или почти полным облеканием, с гладкой поверхностью столбиков, местами осложненной незакономерно расположенными бугорками-натеками.

Постройки активноветвящиеся, колонки субпараллельные, обычно субвертикальные (нормальные к поверхности напластования); число колонок, отходящих от одного разветвления, и длина промежутков между разветвлениями варьируют в широких пределах у всех форм *Gymnosolen*. Колонки ложноцилиндрические, стройные, с хорошо развитой средней цилиндрической частью, с более или менее четким пережимом и нередко — небольшим изгибом в основании и с расширением в местах ветвления. Поперечное сечение колонок округлое, овальное или субангулярное. Колонки образованы унаследованно нарастающими слоями с дифференцированным периферическим краем неровной длины. Облекание полное или с небольшими перерывами. Поверхность колонок гладкая, часто с натеками; козырьки и мостики нехарактерны. Свод арки простой формы.

Сравнение. От группы *Inseria* отличается гладкой боковой поверхностью и простой формой слоя в своде арки, от группы *Boxonia* — наличием участков с неполным облеканием и более отчетливым расширением столбиков в местах разветвления, от группы *Katavia* — отсутствием закономерно расположенных бугорков на поверхности столбиков— «шагреневой поверхности».

Состав группы. 5 форм: *G. ramsayi* Steinm., *G. furcatus* Komar, *G. uralicus* (Kryl.), *G. procerus* (Semikh.), *G. asymmetricus* Raab.

Замечание. Форма *G. sibiricus* Yak. должна быть отнесена к группе *Jurusania* Kryl. по типу ветвления и характеру бокового ограничения; *G. altus* Semikh. исключен из состава гимносоленид ввиду непараллельности столбиков в постройках этой формы, *G. giganteus* Raab. включен в синонимику *G. uralicus*, с которым имеет тождественную текстуру и близкие размеры столбиков.

G. levis, описанный И. Н. Крыловым, возможно, представляет собой самостоятельную форму. Он обладает, однако, волокнистой неяснослоистой текстурой, напоминающей текстуру *G. ramsayi* Steinm., которая у голотипа и в других имеющихся в коллекциях образцах имеет настолько неудовлетворительную сохранность, что ни отождествить, ни разграничить с уверенностью обе формы нет возможности.

Распространение. Верхний рифей, миньярская свита, Южный Урал; низьвенская свита, Полюдов кряж; быстринская свита, Тиман; свита доломитов Западного Лудоватого мыса, п-ов. Канин; доломит Порсангер-фьорда, Северная Норвегия; верхи формации Средняя Гекла-Хук, арх. Шпицберген; свиты шорихинская, туруханская, речкинская и дурномысская, Туруханский район; свиты Серого ключа, дадыктинская и дашкинская, Енисейский кряж; верхняя часть хайпахской свиты, Оленекское поднятие; карбонатная свита верхнего рифея, Охотский массив.

Gymnosolen ramsayi Steinmann

Табл. I, X, *1—4*; фиг. 18, *1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 12*, фиг. 19, *2, 6*

Gymnosolen ramsayi: Steinmann, 1911, стр. 18, табл. I; Раабен, 1960, стр. 125—126; Раабен, 1964, стр. 97—98, табл. I, *5—7*; Крылов, 1963 (part), стр. 85—90, фиг. 28а, б).

Топотип: ГИН АН СССР, обр. 3572/9. П-ов Канин, мыс Западный Лудоватый, свита доломитов, верхний рифей.

Диагноз. *Gymnosolen* с волокнистой, неяснослоистой текстурой. Темные компоненты текстуры в сечениях шлифа — в виде длинных или коротких волоконец — веретеновидных полосок, ориентированных грубопараллельно поверхностями слоев, или в виде изометричных пятнышек; Диаметр пятнышек и ширина волоконец — 0,1—0,2 *мм*. В пределах темных участков изредка различимы тонкие структуры — трубчатые или нитевидные короткие, прямые или изогнутые, различно ориентированные.

толщина менее 0,02 *мм*, длина до 0,1 *мм*. Диаметр столбиков 0,5—5,0 *см*, обычно 2—2,5 *см*.

Описание морфологии. Постройки активноветвящиеся, расположение ветвей-столбиков субпараллельное; разделение столбиков чаще на 2, реже на 3—5 новых, промежутки между участками ветвления по вертикали неравномерные, от 2—3 до 20—25 *см*. Столбики ложноцилиндрические, с округлым или округлоугловатым поперечным сечением. В основании обычно имеют небольшой плавный пережим, сопровождающийся коротким изгибом. Ответвившись, дочерние столбики вновь быстро достигают диаметра материнского. Диаметр столбиков в цилиндрической части от 1,5 до 4, редко — до 5 *см*. Средний диаметр 2—2,5 *см*. Недоразвитые столбики имеют пальцевидную форму. Поверхность столбиков гладкая, облекание полное или почти полное, карнизы и соединительные мостики — в виде редкого исключения. Свод арки простой, иногда слабоволнистый, дополнительные бугры имеются только в расширенной верхней части столбиков, перед их разветвлением. Периферический край хорошо развит, длина не одинаковая. (Более подробное описание морфологии типовой формы см. в ст. Раабен, 1964).

Сравнение. Из других форм *Gymnosolen*, описанных в литературе, только *G. levis* обладает волокнистой, неяснослоистой текстурой. Из прочих гимносоленид к текстуре *G. ramsayi* наиболее близка текстура *Inseria djejimi*, известной из близких стратиграфических уровней верхнего рифея.

Распространение. Верхний рифей, средняя часть (миньярские горизонты): миньярская свита Южного Урала, низьвенская свита Полюдова кряжа (средняя и верхняя подсвиты), быстринская свита Южного Тимана, свита доломитов мыса Западный Лудоватый, п-ов Канин, свита Хуннберг серии Мёрчисон-Бей и слои Сванбергфьеллет формации Средняя Гекла-Хук, арх. Шпицберген.

Материал: более 30 образцов из разных районов.

Gymnosolen furcatus Komar

Табл. II, *2*; табл. XII; фиг. 18, *3*, фиг. 19, *5*

Gymnosolen furcatus: Комар, 1964, стр. 95—96, рис. 6, табл. IV, *1*, *2*; Комар, 1966, стр. 88—89, фиг. 23, табл. XI, *1—7*.

Голотип. ГИН АН СССР, обр. 3577/6. Верхняя подсвита юсмастахской свиты; р. Котуйкан. Верхний рифей.

Диагноз. *Gymnosolen* с разбросанно-глобулярной (комковатой), неяснослоистой текстурой. Темные компоненты текстуры округлой формы или в виде слипшихся комочков. Они разбросаны более или менее равномерно в плоскости шлифа, как в продольном, так и в поперечном сечениях. Диаметр комочков 0,5—0,05 *мм*, средний — 0,08—0,15 *мм* (60%). Иногда в продольном сечении обособляются отдельные тонкие прослои светлого мелкокристаллического карбоната. Частота расположения комочков — 25—50 на 1 *мм*^{2}.

Диаметр столбиков 0,5—4 *см*; снизу вверх по постройке он, как правило, резко уменьшается.

Замечание. Вл. А. Комар характеризовал текстуру (микроструктуру) *G. furcatus* как «слоисто-комковатую». Следует иметь в виду, что слоистость, едва намеченная редкими, тонкими, незакономерно расположенными прослоями более крупнозернистого карбоната, с трудом улавливается и почти не сказывается в расположении глобулярных компонентов.

Описание морфологии. Морфология постройки *G. furcatus* подробно описана в монографии Вл. А. Комара (1966). Она в принципе

довольно близка к морфологии постройки *G. ramsayi* Steinm. Некоторое отличие можно усмотреть лишь в более резко выраженном раздуве столбиков в местах разветвления (в 2—3 раза; см. Комар, 1966), а также в общей тенденции к уменьшению диаметра столбиков снизу вверх в каждой постройке. Средний диаметр столбиков варьирует от 1 до 3—3,5 *см*. Форма биогермов пластовая или линзовидная.

От *G. uralicus*, обладающего также глобулярной (комковатой) текстурой, *G. furcatus* отличается разбросанным, а не послойным, и более редким расположением темных изометричных компонентов и их большими размерами.

Распространение. Верхний рифей, нижние горизонты: верхняя подсвита юсмастахской свиты Анабарского массива, верхняя часть хайпахской свиты Оленекского поднятия, сиэтачанская свита Хараулаха.

Материал: голотип и 2 штуфа (колл. Вл. А. Комара).

Gymnosolen uralicus [Kryl.]

Табл. II, *3—4*; табл. XI, *1—5*; фиг. 18, *7*, *9*, *11*, *13*; фиг. 19, *3*

Collenia buriatica: Крылов, 1959, стр. 1314—1315, рис. 1*и*; Крылов, 1960а (part), стр. 133, 134, рис. 1, 2; Крылов, 1960*б*, стр. 896, рис. 1*в*; Семихатов, 1960, стр. 1481, рис. 2*а*, 3*д*, 4*в*, *г*; Келлер и др., 1960, стр. 38, фиг. 1, *1—2*, фиг. 2,*2*.

Minjaria uralica: Крылов, 1962, стр. 14; Крылов, 1963, стр. 76, фиг. 24, 25; Семихатов, 1962 (part), стр. 216, табл. XIV, фиг. 2.

Gymnosolen giganteus: Раабен, 1964, стр. 98, табл. I, фиг. 10.

Pseudokussiella aii (part): Крылов, 1963, стр. 92. фиг. 32*а*, *г*.

Голотип. ГИН АН СССР, обр. 3562/915. Миньярская свита Южного Урала, пос. Пролетарка. Верхний рифей.

Диагноз. *Gymnosolen* с глобулярно-комковатой полосчатой текстурой; темные (микрозернистые) компоненты текстуры округлые, большей частью в виде слипшихся комочков диаметром 0,05—0,20 *мм*. Они концентрируются послойно, образуя полосы с неровными краями, прилегая друг к другу или даже сливаясь в средней части каждого слоя. Слои, образованные ими, в продольных сечениях имеют толщину 1,5—2,0 *мм* и более разделены прослоями светлого мелкозернистого карбоната толщиной 0,5—1,0 *мм*, не всегда выдержанными по простиранию. Диаметр столбиков до 20 *см*.

Примечание. М. А. Семихатов характеризовал текстуру этой формы как перистую, что хорошо передает общее впечатление от ее рисунка при малых увеличениях в продольных и особенно несколько косых срезах. Комковатое строение слоев в большинстве сибирских образцов улавливается с трудом, но отчетливо видно на отдельных участках шлифов типового образца из миньярской свиты и в большинстве образцов из низьвенской свиты Полюдова кряжа.

Описание морфологии. Активноветвящиеся постройки, высотой до нескольких метров, состоящие из субпараллельных, субвертикальных столбиков диаметром от 4 до 20 *см* (средний диаметр 5—7 *см*). Поперечное сечение округлое. Столбики ложноцилиндрические, со слабо выраженным пережимом и небольшим изгибом в основании и с расширенной верхней частью. Снизу вверх по постройке средний диаметр обычно несколько уменьшается. Ветвление на 2—3 и более столбиков, расстояние по вертикали между участками ветвления различное, от нескольких сантиметров до 1 *м* и более. Ограничение столбиков гладкое, кроме плавных натеков изредка наблюдаются единичные карнизы.

Замечание. Строматолиты, описанные из миньярской свиты района ст. Сулея (Южный Урал) как *Pseudokussiella aii* Kryl. (Крылов, 1963), по-видимому, отвечают участкам разветвления построек *Gymnosolen uralicus*; голотипы происходят из одного местонахождения и имеют идентичную текстуру. Значительные участки биогермов, в которых можно наблюдать соотношение различных частей построек *G. uralicus* — слабо и

сильно разветвленных, хорошо обнажены на р. Низьве, в 1,5 *км* ниже пос. Байдачи (правый берег, ниже плотины).

Сравнение. По характеру текстуры напоминает *M. procera* Semikh., от которой отличается меньшей компактностью темного слоя. От *G. furcatus*, обладающего также комковатой текстурой, отличается четкой слоистостью и размерностью темных компонентов. От всех других гимносоленов отличается большим диаметром столбиков.

Примечание. Форма, описанная как *Minjaria uralica* из Туруханского района (шорихинская свита), значительно отличается по микроструктуре от *G. uralicus* и близка к *G. confragosus* из той же свиты.

Распространение. Верхний рифей, средние горизонты: миньярская свита Южного Урала, низы III подсвиты низьвенской свиты Полюдова кряжа, быстринская свита Очь-Пармы, слои Сванбергфьеллет формации Гекла-Хук, дадыктинская свита Енисейского кряжа.

Материал: 15 штуфов из различных районов.

Gymnosolen asymmetricus Raab.

Табл. III, *2*; табл. XIII, *1—4*

Gymnosolen asymmetricus: Раабен, 1964, стр. 99—100, табл. I, фиг. 8.

Тип. ГИН АН СССР, обр. 3570/31. Быстринская свита Четласского Камня, Тиман. Верхний рифей.

Диагноз. *Gymnosolen* с пленочной, ленточно-слоистой текстурой. Темные компоненты текстуры в виде однородных тонких пленок; в срезе имеют вид узких темных ленточек, толщиной 0,3—0,7 *мм*, сплошных, изредка прерывистых, иногда сливающихся. Они разделены светлыми явнокристаллическими прослоями толщиной 0,5—2,0 *мм*.

Примечание. В многочисленных изученных образцах (несколько десятков столбиков) перекристаллизация всегда довольно значительная, что, возможно, и обусловливает кажущуюся однородность темных компонентов текстуры. Однако ввиду того, что ни одна из прочих форм *Gymnosolen* ни при какой степени сохранности не обнаруживает подобной текстуры, *G. asymmetricus* представляется самостоятельной формой этой группы.

Описание морфологии постройки. Ложноцилиндрические столбики с хорошо выраженным пережимом в основании и расширением в месте разветвления. Поперечное сечение столбиков часто овальное или округленно-ромбическое. Диаметр столбиков от 2 до 6 *см*, средний — 2,5—3 *см*; свод арок слоя невыдержанной, часто асимметричной формы. Периферический край тонкий, облекание сплошное или почти сплошное, боковая поверхность гладкая.

Сравнение. От всех остальных гимносиленов отличается токоленточной пленочной текстурой. Из других гимносоленид сходную текстуру, при плохой сохранности, может обнаруживать *Inseria ny-frislandica*.

Распространение. Верхний рифей, быстринская свита Очь-Пармы (Южный Тиман) и Четласского Камня (Средний Тиман), верхи II подсвиты низьвенской свиты Полюдова кряжа.

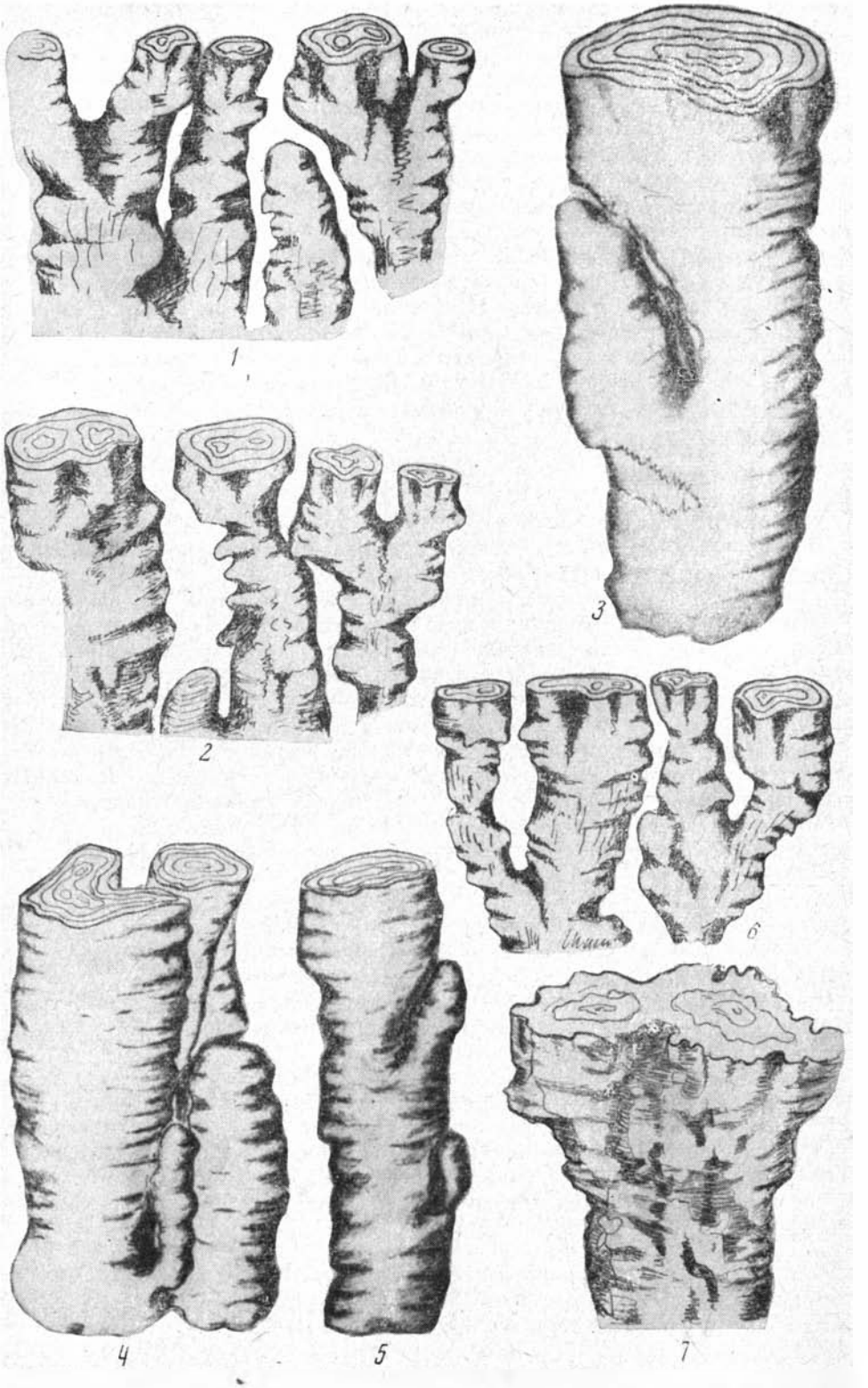
Материал: более 20 штуфов из разных районов.

Группа *Inseria* Kryl., 1962

Inseria: Крылов, 1962, стр. 8; Крылов, 1963, стр. 71; Крылов, 1967, стр. 29; Раабен, 1964, стр. 98; Голованов, 1966, стр. 71.

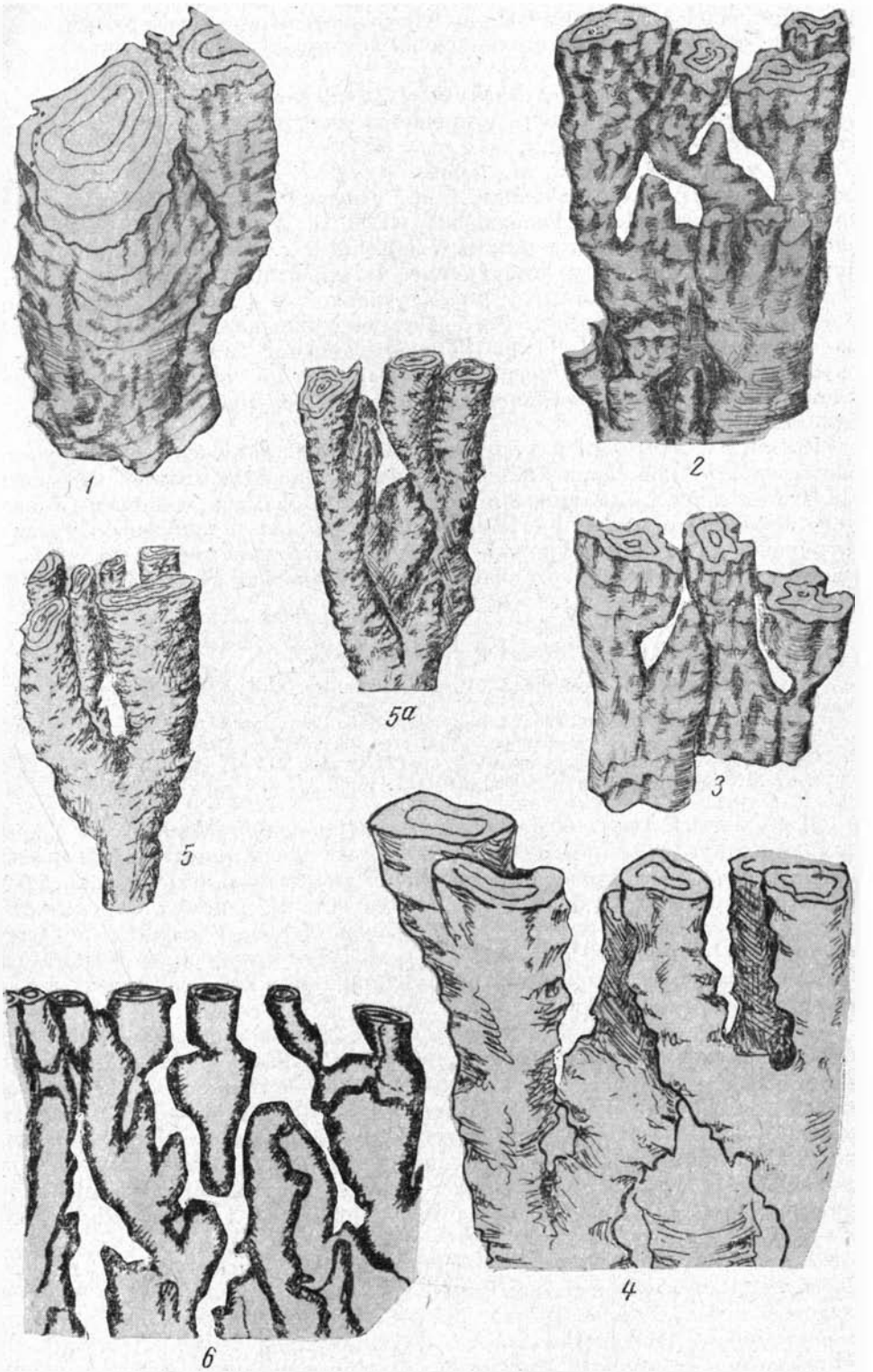
Типовая форма (вид) — *I. tjomusi* Kryl., катавская свита Южного Урала.

Диагноз. Гимносолениды с частичным облеканием в периферической части столбиков, с боковой поверхностью, осложненной поперечными валиками, карнизами и продольными бороздками. Слои в своде



Фиг. 20. Форма столбиков и построек у строматолитов группы *Inseria* Kryl.

1—7 — *Inseria tjomusi* Kryl. (*3*, *4*, *5* — по И. Н. Крылову; *1*, *2*, *6* — из колл. М. А. Семихатова). Реконструкция с уменьшением



Фиг. 21. Форма столбиков и построек у строматолитов группы *Inseria* Kryl.

1 — *Inseria tjomusi* Kryl.; *2—3* — *Inseria djejimi* Raab.; *4* — *Inseria confragosa* (Semikh.), голотип; *5*, *5а* — *Inseria loctogulica* Kryl. (по Крылову, 1967); *6* — *Inseria macula* Golov. (по Н. П. Голованову, 1966)

арок — часто с дополнительными вздутиями. Поперечное сечение округлое или овальное, часто со сложно изрезанным контуром. Пережимы в основании ответвляющихся столбиков выражены отчетливо и часто сопровождаются изгибом.

Сравнение. От *Katavia* Kryl., также имеющей сильно осложненную боковую поверхность, отличается наличием значительных участков, лишенных облекания.

Состав группы. *I. tjomusi* Kryl., *I. djejimi* Raab., *I. chunnbergica* Golov., *I.-ny frislandica* f. n., *Inseria confragosa* (Semikh). Недавно описанные Н. П. Голованом (1966) из верхней части юсмастахской свиты Анабара новые формы *I. macula* и *I. variusata* также, по-видимому, принадлежат к этой группе. В отношении *I. sovinica* Golov., (красивская свита Таймыра), представленной в образцах небольшими фрагментами построек, остается некоторое сомнение. *I. toctogulica* Kryl. из чаткаргайской свиты Тянь-Шаня, несомненно, принадлежит к этой группе, но плохая сохранность текстуры слоев не позволяет судить, является ли она самостоятельной формой. *I. nimbifera* (Semikh.) является синонимом *I. tjomusi*.

Распространение. Верхний рифей: катавская и миньярская свиты каратауской серии Южного Урала, деминская и низьвенская свиты Полюдова кряжа, быстринская свита Южного Тимана, доломиты Западного Лудоватого мыса, п-ов Канин, шорихинская и туруханская свиты Туруханского района, верхняя часть юсмастахской свиты Анабарского массива, чаткаргайская свита Тянь-Шаня, красивская свита Таймыра (?).

Inseria tjomusi Kryl.

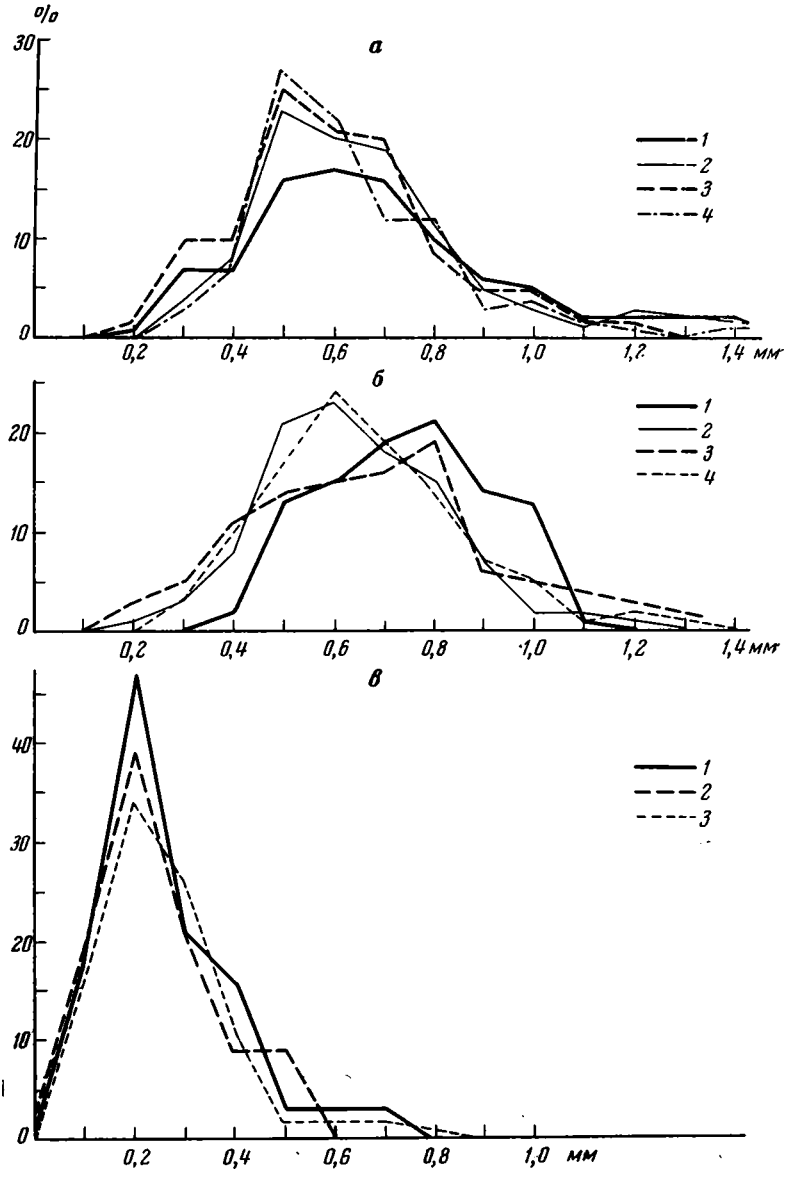
Табл. XIV, *1*, *4*; табл. XV, *1—3*; фиг. 20, *1—7*, фиг. 21, *1*

Inseria tjomusi: Крылов, 1962, стр. 14; Крылов, 1963, стр. 72, фиг. 22, 23, табл. XII—XVI; Раабен, 1964, стр. 99, табл. I, *11*, *12*.
Minjaria nimbifera: Семихатов, 1962, стр. 217, табл. XIV, *5*; табл. XV, XVI, *1*, *2*.
Inseria nimbrifera: Комар, 1966, стр. 117, табл. II, *4*.

Диагноз: Inseria с пленочной ленточно-слоистой текстурой. Скрытокристаллический карбонат образует в срезах любой ориентировки сплошные, выдержанные, реже — прерывистые, иногда волнистые ленты, однородные, без признаков более тонкой структуры. Их ширина в продольных срезах столбиков варьирует от 0,2 до 1,2 *мм*. Наиболее часто наблюдается ширина 0,5—0,8 *мм* (70% замеров). Промежутки между скрытокристаллическими пленками, сложенные явнокристаллическим карбонатом, имеют невыдержанную ширину от 0,1 до 1,5 *мм*.

Описание морфологии. Активноветвящиеся постройки, образованные субпараллельными, субвертикальными ложноцилиндрическими столбиками с резко пережатым, часто изогнутым основанием и с заметным расширением в месте разветвления. Поперечное сечение столбиков — со сложно изрезанным контуром. Облекание частичное, местами глубокое. Поверхность — с продольными валиками и поперечными бороздками. Форма свода арок сложная, с дополнительными бугорками и вздутиями. Диаметр столбиков очень изменчивый (от 2 до 10 *см*, средний 4—6 *см*).

Замечание. Формы, описанные из туруханской свиты как *Minjaria nimbifera* и впоследствии отнесенные Вл. А. Комаром и М. А. Семихатовым к роду *Inseria* (Комар, 1966; Семихатов и Комар, 1965), сходны по текстуре с голотипом *I. tjomusi* Kryl. (см. табл. XIV, XV и фиг. 22). Морфология столбиков, как показали дополнительные реконструкции, также сходна (см. фиг. 20), за исключением того, что столбики в постройках уральских экземпляров тесно сближены (расстояние 0,5—1,0 *см*),



Фиг. 22. Вариационные кривые толщины скрытокристаллических компонентов текстуры у *Inseria* Kryl.

а — *Inseria tjomusi* Kryl.: *1* — голотип; *2—4* — формы с Полюдова кряжа; обр. 3572/234.

б — *Inseria tjomusi* Kryl., формы с Туруханского поднятия, туруханская свита. Из колл. М. А. Семихатова; ранее определились как *Minjaria nimbifera* Semikh.; *1*, *2* — формы, впоследствии переопределенные (Семихатов, Комар, 1966) как *I. tjomusi*; *3*, *4* — формы, считавшиеся голотипом *Inseria nimbifera* Semikh. (Семихатов, Комар, 1966).

в — *Inseria dejimi* Raab.: *1* — голотип; *2*, *3* — другие экземпляры, обр. 3572/105

а у туруханских отстоят друг от друга на 2—4 *см*. Это отличие не представляется существенным.

Распространение. Верхний рифей, нижние горизонты: низы катавской свиты Южного Урала и деминской свиты Полюдова кряжа, туруханская свита Туруханского поднятия, четвертая подсвита лахандинской свиты Учуро-Майского района.

Inseria djejimi Raaben

Табл. IV, *1*, *2*; табл. VI, *2*; табл. XVI; фиг. 21, *2*, *3*

Inseria djejimi: Раабен, 1964, стр. 100, табл. I, фиг. 13; Комар, 1966, табл. IV, фиг. 3.

Голотип. ГИН АН СССР, 3572/105. Быстринская свита Джежим. Пармы, Южный Тиман. Верхний рифей.

Диагноз. *Inseria* с волокнистой, неяснослоистой текстурой. Темные компоненты текстуры в срезе имеют вид либо веретеновидных, удлиненных или коротких полосок, либо округлых пятнышек. Длинные оси полосок параллельны слоистости или расположены под острым углом к ней. Ширина полосок и диаметр пятен 0,1—0,4 *мм*, с резким преобладанием размера 0,2 *мм* (более 50%).

Морфология постройки. *I. djejimi* по форме постройки сходна с типовой формой, от которой отличается меньшими размерами столбиков: диаметр 1—2,5 *см*, редко до 4 *см*, высота 3—5 *см*. Форма свода арок изменчивая, часто весьма сложная, иногда субконическая, порой арка осложнена радиально расположенными гребешками. Периферические края неодинаковой длины, облекание прерывистое и может отсутствовать на значительных участках.

Сравнение. От *I. tjomusi* Kryl. отличается как общим типом текстуры, так и размерностью темных компонентов.

Распространение. Верхний рифей, средние горизонты: бьянская подсвита миньярской свиты Южного Урала, низы III подсвиты низьвенской свиты Полюдова кряжа, быстринская свита Южного Тимана, карбонатная свита докембрия мыса Западный Лудоватый, п-ов Канин, свита Хуннберг серии Мерчисон-Бей о. Северо-Восточная Земля, арх. Шпицберген.

Замечание. Указание на сходство текстуры (микроструктуры) этой формы и формы *Inseria nimbifera* Semikh. основано на недоразумении. Неверен, таким образом, и вывод о пространственном распространении форм, сходных с *I. djejimi*: ни в одном из сибирских разрезов последняя форма пока не встречена.

Материал: 22 штуфа из разных районов.

Inseria ny-frislandica f. n.

Табл. XVII, *1—3*

Голотип. ГИН АН СССР, обр. 3572/171. Серия Академикербрен, формации Гекла-хук, Лом-Фьорд, о. Западный Шпицберген. Верхний рифей.

Диагноз. *Inseria* с нитчатой, тонкополосчатой текстурой. В поперечном сечении при больших увеличениях видны темные изогнутые и разветвленные нитевидные образования толщиной 0,08—0,1 *мм*, в продольном сечении — сплошные тонкие темные полоски 0,1—0,4 *мм* или послойно расположенные черные штрихи и точки того же диаметра. При малых увеличениях (менее × 20) в продольном сечении различимы лишь тонкие темные прослои, разделенные пропластками светлого мелкозернистого карбоната, в поперечном текстура кажется пятнистой.

Морфологическое описание. Постройки высотой до 1,5—2 *м*, активноветвящиеся, состоящие из вертикально ориентированных столбиков ложноцилиндрической формы, диаметром 2—4 *см*, высотой 3—6 *см*. Облекание частичное. Форма свода арок плоская.

Сравнение. Морфологически эта форма очень напоминает *I. djejimi*, размеры столбиков также близки. Различие состоит в ином характере свода арок: у *I. djejimi*, как правило, свод сложный. Текстура *I. ny-frislandica* резко отличается от текстуры как *I. djejimi*, так и других форм группы *Inseria*.

Распространение. Низы серии Академикербрен, формации Гекла-Хук, п-ов Нью-Фрисланд, о. Западный Шпицберген.

Материал: два образца.

Inseria confragosa (Semikh.)

Табл. VI, *4*; фиг. 21, *4*

Gymnosolen confragosus (part): Семихатов, 1963, стр. 220—221, табл. XVII, *1—6*.

Голотип: ГИН АН СССР, обр. 3563/11. Шорихинская свита р. Нижней Тунгуски. Верхний рифей.

Диагноз. *Inseria* с глобулярной (комковатой) полосчатой текстурой. Темные компоненты текстуры в виде мелких комочков округлой или удлиненной формы, изолированных или сливающихся в агрегаты неправильной формы, разбросанные среди светлого карбоната, группируются в послойно расположенные полосы, чередующиеся с темными же скрытокристаллическими однородными прослоями несколько более светлого тона. Текстура комковатых прослоев несколько напоминает текстуру *G. uralicus*, от которой отличается присутствием темных однородного строения прослоев.

Описание морфологии. Постройки активноветвящиеся, состоящие из грубопараллельных столбиков диаметром в несколько сантиметров. Столбики ложноцилиндрические, с резко выраженным пережимом в основании и неровной боковой поверхностью, осложненной короткими выступами, реже козырьками. Облекание в периферической части столбиков наблюдается только на отдельных участках.

Примечание. Характер бокового ограничения столбиков и неправильная их форма, с резко выраженными пережимами в основании, заставляют считать типовую форму из шорихинской свиты, а также, по-видимому, и экземпляры, описанные М. А. Семихатовым из свиты Серого ключа, особой формой группы *Inseria*; формы из дашкинской свиты не входят в состав группы *Inseria*.

Распространение. Верхний рифей, нижние горизонты: шорихинская свита, р. Нижняя Тунгуска; свита Серого ключа, Енисейский кряж; катавская свита, Южный Урал(?)

Материал: голотип и штуфы из колл. М. А. Семихатова.

Группа *Katavia* Kryl., 1962

Katavia: Крылов, 1962, 1963.
Collenia ferrata: Крылов, 1960.

Диагноз. Гимносолениды с полным облеканием и мелкобугорчатой поверхностью столбиков.

Состав группы — одна форма.

Распространение. Верхние горизонты минкской подсвиты миньярской свиты Южного Урала.

Замечание. Местонахождение, из которого происходит голотип, было ошибочно отнесено при выделении типовой формы к подинзерской тол-

ще катавской свиты, литологически весьма сходной с верхней пачкой минской подсвиты; как и эта последняя, она перекрыта пестрыми аргиллитами и сланцами и подстилается полосчатыми плитчатыми доломитами.

Katavia karatavica Kryl.

Табл. XXI, *4*; фиг. 4, *10*

Katavia karatavica: Крылов, 1963, стр. 95, фиг. 33, табл. XXXIII—XXXV.

Голотип. ГИН АН СССР, обр. 3562/568. Минская подсвита миньярской свиты северо-западной окраины г. Миньяра Южного Урала. Верхний рифей.

Диагноз. *Katavia* с волокнистой неяснослоистой текстурой. Темные компоненты текстуры в виде удлиненных линзочек или ленточек ориентированы под небольшими углами к неясно намеченным поверхностям слоев.

Примечание. Сохранность текстуры голотипа неудовлетворительная, характер ее виден только в краевых частях столбиков; в центральной части видны только мозаично расположенные мелкие сростки кальцита округлой или овальной формы с шестовато-лучистой структурой.

Морфологическое описание. В образцах из коллекции И. Н. Крылова, бывших в моем распоряжении, наблюдались тонкие — 1,5—2,5 *см* в диаметре — столбики с параллельными осями. Те из них, на которых наблюдались участки с разветвлением, обнаруживают хорошо выраженный раздув в месте ветвления и слабо выраженный плавный пережим в основании дочерних столбиков. Цилиндрическая часть хорошо развита. Распределение бугорков на поверхности столбиков кажется неравномерным, высота их не превышает одной десятой диаметра столбиков.

Примечание. Малый размер столбиков не позволил повторить реконструкцию поверхности, сделанную И. Н. Крыловым, так как для этого потребовалось бы сделать чрезвычайно частые и тонкие параллельные срезы.

Сравнение. По типу текстур на участках с достаточной сохранностью, а также по типу вторичных изменений *K. karatavica* напоминает *G. ramsayi* и отчасти *I. djejimi*.

Распространение такое же, как у группы *Katavia*.

Группа *Boxonia* Korol., 1960

Boxonia: Королюк, 1960; Комар, 1964, 1966; Голованов, 1965.

Типовая форма—*Boxonia gracilis* Korol. Боксон, верхи боксонской свиты (венд). Диагноз. Постройки, образованные вертикальными, параллельными столбиками, почти правильной цилиндрической формы, со слабо выраженным расширением в месте ветвления. Боковое ограничение с полным облеканием. Боковая поверхность гладкая.

Состав группы. В составе группы *Boxonia* выделяются *Boxonia gracilis* Korol., *Boxonia lissa* Komar, *B. krasivica* Golov. и *B. bianca* f. n.

Boxonia grumulosa Kom. не обнаруживает существенных отличий от *B. gracilis* Korol. и включена здесь в синонимику этой формы. Некоторые строматолиты, описанные Вл. А. Комаром как *B. grumulosa*, обладающие неотличимой от нее текстурой, но обнаруживающие резкие отклонения в форме постройки и характере бокового ограничения, возможно, следует относить к другому морфологическому роду.

Распространение: верхний рифей (включая венд) СССР и Шпицбергена.

Boxonia gracilis Korol.

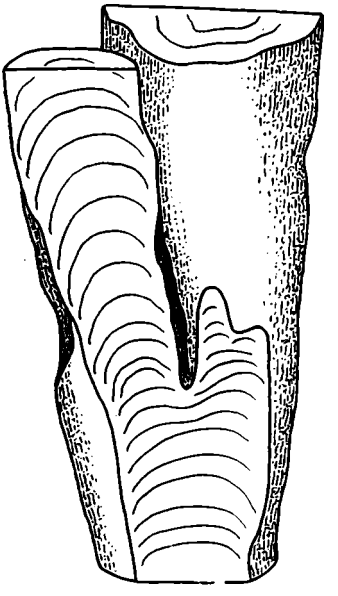
Табл. XXII, *1*, *2*, фиг. 23

Boxonia gracilis: Королюк, 1960, стр. 140, табл. XI, *1—3*; табл. XII, *1—3*.
Boxonia grumulosa: Комар, 1966, (part.).

Голотип. ИГ и РГИ, № 105/35. Боксон, верх боксонской свиты.

Диагноз. *Boxonia* с глобулярной (комковатой) зонально-слоистой текстурой. Диаметр комочков 0,025—0,150 *мм*, чаще всего 0,05—0,07 *мм*.

Описание. Темные компоненты текстуры в форме изолированных или, чаще, слившихся округлых комочков группируются в прослои невыдержанной толщины, от полмиллиметра до нескольких миллиметров, с нечеткими контурами. На 1 *мм*^{2} площади прослоя приходится 50—60 комочков. Комковатые прослои разделены неравномерно расположенными



Фиг. 23. Реконструкция части постройки *Boxonia gracillis* Korol. (топотип, колл. М. А. Семихатова)

промежутками мелкозернистого карбонага, не содержащего или почти не содержащего глобулярных участков. Толщина промежутков невыдержанная, обычно в доли миллиметра. Такие промежутки на отдельных участках располагаются часто, на других более редко, что придает общему рисунку текстуры «зональный» характер.

Морфология постройки подробно описана в работе И. К. Королюк (1960, стр. 140).

Замечание. Реконструкция участка постройки *B. gracilis* показала наличие расширения постройки при ветвлении подобного тому, которое наблюдается у *Gymnosolen* Steinm., но выраженного более слабо (см. фиг. 23).

Распространение. Верхи верхнего рифея (венд). Надбокситовая пачка боксонской свиты бассейна р. Боксон; старореченская свита Анабарского массива; хорбусуонская серия Оленекского поднятия; хараютехская свита Хараулаха; юдомская свита Учуро-Майского района, Кылахского выступа и Западного Приверхоянья.

Boxonia lissa Komar

Табл. XXII, *3—4*

Boxonia lissa: Комар, 1964, стр. 96, рис. 7; табл. V, *1—4*; Комар, 1966, стр. 80—81, фиг. 18, табл. VI, *4—6*; табл. VIII, 1.

Голотип. ГИН АН СССР, обр. 3577/7. Верхи юмостахской свиты, Анабарский массив.

Диагноз. *Boxonia* с точечно-сгустковой текстурой.

Описание. Текстура: темные компоненты в виде черных точек размером менее 0,01 *мм*, группирующихся в округлые или овальные сгустки диаметром от 0,1 до 0,4 *мм*, чаще всего от 0,15 до 0,30 *мм* (72%). Сгустки распределяются крайне неравномерно: число их на 1 *мм*^{2} колеблется от 1—2 до 25—30. Они то беспорядочно разбросаны везде, кроме крайней периферии столбиков, то образуют неправильные скопления, линзы или прослои невыдержанной мощности, главным образом близ центральной части столбиков. Сгустки располагаются на фоне светлых слоев с поперечно-шестоватой структурой, образованных игольчатыми кристалликами карбоната, расположенными в виде щеточек. Границы между отдельными светлыми слоями нередко напоминают поверхности растворения. Щетки кристаллов иногда окружают также отдельные темные сгустки. Толщина светлых слоев 1—4 *мм*, в краевой части столбиков не более 1—1,5 *мм*.

Примечание. Шестоватая текстура светлых слоев, по-видимому, является вторичной. Сгустки, образованные точечными черными компонентами, во множестве наблюдаются и в межстолбиковых промежутках, где разбросаны более или менее равномерно.

Морфология постройки подробно описана Вл. А. Комаром. Она не обнаруживает существенных отличий от морфологии типовой формы рода. На одной из реконструкций построек (Комар, 1966, фиг. 18) виден раздув в месте ветвления.

Распространение. Верхняя подсвита юсмастахской свиты западного склона Анабарского массива, верхняя часть хайпахской свиты Оленекского поднятия (?). Верхний рифей.

Материал: голотип, шлифы.

Boxonia krasivica Golov.

Boxonia krasivica: Голованов, 1966, стр. 73, 74, рис. 3, табл. II.

Голотип. ЦГМ, обр. 9439/14. Красивская свита, р. Нижняя Таймыра, Восточный Таймыр. Верхний рифей.

Диагноз. *Boxonia* с глобулярной (сгустковой), полосчатой, ясно-слоистой текстурой.

«На фоне светлоокрашенного скрытокристаллического доломита — выдержанные микрослои темно-серого пелитоморфного карбоната толщиной 0,5—0,8 *мм*. Выделяются отдельные прослои, сложенные округлыми сгустками (размер в поперечнике 0,3—0,5 *мм*) с четкими очертаниями. Распределены они неравномерно. Иногда они очень сближены между собой, образуя линзовидные прослои. В некоторых сгустках обнаруживается слабо выраженное концентрическое строение» (Голованов, 1966, стр. 73).

Сравнение. От *B. gracilis* Korol. отличается размерами глобулярных участков, от *B. lissa* Kom.— полосчатым, послойным характером их расположения.

Распространение. Красивская свита Восточного Таймыра. Верхний рифей.

Boxonia (?) *bianca* f. n.

Табл. XXII, *5*, *6*

Голотип. ГИН АН СССР, обр. 3572/120. Минкская подсвита миньярской свиты, верхняя пачка. Долина р. Сим, разъезд Бьянка.

Диагноз. *Boxonia* с мелкоглобулярной (комковатой), лентикулярно-слоистой текстурой.

Описание. В текстуре отчетливо различаются тонкие лентикулярные прослои с четкими контурами (толщина 0,15—0,40 *мм*), налегающие друг на друга, иногда выклинивающиеся, сложенные пелитоморфным карбонатом. Интенсивность их окраски варьирует, по-видимому, в зависимости от размера зерен карбоната (чем тоньше зерна, тем окраска кажется темнее). При хорошей сохранности в них различаются очень мелкие, глобулярные участки — комочки, изолированные или слипающиеся, диаметром 0,03—0,05 *мм*.

Морфология. Постройки высотой 0,5—0,6 *м*, образованы правильно-цилиндрическими столбиками диаметром 2—3 *см*, отходящими от широкого бесформенного основания. Боковая поверхность ровная; по периферии столбиков большей частью наблюдались поверхности растворения; там, где они отсутствуют, наблюдается глубокое облекание.

Примечание. Недостаток данных о характере ветвления построек не позволяет с полной уверенностью отнести эту форму, несомненно новую, к группе *Boxonia*.

Сравнение. От *B. gracilis* отличается мелкими размерами комковатых элементов и четкими контурами прослоев — пленок, в которые они сгруппированы. От *B. lissa*, с которой сближал эту форму Вл. А. Комар (1966), отличается отсутствием в ее текстуре крупных округлых сгустков, объединяющих более мелкие «точечные» комочки.

Примечание. От всех других боксоний *B. bianca* отличается отсутствием в ее текстуре шестоватых слоев, однако это отличие, ввиду явно вторичного характера шестоватости текстуры, вряд ли можно считать диагностическим.

Материал: 18 образцов из четырех обнажений.

Распространение. Минкская подсвита миньярской свиты Южного Урала. Верхний рифей.

Глава VII

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИМНОСОЛЕНИД

Распределение групп и форм строматолитов, принадлежащих к гимносоленидам, в опорных разрезах рифея Советского Союза изучено сейчас достаточно хорошо, благодаря совместным усилиям как исследователей, специализирующихся на изучении строматолитов, так и геологов-съемщиков.

В число опорных разрезов могут быть включены разрезы Западного склона Урала, Северной Сибири, Енисейского кряжа и Туруханского поднятия, Учуро-Майской плиты и сопредельных с ней областей. Гимносолениды во всех этих районах известны только в отложениях верхнего рифея (включая венд). Наилучшие разрезы верхнего рифея приурочены к полосе миогеосинклиналей байкалид, обрамляющих Русскую платформу с востока и северо-востока. За пределами СССР прекрасный разрез верхнего рифея развит на арх. Шпицберген.

Западный склон Южного Урала. В этом стратотипическом разрезе рифея гимносолениды приурочены исключительно к каратаусской серии. Они появляются уже в низах пестроцветной толщи катавской свиты, где представлены одной, очень характерной формой — *Inseria tjomusi* Kryl. Катавская свита датируется по глаукониту цифрой 964 млн. лет (Гаррис, Постников, 1967), а из низов подстилающей ее зильмердакской свиты имеется одно определение абсолютного возраста — 1000 млн. лет (Гаррис и др., 1964).

Достоверных находок других гимносоленид из катавской свиты привести нельзя. Указанные в ее верхней части (подинзерской толще или свите) *Gymnosolen ramsayi* Steinm. и *Katavia karatavica* Kryl. (Крылов, 1963) должны быть отнесены к верхней пачке минкской подсвиты миньярской свиты, по-видимому ошибочно принятой за подинзерскую толщу, внешне очень на нее похожую. За инзерскую свиту была, видимо, принята пачка сланцев и алевролитов мощностью 30—40 *м*, залегающая в основании бьянкской подсвиты миньярской свиты.

Имеется, кроме того, указание на находку в катавской свите *Inseria confragosa* Sem. (в оригинале *Gymnosolen confragosus*; Семихатов, Комар, 1965).

Большая часть гимносоленид в разрезе Южного Урала приурочена к миньярской свите: в верхней пачке минкской подсвиты известны *Gymnosolen ramsayi*, *Katavia karatavica* и *Boxonia* (?) *bianca*. В бьянкской подсвите — *Inseria djejimi* Raab., *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *G. uralicus* (Kryl.). В укской свите Южного Урала гимносолениды не встречены.

Полюдов кряж. В аналогах каратаусской серии в этом районе, где разрез во многом сходен с разрезом Южного Урала, вертикальное распределение гимносоленид почти аналогичное. Они присутствуют

уже в нижних горизонтах деминской свиты, где представлены той же формой *J. tjomusi* Kryl., которая характеризует низы катавской свиты стратотипического разреза. Массовое распространение гимносоленид приходится на толщи, залегающие значительно выше по разрезу, а именно на верхи средней и низы верхней подсвит низьвенской свиты, где появляются сначала *Gymnosolen asymmetricus*, затем *G. uralicus*, *G. ramsayi*, *I. djejimi*.

Кроме того, в Урало-Тиманской зоне гимносолениды известны из быстринской свиты Южного Тимана, на Джежим-Парме и Очь-Парме, где присутствуют *G. asymmetricus*, *G. ramsayi*, *G. uralicus* и *Inseria djejimi*. Элементы того же комплекса известны в быстринской свите Среднего Тимана (*G. asymmetricus*) и в свите доломитов мыса Западного Лудоватого на п-ове Канин (*Gymnosolen ramsayi*).

Архипелаг Шпицберген. В северо-восточной части о. Западный Шпицберген, на п-ове Нью-Фрисланд гимносолениды характеризуют формацию Средняя Гекла-Хук. Их первое появление отмечено в верхней части слоев Галуатоппен (серия Ветеранен), где автором найдены *Inseria* sp. Богатый комплекс гимносоленид появляется много выше по разрезу, в слоях Сванбергфьеллет и нижней части слоев Баклундтоппен. Здесь присутствуют *G. ramsayi* Steinm., *G. uralicus* Kryl., *Inseria djejimi* Raaben и *J. ny-frislandica* f. n.

На о. Северо-Восточная Земля того же архипелага, где этим слоям соответствует свита Хуннберг, в ней присутствуют *Gymnosolen* aff. *ramsayi* Steinm., *Inseria djejimi* Raab. и *Ins. chunnbergica* Golov. (Голованов, Раабен, 1967). Верхний горизонт с *Gymnosolen* cf. *ramsayi* залегает в низах свиты Рюссе, соответствующей верхней части слоев Баклундтоппен п-ова Нью-Фрисланд.

Таким образом, как на Урале, так и на арх. Шпицберген различаются нижние горизонты верхнего рифея, охарактеризованные единичными представителями надгруппы Gymnosolenida, принадлежащими к группе *Inseria*, и верхние горизонты с довольно богатым комплексом гимносоленид, в который входит ряд форм групп *Inseria*, *Katavia*, *Gymnosolen* и *Boxonia*. Вместе с *Inseria* в нижних горизонтах на Урале известны две формы группы *Jurusania*, а на Шпицбергене — *Tungussia* и слоистые строматолиты, приуроченные к слоям Энпигген, залегающим в основании серии Оксфордбрен.

Возраст нижних горизонтов на Урале датируется цифрами порядка 900—950 млн. лет.

В верхних горизонтах вместе с многочисленными гимносоленидами распространены конофитоны — *Conophyton miloradovici* и другие, а также тунгуссиды — *Tungussia* pl. sp., *Parmites concrescens*, *Poludia polymorpa*. На Тимане к ним присоединяются *Kussiella enigmatica*. Возраст верхних горизонтов на Урале определяется цифрами порядка 700 млн. лет. Строматолиты в промежуточных горизонтах не найдены, и характеристика уровней верхнего рифея с возрастом порядка 800 млн. лет неизвестна.

Средняя Азия. Несколько форм гимносоленид описано И. Н. Крыловым (1967) из чаткаргайской свиты Таласского хребта, относимой к верхнему рифею: *Gymnosolen* cf. *ramsayi*, *Minjaria calciolata* Korol., *Inseria toctogulica* Kryl. Вместе с ними отмечена *Tungussia* sp. Видовые определения кажутся не вполне убедительными ввиду плохой сохранности текстуры слоев, но принадлежность форм к группам *Gymnosolen* и *Inseria* не вызывает сомнений. В самых верхних горизонтах, относимых еще к докембрию в Тянь-Шане, гимносолениды не были обнаружены.

В разрезах северной Сибири гимносолениды известны на западном склоне Анабарского массива, на Оленекском поднятии, а также на Хараулахе. В первом из этих районов, в опорном разрезе бассейна р. Котуйкан, они присутствуют в верхней подсвите юсмастахской свиты

и в старореченской свите (Комар, 1966; Голованов, 1966). В верхней подсвите юсмастахской свиты отмечены *Gymnosolen furcatus* Kom., *Inseria macula* Gol. и *I. variusata* Gol, а несколько выше — *Boxonia lissa*. В тех же горизонтах присутствуют пластовые и желваковые строматолиты групп *Stratifera* и *Nucleella* Kom., а также *Kotuicania torulosa* Komar. Старореченская свита, несогласно залегающая на юсмастахской, содержит *Boxonia gracilis* (*B. grumulosa*) вместе с некоторыми нестолбчатыми строматолитами из групп *Paniscollenia*, *Colleniella* и *Stratifera*. Возраст толщ с *G. furcatus*, *Inseria macula* и *I. variusata* моложе 1100—1150 млн. лет. Эта цифра характеризует среднюю часть подстилающей их нижней подсвиты юсмастахской свиты. Возраст старореченской свиты 625—675 млн. лет (Комар, 1966).

На Оленекском поднятии, в богатом строматолитами разрезе гимносоленид появляются в верхней части хайпахской свиты с абсолютным возрастом около 920 млн. лет. Они представлены одной формой — *Gymnosolen furcatus*, которой сопутствуют пластовые строматолиты *Gongylina mixta*, а также *Kotuicania turulosa* Kom. (Комар, 1966) и *Jurusania cylindrica* (Семихатов, Комар, 1965). В харбусуонской серии, с размывом залегающей на хайпахской свите, из гимносоленид известна только *Boxonia grumulosa* Komar, присутствующая в хатыспытской свите. В вышележащей туркутской свите, датированной по глауконину цифрой 675 млн. лет, имеются только пластовые и желваковые строматолиты (Комар, 1966).

Гимносоленид известны также в разрезе Харалаха, где в кровле сиэтачанской свиты развиты биогермы, сложенные *Gymnosolen furcatus* плохой сохранности. Эти горизонты с размывом перекрыты хараютехской свитой с *Boxonia grumulosa* (Комар, 1966).

Центральная Сибирь. В разрезе Туруханского поднятия гимносоленид появляются в шорихинской свите, где они представлены двумя формами — *Inseria confragosa* Semikh. и *G. uralicus* Kryl. Их сопровождает одна форма, принадлежащая к группе *Baicalia*, характерной в основном для среднего рифея, а именно *B. lacera* Sem. Возраст шорихинской свиты по радиологическим данным несколько моложе 925 млн. лет — эта цифра характеризует кровлю подстилающей свиты Буровой. Следующие строматолитсодержащие горизонты относятся к туруханской свите, где гимносоленид представлены одной формой — *Inseria tjomusi*, которой сопутствуют *Tungussia nodosa* и *Turuchania arbora*. Наконец, в речкинской и дурномыской свитах присутствует *Gymnosolen procerus* в сопровождении *Turuchania arbora*. Эти слои несогласно перекрыты платоновской и костинской свитами; средние горизонты последней охарактеризованы фауной трилобитов олекминского горизонта нижнего кембрия (Семихатов, 1962).

В разрезе Енисейского кряжа строматолиты надгруппы Gymnosolenida впервые появляются в свите Серого ключа; здесь отмечены *Inseria tjomusi*, *I. confragosa* и. *G. uralicus* (?) в сопровождении *Baicalia unca* и *Tungussia nodosa*. *I. tjomusi* и *G. uralicus* присутствуют также в вышележащей дадыктинской свите, вместе с *Tungussia confusa* Semikh. Верхней из свит Енисейского кряжа, в которой найдены гимносоленид, является нижнеангарская свита, содержащая *I. tjomusi*. В этой свите, как и в дадыктинской, отмечался, кроме того, *Gymnosolen sinuosus* Semikh., однако эта форма еще не описана в литературе. Дашкинская свита не содержит гимносоленид. Указанный из нее *G. confragosus*, как считает сейчас М. А. Семихатов, представляет собой особую форму (Семихатов, Комар, 1965), которую я не считаю возможным отнести к надгруппе Gymnosolenida.

Отложения верхнего рифея Енисейского кряжа почти не датированы цифрами абсолютного возраста. Из чингасанской серии, несогласно зале-

гающей на различных горизонтах подстилающих толщ, получен ряд датировок, наиболее древние из которых соответствуют 830—760 млн. лет, а наиболее молодые — около 550 млн. лет.

Восточная Сибирь, Учуро-Майский район и Западное Приверхоянье. В разрезах рифея Восточной Сибири гимносолениды до последнего времени не были известны (Нужнов, 1967), однако сейчас в литературе появились указания на присутствие *Inseria tjomusi* и *I. confragosa* в четвертой подсвите лахандинской свиты Учуро-Майского района и ее аналогах в западном Присаянье (Семихатов, Комар, 1965; Воронов и др., 1966). Эти отложения в Учуро-Майском районе датируются цифрой 890 млн. лет; они согласно залегают на подстилающих толщах лахандинской свиты, средние части которых, охарактеризованные строматолитами среднерифейского комплекса, имеют возраст порядка 1000 млн. лет. Четвертая подсвита перекрыта мощными терригенными толщами, не содержащими строматолитов. Последние появляются только в юдомской свите, где представлены одной формой из надгруппы Gymnosolenida — *Boxonia grumulosa* (= *B. gracilis*). Из других строматолитов здесь известны формы группы *Jurusania* (Розанов, Миссаржевский, 1966), пластовые и желваковые строматолиты.

Из наиболее восточных районов Союза, откуда известны гимносоленицы, следует указать Охотский массив, где С. В. Нужновым был отмечен *Gymnosolen Steinm.* (Комар и др., 1964). Однако форма эта пока не описана, и положение ее в разрезе рифея Охотского массива точно не установлено.

Восточный Саян. В районе Боксона из надбокситовой пачки боксонской свиты, относимой сейчас к венду, И. К. Королюк (1960, 1963) описала *Boxonia gracilis*, форму, с которой может отождествляться *B. grumusola* Kom. (см. выше), широко распространенная в самых верхних горизонтах рифея различных районов Сибири.

Анализируя распределение гимносоленид в разрезах Сибири, можно заметить, что и здесь имеются два уровня их развития. Нижний из них, в районах Центральной и Восточной Сибири, содержит *I. tjomusi* и *I. confragosa*. Он датируется цифрами абсолютного возраста порядка 900 млн. лет, как и нижний уровень Урала и Полюдова кряжа, охарактеризованный теми же формами гимносоленид. В Северной Сибири горизонты, датированные на Оленекском поднятии теми же цифрами (верхи хайпахской свиты — 920 млн. лет), содержат эндемичные формы *Gymnosolen furcatus*, *I. macula* и *I. variusata*.

В Сибири не встречена ни одна из форм групп *Gymnosolen*, *Inseria* и *Katavia*, характерных для верхнего уровня с гимносоленидами Урала, Тимана и Шпицбергена; нет здесь и сопровождающих эти формы столбчатых строматолитов из других надгрупп. В таком разрезе, как разрез Учуро-Майского района, где большая часть верхнего рифея представлена терригенными толщами, естественно связывать отсутствие всего этого комплекса с отсутствием строматолитсодержащих толщ с возрастом порядка 750—700 млн. лет. Весьма вероятно, что и в остальных разрезах эти толщи отсутствуют: в большинстве районов Сибири верхние горизонты рифея (венд) с возрастом моложе 675 млн. лет залегают на подстилающих с резким размывом. Эти горизонты из гимносоленид содержат только *Boxonia gracilis* (= *grumulosa*), которая в уральских разрезах пока неизвестна.

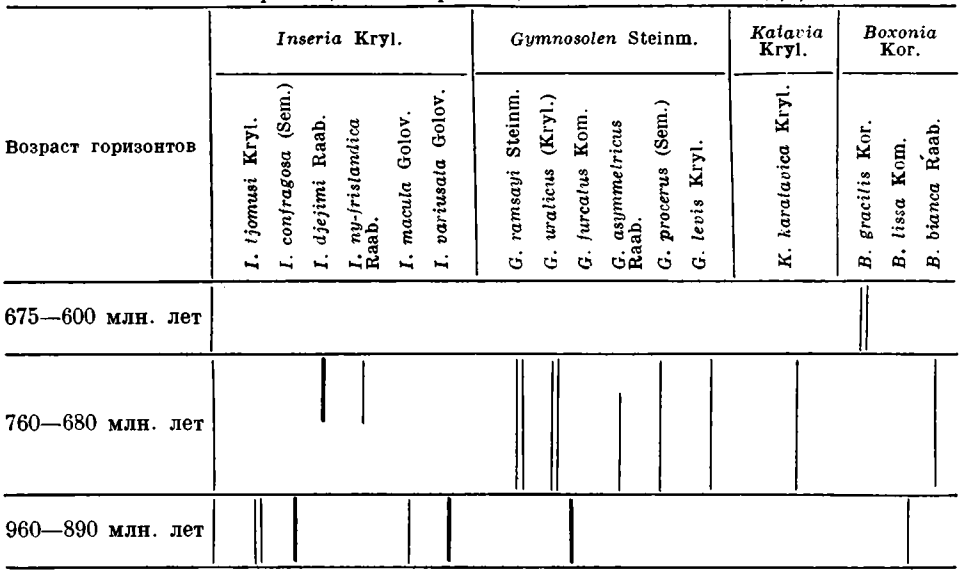
Не исключено, что на Урале этим горизонтам отвечает размыв между бьянкской и укской свитами.

Подводя итоги приведенным данным по вертикальному распределению гимносоленид (табл. 3), можно заметить, что их первое появление во всех опорных разрезах приходится на толщи с возрастом порядка 960—900 млн. лет — катавская свита (964 млн. лет), деминская свита (несколько моложе 930 млн. лет), верхи юсмастахской свиты (920 млн.

Таблица 3

Вертикальное распространение гимносоленид в разрезах рифея

(по опорным разрезам Южного Урала, Северного Урала, Тимана, п-ова Канин, Анабарского массива, Оленекского поднятия, Центральной и Восточной Сибири и арх. Шпицберген — с учетом данных Н. П. Голованова, В. А. Комара, И. К. Королюк, И. Н. Крылова, М. А. Семихатова и др.)



Примечание. Двойной чертой показано распространение форм, встреченных во многих разрезах, жирной — форм, известных из 2—3 разрезов, тонкой — форм, встреченных в одном разрезе.

лет), IV подсвита лахандинской свиты (890 млн. лет), шорихинская свита (несколько моложе 925 млн. лет).

Эти нижние горизонты верхнего рифея с возрастом 964—890 млн. лет содержат ряд строматолитов группы *Inseria*, в том числе *I. tjomusi*, известную на Южном Урале, Полюдовом кряже, в Туруханском районе на Енисейском кряже и в Учуро-Майском районе, *I. confragosa*, известную в тех же районах (кроме Полюдова кряжа), *I. macula* и *I. variusata*, пока указанные только на Анабарском массиве, одну форму *Gymnosolen* — *G. furcatus*, встреченную на Анабарском массиве, на Оленекском поднятии и на Хараулахе, и, наконец, одну форму *Boxonia* — *B. lissa*, достоверно установленную только на Западном склоне Анабарского щита.

Характеристика горизонтов верхнего рифея с возрастом 800—850 млн. лет, как мы уже отметили, пока не установлена.

Более высокие горизонты верхнего рифея с возрастом 760—685 млн. лет содержат на Урале новых представителей группы *Inseria* — *I. djejimi*, нескольких *Gymnosolen* — *G. ramsayi*, *G. asymmetrica*, *G. uralicus*, а также *Boxonia bianca* и *Katavia karatavica* в сопровождении многочисленных тунгуссоидных строматолитов и *Conophyton miloradovici*. В сибирских разрезах толщи с аналогичным комплексом строматолитов неизвестны, зато они хорошо представлены на арх. Шпицберген, где кроме общих с Урало-Тиманской зоной форм гимносоленид присутствуют эндемичные формы *I. chunubergica* Gol. и *I. ny-frislandica*.

Наиболее высокие горизонты рифея (с возрастом моложе 675 млн. лет) бедны гимносоленидами; здесь широко распространена лишь *Boxonia gracillis* (= *B. grumulosa*). Единичные *Gymnosolen* отмечены только на Шпицбергене, в толщах, еще не датированных радиологическим методом, но охарактеризованных IV комплексом микропроблематики, служащим в СССР основным критерием выделения вендских отложений.

ЛИТЕРАТУРА

Бутин Р. В. 1966. Ископаемые водоросли протерозоя Карелии. В кн. «Остатки организмов и проблематика протерозойских образований Карелии». Петрозаводск, Карельское книжное изд-во.

Бутин Р. В., Соколов В. А. 1965. Водорослевые комплексы протерозоя Карелии и их геолого-литологическое значение. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.

Виттенбург П. П., Яковлев Н. Н. 1922. К вопросу о возрасте пород острова Кильдина на Западном Мурмане.— Изв. Росс. АН, серия 6, **16**, № 1—18.

Власов Ф. Я. 1965. Морфология строматолитов саткинской свиты Южного Урала. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.

Вологдин А. Г. 1955. О конофитонах протерозоя и кембрия Сибирской платформы.— Докл. АН СССР, **102**, № 3.

Вологдин А. Г. 1963. Древнейшие водоросли СССР. М., Изд-во АН СССР.

Воронов Б. Г., Комар Вл. А., Семихатов А. М., Шаповалова И. Г. 1966. Корреляция разрезов верхнего докембрия Западного Приверхоянья и Учуро-Майского района.— Докл. АН СССР, **171**, № 4.

Вотах О. А., Чайка В. М. 1962. О ритмической смене форм строматолитов в древнем Туруханском комплексе.— Докл. АН СССР, **145**, № 1.

Гаррис М. А., Казаков Г. А., Келлер Б. М. и др. 1964. Геохронологическая шкала верхнего протерозоя (рифей и венд). В кн. «Абсолютный возраст геологических формаций» (Междунар. геол. конгресс, 22-я сессия. Докл. сов. геол. Проблема 3). М., Изд-во АН СССР.

Гаррис М. А., Постников Д. В. 1967. Геохронология докембрия востока Русской платформы и миогеосинклинальной области Урала. Труды Комиссии по определен. абсолютного возраста геол. формаций. М., изд-во «Наука».

Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. 1953. Определитель пресноводных водорослей СССР, вып. 2. Синезеленые водоросли. М., Гос. изд-во «Советская наука».

Голованов Н. П. 1966. Некоторые активноветвящиеся строматолиты из юстмастахской свиты рифея в бассейне реки Котуйкана (Западный склон Анабарского поднятия).— Уч. зап. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики. Палеонтол и биостратигр., вып. 12.

Голованов Н. П., Злобин М. Н. 1966. О расчленении рифейских отложений Восточного Таймыра (р. Н. Таймыра).— Уч. зап. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики. Палеонтол. и стратигр., вып. 13.

Голованов Н. П., Раабен М. Е. 1967. Аналоги верхнего рифея на архипелаге Шпицберген.— Докл. АН СССР, **173**, № 5.

Дингельштедт Н. И. 1935. К вопросу о происхождении скорлуповатых доломитов и о возрасте «немых» толщ Южного Урала.— Зап. Всесоюз. мин. об-ва, **64**, вып. 2.

Журавлев В. С., Забродин В. Е., Раабен М. Е. Черный В. Г. 1966. К стратиграфии фундамента Тиманского кряжа.— Бюлл. МОИП, отд. геол., **41**, вып. 2.

Журавлева З. А. 1963. Онколиты и катаграфии рифейских и нижнекембрийских отложений некоторых районов Сибирской платформы. В кн. «Стратиграфия СССР», т. 2. Верхний докембрий. М., Госгеолтехиздат.

Журавлева З. А. 1964. Онколиты и катаграфии рифея и нижнего кембрия Сибири и их стратиграфическое значение.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 114.

Забродин В. Е. 1965. Диагностические признаки озагий и биометрические методы их изучения. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.

Забродин В. Е. 1968. Катаграфии группы *Uesicularites* Reitl., их диагностические признаки и методика изучения.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 188.
Казаков Г. А. 1963. Исследование пригодности глауконитов для определения абсолютного возраста осадочных пород. Автореф. канд. дисс. М., ГЕОХИ.
Казаков Г. А., Полевая Н. И. 1958. Некоторые предварительные данные по разработке последокембрийской шкалы абсолютной геохронологии по глауконитам.— Геохимия, № 4.
Казаков Г. А., Тугаринов А. И. 1963. Абсолютный возраст верхнего докембрия. В кн. «Стратиграфия СССР», т. 2. Верхний докембрий. М., Госгеолтехиздат.
Келлер Б. М. 1963. Корреляция разрезов верхнего докембрия СССР с некоторыми зарубежными разрезами. В кн. «Стратиграфия СССР», т. 2. Верхний докембрий. М., Госгеолтехиздат.
Келлер Б. М. 1964. Рифейская группа. В кн. «Геология докембрия». (Междунар. геол. конгресс, 22-я сессия. Докл. сов. геол. Проблема 10). М., изд-во «Недра».
Келлер Б. М., Казаков Г. А., Крылов И. Н. и др. 1960. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой).— Изв. АН СССР, серия геол., № 12.
Кириченко Г. И. 1955. Верхний протерозой западной окраины Сибирской платформы.— Матер. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 7.
Кириченко Г. И. 1961. К вопросу о водорослях *Conophyton* Masl. — Труды ВСЕГЕИ, вып. 66.
Кириченко Г. И. 1965. Сравнительная характеристика строматолитовых комплексов позднего докембрия и нижнего кембрия (по материалам Сибири). В кн.: «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.
Комар Вл. А. 1964. Столбчатые строматолиты рифея севера Сибирской платформы.— Уч. зап. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики. Палеонтол. и биостратигр., вып. 6.
Комар Вл. А. 1966. Строматолиты верхнекембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 154.
Комар Вл. А., Крылов И. Н., Нужнов С. В. и др. 1964. О трехчленном делении рифея по строматолитам. В кн. «Геология докембрия». (Междунар. геол. конгресс, 22-я сессия. Докл. сов. геол. Проблема 10). М., изд-во «Недра».
Комар Вл. А., Раабен М. Е., Семихатов М. А. 1965. Конофитоны рифея СССР и их стратиграфическое значение.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 131.
Комар Вл. А., Семихатов М. А. 1965. Диагностическое и стратиграфическое значение микроструктур верхнедокембрийских столбчатых строматолитов. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.
Кордэ К. Б. 1954. Водоросли из кембрийских отложений рр. Лены, Ботомы и Амги.— Труды Палеонтол. ин-та АН СССР, вып. 56.
Королюк И. К. 1959. Волнисто-слоистые пластовые строматолиты (*Stratifera*) кембрия юго-восточной Сибири.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 34, вып. 3.
Королюк И. К. 1960. Строматолиты нижнего кембрия и протерозоя Иркутского амфитеатра.— Труды Ин-та геол. и разработки горючих ископ. АН СССР, 1.
Королюк И. К. 1963. Строматолиты верхнего докембрия. В кн. «Стратиграфия СССР», т. 2. Верхний докембрий. М., Госгеолтехиздат.
Королюк И. К. 1966. Микропроблематика рифея и нижнего кембрия Прибайкалья и Ангаро-Ленского прогиба.— Вопросы палеонтологии, вып. 10.
Королюк И. К., Крылов И. Н., Комар Вл. А. и др. 1962. Значение строматолитов для стратиграфии рифея. В кн. «Совещание по стратиграфии отложений позднего докембрия Сибири и Дальнего Востока. Тезисы докладов». Новосибирск.
Косинская Е. К. 1948. Определитель морских синезеленых водорослей. М.—Л., Изд-во АН СССР.
Красильщиков А. А., Голованов Н. П., Мильштейн В. Е. 1965. К стратиграфии верхнепротерозойских отложений района Мерчисон-фьорда. В кн. «Материалы по геологии Шпицбергена». Л., Изд-во Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики.
Крылов И. Н. 1959а. О строматолитах уральского рифея.— Докл. АН СССР, 126, № 6.
Крылов И. Н. 1959б. Рифейские строматолиты острова Кильдина.— Докл. АН СССР, 127, № 4.
Крылов И. Н. 1960а. О значении строматолитов *Collenia buriatica* Masl. для стратиграфии позднедокембрийских отложений окраин Русской платформы. В кн. «Стратиграфия позднего докембрия и кембрия». (Междунар. геол. конгресс, 21-я сессия. Докл. сов. геол. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.
Крылов И. Н. 1960б. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала.— Докл. АН СССР, 132, № 4.

Крылов И. Н. 1962. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии позднего докембрия. Автореф. канд. дисс. М., ГИН АН СССР.

Крылов И. Н. 1963. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии позднего докембрия.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 69.

Крылов И. Н. 1965. О закономерностях изменчивости признаков строматолитов в биогермах. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.

Крылов И. Н. 1967. Рифейские и нижнекембрийские строматолиты Тянь-Шаня и Каратау.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 171.

Люткевич Е. М. 1953. Геология Канина полуострова.— Труды ВНИГРИ, спец. серия, вып. 4.

Малахов А. А. 1940. Геология Среднего Тимана и Западного Притаманья. Л.— М., Гостоптехиздат.

Маслов В. П. 1937а. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири.— Проблемы палеонтологии, 2—3.

Маслов В. П. 1937б. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири.— Проблемы палеонтологии, 2—3.

Маслов В. П. 1939а. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов.— Проблемы палеонтологии, 5.

Маслов В. П. 1939б. Род *Collenia*.— Проблемы палеонтологии, 5.

Маслов В. П. 1953. Принципы номенклатуры и систематики строматолитов.— Изв. АН СССР, серия геол., № 4.

Маслов В. П. 1960. Строматолиты (их генезис, метод изучения, связь с фациями и геологическое значение на примере ордовика Сибирской платформы).— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 41.

Медведев В. Я., Королюк И. К. 1958. К вопросу о возрасте древних толщ Киргизского и Таласского хребтов Северного Тянь-Шаня.— Докл. АН СССР, 123, № 2.

Мильштейн В. Е. 1963. Проблематические образования колосовской свиты Восточного и Центрального Таймыра. В кн. «Сборник статей по палеонтологии и стратиграфии», вып. 32. Л., Изд-во Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики.

Мильштейн В. Е. 1965. Онколиты и катаграфии Западного склона Анабарского поднятия.— Уч. зап. Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики. Палеонтол. и биостратигр., вып. 7.

Мирошников А. Е. 1965. О зависимости распределения форм строматолитов от литологических особенностей разреза. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.

Нарожных Л. И. 1965. Онколиты и катаграфии рифейских и юдомских отложений Учуро-Майского района. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.

Нужнов С. В. 1960. Строматолиты позднекембрийских и кембрийских отложений восточных склонов Алданского щита.— Докл. АН СССР, 1960, 132, № 6.

Нужнов С. В. 1967. Рифейские отложения юго-востока Сибирской платформы. М., изд-во «Наука».

Раабен М. Е. 1960. О стратиграфическом положении слоев с *Gymnosolen*. В кн. «Стратиграфия позднего докембрия и кембрия». (Междунар. геол. конгресс, 21-я сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.

Раабен М. Е. 1964. Строматолиты верхнего рифея Полюдова кряжа и их вертикальное распределение.— Бюлл. МОИП, отд. геол., 39, вып. 3.

Раабен М. Е., Журавлев В. С. 1962. Сопоставление разрезов рифея Полюдова кряжа и Южного Урала.— Докл. АН СССР, 1962, 147, № 2.

Раабен М. Е., Комар Вл. А. 1964. К изучению древнейших водорослей. (О кн. А. Г. Вологдина «Древнейшие водоросли СССР»).— Изв. АН СССР, серия геол., № 6.

Рейтлингер Е. А. 1948. Кембрийские фораминиферы Якутии.— Бюлл. МОИП, 23, вып. 2.

Рейтлингер Е. А. 1959. Атлас микроскопических органических остатков и проблематики древних толщ Сибири.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 25.

Рейтлингер Е. А. 1960. Микроскопические органические остатки и проблематика древних толщ. В кн. «Стратиграфия позднего докембрия и кембрия». (Междунар. геол. конгр., 21-я сессия. Докл. сов. геол. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.

Розанов А. Ю., Миссаржевский В. В. 1966. Биостратиграфия и фауна нижних горизонтов кембрия.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 148.

Семихатов М. А. 1960. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района.— Докл. АН СССР, 135, № 6.

Семихатов. М. А. 1962. Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 68.

Семихатов М. А., Комар Вл. А. 1965. О применимости формальных видов столбчатых строматолитов для межрегиональной корреляции рифейских отложений.— Докл. АН СССР, 165, № 6.
Сидоров А. Д. 1960. Новый нижнекембрийский строматолит Восточной Сибири.— Палеонтол. ж., № 4.
Соколов В. А., Бутин Р. В. 1961. Новый водорослевый горизонт в ятулийской терригенно-карбонатной толще Прионежья Карелии.— Докл. АН СССР, 140, № 1.
Солнцев О. А., Кушнарева Т. И. 1957. Тимано-Печорская провинция.— Труды ВНИГРИ, вып. 101.
Фурдуй Р. С. 1965. Синийские строматолиты южной части Колымского массива. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.
Шаповалова И. Г. 1965. Значение некоторых формальных родов строматолитов среднего рифея для палеогеографических построений. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.
Шатский Н. С. 1945. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. М., изд. МОИП.
Шенфиль В. Ю. 1965. Влияние среды обитания на форму строматолитовых построек. В кн. «Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов». Новосибирск.
Яковлев Н. Н. 1934. О находке мурманского рода *Gymnosolen* в нижнем кембрии Восточной Сибири.— Докл. АН СССР, нов. серия, 2, № 9.
Claud P. E. 1945. The Stromatolite Gymnosolen not a salinity index.— Amer. J. Sci., 243, N 2.
Fenton C. L., Fenton M. A. 1936. Walcotts «Pre-cambrian algonkian algal flora» and associated animals.— Bull. Geol. Soc. America, 47, N 4.
Haack W. 1909. Bemerkungen zu den Stromatolithen Kalkowsky's.— Monatsber. Z. Dtsch. geol. Ges., N 1.
Hall J. 1883. Description of Cryptozoon prolyferum.— Annual Rept N. Y. State Museum, 36.
Harland W. B., Wilson C. B. 1956. The Hecla-Hoek succession in Ny-Friesland. Spitsbergen.— Geol. Mag., 93, N 4.
Hirmer M. 1927. Handbuch der Palaeobotanik. Bd 1. Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta. München — Berlin.
Holtedahl O. 1919. On the Paleozoic formations of Finmarken in Northern Norway.— Amer. J. Sci., Ser., 4, 47.
Holtedahl O. 1953. Norges geologi, Bd 1. Oslo (Norges Geol. Unders, N 164).
Kalkowsky E. 1908. Oolith und Stromatolith in norddeutschen Buntsandstein.— Z. Dtsch. geol. Ges., 60, H. 1—4.
Kulling O. 1934. The «Hecla-Hoek formation» round Hinlopenstredet.— Geogr. ann., 16, H. 4.
Matthew G. F. 1907. Note on Archoezoon. — Bull. Natur. History Soc. New Brunswick, 25, pt. ,5.
Menchikoff N. N. 1946. Les formations à stromatolithes dans le Sahara Occidental.— Bull. géol.. France, 16, fasc. 7—9.
Ramsay W. 1911. Beiträge zur Geologie der Halbinsel Kanin.— Fennia, 31, N 4.
Rezak R. 1957. Stromatolites of the Belt Series in Glacier National Park and Vicinity, Montana.— U. S. Geol. Surv. Profess. Paper, N 294-D.
Salomon N. 1908. Die Adamellogruppe, ein alpines Zentralmassiv und Gebirgbildung.— Abhandl. geol. Reichsanst., 21, H. 1. Wien.
Steinmann G. 1911. Über Gymnosolen ramsayi, eine Coelenterate von der Halbinsel Kanin. In: «Ramsay W. Beiträge zur Geologie der Halbinsel Kanin». Fennia, 31, N 4.
Walcott C. D. 1914. Pre-Cambrian algonkian algal flora.— Smith's Misc. Coll., 64, N 2.
Yang K. 1935. Un fossile dans le marbre du Sud de Nantai.— Bull. Geol. Soc. China, 14, N 3.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ.
ТАБЛИЦЫ

Таблица I

Gymnosolen ramsayi Steinm.

П-ов Канин, мыс Западный Лудоватый, свита доломитов; обр. 3572/9, топотип; продольное сечение, шлиф, × 2. Морфология постройки, характер бокового ограничения столбиков

Таблица II

1. Boxonia gracilis Korol. В. Саян, район Боксона, надбокситовая пачка боксонской свиты; продольное сечение, шлиф, × 1 (коллекция М. А. Семихатова);
2. Gymnosolen furcatus Kom. Анабарский массив; р. Котуйкан, верхняя подсвита юсмастахской свиты; обр. 3577/6, голотип; продольное сечение, пришлифовка, × 8 (коллекция Вл. А. Комара);
3, 4. Gymnosolen uralicus (Kryl.) Полюдов кряж, верхняя подсвита низьвенской свиты; *3* — обр. 3572/40; *4* — обр. 3572/239; продольное сечение, шлифы, × 1.
1—4 — форма столбиков, характер бокового ограничения

Таблица III

1. Inseria tjomusi Kryl. Полюдов кряж, деминская свита; обр. 3572/234; продольное сечение, пришлифовка, × 0,8;
2. Gymnosolen asymmetricus Raab. Обр. 3572/31, Тиман, Четласский камень, быстринская свита; продольное сечение, шлиф, × 1;
3, 4. Gymnosolen ramsyi Steinm. *3* — п-ов Канин, мыс Западный Лудоватый, свита доломитов; обр. 3572/9, топотип;
4 — Полюдов кряж, низьвенская свита, верхняя подсвита; обр. 3572/31; продольные сечения, шлифы; × 2.
1—4 — форма столбиков, характер бокового ограничения

Таблица IV

1, 2. Inseria djejimi Raab. Тиман, Джежим-Парма, быстринская свита; обр. 3572/105;
3. Gymnosolen ramsai Steinm. П-ов Канин, мыс Западный Лудоватый, свита доломитов, обр. 3572/9, топотип;
4, 5. Inseria tjomusi Kryl. Полюдов кряж, деминская свита; обр. 3572/234;
Продольные сечения, шлифы *1, 2, 3, 5* — × 4; *4* — × 2.
1—5 — характер бокового ограничения

Таблица V

1, 2. Tungussia nodosa Semikh. Тиман, Джежим-Парма, быстринская свита; обр. 3572/70; продольные сечения, пришлифовки, × 1,
3. Parmites concrescens Raab. Полюдов кряж, низьвенская свита; обр. 3572/41; голотип; продольное сечение, шлиф, × 2:
1—3 — морфология постройки, боковое ограничение

Таблица VI

1, 3. Poludia Polymorpha Raab. Полюдов кряж, низьвенская свита; обр. 3572/443, логотип; продольные сечения, шлифы, × 2;

2. Inseria djejmi Raab. Тиман, Очь-Парма, быстринская свита; обр. 3572/525; продольное сечение, шлиф, × 4;
4. Inseria confragosa (Semikh.). Р. Нижняя Тунгуска; шорихинская свита; обр. 5563/11, голотип, шлиф, × 1.
1—4 — характер бокового ограничения

Таблица VII

1. Jurusania nisvensis Raab. Полюдов кряж, деминская свита; обр. 3572/212, голотип; продольное сечение, шлиф, × 2;
2. Kussiella timanica f. n. Тиман, быстринская свита; обр. 3572/213, голотип; продольное сечение, пришлифовка, × 0,25;
3. Poludia polymorpha Raab. Полюдов кряж, низьвенская свита; срастание столбиков, продольное сечение, шлиф, × 4;
4. Jurusania nisvensis Raab. Полюдов кряж, деминская свита; срастание столбиков, продольное сечение, шлиф, × 4

Таблица VIII

1—3. Jurusania nisvensis Raab. Полюдов кряж, деминская свита; обр. 3572/212, голотип; продольные сечения, шлифы, × 4;
4. Poludia polymorpha Raab. Полюдов кряж, низьвенская свита; обр. 3572/47А; продольное сечение, шлиф, × 2;
5. Gymnosolen sp. Норвегия, доломиты Порсангер-фьорда; боковое ограничение, ложный карниз; продольное сечение, шлиф, × 4.

Таблица IX

1. Inseria tjomusi Kryl. Полюдов кряж, деминская свита; обр. 3572/234; шлиф, × 1;
2, 3. Jurusania nisvensis Raab. Полюдов кряж, деминская свита. Шлифы: *2* — × 2; *3* — × 4;
4, 5, 6. Gymnosolen ramsayi Steinm. Топотип, шлифы, × 2.
1—6 — поперечные сечения столбиков

Таблица X

1—4. Gymnosolen ramsayi Steinm. Обр. 3572/9, топотип, шлифы; *1* —продольное сечение, × 40; *2* — поперечное сечение, × 20; *3, 4* — продольные сечения, × 20; Текстура слоев

Таблица XI

1—5. Gymnosolen uralicus (Kryl.). *1, 3, 4, 5* — Полюдов кряж, р. Низьва, низьвенская свита, обр. 3572/40; *1* — срез продольный, × 20; *3, 5* — срез продольный, × 40; *4* — срез, близкий к поперечному, × 40;
2.—Южный Урал, миньярская свита; обр. 3562/15; голотип (коллекция И. Н. Крылова); продольный срез, × 8. Текстура слоев

Таблица XII

1—3. Gymnosolen furcatus Komar. Анабарский массив, верхняя подсвита юсмастахской свиты; обр. 3577/16, голотип (коллекция Вл. А. Комара); продольные сечения, шлифы: *1* — × 8; *2* — × 40; 3 — × 20. Текстура слоев

Таблица XIII

1—4. Gymnosolen asymmetricus Raab. Средний Тиман, Четласский Камень, быстринская свита; обр. 3572/31; продольные сечения, шлифы: 1 — × 20; *2, 3* — × 8; *4* — × 4. Текстура слоев

Таблица XIV

1—4 . Inseria tjomusi Kryl. *1* — Полюдов кряж, р. Низьва, деминская свита; обр. 3572/234; *2* — Южный Урал, катавская свита, обр. 3562/929, голотип (коллекция И. Н. Крылова); *3, 4* — Туруханский район, туруханская свита, обра. 3563/9 (коллекция М. А. Семихатова).
Продольные сечения, шлифы, × 8. Текстура слоев

Таблица XV

1—3. Inseria tjomusi Kryl. *1* — Южный Урал, Катавская свита, голотип; обр. 3562·929 (коллекция И. Н. Крылова); *2* — Полюдов кряж, деминская свита; обр· 3572/234; *3* — Туруханский район, туруханская свита; обр. 3563/9. Коллекция М. А. Семихатова (голотип *Minjaria nimbifera*).
1—3—продольные сечения, шлифы, × 20. Текстура слоев

Таблица XVI

1—4. Inseria djejimi Raaben. Текстура слоев *1*, *2*, *4* —Южный Тиман, Джежим-Парма, быстринская свита; обр. 3572/105, голотип; продольные сечения, шлифы: *1* — × 8; *2* — × 4; *4*—20; *3* — Полюдов кряж, низьвенская свита; обр. № 3572/271А, продольное сечение, шлиф, × 20

Таблица XVII

1—3. Inseria ny-frislandica f.n. Шпицберген, Ломе-фиорд, слои Сванбергфьеллет; обр. 3572/171, голотип; текстура слоя, шлифы: *1* — поперечное сечение, × 40; *2* — продольное сечение, × 40; *3* — продольное сечение, × 20.

Таблица XVIII

1—3. Conophyton miloradovici Raab. Южный Тиман, Джежим-Парма, быстринская свита; обр. 3572/17, голотип. Шлифы: *1* — продольное сечение, × 20; *2* — продольное сечение, × 45; *3*—косое сечение, × 45.
Текстура слоев в боковых колонках

Таблица XIX

1—3. Parmites concrescens Raab. Полюдов кряж, р. Б. Колчим, низьвенская свита; обр. 3572/41; шлифы: *1* — продольное сечение, × 4; *2* — поперечное сечение, × 8; *3* — продольное сечение, × 45.
Текстура слоев

Таблица XX

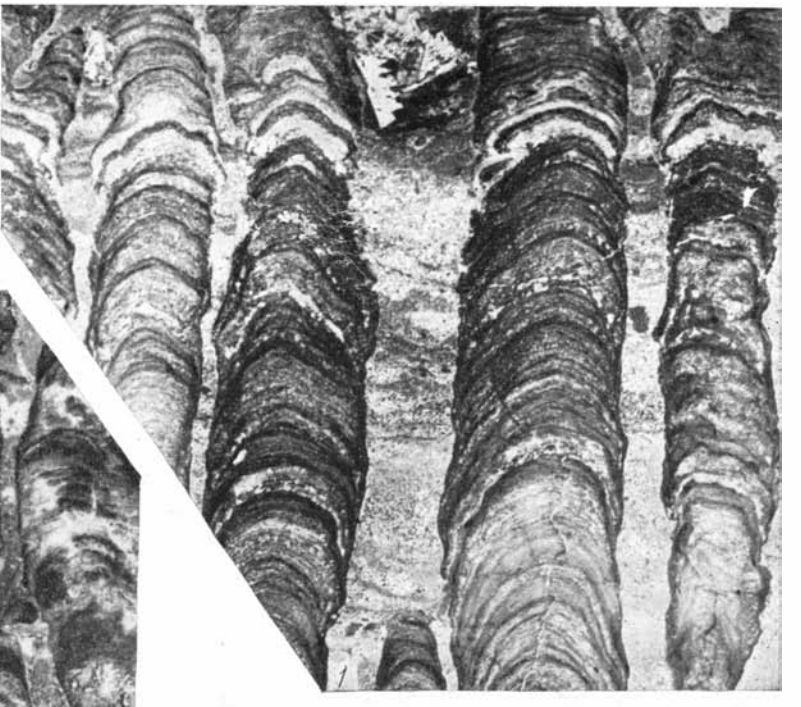
1—5. Poludia polymorpha Raab. Полюдов кряж, р. Б. Колчим, низьвенская свита; обр. 3572/443; продольное сечение, шлифы; *1* — × 2; *2* — × 20; *3—5* × 40.
Текстура слоев

Таблица XXI

1, *2*, *3. Gymnosolen procerus* Semikh.: *1*, *2* — Туруханский район, дурномысская свита; обр. 3563/11, голотип (коллекция М. А. Семихатова); шлифы: *1* — × 8; *2* — × 8; *3* — Полюдов кряж, низьвенская свита, обр. 3572/476;
4. Katavia karatavica Kryl. Обр. 3562/56/568 (коллекция И. Н. Крылова), голотип, шлиф, × 8. Текстура слоев

Таблица XXII

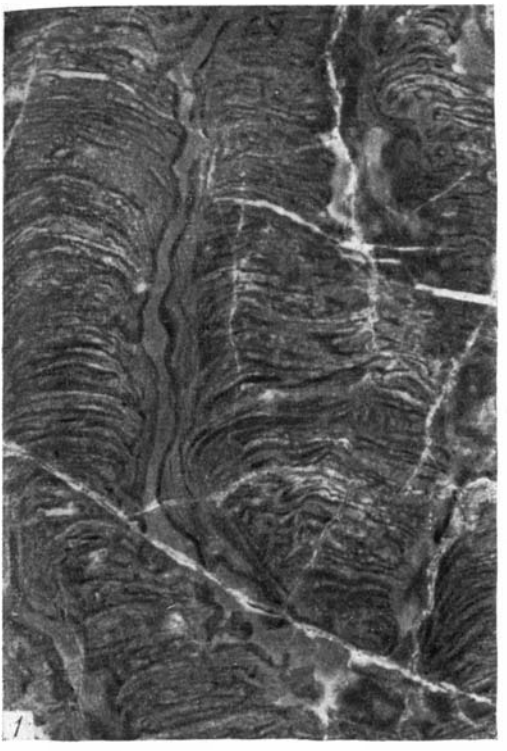
1, *2. Boxonia gracilis* Korol. Район Боксона, надбокситовая пачка боксонской свиты, обр. 105/35, обр. ИГиРГИ (коллекция И. К. Королюк); голотип, шлифы: *1* — × 8; *2* — × 20;
3,4. Boxonia lissa Kom. Анабарский массив, р. Котуйкан, верхняя подсвита юсмастахской свиты; обр. 3577/7, голотип, шлифы: *3* — × 8, *4* — × 20;
5,6. Boxonia bianca f. n. Южный Урал, район Миньяра, бьянская подсвита миньярской свиты; обр. 3572/120, голотип, шлифы: *5* — × 8; *6* — × 20. Текстура слоев.
1—6 — текстура слоев


1

2

3

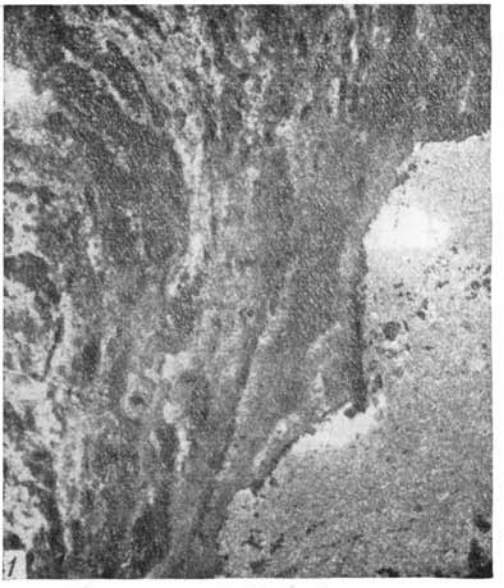
4

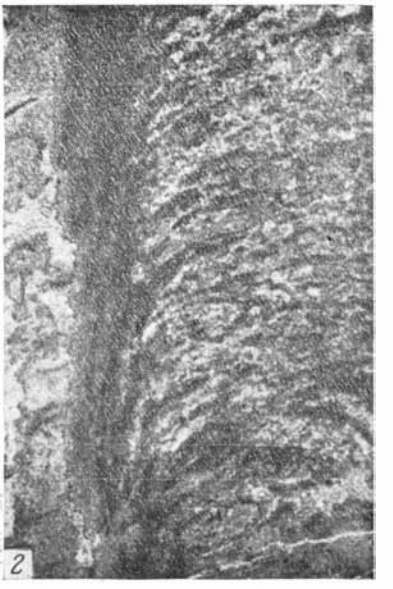

1

2

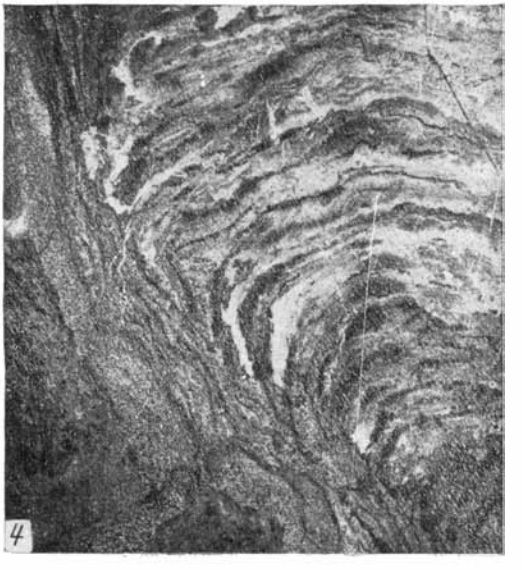
3

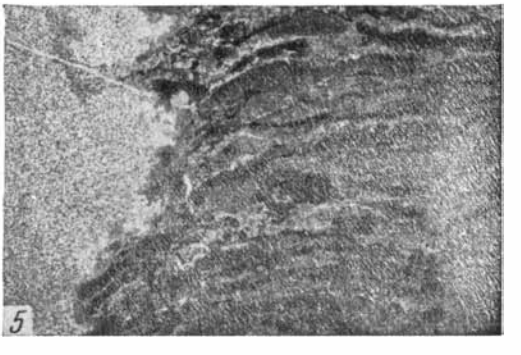
4

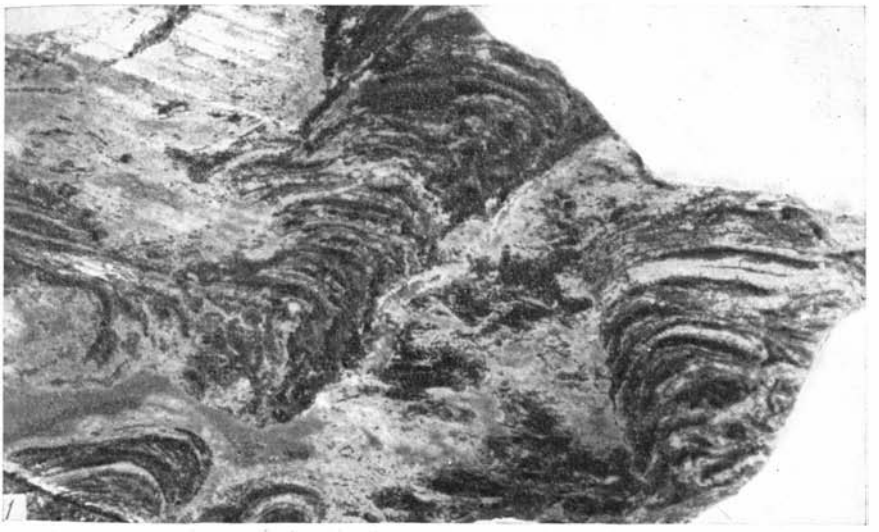

1


2

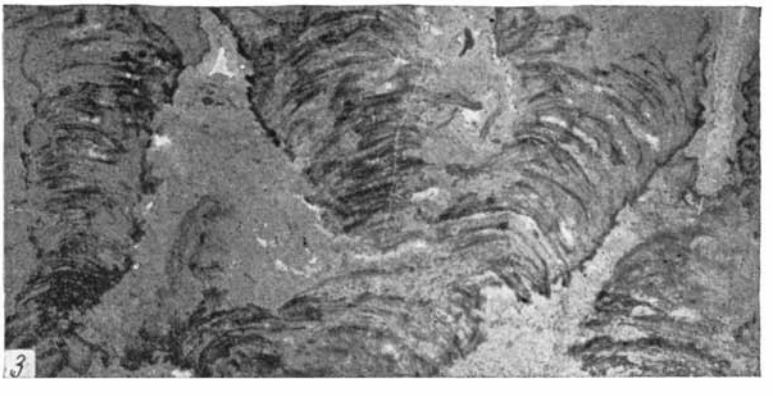
3


4


5


1

2


3

1.

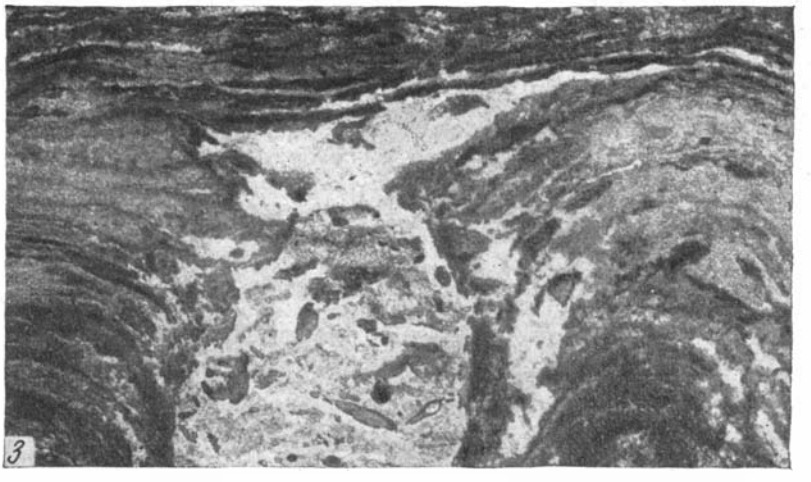
2.

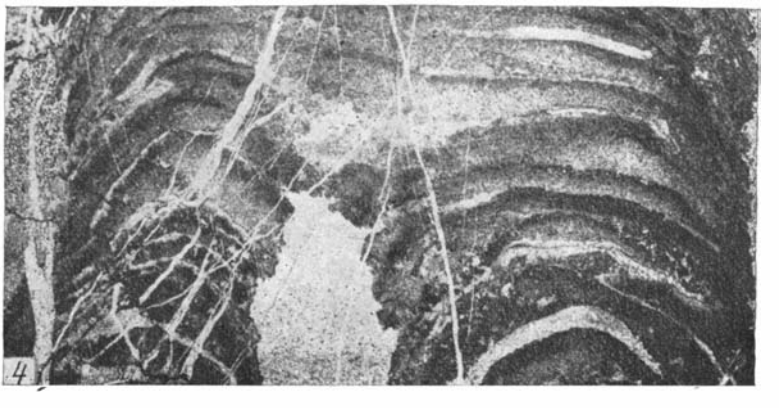
3.

4.

1

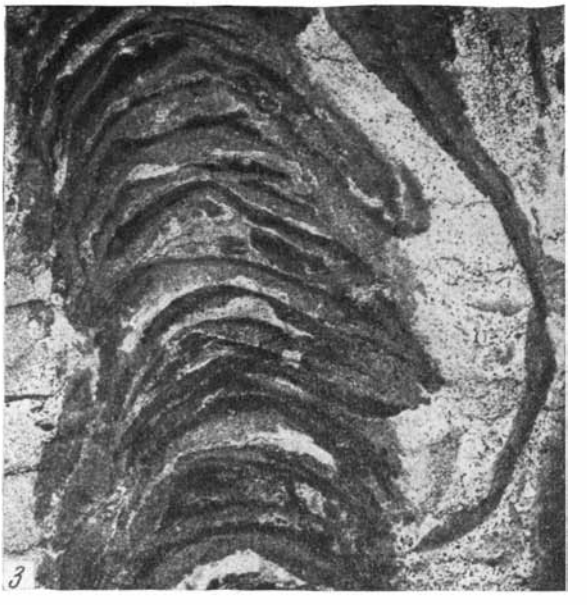
2


3

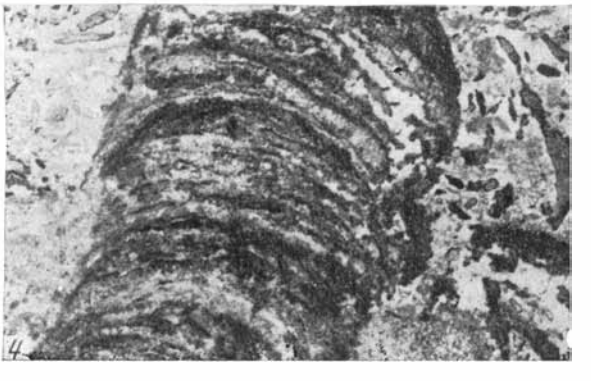

4

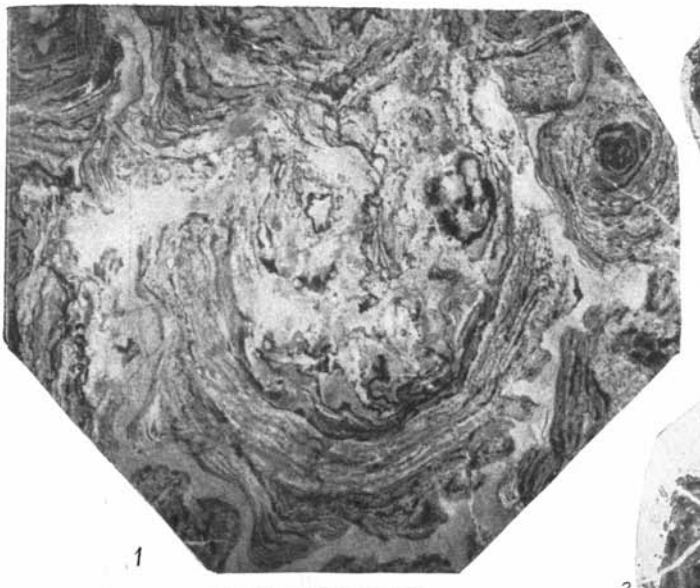
1

2

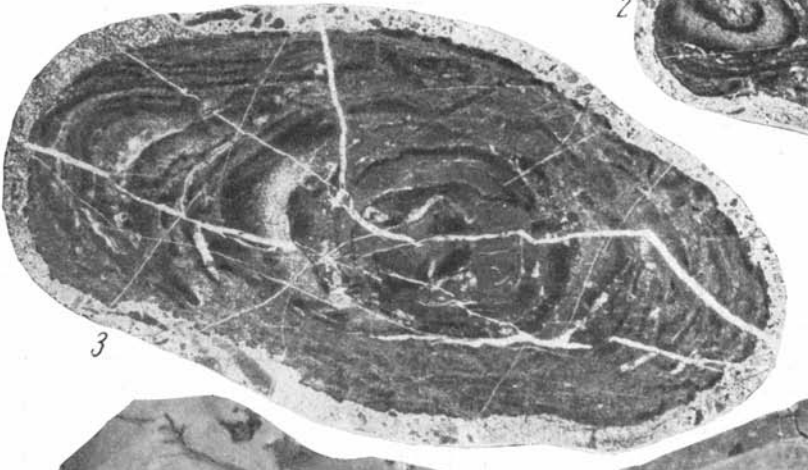

3

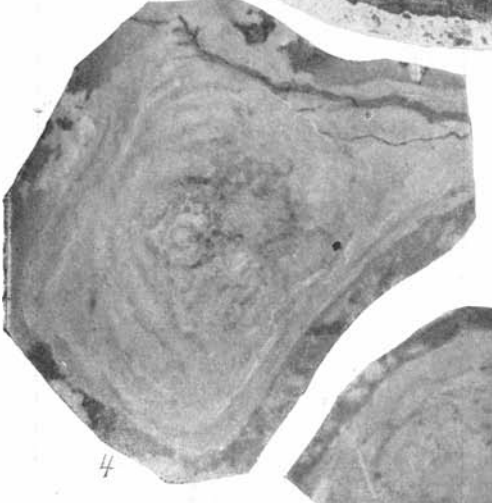
5

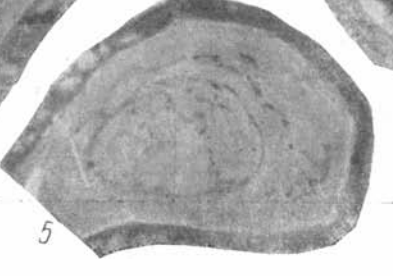

4


1

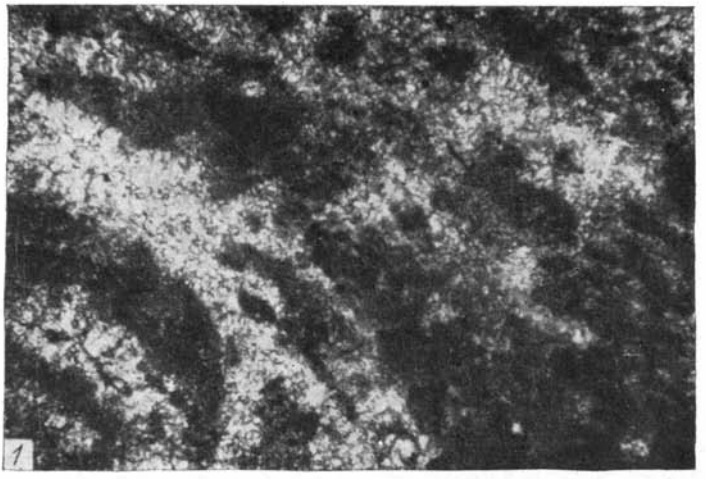
2

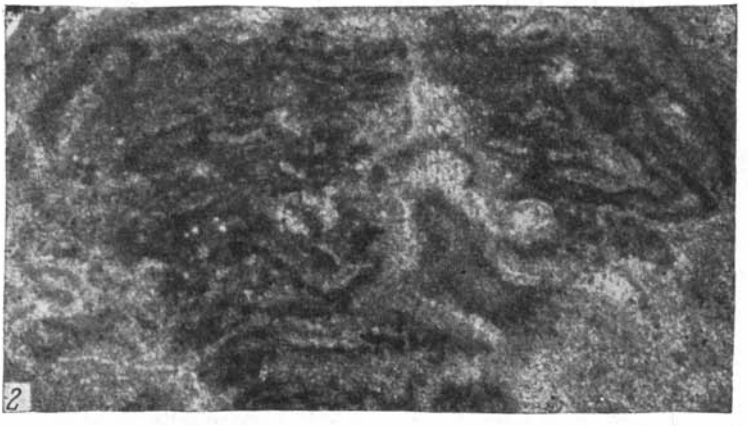

3


4

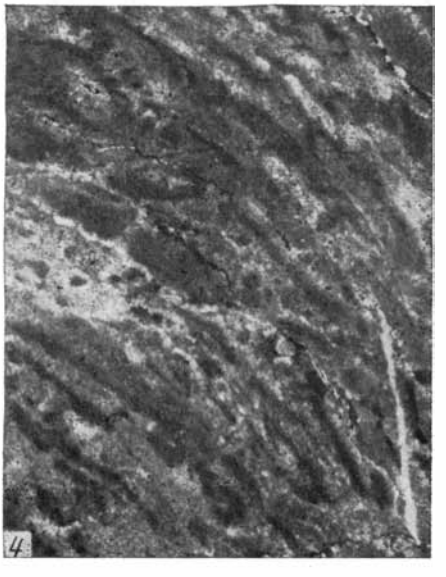

5

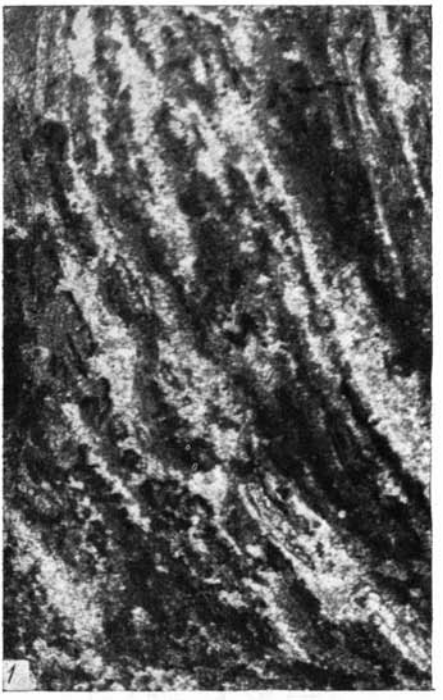
6

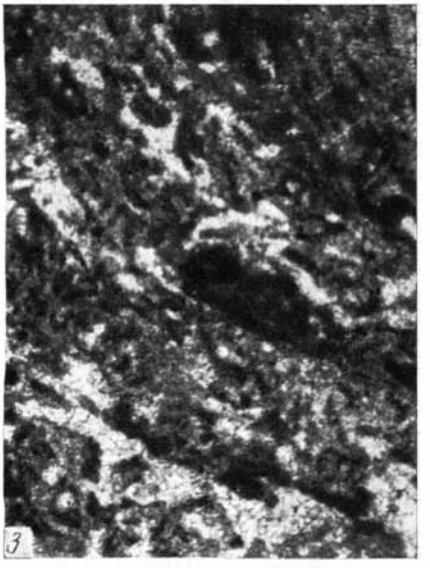

1


2

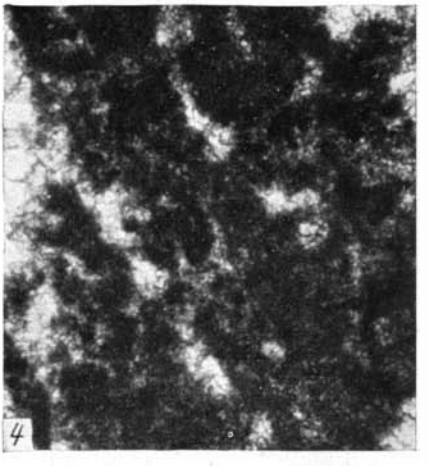
3

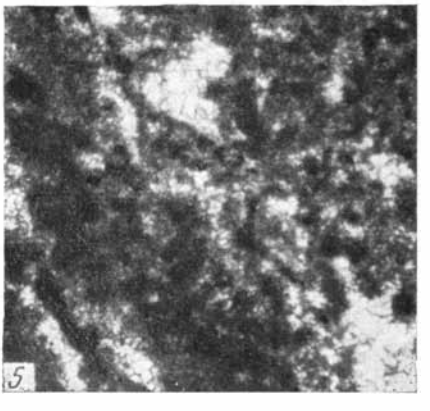

4

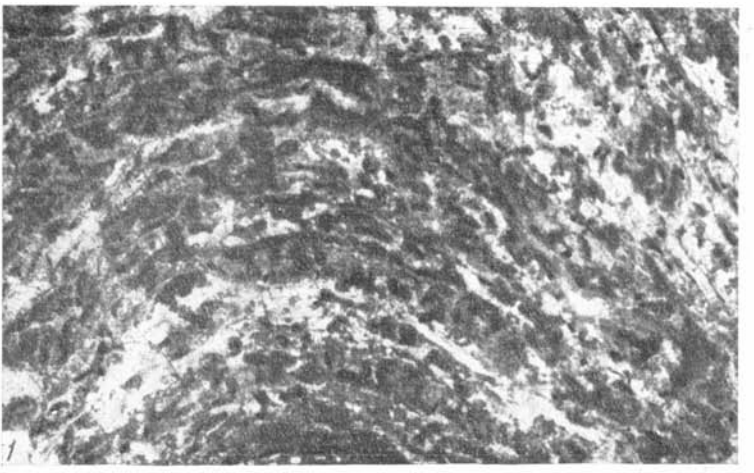

1

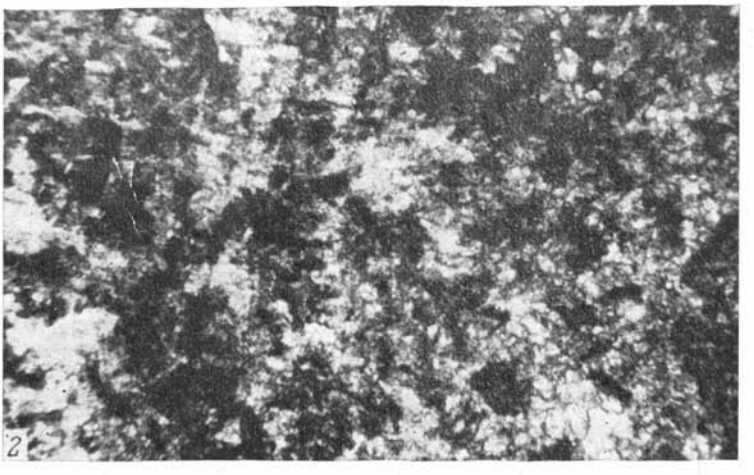

3

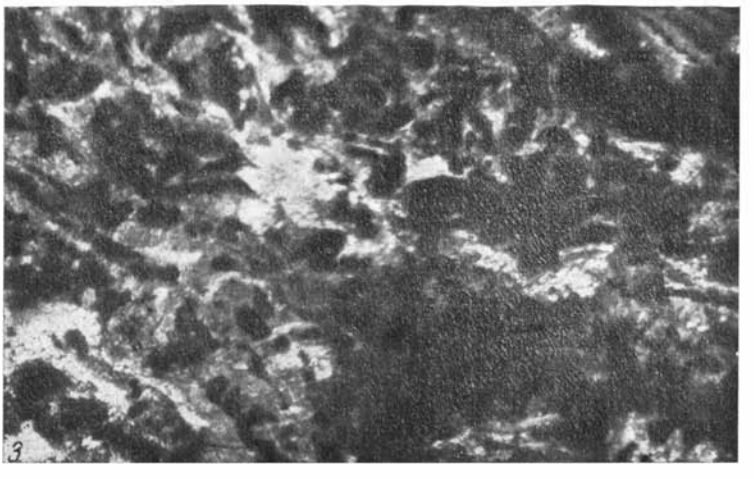
2

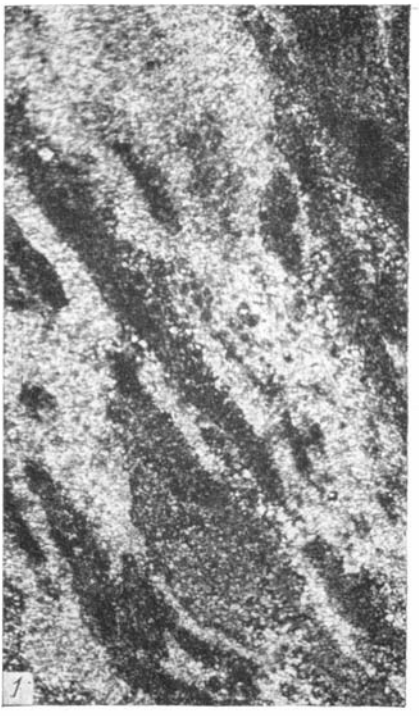

4


5

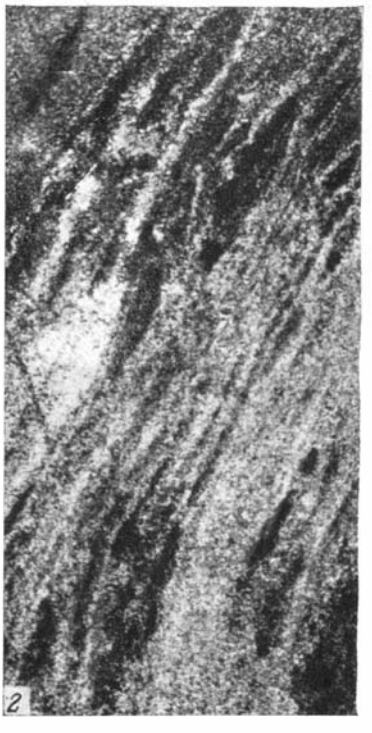

1


2


3

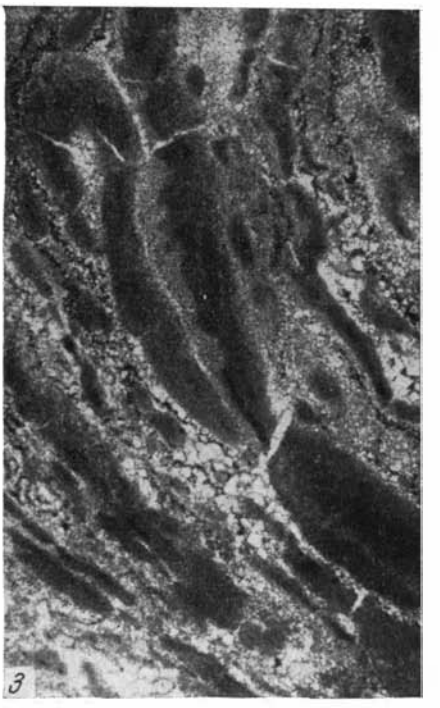

1

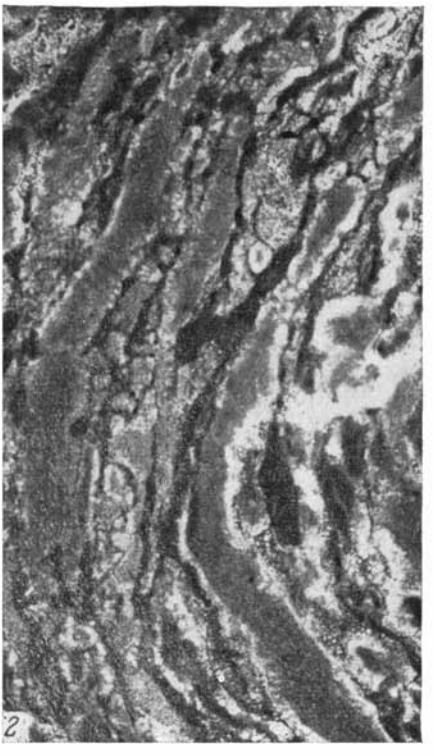
3


2

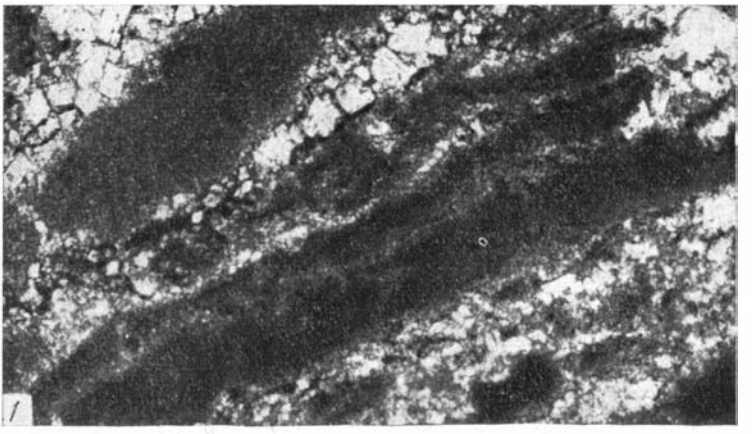
4

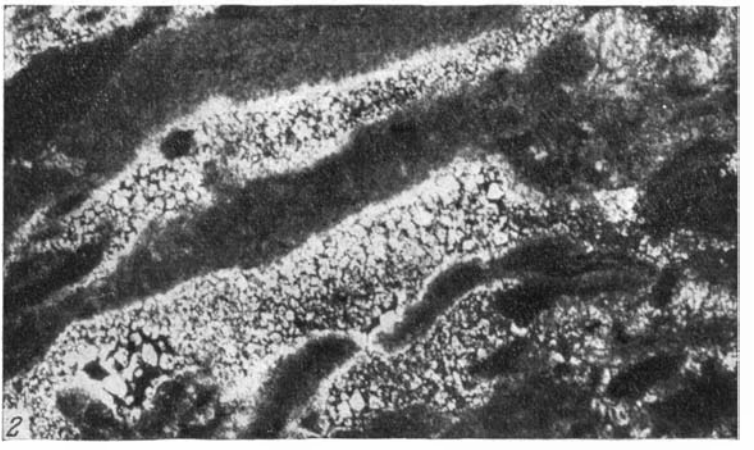
1


3


2

4


1


2

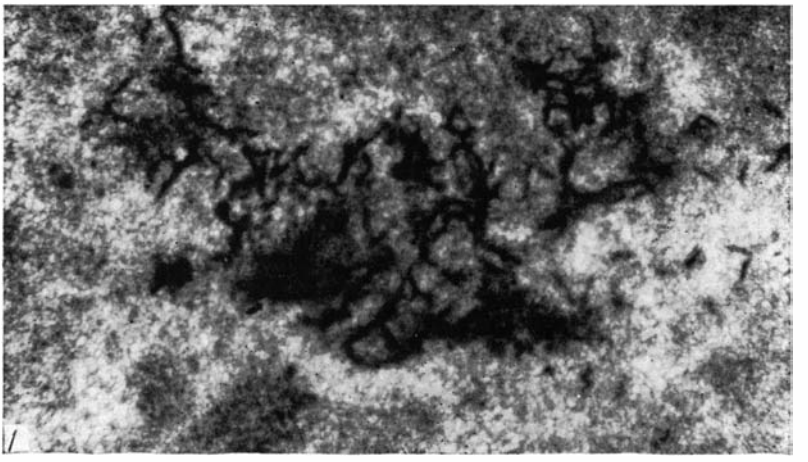
3

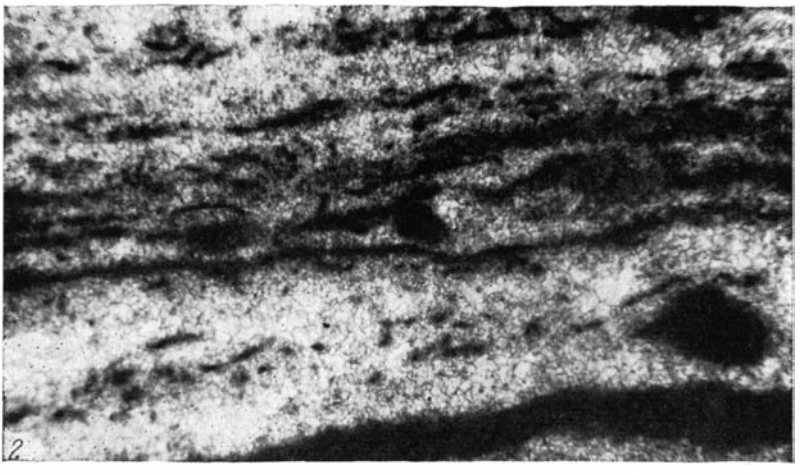
1

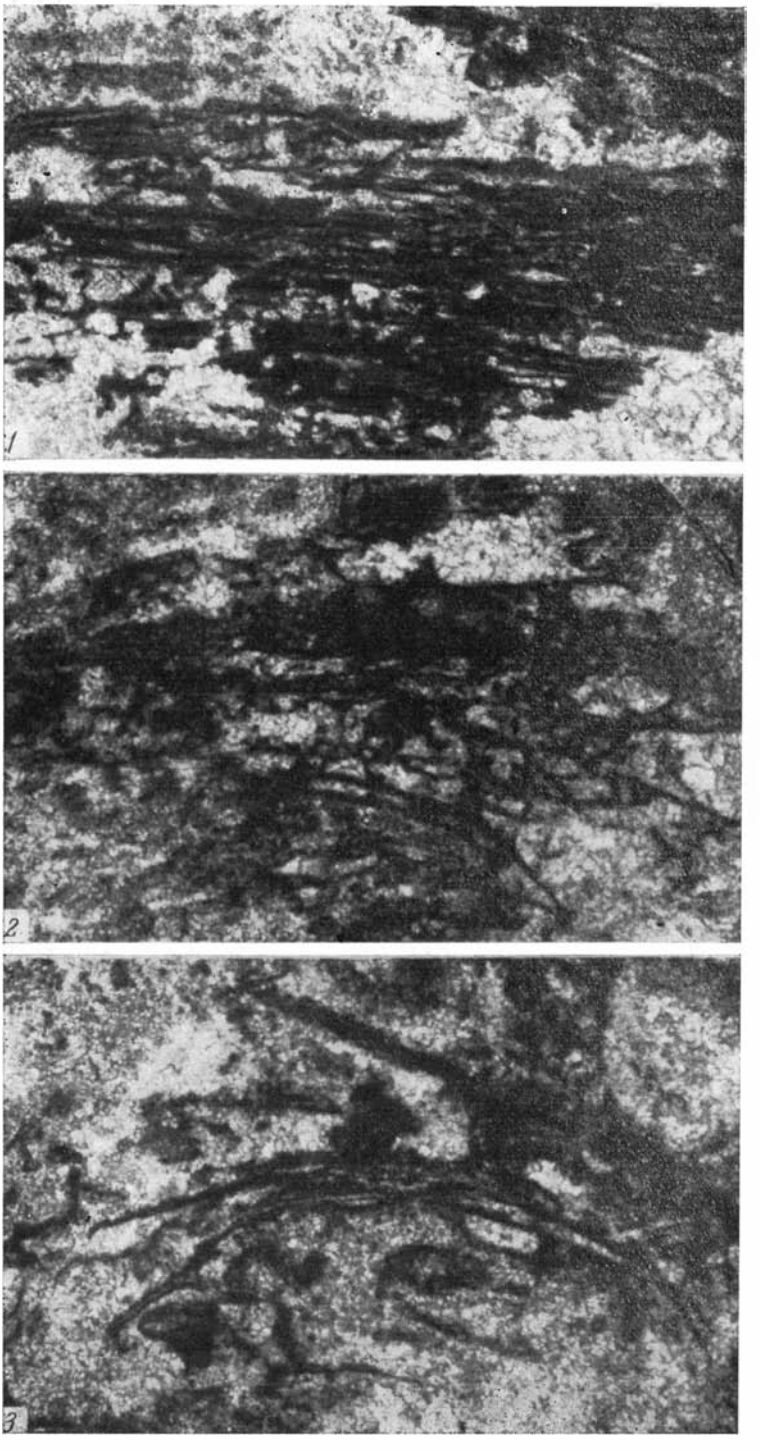
2

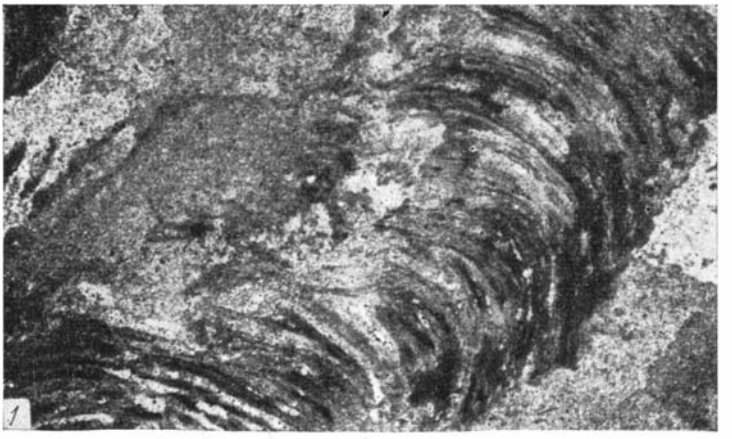
3

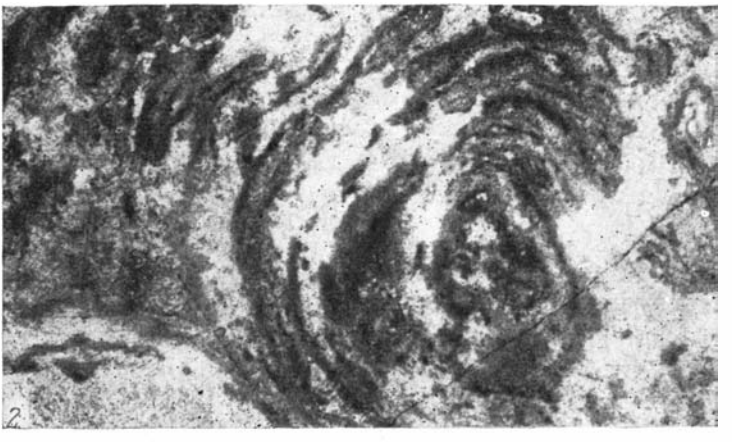
4

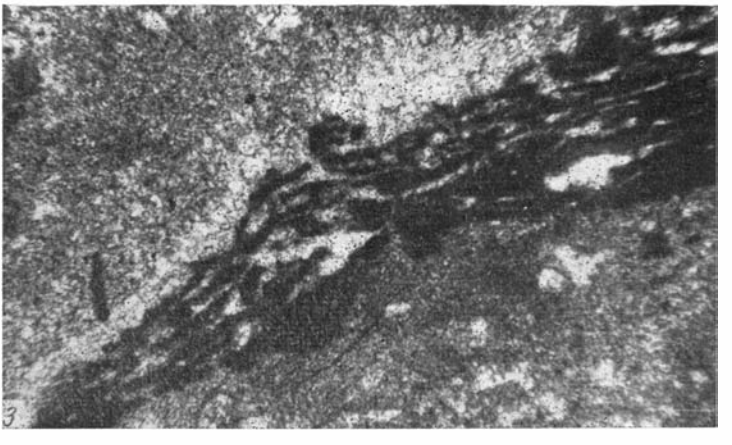




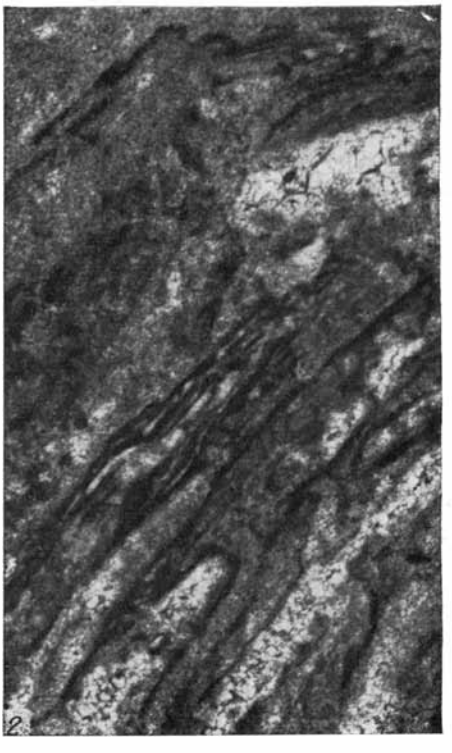

1
2
3

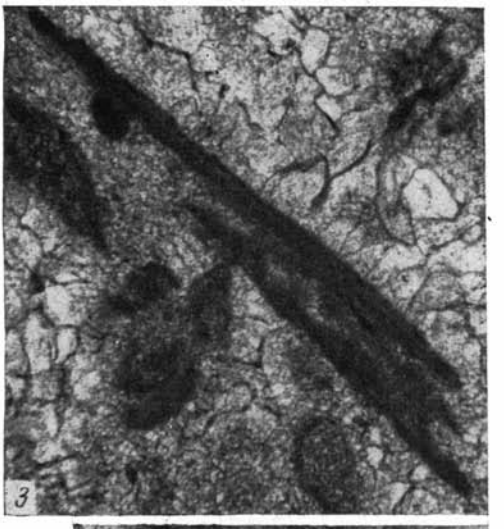

1

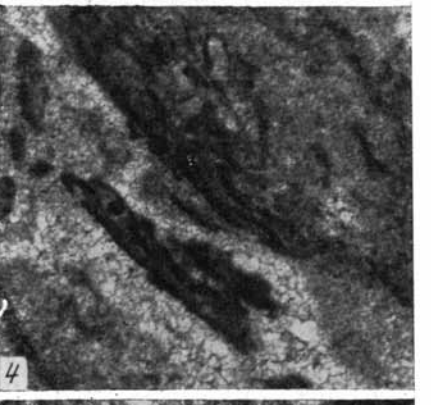

2

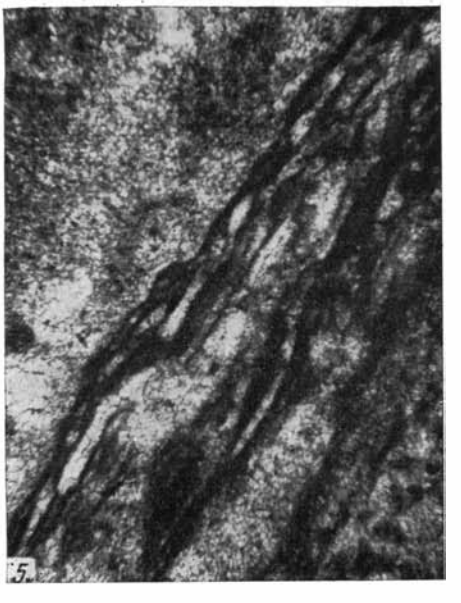

3

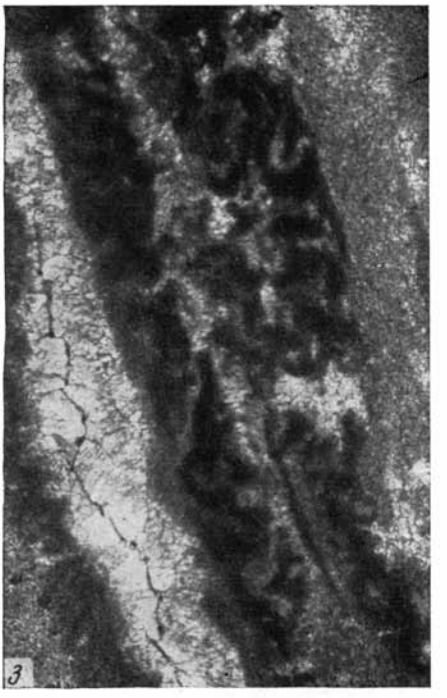
1

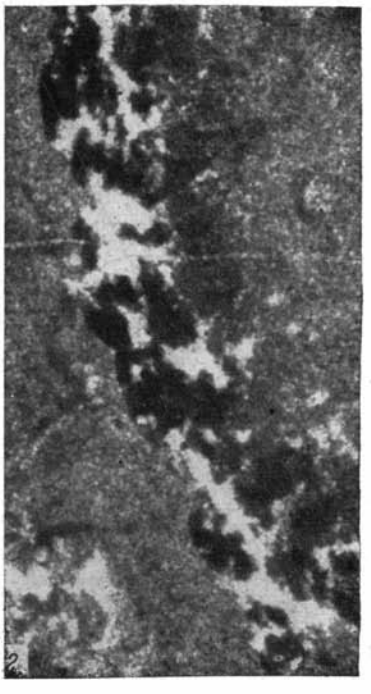

2

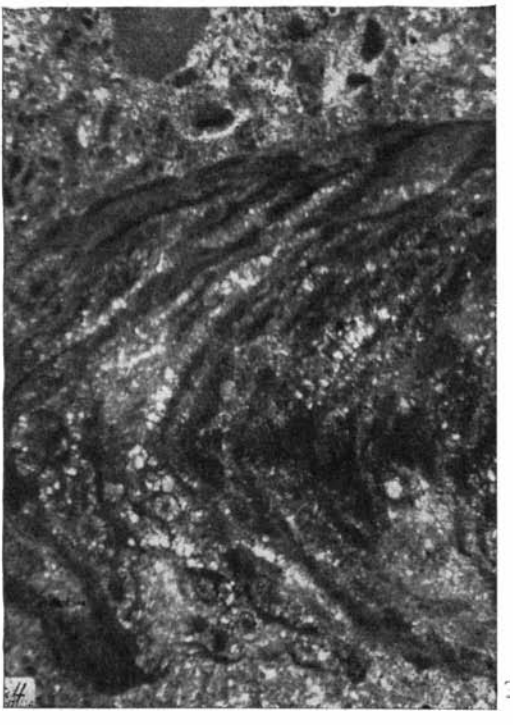

3

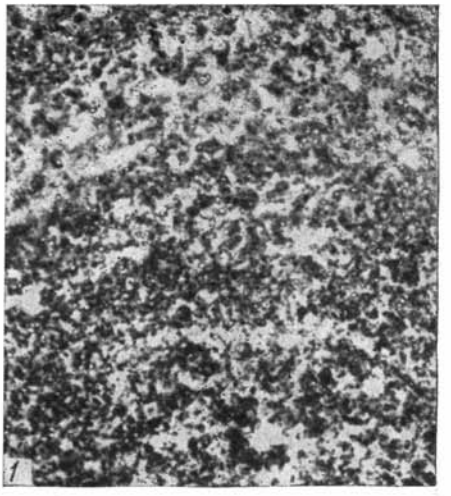

4

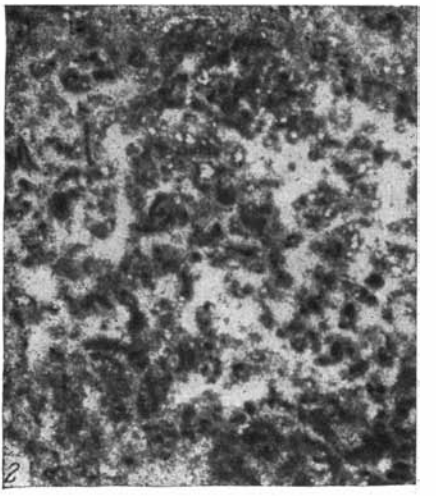

5

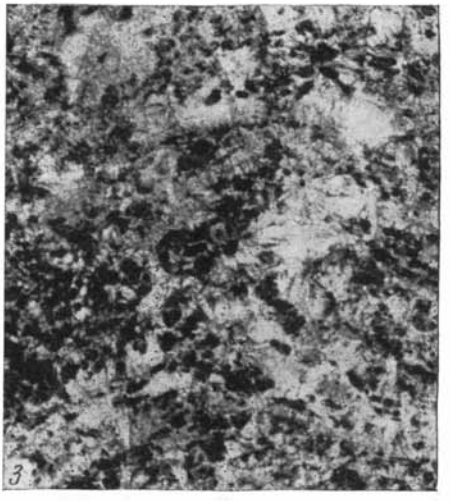


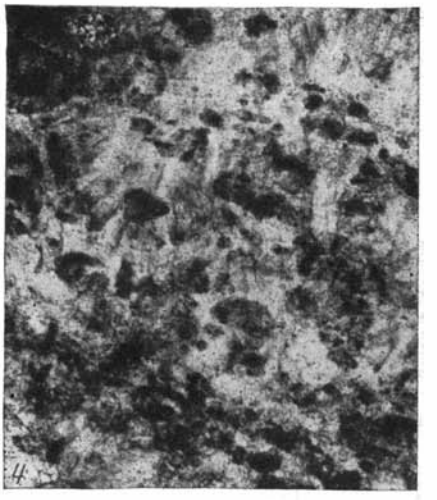


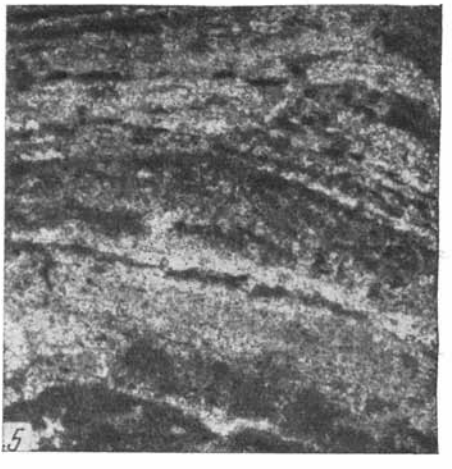


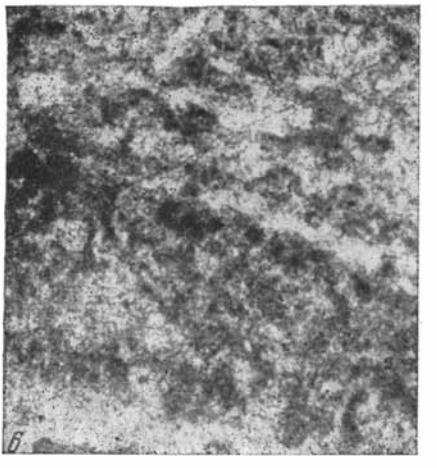

1


2


3


4


5


6

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Глава I. Морфологические признаки столбчатых строматолитов 8
Характерные особенности строматолитовых слоев 8
Строматолитовые столбики и постройки 19

Глава II. Текстура строматолитовых слоев 36

Глава III. Строение строматолитовых биогермов и вопросы систематики . . . 42

Глава IV. Различные схемы классификации систематики и соподчинение признаков 54

Глава V. Обзор литературы по гимносоленидам 65

Глава VI. Описание строматолитов 73

Надгруппа Gymnosolenida Raaben 73
Группа *Gymnosolen* Steinmann 73
Группа *Inseria* Kryl. 77
Группа *Katavia* Kryl. 83
Группа *Boxonia* Korol. 84

Глава VII. Стратиграфическое распределение гимносоленид 88

Литература 93

Объяснения к таблицам 97

CONTENTS

Introduction 5

Chapter I. Morphological features of columnar stromatolites 8
Characteristics of strata 8
Columns and construktion. 19

Chapter II. Texture of stromatolite layers 36

Chapter III. Stromatolite biohermes and problems of systematic 42

Chapter IV. Various classification schemes and co-ordination of features 54

Chapter V. Review of the literature on Gymnosolenides 65

Chapter VI. Description of stromatolites 73

Supragroup Gymnosolenida Raaben 73
Group *Gymnosolen* Steinmann 73
Group *Inseria* Kryl. 77
Group *Katavia* Kryl. 83
Group *Boxonia* Korol. 84

Chapter VII. Stratigraphic distribution of Gymnosolenides 88

Bibliography 93

Explanations to the tables 97

Мария Евгеньевна Раабен

Строматолиты верхнего рифея (гимносолениды)

Труды ГИН, вып. 203

Утверждено к печати Геологическим институтом АН СССР

Редактор издательства *Л. А. Рабинович*
Технический редактор *О. М. Гуськова*

Сдано в набор 28/X 1968 г. Подписано к печати 24/III 1969 г.
Формат 70×108 1/16. Бумага № 1.
Усл. печ. л. 10,85, Уч.-изд. л. 9,9
Тираж 700. Т-04148 Тип. зак. 1342.

Цена 1 руб.

Издательство «Наука»
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Опечатки и исправления

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
41	3—4 св.	целесообразность	нецелесообразность
[illegible]	13—14 св.	разветвлений фиг. 16).	разветвлений.
[illegible]	7 сн.	XI	XXI
86	5 св.	юмостахской	юсмастахской

М. Е. Раабен.

1 руб.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»